



# PCIM

**GRANDS TRAVAUX**  
rail pont bâtiment



**BOUYGUES**

# “Oui, nous avons le goût du challenge”

**Francis Bouygues**  
“Manager de l'année 1982”



**Université de Riyadh en Arabie Saoudite : 650 000 m<sup>2</sup> de planchers.**

# sommaire

## Directeur de la publication :

Yves BOISSEREINO  
Président de l'Association

## Administrateur délégué :

Philippe AUSSOURD  
Ingénieur  
des Ponts et Chaussées

## Rédacteurs en chef :

Olivier HALPERN  
Ingénieur  
des Ponts et Chaussées  
Benoît WEYMULLER  
Ingénieur  
des Ponts et Chaussées

## Secrétaire générale de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE du PREY

## Assistante de rédaction :

Eliane de DROUAS

## Rédaction - Promotion Administration :

28, rue des Saints-Pères  
Paris-7<sup>e</sup> - 260.25.33

**Bulletin de l'Association Nationale des  
Ingénieurs des Ponts et Chaussées, avec la  
collaboration de l'Association des Anciens  
Élèves de l'École des Ponts et Chaussées.**

## Abonnements :

— France **200 F.**  
— Etranger **200 F** (frais de port en sus).  
Prix du numéro : **22 F**  
+ T.V.A. : 4 %

## Publicité :

Responsable de la publicité :  
H. BRAMI

Société OFERSOP :  
8, Bd Montmartre  
75009 Paris  
Tél. 824.93.39



Photo Baranger.

## dossier

Le métro du Caire par C. RINDZUNSKI et M. MICHON	17
Le viaduc de Commelles par J.-L. PICQUAND	22
La station d'épuration de Valenton par P. FAUVEAU	29
Le nouvel aéroport de Bagdad par D. GUFFLET	36
Le pont de Coatzacoalcos par L. PAULIK	45
L'extension de l'usine d'engrais de Gresik par Hervé LAINE	51
L'Université de Riyadh par J.-L. BRAULT, J. ETCHEVERRY O. POUPART-LAFARGE N. BOUYGUES	55
Le pont de Bubiyan par R. MARTIN	59
Les barrages-réservoirs du Bassin de la Seine par P. FAUVEAU et J.-P. DUBEL	66

## La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

Le Corps des Ponts et Chaussées par A. BRUNOT et R. COQUAND	70
Mouvements	73

L'Association Nationale des Ingénieurs des Ponts et Chaussées n'est pas responsable des opinions émises dans les conférences qu'elle organise ou dans les articles qu'elle publie.

## Couverture :

Le pont de Coatzacoalcos.  
Document Sogelerg.

IMPRIMERIE MODERNE  
U.S.H.A.  
Aurillac

**Maquette :** Monique CARALLI



# TELESCOPIC JCB

## POUR TOUS TRAVAUX

2,5 t à 6,40 m de haut  
Allonge à plus de 3 m  
en avant des roues

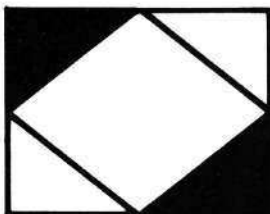
C'est un chargeur, un chariot élévateur, une grue mobile, un dumper. En bout de flèche, peuvent s'adapter les équipements pour : déposer, charger, reprendre, lever, atteindre, retourner, déplacer, distribuer, soulever, creuser, nettoyer, décaper, remblayer, approvisionner, gerber, stocker, tracter, pousser, forer.



Demandez notre brochure Application à : JCB Manutention - Z.I. - Rue du Vignolle 95206 Sarcelles - Tél. (3) 990.54.23.

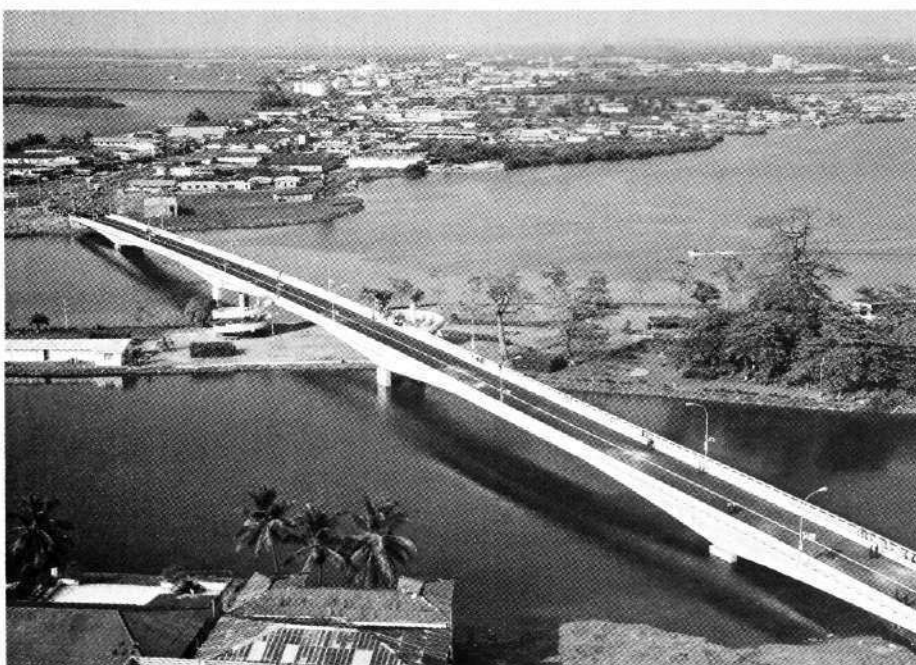


*Pacific*



## Dragages et Travaux Publics

18, rue Paul Lafargue - La Défense 10 - 92800 Puteaux. - ☎ 762.21.00 - Téléc : SFDTP 611846



## en France et dans le monde entier

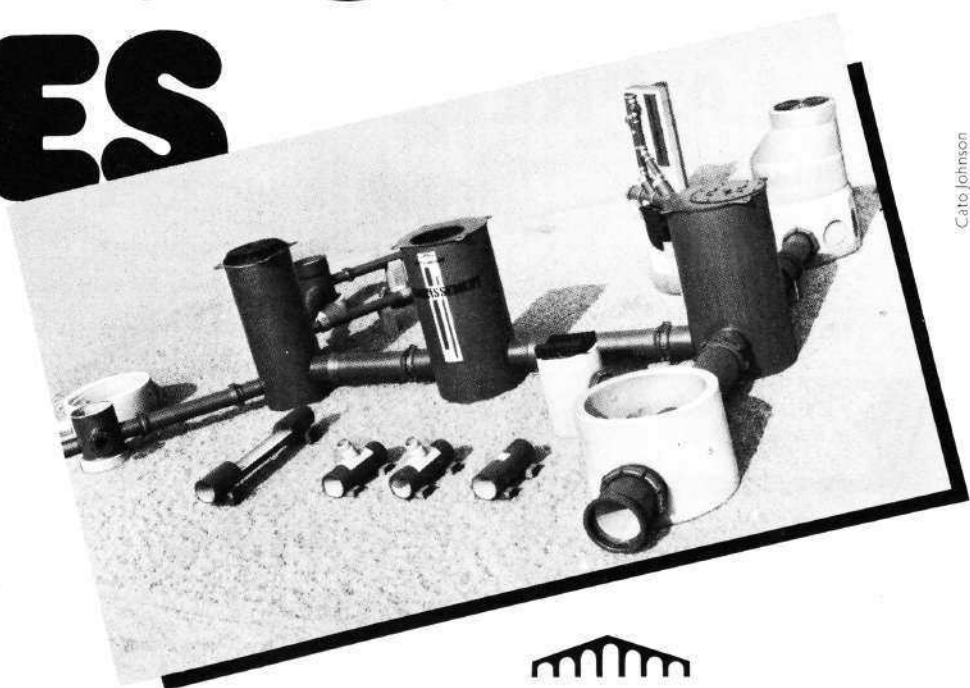
- Terrassements
- Travaux maritimes
- Barrages et canaux
- Routes et voies ferrées
- Aéroports
- Ouvrages d'Art
- Bâtiments et usines
- Travaux souterrains

Pont Gabriel Johnson Tucker à Monrovia

HAECHLER 210



# LA FONTE DUCTILE, LE SYSTEME LE PLUS SUR POUR LES EAUX USEES



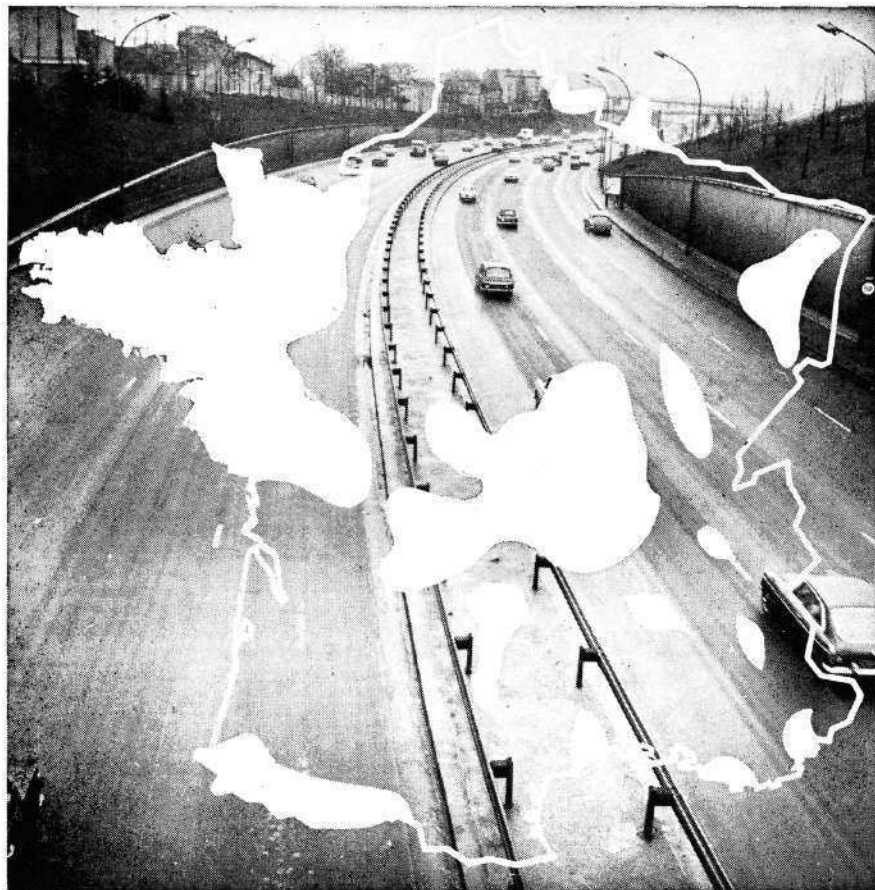
Cato Johnson



PONT-A-MOUSSON S.A.

Contact auprès du service Promotion Industrielle,  
Pont-à-Mousson, 91 avenue de la Libération, 4 X 54017 NANCY Cedex - Tél. : (8) 396.81.21





**partout en France  
la qualité  
c'est notre affaire**

GESTION PUBLICITAIRE PHOTOS G.P.

**SYNDICAT NATIONAL DES  
PRODUCTEURS DE MATERIAUX D'ORIGINE ERUPTIVE,  
CRISTALLOPHYLLIENNE ET ASSIMILES**

3, rue Alfred-Roll - 75849 PARIS CEDEX 17  
Tél. : 766.03.64

Un tiers du sol national recèle des gisements de valeur.

**NOUVEAU**

à ROUEN, ANGERS et bientôt 25 autres villes

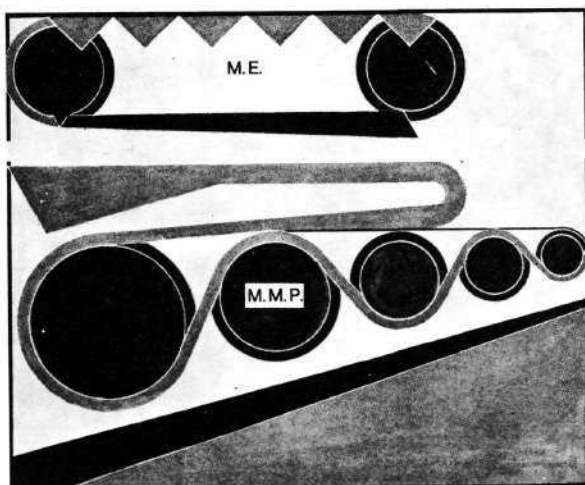
## **LA PRESSE MODULAIRE**

à bandes filtrantes

sous pression continue

siccités élevées garanties  
autocombustibilité des boues garantie

documentation et références



**MATERIELS ET EQUIPEMENTS  
POUR LA QUALITE DE LA VIE**

# **MECAVI**

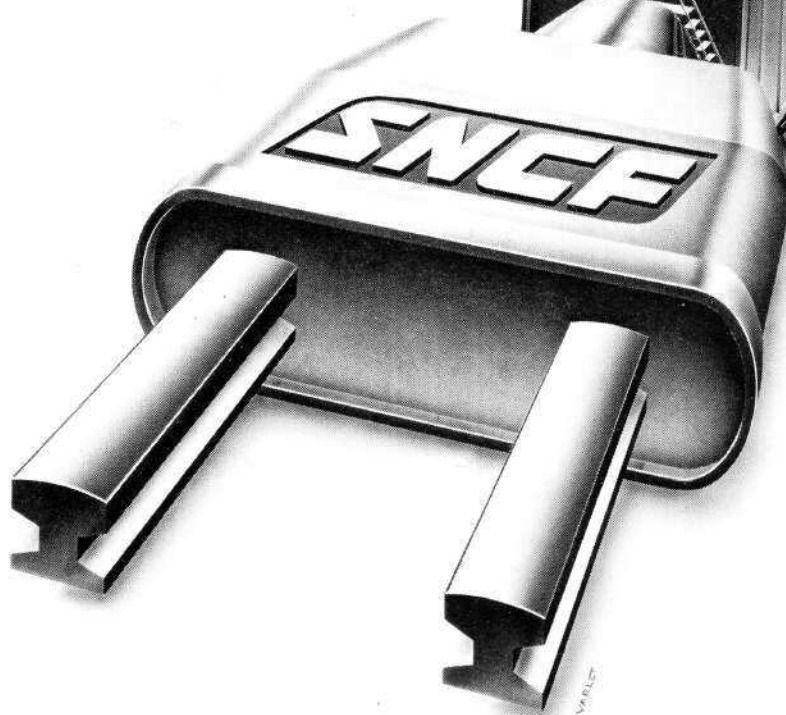
1, rue du Chevalier ROBERT  
67000 STRASBOURG

☎ (88) 31.42.32





# LA VOIE DE L'INDEPENDANCE ENERGETIQUE.



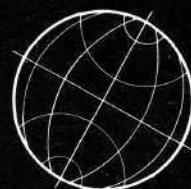
Demain, 85% des transports  
marchandises seront assurés  
en traction électrique, sans avoir  
recours au pétrole, grâce à l'énergie  
des centrales hydroélectriques et  
thermiques (nucléaire et charbon).

**SNCF**





**ETUDIE LES  
PROBLEMES  
DE TRANSPORTS  
EN SITE URBAIN  
ET PROPOSE DES  
SOLUTIONS ADAPTEES**



**12, rue Jules César 75012 PARIS - Tél. (33.1) 346.11.26 - Télex 210120 F**

**TRANSROUTE**

**SOCIETE D'INGENIERIE**

**POUR LES TRANSPORTS ET LA ROUTE**

**Infrastructures ouvrages d'art**

**Routes, Autoroutes,**

**Voies ferrées, Aeroports**

**Equipements de la Route**

**Exploitation Sécurité Signalisation**

**2, rue Stephenson  
78181 St-Quentin-en-Yvelines**

**Téléphone (3) 043.99.27**

**Télex : 698 061 F**

**TRANS  
ROUTE**

**TOULOUSE - BORDEAUX**

*Spécialistes de Matériel de Télécommunications  
étanches et blindés*



**TELEPHONIE**

**SIGNALISATION**

**SONORISATION**

**INTERPHONIE**

**BRANCHEMENT ET  
ACCESSOIRES...**

**TÉLÉPHONES LE LAS**

**☎ (1) 734.85.96**

*131, rue de Vaugirard 75015 PARIS  
TELEX LE LAS 250 303 PUBLIC PARIS*



# Une nouvelle balayeuse-ramasseuse chez L.M.V.

## La BR.60

Cette machine, présentée par la Société LE MATERIEL DE VOIRIE, est un modèle de "haut de gamme". Son dispositif de nettoyage, fonctionnant selon des principes hydro-mécaniques, découle de la technique "L.M.V." éprouvée depuis de nombreuses années et connue dans le monde entier.

Tout en bénéficiant de la fiabilité "L.M.V.", la "BR.60" présente de nombreuses innovations dont les principales sont les suivantes :

- **très grande capacité** sur un châssis grand routier,
- adaptation de nombreux dispositifs tel qu'un **aspirfeuilles** intégré qui permet de résoudre de la meilleure manière le problème des feuilles.

En effet, cet équipement déchiquète complètement les feuilles avant de les introduire dans la benne (contrairement à ce que font les balayuses-aspiratrices conventionnelles). Elles occupent alors un volume 7 fois moins important. Ainsi, la benne de 6 m<sup>3</sup> de la BR.60 peut recueillir autant de feuilles qu'une balayuse-aspiratrice dont la benne aurait un volume de 42 m<sup>3</sup>.

- **Grosse capacité en eau** qui permet une très grande autonomie et le meilleur humectage possible.
- **Très grande économie en travail** : 4 litres/heure de carburant (au lieu de 15 à 20 litres/heure pour une aspiratrice de même importance).
- **Très grande largeur de travail** : 2,700 m.
- **Silence en fonctionnement** tout à fait exceptionnel aussi bien pour le conducteur que pour les riverains.

La BR.60 peut également recevoir les équipements permettant le ramassage des gravillons excédentaires ou rejetés par la circulation sur les bas-côtés. D'une façon générale, elle assure, dans d'excellentes conditions d'exploitation, le nettoyage des routes ou des chantiers devant être mis à la disposition des usagers en état de propreté.

Cet engin, répondant aux conditions économiques actuelles, apporte donc une solution nouvelle, parfaitement adaptée à tous les problèmes posés par les travaux à effectuer sur les grandes voies.

Comme toutes les autres productions L.M.V., il est de conception et de réalisation 100 % françaises.

Il est à noter que la "BR.60", avec certaines de ses options, est destinée à être diffusée sur le marché Nord-Américain.



# BIOVERT

## Une technique d'ensemencement éprouvée pour pistes de ski et talus en montagne

Dès les années 70, BIOVERT met au point une technique d'ensemencement industrielle qu'elle utilise alors pour le verdissement d'autoroutes. Depuis, cette technique n'a cessé d'évoluer et s'applique désormais aussi bien :

- à l'engazonnement des talus de route et d'autoroute,
- au verdissement des carrières,
- à l'engazonnement de sols ingrats de toutes natures,
- aux sols appauvris après une période de sécheresse,
- aux terrains de sport,
- et aux pistes de ski ou terrains montagneux.

C'est dans l'optique de ces deux dernières applications que SOTEV/BIOVERT a convié un certain nombre de spécialistes des problèmes de montagne à deux journées de démonstration :

- l'une le 28 juin à la station des CARROZ-D'ARACHES (vers Flaine),
- l'autre le 29 juin à VAL-D'ISERE.

### LES CARROZ-D'ARACHES

#### Une démonstration d'engazonnement avec fertilisation sur pistes de ski s'étageant entre 1500 et 2400 m

Sous un beau soleil, et en présence de M. le Maire, Conseiller Général des Carroz-d'Araches, de Directeurs de stations de ski, de Directeurs techniques, de Directeurs de télécabines, de M. le Directeur technique responsable des avalanches à l'O.N.F., BIOVERT procède donc, avec un hydro-semoir capable de gravir des pentes montagneuses, à l'ensemencement et fertilisation d'une piste de ski. La démonstration s'effectue à 1600 m d'altitude sur l'une des trois pistes créées en 1981, engazonnées sur sols granitiques. Une partie de l'opération est réalisée manuellement au tuyau et l'autre au canon à semer. Cette projection d'un mélange spécifique à BIOVERT permet de confirmer l'enracinement des plantes et de mettre la végétation en condition optimale de développement (en recréant le cycle naturel).

De l'avis général, lors de cette démonstration, l'engazonnement s'avère très satisfaisant puisque les participants ont pu constater une végétation de 30 à 40 cm de hauteur.

Là, comme dans d'autres réalisations du même genre, BIOVERT a démontré sa capacité de verdissement grâce à des techniques aujourd'hui éprouvées.



# VAL-D'ISERE

## Un talus de déblai autour d'un terrain de football

Le lendemain, hommes et matériels regagnaient VAL-D'ISERE.

Il s'agissait là de faire une première projection sur un talus de déblai autour d'un terrain de foot. La déclivité du sol étant quasi nulle, l'engin BIOVERT n'a pu faire valoir, comme la veille, ses capacités à travailler sur sol en pente ; mais la démonstration s'est néanmoins réalisée sur un terrain typiquement montagneux à environ 1800 m d'altitude.

Il est trop tôt pour se prononcer sur les résultats. Gageons cependant que la démonstration, en présence de M. le Maire de Val-d'Isère, aura été concluante et qu'elle tiendra ses promesses.

A l'issue de ces deux journées, on peut tirer d'ores et déjà quelques conclusions :

- l'ensemencement de terrains difficiles, comme c'est souvent le cas en montagne, est affaire de spécialistes,
- BIOVERT maîtrise parfaitement ce genre de procédé depuis de nombreuses années et ses techniques sont à même de conseiller les responsables à tous niveaux pour une approche qualité/service adaptée au problème posé,
- BIOVERT permet enfin de réaliser des économies sur des postes tels que : décapage, fourniture de terre végétale, remise en place de cette terre et engazonnement traditionnel.

Ce sont autant d'atouts pour engager de manière volontaire, et avec BIOVERT, une politique d'aménagement de la verdure partout où l'activité de l'homme a pu la détruire ou nécessite de l'entretenir.



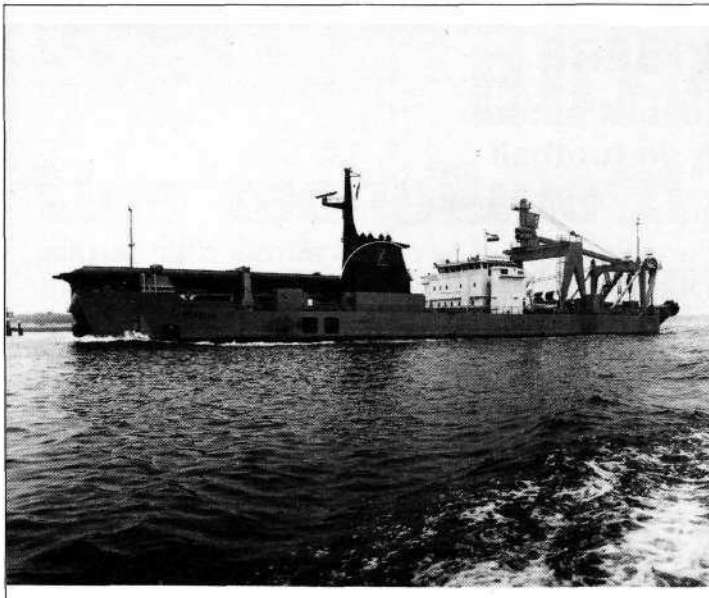
*Démonstration aux CARROZ-D'ARACHES.*



*Démonstration à VAL-D'ISERE.*



*Démonstration aux CARROZ-D'ARACHES.*



"AQUARIUS", "LIBRA" et "TAURUS", Dragues de haute mer - 3000 et 5000 cv sur la désagrégateur.

## TRAVAUX PORTUAIRES ET MARITIMES

## DRAGAGES ET REMBLAIS HYDRAULIQUES

## TRAVAUX FLUVIAUX

•  
*UNE FLOTTE DE  
DRAGUES TRES SPECIALISEE*



## Zanen (France) S.A.R.L.

65, rue du Général-Galliéni 93107 MONTREUIL Cédex

☎ (1) **858.74.84** — Télex : 213 039

### UNIC PAC: CONSTRUITS COMME DES ENGIN DE TRAVAUX PUBLICS.

Un choix complet de modèles: 6 x 6, 6 x 4,  
4 x 4 et 4 x 2. Des moteurs  
à la technologie  
éprouvée: de gros  
six cylindres de  
225 ou 285 ch  
SAE, refroidis  
par eau.



## UNIC S.A.

### SUCCESSALE DE STRASBOURG

208, route de Colmar - Tél. : (88) 79.40.00  
67023 STRASBOURG CÉDEX

**UNIC**



## VOYAGES WESTEEL

### TRANSPORT DE VOYAGEURS

### DIRECTION EXPLOITATION

rue F. Jiolat 62430 SALLAUMINES

☎ (21) **28.18.03**

### Agences de voyage :

**A LENS** : 70, rue de la Gare  
Tél. : (21) **28.00.64**

**A LILLE** : 57, rue du Molinel  
Tél. : (20) **06.11.62**



# Un grand nom international dans les travaux publics

Pelles hydrauliques, engins de  
manutention, grues mobiles :  
les Poclain sont sur les chantiers du  
monde entier.

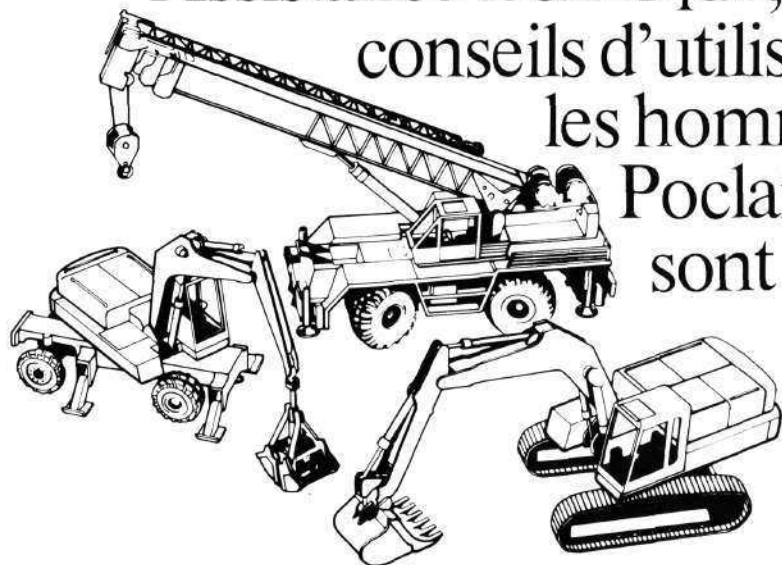
Rapidité, puissance, précision, fiabilité :  
les Poclain simplifient le travail des  
entreprises.

Assistance technique, service,  
conseils d'utilisation :

les hommes du réseau

Poclain

sont des spécialistes.



 **Poclain**

60330 LE PLESSIS-BELLEVILLE

embranchements particuliers  
tous travaux d'installation  
et d'entretien

tous types  
d'appareils  
de voie

chemins de roulement  
pour grues et portiques

## *Pour toutes vos installations ferroviaires*

matériel fixe  
pour voies ferrées

traverses,  
éclisses,  
boulons,  
tirefonds

petit matériel  
pour  
tous types  
de voies  
ferrées

rails  
tous types,  
tous profils

rails Vignole

rails  
à large ornière  
pour voies  
en chaussée

ponts-  
tournants  
secteur

plaques  
tournantes

*le spécialiste de la voie ferrée depuis 1904*



**SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ET D'EMBRANCHEMENTS INDUSTRIELS**

80 RUE TAITBOUT 75009 PARIS - TÉL. : 874.66.83 + - B. P. 256.09 PARIS - TÉLEX S.E.I. 660.515 F

ACHARD-CONSEIL

## COYNE ET BELLIER

**Ingénieurs  
conseils**

Aménagements de bassins fluviaux  
Barrages et  
centrales hydro-électriques  
Equipements hydrauliques et  
électromécaniques  
Gestion des eaux - Assainissement  
Hydrologie - Géologie  
Génie civil nucléaire  
Stockage d'hydrocarbures  
Ouvrages souterrains  
Géotechnique  
Mécanique des sols  
Mécanique des roches

TILT - 442 CB

5, rue d'Héliopolis - 75017 PARIS  
téléphone : (1) 766.04.34 - télex : 280177 F  
télég. : COB-PARIS 017



## **CAMPENON BERNARD**

*un groupe international  
un leader  
technologique  
une maîtrise  
dans tous  
les domaines  
de la construction,  
travaux publics  
bâtiment  
génie civil  
précontrainte  
routes et autoroutes  
ingénierie*

92-98, boulevard victor-hugo  
92115 clichy / france  
téléphone 1/739.33.93  
tél. extra 670 221 f.

jean besacier



# micalfat

produit de garnissage  
des joints et fissures

**SCR**  
CHIMIQUE DE LA ROUTE

5 avenue morane saulnier 78141  
Velizy Villacoublay CEDEX  
boîte postale n°21 téléphone 946 96 60



SOCIÉTÉ ANONYME  
DES ENTREPRISES

**Léon  
BALLOT**

au Capital de 42 500 000 F

**TRAVAUX  
PUBLICS**

155, boulevard Haussmann,  
75008 PARIS

**BOURDIN  
&  
CHAUSSE**

**ROUTES  
AUTOROUTES  
VOIRIE  
RÉSEAUX DIVERS**

40 centres de travaux en  
FRANCE et à l'ÉTRANGER

Siège social  
35, rue de l'Ouche-Buron - 44300 Nantes  
Tél. : (40) 49.26.08

Direction générale  
36, rue de l'Ancienne-Mairie - 92100 Boulogne  
Tél. : 605.78.90

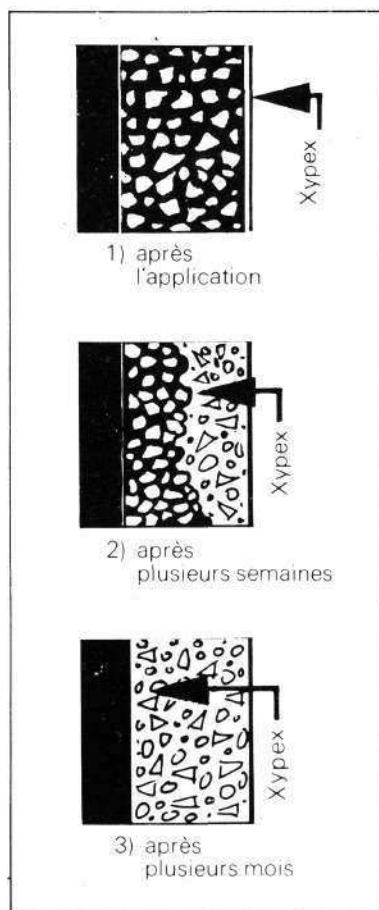
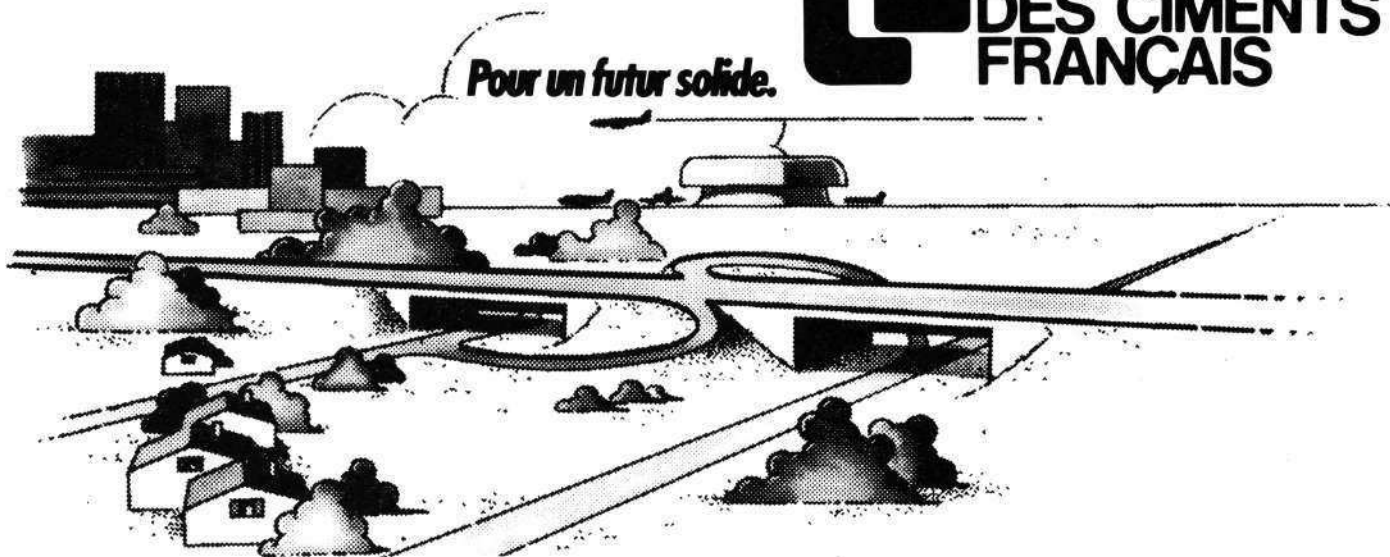
# POUR LES BATISSEURS DE DEMAIN.

Avec 35% du marché national et près de 10 millions de tonnes vendues, avec ses 14 usines, 6 centres de broyage, 13 centres de distribution, son centre de recherche, son potentiel de transport vrac et de distribution de béton et agrégats, ses filiales à l'étranger, la Société des Ciments Français se place au premier rang des producteurs français et parmi les plus grands cimentiers du monde.

Chiffre d'affaires consolidé : 3.000 millions de frs.

**SOCIÉTÉ  
DES CIMENTS  
FRANÇAIS**

*Pour un futur solide.*



Un nouveau procédé pour l'imperméabilisation fait désormais l'objet d'un Cahier des Charges approuvé par le Bureau VERITAS.

Il s'agit d'un procédé complet de coulage concernant l'imperméabilisation des surfaces, des joints et des défauts (fissures, ségrégations, reprises défectueuses,...).

Il s'applique aux constructions enterrées, aux réservoirs, tunnels, etc...

La solution traditionnelle consiste à interposer une barrière étanche entre le support et la pression d'eau. Les qualités de l'étanchéité sont celles de la barrière, ses défauts aussi : d'une manière générale, inefficacité en contre pression élevée. De plus, il est souvent nécessaire de protéger la couche d'étanchéité, car tout dommage annule l'étanchéité.

## Tout autre est le procédé XYPEX, c'est son nom.

Il s'agit de rendre le support étanche par le traitement de ses défauts.

En effet, chacun sait faire une éprouvette de béton étanche, mais un chantier réel est un assemblage de bétons de qualités diverses, avec des joints, des ségrégations, puis des fissurations intervenant plus ou moins rapidement.

— Le traitement est très simple dans le cadre de travaux neufs et se réduit, après réparations et ragréages, à l'application en une ou deux couches (suivant la valeur des pressions hydrostatiques) d'une barbotine de produits XYPEX.

Après séchage complet, l'aspect est celui d'un béton brut.

Cette barbotine va, par osmose, provoquer une cristallisation dans les pores et interstices du béton dans toute son épaisseur. Cette action n'est pas limitée dans le temps car, et c'est l'originalité du procédé, une microfissuration ultérieure (même après plusieurs années) se boucherait d'elle-même, s'interdisant de devenir une véritable fissure. Le béton est devenu vivant en quelque sorte, et réagira à toute nouvelle venue d'eau. De plus, il est protégé, atmosphères ou liquides corrosifs ne peuvent pénétrer et attaquer les armatures ou former des sels expansifs.

— Dans le cadre de constructions anciennes, ce procédé apporte souvent une solution inespérée à des cas auparavant insolubles.

Ainsi, des réservoirs, des bassins de traitement des eaux peuvent être traités de l'extérieur sans en interrompre le fonctionnement. Les produits XYPEX sont en effet tout aussi efficaces en pression qu'en contre pression.

Les références sont nombreuses dans le monde entier : stations de traitement des eaux, tunnels routiers, métro, parkings enterrés, etc...

*Pour tout renseignement, s'adresser à*

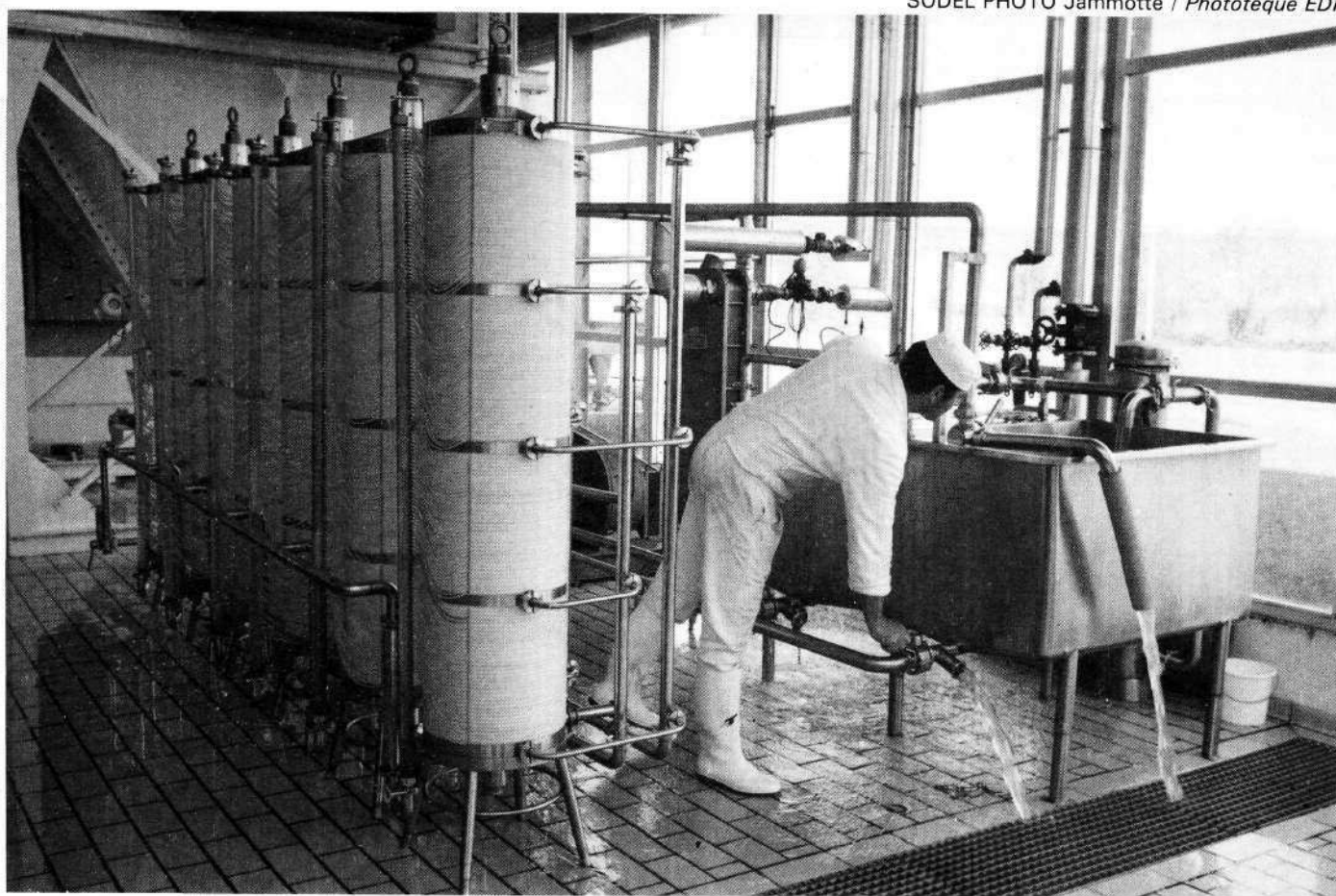
**XYPEX CHEMICALS FRANCE**

14, rue de Suffren 06400 CANNES Tél. : (93) 39.70.90 Telex : 470 907



# L'ELECTRICITE OUVRE DES VOIES NOUVELLES A L'INDUSTRIE

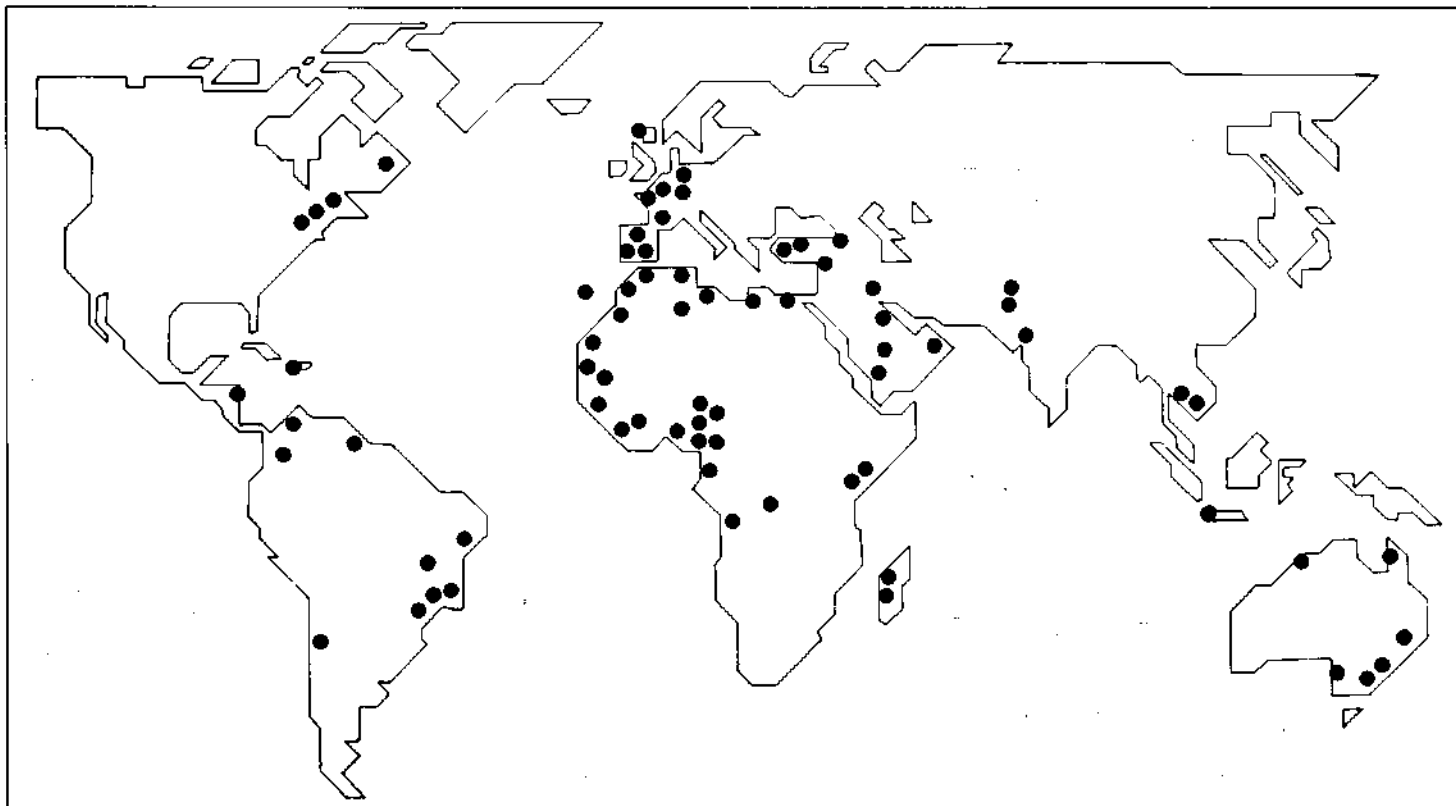
SODEL PHOTO Jammotte / Phototèque EDF



Concentration du lait par osmose inverse

**ELECTRICITE DE FRANCE**





# DUMEZ DANS LE MONDE

barrages,  
travaux souterrains  
travaux maritimes,  
dragages  
constructions industrielles

terrassements,  
routes,  
ouvrages d'art  
bâtiment,  
constructions industrialisées



345, avenue Georges Clemenceau – 92022 Nanterre Cedex  
Tél. 776.42.43 – Télex : 620844 F ZEMUD NANTR.

# Le Métro du Caire

par C. RINDZUNSKI, Ingénieur en Chef à Sogelerg  
et M. MICHON, Ingénieur à Sogelerg

Le Caire, la ville aux mille minarets, est la plus grande métropole d'Afrique. Son histoire, vieille de 4000 ans, a toujours été synonyme de grandeur religieuse et politique.

Sa population actuelle est mal connue, mais de l'ordre de 11 millions d'habitants. Les estimations les plus sérieuses conduisent à 20 millions d'habitants en l'an 2000 si rien n'arrête cette progression. Or le Caire, ville construite pour 3 millions d'occupants, est quotidiennement confrontée à des problèmes énormes de déplacements de population, dus, en grande partie, à sa configuration linéaire le long du Nil (Le Grand Caire s'allonge sur environ 40 km), et à la concentration de la plupart des activités commerciales et administratives au centre ville.

Le système actuel de transports en commun (train, tramway, bus) est totalement saturé, même en dehors des heures de pointe, et il s'en est ensuivi un accroissement de circulation automobile tel que les rues se bloquent durant des heures entières. La nécessité d'un système de transport de masse s'est donc imposée.

## Le premier Métro d'Afrique et du monde Arabe

En 1982 a commencé la construction du tronçon central souterrain, long de 4,5 km, de la ligne Régionale Nord-Sud du Métro du Caire.

Cette ligne d'une longueur totale de 42 km aura une capacité de 60 000 passagers/heure dans chaque direction.

Sa réalisation est prévue en 2 phases :

- Phase 1 : construction de la section centrale souterraine.
- Phase 2 : électrification et modernisation de la section Nord - l'actuelle ligne de banlieue de la gare de Kobri el Limoun-Ramsès à El Marg.

La section Sud (l'actuelle ligne de banlieue de Bal El Louk - près de la place Tahrir - à Helwan) est déjà électrifiée depuis une vingtaine d'années. Des travaux de rénovation y sont en cours : renouvellement de la voie, suppression des passages à niveau et pose de clôtures, construction de 17 sous-stations.

Le nouveau matériel roulant est déjà en service sur la ligne d'Helwan. Une première



Mise en place du premier panneau.

série de 52 rames de 3 voitures a été livrée en 1981 et 1982 par Alsthom-Interinfra.

Pour compléter le réseau du futur Métro du Caire, il est prévu de réaliser 2 lignes Urbaines souterraines dont les 3 stations de correspondance avec la ligne Régionale sont à construire dès la phase 1.

## La réalisation de la phase 1 de la ligne Régionale

Cette réalisation a été décidée par le Ministère des Transports de la République Arabe

d'Égypte. D'un coût total équivalent à 1,4 milliards de Francs elle a bénéficié d'un financement français sur protocole intergouvernemental en 1980.

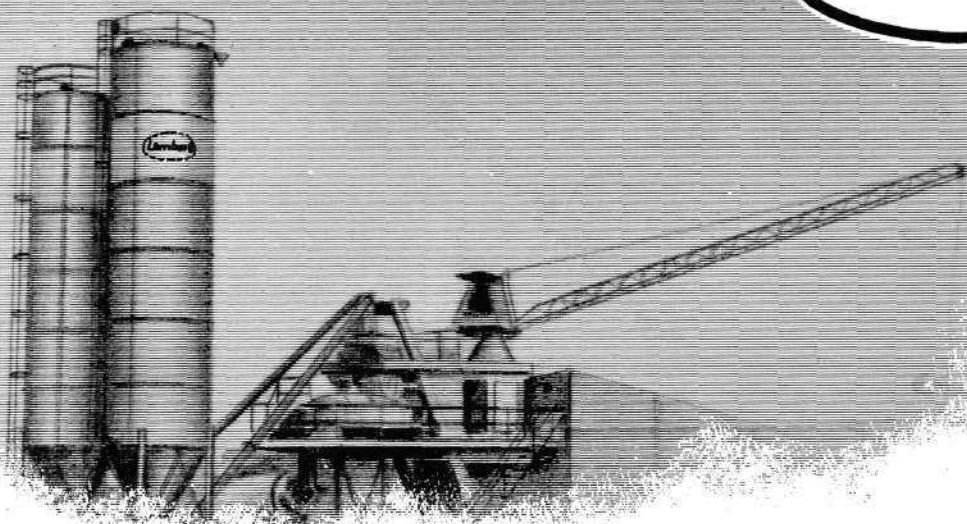
Les Egyptian National Railways - maître d'ouvrage - ont lancé un appel d'offres en 1980 sur la base du projet établi par Sofretu.

La réalisation "clé en main" a été confiée au Consortium franco-égyptien Interinfra Arabco qui réunit 17 entreprises et sociétés d'ingénierie françaises et 2 égyptiennes organisées en 8 sous-groupements tous



# EQUIPCO construit l'avenir avec les centrales à béton

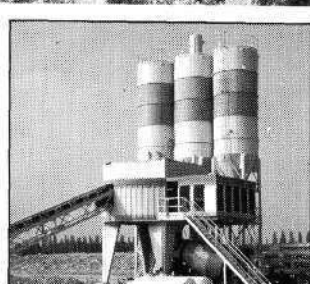
**Lambert**



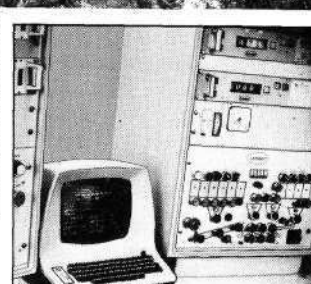
Petites centrales de chantier 10 à 30 m<sup>3</sup>/h. Bétonnière ou malaxeur, alimentation des agrégats par rayon raclant ou dragline.



Centrales mobiles : 40 à 80 m<sup>3</sup>/h tractables (2,5 à 3 m hors tout), par un seul camion. Silo à ciment incorporé de 30 t. Gachées sèches avec MOB 80 GS.



Centrales fixes : 30 à 200 m<sup>3</sup>/h. Stockage des agrégats horizontal (murs ou trémies en lignes) ou vertical (trémies de 100 m<sup>3</sup> à 300 m<sup>3</sup> et 4 à 6 compartiments). Malaxeurs turbo, axes horizontaux ou train valseur.



Automatismes : index, analogique (PAM) ou numérique (TELEMAT). Ils permettent la conduite automatique du cycle de malaxage. Extension avec TELEMAT jusqu'à la gestion complète de la centrale, (stocks, formules, livraisons, facturations).

*Une gamme de centrales à béton couvrant toute l'échelle des productions et complétée par des équipements (vis, silos, pesage, électronique...), des bétonnières portées et des pompes à béton.*

**Les Centrales à béton LAMBERT, c'est la robustesse avec quelque chose en plus : l'EXPERIENCE.**

Qu'il s'agisse d'une centrale classique ou d'une centrale mobile, vous êtes certain de viser juste : une rentabilité accrue grâce à un prix de revient raisonnable.

# EQUIPCO

DIRECTION GENERALE ET EXPORT : tour Gallieni II. 36, avenue Gallieni. 93175 BAGNOLET CEDEX. Tél. : 1/360.37.37. Télex : 670633 F / 210164 F  
CENTRAL PIECES DE RECHANGE : 15, rue Albert Einstein. 93150 LE BLANC-MESNIL. Tél. : 1/865.44.50. Télex : 230252 F / 230197 F

conjointes et solidaires vis-à-vis du Maître de l'Ouvrage.

## Interinfra Arabco

Liste des entreprises par sous-groupement. Les pilotes de chaque sous-groupement sont désignés par un astérisque :

**Ingénierie :** Sogelerg\*, SGTE, Sabbour Associates.

**Génie Civil :** SGE-TPI\*, SBTP\*, Arab Contractors\*, Bouygues, Campenon Bernard, Dragages et Travaux Publics, Dumez, Fougerolle, GTM.

**Pose de Voie et Ateliers :** CGEE-Alsthom\*, Spie-Batignolles.

**Caténaires et Courants Forts :** Spie-Batignolles\*, CGEE-Alsthom.

**Signalisation et Courants faibles :** Alsthom-Atlantique\*, Jeumont-Schneider, CSEE.

**Péages :** CGA\*.

Les parois moulées sont réalisées par Soletanche-Bachy Égypte, sous-traitant du Consortium.

La Maîtrise d'Oeuvre est assurée par la nouvelle "Underground Metro Organisation" assistée de consultants égyptiens, français et anglais dont principalement le groupement Sofretu-Arab Consulting Engineers pour le contrôle des études et la surveillance des travaux.

*Murettes guides place Tahrir.*

Le délai de réalisation initial est de 48 mois à partir du 10 novembre 1981, date de mise en vigueur du contrat.

La cérémonie de pose de la première pierre sous la Présidence du Premier Ministre le Dr. Fouad Mohieddine a eu lieu le 3 mai 1982.

## Description des travaux du tronçon central de la ligne Régionale

Ce tronçon est constitué par un tunnel à 2 voies à gabarit chemin de fer de 4 km de long, plus 2 trémies de descente à chaque extrémité. Il comporte 5 stations souterraines de 200 m de long, dont 3 stations de correspondance (avec les futures lignes urbaines qui seront plus profondes) et 2 stations en ligne. Tout le tunnel et les stations sont à construire à ciel ouvert à une profondeur de 7 à 10 m par la méthode "cut and cover" utilisant des parois moulées comme piédroits.

Les parois du tunnel et des stations de ligne, ainsi que les poutres de couverture seront préfabriquées. L'aire de préfabrication est située à 14 km au sud du Caire à Tura. Les panneaux préfabriqués pourront atteindre 35 T et 16 m de long. Pour la construction des stations urbaines des parois moulées in situ de 31 m de profondeur sont nécessaires.

Le tunnel est presque totalement immergé. Le niveau de la nappe qui a remonté au cours des dernières années est à 1 ou 2 m de profondeur. L'eau a une forte teneur en sulfates due à la pollution par des fuites des réseaux d'égout, ce qui nécessite l'emploi de ciment spécial.

Un bouchon d'injections sous le radier entre les fiches des piédroits permet l'excavation du tunnel et la construction du radier à sec, car aucun rabattement de nappe ne serait possible.

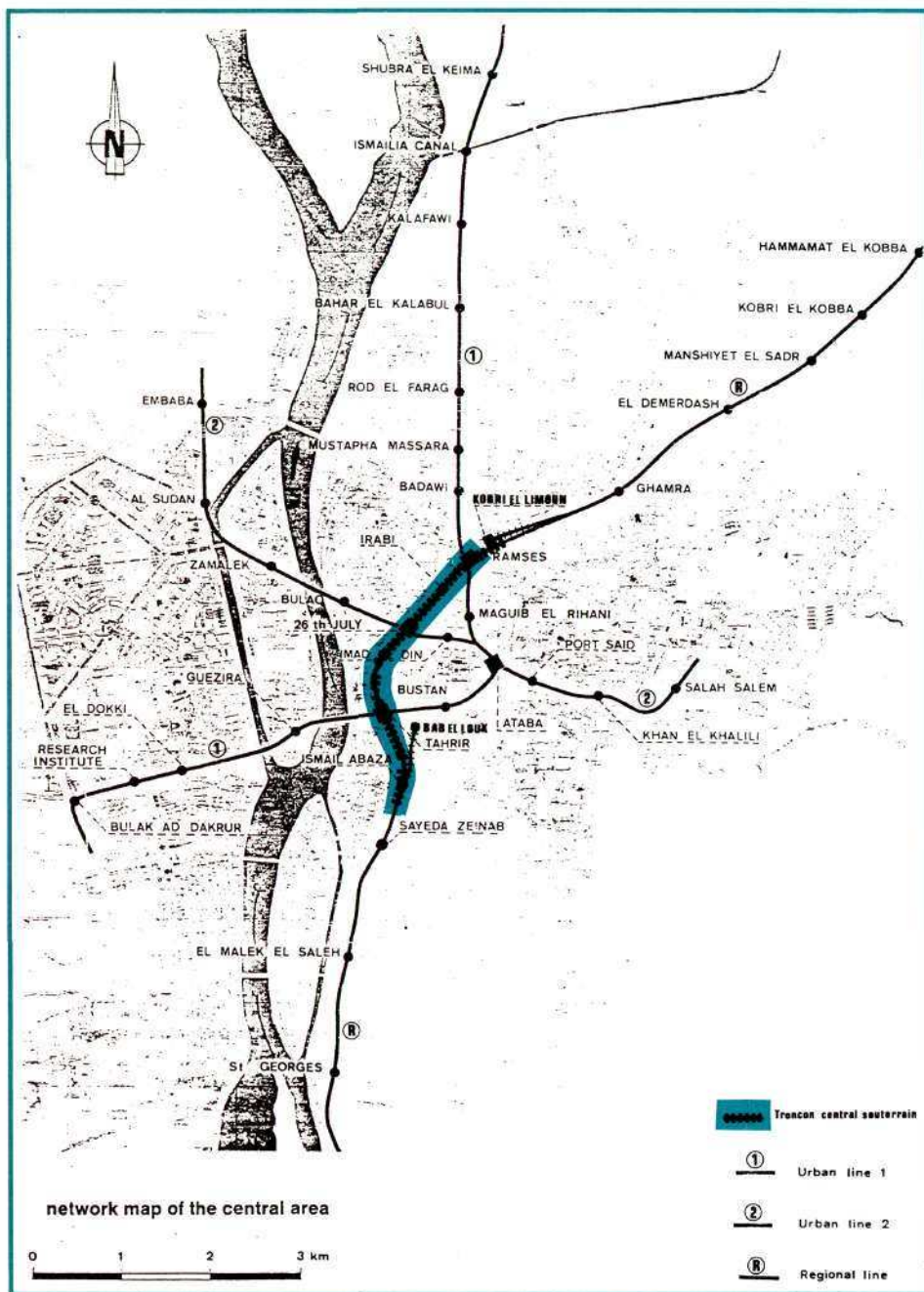
Cette méthode de construction nécessite de dévier, préalablement, la quasi totalité des réseaux rencontrés sur le tracé. Seules quelques traversées de multitubulaires téléphoniques doivent être laissées en place et reprises en sous-œuvre. Les autres franchissements regroupant un maximum de réseaux, sont réalisés après la construction du tunnel et les déviations des utilités sont programmées en fonction de l'avancement des travaux de génie civil. Au stade actuel des études il a été reconnu 46 km de déviations et il n'est pas certain que tous les réseaux existants aient été décelés.

Le projet comprend également la construction de :

- 2 centrales de froid en élévation.
- Les postes de traitement d'air (ventilation des stations, insufflation en tunnel à chaque extrémité d'interstation - 10 unités, rejet de l'air en milieu d'interstation).







- 4 postes de redressement en élévation.
- Un poste haute tension à Tura El Balad (66 KV).
- Une machine à laver les trains à Helwan.
- Une station en ligne de surface de 200 m de long à Sayeda Zeinab à l'origine du projet.

Le bâtiment voyageurs de Sayeda Zeinab est à construire au-dessus des voies de la ligne d'Helwan maintenues en exploitation. Il est fondé sur 300 pieux forés en mortier armé (système Prepakt). Cette station, une fois achevée, servira de terminus provisoire à la ligne d'Elwan pendant les travaux du tunnel dans la rue Mansour à l'emplacement de l'extrémité nord de la ligne actuelle vers le terminus de Bal El Louk.

La réalisation du projet est un "clé en main" comprenant :

- Les études nécessaires à tous les stades de réalisation.
- Les déviations des réseaux.
- Le génie civil et le second œuvre.
- Les équipements électro-mécaniques.
- La caténaire et les équipements de traction (1500 volts continus).
- La signalisation.
- La pose de voie.

## Les études de Génie-Civil

Elles sont faites en 2 étapes :

- 1) Les plans-guides fonctionnels rassem-

blant les contraintes et définissant les interfaces sont établis en fonction des impératifs de l'exploitation, de chaque discipline pour l'installation de ses équipements, et du second œuvre.

2) Les plans d'exécution (coffrage, ferrailage, dossiers de second œuvre) sont établis après l'approbation des plans-guides par le Maître d'Œuvre.

Des moyens informatiques puissants ont pu être utilisés :

- Tracé automatique du tunnel avec calepinage et dessin des panneaux préfabriqués.
- Calcul automatique des parois moulées en phase élastoplastique du sol avec dessin de ferrailage.

Les efforts dans les structures dépendent en grande part des phases de construction, ce qui nécessite une étroite collaboration entre l'Ingénierie, les services méthodes du sous-groupe Génie Civil et le chantier.

## L'environnement

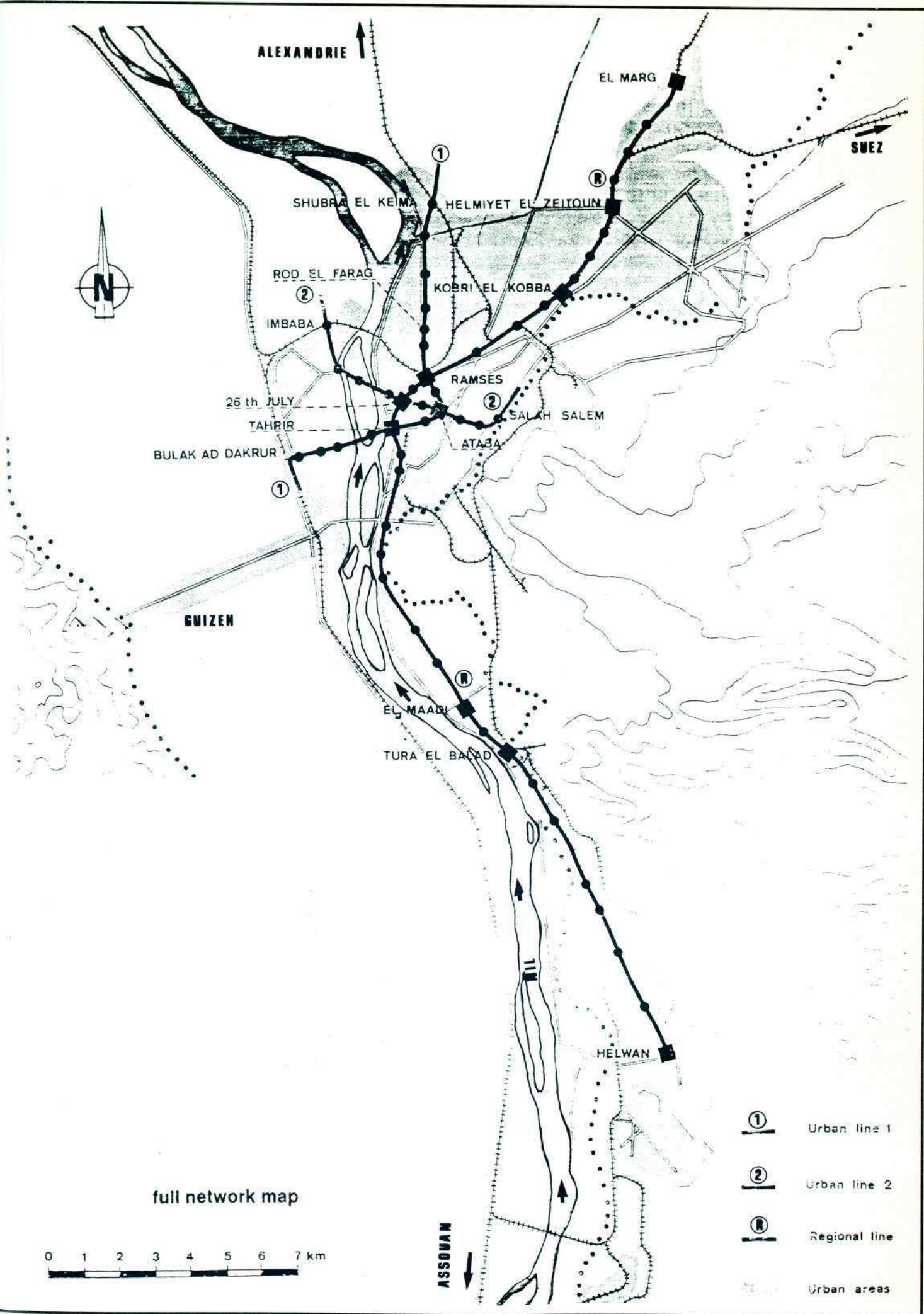
Le tunnel longe à faible distance la façade du Musée archéologique célèbre pour la richesse de ses collections.

Une étude des risques de transmission des bruits et des vibrations à l'intérieur du Musée, pendant l'exécution des travaux et l'exploitation du Métro, a été confiée à Sogelerg. Elle a conclu à la faiblesse du phénomène moyennant les précautions classiques (pose de voie sur support élastique, bon entretien du matériel) compte tenu de la structure massive du bâtiment.

La circulation dans le centre du Caire est indisciplinée et dense tant pour les voitures particulières et les nombreux bus, que pour les piétons. La réorganisation du trafic pendant la durée du chantier est un problème ardu qui nécessite un important découpage en phases d'occupation des sites et dont la réussite repose essentiellement sur le respect des consignes de circulation et de stationnement. Malgré tous les efforts du Consortium et des Autorités locales dont le recours à des campagnes d'information dans les médias, l'appréhension d'une aggravation des conditions de circulation est déjà sensible au sein de la population.

Ceci s'explique par le peu d'expérience qu'elle a de chantiers de ce type et de cette importance, bien coordonnés et relativement brefs. Les premiers travaux, notamment Place Tahrir, n'ont pas perturbé la vie du Caire grâce surtout à une part importante de travail de nuit et à la qualité des études de trafic conçues en tenant compte de chaque phase de travaux.





# La reconstruction du viaduc de Commelles

par J.L. PICQUAND

*Ingénieur des Ponts et Chaussées*

*Ingénieur en Chef, Chef du Département des Ouvrages d'Art  
à la Direction de l'Équipement de la S.N.C.F.*

La S.N.C.F. a en charge un patrimoine ouvrages d'art extrêmement important, évalué à environ 70 milliards de francs en valeur de reconstruction à neuf. L'édification des ouvrages ayant débuté dès 1825, c'est donc un patrimoine relativement ancien même si le développement du réseau s'est poursuivi tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle et si les deux guerres mondiales ont apporté leur lot de destructions et donc de reconstructions. Ces ouvrages, et notamment les ponts-rails, sont soumis à un trafic beaucoup plus intense, beaucoup plus agressif et beaucoup plus rapide que celui pour lequel ils avaient été conçus à l'origine.

Afin d'assurer la sécurité des circulations ferroviaires, ces ponts-rails doivent faire l'objet d'une surveillance attentive et d'un entretien soigné de la part des services gestionnaires avec gêne minimale pour le trafic. Dans certains cas, toutefois, pour des raisons tant économiques que techniques, le renouvellement des ouvrages s'avère préférable à leur maintien en voie. C'est ainsi que depuis de nombreuses années déjà, la S.N.C.F. a engagé un vaste programme de renouvellement des petits ouvrages métalliques sous voie d'entretien délicat et qui plus est particulièrement vulnérables aux chocs des véhicules routiers et des ouvrages plus importants arrivés à limite de durée de vie.

## I. Le viaduc de Commelles : l'ouvrage actuel

Le viaduc de Commelles permet au tronçon commun des lignes Paris-Lille et Paris-Bruxelles de franchir la vallée de la Thève et du Rû de Saint-Martin au cœur de la forêt de Chantilly.

Construit en 1856, l'ouvrage en maçonnerie actuel est remarquable par sa grande légèreté. Ses 15 arches plein-cintre de 19 m d'ouverture reposent sur des piles de 2,70 m d'épaisseur aux naissances, pour des hauteurs allant jusqu'à 25 m. L'élancement de

*Franchissement du Vallon de Commelles par l'ancien ouvrage.*





ses piles rend l'ouvrage particulièrement sensible aux sollicitations dynamiques croissantes provoquées par les circulations.

Soumis depuis le début du siècle à une surveillance méthodique et permanente, il a déjà fait l'objet de nombreux travaux de confortation. Des essais réalisés en 1967 ont mis en évidence, pour certaines vitesses et certains types de convois, un régime de résonance des oscillations longitudinales propre à accélérer le vieillissement de l'ouvrage. Une confortation générale du viaduc, extrêmement onéreuse, n'aurait pu que ralentir le phénomène observé, mais non le stopper.

Cette situation a conduit la S.N.C.F. à prescrire une limitation permanente de

(Photo Baranger)



vitesse à 140 km/h à la traversée de l'ouvrage, alors que les voies peuvent être parcourues de part et d'autre à 160 km/h par les trains les plus rapides. De plus, l'augmentation rapide du trafic de type banlieue vers Chantilly et Creil amena la S.N.C.F. à envisager à court terme le triplement des voies entre Orry-la-Ville et Creil. Dans ces conditions, la construction d'un nouvel ouvrage s'avérait indispensable d'autant plus qu'il était possible de le construire parallèlement à l'ouvrage actuel en dehors des contraintes des circulations ferroviaires et d'opérer ensuite la rectification du tracé des voies.

## II. Contraintes liées au site et à l'environnement de l'ouvrage

Au cœur du massif forestier de Chantilly, les voies ferrées franchissent le Val du Rû Saint-Martin et de la Thève à 400 m en aval des étangs de Commelles et du site classé de la Reine Blanche entre les agglomérations de Coye-la-Forêt et Lamorlaye. La vallée présente à cet endroit une largeur de 4 à 500 m et une profondeur d'une quarantaine de mètres.

L'importance touristique de ce site, proche de l'agglomération parisienne, a conduit la S.N.C.F. à porter une attention toute particulière à l'insertion du nouvel ouvrage.

Celui-ci ne devait pas perturber la perception de cet espace formé d'un large fond horizontal encadré de versants boisés à très forte pente : la dominante de l'ouvrage devait être une ligne horizontale, rétablissant en quelque sorte la continuité du plateau...

L'observation de l'ouvrage par les promeneurs se faisant principalement en contreplongée, depuis le chemin longeant le Rû Saint-Martin, l'architecte consulté, M. Jean Doucier a cherché à donner au tablier une forme effaçant au maximum l'effet de largeur. Les contraintes technologiques ont conduit à retenir une section trapézoïdale, réduisant le plan horizontal inférieur nécessairement obscur au profit des faces

latérales inclinées, éclairées par le jour ou le contre-jour.

Les huit piles sont aussi fines que le permet la résistance du béton. Leur fût à base de losange s'élanche directement du sol. Cette forme permet de ne pas "fermer" l'espace comme le ferait une forme rectangulaire, et permet d'en souligner l'élançement par la différence d'éclairage entre les faces. L'impression de stabilité du tablier est confirmée par l'élargissement des piles en leur partie supérieure, suggérant autant de mains ouvertes soutenant le tablier...

## III. Description du projet

A partir des bases ainsi définies, la conception de l'ouvrage fut réalisée par le Département des Ouvrages d'Art de la S.N.C.F.

Afin de réserver l'avenir, il a été jugé préférable de reconstruire un ouvrage dimensionné pour quatre voies, le coût supplémentaire s'avérant en définitive peu élevé.

**3.1. Les fondations de l'ouvrage** devaient tenir compte des contraintes géologiques du site.

Si le calcaire compact des plateaux permettait d'asseoir les culées sur des fondations superficielles, par contre les terrains tourbeux régnant en fond de vallée imposaient le recours à des fondations profondes descendues jusqu'au niveau des sables grossiers soit de 14 à 22 m sous le terrain naturel. Le niveau de la nappe phréatique étant celui de la Thève, les semelles des piles 3 à 5 devaient être réalisées à l'abri d'un batardeau.

**3.2. Les appuis**

Les portées ont été choisies égales à 45 m (7 travées) avec deux travées de rive de 41,50 m, afin de laisser le libre choix du procédé de construction à l'Entreprise : construction sur cintre, mise en place par pousage ou construction par encorbellement.

Les piles, en béton armé, ont une hauteur allant de 9 à 33 m. Pour les plus hautes, la

### Le viaduc de Commelles en quelques chiffres

<b>Début des travaux</b> .....	4 février 1980
<b>Fin de travaux</b> .....	avril 1982
Montant du marché (aux conditions de décembre 1979) .....	36 millions
<b>Principales quantités mises en œuvres :</b>	
Béton de fondation .....	3 000 m <sup>3</sup>
Béton des piles et culées .....	8 000 m <sup>3</sup>
Béton du tablier .....	9 000 m <sup>3</sup>
Aciers passifs .....	1 900 t
Aciers de précontrainte .....	290 t
<b>Pour le tablier, ces quantités ont conduit aux ratios suivants :</b>	
Aciers passifs .....	140 kg/m <sup>3</sup>
Aciers durs de précontrainte .....	30 kg/m <sup>3</sup>





Fléau en construction et bi-poutre de manutention.

section à la base est un losange de 7,7 x 4,8 m.

Les culées, également en béton armé, ont une forme qui rappelle celle des piles.

Chaque pile prend appui sur neuf pieux forés en béton armé, de 1,80 m de diamètre, par l'intermédiaire de semelles en béton armé de 12 x 12 m et de 3 m d'épaisseur au centre.

Le tablier repose sur chaque pile ou culée par l'intermédiaire de deux appareils d'appui glissants, mono et multidirectionnels, de type Tetrion, dont la capacité unitaire est de 3 000 t (1 600 t sur culées).

Étant donné l'importance des efforts horizontaux à reprendre, le point fixe du tablier est réalisé par un prolongement de la partie inférieure de l'entretoise de l'extrémité Nord, formant tenon dans un logement aménagé à cet effet dans la culée.

### 3.3. Le tablier

Le tablier (figure 3) est une poutre caisson en béton précontraint de 398 m de long, 20,82 m de largeur hors tout et de 5,44 m de hauteur. Il comprend deux âmes verticales d'épaisseur variable (0,40 à 0,90 m) et deux âmes inclinées 0,30 m d'épaisseur. Les hourdis ont une épaisseur constante de 0,25 m.

Une modélisation de ce tablier par la méthode des éléments finis a montré que l'essentiel des efforts (80 % environ) passait dans les âmes verticales.

Aussi, la précontrainte longitudinale a été placée dans les goussets inférieurs et supérieurs et dans les âmes verticales. Une précontrainte transversale est introduite en

partie haute des entretoises situées au droit de chaque pile.

### 3.4. Précautions particulières visant à assurer la pérennité de l'ouvrage

Le béton précontraint ayant donné lieu, par le passé, à des mécomptes incompatibles avec une exploitation ferroviaire normale, il convenait, dès la conception de l'ouvrage, de définir des mesures susceptibles d'assurer la pérennité de l'ouvrage, même en cas de défaillance de certains éléments constitutifs. Ces mesures ont été élaborées il y a quelques années lorsque la S.N.C.F. a entrepris la construction de lignes nouvelles de banlieues et de la ligne TGV Paris-Sud-Est où le recours au béton précontraint s'est imposé pour des raisons économiques pour la construction des viaducs. L'énumération de ces mesures sortirait du cadre de cet article d'autant plus qu'elles ont déjà fait l'objet de publications antérieures ou de conférences.

Nous citerons toutefois, à titre d'exemple, les dispositions prises pour permettre le remplacement aisé des appareils d'appui et celles qui réservent la possibilité d'une précontrainte complémentaire ultérieure représentant 15 % de la précontrainte initiale.

## IV. La dévolution des travaux

Comme il est d'usage à la S.N.C.F., les Entreprises consultées avaient toute liberté pour proposer les procédés d'exécution de leur choix ; par contre, du fait des contraintes esthétiques, il n'était pas fait appel à variantes sauf pour les fondations.

Lors du jugement des offres, il a été tenu compte, en sus des propositions financières, de la maîtrise de l'Entreprise vis-à-vis de la géométrie finale de l'ouvrage, élément fondamental du parti architectural retenu.

Étant donné le poids très important du tablier (45 t/ml environ) il paraissait difficile de contrôler le tassement d'un cintre, d'autant plus que plusieurs phases de bétonnage étaient nécessaires. La construction par encorbellement par voussoirs coulés en place, au contraire, permettait une bonne prévision des flèches prises par les fléaux et une possibilité de correction, voussoirs après voussoirs, en cas de flèches constatées différentes de celles calculées. De plus, les voussoirs coulés en place avec possibilité de renforcement des aciers passifs à la reprise, assurent une continuité de structure et un monolithisme satisfaisants vis-à-vis de la pérennité.

En définitive, c'est l'offre de l'Entreprise Bouygues qui proposait une telle solution qui était retenue par la S.N.C.F.

## V. L'exécution des travaux

5.1. Les fondations ont été réalisées par l'Entreprise SIF-BACHY sous-traitante.

Les pieux de 1,80 de diamètre ont été forés à la bentonite et exécutés par béton immergé ; chaque pieu a été équipé de 3 tubes per-



mettant leur contrôle ultrasonique. Les pieux ont été recépés sur 2,50 m afin que les semelles prennent appui sur un béton sain.

Pour l'exécution de celles d'entre elles situées en dessous du niveau de la nappe phréatique un batardeau a été établi en palplanches avec bouchon en béton immergé, le recours à un rabattement de nappe étant exclu afin de ne pas mettre en péril les fondations de l'ouvrage ancien.

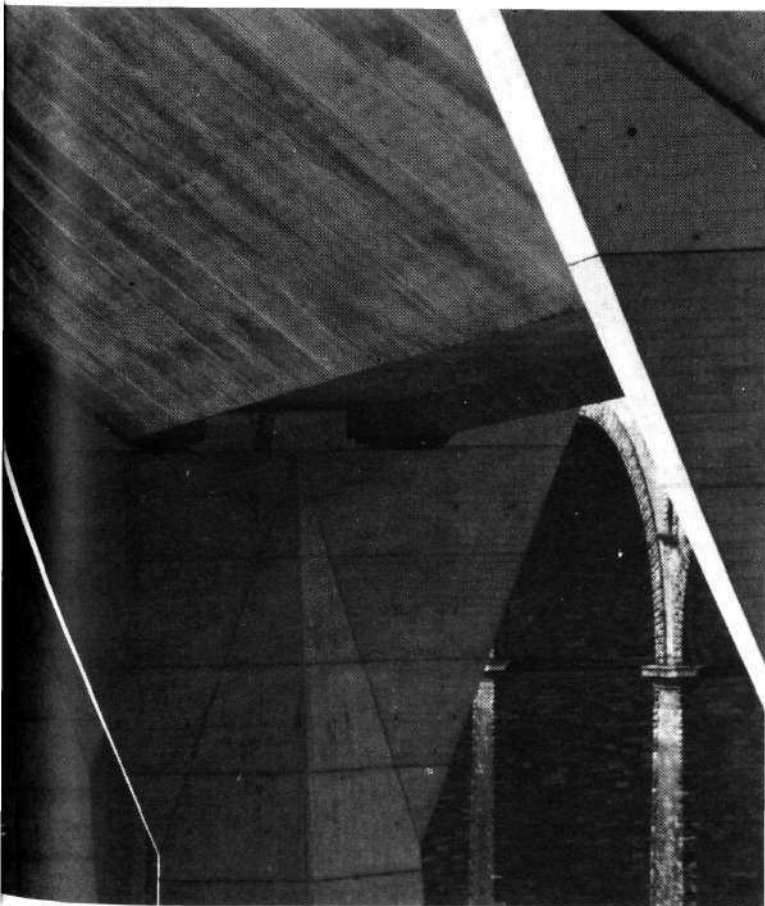
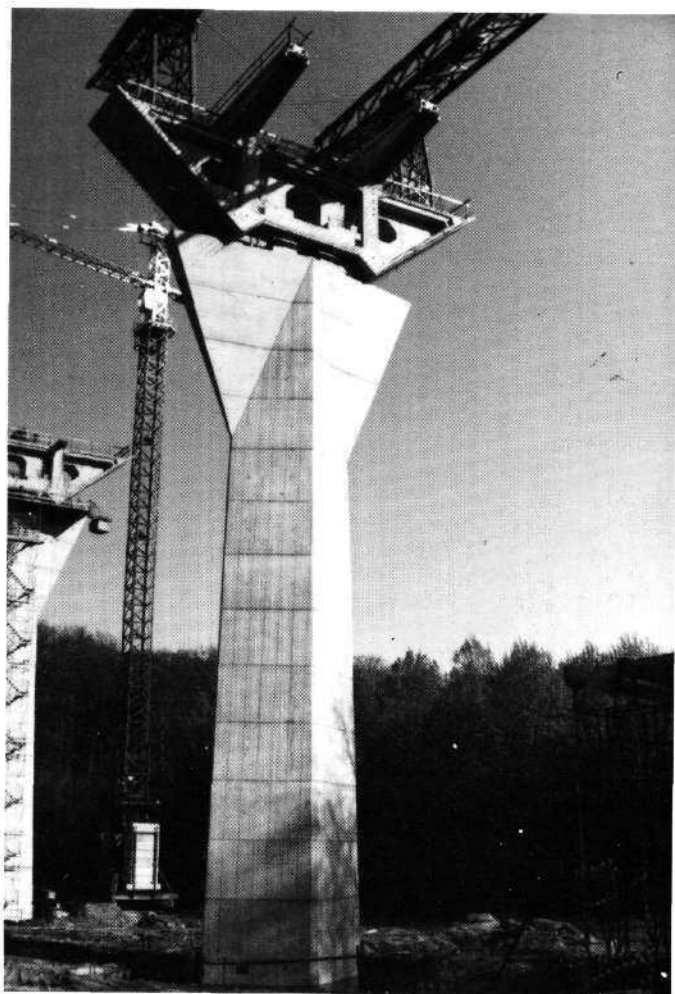
### 5.2. Construction des piles

La forme très particulière des piles ne permettant pas l'utilisation de coffrages glissants, l'Entreprise a fait réaliser un coffrage en bois atteignant 45 m, représentant un véritable jeu de construction. Les piles ont été coulées par phases de 5,76 m ; le même coffrage a servi pour toutes les piles, la différence de hauteur étant reprise par suppression des éléments de coffrage de la base des piles.

### 5.3. Construction du tablier (figure 1)

L'ouvrage a été réalisé par encorbellements successifs, les voussoirs étant coulés en place à l'aide d'un équipage mobile. Les problèmes à résoudre découlaient de l'importance des voussoirs et de la rigidité de la structure. Le poids d'un voussoir courant de dimensions :

*Voussoir sur pile et appareils pour mise en œuvre des premiers voussoirs de fléau.*



*Tablier et têtes des piles.*  
Photo SNCF C.A.V.

Longueur 2,78 m, largeur 20,80 m, hauteur 5,50 m, éfait d'environ 120 tonnes.

L'équipage était constitué d'une charpente métallique triangulée supportée en encorbellement à partir de la partie d'ouvrage déjà réalisée par deux poutres en béton précontraint (figure 2).

L'équipage mobile a été spécialement conçu par l'Entreprise à partir d'un cahier des charges draconien : la déformation maximale en tout point pendant le bétonnage devait être millimétrique, tandis que le poids de la charpente métallique et de chaque poutre support en béton précontraint ne devant pas dépasser 20 tonnes pour des raisons de manutention.

Le déplacement de l'équipage ainsi que l'approvisionnement des matériaux (aciers et béton) furent assurés par une poutre de lancement métallique de 105 m de longueur, prenant appui sur 3 voussoirs sur pile.

La cadence maximale d'avancement du chantier a été de deux voussoirs par semaine.

Les câbles ont été tendus dès que la résistance du béton à la rupture a atteint 200 bars.

# Construction du tablier

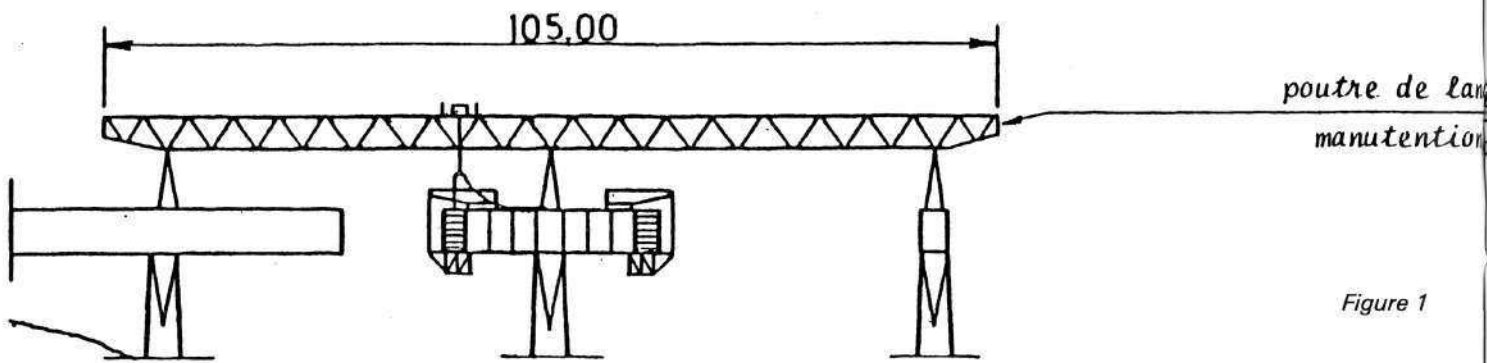
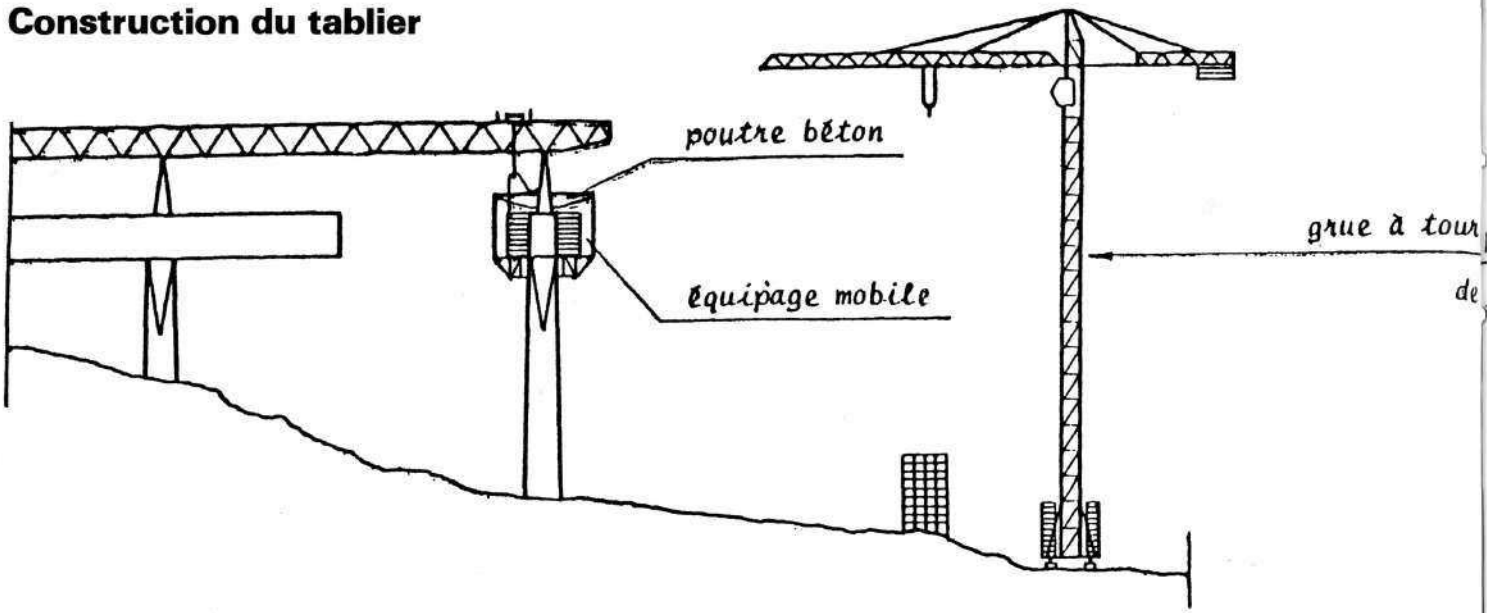
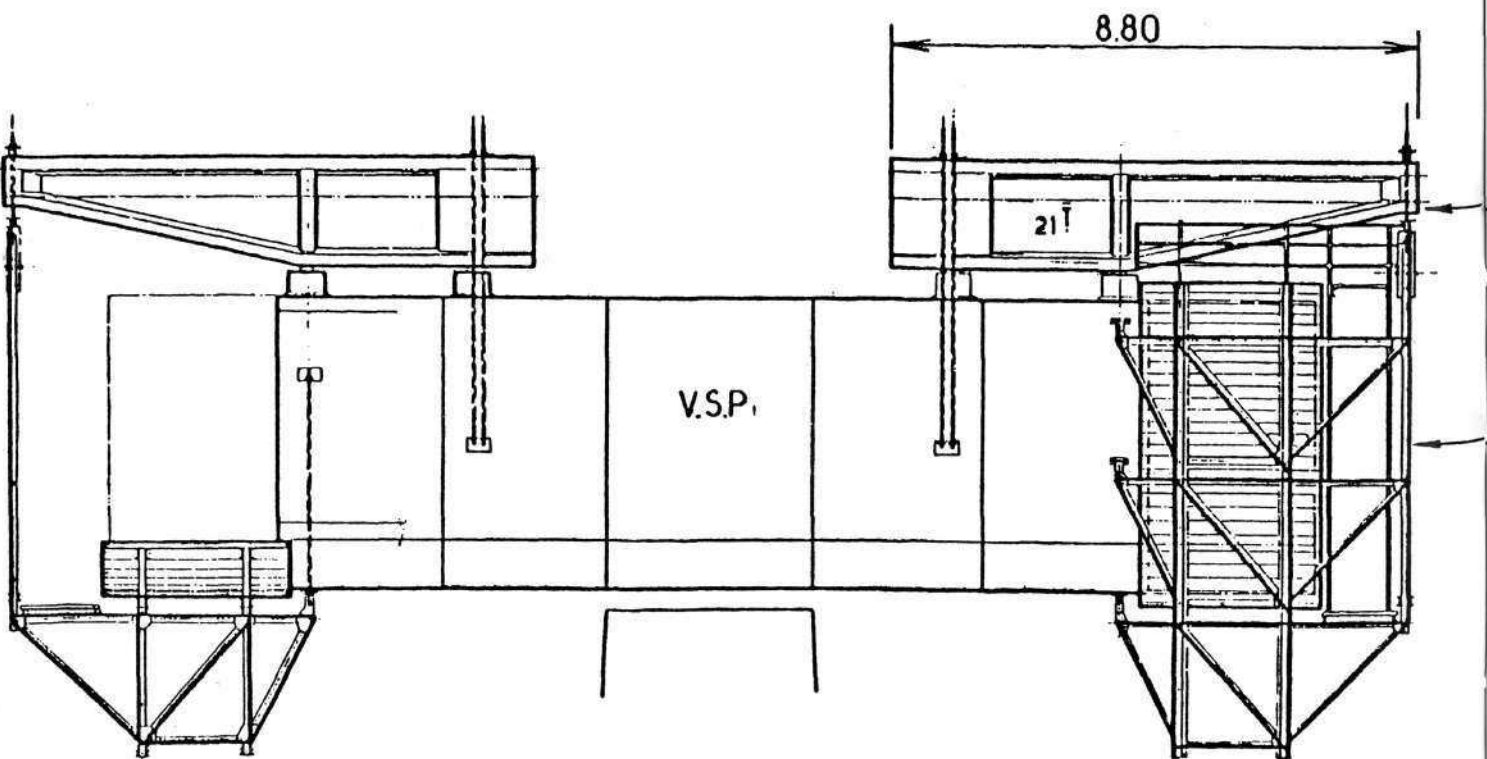


Figure 1





pour exécution

la pile

ment pour la

es matériels

outre béton

charpente métallique

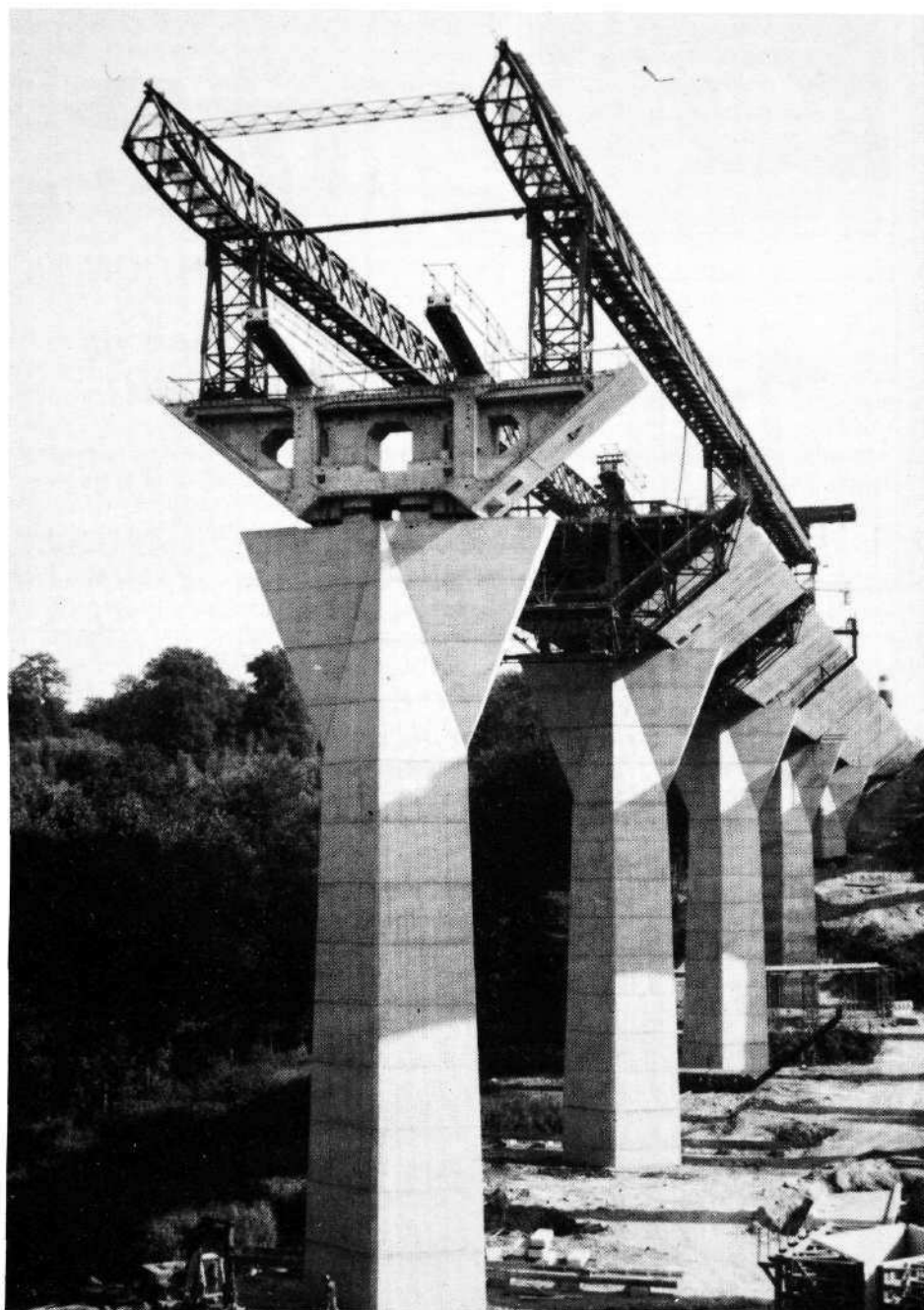


Figure 2

*Vue du tablier dans différentes phases de construction.*

## VI. Mesures prises pour la surveillance ultérieure de l'ouvrage

Sous chaque appareil d'appui a été disposé un contraintemètre de type Bonvalet permettant la mesure des réactions d'appui et donc leur réglage éventuel afin de parer à toute éventualité tel que le tassement différentiel d'une pile par exemple.

En outre, les sections au voisinage des appuis et à mi-travée sont équipées de témoins à corde vibrante. Ces témoins permettront de suivre dans le temps l'évolution des contraintes dans l'ouvrage, et de

déceler toute anomalie de comportement.

Après 126 ans de bons et loyaux services, l'ancien viaduc de Commelles victime de l'audace de ses concepteurs et de l'augmentation des charges, des vitesses et du trafic va céder la place à un ouvrage de conception résolument moderne et de caractère tout à fait exceptionnel tant par son architecture d'ensemble que par les surcharges des quatre voies ferrées qu'il devra supporter.

Nous avons l'espoir que grâce aux efforts conjugués des intervenants - architectes, maître d'œuvre, entreprise - aux précautions prises à la conception, au soin mis à la construction, ce viaduc conservera pendant de très longues années les qualités qui doivent être les siennes : fiabilité et esthétique.



**PISTOLETS DE  
SCELLEMENT**

**GAMME DE  
CHEVILLES**



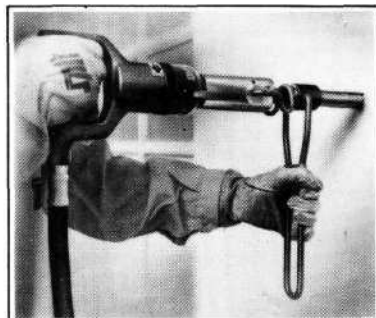
**spit**

**UNE SOLUTION  
A TOUS VOS  
PROBLEMES DE  
SCELLEMENT**



**MARTEAUX  
ELECTRO  
PNEUMATIQUES**

**MARTEAUX  
PNEUMATIQUES**



**Société SPIT**  
Route de Lyon - BP n° 104  
26501 BOURG les VALENCE Cedex  
Tél. : (75) 56.55.54 - Télex EURSPIT 345812 F

## "30 années au service de la construction"

*Créée en 1951 pour exploiter le brevet de fixateur à cartouches, la SOCIETE DE PROSPECTION ET D'INVENTIONS TECHNIQUES, dont le siège social se trouve à Bourg-les-Valence (Drôme) vient d'entrer dans sa 30<sup>e</sup> année d'existence.*

### **30 années de croissance et d'expansion :**

*De sa création à nos jours, le renom technique et commercial de SPIT n'a cessé de s'affirmer. Son rapide développement en a fait une des premières du Marché Commun dans sa branche. Parallèlement à son développement en France, où elle est leader, SPIT s'implante en Europe par le biais de filiales dans les principaux pays européens (Italie, Belgique, Angleterre, Allemagne).*

### **La production SPIT :**

*Rappelons que l'ensemble de la production SPIT se compose d'équipements et de fournitures destinés spécialement aux professionnels du bâtiment pour la réalisation de tous les scellements à sec.*

### **SPIT étudie, fabrique, commercialise :**

*L'essentiel de ses techniques est le fruit de ses bureaux d'études, qui sont à l'origine de 40 à 50 % des produits SPIT. Contrôlés et testés tout au long de leur fabrication, ces produits sont commercialisés par l'intermédiaire de 150 agences en Europe (50 en France), 300 techniciens de vente et dans 75 pays du monde (Afrique, Moyen-Orient, Amérique du Sud).*

*SPIT est notamment une des rares entreprises à posséder son école de formation intégrée pour sa force de vente.*



# La station d'épuration de Valenton

par Pierre FAUVEAU,  
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées  
Chef du Service Technique de l'arrondissement de la Ville de Paris

## I — Présentation

En 1927, prenant conscience du fait que le problème de l'assainissement ne pouvait être traité qu'à l'échelon de l'agglomération parisienne, le département de la Seine décidait de mettre à l'étude un schéma général d'assainissement.

Ce schéma, approuvé en 1930, prévoyait le regroupement, grâce à quatre grands émissaires, des eaux usées de toute l'agglomération parisienne sur le site d'Achères où devait être réalisée, par tranches successives, une station d'épuration unique.

L'agglomération débordant le cadre du département de la Seine, celui-ci s'associait, en 1933, avec le département de la Seine-et-Oise par une convention en vue de la réalisation du schéma général d'assainissement ; celui-ci a été déclaré d'utilité publique en 1935.

C'est à cette époque que fut entreprise la réalisation de la première tranche de la station d'épuration d'Achères ; sa mise en service intervint en 1940. La station fut alimentée tout d'abord par l'émissaire général des champs d'épandage, puis, à partir de 1954, par l'émissaire Sèvres-Achères.

Après la guerre, le département de la Seine reprit les travaux ; mais ceux-ci se prolongèrent en raison des difficultés de l'époque. Ainsi, l'émissaire Saint-Denis-Achères et la deuxième tranche de la station d'épuration ne purent entrer en fonction qu'en 1966.

Simultanément, il lançait la réalisation de l'émissaire Clichy-Achères, branche d'Argenteuil, et de la troisième tranche de la station. Ces ouvrages sont opérationnels depuis 1972.

Pour continuer l'œuvre entreprise, les quatre départements, nés de l'éclatement du département de la Seine, ont constitué en 1970 le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (S.I.A.A.P.). Ce Syndicat a passé avec les départements des Yvelines, du Val-d'Oise et de l'Essonne, issus de l'ex-Seine-et-Oise, des conventions reconduisant les accords passés en 1933 entre les départements de Seine et Seine-et-Oise.

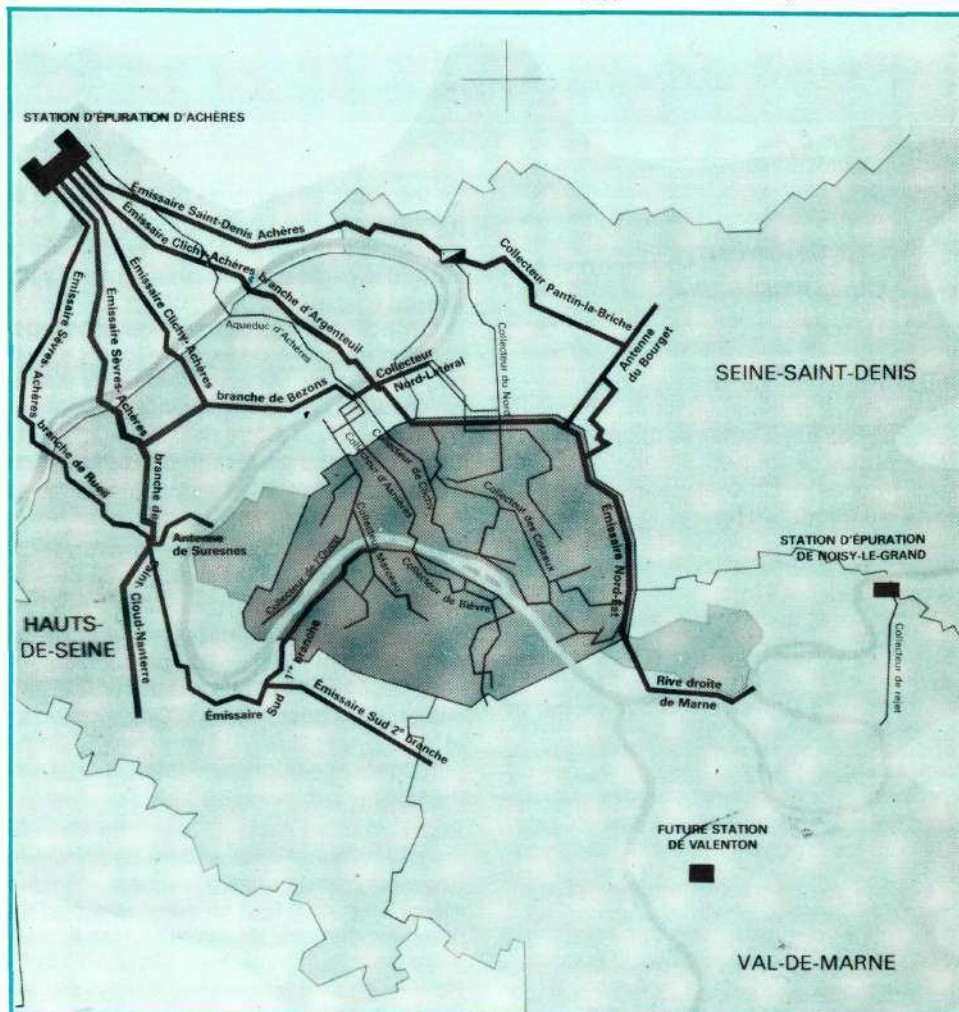
Le Syndicat, dès sa création, a entrepris la construction de la quatrième tranche d'Achères ainsi que celle de l'émissaire correspondant, à savoir l'émissaire Clichy-Achères, branche de Bezons. Ces deux ouvrages importants ont été mis en service au début de 1978.

En 1968 le District de la région parisienne et l'Agence financière de bassin "Seine-Normandie", créée en application de la loi sur l'eau de 1964, procédaient à une mise à jour du schéma général d'assainissement de 1930, mise à jour qui confirmait les dispositions initiales en proposant toutefois la construction en amont de Paris, sur le terri-

toire du Syndicat, de deux nouvelles stations d'épuration destinées à recueillir les eaux usées provenant des extensions Sud et Est de l'agglomération.

- La station de Noisy-le-Grand, dont une première tranche a été mise en service en 1976, avec une capacité de 28 000 m<sup>3</sup>/j, est destinée à traiter les eaux en provenance de la Seine-Saint-Denis et de la Seine-et-Marne et plus particulièrement de la Ville Nouvelle de Marne-la-Vallée ; sa capacité finale prévue est de 112 000 m<sup>3</sup>/j.
- La station de Valenton dont la construction vient d'être entreprise.

## Schéma général d'assainissement de l'agglomération parisienne.







Vue générale d'Achères.

(Photo Baranger)

## II — Justification du complexe de Valenton

Jusqu'à présent, du fait de l'insuffisance des ouvrages d'épuration situés en amont de Paris, des déversements massifs d'eaux usées brutes se font en Seine à Ablon, et dans l'Yerres à Crosne, polluant ainsi la Seine au droit des usines de traitement d'eau potable de Choisy-le-Roi du Syndicat de banlieue d'Orly et d'Ivry de la Ville de Paris.

En particulier sont concernées toute la vallée de l'Yvette, celle de l'Orge jusqu'à Arpajon, celle de l'Yerres et les bords de Seine, jusqu'à Draveil sur la rive droite, et Ris-Orangis sur la rive gauche.

L'épuration, à l'échelle des communes ou syndicats de communes, par des stations réparties dans les vallées, n'a pas été retenue pour les raisons fondamentales suivantes :

L'épuration des eaux usées n'est jamais totale, et une bonne station d'épuration n'élimine que 80 % de la pollution, 90 % avec un traitement très poussé et coûteux.

Or les petits affluents de la Seine, Orge et Yvette sur la rive gauche, Yerres et Réveillon sur la rive droite, ainsi que le Morbras sur la rive gauche de la Marne, ont un faible débit d'étiage sans commune mesure avec le flux polluant, même traité, issu de l'urbanisation intensive de leurs vallées. Le rejet des effluents provenant des stations d'épuration aurait pour conséquence de conférer à ces rivières, et à titre définitif, une qualité très médiocre, l'auto-épuration naturelle ne pouvant jouer compte tenu de la charge.

Seule la Seine constitue un milieu récepteur à l'échelle de l'urbanisation de ce secteur.

Il est vital pour l'ensemble de la population de la région parisienne, en particulier pour celle de ce secteur, de maintenir au droit des grandes prises d'eau d'Orly, de Choisy et d'Ivry, une qualité d'eau dans la Seine répondant aux normes de fabrication d'eau potable.

Pour cela, il est exclu de rejeter immédiatement à l'amont, dans la zone de proximité des ouvrages de prise d'eau, des effluents même épurés. Il faut en outre éviter qu'en cas d'incident ou de mauvais fonctionnement de la ou des stations, les eaux usées rejetées en rivière ne soient reprises par les usines de traitement d'eau potable. Le site

de Valenton répondait pleinement à cette condition.

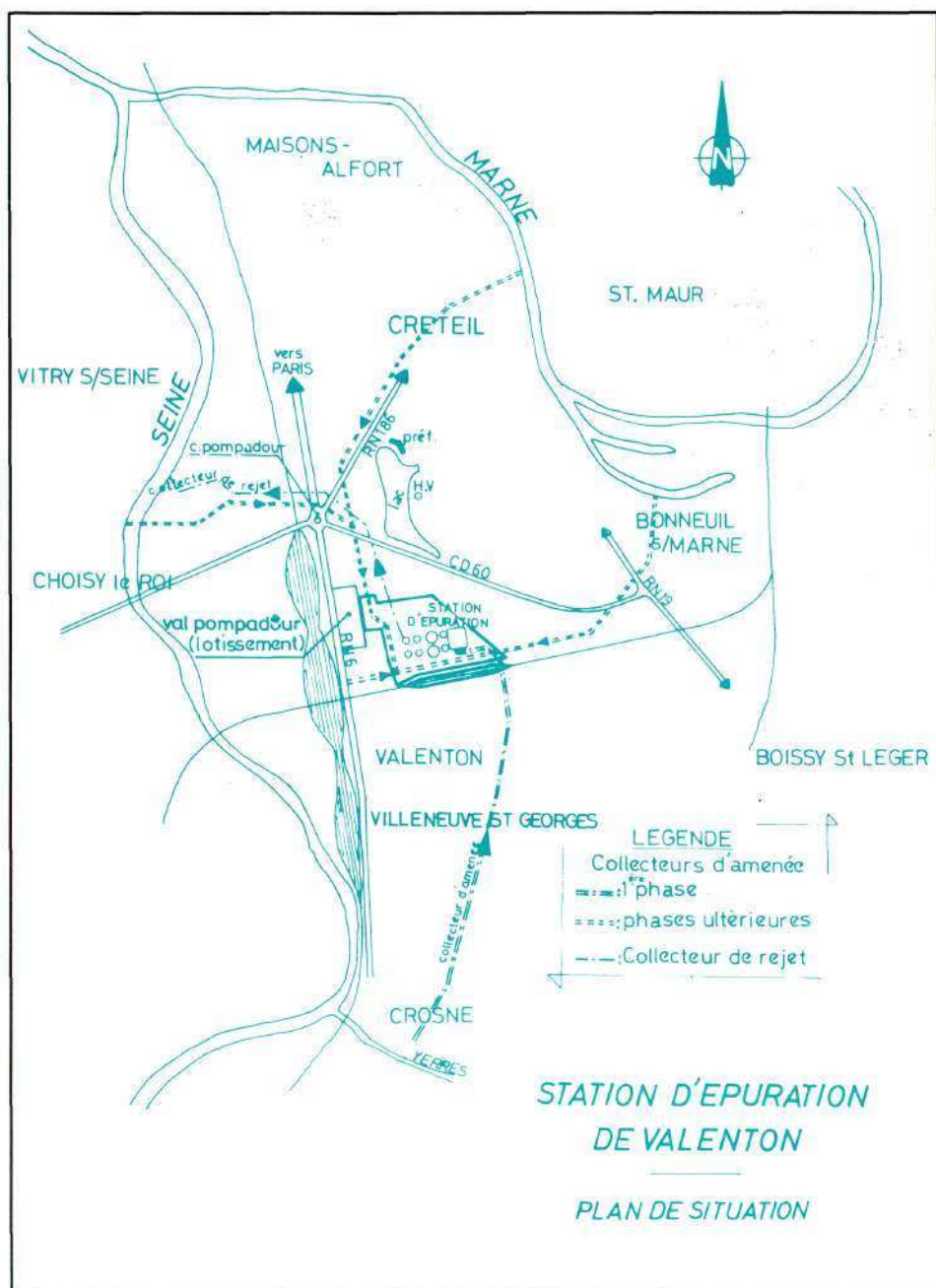
Assurer une bonne qualité des eaux superficielles des petits cours d'eau affluents de la Seine, éléments essentiels du cadre de vie des vallées urbanisées, et protéger des pollutions les zones de proximité des prises d'eau, telle est la fonction essentielle du complexe d'assainissement de Valenton.

## III — Description du programme

La station de Valenton reprendra toute la zone de l'Essonne tributaire actuellement d'Achères, ainsi que quelques communes des Yvelines et éventuellement de Seine-et-Marne situées en amont des vallées de l'Yerres, du Réveillon et du Morbras.

La première tranche de la station doit assainir l'ensemble des collectivités en amont des prises d'eau, c'est-à-dire les vallées de l'Orge, de l'Yerres et de leurs affluents, correspondant à 700 000 habitants en 1985. Le volume d'eaux usées à traiter sera de 150 000 m<sup>3</sup>/j.





La capacité finale de la station est estimée à 600 000 m<sup>3</sup>/j pour une population équivalente de 2 400 000 habitants et une surface de 760 km<sup>2</sup>, soit à peu près six fois la surface de Paris.

Le S.I.A.A.P., maître d'ouvrage, a prévu une zone d'isolement de 50 à 100 m de largeur, abondamment plantée (20 ha). Un aménagement paysager plus poussé de cette zone a été entrepris pour servir, en partie, de parc urbain, relié au parc départemental situé à l'Est, au bénéfice des populations locales, en particulier de celles du lotissement du "Val Pompadour" situé entre la RN 6 à l'Ouest et la station.

L'étude et la réalisation de cet aménagement ont été menées pour le compte du S.I.A.A.P. par la Direction départementale de l'équipement du Val-de-Marne avec la participation de M. Mikaelian, architecte.

Le coût supplémentaire d'aménagement de cette zone donne lieu à un financement particulier du Ministère de l'environnement.

Le rejet des eaux usées épurées se fera, après étude de plusieurs variantes, en Seine, en aval, au droit de la darse de l'usine de Gaz de France de Choisy-le-Roi.

Les collecteurs d'amenée des eaux usées brutes seront multiples, mais le premier à réaliser, qui intéresse principalement le département de l'Essonne, est un collecteur souterrain allant de Crosne à Valenton (diamètre : 2,50 m - longueur : 5,2 km).

A Crosne seront rassemblées les eaux de la vallée de l'Yverres et du Réveillon d'une part, celles venant des vallées de l'Orge et de l'Yvette ainsi que de Vigneux et Draveil par un ouvrage traversant la Seine en siphon à Athis, puis passant au Nord de

Vigneux, d'un diamètre variant de 2,20 m à 2,50 m et d'une longueur de 7,5 km.

Deux postes de refoulement seront nécessaires : l'un à Crosnes et l'autre à Athis.

Avec les autres tranches de la station de Valenton, seront réalisés dans le futur un collecteur venant de Bonneuil, un de Choisy-le-Roi et un de Créteil pour ramener vers Valenton des eaux de secteurs actuellement tributaires d'Achères mais très incomplètement drainés.

## IV — Performance

Au plan des techniques de traitement d'eaux usées, la station d'épuration de Valenton se distingue par un niveau de qualité des eaux épurées qui n'a jamais encore été atteint à ce jour en France, dans une station de cette importance. Les caractéristiques du rejet se situent au niveau V suivant les critères de la circulaire du 13 mai 1975, soit entre les niveaux e NK<sub>2</sub> et f NG<sub>1</sub> de la circulaire du 4 novembre 1980.

Elles seront obtenues grâce à un traitement biologique qui présente la particularité de réduire, non seulement la pollution carbonée dans de plus grandes proportions que les stations traditionnelles (telles qu'Achères), mais aussi la pollution azotée. Cet objectif entraîne en particulier un très grand volume de bassins, en raison du faible taux de reproduction des micro-organismes spécifiques à utiliser.

Les autres caractéristiques remarquables de la station d'épuration de Valenton tiennent au soin tout particulier qui a été apporté dans le choix des techniques les plus performantes et les moins nuisantes. Les locaux du prétraitement sont couverts et munis d'un système de désodorisation. Les organes bruyants, tels les turbo-compresseurs délivrant l'air nécessaire à l'oxygénation des bassins, sont installés dans des bâtiments complètement insonorisés. Les boues issues de l'épuration des eaux sont stabilisées par digestion, conditionnées chimiquement avant filtration sous pression et incinérées sur place.

L'environnement de la station se trouvera ainsi parfaitement protégé. Les résidus rendus inertes occuperont le plus faible volume possible, ce qui réduira considérablement les transports destinés à les évacuer. Par ailleurs, un système intégré de production de calories et d'électricité à partir du gaz de digestion et de récupération de chaleur, notamment au niveau du four d'incinération, limitera à l'extrême l'appel à l'extérieur pour la satisfaction des besoins énergétiques de l'installation.

Enfin, les automatismes poussés, la surveillance centralisée des opérations procureront à la station d'épuration de Valenton un fonctionnement sûr et performant avec le minimum de personnel d'exploitation en roulement.





Terrains d'implantations de la station de Valenton.

(Photo Baranger)

## V — Description des installations

La station de Valenton comporte des phases de traitement rencontrées habituellement sur les installations de traitement biologique.

Le **prétraitement** comportera un double dégrillage suivi d'un déshuilage et d'un desablage.

Le dégrillage et les installations d'élimination des produits de dégrillage seront placés dans des locaux fermés, en dépression, dont l'air extrait sera désodorisé avant rejet dans l'atmosphère.

La **décantation primaire** sera constituée par deux bassins circulaires raclés de 52 m de diamètre de 20 000 m<sup>3</sup> de capacité totale.

Le **traitement biologique** sera réalisé dans deux ouvrages de forme circulaire de 69 m de diamètre, de 9 m de profondeur et de 60 000 m<sup>3</sup> de capacité totale. Ces bassins comporteront au centre une zone anoxique couverte de 28,5 m de diamètre

où se réalisera la dénitrification, la destruction des matières carbonées et la nitrification étant réalisées dans la partie circulaire extérieure.

La **décantation secondaire** sera réalisée dans 4 bassins circulaires de 52 m de diamètre totalisant un volume de 37 640 m<sup>3</sup>.

La **digestion des boues** se fera dans 3 cuves closes de 9 000 m<sup>3</sup> de capacité unitaire chauffées à 35°.

Le méthane récupéré lors de la digestion sera utilisé comme source d'énergie pour les besoins de la station et utilisé pour produire soit de la chaleur, soit de l'électricité grâce à deux groupes électrogènes de 1 000 kW de puissance unitaire.

Les boues digérées seront, après épaissement dans deux bassins circulaires de 13 000 m<sup>3</sup> chacun, traitées par addition de chaux et de chlorure ferrique en vue d'être filtrées puis incinérées dans un **four capable** de brûler 180 T de matières par jour.

On peut également noter que sur la station de Valenton un soin tout particulier a été apporté à la **valorisation des énergies récupérées** : gaz de digestion, chaleur de refroidissement des matières thermiques ou du four d'incinération.

Un centre de contrôle unique de l'ensemble des installations industrielles sera mis en place pour contrôler et commander l'usine.

Enfin, sur le **plan architectural** un effort tout particulier a été fait sous la direction de M. Fainsilber, en vue d'obtenir des installations fonctionnelles regroupées s'intégrant dans un aménagement paysager d'ensemble et donnant le maximum de souplesse permettant une évolution souple compte tenu de la réalisation de la station par tranches successives.

## VI — Financement

La construction de la station de Valenton a fait l'objet d'un Programme d'Actions Prioritaires d'Intérêt Régional intégrant l'ensemble du programme depuis les collecteurs amont jusqu'au rejet en rivière.

Ce programme, évalué en mars 1982, se compose de :

- Collecteurs amont dans le département de l'Essonne 250 MF (environ)



- Collecteur Crosne-Valenton . . . . . 185 MF
  - Station proprement dite . . 735 MF
  - Collecteur de rejet . . . . . 120 MF
  - Report de la prise d'eau de l'usine d'Ivry . . . . . 60 MF
- Total : 1350 MF

La maîtrise d'ouvrage des collecteurs d'amont et du collecteur Crosne-Valenton est assurée par des syndicats intercommunaux locaux.

Pour le reste, elle est assurée par le S.I.A.A.P. qui reçoit des subventions de l'État à raison de 20 % et de l'Agence financière de bassin "Seine-Normandie" à un taux variant de 30 % pour le collecteur de rejet et le report de la prise d'eau et 36 % pour la station.

## VII — Procédures

### 1: Procédures administratives

Le lancement d'une opération comme la construction de la station d'épuration de Valenton nécessite une concertation très poussée avec toutes les collectivités, administrations et organismes divers qui ont à en connaître.

Sans que cela soit exhaustif, on peut en rappeler les principales phases :

- 1968 Publication du nouveau schéma directeur d'assainissement de l'agglomération parisienne prévoyant la station de Valenton.

- 1969 Délibération du Conseil d'administration du District de la région parisienne.
- 1970 Avis favorable du Conseil Supérieur d'hygiène publique de France.
- 1976 Déclaration d'utilité publique en vue de l'acquisition des terrains.
- 1977-1980 Négociation d'un avenant à la convention S.I.A.A.P. - Département de l'Essonne pour adapter celle-ci à la réalisation de la station de Valenton.
- Juin 1980 Dépôt du permis de construire. Publication de l'étude d'impact. Dépôt de la demande de construction et enquête de rejet. Consultation du Conseil départemental d'hygiène préalable à celle du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.
- Octobre 1983 Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

### 2. Procédures techniques

Afin d'effectuer les études générales de conception de la première tranche de la station d'épuration de Valenton et pour réaliser le lot principal d'équipement d'une première moitié, le S.I.A.A.P., maître d'ouvrage, a décidé de lancer, fin 1980, un appel d'offres sur concours parmi un certain nombre de sociétés spécialisées sélectionnées au préalable pour leur compétence en matière de traitement des eaux usées et de leurs résidus.

Le projet définitivement retenu a fait l'objet en première étape d'un marché pour le lot principal d'équipement avec les Sociétés Degremont et O.T.V., ainsi que d'un contrat avec M. Fainsilber, Architecte D.P.L.G., pour assister le maître d'œuvre pour ce qui concerne son art.

En deuxième étape, a été lancé un appel d'offres ouvert pour l'exécution des travaux préliminaires de génie civil. Enfin suivra très prochainement une dernière série de consultations se rapportant principalement aux prestations de génie civil proprement dites ainsi qu'à certains équipements particuliers.

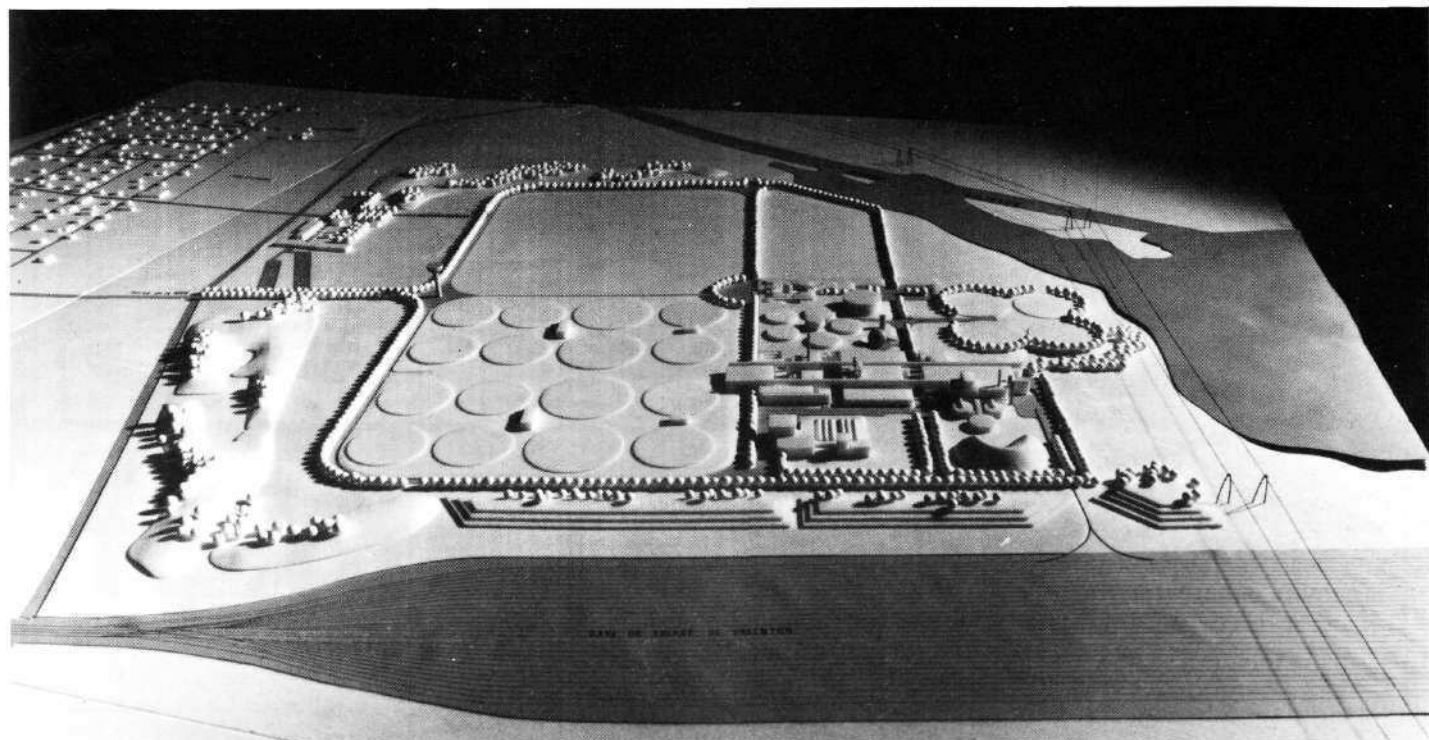
Les travaux préliminaires de génie civil (terrassement, enceintes étanches, etc.) viennent d'être entrepris, ce qui permet de prévoir la mise en service de l'usine au cours du premier semestre 1986.

## Conclusion

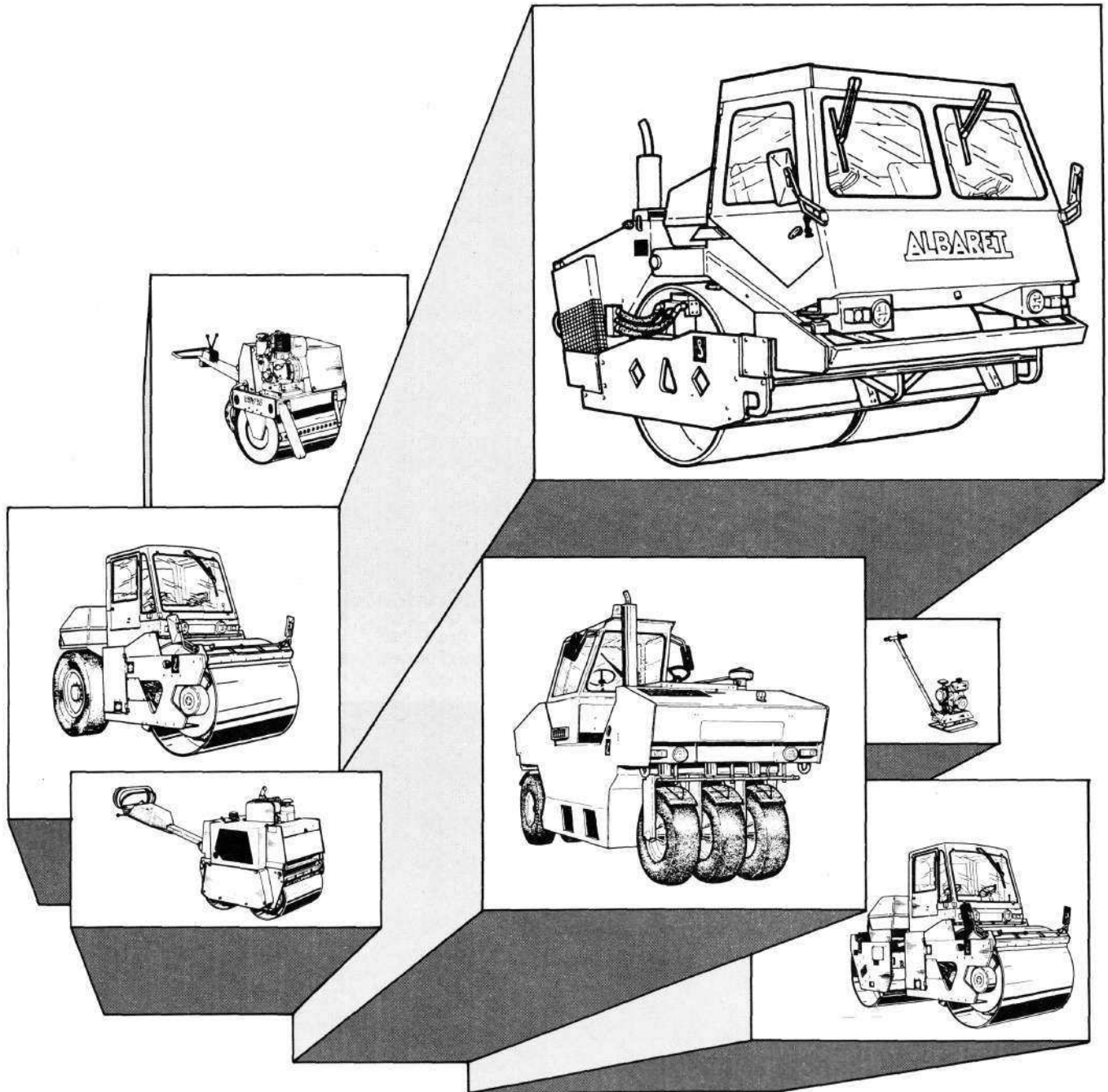
Réaliser au sein de l'agglomération parisienne une opération aussi complexe et importante que la station d'épuration de Valenton nécessite, au-delà des divisions politiques, administratives et techniques, un large consensus et une continuité dans l'action portant sur une très longue période.

Il se sera écoulé presque 20 ans entre la publication du premier schéma directeur faisant état du projet de la station de Valenton et la mise en service de la 1<sup>ère</sup> tranche et plus de 10 ans entre le début de la procédure d'acquisition des terrains et cette mise en service.

Avec Valenton, l'agglomération parisienne sera dotée d'un outil de dépollution exceptionnel qui marquera la franchissement par la technique de l'épuration d'un palier important, assurera la qualité des eaux de la Seine en amont de Paris et la protection des prises d'eau des usines qui alimentent l'agglomération en eau potable.



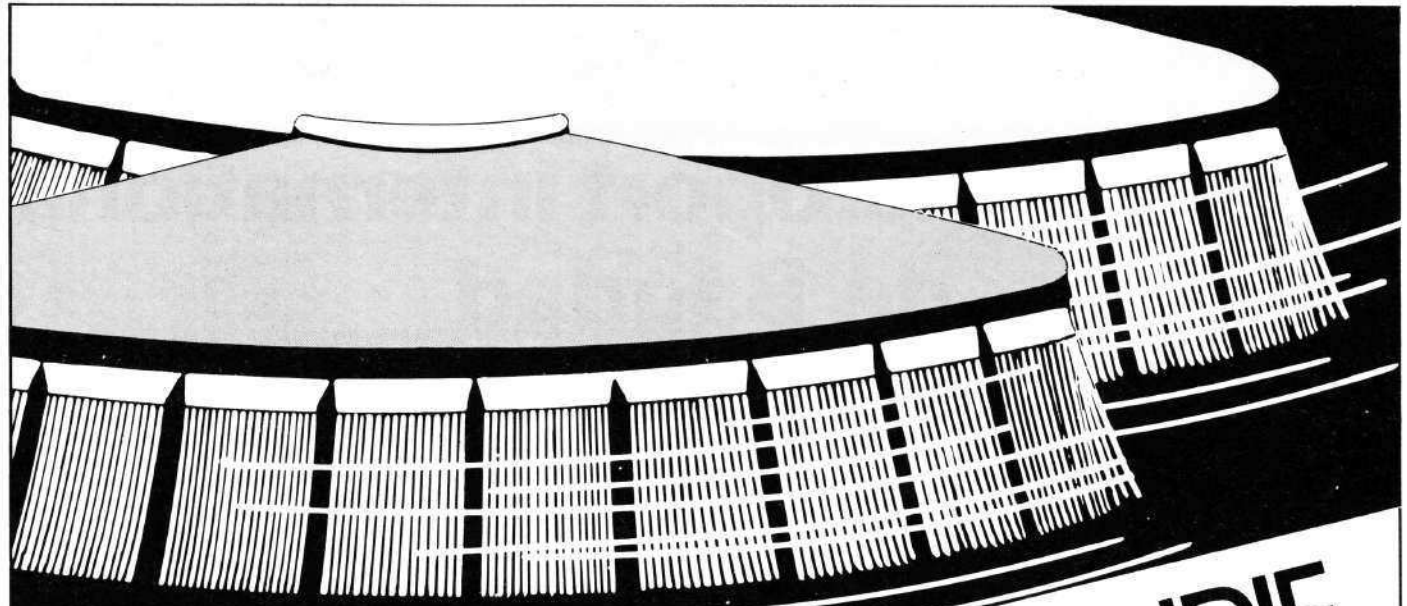
# COMPACTEZ avec poids et mesure



Par son étendue (50 kilos à 50 tonnes)  
et sa finesse (plus de 25 modèles),  
la gamme Albarét répond précisément à vos besoins.  
L'adaptation du matériel à votre chantier  
permet une exécution rapide des travaux  
donc une rentabilité optimale.

## ALBARET

60290 Rantigny France  
Tél. (4) 473 31 55 Telex 140 050 F



# LE MATERIEL DE VOIRIE

balayeuses-ramasseuses hydro-mécaniques



**T. 80** Trottoirs, voies piétonnes, parkings.  
 Capacité : illimitée (sacs jetables)  
 Châssis 3 roues.  
 L = 2,35 m - l = (sur matériel) 1,11 m -  
 l = (sur balais) 1,40 m  
 H = 1,92 m



**BR. CONCORDE** — Chaussées, places, voies piétonnes.  
 Capacité : 2 m<sup>3</sup>. Châssis 3 roues.  
 L = 4,65 m - l = (sur matériel) 1,80 m  
 l = (sur balais) 2,18 m  
 H = 2,60 m



**BR. 60** — Boulevards, périphériques, auto-  
 routes, aéroports.  
 Capacité : 6 m<sup>3</sup>.  
 Châssis 4 roues, toutes marques  
 L = 6,50 m - l = (sur matériel) 2,20 m  
 H = 3,65 m - l = (sur balais) 2,70 m

- Conception et réalisation 100% françaises
  - Haute fiabilité
  - Fonctionnement silencieux
  - Bilan énergétique extrêmement favorable :
- Consommation carburant 4 à 5 fois moins élevée qu'un engin équivalent fonctionnant par aspiration.

AUTRES FABRICATIONS :

- Arroseuses - Balayeuses - Laveuses - Arroseuses-laveuses -
- Laveuses haute pression - Aspiro-chargeuses -
- Brosseuses de voûtes de souterrains

**LE MATERIEL DE VOIRIE**  
 43 rue Michel Carré - 95101 ARGENTEUIL CEDEX  
 Tél. (3) 961.83.55 - Télex 695077



balt publicité



# Le nouvel aéroport international de Bagdad

par Daniel GUFFLET

Directeur général du projet pour la "joint venture"  
Fougerolle - Spie-Batignolles

## I — Introduction

En mai 1979, le Groupement d'Entreprises Fougerolle - Spie-Batignolles signait un contrat de 3,5 milliards de francs pour la réalisation du nouvel Aéroport International de Bagdad. Le maître d'œuvre en est le S.O.R.B. (State Organization of Roads and Bridges), agissant dans le cadre du "Ministry of Housing and Construction of the Republic of Iraq".

La réalisation "clés en main" d'un ouvrage à la fois complexe par la diversité des techniques et important par l'ampleur du travail à effectuer, était difficile dès l'origine puisqu'elle devait être menée dans le délai très court de trois ans. Elle a été rendue plus

difficile encore par les circonstances qui ont prévalu en Iraq ces deux dernières années.

## II — Description du projet

Le projet consiste à créer à proximité immédiate de l'Aéroport en service un ensemble aéroportuaire complet de capacité nettement supérieure aux installations pré-existantes. L'objectif est de porter la capacité d'accueil à 7,5 millions de passagers par an.

### A. Routes et pistes

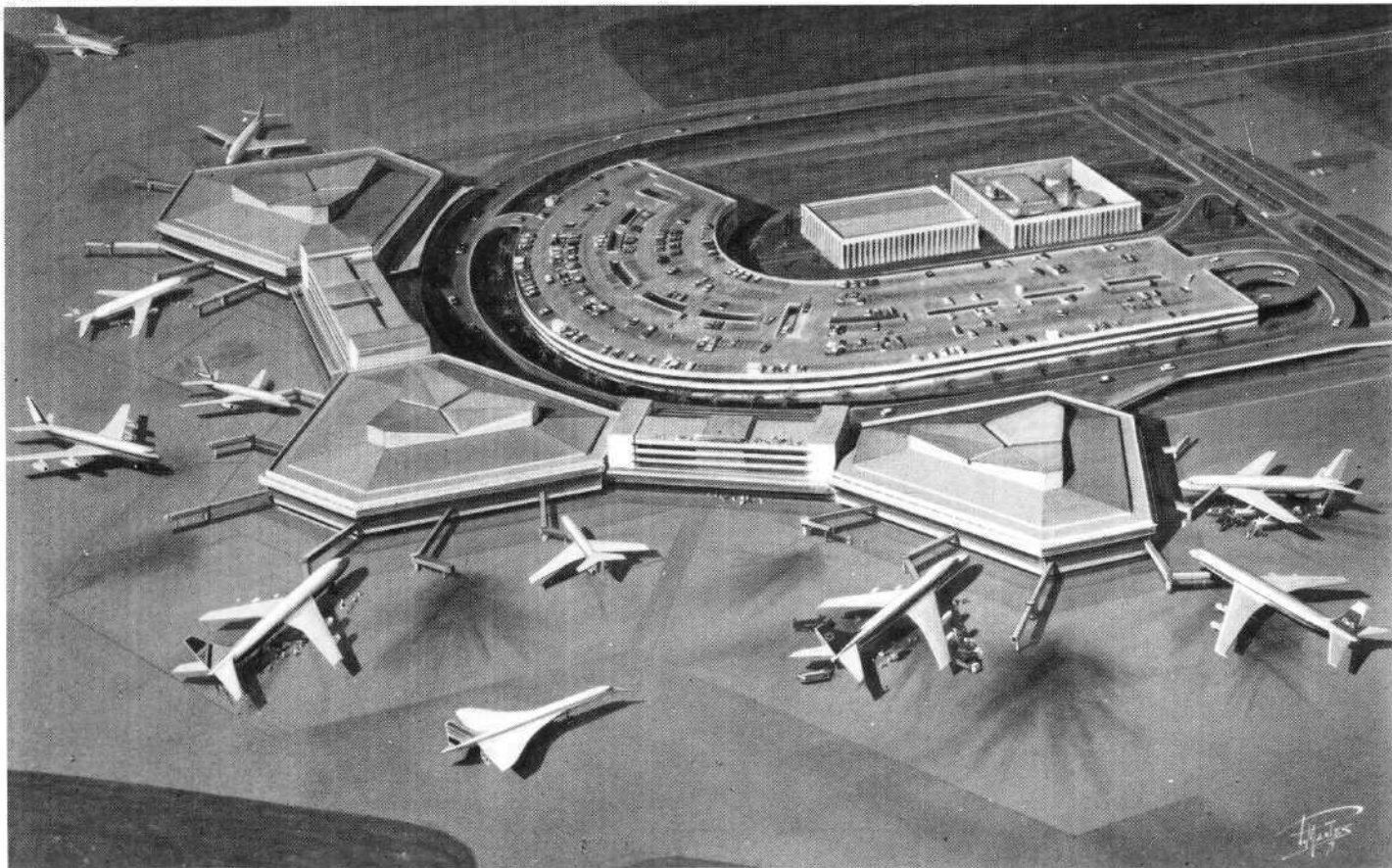
Une nouvelle piste d'atterrissage (17)\* longue de 4 km, large de 60 m, et son "taxiway" de 30 m de large (18a) sont implantés

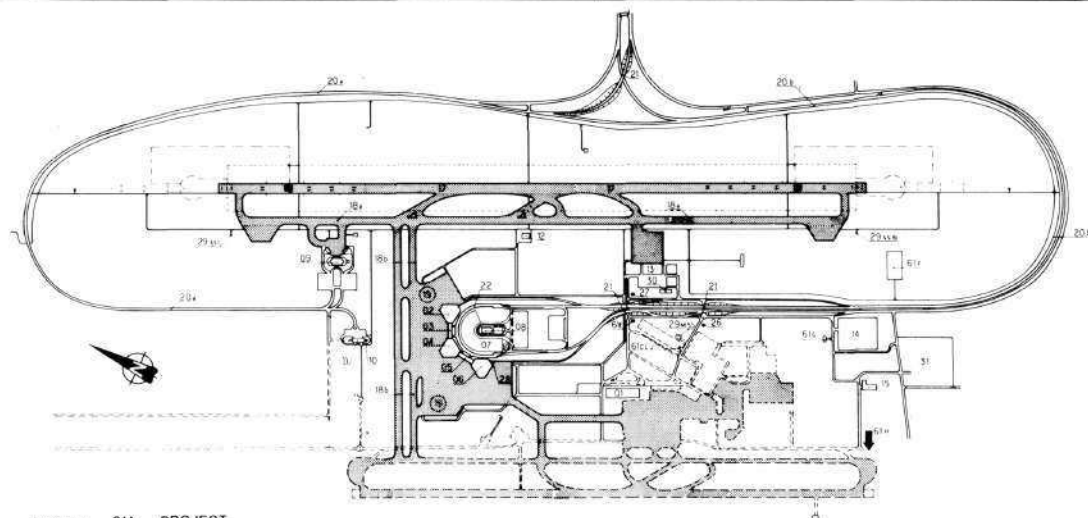
parallèlement à la piste existante. La distance entre axes des deux pistes est de 2 km. Les avions accèdent aux nouvelles et aux anciennes installations par l'intermédiaire d'un double "taxiway" transversal de liaison (18b). Les terminaux sont entourés de vastes aires de stationnement pour les avions (19).

L'autoroute qui reliait l'Aéroport existant à Bagdad au nord-est du Projet, a été dédoublée en deux grandes boucles routières destinées à contourner la nouvelle piste. L'une au sud-est (20b) dessert la zone publique par deux chaussées séparées, l'autre au nord-ouest (20a) dessert le Ter-

\* Les numéros entre parenthèses sont les repères utilisés sur le plan masse de l'Aéroport.

Plan masse de l'aéroport.





SIA PROJECT  
 EXISTING AIRPORT

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 01 - Catering big               | 19 - Aprons                                    |
| 02 - Terminal B (1C)            | 20a - V.V.I.P. approach road                   |
| 03 - Connecting BC (2)          | 20b - Public approach road                     |
| 04 - Terminal C (1B)            | 21 - Bridges                                   |
| 05 - Connecting CD (3)          | 22 - Elevated road                             |
| 06 - Terminal D (1A)            | 26 - Pilots big                                |
| 07 - Car park                   | 27 - Telephone exchange big                    |
| 08 - Central plant              | 28 - Iraqi Airways crew center                 |
| 09 - V.V.I.P.                   | 29 - Sub-stations                              |
| 10 - Control tower              | 30 - Medical center                            |
| 11 - Communications big         | 31 - Maintenance complex                       |
| 12 - Fire station               | 61C - Pumping station (potable, fire fighting) |
| 13 - Cargo terminal             | 61E - Pumping station (sewage)                 |
| 14 - Fuel farm                  | 61F - Temporary sewage treatment plant         |
| 15 - Incinerator                | 61G - Pumping station (storm water)            |
| 17 - Runway                     | 61H - Pumping station (irrigation)             |
| 18a - Taxiways                  | 61J - Elevated tank                            |
| 18b - Cross connecting taxiways | 61L - Pumping station (fire fighting)          |

THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF IRAQ  
 MINISTRY OF HOUSING AND CONSTRUCTION  
 STATE ORGANIZATION OF ROADS AND BRIDGES

**SIA**

**saddam**  
**international**  
**airport**

JOINT VENTURE  
**FOUGEROLLE** (SPONSORING COMPANY)  
 2 - Avenue Maréchal Soultier  
 69140-YELLEZ-VILLACOURLAY-FRANCE  
**SPIE-BATIGNOLLES** (S.B.T.P.)  
 13 - Avenue Maréchal Soultier  
 69140-YELLEZ-VILLACOURLAY-FRANCE

### Maquette de la zone centrale.

terminal réservé aux hautes personnalités ("V.V.I.P."), le bâtiment des communications et la tour de contrôle. Quatre ouvrages d'art (21) permettent les croisements routiers à niveaux séparés. 40 km de routes de service relient entre eux les différents bâtiments.

### B. Zone centrale

Enfermée entre les deux pistes et le "taxiway" de liaison, se trouve la zone centrale. Elle comporte trois terminaux à l'usage des passagers (02, 04, 06)\* disposés en arc de cercle, un quatrième terminal pouvant être ajouté ultérieurement.

Chaque Terminal possède une surface de plancher de 30 000 m<sup>2</sup> répartie sur trois niveaux : le sous-sol qui comporte les installations techniques et un vaste abri en cas d'attaque aérienne ; le rez-de-chaussée destiné à l'arrivée et le premier étage réservé au départ. Ils comportent tous les services usuels disponibles dans les aéroports : salons d'honneur, magasins hors taxes, cafétérias, banques, réservations d'hôtel, location de voitures, etc... Six passerelles mobiles de liaison aux avions équipent chacun des terminaux.

La décoration est d'inspiration arabo-islamique comme en attestent notamment les façades et le faux plafond en voûtes du niveau départ. Les noms donnés à chacun

des terminaux évoquent le patrimoine historique de la région :

#### Samarra - Babylone - Ninive...

Les trois terminaux sont reliés entre eux par deux bâtiments de liaison : les "connectings" (03, 05). Ce sont des locaux disposés sur 5 niveaux à usage de l'Administration de l'Aéroport, mais aussi du public (restaurants, galeries marchandes, etc...).

Terminaux et "Connectings" sont desservis par une route de service en sous-sol, par une route au sol et par un viaduc routier (22) au niveau supérieur.

Le parc à voitures (07) qui comporte trois niveaux est également semi-circulaire. Il a une capacité de 2 000 voitures pouvant être portée à 4 000 par construction d'une extension et adjonction d'un étage supplémentaire. Il est situé à l'intérieur de la déserte routière. Trois tunnels piétonniers le relient aux Terminaux.

Le cœur de la zone centrale est constitué par les installations techniques ("Central Plant" et "Equipment Area" 08), usine de production des fluides froids et chauds destinés à climatiser Terminaux et Connectings. Trois galeries techniques souterraines relient le "Central Plant" aux Terminaux.

Le bâtiment des équipages d'Iraqi Airways (28) est accolé au Terminal D.

### C. Autres bâtiments

Le "V.V.I.P." (09), terminal de prestige destiné aux hôtes de marque empruntant l'Aéroport, est un bâtiment de 4 000 m<sup>2</sup> luxueusement décoré dans un style arabo-islamique. Il comporte un hall de réception, des salles de conférences, des salons et une suite présidentielle.

Le marbre, la miroiterie, le staff, les bois sculptés, les mosaïques, etc... y sont largement représentés.

Cette œuvre d'art a donné l'occasion aux artisans français, plus habitués à restaurer châteaux et cathédrales, de participer aux travaux. Le V.V.I.P. est entouré de jardins de style islamique maintenus en vie par une irrigation minutieuse.

Le bâtiment des Communications (11) abrite sur quatre niveaux les services de la navigation aérienne. Il est flanqué en son extrémité de la Tour de contrôle (10) haute de 62 mètres. L'ensemble est relié à la zone centrale par une galerie technique souterraine.

Le bâtiment des pompiers (12) est implanté au voisinage de la piste.

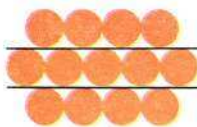
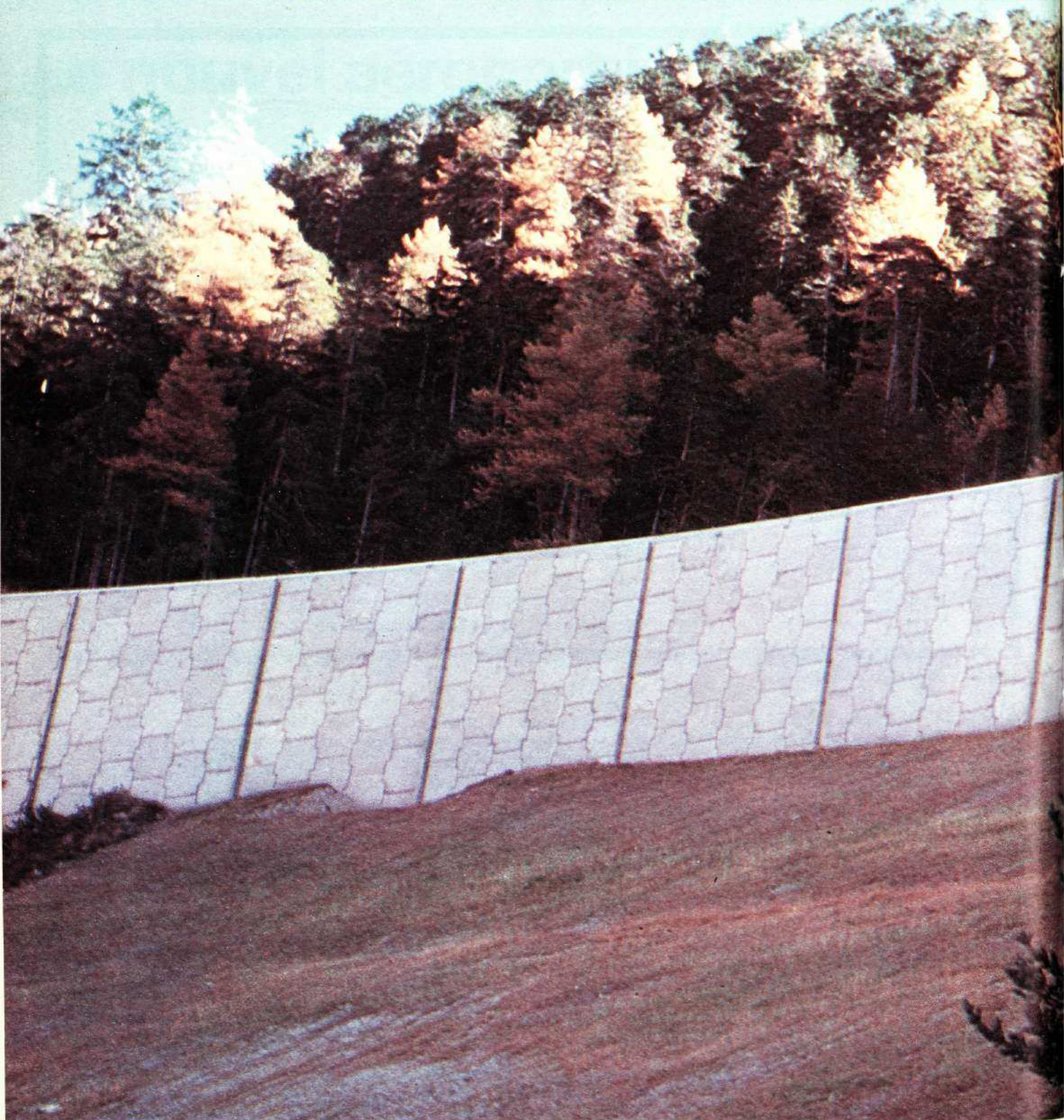
Le terminal cargo (13) est un vaste bâtiment de 11 000 m<sup>2</sup> destiné au fret aérien.

Le "fuel farm" (14) est un complexe de stockage et de distribution des carburants.

L'incinérateur (15) pour le traitement des déchets de l'Aéroport.



# TERRE ARMÉE: DES HOMMES



**terre armée**

## LA TERRE ARMÉE

Tour Horizon, 52, quai de Dion-Bouton  
92806 PUTEAUX CEDEX  
Téléphone: (1) 776.43.24 - Télex: Terrarm 610386 F

La «**terre armée**» une technique française qui a fait ses preuves dans le monde entier.

Un matériau de base, la terre, associée à des armatures métalliques et à un parement architectural en béton, constitue ce matériau original la «**terre armée**» qui présente de nombreux avantages :

- résistance élevée aux efforts statiques et dynamiques
- souplesse des massifs qui s'adaptent aux déformations des sous-sols
- facilité et rapidité de mise en œuvre
- économies importantes.

LA TERRE ARMÉE, c'est aussi une équipe d'ingénieurs pour optimiser cette technique :

### PAR LA MAÎTRISE DES ÉTUDES

Depuis 10 ans ils travaillent avec les administrations et bureaux d'études pour l'adaptation du procédé aux conditions particulières de chaque projet qu'il s'agisse de **murs de soutènement, culées de ponts, merlons de protection, bassins de rétention** etc.

### PAR LA MAÎTRISE DES MATÉRIAUX

Les composants de la «**terre armée**» (parements,



# POUR MAÎTRISER LA TERRE



armatures, joints, nature des remblais) sont mis au point après de nombreuses recherches et essais, garantissant la qualité des matériaux et la pérennité des ouvrages.

## PAR LA MAÎTRISE DE LA MISE EN ŒUVRE

Notre équipe c'est aussi des hommes de chantiers dont l'expérience garantit la qualité de notre assistance technique lors de la mise en œuvre. De l'étude à la réalisation, chaque ouvrage en «terre armée» est ainsi conduit avec une assurance constante de qualité, de rapidité et d'économie.

.....

● Bon à découper

● Pour recevoir une documentation gratuite «TERRE ARMÉE» remplissez ce bon et envoyez-le à

● LA TERRE ARMÉE, Tour Horizon, 52, quai de Dion-Bouton - 92806 PUTEAUX CEDEX - Tél. (1) 776.43.24 - Telex: Terrarm 610386 F

● Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

● Adresse \_\_\_\_\_

● Société \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_

.....



PCIM  
INTERCONTINENTAL PUBLICITÉ - PARIS



Le bâtiment des pilotes (26).

Le central téléphonique (27).

Le central médical (30).

Les installations de maintenance (31).

Le bâtiment "Catering" (01) est destiné à la préparation de 6 à 8 000 repas par jour servis dans les avions.

## D. Réseaux

D'importants réseaux desservent l'Aéroport ; ce sont principalement :

- le réseau électrique haute, moyenne et basse tension avec sa station principale et ses sous-stations,
- les réseaux de courant faible : téléphone et signaux divers,
- les réseaux d'eau :
  - + eau potable
  - + lutte contre l'incendie
  - + eaux usées
  - + eaux pluviales
  - + irrigation

avec leurs réservoirs, leurs stations de pompage, la station de traitement des eaux usées.

- le réseau de distribution du carburant entre le "fuel farm" où sont situés les stocks et les aires de stationnement des avions.

— le réseau de balisage des pistes et des aires de manœuvre et de stationnement des avions.

## E. Équipements spécifiquement aéroportuaires

### 1) Navigation aérienne

L'aéroport est doté de systèmes de navigation aérienne, de télécommunications et de météorologie de classe internationale comprenant en particulier :

- un contrôle radar du trafic aérien en approche finale et au sol,
- un contrôle H.F. et V.H.F. du trafic régional,
- un système électronique d'indication de distance et de position (D.V.O.R. - D.M.E.),
- un système d'atterrissage aux instruments (I.L.S.) de catégorie II,
- un contrôle radio V.H.F. et U.H.F. des services aéroportuaires,
- un système téléphonique spécialisé,
- un système de traitement automatique des messages aéronautiques,
- un système de traitement automatique des données météorologiques fournies par les observations de piste,
- un radar météorologique en bande X.

### 2) Équipement du terminal cargo

La manipulation du fret est largement mécanisée et automatisée par un système

de rouleaux et véhicules "transfer" permettant l'acheminement des containers et palettes vers les zones de travail où leur contenu est traité avant mise en place dans les modules de stockage des zones import ou export.

A l'intérieur du bâtiment, les documents sont acheminés par un système de transport pneumatique remarquable par la capacité des cartouches qui peuvent atteindre 10 kg.

### 3) Équipements des Terminaux et Connectings

Les terminaux sont dotés de tous les équipements aéroportuaires modernes :

- comptoirs d'enregistrement ou de police,
- manutention des bagages,
- contrôle des bagages aux rayons X (y compris à l'arrivée),
- informations sur les vols,
- annonces sonores,
- etc...

## III — Programme de réalisation

Le contrat prévoyait initialement un délai de trois ans à partir de juin 1979 et deux livraisons partielles anticipées :

Terminal B. Détail des façades arabo-islamiques et des passerelles mobiles.





Le bâtiment des pilotes (26).  
Le central téléphonique (27).  
Le central médical (30).

Les installations de maintenance (31).

Le bâtiment "Catering" (01) est destiné à la préparation de 6 à 8 000 repas par jour servis dans les avions.

#### D. Réseaux

D'importants réseaux desservent l'Aéroport ; ce sont principalement :

— le réseau électrique haute, moyenne et basse tension avec sa station principale et ses sous-stations,

— les réseaux de courant faible : téléphone et signaux divers,  
— les réseaux d'eau :

- + eau potable
- + lutte contre l'incendie
- + eaux usées
- + eaux pluviales
- + irrigation

avec leurs réservoirs, leurs stations de pompage, la station de traitement des eaux usées.

— le réseau de distribution du carburant entre le "fuel farm" où sont situés les stocks et les aires de stationnement des avions.

— le réseau de balisage des pistes et des aires de manœuvre et de stationnement des avions.

#### E. Équipements spécifiquement aéroportuaires

##### 1) Navigation aérienne

L'aéroport est doté de systèmes de navigation aérienne, de télécommunications et de météorologie de classe internationale comprenant en particulier :

- un contrôle radar du trafic aérien en approche finale et au sol,
- un contrôle H.F. et V.H.F. du trafic régional,
- un système électronique d'indication de distance et de position (D.V.O.R. - D.M.E.),
- un système d'atterrissage aux instruments (I.L.S.) de catégorie II,
- un contrôle radio V.H.F. et U.H.F. des services aéroportuaires,
- un système téléphonique spécialisé,
- un système de traitement automatique des messages aéronautiques,
- un système de traitement automatique des données météorologiques fournies par les observations de piste,
- un radar météorologique en bande X.

##### 2) Équipement du terminal cargo

La manipulation du fret est largement mécanisée et automatisée par un système

de rouleaux et véhicules "transfer" permettant l'acheminement des containers et palettes vers les zones de travail où leur contenu est traité avant mise en place dans les modules de stockage des zones import ou export.

A l'intérieur du bâtiment, les documents sont acheminés par un système de transport pneumatique remarquable par la capacité des cartouches qui peuvent atteindre 10 kg.

##### 3) Équipements des Terminaux et Connectings

Les terminaux sont dotés de tous les équipements aéroportuaires modernes :

- comptoirs d'enregistrement ou de police,
- manutention des bagages,
- contrôle des bagages aux rayons X (y compris à l'arrivée),
- informations sur les vols,
- annonces sonores,
- etc...

### III — Programme de réalisation

Le contrat prévoyait initialement un délai de trois ans à partir de juin 1979 et deux livraisons partielles anticipées :

Terminal B. Détail des façades arabo-islamiques et des passerelles mobiles.







*Terminal B. Niveau départ.*

*V.V.I.P. façade.*







V.V.I.P. décoration du hall d'entrée.

— le catering building devait être livré au "Take Over 1" (TO 1),

— un ensemble comprenant : le V.V.I.P., le Terminal B, le Connecting BC, et les installations nécessaires à leur fonctionnement, devait être livré pour le "Take Over 2" (TO 2).

Une telle livraison anticipée sous-entend en fait que la plupart des ouvrages "annexes" soient achevés, ces terminaux ne pouvant correctement fonctionner sans leurs moyens d'accès, leurs réseaux, leurs équipements électromécaniques et aéronautiques dont certains doivent être correctement secourus en cas de défaillance du réseau d'alimentation électrique. Il faut une signalétique complète dont une partie n'est nécessaire qu'en phase provisoire. Le client a d'ailleurs demandé en supplément la livraison d'autres équipements pour le TO 2, tels qu'une partie du parc à voitures, l'éclairage des routes d'accès, etc... Le bâtiment abritant le central téléphonique a dû être livré au TO 2 alors qu'il n'était pas même défini au niveau de l'appel d'offres.

Les études d'exécution qui étaient à la charge du Groupement d'Entreprises furent difficiles à entreprendre par suite de certaines

lacunes et incohérences dans les documents d'appel d'offres lesquels avaient été établis, il faut bien le dire, dans un délai record de 6 mois.

Le chantier était néanmoins en plein essor lorsqu'en septembre 1980 survint l'ouverture des hostilités entre l'Iraq et l'Iran. Durant les mois qui suivirent, l'activité fut fortement réduite par manque de personnel, par suite de difficultés d'approvisionnements, mais aussi par le couvre-feu qui interdisait tout travail de nuit et les alertes aériennes qui ne permettaient pas d'entreprendre les travaux en continu.

Il a fallu près de 8 mois pour retrouver le rythme d'activité prévu et une mobilisation considérable de moyens supplémentaires pour remettre au client au début de l'été 1982 les bâtiments du TO 1 et ceux du TO 2.

Cet objectif ambitieux avait été fixé pour que l'Iraq puisse disposer de cette nouvelle capacité aéroportuaire pour la Conférence des Pays non Alignés, qui devait se tenir à Bagdad en septembre 1982.

Le reste des ouvrages devrait être livré au printemps 1983.

## IV — Moyens mis en œuvre

### A. En France

Les études et le support logistique du chantier en France ont nécessité la création d'une cellule de plus de 150 personnes. Cette cellule a coordonné l'ensemble des études avec l'assistance d'O.T.H. International, Sofreavia et Sodeteg.

Les études d'exécution du génie civil ont été confiées aux bureaux d'étude des Entreprises Générales (B.I.E.P. pour Fougerolle et B.E.S. pour Spie-Batignolles). Le Groupement d'Entreprises Fougerolle - Spie-Batignolles a sous-traité les lots relatifs aux équipements aéronautiques, les lots électromécaniques, les charpentes métalliques et une grande partie des corps-d'état architecturaux aux Entreprises dont on trouvera la liste au chapitre suivant.

Le Cabinet Berthet-Godet-l'Oeil a été chargé de la décoration. 14 000 plans d'exécution ont été réalisés, qui devaient être approuvés soit par Maunsell Consultants Ltd à Londres, soit par Dorsch Consult à Bagdad, puis par le S.O.R.B. à Bagdad.



Les fabrications en France dans les ateliers et les usines des sous-traitants et fournisseurs ont apporté du travail à des milliers d'ouvriers.

Les expéditions sur le Site par bateau, par camion, et par avion, ont atteint un rythme de 5 000 tonnes par mois.

### B. En Iraq

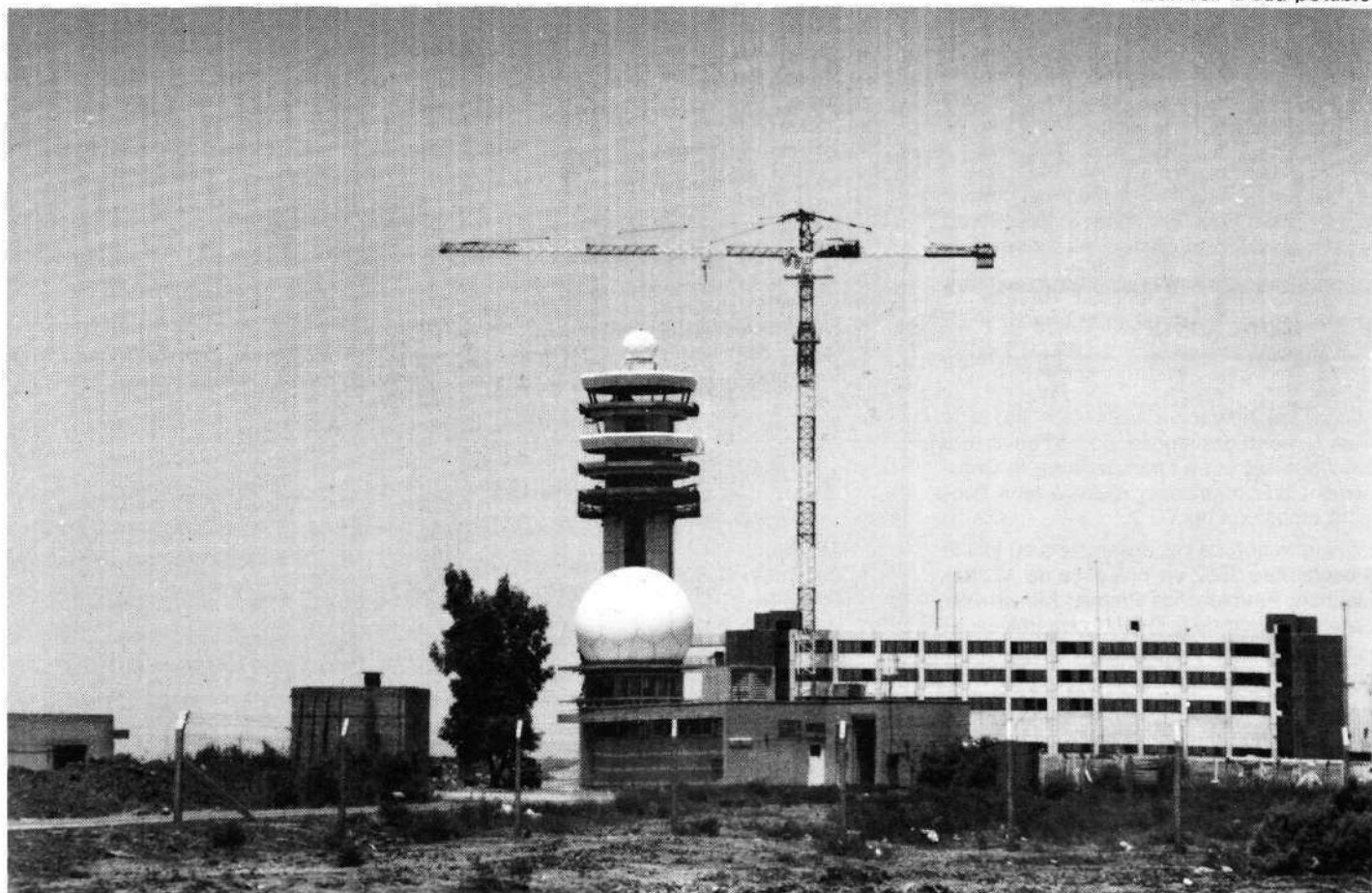
Les installations de chantier sont considérables. Une carrière a été ouverte à 80 km du Site, d'où ont été extraites et traitées cinq millions de tonnes de matériaux. Les installations relatives à la préfabrication occupent à elles seules une superficie de 10 ha. On peut dénombrer 5 centrales à béton dont une de 240 m<sup>3</sup>/h, chargée de produire les 450 000 m<sup>3</sup> de béton des pistes et une centrale de grave ciment de 900 t/h. Les 400 000 tonnes de béton bitumineux sont produites par la centrale à enrobés de 220 t/h de capacité.

3 "slip forms" et deux finisseurs mettent en place ces matériaux sur les pistes et les routes. 63 gros engins réalisent les 5 400 000 m<sup>3</sup> de terrassement. Il a fallu jusqu'à 8 équipements pour battre les 11 000 pieux de fondation. 42 grues ont desservi le chantier pour couler 420 000 m<sup>3</sup> de béton armé et ériger 12 000 tonnes de charpentes métalliques. 170 camions, 400 véhicules légers et 60 groupes électrogènes (25 000 kW de puissance installée) complètent la liste du matériel.



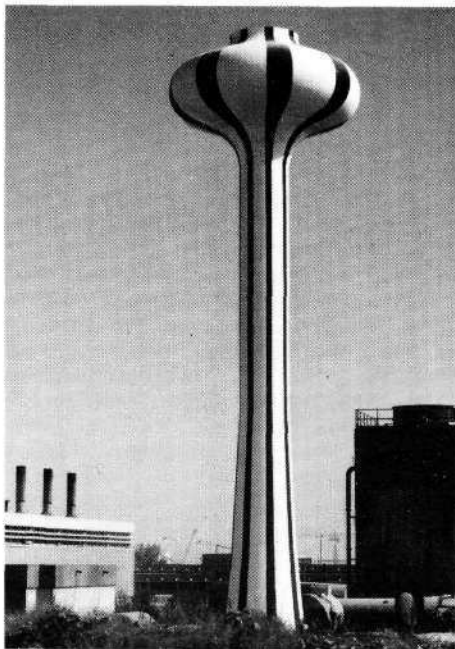
Bâtiment "Catering". Cuisines.

Réservoir d'eau potable.



Les besoins en personnel sont aussi très importants. 1 000 expatriés européens, dont une partie vivant en famille, encadrent 1 000 ouvriers irakiens et près de 5 000 ouvriers originaires du Tiers Monde, principalement du Pakistan, de Thaïlande, mais aussi de Chine, des Philippines, etc...

Deux cités ont été créées pour leur hébergement. Elles comportent les services nécessaires à la vie de cette importante communauté : moyens de transport, cantines, installations sportives, magasin, etc...



Tour de contrôle et bâtiment de communication

## V — Conclusion

Malgré les handicaps successifs liés à la mise au point des études, puis à l'ouverture des hostilités entre l'Iran et l'Iraq, le Groupement d'Entreprises a réussi à tenir l'objectif ambitieux du TO 2.

L'inauguration de cet ensemble a eu lieu le 4 septembre 1982 en présence de M. Ramadhan, Premier Vice Premier Ministre du Gouvernement de la République Irakienne.

Le terminal B est actuellement en service et donne toute satisfaction aux usagers.

Cette réalisation à laquelle ont participé plus de 10 000 personnes de 50 nationalités différentes, démontre une fois de plus la capacité des Entreprises Françaises à maîtriser des projets d'ampleur exceptionnelle, même dans les circonstances les plus difficiles.

- **Aussedat Rey**
- **Bataillard & Lagardelle**
- **Bergeon Geoffroy**
- **Besam**
- **Bonnel**
- **Bonnet**
- **C.F.E.E.**
- **C.F.E.M.**
- **C.S.E.E.**
- **Cape Contracts**
- **Chamebel**
- **Conrac Electron**
- **Delacour**
- **Elcir**
- **E.T.F.**
- **Fabert Miroллеge**
- **Ferbeck & Vincent**
- **Fontania**
- **Forclum**
- **Gamma**
- **Gematronik**
- **Gerland**
- **Germot**
- **Hoganas**
- **I.F.G.**
- **Intact**
- **Ishii Monbart**
- **Isotec**
- **Jardins du Ponteil**
- **Jouffrieau**
- **Judice Lagoutte**
- **Kone**
- **Lassarat**
- **Laurent Bouillet**
- **Lorenz S.E.L.**
- **Lynx Alarm**
- **Mannesman/Demag**
- **Multicub**
- **M.K.I.**
- **Neuhaus**
- **Paretan Garoche/Sirp**
- **Sabatier Pierre**
- **Scanray**
- **Sesa**
- **Sigoure**
- **Socafu**
- **Spie-Batignolles**

- **Téléflex**
- **Thomson C.S.F.**
- **Thyssen**
- **Tisca/B.F.S.**
- **Trindel**
- **S.P.A.C.**
- **S.A.R.**

Cloisons stratifiées  
Serrurerie  
Climatisation  
Portes automatiques  
Marbres  
Équipements cuisines  
Péages du parking  
Charpente métallique  
Balisage  
Protection feu - Plâtre acoustique  
Menuiseries extérieures  
Informations sur les vols  
Tapisserie-décoration  
Menuiseries intérieures  
Pieux  
Plafonds décoratifs  
Incinérateur  
Fontaines  
Électricité B.T. et courants faibles  
Faux planchers  
Radar  
Sols plastiques  
Faux plafonds - Peinture  
Carrelages  
Pieux  
Cloisons mobiles  
Agencements  
Étanchéité et bardage  
Aménagements du paysage  
Construction métallique  
Miroiterie  
Ascenseurs, escaliers mécaniques  
Peinture charpente métallique  
Réseaux eau et incendie  
Équipement de navigation aérienne  
Systèmes de sécurité intérieurs  
Nacelles de nettoyage - Ponts roulants  
Faux plafonds  
Agencements  
Signalisation verticale  
Enduit pierre  
Murs sculptés  
Équipement anti-piraterie  
Navigation aérienne  
Station d'épuration  
Plomberie  
Air conditionné, plomberie, protection incendie, réseau de distribution des carburants, électricité H.T., éclairage extérieur  
Réception des bagages  
Navigation aérienne  
Passerelles avion, manutention du fret  
Moquettes  
Système de sécurité extérieur  
Canalisations acier  
Marquages routiers



# Le pont de Coatzacoalcos

## Golfe du Mexique

par Ladislav PAULIK  
 Ingénieur en chef Sogelerg  
 Directeur des Projets "Mexique"  
 Directeur Sogelerg "Rhône-Alpes"

### I — Le site

Le pont de Coatzacoalcos II se situe dans une courbe très prononcée du fleuve Coatzacoalcos, site qui présente les meilleures caractéristiques géologiques pour les fondations et topographiques pour la longueur de l'ouvrage.

Il s'intègre dans le projet de déviation de la ville industrielle de Coatzacoalcos, port important du Golfe du Mexique.

L'ambiance agressive de l'environnement (mer, hygrométrie, raffinerie) et la fréquence de vents violents nous ont poussés à choisir un pont béton plutôt que métallique, pour sa meilleure stabilité aéroélastique et son meilleur comportement aux agents agressifs.

De surcroît, il s'agit d'une zone sismique importante.

### II — Les contraintes et données de base

Le Rio étant navigable, le gabarit à dégager est de 35,00 m en hauteur et de 150,00 m en largeur.

L'ouvrage doit supporter 2 files de circulation dans chaque sens, de 7,00 m de largeur, suivant les normes de charges AAS-THO HS 20,44 (MS 18).

Situé en région de cyclones, l'ouvrage pourra supporter des vents allant jusqu'à 200 km/heure, exerçant une pression maximum de 320 kg/m<sup>2</sup>. S'agissant d'une région sismique, il a été nécessaire de prendre en compte le séisme suivant deux spectres différents dans les trois dimensions avec des combinaisons du type :

$$\pm (0,3) S_1 \pm (0,3) S_2 \pm (0,3) S_3$$

Enfin les différentes températures prises en compte ont été de  $\pm 6^\circ\text{C}$  de variation uniforme,  $10^\circ\text{C}$  de différence de température entre haubans et tablier et  $6^\circ\text{C}$  de différence de température entre fibre supérieure et inférieure du tablier.

### III — Les caractéristiques techniques

La longueur totale est de 1 170,00 m en alignement droit dont 472,00 m pour le viaduc d'accès présentant une pente de 5 % et comportant des travées de 60,00 m et 698,00 m pour l'ouvrage principal objet du présent article. Ce dernier est constitué de

7 travées de longueur respective : 30,23 - 49,42 - 112,35 - 288,00 - 112,35 - 60,00 et 45,90 mètres (fig. 1 - coupe longitudinale).

Les choix respectifs des paramètres fondamentaux de l'ouvrage ont été faits en prenant comme critère :

- l'aspect architectural,
- les facilités d'exécution,
- le comportement mécanique et dynamique des structures.

L'ouvrage principal est du type haubanné dont le mode de suspension axiale est longitudinalement du type semi-éventail, composé de 17 haubans (de 37 à 61 torons de 150 m<sup>2</sup> de section sous gaine métallique injectée de 205 mm de diamètre) ancrés dans le tablier tous les 7,20 m et traversant le mât en déviation.

En raison des sollicitations importantes dans le sens transversal, vent et séisme, et pour ne pas élargir initialement le tablier, le pylône choisi est du type Y renversé.

Les appuis sont de types classiques, de section rectangulaire évidée, armée et précontrainte pour les plus sollicitées à l'exception de celles correspondant à la travée principale. Ces dernières ont une hauteur de 97,00 m, le tablier passant à 35,00 m au-dessus du niveau du fleuve présentant de part et d'autre une pente de 5 % (fig. 2 - piles principales).

Ces piles principales et adjacentes, sont

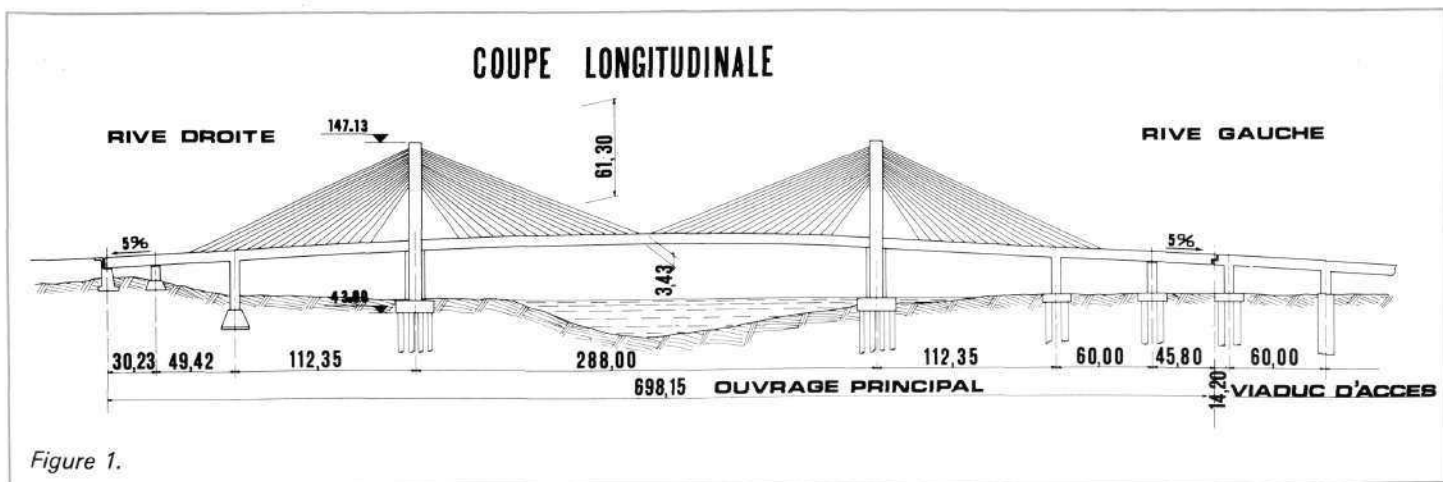


Figure 1.

parfaitement encastrées avec le tablier, les autres étant équipées d'appui glissant longitudinalement et comportant des butées en béton pour la transmission des efforts transversaux sismiques.

Le tablier est constitué d'un caisson de 3,00 m de hauteur avec des âmes inclinées, la largeur du hourdis est de 18,10 m et supporte deux chaussées de 7,00 m comportant 2 voies de circulation chacune, séparées par un terre-plein central de 1,50 m et comportant deux trottoirs latéraux de 1,30 m (fig. 3 - coupe transversale).

Le mode constructif est du type classique par encorbellement successif réalisé à l'aide d'équipage mobile permettant l'édification de voussoir complet de 3,53 m de longueur. Chaque voussoir présente des butons préfabriqués avec précontrainte extérieure 12 K 13 au droit des ancrages des haubans.

L'ouvrage présente une précontrainte longitudinale réalisée pour la première fois au Mexique, avec des unités de 12 et 19 K 15 et transversale du type 12 O 7 tous les 0,44 m (fig. 4 - principe de précontrainte).

Les séquences de réalisation de l'ouvrage sont les suivantes :

- exécution du fléau sur pile 2 - 3 - 6 et 7 en encorbellement classique,
- exécution de la partie restante sur pile 1

*Batardeaux et pieux.*

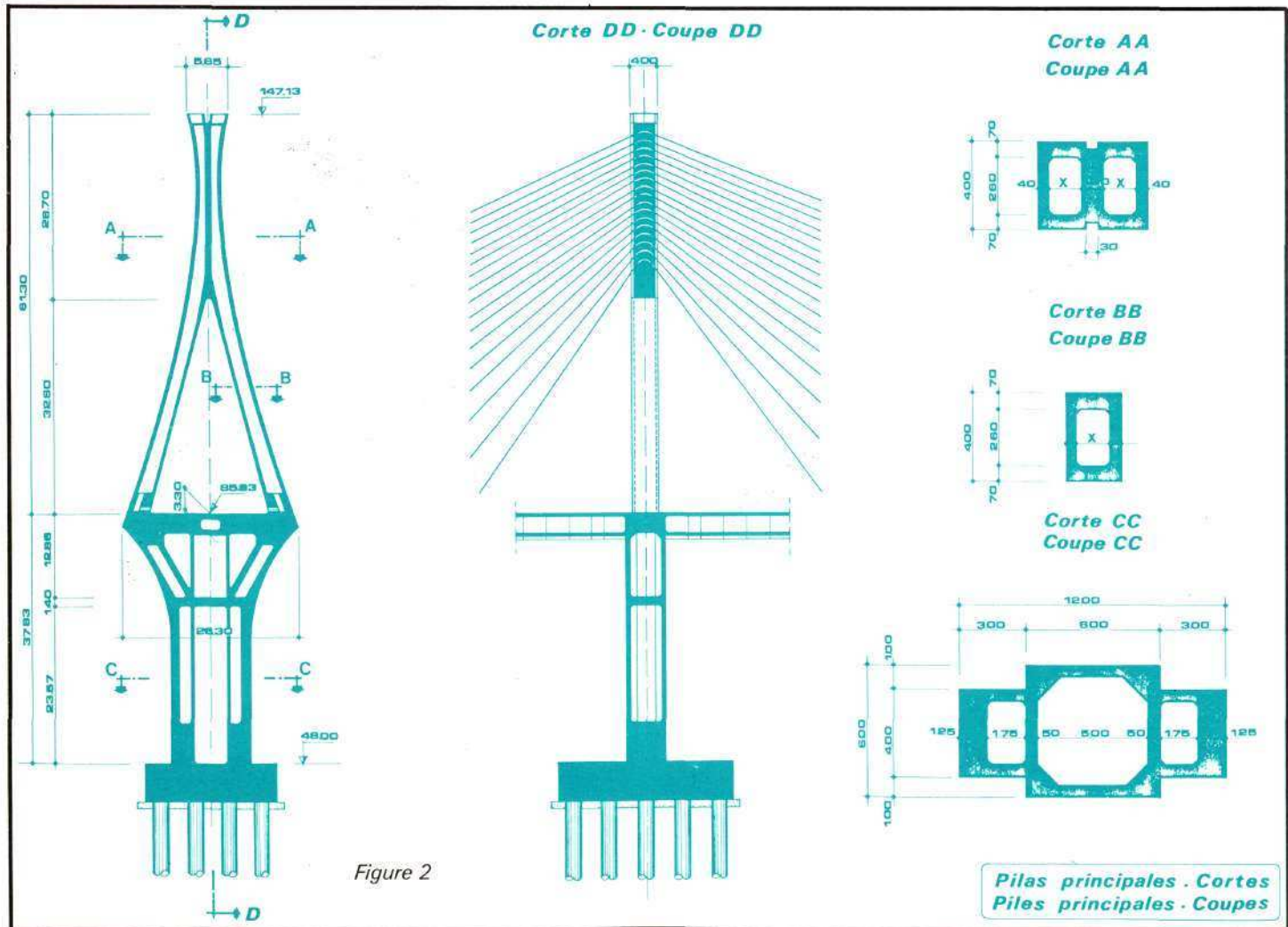


avec échafaudage au sol et sur pile 7 un haubannage provisoire, après avoir préalablement procédé aux clavages des travées précédentes,

- exécution sur piles 4 et 5 en encorbellement

classique jusqu'au voussoir 10, début du haubannage,

- mise en place et tension du hauban voussoir 1, exécution de la partie restante haubannée avec un cycle de trois voussoirs





en encorbellement plus équipage mis en place pour le 4<sup>e</sup> voussoir après le dernier hauban tendu (fig. 5 et 6 - processus de construction des voussoirs avec haubanage définitif).

Le rythme d'avancement prévu est de 1 voussoir par semaine.

Les fondations pour l'ouvrage principal, sont du type profond sur pieux de 2,50 m de diamètre et de 30,00 m de profondeur avec élargissement en base à 3,50 m\*. Les piles principales comportent 18 pieux reliés par une semelle en béton armé de 6,00 m\*\* d'épaisseur réalisée à l'abri de batardeau circulaire de 30,00 m de diamètre. Les fondations du viaduc sont aussi profondes, sur cylindre en béton armé de 6,00 m de diamètre extérieur havé à 35,00 m de profondeur.

## IV – Quantités et dates

L'ouvrage représente 25 000 m<sup>3</sup> de béton, 3 500 T d'acier de béton armé, 670 T d'acier de précontrainte dont 100 pour la précontrainte transversale, 170 T longitudinale définitive, 400 T pour les tirants.

Les études de faisabilité ont commencé au début 1979, les fondations en avril 1980. Le projet a été complètement repris lors du passage de 260 à 288,00 m de portée centrale après un accident survenu sur le batardeau de la pile 4 en été 1980.

Le projet définitif d'exécution, représente 300 plans pour l'ouvrage principal, que nous avons exécutés en une période de 6 mois. Le chantier est actuellement au niveau des premiers haubans.

*Principe de précontrainte du tablier.*

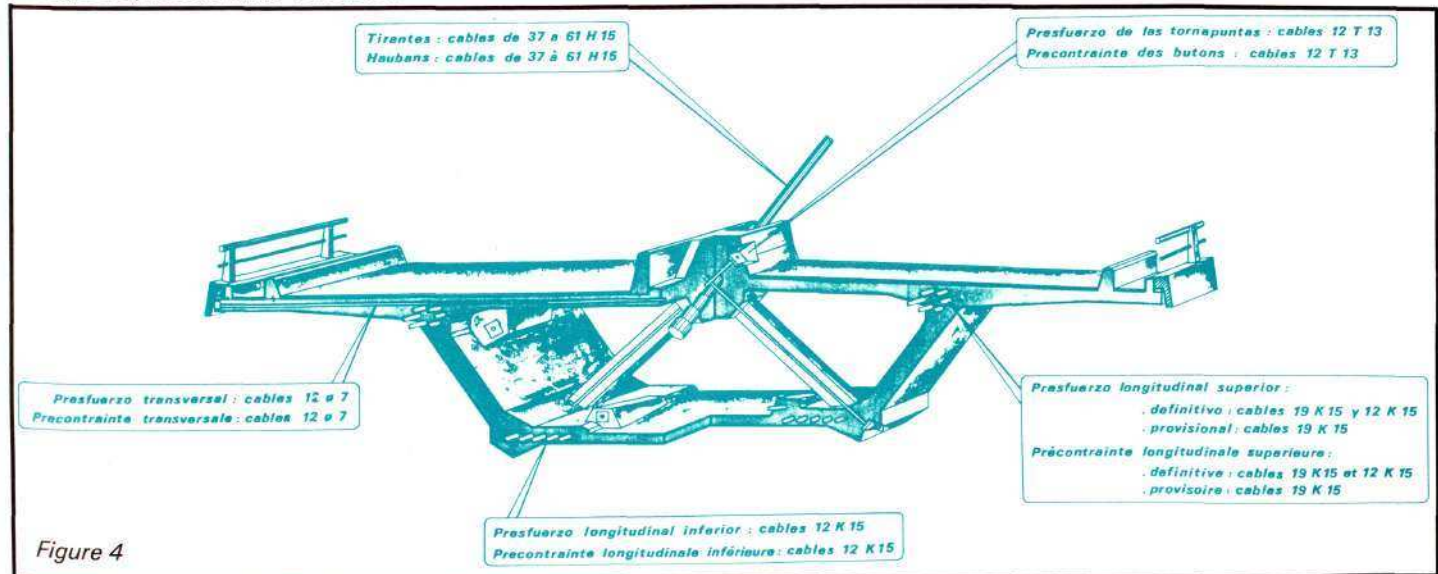


Figure 4

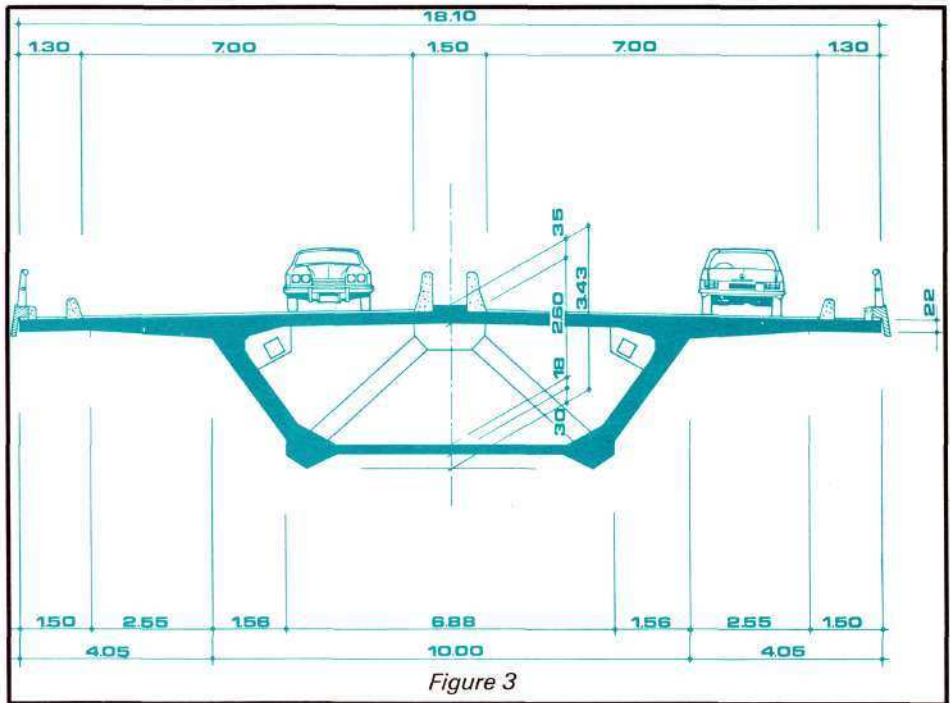


Figure 3

*Coupe transversale.*

## V – Les études particulières

Cet ouvrage a fait l'objet d'études spéciales et originales qu'il est intéressant de faire connaître et qui seront développées ultérieurement à savoir :

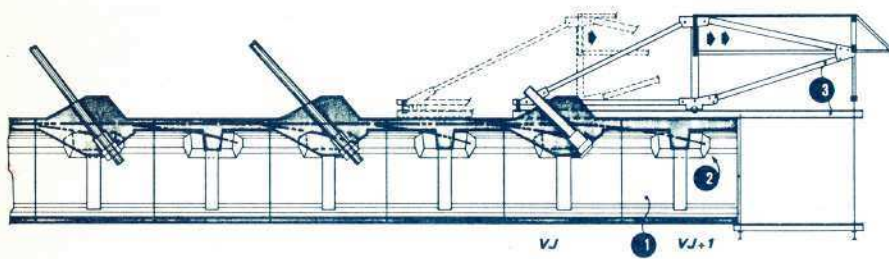
1 - Étude de répartition des travées latérales de 60,00 m ou 112,35 ; 112,35 ayant été choisi pour des raisons esthétiques, n'influant que très peu sur le coût général.

2 - Étude de fondations de caissons havés de très grandes dimensions, compte tenu de la grande expérience des Mexicains dans ce type de fondations.

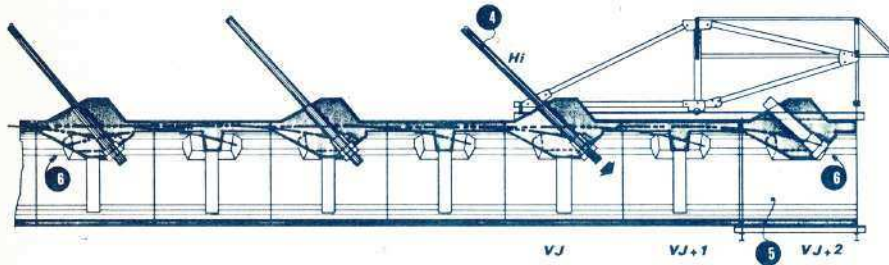
3 - Étude de fondation profonde à base de gros pieux forés 2,50 m, procédé nouveau au Mexique et essai de chargement sur le site du chantier sur un pieu de 0,90 m coulé en place de 25,00 m de profondeur avec chargement cyclique.

4 - Étude des effets du séisme en employant la méthode de l'analyse modale et en faisant la superposition des différents modes de vibration sur la base de spectres d'accélération conformes aux normes mexicaines, en considérant 2 types de spectres. L'analyse ayant été exécutée dans trois directions avec des combinaisons du type  $aS_1 + bS_2 + cS_3$  (déplacement vertical sous séisme vertical 37,6 cm.

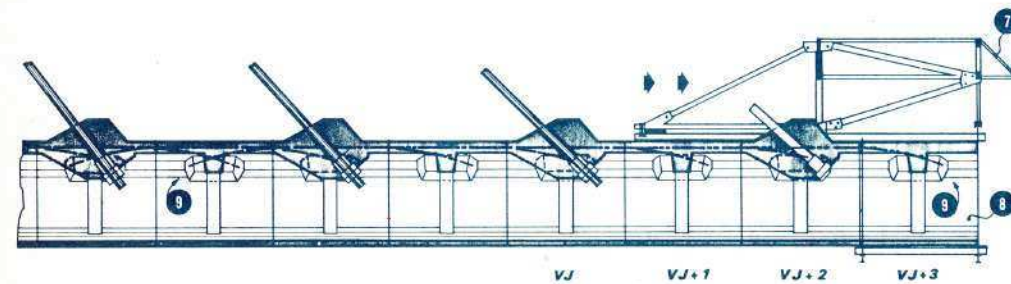




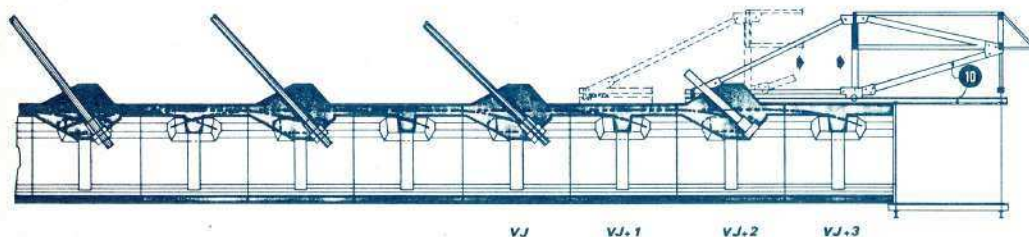
- 1 Realización de la dovela VJ+1
- 1 Réalisation du voussoir VJ+1
- 2 Presfuerzo de la dovela VJ+1
- 2 Précontrainte du voussoir VJ+1
- 3 Adelanto del carro móvil
- 3 Avancement de l'équipage mobile



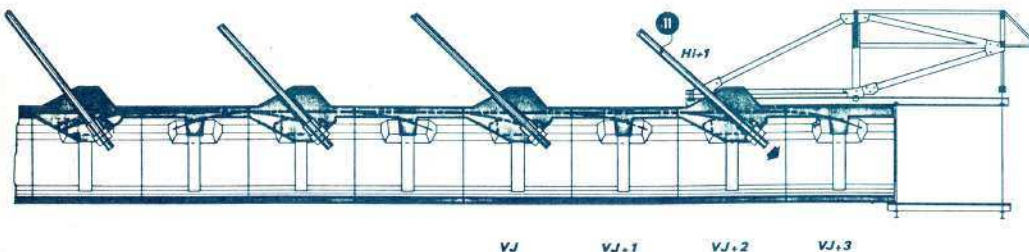
- 4 Tensado del tirante Hi
- 4 Mise en tension du hauban Hi
- 5 Realización de la dovela VJ+2
- 5 Réalisation du voussoir VJ+2
- 6 Presfuerzo de la dovela VJ+2
- 6 Précontrainte du voussoir VJ+2



- 7 Adelanto del carro móvil
- 7 Avancement de l'équipage mobile
- 8 Realización de la dovela VJ+3
- 8 Réalisation du voussoir VJ+3
- 9 Presfuerzo de la dovela VJ+3
- 9 Précontrainte du voussoir VJ+3



- 10 Adelanto del carro móvil
- 10 Avancement de l'équipage mobile

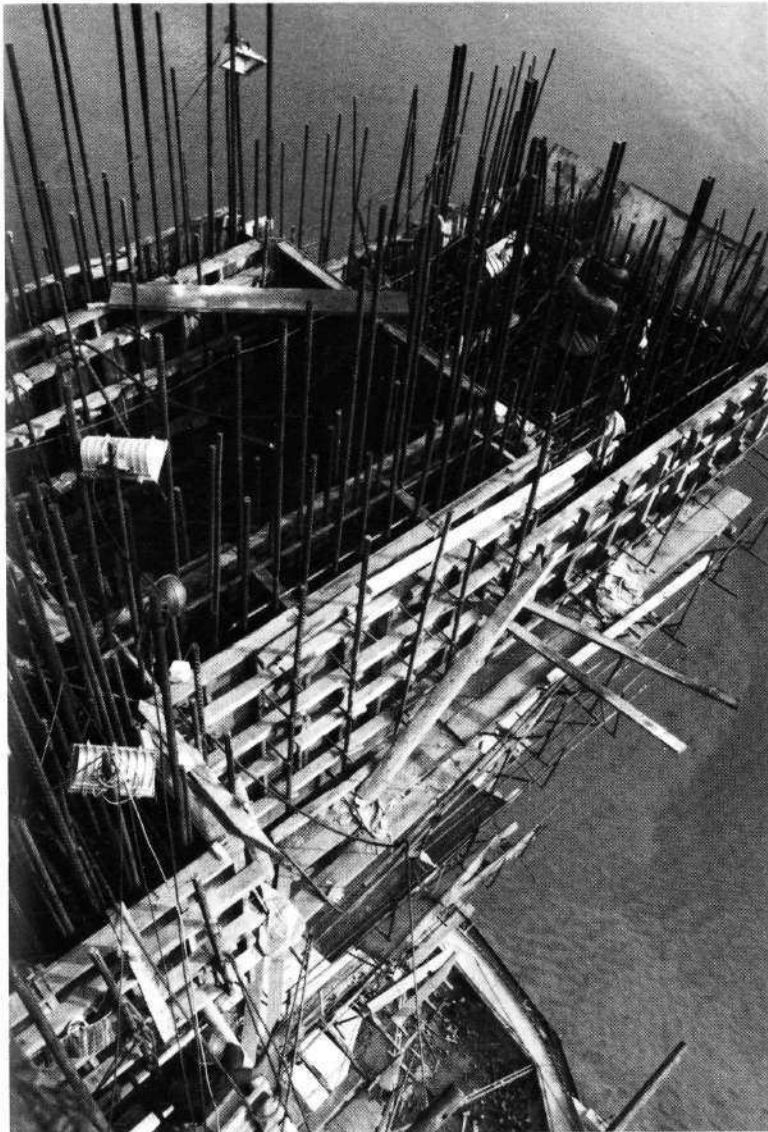


- 11 Tensado del tirante Hi+1
- 11 Tension du hauban Hi+1

Figure 5 et 6

## Processus de construction des voussoirs avec haubannage définitif





Partie supérieure  
pile principale.

Déplacement transversal en haut du mât sous séisme transversal 17,6 cm).

De plus l'Institut d'Ingénierie Mexicain, suivant un modèle schématique a réalisé une étude de l'influence de la réponse sismique suivant les différences de phases des mouvements des appuis.

5 - Étude des effets du vent réalisée à l'ONERA, sur modèle réduit en soufflerie, pour appréhender le phénomène de "flottement" avec deux degrés de liberté flexion et torsion simultanées du tablier (16 cm en bout d'encorbellement en travée centrale) et les échappements tourbillonnaires et vibrations induites.

6 - Étude aux éléments finis de la répartition des efforts dans les différents voiles de la structure complexe, dans la partie supérieure des piles principales.

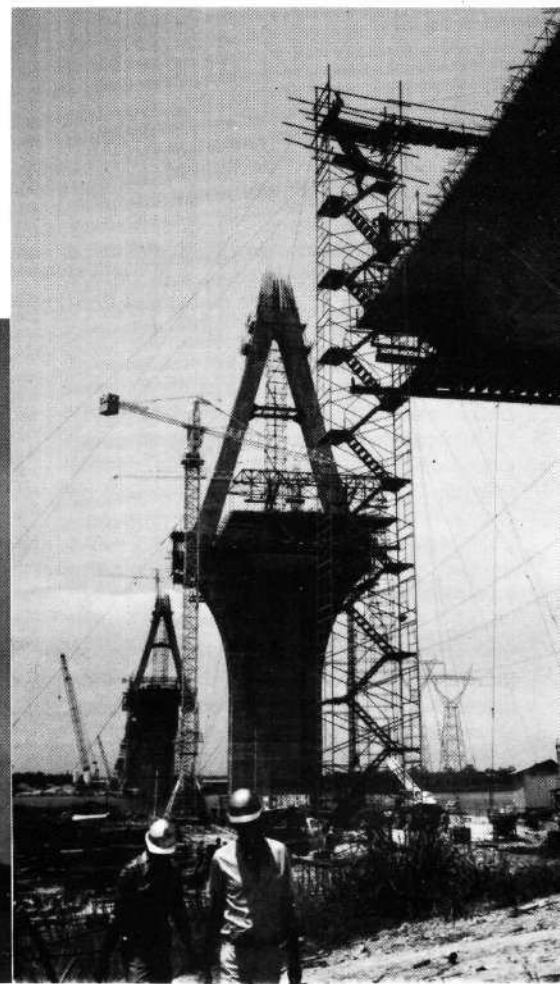
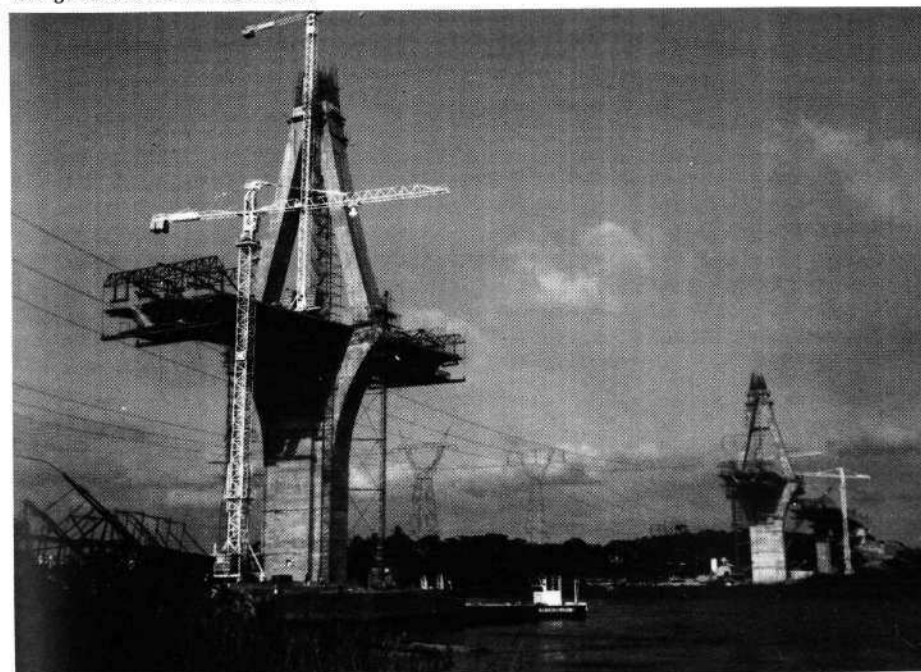
7 - Étude aux éléments finis de la répartition des efforts dans le tablier, entre hourdis inférieur, supérieur, butons et ancrage.

8 - Les haubans étant des éléments essentiels pour la stabilité de la structure, le choix de leurs composants a fait l'objet d'études particulières et pour certaines inédites :

a) Calcul, pour chaque hauban des variations de tension résultant à la fois des différents chargements et des variations angu-

Vue pile 4 rive gauche.

Vue générale franchissement.



lares, en tenant compte des gaines et tubes de transition à proximité des ancrages.

b) Recherches du passage des haubans en partie supérieure des mâts (tube déviateur, ancrages croisés à une ou deux nappes, coupleurs déviateurs). Le système déviateur a été finalement choisi pour sa simplicité de réalisation, son économie et son esthétique (alignement du hauban).

c) Enfin, des essais unique au monde ont été réalisés pour cet ouvrage au Laboratoire de l'EMPA en Suisse, à savoir :

1 - Test dynamique à la fatigue sur les ancrages de 37 T 15 avec une charge de 0,45 Rg, et une amplitude variant de 16 à 26 kg/mm<sup>2</sup> (traction axée), suivant 3 phases de  $2 \times 10^6$  cycles.

2 - Test dynamique à la fatigue sur le système de déviation à l'aide d'un hauban de 12 T 15 injecté muni de sa gaine courante, des tubes de transition au droit de bloc d'ancrage bas simulant le tablier et du bloc haut simulant le mât (rayon de courbure identique à l'ouvrage).

Ce test a simulé non seulement les variations de tensions prévisibles dans l'ouvrage, mais également les surtensions dues au mouvement des câbles.

3 - Test dynamique de  $2 \times 10^6$  sur toron à 0,8 Rg avec une variation de 20 kg/mm<sup>2</sup>.

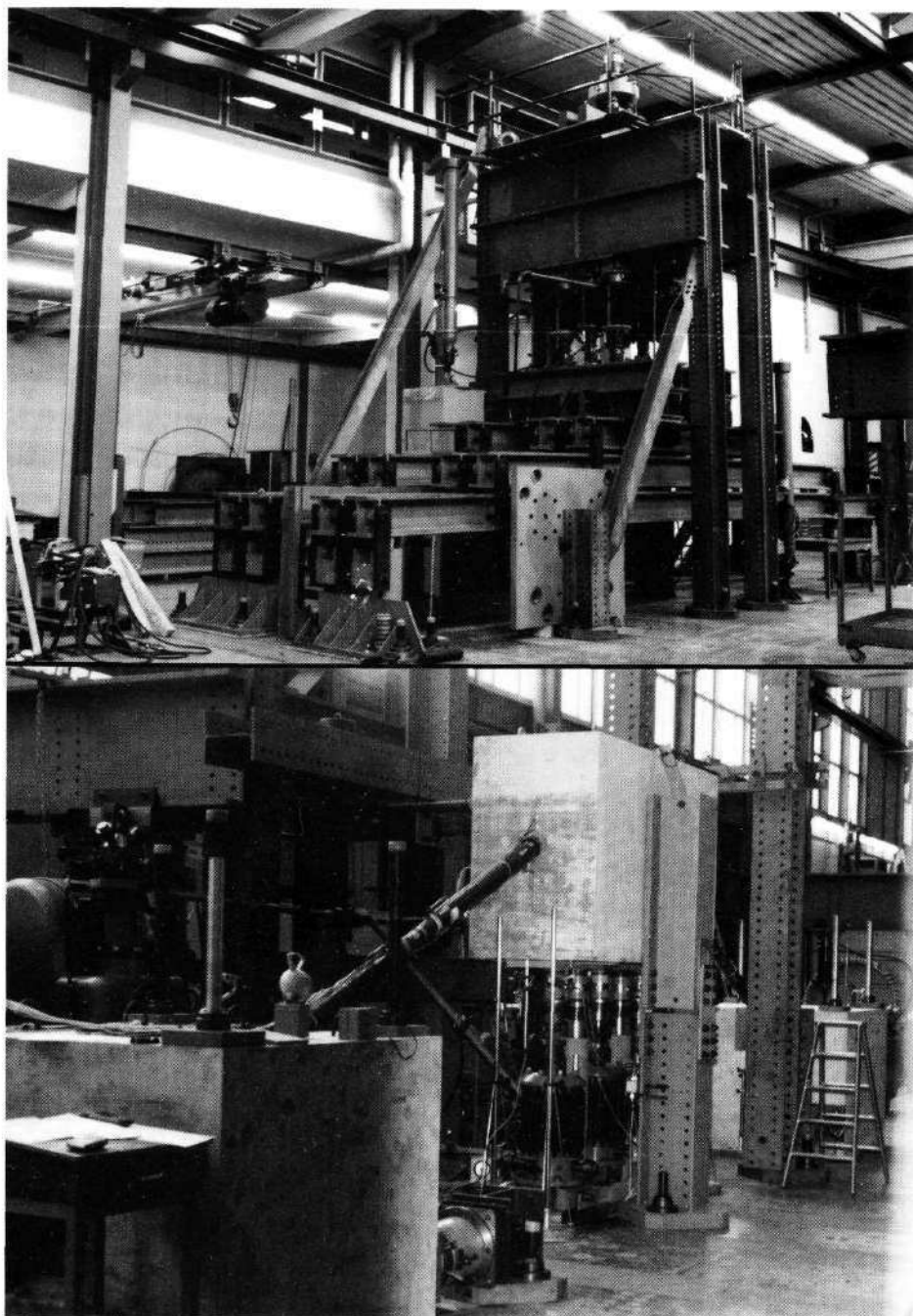
## VI — Conclusions

Cet ouvrage devrait être terminé pour la fin 1983, si les conditions économiques, actuellement difficiles au Mexique, permettent d'assurer la fin du financement. Il s'inscrit dans la lignée des plus grands ponts du Monde, et sera le plus grand Pont Béton du Mexique.

Nous avons également en cours (état d'avancement au niveau des fondations) pour le compte du Gouvernement Mexicain, un autre grand pont à haubans, qui se situe au Nord du Golfe du Mexique, dans la ville de Tampico. Les caractéristiques de cet ouvrage (qui sera le thème d'un prochain article, sont très semblables à celles de Coatzacoalcos, en ce qui concerne le tablier, sauf au niveau de la portée centrale de 360,00 m où 293,50 m seront exécutés en métal.

Exporter la technique de pont Français est une tâche lourde et difficile. En effet, nous devons nous adapter aux conditions générales des pays où nous intervenons, c'est-à-dire aux conditions administratives, climatiques et techniques, tout en restant promoteur de techniques nouvelles afin de faire progresser leurs connaissances et la qualité de leurs ouvrages.

En tant qu'exportateurs d'Ingénierie, nous avons un rôle formateur, et nos entreprises industrielles doivent prolonger notre action



Montage des tests dynamiques.

en proposant les matériels les mieux adaptés. Dans le cas de Coatzacoalcos, c'est la Société Freyssinet qui réalise, pour le compte de la Société ICA détentrice du marché, toute la précontrainte et le haubannage.

Notre travail au Mexique est souvent délicat. Nous devons sans cesse maintenir une certaine rigueur au niveau de l'organisation générale et des méthodes d'exécution nouvelles qui doivent être assimilées afin d'améliorer la qualité de cet ouvrage exceptionnel, sans toutefois perdre de vue les us et coutumes du pays.

Nous remercions toute l'Équipe du SAHOP et notamment, Monsieur Félix Valdes - Secrétaire d'État, Monsieur Froyland Var-

gas - Directeur des Routes, Monsieur Adolpho Sanchez Sanches - Directeur des Ponts, Monsieur Garcia Chavez - Directeur des Chantiers, pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans cette coopération technique Franco-Mexicaine, en tout point de vue remarquable et dont le fruit sera visible à 20 km à la ronde.

Cette réalisation, espérons le, sera le symbole de l'expansion du Mexique, qui se hissera ainsi au niveau technique des pays les plus avancés en matière de construction de Ponts.

Nous rappelons enfin, la participation aux côtés de l'Équipe Sogelerg, de Messieurs Combault, Lacroix et Mathivat à titre de conseillers et de Monsieur Mati - Architecte.



# L'extension de l'usine d'engrais de Gresik (Indonésie)

par Hervé LAINE,  
Ingénieur des Ponts et Chaussées  
SPIE-BATIGNOLLES

La fabrication d'engrais phosphatés en Indonésie a commencé en 1979 avec la mise en service d'une première usine de super phosphate triple construite de 1976 à 1979 par Spie-Batignolles pour le compte de la Société Nationale PT Petrokimia, à Gresik, dans l'île de Java. L'usine, située au bord de mer est à 18 km au Nord-Ouest de Surabaya, seconde ville d'Indonésie.

En avril 1981, PT Petrokimia a confié à la même Société un second contrat portant sur le doublement de l'usine et couvrant la totalité des études, des approvisionnements, des équipements, ainsi que la construction des ouvrages et la supervision de l'ensemble du chantier.

## Les installations

### L'usine d'engrais

Dans les usines de Gresik, un phosphate naturel dont la teneur varie de 28 % à 32 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> selon l'origine (Floride, Maroc, Jordanie) est attaqué par de l'acide phosphorique et conduit à la formation d'un engrais appelé super phosphate triple (T.S.P.) contenant environ 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable. Le procédé comprend deux phases :

— fabrication du T.S.P. : une installation de broyage (étudiée et fournie par la Société Stein-Industries) permettra de broyer 750 t/jour de phosphate dans un broyeur à boulet pour garantir la finesse requise pour la réaction d'attaque. Le phosphate broyé puis séché est mélangé à l'acide dans un cône constituant la caractéristique du procédé TVA (Tennessee Valley Authority)

— après mûrissement d'une dizaine de jours, pendant lesquels la réaction d'attaque s'achève, le T.S.P. pulvérulent est envoyé dans un granulateur : il s'agit d'un tambour tournant à l'intérieur duquel des injections d'eau et de vapeur sont effectuées. Le T.S.P., dans un état semi-plastique forme des granules sous l'effet de la rotation. Ce produit, après séchage, criblage, refroidissement et enrobage est envoyé dans un bâtiment de stockage en vrac et est ensuite conditionné en sacs.



Vue générale du site.

Figure 1

L'usine comprend, outre les installations principales, les réseaux suivants :

- eau, fuel oil ;
- vapeur basse pression avec chaudière de 10 t/heure ;
- air comprimé (3 x 1 000 m<sup>3</sup>/heure) ;
- protection incendie

### — le traitement d'eau

Étudié en collaboration avec la Société Degremont, permettra de clarifier les eaux prélevées dans la rivière Solo, à environ 60 km des usines. Il comprend :

- une prise d'eau
- une décantation dans deux bacs de 30 m de diamètre
- une clarification et une filtration finale
- un stockage intermédiaire de 1 500 m<sup>3</sup>
- un pompage d'expédition de 1 500 m<sup>3</sup>/h

Pour assurer les raccordements au complexe d'engrais un pipe-line de 60 km et de 700 mm de diamètre est construit et débouchera dans un bac de 15 000 m<sup>3</sup>.

— la jetée déjà construite de 1976 à 1979 est prolongée sur une longueur de 340 m avec une largeur de 36 m. Il s'agit d'une

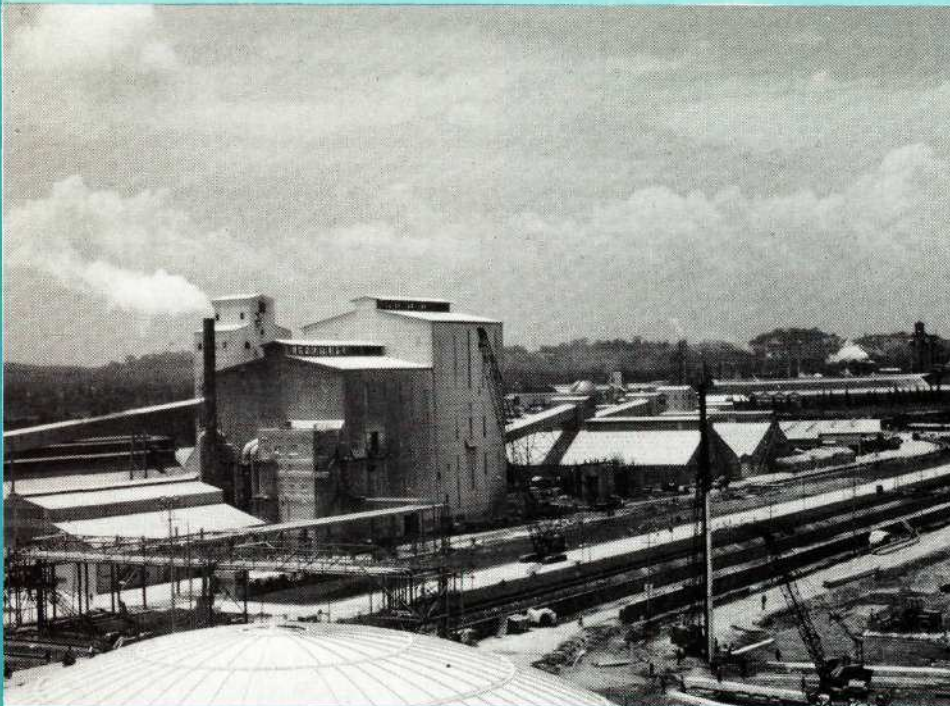
construction en béton placée sur des pieux métalliques préservés de la corrosion par un revêtement protecteur et une protection cathodique. Elle est destinée à recevoir des navires de 30 000 tonnes et de 14 m de tirant d'eau qui apportent le phosphate naturel et évacuent les produits finis, la liaison entre les postes de déchargements et l'usine s'effectuant par convoyeurs.

La description de ces installations montre à l'évidence qu'une telle opération implique pour l'entreprise qui la réalise un rôle beaucoup plus étendu que dans le cas d'un ouvrage de Génie Civil, si important soit-il ; l'originalité de ce type de projet réside justement dans la complexité de la mission, encore accrue dans le cas présent par le fait que le Maître d'Ouvrage n'avait pratiquement pas fait appel comme il est traditionnel à un Ingénieur Conseil, cette fonction incombant à l'entreprise, partiellement pour la première usine et presque intégralement pour l'extension.

Dans cette affaire, les problèmes techniques (conception, définition, des équipements, exécution) avaient déjà été appréhendés et résolus lors du premier chantier ; aussi, l'extension de l'usine n'a-t-elle pas



# La première usine de Gresik



La première usine mise en service en 1979.

Le contrat principal entré en vigueur en juin 1976 concernait l'étude et la réalisation "clé en main" d'un complexe comprenant :

- une usine de fabrication de super phosphate triple pulvérulent de 400 000 t/an
- une unité d'engrais complexes granulés de 460 000 t/an

Le contrat comprenait également la formation du personnel d'exploitation de ce complexe.

Pour mener à bien, en 36 mois, cette opération de 280 millions de Francs, il a fallu maîtriser un total de 8 millions d'hommes-heures et des effectifs atteignant 2 500 personnes sur le chantier. Spie-Batignolles en tant qu'entrepreneur général a fait intervenir une trentaine d'entreprises et de PMI françaises, fournisseurs d'équipements spécialisés.

En Indonésie, de nombreuses entreprises locales sont intervenues sur le chantier, dans tous les domaines d'activité.

Les autorités françaises ont accordé, pour la réalisation de ce projet, un financement assuré par un consortium bancaire comprenant :

- la Banque d'Indochine et de Suez, chef de file
- la Banque de Paris et des Pays-Bas, co-chef de file
- la Banque de l'Union Européenne
- la B.F.C.E.

Ce contrat a été complété en octobre 1976 par un autre contrat de 97 millions de francs couvrant la réalisation d'ouvrages de déchargement : jetée de 285 m et de 25 m de large, passerelle de 240 m, transporteurs à bande.

Quantités caractéristiques de cette réalisation :

- 45 000 m<sup>2</sup> de bâtiments
- 5 000 pieux
- 35 000 m<sup>3</sup> de béton
- 2 000 t d'aciers d'armature
- 5 100 t de charpente métallique
- 3 300 t d'équipements électromécaniques
- une puissance installée de 8 500 KW
- 15 000 m<sup>2</sup> de routes.

Mise en service : juillet 1979.

présenté de difficultés techniquement complexes ; pourtant le respect des délais impartis constitue une gageure hardie que seule cette expérience préalable associée à une organisation sans faille permet de tenir ; entre la mise en vigueur du contrat, le 13 juin 1981, et la réception de l'usine, soit "produit en sac", il ne doit pas s'écouler plus de trente mois. C'est un point sur lequel nous reviendrons.

## Le financement

Le premier contrat était rémunéré en "Cost + fee", c'est-à-dire, sur la base des dépenses effectivement effectuées par l'entreprise, majorées d'une commission : le système retenu par le Maître d'Ouvrage pour la seconde usine est différent car l'expérience acquise a permis de forfaitiser la plus grande partie des coûts. Le nouveau Marché comprend :

- une part forfaitaire, payée en France en Francs français, qui couvre la totalité des études, des approvisionnements, des équipements et de la supervision du chantier
- une part "en cost" payée en roupiahs, couvrant les dépenses locales et correspondant aux prestations des entreprises indonésiennes. L'entreprise ne perçoit aucune commission sur ces dépenses, la rémunération correspondante étant comprise dans la part forfaitaire.

Le financement mis en place correspond à la décomposition du contrat, PT Petrokimia faisant bien entendu son affaire du financement local alors que l'Entreprise recherchait et proposait un financement français pour la part rapatriable. C'est en effet, une composante maintenant traditionnelle de la négociation des grands chantiers à l'exportation, que d'avoir à procéder, parallèlement aux études techniques et commerciales, à une étude d'ingénierie financière débouchant sur une proposition de financements sans lesquels il est exclu d'obtenir un Marché. Cet aspect financier prend d'ailleurs une importance croissante compte tenu de la concurrence très âpre à laquelle il donne lieu : on se heurte de la part de certains pays, à des offres particulièrement agressives face auxquelles on ne peut guère résister. C'est ainsi qu'une entreprise japonaise a pu proposer des financements très intéressants et enlever le marché de construction d'une nouvelle usine à Gresik.

Le financement de la part payable en Francs français est assuré par un consortium bancaire ayant la Banque de l'Indochine et de Suez comme chef de file avec la Banque de Paris et des Pays-Bas et la Banque de l'Union Européenne comme co-chefs de file. Ce consortium a fourni un crédit acheteur classique à long terme pour 85 % du montant de la part forfaitaire ; les 15 % restants, financés directement par la Banque Nationale Indonésienne sont relayés en France par un "crédit documentaire" géré par le même consortium.



## L'organisation

Plutôt que de disperser les responsabilités du siège de l'entreprise dans différents services fonctionnels (achats, personnel...), celles-ci ont été regroupées dans une seule "cellule projet" comprenant une task force de 19 personnes assurant la direction générale du projet, la direction administrative, la préparation des Marchés de travaux, le planning, le cost control, l'ordonnancement, la coordination des approvisionnements, la gestion des expatriés.

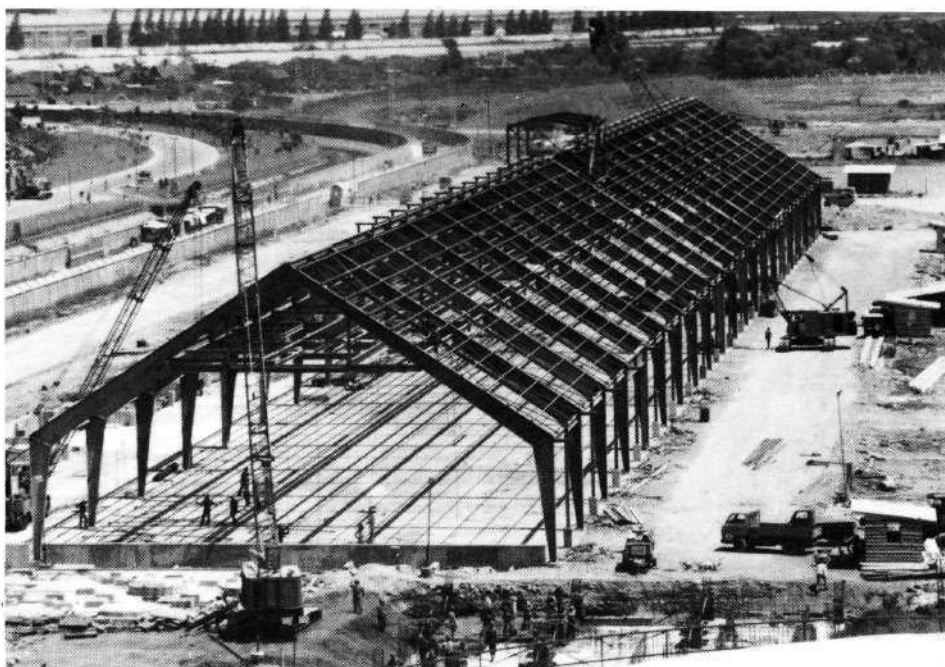
Sur le site, le nombre des expatriés est limité à 40 pour un effectif total dépassant 2 000 personnes. Encore faut-il noter que la partie supervision proprement dite du chantier emploie moins de 10 expatriés puisqu'une vingtaine d'expatriés constituent l'encadrement du chantier de Génie Civil réalisé directement par SBTP, filiale de Spie-Batignolles, les autres étant des "vendeurs spécialistes", c'est-à-dire des agents mis à disposition de l'Entreprise par les fournisseurs d'équipements et qui assurent des tâches spécialisées (montages, réglages).

La Société PT Petrokimia, a envoyé à Paris des missions successives de responsables séjournant pendant 2 ou 3 mois et ayant une triple mission :

- délivrer les approbations techniques prévues au contrat
- contrôler et accepter les facturations mensuelles
- participer aux choix des fournisseurs de matériel

Cette façon de procéder a permis d'établir un dialogue aisé et par là, d'éviter toute perte d'efficacité dans la collaboration entre l'entreprise et son client.

L'organisation mise en place répond à la volonté clairement affirmée de ne tolérer aucun "dérage" tant en ce qui concerne les délais qu'en ce qui concerne le contrôle



Vue générale du bâtiment T.S.P.

Figure 2

des coûts. Les outils mis en place répondent à ces objectifs :

- introduction de l'informatique non seulement pour la gestion administrative courante, mais également pour le cost-control, afin de déceler sans délai toute anomalie dans l'évolution des dépenses ;
- établissement, au niveau de la "Cellule Projet" d'un planning limité aux grandes tâches et aux dates critiques, le chantier élaborant lui-même des plannings secondaires. Ce système introduit plus de souplesse et surtout plus de réalisme dans la prise en compte des contraintes locales.

## Le Génie Civil

Les travaux de Génie Civil et la construction des bâtiments ont été achevés dans le

temps record d'à peine un an, malgré les difficultés inhérentes à un chantier réalisé pour la plus grande partie avec des moyens locaux mal adaptés (notamment pour le matériel).

Le chantier a présenté peu de difficultés techniques complexes, cependant, la nature des sols rencontrés sur le site a nécessité une grande souplesse pour le traitement des fondations. Le terrain est en effet constitué d'une épaisse couche de vase (jusqu'à 8 mètres) dont le niveau supérieur est très proche du niveau de la mer (+ 0,50 m), ce qui impliquait la mise en place d'un remblai général de 1 à 2 mètres. Différentes solutions ont été utilisées :

- préchargement
- remblai de substitution lorsque la couche de vase n'était pas trop épaisse
- fondations sur pieux 35 x 35 cm sous certains ouvrages (réservoirs, stocks de pondéreux, appareils sensibles)

## SEMI-REMORQUE TRES GRAND VOLUME POUR TRANSPORT DE PRODUITS VOLUMINEUX

plus grand que  
60m<sup>3</sup> utiles,  
bouclier hydraulique  
de compression,  
d'éjection.



ordures  
ménagères,  
déchets industriels,  
plaquettes,  
copeaux de bois,  
luzerne, pulpes de  
betteraves, etc...

**bennes marrel marrel pac** ZI - St-Etienne Bouthéon - BP 56 | Tél./77/36 55 50  
42160 ANDREZIEUX BOUTHEON | Télex 330 - 806

## LE NOUVEAU CONTRAT

### Contenu

1. Extension d'une jetée sur pieux métalliques battus en mer dimension en plan 340 x 36 m.
2. Construction d'une usine de fabrication de tri super phosphate (capacité 1 700 t/jour) - une unité de granulation (capacité 1 650 t/jour) (en doublement de la première partie).
3. Construction :
  - d'une unité de traitement d'eau (filtration - clarification) - capacité 1 500 m<sup>3</sup>/h
  - d'un pipe-line de transport d'eau traitée de 60 km en Ø 700
  - d'une unité de carbonatation - capacité 2 x 150 m<sup>3</sup>/h

### Principales quantités

#### 1. Jetée

Pieux métalliques - Ø 50"	3 600 t
Béton armé	15 000 m <sup>3</sup>

#### 2. Usine T.S.P.

Surface de bâtiment couverts	23 000 m <sup>2</sup>
Pieux béton battus 35 x 35	700 u
20 x 20	12 000 unités

B.A.	40 000 m <sup>3</sup>
Charpentes métalliques	4 700 t
Équipements électro-mécaniques	5 300 t
2 bacs acide phosphorique	13 000 m <sup>3</sup> - Ø 43 m - h = 8 m

#### 3. Water system

Pieux 35 x 35	550 u
Béton armé	5 000 m <sup>3</sup>
Équipements électro-mécaniques	900 t
Pipe-line	6 650 t

### Dates d'exécution

Jetée 15 mai 1981 au 15 mai 1983 = 24 mois.

Usine T.S.P. 15 mai 1981 au 15 novembre 1983 = 30 mois.

Water System 15 mai 1981 au 15 novembre 1983 = 30 mois.

### Valeur du projet

650 millions de francs.

### Réalisation

L'ensemble de l'opération est réalisé par Spie-Batignolles dont la division Entreprises Générales Industrielles assure les études, la coordination générale, les approvisionnements, la supervision de la construction et la mise en service. Les travaux de Génie Civil sont assurés par la filiale Spie-Batignolles Bâtiment Travaux Publics - SBTP.



Chantier de construction de la jetée (en arrière plan : la 1<sup>ère</sup> tranche en exploitation).

- pieux forés Ø 90 pour les convoyeurs
- petits pieux 20 x 20 cm - très courts - lorsqu'un simple fretage du sol était suffisant

Cette dernière technique a été très largement utilisée compte tenu de l'expérience déjà acquise sur le premier chantier puisque plus de 12 000 pieux courts représentant 10 000 m<sup>3</sup> de béton ont été battus.

D'une façon générale, l'excellente coordination entre tous les intéressés (Cellule Projet, chantier, bureau d'études structures, spécialiste de mécanique des sols) a constitué un atout pour la rapidité d'exécution, tout aléa survenant sur le chantier au niveau des fondations ayant systématiquement reçu une réponse dans les 24 heures.

Notons également que la conception de la jetée, faisant largement appel à la préfabrication est fondée sur des tubes métalliques de 1,30 m de diamètre atteignant 44 mètres de long et qui ont fait l'objet d'essais de chargement à 1 000 tonnes : c'est là un record, en ce qui concerne les travaux réalisés en Indonésie, qui a nécessité des moyens inhabituels.

### Conclusion

La construction des usines de Gresik, grand chantier qui n'atteint toutefois pas une dimension exceptionnelle représente un type d'opération que les entreprises françaises doivent bien maîtriser pour développer leurs exportations : on peut en effet supposer que, si les pays du tiers monde vont progressivement et rapidement se doter de moyens de réalisation de travaux,

ils auront encore à faire appel à des prestations d'un niveau plus élevé que seuls les pays les plus évolués pourront fournir.

L'obtention d'un tel contrat suppose pour l'entreprise d'avoir une capacité d'ensemble nécessitant de :

- connaître les process
- imaginer l'organisation détaillée du projet
- acheter les matériels
- choisir et gérer les sous-traitants
- superviser la construction et le montage sur le site
- procéder aux essais et à la mise en service
- atteindre des performances élevées en qualité et en rendement
- pouvoir assurer la formation du personnel d'exploitation

Bref, il faut savoir décider, contrôler, déléguer, coordonner, informer, mobiliser et surtout mettre en place une organisation remarquable sans laquelle on ne peut gagner le pari que constitue toujours une telle opération. C'est grâce à cet état d'esprit que les délais qui nous étaient imposés pour réaliser la seconde usine de Gresik pourront être largement tenus puisque l'état d'avancement actuel du chantier laisse penser que cette usine sera livrée avec trois mois d'avance sur les prévisions, soit 27 mois après la mise en vigueur du contrat.



# L'université de Riyadh

*Avant d'être un chantier ou une affaire, l'Université de Riyadh est d'abord pour Bouygues une aventure passionnante, un challenge.*

*La presse a relaté fin avril 1981, donnant ainsi l'échelle de l'opération, l'anecdote du chèque de 343 millions de dollars constituant l'avance de démarrage, transporté à New York par Concorde pour gagner un jour de produits financiers.*

*Un autre chiffre illustre l'enjeu : à la veille de signer le marché, 25 MF d'études techniques avaient été dépensés. C'était un risque énorme. Mais c'était un bon risque, tant étaient tenace la détermination des responsables de la négociation, et profonde leur conviction d'aboutir.*

*A mi-chemin aujourd'hui du délai contractuel de 40 mois, l'Entreprise a pris toute la mesure de cette opération d'exception. Quand nous en parlons entre nous, fréquemment revient le mot "maximaliste". Il caractérise le volume du chantier bien sûr, mais aussi la personnalité et la qualité des protagonistes, les risques positifs et négatifs en présence, l'aspect mondialiste des intervenants, la complexité et la sophistication de toute tâche, y compris les plus banales d'ordinaire, tels le traitement du courrier ou la circulation de l'information.*

*Pour faire percevoir cette réalité, trois des acteurs essentiels de Bouygues relatent leur action. Dans l'ordre de leur intervention :*

— *Jean Etcheverry, 53 ans, depuis 20 années dans l'Entreprise, responsable de la Division "Grandes Etudes", cheville ouvrière de la soumission et de la négociation.*

— *Olivier Poupart-Lafarge, 40 ans, HEC, qui s'est consacré aux aspects financiers, résolvant par son imagination et son tonus des problèmes hors du commun.*

— *Nicolas Bouygues, 35 ans, Centralien, qui porte sur les épaules le poids du chantier, sous tous ses aspects, en assume la direction et l'animation.*

*Pour chaque responsable de l'Entreprise, qu'il s'occupe ou non de l'affaire, l'Université de Riyadh n'est pas une opération comme les autres.*

*Nous la ressentons comme un échelon essentiel du succès. Déjà l'avoir négociée, traitée, engagée en supplantant une concurrence intense nous a fait accéder au véritable niveau International. La mener à terme conduira à des satisfactions plus attrayantes encore. C'est le challenge engagé.*

**Jean-Louis Brault**  
**Directeur Général Bâtiment**  
**International Bouygues**

## DESCRIPTION ET GENESE DE L'AFFAIRE

Cette opération, prévue à l'origine pour 1.200.000 m<sup>2</sup> de planchers développés, a été ramenée après soumission, pendant la période de négociation avec l'Entreprise, à une surface développée de 650.000 m<sup>2</sup> qui suffit à la classer parmi les plus grandes opérations de construction de bâtiment qui aient jamais été réalisées.

Véritable M.I.T. du Moyen-Orient, cette Université comprend toutes les disciplines :

- Arts
- Science
- Engineering
- Pharmacy
- Dentistry
- Agriculture
- Commerce
- Education

La Faculté de Médecine, destinée à faire partie de cet ensemble, avait été construite au préalable.

Ces différentes disciplines constituent autant de Facultés, chacune d'elles localisée dans un énorme bâtiment (100.000 m<sup>2</sup> pour certains).

Cet ensemble de bâtiments, de trois à six niveaux, est quadrillé par des voies de circulation rythmées par des arches monumentales. Sous ces voies se trouvent les galeries techniques extrêmement importantes dans lesquelles sont placés les réseaux des différents fluides irriguant l'ensemble de la composition. On aura une idée de l'échelle de ces réseaux en considérant que le diamètre des canalisations d'eau glacée, nécessaire au conditionnement d'air, est de 900 mm sur une dizaine de kilomètres.

Bien entendu, indépendamment des bâtiments des Facultés proprement dites, des constructions très importantes et très architecturales sont prévues pour loger la bibliothèque, l'Auditorium, le Forum, les Services Administratifs.

Une opération aussi importante, étudiée par des Architectes et Consultants Américains (H.O.K. + 4 de Saint-Louis) a donné lieu à des dossiers extrêmement développés : 5.400 plans et plus de 10.000 feuillets pour les pièces écrites. Le dossier d'appel d'offres pesait 800 kg. Il était vendu aux entreprises soumissionnaires pour la somme de 200.000 francs pour un exemplaire. A la réception de ce dossier, le premier travail de l'équipe chargée chez Bouygues de l'étudier en vue du calcul du prix a été de dessiner et faire fabriquer des meubles spéciaux permettant le classement et la con-



Jean Etcheverry.

sultation aisés des plans. Le quantitatif tous corps d'état n'était pas donné par le Consultant. Son établissement a constitué un énorme travail, mobilisant plusieurs Cabinets de Métrés. L'organisation d'exécution elle-même a dû faire l'objet d'études approfondies avant toute mise à prix en raison des problèmes nouveaux dus à la dimension même du Projet.

Enfin, après six mois d'étude, Bouygues, en association avec l'Américain Blount (Bouygues, leader avec 55 %) remettait une soumission le 22 mai 1978. L'offre Bouygues/Blount est immédiatement apparue la moins-disante devant les Britanniques Laing Wimpey, un Consortium Allemand dirigé par Polensky und Zöllner et le Suédois Skanska.

A partir de ce moment-là, une négociation commençait qui allait durer trois ans.

Bien des vicissitudes pendant cette période : doutes quant à l'opportunité d'une telle réalisation, révolution iranienne, attentat de La Mecque, réduction du Projet par moitié, offres pirates de la concurrence.

Cette situation évolutive a encore été compliquée par un soudain changement de Recteur à la tête de l'Université de Riyadh. L'Entreprise s'est ainsi trouvée en face d'un

nouveau Client avec qui il a fallu reprendre à zéro toutes les négociations sur des bases entièrement nouvelles.

En effet, le nouveau Recteur, le Dr Mansour Al-Turki, précédemment au Ministère des Finances, a fixé des objectifs budgétaires plus tendus et a exigé la refonte complète des conditions contractuelles prévues par les documents d'appel d'offres.

Il a pris, comme Conseil Juridique, un des plus grands cabinets d'avocats américains : Gibson, Dunn and Crutcher, comprenant environ 200 avocats, répartis dans diverses succursales aux États-Unis ou à l'étranger.

Une négociation marathon a alors eu lieu pour la rédaction du contrat. Elle s'est déroulée, pour l'essentiel, à Los Angeles mais aussi à Londres et à Riyadh. Ce contrat, âprement discuté, clause après clause, est devenu une sorte de référence pour les grands contrats de travaux survenus ultérieurement en Arabie Saoudite.

Parallèlement aux dures négociations avec le Client, l'Entreprise a mené les négociations non moins difficiles avec les Entreprises soustraitantes des différentes disciplines car, en raison de l'inflation durant le temps écoulé et de l'exigence du Client de traiter à un prix tendu, il était devenu nécessaire de négocier les différents contrats de sous-traitance avant tout engagement définitif.

Ces négociations ont eu lieu avec des Sociétés de toutes nationalités : françaises bien sûr, mais aussi américaines, italiennes, allemandes, coréennes, suédoises.

La plus longue et la plus difficile a été la négociation coréenne, qui a duré un an et a trouvé sa conclusion, après des discussions non-stop dans les salles de conférence d'un grand hôtel de Séoul.

Enfin, le 18 avril 1981 avait lieu la signature du Contrat dans les locaux de l'Université à Riyadh. Le montant total du contrat d'environ 2 milliards de dollars, représente pour Bouygues seul, un chiffre d'affaires d'environ 8 milliards de francs.

*Jean Etcheverry*  
*Directeur de la Direction*  
*"Grandes Études"*  
*de Bouygues*

## UN MONTAGE FINANCIER INTERNATIONAL HORS DU COMMUN

Riyadh le 25 avril 1981 : 11 h 30. Philippe Souviron, Directeur de l'Agence Centrale du Crédit Lyonnais à Paris et Gene Pickens, Vice-Président de la Chase Manhattan Bank à New York remettent au Dr Mohamed Al-Jarallah deux cautions totalisant 439 millions de dollars en application du marché de travaux signés par Francis Bouygues huit jours plus tôt à Riyadh.

Le montage financier à réaliser devait être adapté à l'ampleur du projet : un contrat de 2 milliards de dollars. Aucune banque au monde ne pouvait délivrer seule les cautions demandées, puisque la réglementation séoudienne limite les engagements sur un même client à 20 % du montant des fonds propres de la banque.

L'importance des engagements pris tant par les entreprises que par les banques ont conduit financiers et juristes à concevoir et à réaliser un montage à la fois très solide et très complexe.

### Les intervenants

Le montage financier a été rendu particulièrement complexe en raison du grand nombre d'intervenants :

#### Un client : l'université de Riyadh

C'est une entité qui ne dépend pas du Ministère de l'Éducation séoudienne, mais qui relève directement du Premier Ministre. Elle est dirigée par le Dr Mansour Al-Turki, Recteur de l'Université.

#### Un associé : Blount

Au sein d'une Joint-Venture intégrée, Bouygues est associé avec l'entreprise américaine Blount. C'est Bouygues qui est gérant majoritaire (55 %) de la Joint-Venture. Pour assurer la bonne marche du chantier, il a été prévu qu'en cas de désaccord entre les associés, les décisions prises par Bouygues seront immédiatement exécutoires. Blount est accompagné de ses deux banquiers chefs de file : la Chase et l'American Express. Ces deux banques syndiquent à leur tour les engagements concernant Blount auprès de dix autres banques.

#### Un banquier chef de file : le Crédit Lyonnais

Le Crédit Lyonnais depuis le premier jour a fait confiance à Bouygues. Cette confiance résulte de trente ans de relations quotidiennes ; elle a été un facteur déterminant du succès de l'opération. Le Crédit Lyonnais s'était associé avec la BNP comme co-émetteur des cautions. Il avait constitué un pool bancaire de onze banques françaises et américaines.



Olivier Poupart-Lafarge.

#### Un cabinet d'avocats français : le cabinet Bousquet

Francis Bousquet sera présent à toutes les négociations. A Séoul, à Riyadh, à Los Angeles, à Paris, à Londres, il sera chargé d'équilibrer le poids considérable de toutes les grandes firmes d'avocats américains.

#### De nombreux lawyers américains

Le client séoudien avait choisi une firme de lawyers américains pour mettre au point et négocier le marché de travaux. Blount et les banques américaines ne peuvent s'engager sans faire intervenir leurs lawyers. Pour faire bonne mesure, le Crédit Lyonnais a dû également s'assurer les services de lawyers américains.

Six grands cabinets américains sont intervenus sur le dossier : Gibson, Dun and Crutcher ; Davis Polk and Wardwell ; Milbank Tweed and Hadley ; Hughes, Hubbard and Reed ; Bradley, Arant and Rose ; Coudert Brothers.

#### La Coface

La garantie de la Coface pour la part Bouygues du marché était indispensable. La Coface a dû étudier ce dossier exceptionnel par sa complexité et délivrer les garanties nécessaires. Elle a participé à l'évolution du dossier, compris les montages complexes nécessaires et apporté sa participation décisive à l'obtention de ce contrat qui permettra d'exporter pour plus de 2 milliards de F de prestations françaises.



## Un sous-traitant coréen

La Korean Joint-Venture (KJV) est un Groupement de trois grandes sociétés coréennes, Hanyang, Samick et Lucky.

Bouygues assistera la KJV pour le choix de son banquier chef de file : la Bank of America. Il négociera avec elle les conditions de son intervention et aidera de toute son influence la formation du pool de dix banques internationales de premier ordre qui sera à ses côtés.

Le but du montage financier sera de trouver le lieu géométrique très étroit où tous les intervenants seront d'accord pour s'engager. Aucune impasse ne peut être faite, aucun point ne doit rester obscur ou incertain. Tout doit faire l'objet d'un accord explicite et clair.

## Le processus de mise en place

Une fois la mécanique mise au point, prête à fonctionner, c'est Francis Bouygues qui en donne le coup d'envoi à Riyadh.

La signature a lieu le samedi précédant le dimanche de Pâques et les cautions doivent être remises au client au plus tard le samedi suivant.

Sur les sept jours théoriques disponibles, deux jours sont fériés en Occident (dimanche et lundi de Pâques) et deux jours fériés en Arabie (jeudi et vendredi).

La première étape est la délivrance des cautions des Coréens par la Bank of America à Hong Kong. C'est le représentant du Crédit Lyonnais sur place qui les reçoit en vérifiant la conformité des textes et l'authenticité des signatures. Il donne son feu vert par téléphone et par télex à l'équipe de banquiers franco-américains réunie dans les bureaux de Davis Polk and Wardwell, place de la Concorde à Paris.

Cette équipe procède aux opérations de "Closing", c'est-à-dire la vérification des documents originaux par toutes les parties concernées et fait effectuer par huis-clos les notifications légales qui doivent prendre place après la signature du marché de travaux.

L'équipe de Paris peut alors donner son accord à l'équipe de banquiers franco-américains présente à Riyadh.

Ceux-ci doivent obtenir de la Riyadh Bank les actes de notification au client séoudien. La Riyadh bank vérifie le texte des cautions, les pouvoirs des signataires et l'importance des fonds propres des banques par rapport au montant des cautions demandées.

Bouygues accompagné de ses banquiers peut alors remettre à l'Université de Riyadh les cautions accompagnées des actes de notification de la Riyadh Bank.

Elle reçoit en échange les cautions de soumission détenues par le client et qui auraient été saisies si les cautions définitives n'avaient pu être remises.

Au total, il a fallu signer et parapher en sept exemplaires les 1 340 pages d'accords, soit au total 9 380 pages, nécessaires à l'émission des cautions. A titre de comparaison, les cautions émises pour les autres chantiers de Bouygues à l'étranger font l'objet d'une lettre de deux pages à la banque dont le texte standard est enregistré sur machine à traitement de textes.

Tous ces accords ont fait l'objet de "legal opinions" émises par plusieurs lawyers coréens, américains, suisses, français et séoudiens (trois lawyers pour l'Arabie Saoudite par exemple).

Ces "legal opinions" qui ont coûté plusieurs millions de dollars à la Joint-Venture Bouygues Blount certifient que ces accords

ne sont pas contraires à la Loi de chacun des pays concernés, ni à l'ordre public, ni aux traités ou accords internationaux.

Selon le cas, ils certifient également qu'ils ne sont pas contraires aux statuts des sociétés qui les signent et que les signataires sont dûment autorisés à prendre les engagements qui y figurent.

Ce souci de la solidité juridique des actes est à l'image de tout le montage financier de l'Université de Riyadh.

Ce challenge a permis à chacun de se dépasser. Les financiers, les banquiers et les juristes qui ont travaillé sur cette affaire en sont sortis plus compétents et plus performants.

*Olivier Poupart-Lafarge  
Secrétaire Général  
de Bouygues - Bâtiment  
International*

## UNE ORGANISATION DE CHANTIER TRÈS INTERNATIONALE

Aujourd'hui quiconque visite le chantier de la Nouvelle Université de Riyadh, fut-il un profane, est impressionné par la complexité, l'étendue et la multiplicité des intervenants.

Lorsqu'il voit sur le site de 300 hectares, 7 000 hommes équipés de matériels les plus modernes, il est bien naturel qu'il s'interroge sur la façon dont fonctionne cet ensemble.

Il en est des grands chantiers comme de la vie quotidienne ; le bon sens et le travail en sont les deux fondements.

Revenant de Riyadh le 18 avril 1981 après avoir assisté à la signature du contrat par Francis Bouygues, j'étais heureux de me reposer les 19 et 20 avril, week-end de Pâques, pour calmer l'angoisse qui m'opressait au lendemain de cette signature. Lorsque j'ai été nommé responsable de ce chantier, j'ai analysé jour et nuit l'ensemble de ce dossier considérable. La succession des chiffres vertigineux de l'ouvrage à construire se présentait comme un prodigieux challenge. J'étais à la fois passionné et anxieux.

La finalisation des négociations commerciales (client et sous-traitants), alors que l'ouvrage évoluait considérablement, nous avait totalement mobilisés, rendant impossible la préparation simultanée des travaux.

Le mardi 21 avril, Philippe Montagner et moi-même étions officiellement nommés à la direction de ce chantier. Nous avons reçu pour instruction d'abandonner toutes nos autres tâches et d'être disponibles pour démarrer l'exécution le lundi suivant.

Immédiatement, en concertation avec notre partenaire américain, nous avons organisé un brain storming qui nous a permis de déterminer des priorités.

*Nicolas Bouygues et Son Excellence le Docteur Mansour Al-Turki, Pdt de l'Université de Riyadh.*



Il y en avait cinq :

— Aller immédiatement à Séoul organiser la mobilisation de nos 5 sous-traitants coréens chargés des travaux de terrassements, gros-œuvre, et leur arrivée sur le site.

— Établir des bureaux de chantier et une base logistique à Riyadh, ainsi qu'assumer la responsabilité du site et établir les relations avec le Client.

— Constituer le noyau technique de notre fonction d'ensemblier à Paris en rassemblant des équipes pluridisciplinaires chargées d'analyser le dossier, et, point fondamental, établir les plannings d'exécution qui devaient être remis dans un délai extrêmement bref au consultant.

— Nouer le dialogue avec le consultant du client basé à Houston pour les problèmes de direction de chantier, à St-Louis pour les problèmes d'architecture, et à New York pour les lots techniques.

— Exécuter le chantier en ensemblier avec sous-traitance multiple et complète, imaginée par les équipes de Jean Etcheverry. Le maintien de ces équipes sur le projet jusqu'à signature de tous les contrats de sous-traitance a été une des tâches essentielles de la préparation du chantier.

Quatre directeurs totalement responsabilisés et fonctionnant en parallèle ont alors pris en charge les activités Séoul/Riyadh/Paris/USA. L'une des grandes décisions immédiatement prises fut d'informer tout le monde que l'entrepreneur principal serait définitivement et totalement opérationnel à Riyadh le 1<sup>er</sup> juillet, soit 2 mois après la signature du contrat.

Cette décision a été fondamentale car avec des intervenants dispersés à travers le monde il devenait impossible de nouer un dialogue constructif et coordonné.

Le 1<sup>er</sup> juillet 1981, sur le site à Riyadh, une centaine d'ingénieurs expatriés Bouygues-Blount étaient au travail. Les bureaux créés à Séoul et Paris devaient alors réduire leur activité très rapidement pour disparaître fin 1981.

Notre mobilisation s'est faite sur plusieurs fronts indépendants tout en prévoyant une convergence à une date précise et rapprochée.

La complexité essentielle du chantier n'était pas due à des problèmes techniques ou à l'exécution proprement dite, mais à la dimension du projet. Depuis le début du chantier et aujourd'hui encore, c'est l'importance des informations par leur nombre qui représente la difficulté majeure de la direction du chantier. Or la circulation rapide des informations est indispensable à la coordination des 350 ingénieurs et techniciens qui travaillent sur le site.

Ce problème est formidablement complexe. Le chantier reçoit environ 100 lettres par jour et autant de télex ou de rapifax (transmission de textes à grande vitesse par voie téléphonique). Sur un chantier aussi gigantesque que celui-ci le rôle du patron

consiste à surveiller les flux et le fonctionnement général en définissant les cadres de responsabilités des différents services qui sont à sa disposition.

Pour être certain de considérer tous les problèmes, il faut mettre en place un système extrêmement puissant avec un assez large recouvrement de responsabilité entre les hiérarchies. Nous devons en même temps nous préserver contre le risque de démotivation qu'entraîne le principe des responsabilités multiples sur un même sujet.

Le système du courrier (photocopies, distribution, circuits de lecture, classement) occupe à lui seul une vingtaine d'agents administratifs. Pour permettre une cohésion et une compréhension globale, il a fallu organiser des réunions hebdomadaires permettant aux différents intervenants de s'informer et de rendre compte à la direction générale du projet.

Compte tenu du nombre des participants et du volume des hiérarchies concernées, nous avons organisé les réunions de la façon suivante : planning mensuel des réunions du directeur général avec désignation des participants. Ce planning représente 5 heures de réunions par jour. Immédiatement après, planning des réunions des directeurs de chaque branche au sein de leur service, coordonné avec le précédent.

La charge de travail exceptionnelle que représentent la participation aux réunions et la lecture du courrier, nous a conduits à doubler les postes de responsabilité en nommant deux collaborateurs à la tête de chaque branche.

Fort justement, le contrat prévoyait un système extrêmement sophistiqué donnant toutes possibilités au consultant de maîtriser les informations relatives à l'avancement des études, des approvisionnements et de l'exécution sur le site.

Nous avons été amenés à installer un centre informatique équipé d'un IBM 4341 supportant 80 terminaux. En même temps que se faisait la mobilisation, un logiciel original, capable d'interconnecter plusieurs plannings de 10 000 tâches, des dizaines de milliers d'approbations et le suivi d'approvisionnement encore plus nombreux, a été élaboré à Paris.

Ce software représentait la partie la plus technologique, mais aussi la plus capitale pour l'entrepreneur : parmi les informations fournies par ordinateur figurent les situations de travaux ; le contrat faisait obligation de l'approbation du système avant paiement de la première situation.

Aujourd'hui, toute l'organisation est rodée. Des plans sont approuvés à St-Louis, New York, Los Angeles, d'autres sont préparés à Paris, Washington, Séoul, Milan, Rome, Francfort, Stockholm ou Riyadh. Des usines, principalement américaines, sont inspectées régulièrement.

Nous recevons sur nos télex quotidiennement les mouvements de tous les approvisionnements en provenance du monde entier, 7 000 hommes sont au travail avec des plans approuvés et les matériaux homologués. Chaque jour, en temps réel, l'ordinateur emmagasine toutes les informations.

Pour le visiteur qui arrive sur le site, l'ensemble dépasse son imagination. Pour l'ingénieur qui y travaille, deux ou trois mois sont nécessaires pour qu'il s'intègre dans le dispositif et soit totalement productif.

*Nicolas Bouygues  
Directeur Général  
adjoint de Bouygues*

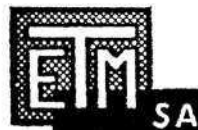
## ENTREPRISE DE TRAVAUX ET MATÉRIAUX

S.A. au Capital de 900 000 F  
Siège social : 18, rue de Metzeral

**67100 Strasbourg-Neudorf**  
**Téléphone : 34.38.60**

### Ateliers

Tél. 65.00.22 17, rte d'Eschau  
67400 Illhirsch-Graffens Baden





# Le pont de Bubiyan

par Roger A. MARTIN,  
Directeur Général, Travaux Publics de Bouygues

Par sa conception technologique d'avant-garde, ses techniques d'exécution inédites et son organisation de pointe, la construction du pont de 2 383 mètres qui reliera en 1983 l'île de Bubiyan à la côte du Koweït constitue un chantier modèle et une référence internationale de tout premier ordre pour le Groupe Bouygues. La haute technicité du projet domine toutes les phases de travaux, exécutés à des cadences industrielles avec une précision scientifique. Le contrat, signé en mai 1981 avec le Ministère des Travaux Publics du Koweït, prévoit la livraison du projet clés en mains dans un délai record de 775 jours.

## Introduction

L'île de Bubiyan, située au nord-est du Koweït, ne possédant aucune liaison avec le continent, le Gouvernement du Koweït a décidé de lancer une consultation auprès de 4 entreprises internationales en vue de l'étude et de la construction clés en mains d'un ouvrage destiné à assurer le franchissement du bras de mer.

Une variante comportant une structure tridimensionnelle, fruit de plusieurs années de réflexion au sein de l'entreprise, permit à Bouygues d'être déclarée adjudicataire et de signer le contrat en mai 1981. En effet, cette structure tridimensionnelle entraîne une économie de 20 % de béton et de 35 % d'acier au niveau du tablier par rapport à des ouvrages de type traditionnel.

Outre l'ouvrage, qui a une longueur totale de 2 383 mètres et comporte 59 travées décomposées en 11 viaducs successifs continus, le contrat comprend également l'exécution des accès : 3,7 km de liaison routière sur le continent et 800 mètres sur l'île.

L'originalité de cet ouvrage étant la conception du tablier, les techniques de construction et l'organisation du chantier, la description ci-après mettra l'accent sur ces points et ne traitera qu'accessoirement des aspects plus classiques du chantier.

## I - Les appuis

La construction de ce pont impliquait l'exécution de très importants travaux maritimes : il repose en effet sur 122 piles dont 116 en mer, à raison de 2 piles par file d'appui, couronnées chacune par un che-

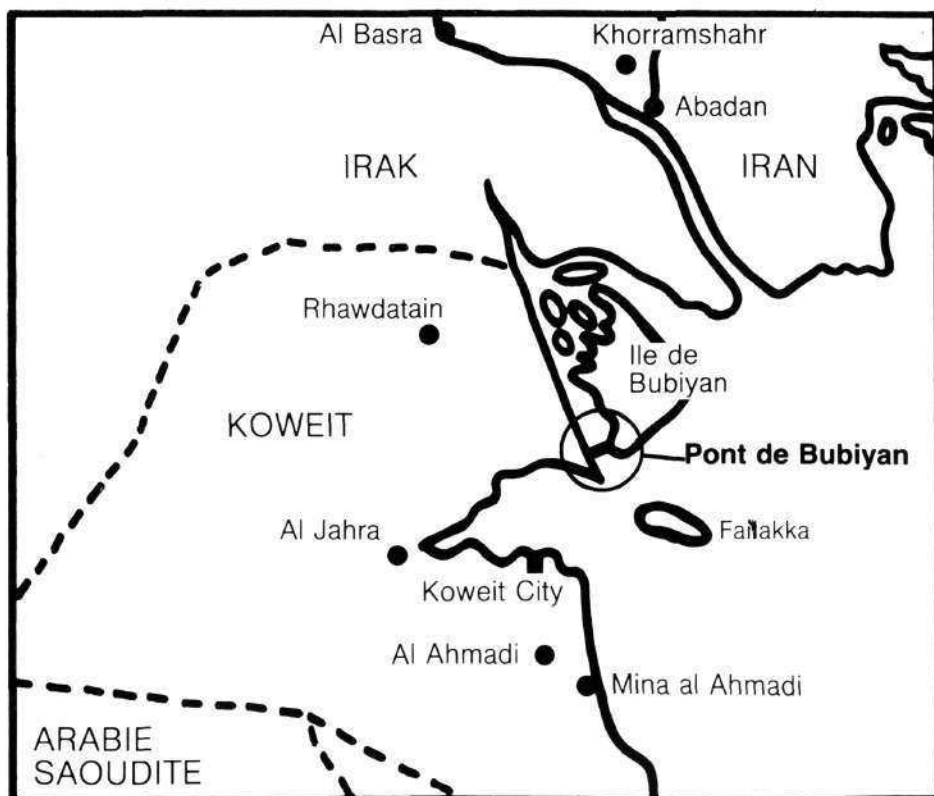
vêtre indépendant. Ces piles, qui atteignent 19 mètres à la travée centrale, sont coulées sur des pieux de même diamètre (1,80 m), hauts de 14 à 27 mètres et encastres de 7 à 12 mètres dans des sables et graviers compacts et cimentés. L'ensemble de ces travaux représentait la mise en œuvre de 13 500 m<sup>3</sup> de béton et de 1 800 t de tubes métalliques. Ces travaux ont été menés à une cadence de 6 pieux et 6 piles par semaine. Deux barges opéraient simultanément, ravitaillées en permanence par une centrale à béton flottante, l'une pour l'exécution des pieux, l'autre pour celle des piles. L'implantation des pieux s'est effectuée avec une très grande précision à partir d'une plate-forme auto-élevatrice. Pour

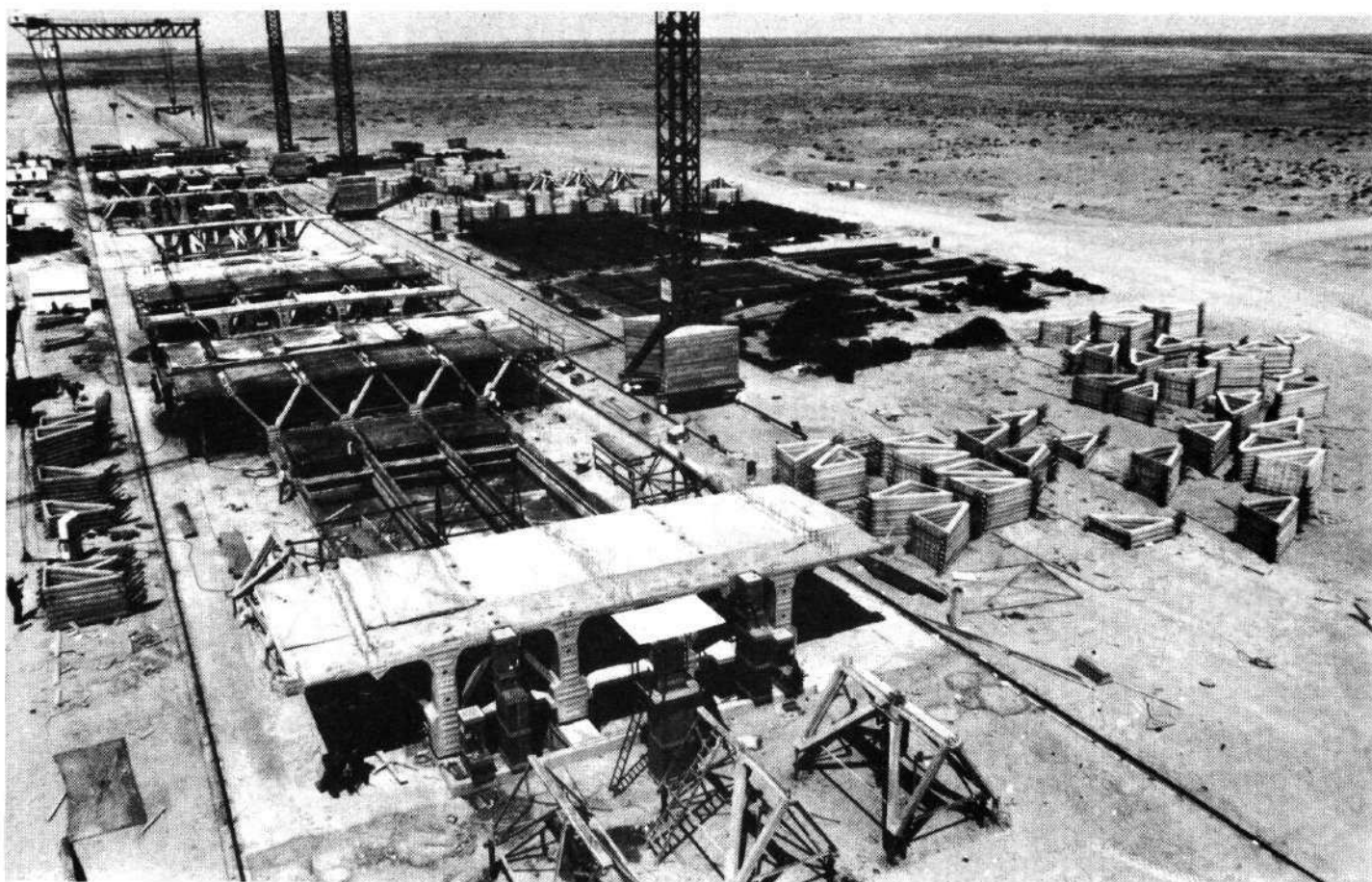
chaque file d'appui, la plate-forme était positionnée au centimètre près sur les indications du géomètre, le gabarit à guide hydraulique étant à son tour réglé avec une précision de l'ordre du millimètre.

## II - Le tablier

La grande originalité de cet ouvrage réside dans la structure du tablier, mise au point par le Directeur Scientifique de Bouygues, Pierre Richard, à partir du modèle de poutre précontrainte en béton armé à structure triangulée étudiée pour la construction des charpentes géantes du stade olympique de Téhéran (Iran) en 1973. La technique de triangulation a été perfectionnée et simplifiée pour en permettre l'application à un ouvrage d'art, et associée à 2 autres techniques : la conjugaison des joints, sans utilisation de résine époxyde, et la précontrainte externe.

Le tablier en béton armé, découpé en 11 viaducs, comporte 58 travées courantes de 40,16 mètres et une travée principale de 53,84 mètres, ménageant une passe navi-





*Vue générale du site.*

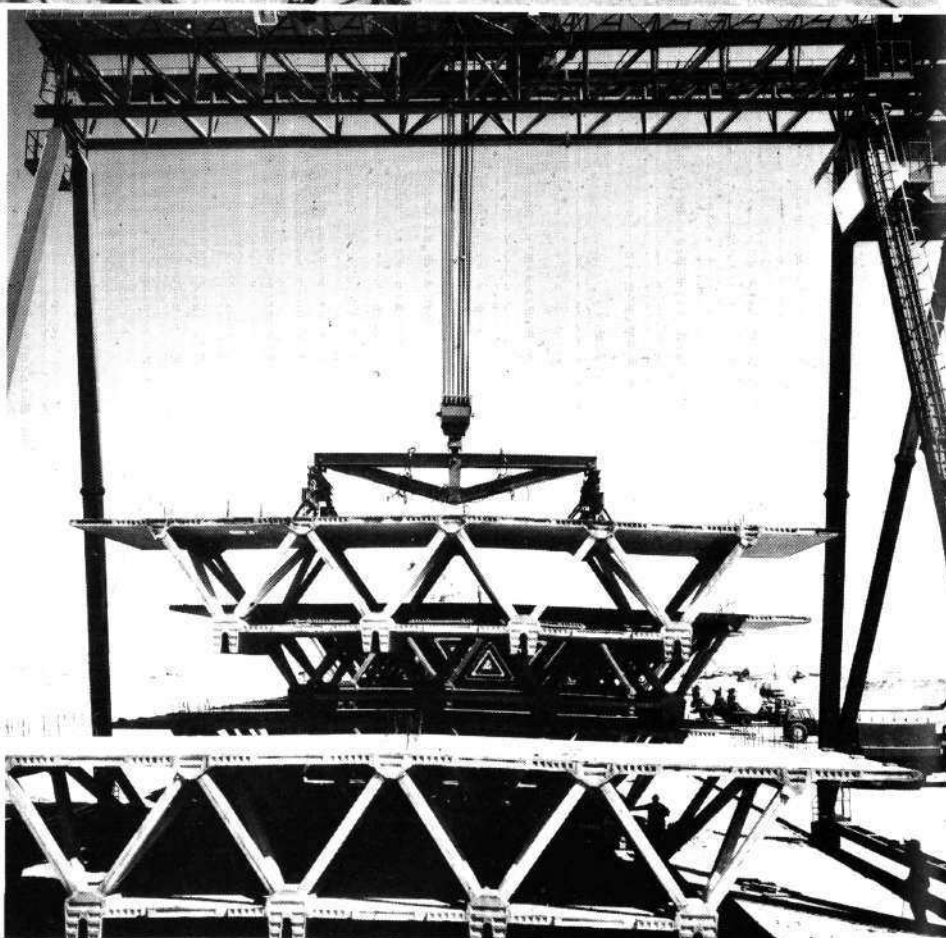
gale de 50 mètres de large. Il est constitué de 2 dalles reliées par un treillis formé de triangles tous identiques. Chaque viaduc est entièrement préfabriqué et conjugué (sans aucun joint de clavage, ou matage). La structure porteuse est une poutre treillis en béton précontraint de 18,20 m de large sur 3,29 m de hauteur, réalisée par voussoirs préfabriqués non collés. Chaque travée courante comporte 8 voussoirs courants de 4,56 m et 2 voussoirs sur pile de 1,84 m.

### **II - 1 Voussoirs courants**

La dalle supérieure a une épaisseur de 0,19 m et une portée de 3,5 m entre axes de nervure, tandis que la dalle inférieure a une épaisseur de 0,15 m entre nervures. Ces dernières comportent des évidements destinés à recevoir les câbles de précontrainte extérieurs au béton.

### **II - 2 Voussoirs sur pile**

Les voussoirs sur pile sont constitués de 4 diaphragmes verticaux de 0,56 m d'épaisseur dans lesquels sont ancrés les câbles de précontrainte longitudinale. Les réactions d'appui du lanceur ont conduit à prévoir une précontrainte transversale dans la dalle inférieure dont l'épaisseur est de 18 cm pour permettre le passage des gaines. Les voussoirs sur pile permettent, en cours de



*Manutention d'un voussoir.*

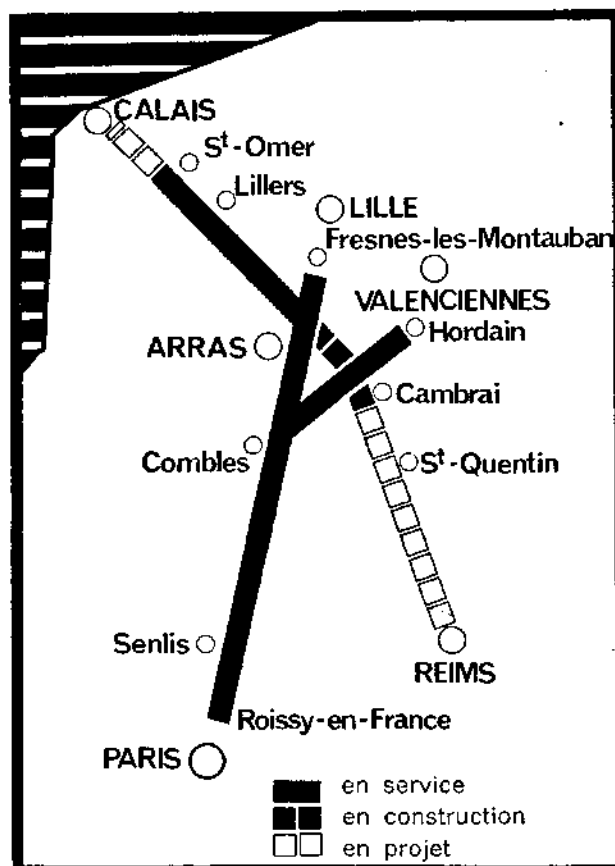




# SOCIÉTÉ DES AUTOROUTES DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE

SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE MIXTE A BUT NON LUCRATIF

Un outil indispensable au développement  
des régions du Nord et de l'Est de la France



**en service : 436 km**

A1 Roissy-en-France - Fresnes-lès-Montauban

A2 Combles - Hordain

A26 Arras - Saint-Omer

A4 - A32 - A34 Metz - Strasbourg

**en construction : 35 km**

A26 Arras - Cambrai

**en projet : 156 km**

A26 Saint-Omer - Calais

A26 Cambrai - Reims

METZ

STRASBOURG

**SANEF** : 41 bis, avenue Bosquet, 75007 Paris - ☎ **550.32.29**

montage, l'appui sur les vérins nécessaires au réglage du tablier.

Les voussoirs sur culées et piles culées ont leur diaphragme précontraint verticalement pour réduire les efforts tranchants et de flexion induits par l'ancrage des câbles longitudinaux.

## II - 3 Précontrainte

La précontrainte est assurée par 8 câbles 24 T 15 extérieurs, déviés au droit des nœuds inférieurs, par des selles de 3,62 m de rayon. Les composantes verticales de l'action des câbles constituent un système de forces s'opposant aux différents tranchants dus aux charges permanentes.

Les gaines extérieures sont réalisées en tubes de polypropylène soudés de 140 mm de diamètre, renforcés au droit des selles par un tube métallique souple placé à l'intérieur. La continuité de la précontrainte est obtenue par l'utilisation de coupleurs.

La combinaison de ces techniques innovatrices confère au tablier des performances incomparables :

- une économie de 20 % de béton et de 35 % d'acier par rapport à des ouvrages de type traditionnel ;
- un profil de chaussée d'une précision étonnante (avec des écarts inférieurs au centimètre) ;
- un rendement (indice de résistance et de souplesse) exceptionnel, variant de 0,70 à 0,90 contre 0,55 dans le meilleur des cas pour les ouvrages traditionnels.

## III - Méthodes d'exécution

### III - 1 Préfabrication

La structure du tablier, composé de quelques éléments simples et identiques, a permis de décomposer le cycle de production en opérations répétitives de caractère industrialisé.

Les diagonales et montants sont préfabriqués simultanément et constituent un triangle dont la traverse supérieure est noyée partiellement dans les nervures de la table supérieure. Les armatures en attente des diagonales et montants sont coudées de façon à permettre le croisement avec les armatures des nœuds. Les triangles préfabriqués sont disposés 4 par 4 sur des châssis métalliques mobiles. Les attentes inférieures des triangles sont noyées dans la dalle inférieure coulée un jour avant la dalle supérieure.

Les outils mis en œuvre ont permis une production très rapide à partir de janvier 1982 :

- 3 batteries produisant chaque jour 48 triangles et l'ensemble des diagonales d'un voussoir sur piles. La production des 8 300 composants du treillis a été achevée à la fin du mois d'août ;

- 2 cellules de préfabrication des voussoirs sur piles permettant chacune le bétonnage successif et conjugué de 2 voussoirs et la production d'un voussoir tous les 3 jours ;

- 3 bancs de préfabrication des voussoirs courants. Chaque banc, long de 40 m, permet la préfabrication en continu des 8 voussoirs d'une travée, en conjuguant leurs joints au rythme d'un voussoir par jour. Aux extrémités des ces bancs, des poteaux en béton armé permettant l'orientation fine du voussoir sur pile (écarts de pente inférieurs à 0,2 x 0,001). Ces voussoirs sur pile servent de contre-moule à chaque extrémité du banc.

### III - 2 Poutre de lancement

La pose du tablier est assurée par une poutre de lancement métallique, prototype encore jamais expérimenté, dont la conception a été élaborée par la direction scientifique du Groupe. Sa capacité de levage est tout à fait exceptionnelle, puisqu'elle porte en console une travée entière de 850 t à 26 m (l'équivalent d'une grue de 22 000 tm). Sa puissance, alliée à sa mobilité, a permis de respecter sans difficulté la cadence de pose prévue. La poutre, de 115 m de longueur hors tout, est une structure haubanée reposant sur 2 appuis. Elle comprend :

- une flèche avant qui est une poutre treillis de 2,50 m de hauteur et de 57 m de longueur. Elle est articulée côté appui central de la poutre et soutenue sur toute sa longueur par 2 nappes de haubans la reliant au mât central. Cette flèche est destinée à

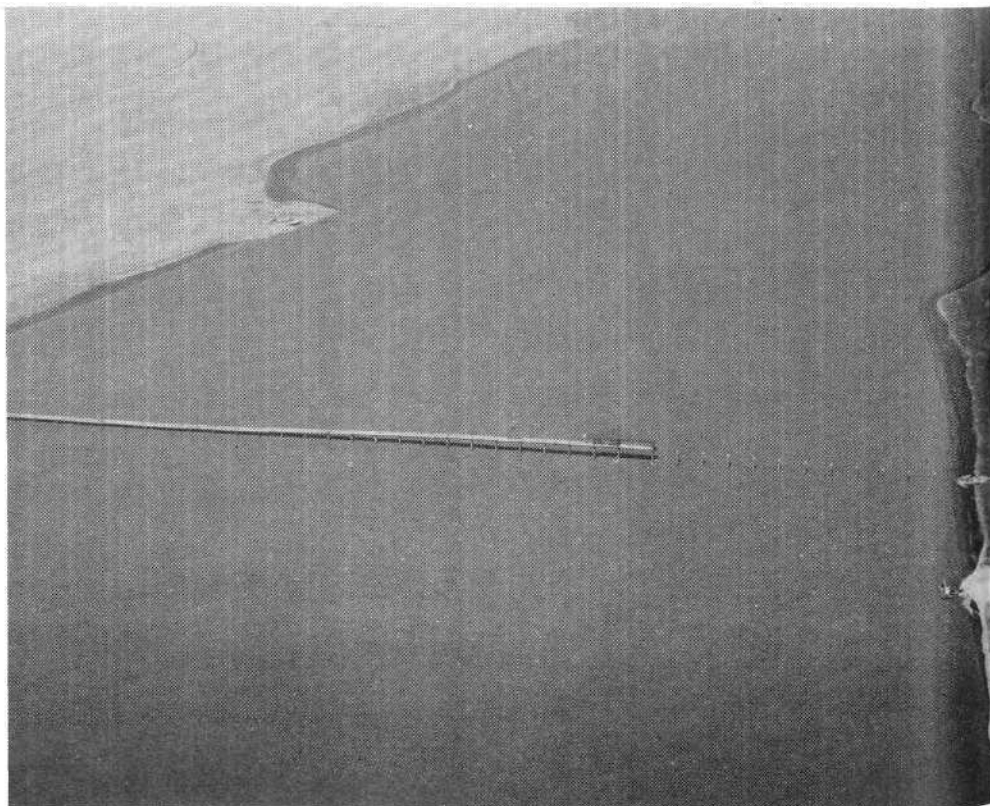
supporter et maintenir en position les voussoirs préfabriqués d'une travée entière de tablier par l'intermédiaire de suspentes équipées de vérins hydrauliques de réglage. La charpente constituant la flèche pèse 75 t

- un mât formé essentiellement de 2 grandes poutres caissons à inertie variable, de 21 m de hauteur. Ces poutres sont articulées en pied et maintiennent le long des 12 premiers mètres en partant du sommet une nappe de 10 haubans qui reprennent le poids mort de la travée suspendue lors de la pose. Le mât sans haubans pèse 25 t

- une flèche arrière de 3,00 m de hauteur et de 57 m de longueur, constituée d'une poutre treillis de 105 t reposant sur 2 appuis, l'appui arrière étant amovible et équipé de vérins de réglage. L'écartement des appuis varie de 40,16 m à 53,80 m en fonction de la travée sur laquelle prend position la poutre. 2 appuis de roulement, fixés sur cette flèche pour le déplacement longitudinal de la poutre, sont implantés de manière à répartir équitablement les 480 t de poids mort de la poutre.

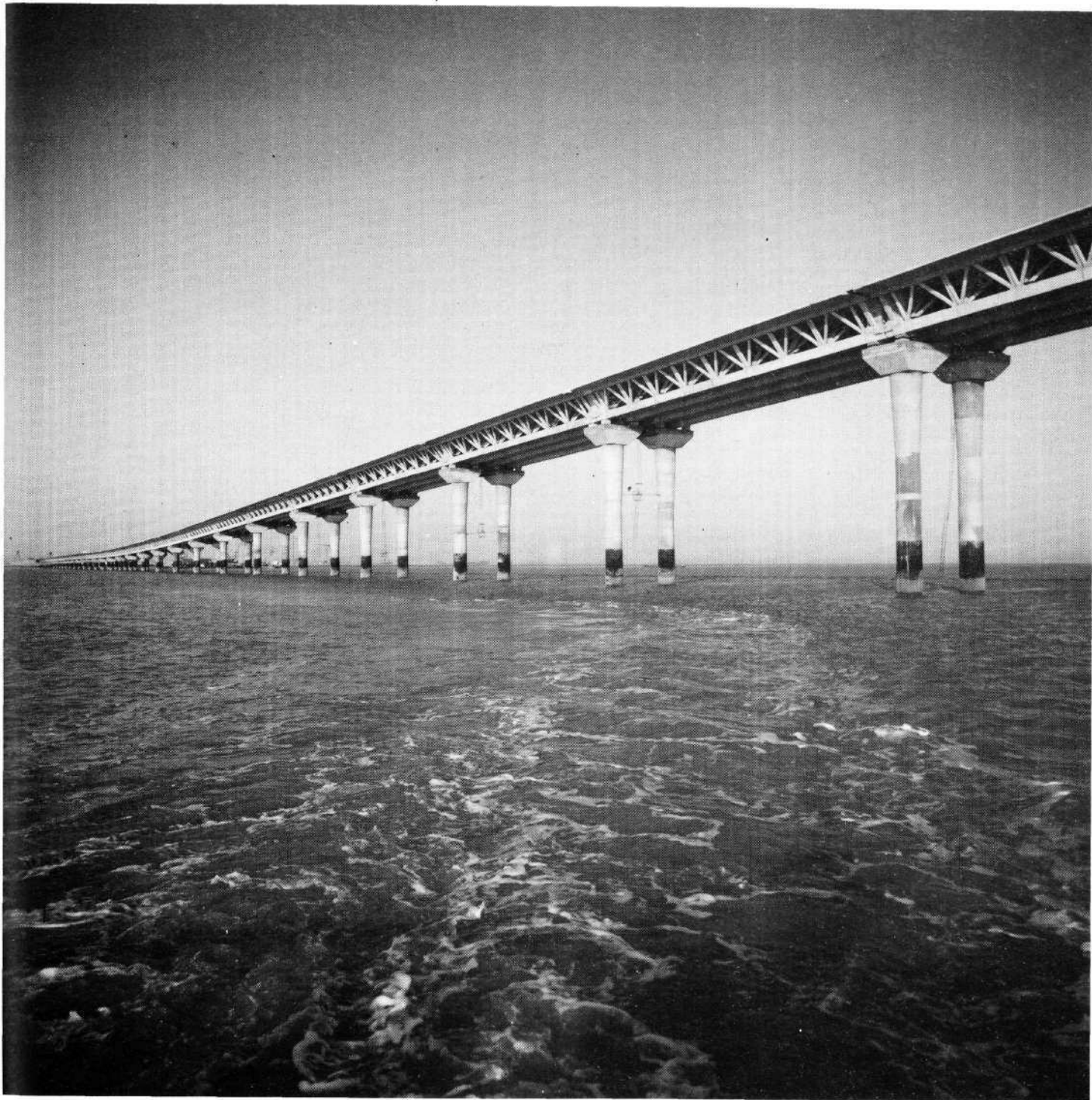
### III - 3 Fonctionnement de la poutre

Lors de la pose d'une travée, la poutre doit maintenir en console l'ensemble des 10 voussoirs préfabriqués de la travée avant leur intégration dans la structure définitive. Le lanceur est avancé à l'extrémité de la dernière travée posée et travaille uniquement en porte-à-faux sur 40 m. Il suspend d'un seul tenant les 8 voussoirs courants de la travée et les 2 voussoirs spéciaux de la pile suivante. Chaque voussoir est apporté sous l'arrière de la poutre dans le sens longitudinal : il est soulevé par un chariot qui



Vue aérienne du pont.





*Vue du pont de Bubiyan, avant finitions.*

le glisse sous la flèche. Il est alors tourné dans sa position normale, puis abaissé et attaché à des élingues verticales et horizontales qui permettent de le positionner et de mettre en contact son hourdis supérieur avec le voussoir précédent.

Une fois les 10 voussoirs suspendus, la passerelle de précontrainte est mise en place à l'extrémité de la travée. L'appui arrière du lanceur est ajusté pour amener l'extrémité de la travée (les 2 voussoirs sur piles) presque au contact des vérins d'appui des piles.

### III - 4 Précontrainte de la travée

8 câbles de précontrainte sont alors enfilés

avec leur gaine de protection dans les encoches du hourdis inférieur des voussoirs, et couplés avec ceux de la travée précédente. Ils sont mis en tension par paire, l'appui arrière du lanceur étant progressivement libéré de sa charge : les voussoirs sont alors totalement solidarisés, et la travée repose sur les vérins d'appui des piles dans sa configuration définitive. Durée totale de la pose : 16 à 18 heures.

## IV - Organisation du chantier

La construction et l'utilisation d'une poutre

de lancement capable de reprendre un moment de flexion de 22 000 tm constituait un pari technique impressionnant pour l'Entreprise Bouygues et un véritable acte de foi de la part du Maître d'Ouvrage.

Dès le premier viaduc, le cycle de 2 travées par semaine a été atteint, passant très rapidement à 3 puis 4 travées par semaine. Le pari était gagné : on savait poser une travée par jour.

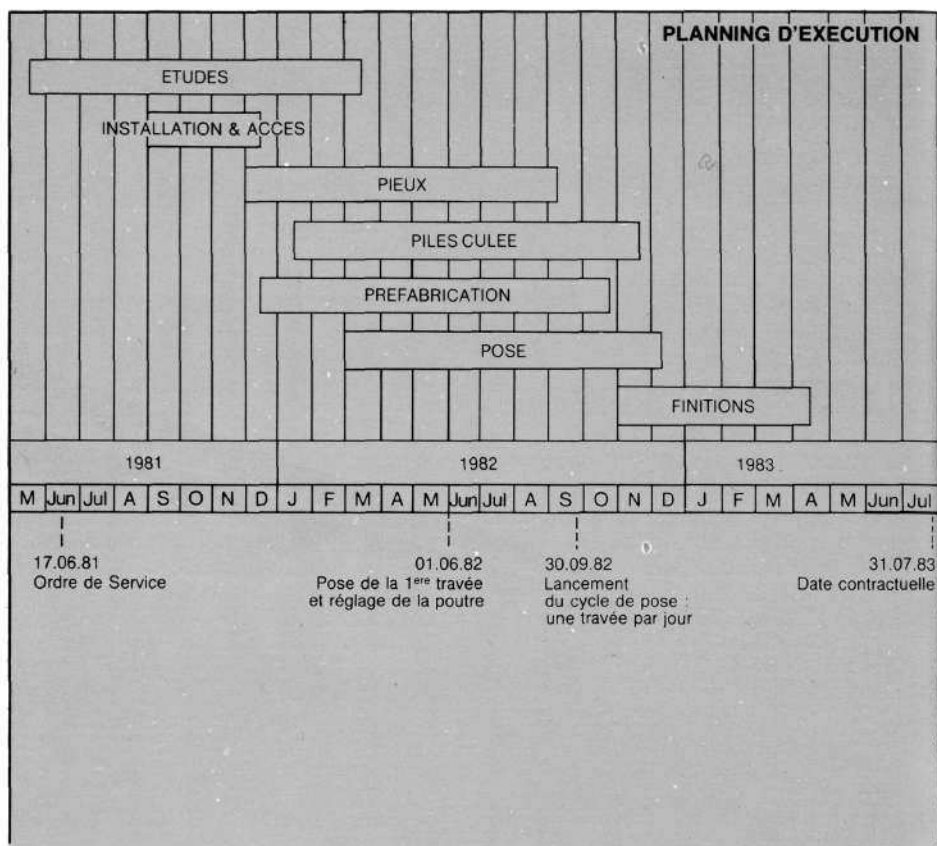
Cependant, si Bouygues peut aujourd'hui annoncer que le chantier sera terminé avec une avance de 5 mois sur le délai contractuel, c'est en grande partie grâce à l'organisation exceptionnelle du chantier qui a per-

mis, le forage et le bétonnage de 4 pieux par semaine, la préfabrication de 48 triangles par jour et de 20 voussoirs par semaine.

En effet, tout a été mis en œuvre pour assurer une parfaite continuité entre la conception et l'exécution du pont, et en particulier une liaison permanente entre le chantier et le siège comportait 3 innovations :

- la location d'une ligne téléphonique privée entre Koweït City et le siège ;
- en l'absence de ligne entre la ville de Koweït et le chantier, un support radio privé véhiculait simultanément la ligne privée, le téléphone et le télex ;
- l'utilisation de terminaux ordinateur permettant l'enregistrement et la transmission de messages entre le site et le siège et reliés à l'ordinateur du siège aussi bien pour la gestion que pour les aspects techniques. Le programme technique développé au siège était utilisé directement par le chantier pour le contrôle et la correction de la géométrie des voussoirs.

Cette liaison a contribué largement au succès de ce chantier isolé au milieu du désert, car sans celle-ci, l'application d'une technologie nouvelle devenait quasiment impossible.



## V - Modèle d'essai

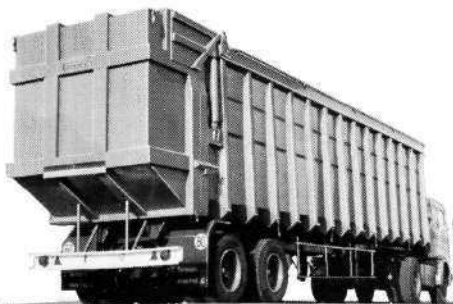
L'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR) a accordé à Bouygues un prêt dans le cadre de l'aide à l'innovation, afin de réaliser un modèle à l'échelle 1 de la structure du pont de Bubiyan. Les essais réalisés sur ce modèle dont le projet de base et la réalisation ont été confiés à Bouygues, ont permis de conclure à un comportement totalement satisfaisant de la structure. Pour ce modèle, SETRA a entrepris les calculs et a assuré le rôle de conseiller technique, l'instrumentation et les mesures ont été assurées par L.C.P.C. et le Laboratoire Régional du Bourget, et le contrôle et le pilotage des travaux par la D.R.E. de l'Île-de-France.

## Conclusion

Pour conclure, nous tenons à rendre hommage au Maître d'Ouvrage, le Gouvernement du Koweït, au Maître d'Oeuvre, le Ministère des Travaux Publics du Koweït et à ses Conseillers de l'Administration Fédérale Américaine des Routes et des Transports, pour le rôle essentiel qu'ils ont joué en ayant su discerner tout l'intérêt que représentait la structure proposée par Bouygues et en permettant ainsi la réalisation de cet ouvrage exceptionnel.

## SEMI-REMORQUE TRES GRAND VOLUME POUR TRANSPORT DE PRODUITS VOLUMINEUX

**plus grand que  
60m<sup>3</sup> utiles,  
bouclier hydraulique  
de compression,  
d'éjection.**



**ordures  
ménagères,  
déchets industriels,  
plaquettes,  
copeaux de bois,  
luzerne, pulpes de  
betteraves, etc...**

**bennes marrel marrel pac** ZI - St-Etienne Bouthéon - BP 56 | Tél./77/36.55.50  
42160 ANDREZIEUX BOUTHEON | Télex 330-806





## **Pont-cadre pour la déviation de la ligne S.N.C.F. au franchissement du torrent de la Ravoire à Bourg-St-Maurice (France)**

**Date d'exécution** : 1981 - 1981  
**Maître d'ouvrage** : S.N.C.F. région Chambéry  
**Montant des travaux** : 8.800.000 Frs

**Réalisation** : Entreprise Pressiat  
3, rue Paul-Montrochet 69002 LYON  
Tél. : (7) 842.08.96



# Les barrages-réservoirs du bassin de la Seine

par Pierre FAUVEAU

*Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées*

*Ingénieur général des Services Techniques de la Ville de Paris*

et Jean-Pierre DUBEL

*Ingénieur des Ponts et Chaussées*

*Ingénieur en chef des Services Techniques de la Ville de Paris*

## A. Rappel historique - Barrages-réservoirs existants

A la suite des inondations catastrophiques de 1910 et 1924, le département de la Seine avait décidé la création de barrages-réservoirs d'une capacité totale de 1 milliard de mètres cubes en vue de régulariser la Seine et ses affluents en amont de Paris par la réduction de l'importance des crues et le relèvement des débits d'étiage.

A la disparition du département de la Seine, cet objectif a été repris par l'Institution interdépartementale des barrages-réservoirs du bassin de la Seine (I.I.B.R.S.), formée par la Ville de Paris et les départements des Hauts-de-Seine, du Val-de-Marne et de la Seine-Saint-Denis.

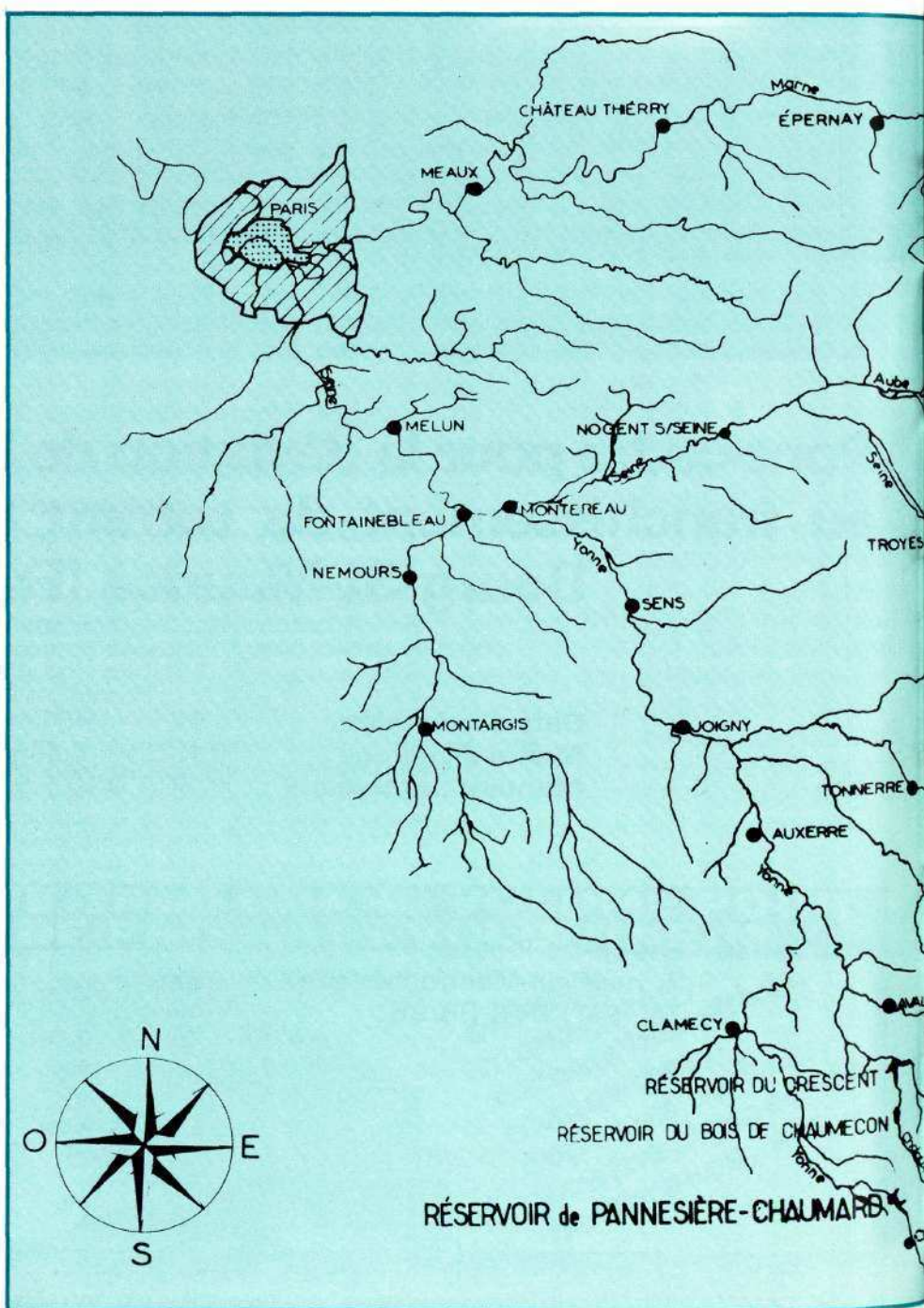
Trois grands ouvrages ont été réalisés, totalisant une capacité de 637,5 millions de mètres cubes :

- **Le barrage-réservoir de Pannesière-Chaumard**, établi dans le département de la Nièvre, c'est un ouvrage en béton barrant la vallée de l'Yonne. Il a une capacité de 82,5 millions de mètres cubes. Il a été mis en service en 1950.

- **Le barrage-réservoir "Seine"**, constitué de digues en terre, il est établi dans la forêt d'Orient près de Troyes (Aube) en dérivation sur la Seine et a une capacité de 205 millions de mètres cubes. Il a été mis en service en 1966.

- **Le barrage-réservoir "Marne"**, limité également par des digues en terre, il est établi en dérivation sur la Marne près de Saint-Dizier (Haute-Marne) dans la forêt du Der. Avec le barrage-réservoir de Champaubert-aux-Bois, qu'il a englobé, il a une capacité de 350 millions de mètres cubes. Il a été mis en service en 1974.

En outre l'Institution dispose d'une capacité de 24 millions de m<sup>3</sup> sur deux ouvrages situés dans le Morvan et destinés essentiellement à la production hydroélectrique : il s'agit des barrages de Crescent, sur la



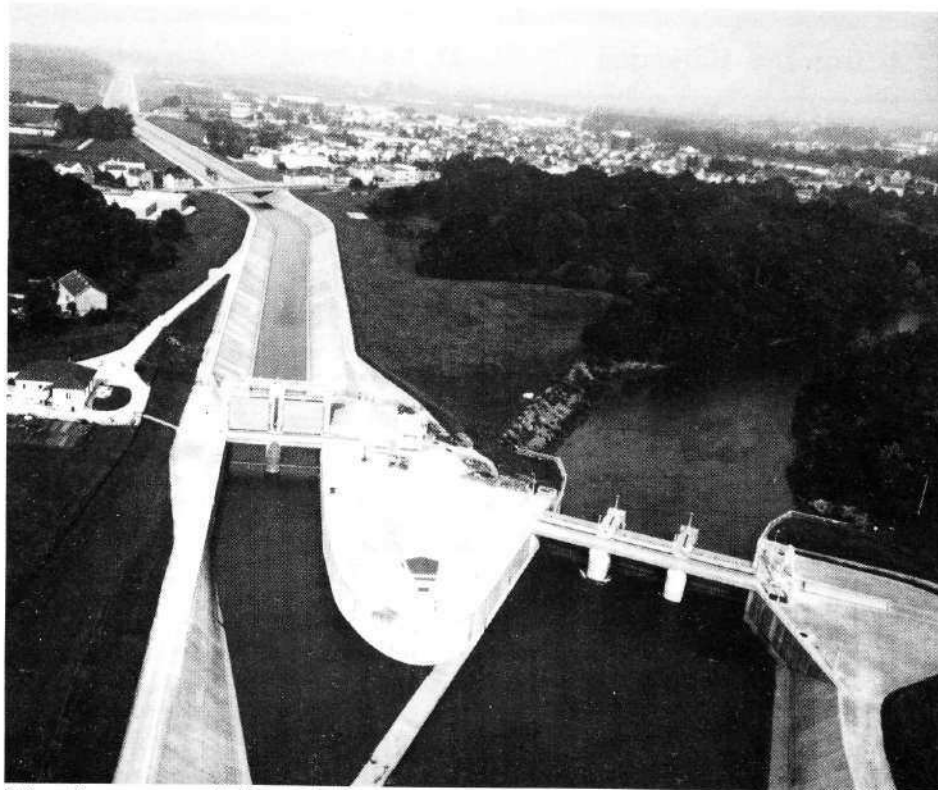
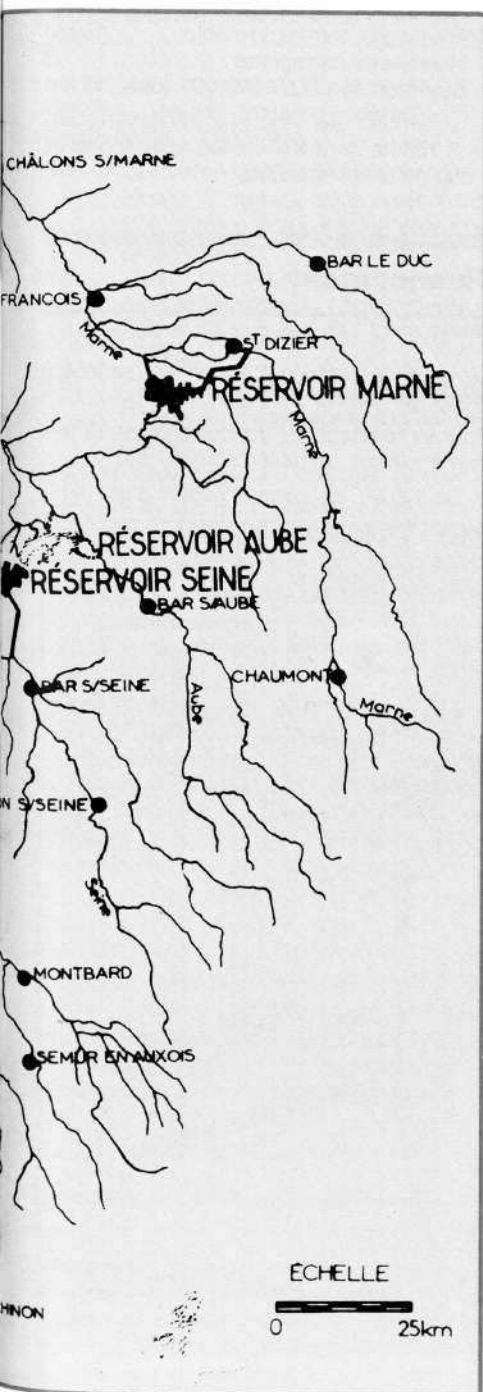


Cure, et du Bois de Chaumeçon, sur le Chaulx affluent de la Cure.

C'est donc un volume total de 661,5 millions de m<sup>3</sup> qui peut être exploité pour assurer la régularisation de la Seine et de ses affluents en amont de Paris.

## B. Les principes de l'exploitation des barrages

Deux objectifs, a priori contradictoires, ont justifié la construction des barrages-réservoirs.



Prise d'eau et canal d'aménée du barrage "Marne".

En vue de la **lutte contre les crues**, il serait souhaitable de maintenir les barrages vides le plus longtemps possible de manière à pouvoir emmagasiner le maximum d'eau lorsqu'une crue se présente.

Au contraire **pour renforcer les débits des rivières en période de basses eaux** en vue d'assurer en particulier la navigation sur la Seine et l'alimentation en eau de l'agglomération parisienne avec le maximum de sécurité, il serait souhaitable de maintenir les barrages-réservoirs pleins le plus longtemps possible de manière à pouvoir renforcer les débits des rivières dès qu'ils descendent en-dessous d'une valeur considérée comme critique.

Pour concilier ces deux objectifs, une étude statistique portant sur de très nombreuses années (50 à 100 ans) des débits des rivières a été faite en vue de définir les meilleures dispositions possibles pour la gestion des barrages.

Partant du fait que les étiages les plus durement ressentis des rivières du bassin de la Seine ont lieu en été et en automne et que les crues les plus importantes et les plus dommageables surviennent en hiver, il a été possible de définir pour chaque ouvrage un ensemble de règles de gestion codifiées dans un "règlement d'eau" approuvé par un arrêté préfectoral pris après enquête publique.

Ces règlements d'eau définissent, pour chaque ouvrage, un programme normal de remplissage des barrages du 1<sup>er</sup> novembre au 30 juin, et un programme normal de vidange du 1<sup>er</sup> juillet au 31 octobre. Les creux

disponibles pour l'écrêtement des crues sont donc décroissants de janvier à juin, en restant adaptés aux volumes nécessaires à leur écrêtement.

L'exploitation journalière est conduite en suivant ces programmes de remplissage et de vidange en l'absence de crues ou d'étiages prononcés. Lorsqu'une crue importante survient, le débit total laissé en rivière à l'aval de l'ouvrage est limité à une valeur fixée par le règlement d'eau, dite "débit de référence". Le remplissage peut donc être augmenté par rapport au programme normal pendant les périodes de crues. Dans ce cas, des délestages sont effectués en respectant le débit de référence afin de ne pas provoquer une crue artificielle pour revenir progressivement à la situation normale définie par la courbe théorique. Des dispositions analogues sont prévues pour limiter, en période de vidange, le débit total à l'aval de l'ouvrage. Les débits de référence sont par exemple fixés pour le réservoir "Seine" à 120 m<sup>3</sup>/s en période d'hiver et 40 m<sup>3</sup>/s pendant la période de vidange d'été, au cours de laquelle les débordements même légers peuvent être très préjudiciables à l'agriculture.

Pour éviter d'assécher les rivières à l'aval des prises d'eau, le remplissage des barrages ne peut être poursuivi que si le débit restant dans la rivière est supérieur à une valeur appelée "débit réservé". Si le débit naturel est inférieur à ce débit réservé, il ne peut être fait aucun prélèvement.



## C. Action des barrages

En période de crue les barrages "Seine" et "Marne" peuvent retenir un débit maximum de 588 m<sup>3</sup>/s correspondant à la capacité des canaux d'amenée respectivement de 180 et 408 m<sup>3</sup>/s. Compte tenu des barrages de Pannesière, de Crescent et du Bois de Chaumeçon, c'est un débit total de 660 m<sup>3</sup>/s qui peut être retenu alors que le débit de la Seine lors de la crue de 1910 a dû atteindre 2 500 m<sup>3</sup>/s.

Bien entendu l'action des barrages à Paris dépend pour chaque crue de la portion de bassin intéressée par la crue ; elle est maximum lorsque les zones contrôlées par les barrages sont à l'origine de la crue.

On a calculé que la hauteur maximum à Paris d'une crue analogue à celle de 1910 serait réduite de 1,30 m.

En période d'étiage les barrages peuvent apporter un débit supplémentaire de 55 m<sup>3</sup>/s, soit 5 millions de m<sup>3</sup> par jour alors que le débit naturel peut descendre en-dessous de 20 m<sup>3</sup>/s et que les prélèvements pour l'alimentation en eau de l'agglomération parisienne sont de l'ordre de 30 m<sup>3</sup>/s.

Ainsi en 1976, en l'absence des barrages, il aurait été indispensable de rationner l'eau et la navigation sur la Seine aurait été interrompue.

## D. Le barrage-réservoir "Aube"

Afin de poursuivre la régularisation de la Seine et de ses affluents en amont de Paris, l'Institution interdépartementale des barrages-réservoirs du bassin de la Seine a entrepris la construction d'un nouveau barrage-réservoir sur l'Aube.

Sa capacité sera de 175 millions de m<sup>3</sup> répartis en deux bassins : le bassin Amance à l'est d'une capacité de 23 millions de m<sup>3</sup> et le bassin Auzon-Temple de 152 millions de m<sup>3</sup> ; ils sont reliés par un canal de 1 500 m de longueur.

Sa surface de 2 500 ha est sensiblement équivalente à celle du Lac d'Annecy (2 813 ha).

Un canal d'amenée de 4 400 m de longueur amène les eaux de l'Aube vers le bassin Amance ; sa capacité de transport est de 135 m<sup>3</sup>/s, soit les 2/3 du débit maximum de l'Aube.

Le barrage permettra de restituer en été environ 15 m<sup>3</sup>/s.

Les deux bassins sont fermés par des digues en terre de 3 359 m de longueur et 16,5 m de hauteur maximale pour le bassin Amance, de 10 430 m de longueur et 22,5 m de hauteur maximale pour le bassin Auzon-Temple.

Les eaux sont restituées à l'Aube par un canal de 3 250 m de longueur, trouvant son

origine dans deux galeries jumelées de 130 m de longueur sous la digue de Brévonnes.

La réalisation de l'ouvrage comportera la mise en œuvre de :

• Déblais en terrain meuble	17 700 000 m <sup>3</sup>
• Déblais rocheux	385 000 m <sup>3</sup>
• Remblais compactés	5 800 000 m <sup>3</sup>
• Remblais rocheux	15 000 m <sup>3</sup>
• Terre végétale	85 000 m <sup>3</sup>
• Sables et graviers	685 000 m <sup>3</sup>
• Béton d'ouvrage	41 500 m <sup>3</sup>
• Revêtements bétonnés	300 000 m <sup>3</sup>
• Revêtements bitumineux	360 000 m <sup>3</sup>
• Ponts routiers	8
• Pont-rail	1
• Routes et chemins à rétablir	16 km
• Maisons de barragistes	8
• Déviation ligne EDF 220 000 volts	17 km

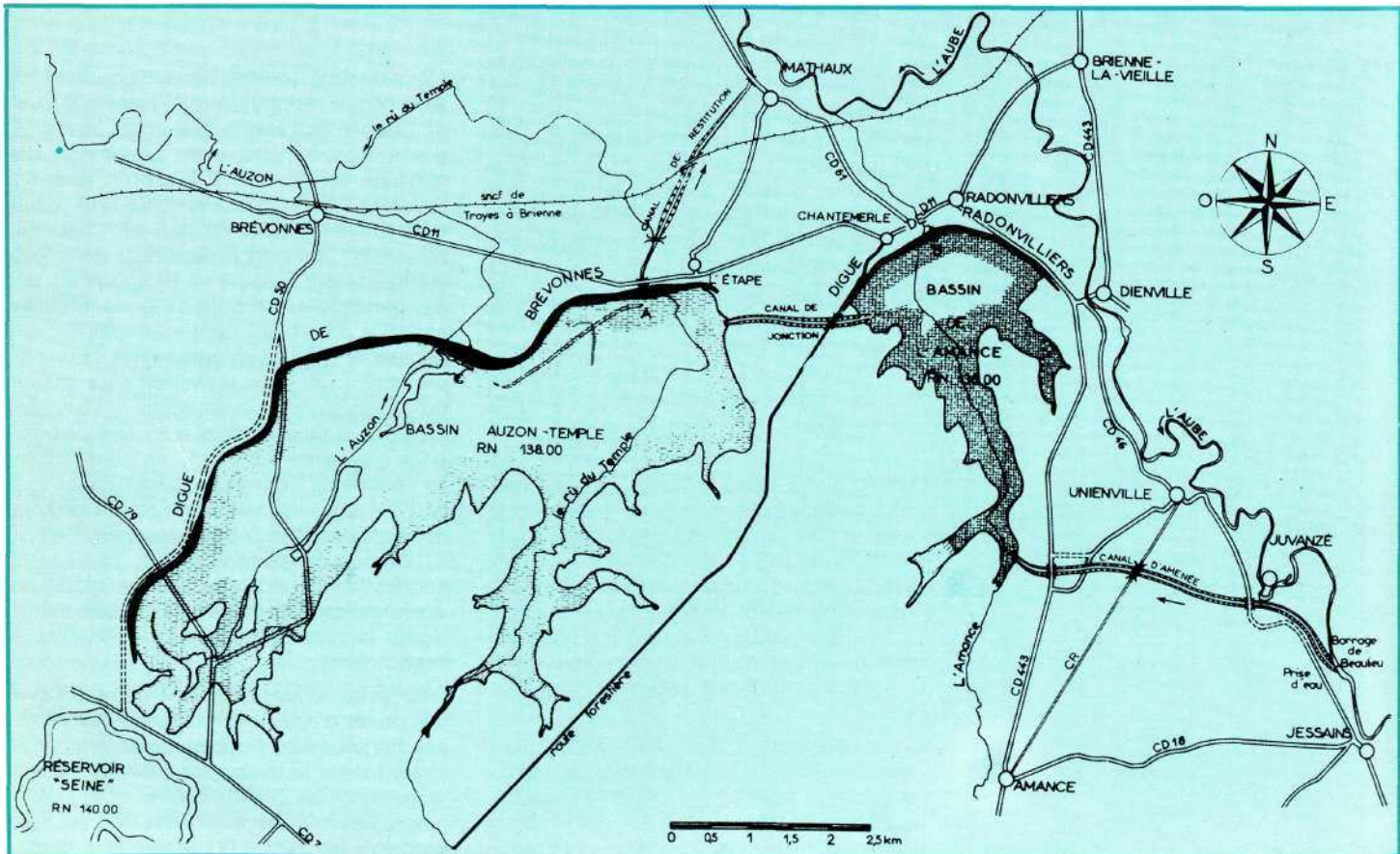
La superficie des emprises nécessaires est de 3 150 ha dont 830 de terres agricoles et 1 850 de terrains boisés.

## Financement

Le coût du barrage "Aube" est estimé à 1 200 MF (valeur 01.01.82).

Pour sa réalisation, l'Institution recevra des participations calculées comme suit :

1. De l'EDF, en compensation d'un débit





maximum de 1,5 m<sup>3</sup>/s évaporé par la centrale de Nogent-sur-Seine. Une participation forfaitaire, calculée sur la base de 100 MF (valeur 1978) actualisée avec une formule comportant une partie fixe qui représente environ 13 % de la dépense.

2. Le reste de la dépense sera réparti à raison de :

40 % pour l'Agence financière de bassin "Seine-Normandie".

30 % pour l'État (Ministère de l'environnement).

20 % pour l'Institution.

10 % pour la région Ile-de-France.

## Procédures administratives

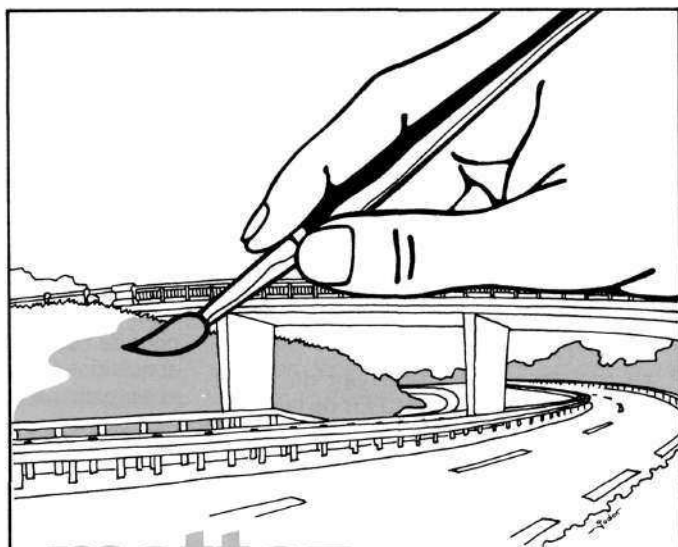
Les principales phases de la procédure administrative très complexe peuvent être schématisées comme suit :

- 1974 Décision de l'Institution de construire le barrage sous réserve de l'obtention des participations nécessaires.
- 1975 Prise en considération du projet par le Ministre de l'équipement. Mise à l'enquête de l'Instruction Mixte.
- 1976 Premier examen par le Comité Technique Permanent des barrages.
- 03.01.77 Ouverture de l'enquête de DUP.
- 22.12.77 Arrêté du Préfet de l'Aube. Déclaration d'utilité publique.
- 14.09.79 Décision du Comité Interministériel d'Aménagement du territoire concernant le financement du barrage et les mesures d'accompagnement.
- 17.12.79 Enquête de défense contre les eaux et publication de l'étude d'impact.
- 16.06.80 Arrêté de cessibilité.
- 25.06.80 Ordonnance d'expropriation.
- 06.05.81 Arrêté interministériel autorisant officiellement l'Institution à réaliser les travaux.
- 07.07.82 Deuxième examen par le Comité Technique Permanent des barrages.

Il reste à engager, avant la mise en service de l'ouvrage, l'enquête hydraulique préalable à l'approbation du règlement d'eau.

## Mesures compensatoires

L'ensemble de ces mesures, destinées à assurer l'insertion locale du réservoir, a fait l'objet de négociations longues et difficiles entre l'Institution, le département de l'Aube et la Fédération Départementale des Exploitants Agricoles.



mettez  
une touche de  
vert  
dans le décor...

# BIOVERT

*un procédé d'engazonnement efficace  
sur sols stériles ou sans terre végétale ...*

### PRINCIPE

Ce procédé consiste à installer dans la couche superficielle du sol des colonies microbiennes. Celles-ci dégradent les matières organiques qui donnent aux plantes les solutions minérales dont elles peuvent se nourrir. Les végétaux peuvent alors se développer, leurs racines fouillent le sol, l'aèrent, puis se décomposent en donnant naissance à l'humus qui caractérise les terres végétales.

### UTILISATIONS

Biovert peut s'appliquer à tous les cas, s'il s'agit d'implanter rapidement une végétation :

- talus de routes et bas-côtés,
- terre-plein central d'autoroutes,
- digue de retenue,
- dunes et sables,
- pistes de ski,
- décharges publiques, etc...

**SOCIETE SOTEV/BIOVERT - TEL. (80) 34.34.95  
R.N. 74 - DIJON-BEAUNE - 21220 FIXIN**



**78, RUE DE LA COUDRE  
71000 CHALON-SUR-SAONE  
TEL. 16 (85) 46.16.31**

# BIOVERT

M. l'Inspecteur Général Rousselin a été chargé par le Ministre de l'environnement d'une mission d'arbitrage dont les conclusions ont été retenues par le Conseil interministériel d'aménagement du territoire du 14 septembre 1979. Ces mesures portent essentiellement sur :

1. Le financement du remembrement et des travaux connexes des communes touchées, soit une surface de 8 000 ha environ.

2. Le préfinancement à hauteur de 5 MF par l'intermédiaire de la SAFER de la réinstallation d'agriculteurs évincés.

3. La participation :

3.1. au recalibrage de l'Aube et de la Seine pour assurer l'écoulement des lâchures sans débordement en période d'été et faciliter les délestages après crue (à hauteur de 80 % de la dépense).

3.2. à la reconstitution du potentiel agricole :

- par le drainage de 3 400 ha de terres humides (à hauteur de 10 % de la dépense, venant compléter une subvention de 30 % du Ministère de l'agriculture),
- par l'aménagement de 100 km d'émissaire secondaire (à hauteur de 30 % de la dépense, venant compléter une subvention de 50 % du Ministère de l'agriculture).

4. Reconstitution du potentiel forestier par l'acquisition et la remise en état de 1 850 ha de forêts dégradées.

## Déroulement des travaux

Actuellement l'État a mis à la disposition de l'Institution les crédits lui permettant d'engager près de 500 MF de travaux.

De plus, l'Agence financière de bassin "Seine-Normandie" a en outre, avec l'accord de l'État, assuré le préfinancement des acquisitions de terrains évaluées à 135 MF et actuellement réalisées à plus de 60 %.

Les acquisitions sont réalisées par accord amiable pour la quasi totalité des parcelles.

Les travaux préliminaires ont été largement engagés (rétablissement de communications, remembrement, etc.).

Le 1<sup>er</sup> lot de travaux comportant le barrage en rivière et le canal d'aménée a été mis en appel d'offres au début de juillet 1982.

Le 2<sup>e</sup> lot comportant la digue de Radonvilliers sera mis en appel d'offres à la fin de 1982.

L'appel d'offres pour le canal de jonction suivra rapidement.

La digue de Brévonnes et le canal de restitution devraient être lancés à la fin 1983.

La première mise en eau du barrage est prévue en 1987.

Les barrages-réservoirs du bassin de la Seine sont le lieu d'une animation touristique très active mettant à profit les vastes

plans d'eau qu'ils forment (4 800 ha pour le barrage "Marne").

Cette animation touristique est concédée par l'Institution à des organismes locaux, Départements ou Syndicats Mixtes, regroupant les départements et les communes d'implantation des ouvrages ainsi que les chambres de commerce et des métiers.

Elle s'inscrit entièrement dans le cadre des objectifs fondamentaux des barrages qui sont la lutte contre les crues et le soutien des étiages sans qu'il en résulte d'incidence sur leur programme de remplissage ou leur vidange.

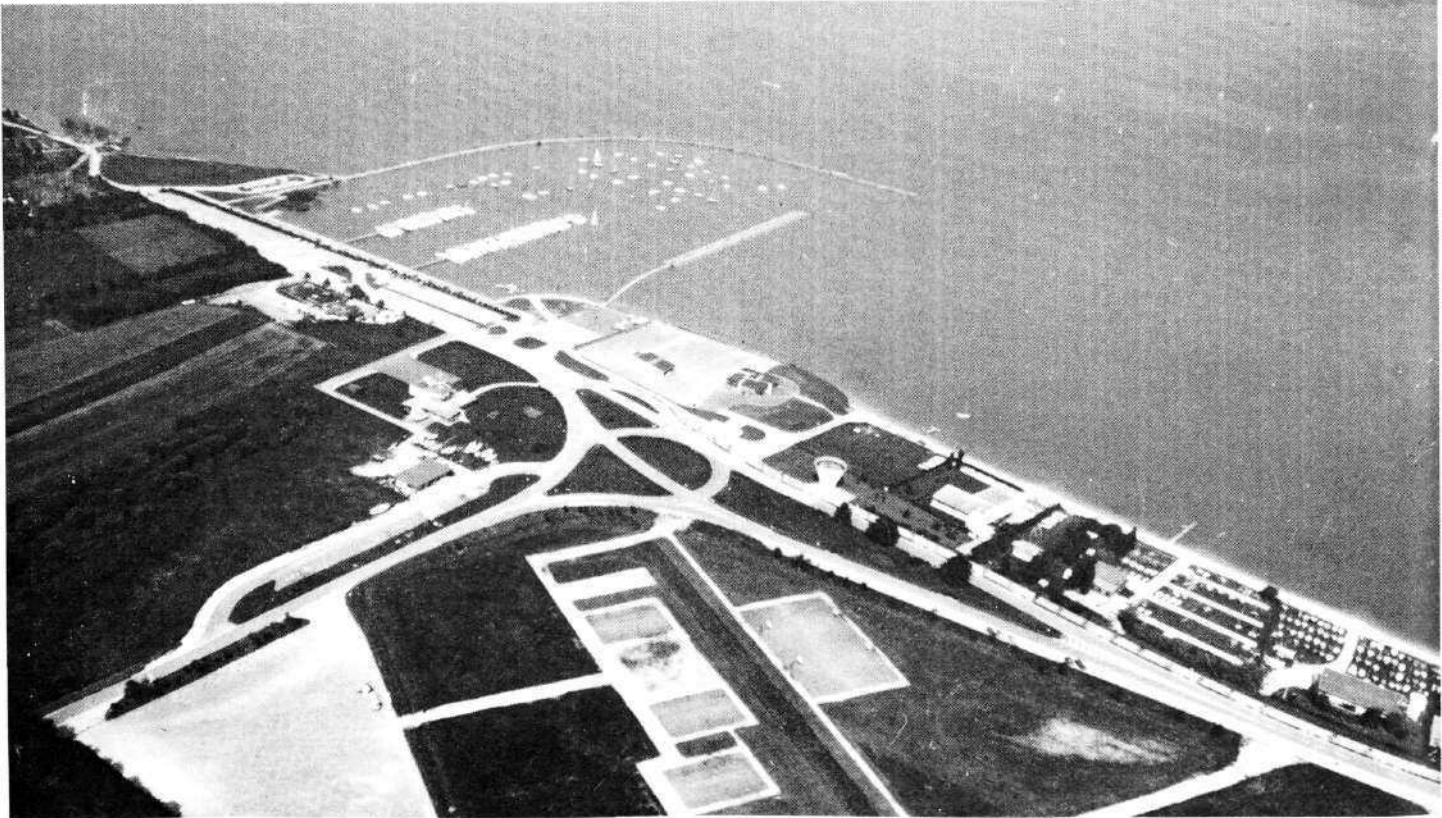
La régularisation de la Seine et de ses affluents est le résultat d'une grande continuité dans l'action de la part des responsables politiques et techniques de l'agglomération parisienne, et ceci à travers tous les changements qu'elle a connus depuis plus de cinquante ans.

Cette continuité d'action a déjà permis de réduire très sensiblement les dégâts des crues dans les vallées de la Seine et de la Marne, d'assurer l'approvisionnement en eau des populations, de maintenir la navigation sur la Seine même au cours des années les plus sèches et d'améliorer la qualité de la Seine dans la traversée de l'agglomération parisienne.

Il reste à souhaiter que cette continuité se poursuive en vue d'achever la régularisation de la Seine et de ses affluents en amont de Paris. D'ici la fin du siècle elle nécessiterait la réalisation d'un nouveau barrage sur un des affluents de la Marne et dans le bassin de l'Yonne très sous-équipé.

Barrage Seine : le pont de Mesnil Saint-Denis

(Photo Gérard Guillot)





## Le Corps des Ponts et Chaussées

par A. BRUNOT et R. COQUAND  
Paris - Éditions du C.N.R.S. (1)

Il n'est pas nécessaire de présenter à nos lecteurs MM. Brunot et Coquand, Ingénieurs généraux des Ponts et Chaussées qui, ont occupé deux des plus hautes fonctions de notre Corps, Directeur de l'École des Ponts et Chaussées d'une part, Vice-Président du Conseil général des Ponts et Chaussées d'autre part. Au terme de carrières au service de l'État qui honorent notre corps, ils ont mis en commun leurs connaissances approfondies pour en écrire l'histoire : leur livre intitulé "Le Corps des Ponts et Chaussées" vient ainsi prendre place dans la collection du C.N.R.S. qui s'intitule "Histoire de l'Administration française". Héritier des attributions de Sully nommé agent Grand Voyer par un édit d'Henri IV de 1599, notre Corps voit se préciser ses structures et ses fonctions sous l'impulsion très précise de Colbert. C'est à cette époque qu'apparaît son nom actuel.

L'ouvrage est évidemment impossible à résumer ici tant il est dense et complet, abordant pas à pas toutes les transformations du corps, l'évolution de ses missions, les textes qui les ont définies mais aussi à travers de nombreux documents parfois inédits la carrière des plus illustres de nos prédécesseurs et la vie quotidienne de nombre d'autres. Sur ce dernier point, beaucoup d'entre nous ne prendront pas sans surprise connaissance des réflexions des jeunes ingénieurs en premier poste sur le terrain au 19<sup>e</sup> siècle, y retrouvant la préfiguration de leur propre expérience concrète. L'intérêt immédiat de cet ouvrage est donc de dégager les lignes directrices de l'histoire de notre corps tout en évoquant de façon riche et humaine la vie quotidienne, les difficultés et les satisfactions de ses membres.

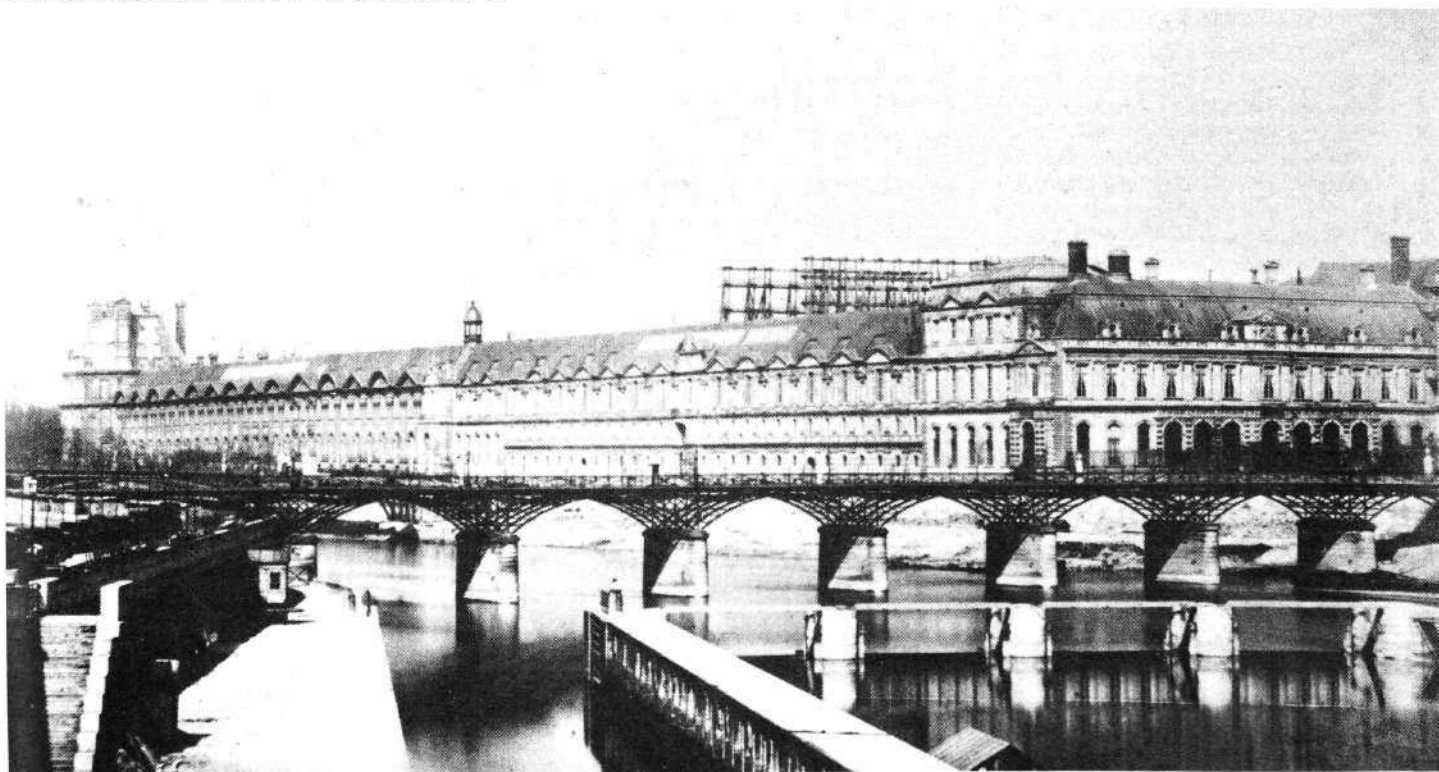
Au-delà de ce premier aspect et sans pré-

tendre épuiser ainsi le sujet, il est frappant de noter plusieurs constantes dans notre histoire. D'abord même au-delà de la période d'émergence du corps, il a fallu redéfinir sans cesse les domaines d'actions, les structures d'accueil, les statuts : le corps a su se maintenir à travers un effort d'imagination qui, à chaque bouleversement, a permis à la collectivité de continuer à profiter de l'investissement qu'elle avait fait en recrutant et en formant des jeunes issus de l'École Polytechnique ou d'autres formations. Il est vrai qu'en d'autres temps des statuts plus souples permettaient des passages aisés entre les différents métiers à caractère public et même entre le secteur public et le secteur privé. La nécessité où nous sommes aujourd'hui de procéder à des reclassements partiels soit dans nos statuts, soit dans notre fonction s'inscrit donc dans l'histoire.

La seconde constante dans notre histoire est le rôle de l'École des Ponts. Fondée en 1747 par Perronet, elle est restée jusqu'à nos jours le lieu où les ingénieurs des Ponts et Chaussées acquièrent leur identité en même temps que les connaissances techniques et pratiques nécessaires à l'exercice de leur métier.

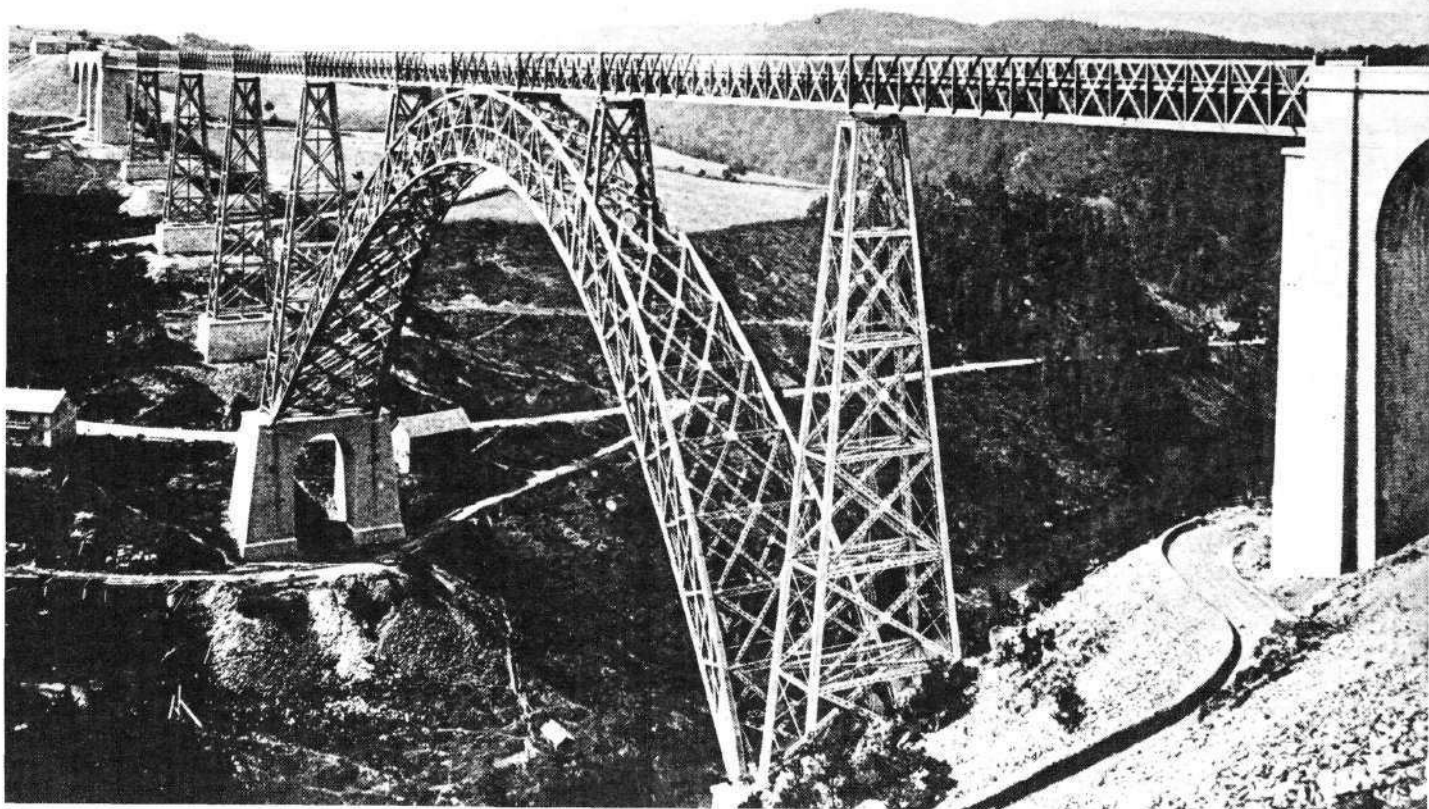
Il faut noter enfin l'extrême diversité des destins individuels. Les ingénieurs des Ponts et Chaussées ont été honorés au fil

Passerelle des Arts, achevée en 1804. Premier pont métallique en France. Accidentée, démontée en 1981. Au premier plan écluse de la Monnaie supprimée en 1923. Document ENPC.



(1) Le Corps des Ponts et Chaussées par A. BRUNOT et R. COQUAND. Éditions du CNRS (390 F).

Nous signalons aux lecteurs intéressés par cet ouvrage, que le CNRS consentirait une réduction pour une commande groupée. PCM est donc prêt à enregistrer les commandes éventuelles de ses lecteurs afin de les faire bénéficier de meilleures conditions.



Viaduc de Garabit.

des temps de la présence parmi eux de personnalités fortement originales. Citons parmi les scientifiques : Cauchy, Gay-Lussac, Fresnel, Becquerel, Poinsot, Coriolis, Barre de Saint-Venant, Darcy, Blondel, etc... ; parmi les créateurs d'industries : Vicat pour les ciments, Bienvenue pour le métro, Freyssinet pour le béton. Rappelons aussi l'influence extrêmement large d'Albert Caquot dans beaucoup de domaines comme la résistance des matériaux, la mécanique des sols, la réalisation d'ouvrages mais aussi l'aviation et la production d'énergie, tous ses travaux ont fait d'Albert Caquot le prototype de l'ingénieur moderne : capable d'aller de la théorie à la réalisation, mais aussi capable de changer complètement de domaine d'activité au gré des besoins du pays, en puisant dans le sens de la matière et du concret la continuité de son action.

Nous nous arrêterons ici dans l'évocation d'un livre essentiel pour l'ensemble des membres de notre corps et, après avoir indiqué que l'ouvrage comprend en annexe la liste complète des ingénieurs des Ponts et Chaussées depuis Colbert, nous nous bornerons à conseiller vivement à nos camarades de prendre connaissance de cet ouvrage.

## Formation continue E.N.P.C.

### Ouvrages d'art

Les passerelles piétonnes et les passerelles cyclables	1 <sup>er</sup> au 3 mars	Paris
Les ponts-types	8 au 10 mars	Paris
La portance des ouvrages. Les transports exceptionnels	22 au 24 mars	Paris
Les fondations anciennes	3 au 6 mai	Bayonne
Les tunnels	25 au 27 mai	Nice
L'exécution des ponts en béton : problèmes d'exécution liés aux types d'ouvrages	31 mai au 3 juin	Paris

**Marie-Dominique SALAUN-VAUJOUR ou Christine ROSE**  
**ENPC - 28, rue des Saints-Pères 75007 Paris - Tél. (1) 260.34.13 et (1) 260.14.80**



## DÉCISIONS

M. Alain **PLAUD**, I.P.C., en disponibilité, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1982, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement auprès du Ministère des Relations Extérieures sur un emploi d'Attaché de Coopération au Consulat Général de France à Québec.  
Arrêté du 17 septembre 1982.

M. Daniel **ROBEQUAIN**, I.C.P.C., Directeur du Service Technique de l'Urbanisme, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, pris en charge par la ville de Nantes en qualité de Directeur Général des Services Techniques.  
Arrêté du 17 septembre 1982.

M. Reynald **SEZNEC**, I.C.P.C., au L.C.P.C., est, à compter du 23 septembre 1982, pris en charge par la Société pour la Mesure et le Traitement des Vibrations et du Bruit (METRAVIB) en qualité de Directeur de la Recherche.  
Arrêté du 22 septembre 1982.

M. Guy **TRECU**, I.C.P.C., Directeur Départemental de l'Équipement de la Meuse, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.  
Arrêté du 23 septembre 1982.

M. Robert **VION**, I.C.P.C., en service détaché auprès du Ministère des Relations Extérieures, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1982, réintégré dans son corps d'origine et affecté à la Direction des Affaires Économiques et Internationales.  
Arrêté du 24 septembre 1982.

M. Xavier **HUILLARD**, I.P.C. à la Direction des Affaires Économiques et Internationales, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, placé en position de disponibilité pour convenances personnelles pour une période maximale de deux ans.  
Arrêté du 24 septembre 1982.

M. Dominique **GARDIN**, I.P.C. est, à compter du 18 juin 1982, maintenu en position de disponibilité pour une nouvelle et dernière période de trois ans auprès de la Fédération Nationale des Travaux Publics pour continuer à y exercer les fonctions de Chef du Service des Affaires Internationales.  
Arrêté du 28 septembre 1982.

M. Charles **CHEVRIER**, I.G.P.C. est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, placé en position de disponibilité pour une période de trois ans, auprès de l'Organisation des Producteurs d'Énergie Nucléaire (O.P.E.N.) en qualité d'Administrateur Délégué.  
Arrêté du 28 septembre 1982.

M. Jacques **BLOCK**, I.G.P.C., attaché au Conseil Général des Ponts et Chaussées, est, à compter du 1<sup>er</sup> juin 1982, pris en charge par la Compagnie Générale d'Électricité en qualité de Chargé de Mission dans le domaine des grandes infrastructures internationales.  
Arrêté du 30 septembre 1982.

M. Henri **DUPRAY**, I.C.P.C., Adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement d'Ille-et-Vilaine est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.  
Arrêté du 4 octobre 1982.

M. Michel **DROCOURT**, I.C.P.C., en service détaché auprès de la S.C.E.T., est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, maintenu dans la même position auprès de ce même organisme pour une nouvelle période de cinq ans éventuellement renouvelable, pour continuer à y exercer les fonctions de Directeur Adjoint.  
Arrêté du 4 octobre 1982.

M. José **COHEN-AKNINE**, I.P.C., mis à la disposition du Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, remis à la disposition de son administration d'origine et affecté à la Direction Départementale de l'Équipement des Yvelines en qualité de Chef de l'Arrondissement d'Urbanisme Opérationnel et d'aide au logement, en remplacement de M. **MAUGIS**.  
Arrêté du 6 octobre 1982.

M. Guy **MAUGIS**, I.P.C., à la Direction Départementale de l'Équipement des Yvelines, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, pris en charge par la Société de Vente de l'Aluminium Pechiney pour y exercer les fonctions d'Ingénieur chargé des problèmes de l'Énergie à la Direction de la Stratégie, de l'Organisation et du Pilotage.  
Arrêté du 6 octobre 1982.

M. Hubert **ROUX**, I.C.P.C. est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement auprès de la Société d'Études et d'Entreprises Générales (SODETEG) pour y exercer

les fonctions de Directeur Technique Général.  
Arrêté du 8 octobre 1982.

M. Claude **HOSSARD**, I.C.P.C. en service détaché auprès de la DATAR, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, réintégré dans son corps d'origine et affecté à la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière en qualité d'adjoint au Directeur.  
Arrêté du 12 octobre 1982.

M. Patrice **PARISE**, I.P.C., chargé de mission au Service du Bâtiment et des Travaux Publics à la Direction des Affaires Économiques et Internationales, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, chargé au sein de la même direction du Bureau de la Coordination pour l'exportation à la Sous-Direction des Entreprises.  
arrêté du 14 octobre 1982.

M. Bernard **JULLIEN**, I.P.C. en service détaché auprès du Port Autonome de Nantes Saint-Nazaire, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1980, maintenu dans la même position auprès du Port Autonome de Nantes Saint-Nazaire pour une nouvelle période de cinq ans, en qualité de Directeur de l'Exploitation.  
Arrêté du 18 octobre 1982.

M. Jacques **JOUBERT**, I.P.C. en service détaché auprès du Port Autonome de Rouen, est, à compter du 19 septembre 1982, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement auprès du Ministère délégué chargé de la Coopération et du Développement pour servir au Cameroun au titre de la Coopération Technique, en qualité d'Ingénieur Économiste chargé de la Prospective à l'Office National des Ports du Cameroun à Douala.  
Arrêté du 18 octobre 1982.

M. Pierre **MONADIER**, I.P.C. en service détaché auprès du Port Autonome de Dunkerque, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, réintégré dans son corps d'origine et nommé Adjoint au Chef du Service Central Technique des Ports Maritimes et des Voies Navigables.  
Arrêté du 18 octobre 1982.

M. Alain **LIPIEC** dit LIPIETZ, I.P.C. en service détaché auprès du Centre d'Études Prospectives d'Économie Mathématique appliquées à la Planification (CERREMAP) est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement auprès du Centre National de la Recherche Scientifique sur un emploi de chargé de Recherche.  
Arrêté du 20 octobre 1982.

M. Michel **PECHERE**, I.C.P.C., en service détaché auprès du Port Autonome de Dunkerque en qualité de Directeur de ce Port, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1981, maintenu dans la même position et dans les mêmes fonctions auprès de cet Organisme pour une nouvelle période de cinq ans éventuellement renouvelable.  
Arrêté du 21 octobre 1982.

M. Daniel **CINTRA**, I.P.C. en disponibilité pour études et recherches est, à compter du 16 octobre 1982, maintenu en disponibilité pour études et recherches pour une dernière période de trois ans.  
Arrêté du 25 octobre 1982.

M. Dominique **BOUTON**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Équipement de Seine-Saint-Denis est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, affecté à la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière pour y être chargé de la Sous-Direction "Sécurité et Signalisation".  
Arrêté du 26 octobre 1982.

M. Michel **AFFHOLDER**, I.C.P.C. en service détaché auprès de l'Agence Nationale pour la récupération et l'élimination des déchets en qualité de Directeur, est, à compter du 8 mars 1982 maintenu dans la même position et dans les mêmes fonctions auprès de cet organisme pour une nouvelle période de cinq ans éventuellement renouvelable.  
Arrêté du 27 octobre 1982.

M. Roland **FISZEL**, I.P.C., mis à la disposition du Ministère de l'Économie et des Finances, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, remis pour ordre à la disposition de son administration d'origine en vue d'un détachement auprès de la Compagnie de Saint-Gobain pour y exercer les fonctions de Directeur Financier et Administratif.  
Arrêté du 29 octobre 1982.

## NOMINATIONS

Les Ingénieurs Élèves des Ponts et Chaussées dont les noms suivent sont, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1982, nommés Ingénieurs des Ponts et Chaussées :

MM. **ARISTAGHES** Pierre,  
**BENABOU** Roland,  
**BONNET** Jean-Marc,  
**BRANDYS** Pascal,  
**CAILLAUD** Bernard,  
**CORFDIR** Alain,  
**DAMBRINE** Antoine,  
**DEBIERRE** Félix,  
**DELAYE** Marc,  
**DELPEUCH** Pierre,  
**FREROT** Antoine,  
**FRIGGIT** Jacques,  
**LAMBERTON** Damien,  
**LARROUTOUROU** Bernard,  
**LIPPERA** Daniel,  
**PARADIS** Charles,

**PENDARIAS** Daniel,  
**PHILIPPE** Hervé,  
**PIET** Olivier,  
**PINDAT** Gilles,  
**POCHET** Frédéric,  
**RAOUL-DUVAL** Didier,  
**SCHWOB** Bernard,  
**SEGUIN** Richard,  
**SIMONNET** Didier,  
**THIRIEZ** Sébastien.  
Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 1982.

Les Ingénieurs des Travaux Publics de l'État (Service de l'Équipement) dont les noms suivent sont nommés, à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1982, Ingénieurs des Ponts et Chaussées :

MM. **BOURGET** Christian,  
**PARISE** Patrice,  
**RATTIER** Philippe,  
**GRUFFAZ** François,  
**LE BLOAS** Michel,  
**PENNA** Sylvain,  
**MONTAGARD** Jacques,  
**JANIN** Guy.  
Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 1982.

M. Jean **MICHEL**, I.P.C., adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement du Jura, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982,

nommé Directeur Départemental de l'Équipement de la Meuse.  
Arrêté du 23 septembre 1982.

Les Ingénieurs Divisionnaires des Travaux Publics de l'État (Service de l'Équipement) dont les noms suivent sont nommés Ingénieurs des Ponts et Chaussées :

MM. **LECROQC** Philippe,  
**LE DORE** Francis,  
**VIGNE** Pierre,  
**PERRELLON** André,  
**BILLIERE** Augustin.  
Arrêté du 16 juin 1982.

M. Lionel **ODIER**, I.G.P.C., en service détaché auprès du B.C.E.O.M., est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1982, réintégré dans son administration d'origine et nommé membre attaché au C.G.P.C.  
Arrêté du 29 septembre 1982.

M. Philippe **OBLIN**, chargé par intérim des fonctions de Secrétaire Général du C.G.P.C., est, à compter du 22 août 1982, nommé Secrétaire Général du C.G.P.C. et en cette qualité désigné comme membre attaché du dit conseil.  
Arrêté du 6 octobre 1982.

# SBTP

SIÈGE SOCIAL

13, Avenue Morane Saulnier  
78140 VÉLIZY-VILLACOUBLAY - France  
Boîte Postale 75

Tél. : 946.96.95

Télex : PAVEL 698 732 F - Câbles : SPIBATI-VÉLIZY

Société anonyme au capital de : 114.000.000 Fs  
R.C. VERSAILLES B 315 042 671

Groupe **SPIEBATIGNOLLES**



M. Roger **GOUET** est désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement à compter du 2 juillet 1982.  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Robert **FAURE** est désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement à compter du 2 juillet 1982.  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Marcel **BASSO**, I.P.C., chargé de l'arrondissement opérationnel à la Direction Départementale de l'Équipement du Gard, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, nommé au sein de la même direction, adjoint au directeur, chargé des Infrastructures et reste en sus chargé de l'arrondissement opérationnel.  
Arrêté du 21 octobre 1982.

M. Bernard **DURAND**, I.P.C., est, à compter du 15 novembre 1982, nommé chef du CETUR, en remplacement de M. GRESIER.  
Arrêté du 2 novembre 1982.

## MUTATIONS

M. Georges **PERRIN**, I.P.C., à la Direction Départementale de l'Équipement de Côte-d'Or, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1982, muté à la Direction Départementale de l'Équipement du Doubs pour y être chargé du Service Habitat et Équipement des Collectivités locales (H.E.C.).  
Arrêté du 23 septembre 1982.

M. Pierre **GOUPIL**, I.P.C. au Service de la Navigation de Nancy, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, muté en qualité de chargé de mission auprès du Directeur du Personnel au sein de la mission "Vie des Services".  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Pierre-Louis **PETRIQUE**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Équipement du Haut-Rhin, est, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 1982, muté à la Direction Départementale de l'Équipement de la Charente-Maritime pour y être chargé de l'arrondissement Maritime.  
Arrêté du 19 octobre 1982.

## RETRAITES

M. Jean-Pierre **TARDIEU**, I.P.C., en disponibilité depuis le 1<sup>er</sup> novembre 1977, est réintégré dans son administration d'origine et admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 27 septembre 1982.

M. Roger **GANTES**, I.C.P.C., est, à compter du 4 mars 1983, admis sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Émile **LAPLACE**, I.C.P.C., à la Direction Départementale de l'Équipement de la Haute-Savoie, est, à compter du 18 mars 1983, admis à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Pierre **FOUQUET**, I.G.P.C., à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement, est, à compter du 2 janvier 1983, admis à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Michel **LAURENT**, I.G.P.C., mis à la disposition du Ministère de la Recherche et de l'Industrie, est, à compter du 31 mars 1983, remis à la disposition de son administration d'origine et admis à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 11 octobre 1982.

M. Émile **LEBOURGEOIS**, I.C.P.C., mis à la disposition de l'Inspection Générale de l'Aviation Civile et de la Météorologie, est, à compter du 1<sup>er</sup> avril 1983, admis à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 20 octobre 1982.

Mme Micheline **CAZENAVE**, I.C.P.C., à la Direction Régionale de l'Équipement "Ile-de-France", est, à compter du 9 avril 1983, admise à faire valoir ses droits à la retraite.  
Arrêté du 20 octobre 1982.

## MARIAGE

Monsieur et Madame Yves **BRANDEIS** sont heureux de vous faire part du mariage de leur fils, Jean-Pierre, avec Mademoiselle Marie-Dominique **GROULT**, qui a eu lieu à Rouen le 9 octobre 1982.

## DÉCÈS

Nous avons le regret de faire part du décès de :  
M. André **BAYET**, I.C.P.C., survenu le 4 octobre 1982.

Gisèle **FOUCHIER**, épouse de notre Camarade Pierre **FOUCHIER**, survenu le 23 octobre 1982.

Nous présentons à leur famille toutes nos condoléances.

# Iu pour vous

## **La demande de transport de la modélisation des trafics à l'appréhension des besoins**

*Sous la direction d'Emile QUINET,  
Chef du Service d'Analyse Economique et du Plan du Ministère des Transports.*

*Présentation de Pierre GIRAUDET,  
Président de la Compagnie Nationale Air France.*

*L'évaluation des besoins est le premier maillon logique de la chaîne des investigations en matière de transport ; elle constitue une préoccupation permanente des décideurs publics et privés et a toujours fait l'objet de nombreuses études scientifiques. Celles-ci prennent actuellement des orientations nouvelles sur lesquelles il était intéressant de faire le point.*

*Cet ouvrage, qui présente les comptes-rendus du premier cycle annuel du Séminaire d'Economie des Transports organisé sous l'égide de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, fait par de l'expérience et des recherches des meilleurs spécialistes français et étrangers en ce qui concerne l'appréhension des besoins de transports.*

Presse de l'E.N.P.C.

1982

# ANNUAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES

INGÉNIEURS DU CORPS - INGÉNIEURS CIVILS

Téléphone : 260.25.33

Téléphone : 260.34.13

**ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES**

28, RUE DES SAINTS-PÈRES - PARIS 7<sup>e</sup>

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées jouent, par vocation, un rôle éminent dans l'ensemble des Services des Ministères des Transports, de l'Urbanisme et du Logement.

Ils assument également des fonctions importantes dans les autres Administrations, et dans les organismes du Secteur Public, Parapublic et du Secteur Privé, pour tout ce qui touche à l'Équipement du Territoire.

En outre, dans tous les domaines des Travaux Publics (Entreprises, Bureaux d'Études et d'Ingénieurs Conseils, de Contrôle) les Ingénieurs Civils de l'École Nationale des Ponts et Chaussées occupent des postes de grande responsabilité.

C'est dire que l'annuaire qu'éditent conjointement les deux Associations représente un outil de travail indispensable.

Vous pouvez vous procurer l'édition 1982 qui vient de sortir, en utilisant l'imprimé ci-contre.

Nous nous attacherons à vous donner immédiatement satisfaction



## **BON DE COMMANDE**

à adresser à

**OFERSOP — 8, bd Montmartre, 75009 PARIS**

### **CONDITIONS DE VENTE**

Prix .....	270,00 F
T.V.A. 17,60 .....	47,50 F
Frais d'expédition en sus .....	25,00 F

- règlement ci-joint, réf. : .....
- règlement dès réception facture.

Veillez m'expédier ..... annuaire(s) des Ingénieurs des Ponts et Chaussées dans les meilleurs délais, avec le mode d'expédition suivant :

- expédition sur Paris
- expédition dans les Départements
- expédition en Urgent
- par Avion





MEMBRE DE LA  
CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS  
DE CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES DE FRANCE

**CONSTRUIRE EN METAL**  
**C'est mieux**  
**Et ce n'est pas plus cher**

**C'est plus moderne, plus rapide, plus précis,  
plus transformable, plus sûr, plus pérenné,  
moins encombrant.**

**C'EST UNE VALORISATION DE L'INVESTISSEMENT**



*Pont de Neuwied (RFA).*

**SYNDICAT de la CONSTRUCTION  
METALLIQUE de FRANCE**

20, rue Jean-Jaurès 92807 PUTEAUX Cédex

# La technique ALSTHOM au service du rail



**ALSTHOM  
TRANSPORT**

matériels ferroviaires

**ALSTHOM-ATLANTIQUE**

une "entité industrielle"  
de renommée mondiale

**ALSTHOM-ATLANTIQUE**

Division matériels de transport ferroviaire  
Tour Neptune - Cedex 20 - 92086 Paris-La Défense  
Tél. : (1) 778.13.28 - Télex : ALSTR A 611 207 F