

PAM

réalisations françaises au Moyen-Orient

N°10 OCTOBRE 1978 76^{ème} ANNÉE -
ISSN: 0397-4634

**LES OUVRAGES D'ART
FACE AU TEMPS**

La nuit, 20% du trafic : 42% des accidents mortels. L'éclairage est-il en cause?

La conduite de nuit est plus dangereuse que la conduite de jour. De plus, la nuit les accidents sont plus graves : 42% des accidents mortels ont lieu la nuit, pour 20% du trafic seulement.

Ces accidents terribles, outre les drames personnels qu'ils représentent, coûtent cher à la collectivité.

A notre époque où la prévention est le souci majeur des responsables de la santé et de la sécurité, on

doit s'interroger sur les possibilités d'éliminer une partie des causes de cette hécatombe.

La notion d'éclairage équilibré et continu commence à s'affirmer comme l'un des éléments de la solution. Un éclairage bien pensé, les essais l'ont montré, peut réduire de 40% le nombre des accidents aux carrefours et de 25% sur route.

Depuis de nombreuses années, bien avant que les

économies d'énergie ne soient devenues une nécessité, les professionnels de l'éclairage, en collaboration avec les élus et les responsables techniques, ont mis au point des solutions qui permettent d'obtenir un maximum d'effets utiles avec le minimum de dépenses : ainsi, en quelques années, l'éclairage public a gagné jusqu'à 125% d'efficacité lumineuse.

Sur RTL et Radio Monte Carlo, le Centre d'Infor-

mation de l'Eclairage ouvre devant les Français un dossier de première importance. La France est-elle bien ou mal éclairée?

En s'adressant, aujourd'hui, directement au grand public, le Centre d'Information de l'Eclairage souhaite recueillir des témoignages provenant de toutes les régions de France. Mais c'est surtout les opinions et les avis des responsables qui aideront à mieux définir les conditions optimales d'un éclairage équilibré.

Vous aussi, écrivez-nous, faites-nous part de vos expériences, de vos réussites et de vos difficultés.

Nous établirons un dossier à partir de ces informations et nous vous l'enverrons si vous le désirez.

**CENTRE
D'INFORMATION
DE L'ECLAIRAGE**
52 boulevard Malesherbes,
75008 PARIS



**L'éclairage,
pour la sécurité des français.**

mensuel
28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e

Directeur de la publication :

Jacques LECLERCQ
Président de l'Association

Administrateur délégué :

Philippe AUSSOURD
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Rédacteur en chef :

Olivier HALPERN
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Rédacteur en chef adjoint :

Benoît WEYMULLER
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Secrétaire générale

de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE DU PREY

Rédaction - Promotion

Administration :

28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e - 260.25.33

Bulletin de l'Association des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, avec la collaboration de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole des Ponts et Chaussées,

Abonnements :

— France 150 F.
— Etranger 150 F. (frais de port en sus)
Prix du numéro : 18 F.

Publicité :

Responsable de la publicité :
Jean FROCHOT
Société Pyc-Editions :
254, rue de Vaugirard
75015 Paris
Tél. 532-27-19

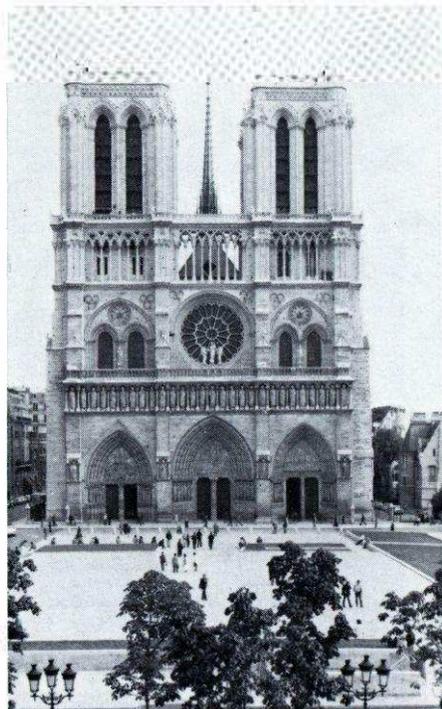
L'Association des Ingénieurs des Ponts et Chaussées n'est pas responsable des opinions émises dans les conférences qu'elle organise ou dans les articles qu'elle publie.

Dépôt légal 4^e trimestre 1978
N° 6860
Commission Paritaire N° 55.306

IMPRIMERIE MODERNE
U.S.H.A.
Aurillac



Les activités offshore au Moyen-Orient.



La durabilité des ouvrages d'art.

dossier

Editorial	15
R. BERTHON	
Les exportations de B.T.P. au Moyen-Orient	17
A. ROUDAUT	
Une autoroute en Arabie Saoudite	19
S. AGIUS et P. MARTIN	
La nouvelle adduction d'eau de Damas	22
J.L. BRAULT et R.A. MARTIN	
Le chemin de fer Téhéran Bandar - Shahpour Khorramshahr	26
R. VITAL	
Des activités offshore au Moyen-Orient	34
Y. THUILLIER	
Le barrage de Mudhiq	38
F. LEMPERIERE et C. BESSIERE	

rubriques

Le rapport Guillaumat	44
P. FLEURY	
Conception et durabilité des Ponts	46
M. LE FRANC et E. CHAMBRON	
Durabilité des Ouvrages anciens	51
R. LACROIX	
Mouvements	55

Maquette : Monique CARALLI.

Couverture : Barrage de Reza-Shah-Kabir (Photo F.N.T.P.).

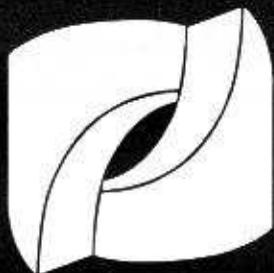
CAMPENON BERNARD CETRA

**CBC
CAMPENON
BERNARD
CETRA**

ETUDES TECHNIQUES
TRAVAUX PUBLICS
● PONTS ET VIADUCS
● BARRAGES
● TRAVAUX MARITIMES
● ET FLUVIAUX
● TRAVAUX SOUTERRAINS
● CENTRALES NUCLEAIRES
GENIE CIVIL INDUSTRIEL

**CBC
CAMPENON
BERNARD
CETRA**

SIÈGE SOCIAL
ET DIRECTION GÉNÉRALE
92, 98
BOULEVARD VICTOR HUGO
92115 CLICHY
TEL. (1) 739.33.93
TELEX CBTRAVO 610.221 F



**Avec Poclain
vous êtes
les mieux armés.**

**ouverture d'une tranchée d'adduction d'eau
au Qatar par deux 75 CL et une 75 P.**

60330 LE PLESSIS-BELLEVILLE
Tél. : (4) 455.35.57
Télex 140463 Poclpog A Plebe

 **Poclain**

SB

SPIE BATIGNOLLES

TOUR ANJOU, 33, quai National, 92806 PUTEAUX

Téléphone : 776.43.64 - Télex : PAREL 620 834

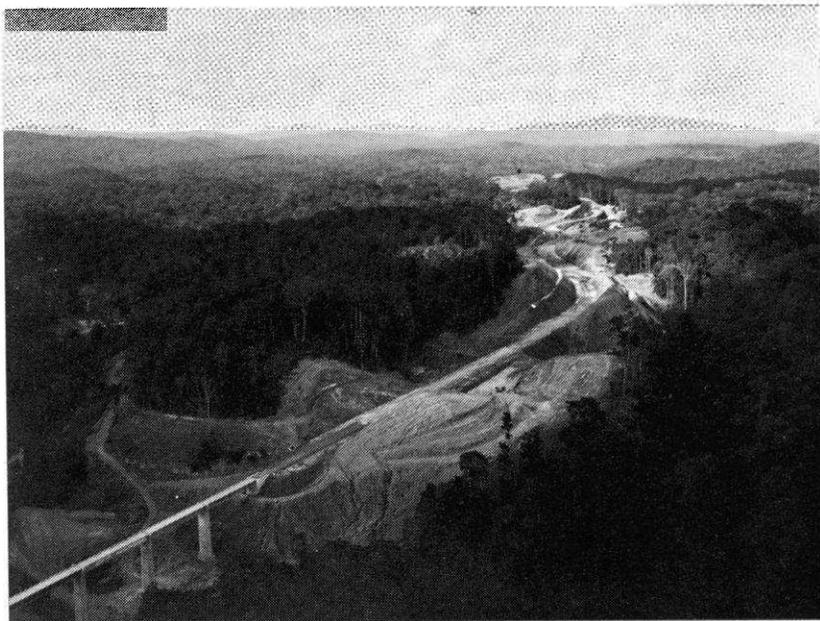


Photo Europimages

Chemin de fer transgabonais.

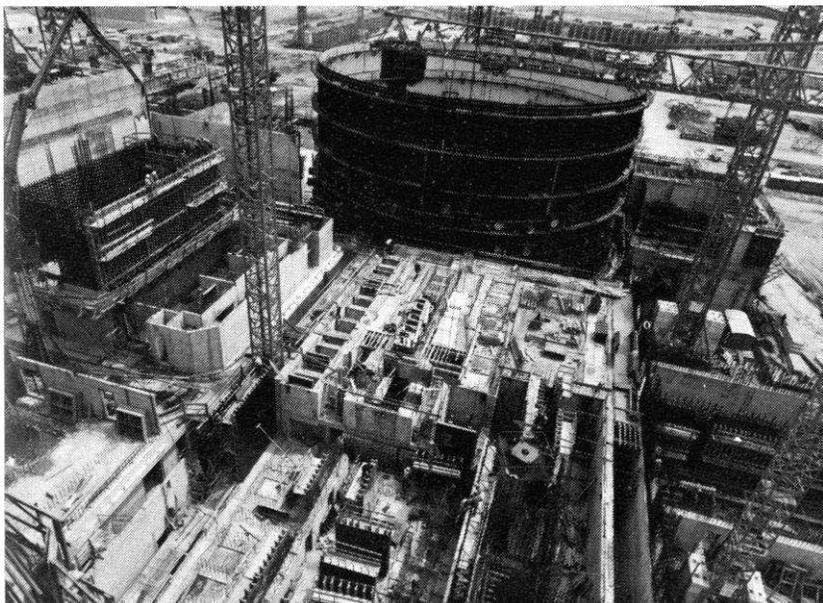


Photo J. Rochin

Centrale nucléaire du Blayais.

la qualité de la Vie

SAUR

s'en préoccupe
depuis plus
de 40 ans



études,
construction,
exploitation
de services publics,
de distribution
d'eau potable,
d'irrigation,
d'assainissement,
de collecte
et de traitement
des ordures ménagères

SAUR

**SOCIÉTÉ D'AMÉNAGEMENT
URBAIN ET RURAL**

Siège Social :
50/56, rue de la Procession
75015 PARIS
Tél : 539 22 60
Télex : 202 090 F

15
Directions Régionales en France

Filiales :
SODEN (Nîmes) - SAUR/AFRIQUE
SODECI (Abidjan)



**ÉDITION
1978**

**PRIX T. T. C. franco :
180 F**

Pour qui ?

- Pour tous ceux qui sont fréquemment en relation avec les Pouvoirs publics du fait de leur participation à l'équipement, à la construction et à l'environnement ainsi qu'aux transports :
- entreprises et bureaux d'études
 - maires et services techniques des municipalités
 - responsables de l'aménagement foncier et rural
 - architectes et urbanistes
 - offices d'HLM et sociétés coopératives de construction

Pourquoi ?

Pour savoir à qui s'adresser sans perte de temps et de façon efficace :

- administrations centrales : cabinet, inspection générale de l'Équipement, circonscriptions territoriales, coopération technique, directions et services techniques
- conseils, comités, commissions
 - services extérieurs et spécialisés
- organismes interministériels

Vous pouvez le recevoir en le commandant à l'aide du bon ci-contre, accompagné de votre règlement, à l'Annuaire officiel du M.E.C.V., Service des Ventes, 254, rue de Vaugirard, 75740 Paris Cédex 15 - Téléphone : 532.27.19.

Bulletin à retourner à

PCM

ANNUAIRE du MINISTÈRE de l'ENVIRONNEMENT et du CADRE de VIE et du MINISTÈRE des TRANSPORTS

Service des ventes : PYC-EDITION

254, rue de Vaugirard, 75740 Paris Cedex 15

SOCIÉTÉ

ADRESSE

REFERENCES (OU SERVICE)

Veillez m'adresser ex. de l'annuaire M.E.C.V.

à 180 F T.T.C. franco, soit F que je règle :

par chèque bancaire ci-joint

par virement postal à votre C.C.P. Annuaire M.E.C.V. Paris 508-59 M (à adresser directement à votre centre)

suivant facture (ou mémoire) en exemplaires

Cachet :

Date :

BAUDIN- CHATEAUNEUF

c'est aussi :

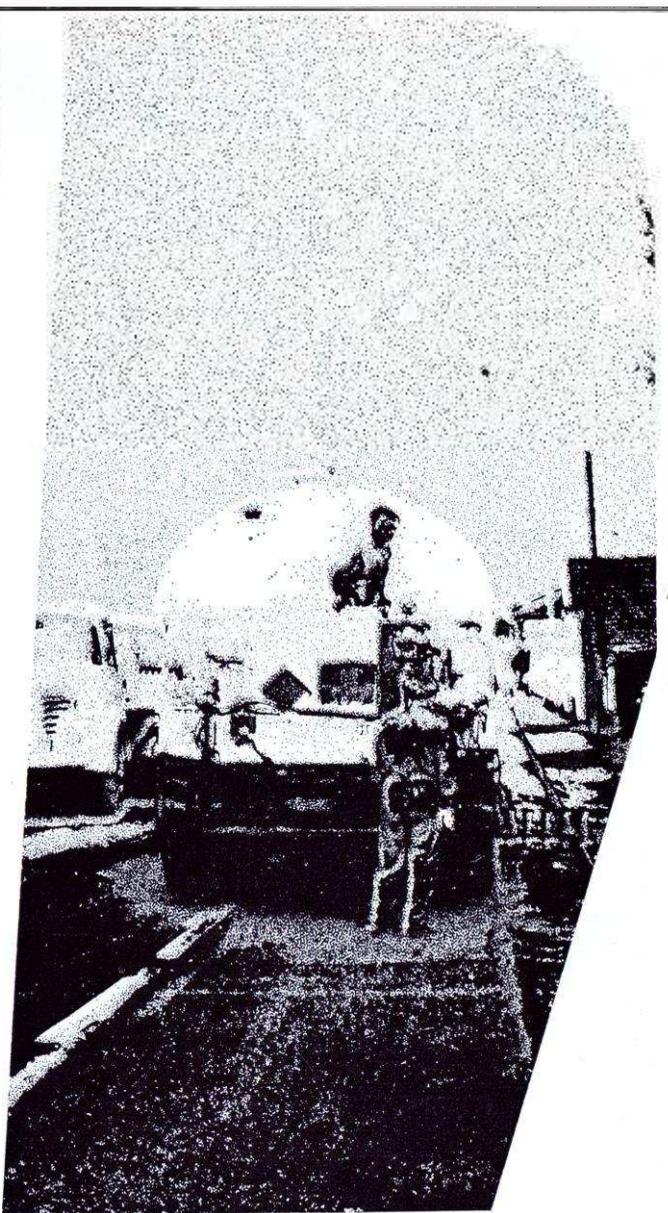
- visites détaillées
- réparation
- restauration
- transformation

de tous ponts
et passerelles
(métalliques
et béton)

pyc-publicite

45110 CHATEAUNEUF-SUR-LOIRE
B.P. N°19 - TÉLÉPHONE (38) 89.43.09

STUDIO CONZAGUE



ACTIPRENE

Emulsion
de bitume polymère
pour enduits

SCR

CHIMIQUE DE LA ROUTE

5 AV. MORANE SAULNIER 78140 VELIZY VILLACOUBLAY
BOITE POSTALE N° 21 TELEPHONE 946 97 88

MANUEL D'ARCHEOLOGIE AERIEENNE

J. DASSIE 1 vol., broché, 18 × 24, 376 p., 65 fig., 170 photos	250 F
ALGORITHMES D'ACCELERATION DE LA CONVERGENCE. ETUDE NUMERIQUE	
C. BREZINSKI 1 vol., broché, 18 × 24, 412 p.	195 F
THEORIE ET PRATIQUE DE LA PROGRAMMATION FORTRAN	
J. VIGNES, M. LA PORTE 1 vol., broché, 18 × 24, 220 p., 20 tabl.	56 F
RESSOURCES ENERGETIQUES MONDIALES. 1965 - 2020. Résumés des rapports sur les ressources, la préservation et la demande réalisés pour la Commission de préservation de la Conférence Mondiale de l'Energie.	
1 vol., broché, 21 × 29,7, 286 p., 73 fig., 34 tabl.	160 F
FORMULAIRE DU FOREUR	
1 vol., relié, 13 × 18, 450 p., 188 fig., 269 tabl.	175 F
ELEMENTS DE STATISTIQUE A L'USAGE DES GEOLOGUES	
B. de JEKHOWSKY 1 vol., broché, 17 × 24, 408 p., 66 fig., 19 tabl.	115 F
THEORIE ET INTERPRETATION DES DIAGRAPHIES	
R. DESBRANDES 1 vol., relié, 18 × 24, 568 p., 483 fig., 39 tabl.	220 F
LES COMBUSTIBLES LIQUIDES. SPECIFICATIONS. REGLEMENTATION. UTILISATIONS	
F. MAUSS 1 vol., relié, 13 × 18, 208 p., 22 fig., 43 tabl.	50 F
LE DESSIN TECHNIQUE DE LA TUYAUTERIE INDUSTRIELLE	
E. BAHR 1 vol., broché, 18 × 24, 180 p., 72 fig., 123 pl.	66 F

CATALOGUE GRATUIT SUR DEMANDE



**Société d'Etudes
et d'Entreprises Electriques**

3, square Moncey - 75009 PARIS - 526.33.00

EQUIPEMENT D'USINES - HOPITAUX - CONSTRUCTION DE LIGNES
ECLAIRAGES PUBLICS - EQUIPEMENT D'AERODROMES

ISSY-LES-MOULINEAUX - ORLEANS - LE HAVRE
COMPIEGNE - DREUX - NANCY

NOUMEA - ALGER - N'DJAMENA (Tchad) - DOHA (Qatar)
RIYADH (Arabie Saoudite) - DACCA (Bangladesh)



**BUREAU
D'ETUDES**

**ROUTES
GÉNIE CIVIL
OUVRAGES D'ART
BATIMENT - USINES
OUVRAGES
HYDRO-ÉLECTRIQUES**

**SOCIETE
d'ETUDES
TECHNIQUES
et INDUSTRIELLES**

31 - LABEGE

Tél. (61) 80.82.90 et 80.82.91

TRAVAUX DANS LE MONDE...

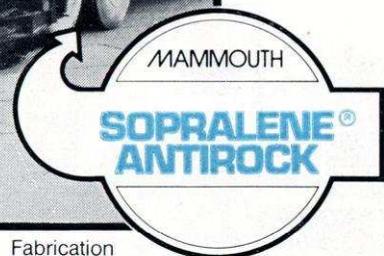
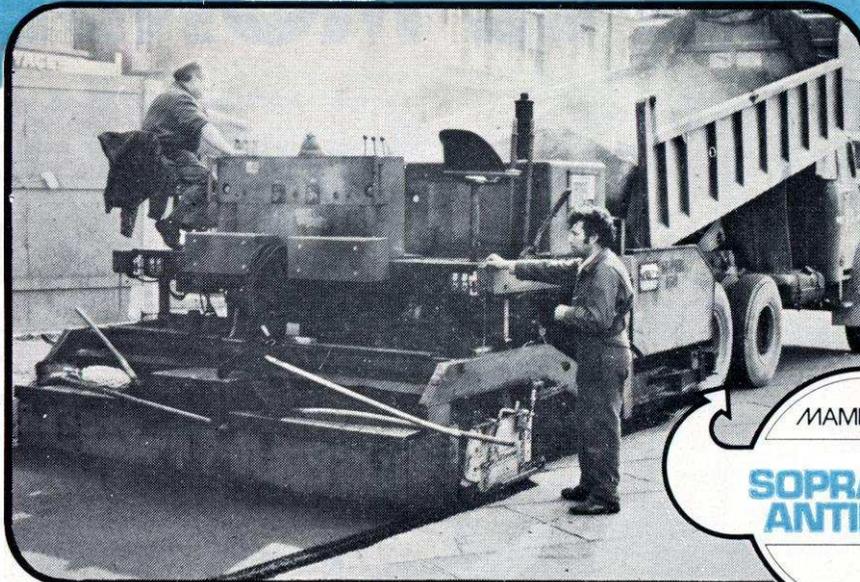


...SUCCES
DU MATERIEL FRANÇAIS

ALBARET

ALBARET 60290 RANTIGNY (4) 473 31 55

Etanchéité pour ponts, viaducs, parkings...



CHS Industrie Strasbourg R.P.C

ETANCHEITÉ

A base de polyester non tissé 350 g/m² + bitume élastomère.
Directement sous enrobé bitumineux.



Fabrication

SOPREMA

B.P. 121 - 67025 Strasbourg Cédex - Tél. (88) 39.99.45 - Télex 890307 F



BACHY

11 avenue du Colonel Bonnet
PARIS 16^e Tél. : 524-43-40

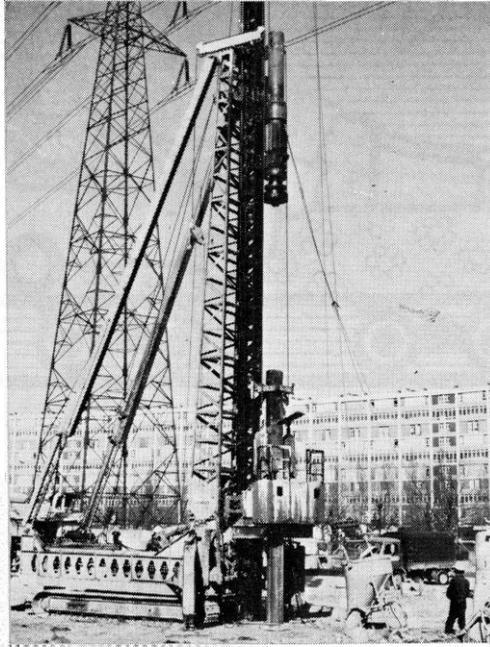
**SONDAGES INJECTIONS FORAGES ANCRAGES
PAROIS ET PIEUX MOULES
PAROIS PREFABRIQUEES PREFASIF**

PARIS I (94-VILLENEUVE LE ROI) - 76 ROUEN - EST (54-NANCY) - RHONE-ALPES (69-MEYZIEU) - SUD (13-GEMENOS), (06-NICE), (66-PERPIGNAN) - ABIDJAN - ALGER - AMSTERDAM - BEYROUTH - BRUXELLES - CARACAS - CASABLANCA - COME (ITALIE) - DAKAR - FORT DE FRANCE - FRANCFORT - GUYANE - HONG KONG - LAUSANNE - LISBONNE - LONDRES - PACIFIQUE (NOUMEA - PAPEETE) - POINTE A PITRE - SANTIAGO (CHILI) - SYDNEY - SINGAPOUR - TANANARIVE - TEHERAN - TUNIS

PRINCIPALES REFERENCES AU MOYEN-ORIENT

- **IRAN** : Chantier de construction navale de BANDAR-ABBAS - Usine sidérurgique de SHAHRIAR (en participation) - Usine chimique de SHIRAZ - Usines sidérurgiques de la National Iranian Steel C° - à AHWAZ et BANDAR-ABBAS : Centrale nucléaire de DAR KUVIN - Quai de BANDAR SHAHPOUR - Barrage de GOTVAND Barrage de VARAMIN - Barrage de SHAH ABBAS KABIR - Barrage de REZA SHAH KABIR, etc...
- **SYRIE** : DAMAS Hôtel Méridien - Barrage et tunnel de FIGEH (travaux en participation).
- **IRAK** : Centrale nucléaire de CERBAG.
- **LIBAN** : Barrage de KARAOUN - Tunnel du LITANI - Hôtel BIBLOS - Autoroute BEYROUTH-TRIPOLI.

fondations spéciales



PIEUX BATTUS MOULÉS VIBRO-ARRACHÉS

- DIAMETRE : 350 MM A 650 MM
- FICHE MAXIMUM : 28 M LINEAIRE
- CONTRAINTE DU BETON VIBRE ET MIS A SEC : 70 BARS MAXIMUM

AUTRES PIEUX

- PIEUX INJECTES RESISTANT A LA TRACTION
- PIEUX VIBRO-FONCES MOULES
- PIEUX BETON FORES MOULES Ø 0,40 M à 2 M
- PIEUX METALLIQUES H OU TUBE
- PIEUX BETON CENTRIFUGE SYSTEME BREVETE



services techniques

9-11, av. michelet, 93400 st-ouen
tél. (1) 252.81.60 télex 640685 trindec

directeur : R. DEROIRE, ingénieur E.C.L.
directeur technique : J.-P. JOUBERT,
ingénieur E.N.P.C.

siège social
44, rue de lisbonne - 75008 paris
tél. (1) 522.19.09

EDITION PUBLICITE EL



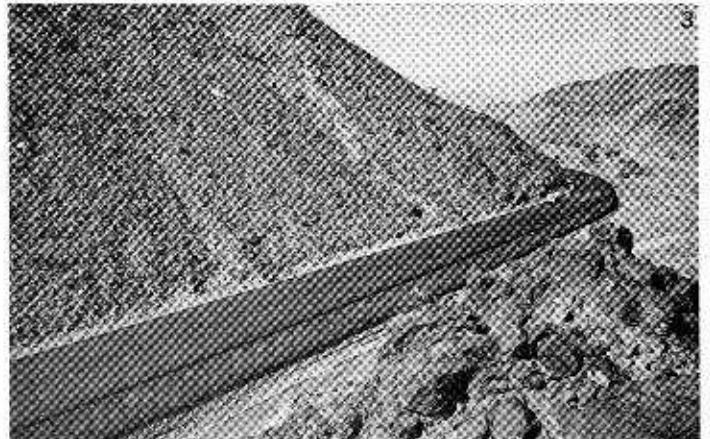
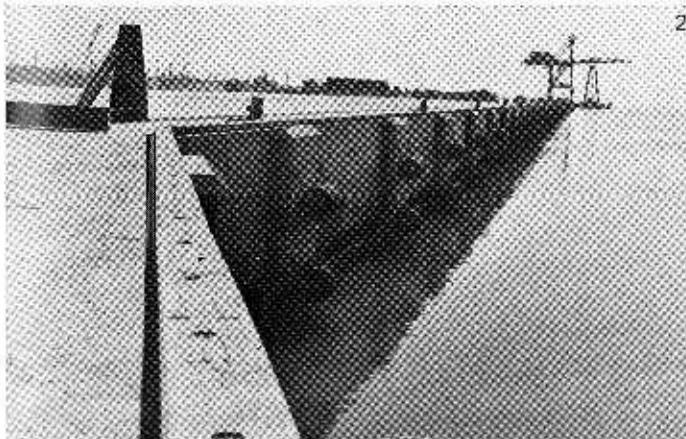
dumez

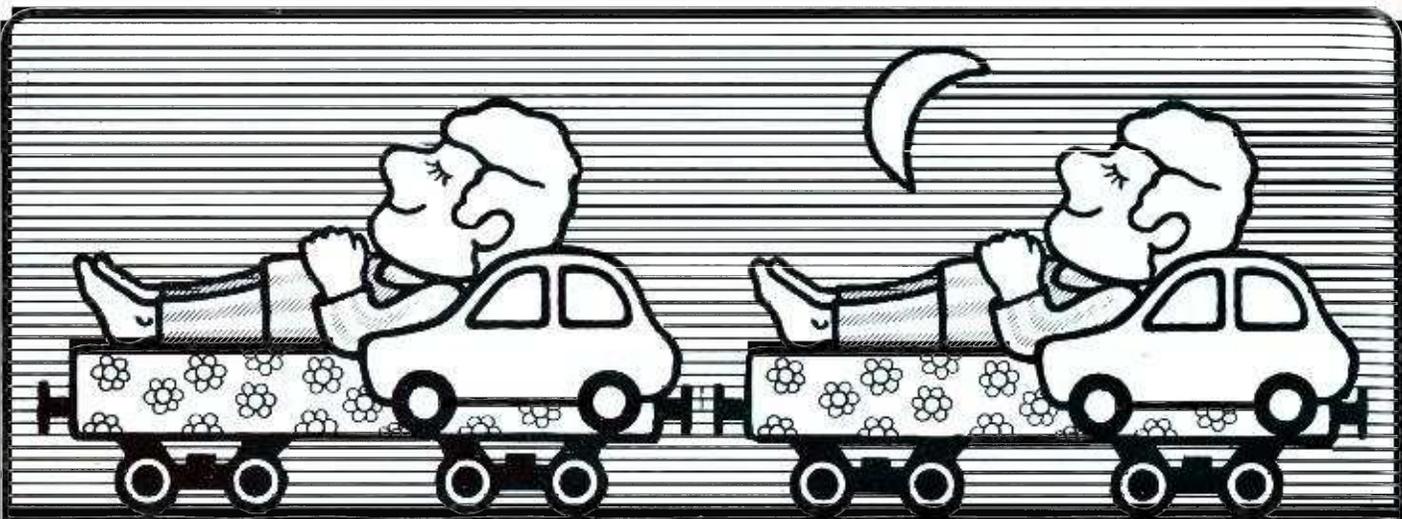
345, Av. Georges Clémenceau 92000 Nanterre - Tél: 776 42 43

1 - Port de Jizan (Arabie Saoudite)
2900 m. de jetée en "Caisson Jarlan"

2 - Port de Bandar Shapour (Iran)
2000 m. de quai

3 - Route de Bid-Bid-Sur 260 Km. (Oman)





TRAINS AUTOS COUCHETTES

une bonne solution

RENSEIGNEMENTS DANS LES GARES ET AGENCES DE VOYAGES

SNCF

455 • PASTRE

1076.77

au service des collectivités...

**LA SOCIÉTÉ DES EAUX
DE MARSEILLE**

première entreprise régionale
pour la distribution d'eau,
l'assainissement,
la destruction
d'ordures ménagères

Conseils techniques
Prestations de service
Affermages



**SOCIÉTÉ DES EAUX
DE MARSEILLE**

25, rue Ed.-Delanglade
tél. : 53.41.36 - Marseille

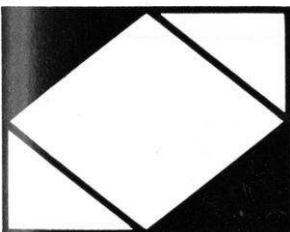


- entreprise générale
- constructions métalliques
- constructions mécaniques
- constructions nucléaires
- constructions off-shore
- aéroréfrigérants
- menuiserie métallique
- façades-murs-rideaux
- chaudronnerie-réservoirs
- ponts fixes et mobiles
- ouvrages hydrauliques

Compagnie Française d'Entreprises Métalliques

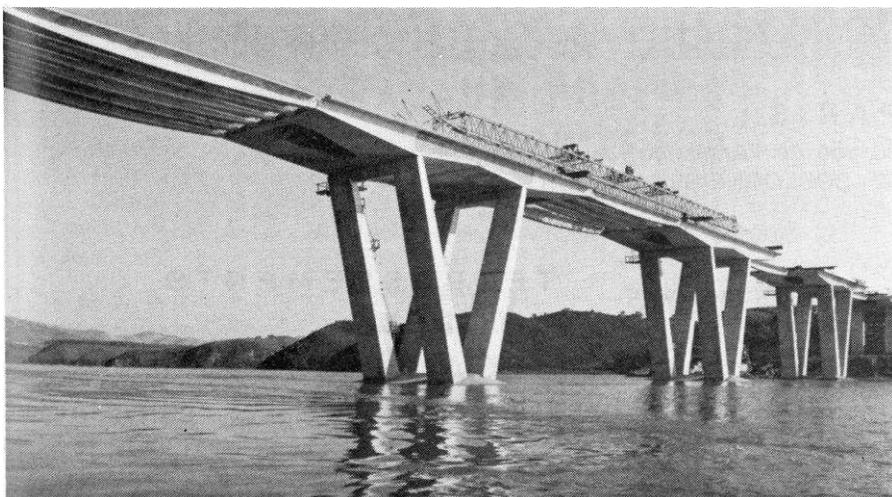
57, bd de Montmorency - B.P. 31816 - 75781 Paris Cedex 16 - Tél. 524 46 92 - Telex Lonfer Paris 620512

CFEM



Dragages et Travaux Publics

Tour Eve - La Défense 9 - 92806 Puteaux - Cedex France



bridge of Vila Nova in Portugal

Contractors over the world since 1910

- Dredging
- Harbour and Marine Works
- Earth works
- Roads and highways
- Aerodromes
- Tunneling
- Dams and hydraulic structures
- Bridges
- Railways
- Building and industrial structures.

L'Entreprise Industrielle



Conduites et Canalisations



29, rue de Rome
75008 PARIS
Tél. : 296.16.60

TRAVAUX ELECTRIQUES

Centrales hydrauliques, thermiques, nucléaires - Postes de transformation H.T. et B.T. - Lignes de transport d'énergie H.T. et T.H.T., rurale - Eclairage public - Poteaux en béton armé et précontraint - Installations Industrielles - Courants faibles - Automatismes - Postes et Télécommunications - Usine de fabrication de tableaux électriques.

GENIE CIVIL

Aménagements hydro-électriques - Ouvrages d'Art - Souterrains - Aéroports - Autoroutes - Canalisations.

BATIMENT

Bâtiments industriels, publics, privés - Parkings - Groupes scolaires - Piscines.

CONDUITES ET CANALISATIONS

Adduction et distribution eau - Assainissement - Feeders et distribution gaz - Pipes-Lines - Stations de pompage et d'épuration.

BUREAUX D'ETUDES



JEAN LEFEBVRE

TRAVAUX ROUTIERS • TRAVAUX PUBLICS
TERRASSEMENT • ASSAINISSEMENT • VIABILITE
ENROBAGE DE TOUS MATERIAUX
BETONS BITUMINEUX • TERRAINS DE SPORTS
SOLS INDUSTRIELS : PROCÉDE SALVIACIM

S.A. AU CAPITAL DE 36 135 000 F • 11, BD JEAN-MERMOZ
92202 NEUILLY-SUR-SEINE • TEL. 747.54.00

ENTREPRISE

BOURDIN & CHAUSSE

S.A. au Capital de 21 000 000 F

NANTES :

Rue de l'Ouche-Buron - Tél. : 49.26.08

PARIS :

36, rue de l'Ancienne Mairie
92 - BOULOGNE-BILLANCOURT - Tél. : 604 13-52

**TERRASSEMENTS
ROUTES
ASSAINISSEMENT
RÉSEAUX EAU et GAZ
GÉNIE CIVIL
SOLS SPORTIFS**

Entreprises de bâtiment et travaux publics

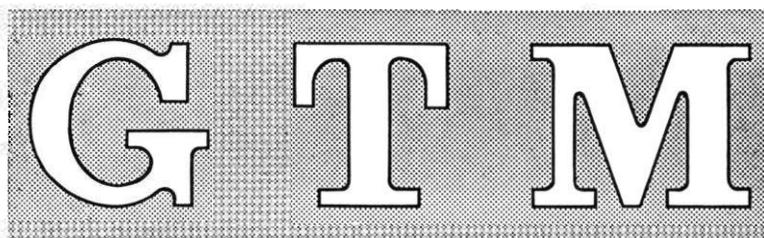
Engineering

Coordination pilotage

Missions de contractant principal

Promotion

Groupe



Société des Grands Travaux de Marseille

61, avenue Jules-Quentin — NANTERRE (Hauts-de-Seine)

Tél. : (1) 725.94.40

Télex : GTMNT 611 306 — Télécopieur

Le Service des

CONGÉS PAYÉS

dans les

TRAVAUX PUBLICS

ne peut être assuré que par

LA CAISSE NATIONALE DES ENTREPRENEURS DE TRAVAUX PUBLICS de FRANCE et D'OUTRE-MER

Association régie par la loi du 1^{er} Juillet 1901

Agréé par arrêté ministériel du 6 Avril 1937 (J.O. 9 Avril 1937)

7 et 9, Terrasse Bellini - La Défense 11 — 92807 PUTEAUX CEDEX
Tél. : 778.16.50 C.C.P. 2103-77 PARIS

La loi du 20 Juin 1936 et le décret du 30 Avril 1949 font une obligation aux Entrepreneurs de TRAVAUX PUBLICS de s'y affilier sans retard

Il n'existe pour toute la France qu'une seule Caisse de Congés payés pour les Entrepreneurs de TRAVAUX PUBLICS

A VOIR!

A la 3^{ème} Semaine
Internationale
de l'environnement
à Paris
Porte de Versailles
du 5 au 9 décembre 1978

**Les nouveaux
équipements
MARREL PAC
le spécialiste
Français
du transfert
des ordures
et déchets
Bâtiment 3
Allée H - J**

Des matériels
encore plus performants,
des performances
encore plus étonnantes
pour votre
plus grand profit



marrel pac

DÉPARTEMENT
DES BENNES MARREL
Z.I. ST-ETIENNE-ANDREZIEUX
TEL. : (77) 55.08.30



Assainissement Pourquoi la fonte ductile ?

Parce que les canalisations en Fonte Ductile sont étanches. En assainissement gravitaire, elles éliminent le risque le plus grave qui est d'absorber ou de polluer les nappes phréatiques d'eau potable. Parce que les canalisations en

Fonte Ductile sont résistantes. En conduites de refoulement ou en assainissement sous pression, elles offrent ce large coefficient de sécurité qui a fait leur succès en aduction d'eau.

Parce que les regards en Fonte Ductile sont solides. Pour faire face à l'augmentation continue de la circulation.

La Fonte Ductile = le meilleur matériau pour canaliser l'eau.

Pont-à-Mousson S.A.

Bon à retourner au service publicité : 4X, 54017 NANCY CEDEX
Je désire recevoir une documentation sur les canalisations d'assainissement en Fonte Ductile.

Nom _____

Société _____

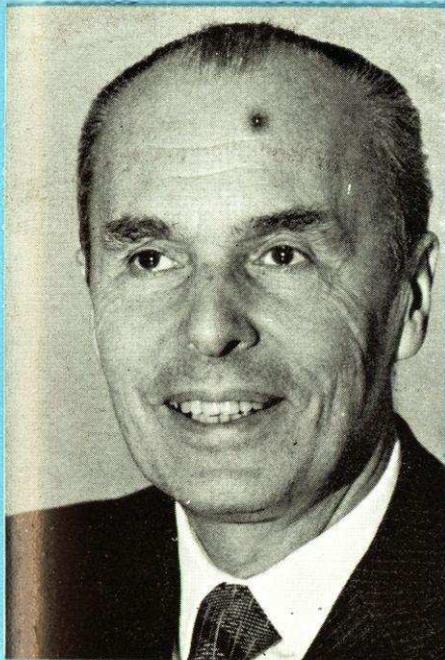
Adresse _____

Téléphone _____



PONT-A-MOUSSON S.A.

91, av. de la Libération, 54017 NANCY.
Tél. : (28) 96-81-21,
téléc : PAMSA X 850003 F



René Berthon.

les travaux publics français au moyen - orient

par M. René BERTHON

Président du Syndicat des entreprises françaises de travaux publics à vocation internationale (S.E.F.I.)

Le présent numéro de la revue PCM décrit, dans les pages suivantes, quelques travaux caractéristiques réalisés récemment au Moyen-Orient par des entreprises françaises de Travaux Publics.

Cette région du globe, que l'on peut définir comme constituée, outre la Syrie et la Jordanie, essentiellement par l'Iran, la Péninsule arabique et l'Irak, c'est-à-dire par les principaux pays producteurs de pétrole, est évidemment devenue depuis 1973 l'un des principaux demandeurs d'équipements de toute nature, et a attiré vers elle un nombre considérable d'entreprises de construction de tous horizons.

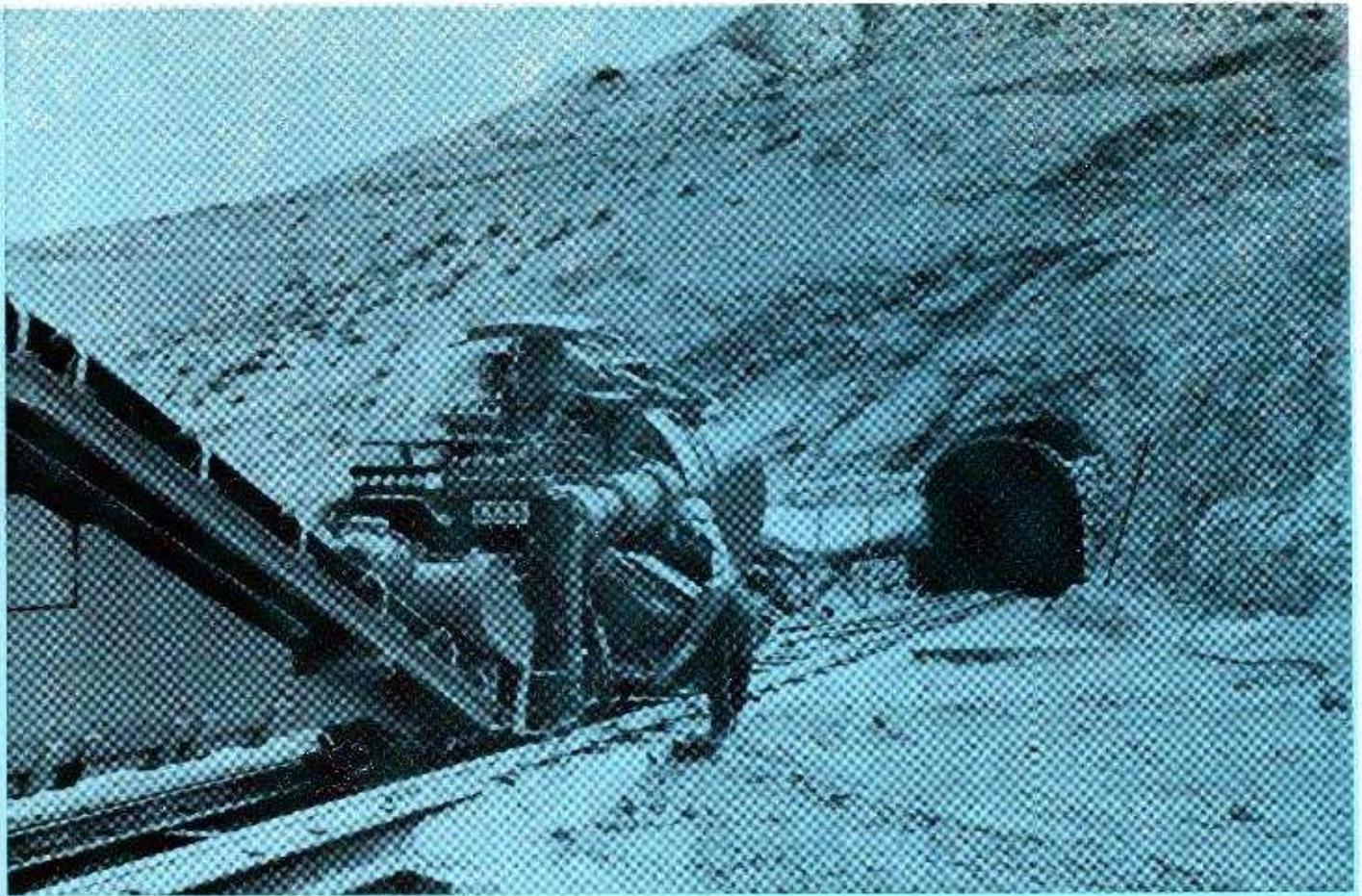
Les entreprises françaises n'ont pas manqué cette chance qui s'offrait à elles d'y trouver des possibilités d'extension de leurs activités, à un moment où l'effet générateur de ce

boom localisé contribuait simultanément au ralentissement des investissements dans les pays occidentaux et à une récession sur le marché intérieur de la construction.

C'est ainsi que le chiffre d'affaires de nos entreprises s'y élevait progressivement de 1 250 millions de francs en 1974 à 1 967 millions en 1975, puis à 3 648 millions en 1976, croissance qu'il convient toutefois de tempérer, pour en apprécier l'importance en volume, des effets de l'inflation particulièrement forte dans ces pays.

La part des travaux de Génie Civil dans les montants ci-dessus a été largement prépondérante (96,9 % en 1976) mais les activités de Bâtiment se sont, depuis, développées en valeur absolue.

Ces travaux se sont répartis comme suit, en 1976, entre les diverses natures d'ouvrages : assez nettement en



tête figurent les travaux maritimes avec un montant de 1 372 millions de francs, suivis des poses de canalisations pour 831 millions, puis des travaux routiers (428 millions), des réseaux et équipements électriques industriels (287 millions) et des ouvrages d'art (250 millions). Viennent ensuite les exécutions de fondations spéciales, sondages et forages (172 millions) et quelques travaux en souterrains.

Au total, ces travaux de génie civil ont représenté 18,3 % du montant total des travaux publics réalisés hors Métropole, lequel s'est élevé à 18 297 millions de F.

Les statistiques correspondantes pour 1977 sont en cours d'élaboration au moment où est rédigé cet éditorial ; il est toutefois possible d'indiquer que ce dernier montant aura connu une progression supérieure à 20 % et s'établira aux environs de 22 milliards de francs.

La part incombant au Moyen-Orient est demeurée du même ordre de grandeur que celle constatée en 1976, mais le démarrage d'impor-

tants contrats, notamment en Iran, permet d'escompter au cours des années suivantes une progression de ce pourcentage dans la mesure où les problèmes de politique intérieure que connaît ce dernier pays n'auront pas de conséquences sur leur déroulement.

C'est en effet l'une des caractéristiques majeures de notre intervention de porter de plus en plus sur des contrats d'importance unitaire élevée et comportant de ce fait des risques hors de proportion avec les possibilités financières de nos entreprises. Des problèmes tels que les risques politiques, les conséquences de l'inflation sur des marchés ne comportant bien souvent pas de clauses d'indexation des prix, le refus des maîtres d'ouvrage de soumettre les litiges à des procédures d'arbitrage valables, doivent être pesés avec le plus grand soin avant de s'engager. Aussi considérons-nous que le souci fort louable en soi du Gouvernement français de voir se développer les exportations de Travaux Publics et de Bâtiment doit avant tout l'amener

à une prise de conscience de tels risques et à une recherche des moyens susceptibles de les réduire.

A ces considérations s'ajoute la pression, sans cesse croissante dans les pays en cause, de la concurrence exercée à notre égard non seulement par les autres entreprises européennes en général, mais aussi par des sociétés puissamment armées et financièrement soutenues par leurs gouvernements, disposant de main-d'œuvre à bon marché et acquérant progressivement une technologie copiée sur la nôtre, en provenance essentiellement de l'Asie du Sud-Est : Japonais, Coréens, voire Philippins, Indiens ou Pakistanais.

Placés vis-à-vis d'eux en position d'infériorité sur le plan de nos prix de revient et de nos possibilités de financement, c'est par la valeur de notre technique et par nos références que nous pouvons espérer maintenir nos positions dans de telles régions.

Les descriptions d'ouvrages qui suivent montrent que nous en sommes capables.

les exportations de bâtiments et de travaux publics au Moyen-Orient

par M. Alain ROUDAUT

I.T.P.E., chargé de mission à la D.A.E.I.

Le transfert de richesses engendré par le quadruplement des prix du pétrole à la fin de 1973 et au début de 1974 a fait du Moyen-Orient une zone de marché mondialement convoitée.

En l'espace de quelques mois, les pays de l'OPEP ont disposé des ressources financières leur permettant le lancement de vastes programmes d'équipement qui ont attiré, entre autres, les entreprises de bâtiment et de travaux publics des pays industrialisés.

C'est ainsi que les sociétés françaises ont plus que doublé en l'espace de 4 ans la part de leurs exportations à destination des pays du Moyen-Orient. A l'heure actuelle, près du quart des exportations françaises de B.T.P. concernent cette zone géographique. A titre de comparaison, les exportations françaises de B.T.P. dans l'ensemble des pays d'Afrique, Maghreb exclu, ne sont qu'à peine plus importantes.

Place des entreprises françaises de Bâtiment et de Travaux Publics

Les domaines relevant du bâtiment et des travaux publics restent dans

la plupart des pays du Moyen-Orient, ceux dans lesquels les entreprises françaises réalisent les plus gros chiffres d'affaires.

Cependant depuis 2 ans environ dans la majorité des cas la part relative de marché occupée par les industriels français du B.T.P. n'augmente plus. En d'autres termes la pénétration de nos principaux concurrents dans cette zone géographique est généralement équivalente voire supérieure à la pénétration française. C'est notamment le cas en Arabie Saoudite et dans les Emirats Arabes Unis. Cette évolution a même tendu à s'aggraver au cours des derniers mois dans certains pays comme le Koweït et l'Irak.

En général, la répartition entre les deux secteurs (bâtiment et travaux publics) s'établit à 75 % pour le génie civil, et 25 % pour le bâtiment.

Si l'on descend plus dans le détail les opérations effectuées au Moyen-Orient concernent le plus couramment :

- en matière de génie civil : les travaux d'infrastructure portuaire, aéroportuaire, routière, propres à désenclaver ces pays dont le développement a été fortement freiné au départ par le manque de moyens de communication.
- en matière de construction : le logement, les hôtels, les écoles, les hôpitaux.

La plupart des contrats font l'objet d'appels d'offres internationaux, sont passés à prix fermes et définitifs, et ne comprennent pas, le plus souvent, de clause d'arbitrage international. Ces deux derniers points font souvent hésiter les exportateurs français.

En règle générale, les maîtres d'ouvrages sont longs à prendre leur décision ; toutefois, celle-ci prise, l'exportateur doit impérativement agir avec diligence et respecter des délais de réalisation très contraignants.

Depuis plusieurs années, la tendance est à la création de joints-ventures avec des entreprises locales, pour répondre au souci des maîtres d'ouvrage de voir les étrangers investir localement.

Ainsi la plupart des grandes sociétés françaises de bâtiment et de travaux publics travaillant en Arabie Saoudite ont créé des filiales locales à majorité de participation saoudienne. De telles sociétés bénéficient d'ailleurs d'avantages notoires : exonération d'impôts, exonération de droits de douane sur le matériel nécessaire à l'exécution des travaux et non disponible localement, octroi de prêts...

En contrepartie, le partenaire local attend de l'entreprise française associée un transfert de technologie, un apport en capital, la formation de la main-d'œuvre et du personnel

d'encadrement, ainsi que la gestion de l'opération.

Concurrence étrangère

Les entreprises françaises ne sont pas, bien entendu, les seules à s'être intéressées aux marchés offerts par les pays du Moyen-Orient à la concurrence internationale.

La Grande-Bretagne est traditionnellement implantée dans la plupart des pays du Moyen-Orient. La R.F.A. possède des positions solides notamment en Arabie Saoudite, à Qatar, au Koweït, et à Bahrein (depuis 1970 les échanges entre la R.F.A. et le Moyen-Orient ont été multipliés par 5). Les entreprises des autres pays européens sont également très actives (Italie, Grèce, Suisse notamment).

Les Etats-Unis bénéficient également d'implantations solides basées sur un réseau bancaire étoffé et sur l'installation de l'US Corps of Engineers comme Ingénieurs-Conseil. Mais les grands concurrents sont actuellement le Japon et la Corée du Sud.

Le Japon est présent surtout à Dubaï, Abu Dhabi, en Arabie Saoudite, dans les Emirats Arabes Unis et au Koweït.

Au total les exportations japonaises de B.T.P. vers le Moyen-Orient connaissent un développement spectaculaire (35 M.F. en 1973, 2.500 M.F. en 1976).

Quant à la Corée du Sud, elle détient désormais une part considérable des marchés du Moyen-Orient. La progression des exportations coréennes de B.T.P. est extrêmement rapide passant de 174 millions de dollars U.S. en 1973 à plus de 2 milliards en 1977. Ceci s'explique notamment par le regroupement des 25 principales entreprises coréennes au sein de la Korea Overseas Construction Corporation. Parallèlement on peut observer qu'en 1977 il y avait 25 000 ouvriers coréens en Arabie Saoudite et 4 000 au Koweït, alors que l'ensemble des chantiers de nos entreprises de B.T.P. dans le monde n'occupait que 15 000 français. Cet accroissement de la concurrence au Moyen-Orient, qui entraîne dans certains secteurs une forte

baisse des prix explique que la France éprouve des difficultés en Egypte, en Arabie Saoudite, au Koweït et à Abu-Dhabi.

De plus, à la concurrence traditionnelle que nous livrent les autres pays occidentaux industrialisés, s'ajoute celle des pays en voie de développement : Inde, Taïwan. La caractéristique essentielle des prestations de ces pays est leur faible prix qui ne peut guère être compensé au niveau des entreprises françaises que par la technicité ou la dimension.

Conclusion

L'équipement de la plupart des pays du Moyen-Orient reste encore incomplet. Ces marchés offrent et offriront donc encore de grandes possibilités.

Toutefois, deux paramètres nouveaux viennent nuancer l'euphorie initiale qu'ils ont pu susciter :

1) le développement de la concurrence étrangère notamment de la part des pays asiatiques se fait sentir de plus en plus durement et conduit à un tassement des prix.

2) la tendance des gouvernements est actuellement plutôt à la révision en baisse de programmes d'équipements très ambitieux au départ.

On doit donc considérer que les meilleurs jours de la croissance des marchés du Moyen-Orient sont passés. Mais l'Arabie Saoudite, l'Irak, l'Iran, le Koweït, les Emirats offrent un volume d'activité considérable qui justifie un effort soutenu et important de la part des sociétés françaises.

Cependant, il apparaît de plus en plus clairement qu'il serait dangereux de focaliser toutes les actions commerciales sur un petit nombre de pays riches mais dont le développement ne sera pas illimité. D'ailleurs des problèmes d'ordre socio-politique apparaissent ou menacent dans certains d'entre eux, des phénomènes de saturation sont clairement prévisibles dans d'autres et les difficultés financières elles-mêmes ne sont pas exclues.

Ce sont donc quatre types d'efforts qui apparaissent utiles : un accroissement de notre activité commerciale au Moyen-Orient, son orientation vers des marchés exigeant une technicité, une amélioration de nos procédures pour assurer notamment la garantie des opérations des filiales locales des entreprises françaises, mais aussi une diversification géographique.

Assemblée Générale A. I. P. C. 5 Octobre 1978

La répartition des responsabilités au sein du nouveau Directoire élu le 5 octobre sont les suivantes :

Président : J. LECLERCQ
1^{er} Vice-Président : P. FUNEL
2^e Vice-Président : C. PRADON
Trésorier : H. GUERET
Secrétaire Général : A. GERBALDI
Membres : Ph. ROUMEGUERE, D. de BAECQUE.

AVIS A NOS LECTEURS

Dans notre numéro de Juillet-Août, consacré à l'Environnement et au Cadre de Vie, nous avons publié un article intitulé « Architecture et Environnement » sous la signature de M. Belmont.

Ce texte n'a pas été mis en page conformément aux souhaits de son auteur, à la suite d'une erreur de notre part.

Nous tenons donc à en informer nos lecteurs et à nous excuser auprès d'eux ainsi qu'auprès de M. Belmont.

N.D.L.R.

une autoroute en Arabie Saoudite

par S. AGIUS et P. MARTIN

*Ingénieurs civils des Ponts et Chaussées
Entreprise Jean Lefebvre International*

Depuis quelques années, l'Entreprise Jean Lefebvre organise et développe son implantation en péninsule arabique, notamment en Arabie Saoudite.

Le Royaume d'Arabie Saoudite

Un vaste plateau désertique pourvu d'un important littoral maritime, un climat chaud et humide en plaine côtière mais contrasté à l'intérieur : ainsi se présente le Royaume d'Arabie Saoudite.

Ses 8 millions d'habitants se répartissent suivant 3 pôles :

- *le centre*, avec Riyadh, capitale du Royaume (450 000 h) siège du Gouvernement et centre de commerce,
- *la région orientale*, riche en pétrole, avec ses 3 villes : Dammam, Dhahran et Al Khobar,
- *la région occidentale*, avec Jeddah (350 000 h) le plus grand port du Royaume et ses 2 villes saintes, Médine et La Mecque.

Sa Majesté, le Roi Khaled Ibn Abdul Aziz Al Sa'ud, Souverain du Royaume, y dispose de pouvoirs très étendus et la loi fondamentale du pays est la « Charia » ou loi religieuse.

L'Arabie tire sa richesse du pétrole : elle assure 15 % de la production

mondiale de brut et possède 18 % des réserves mondiales.

Un programme routier ambitieux

Grâce à cette prodigieuse richesse, le Royaume développe ses infrastructures et notamment les infrastructures routières.

Le réseau routier existant (11 000 km) doit, en effet, s'étendre considérablement puisque le second plan quinquennal (1975-1980) prévoit la construction de 13 000 km de routes principales et 3 480 km de routes secondaires. 10 000 km de pistes sont également prévus.

Le rythme de construction des routes principales est prévu comme suit :

années	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80
km	3 000	2 900	2 700	2 400	2 000

coût des projets

années	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	TOTAL
en millions de riyals.	2 717	2 599	2 291	1 923	1 522	10 852

Les coûts estimés des projets sont les suivants (valeur 1974) :
(1 SR = 1,35 FF)

Le coût moyen estimé — valeur 1974 — pour la construction d'un kilomètre de route ressort donc à 750 000 riyals, soit un million de francs par kilomètre.

Le plan quinquennal a également pour objectif l'étude de :

- 5 700 km de routes principales,
- 7 000 km de routes secondaires bitumées,
- 10 000 km de pistes en terre.

C'est dans le cadre de ce plan quinquennal que se place la construction de l'autoroute n° 1 qui doit relier Abu Hadriyah au port de Dammam sur le Golfe Persique, tronçon du futur itinéraire autoroutier qui reliera Dammam à l'Emirat du Koweït.

Le projet initial prévoyait, entre Dammam et Abu Hadriyah, 160 km d'autoroute à 2 fois 2 voies. Le projet actuel comporte une voie supplémentaire par sens de circulation. Le tracé traverse une succession de zones de dunes actives (sables de dunes), de dunes fixées par une végétation désertique (sables Dikaka) et de dépôts de sables argileux saturés d'eau salée (dépôts de Sabka). Pour la mise en adjudication, l'autoroute Abu Hadriyah-Dammam a été divisée en 3 tronçons A-B-C ayant pour longueur respective 60, 65 et 35 km.

Avec le concours de ses associés saoudiens, l'Entreprise Jean Lefebvre a participé à l'adjudication des 3 lots et a été déclarée adjudicataire du lot central, le lot B, long de 66 km.

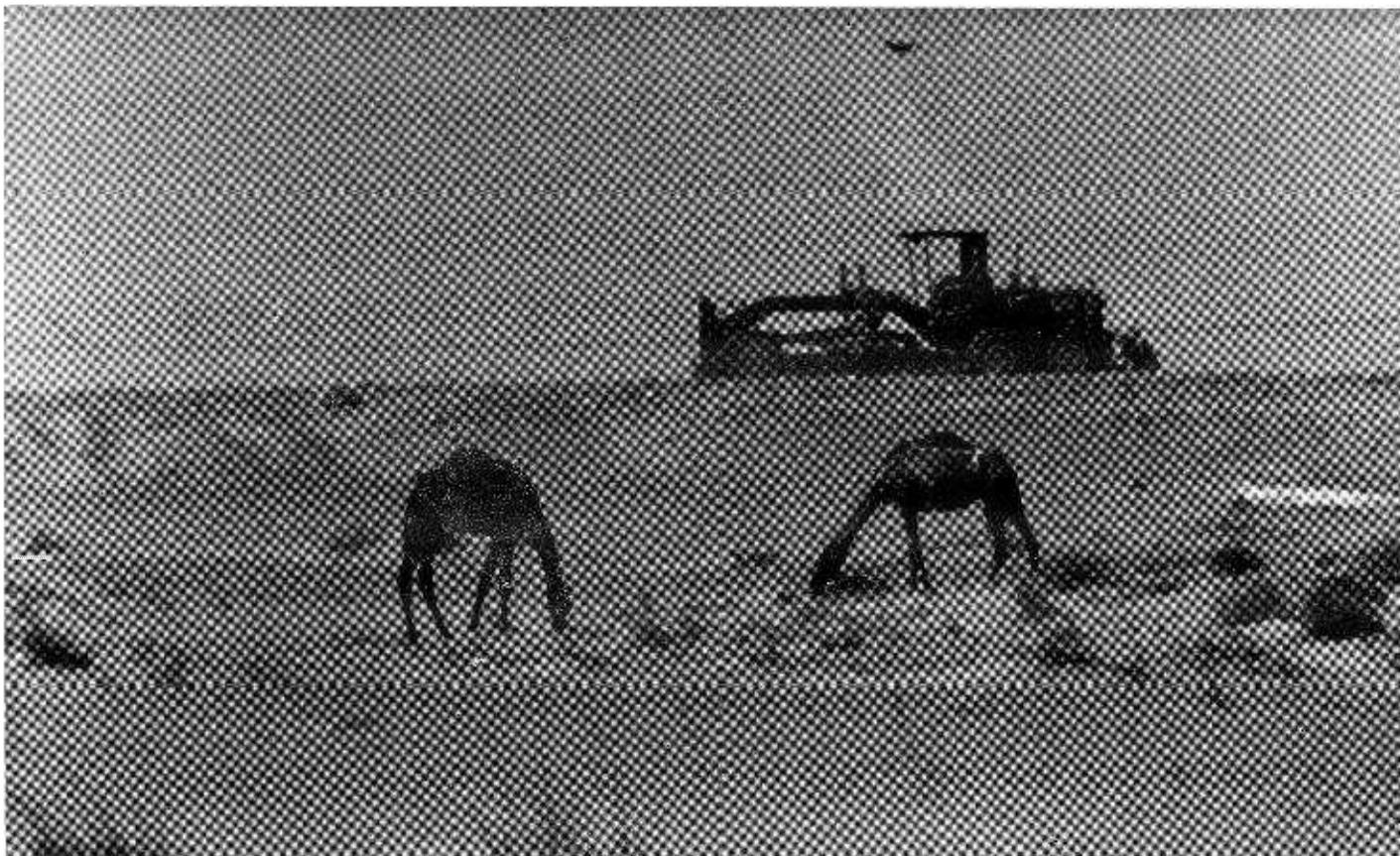
Le projet

1 - Caractéristiques géométriques

Les caractéristiques du profil en travers courant sont les suivantes pour

une demi-largeur d'autoroute :

- un fossé à pente 6/1 sur 5 m et 10/1 au-delà de 5 m pour les zones en déblais dans les dunes,
- un isolateur de 0,50 m,
- une bande d'arrêt d'urgence (BAU) revêtue, de 2,50 m de large,
- trois voies de 3,80 m chacune,
- une B.A.U. revêtue de 2 m de large,
- un isolateur de 0,50 m,
- un terre-plein central (T.P.C.) de



La région.

13 m de largeur totale avec une pente de 10/1 vers l'axe du T.P.C. La largeur totale de la plate-forme est ainsi de 46,80 m.

Les pentes transversales sont symétriques par rapport à l'axe du T.P.C. et ont pour valeur :

- 2,0 % pour la B.A.U. interne (pente vers le T.P.C.),
- 1,5 % pour les deux voies (pente vers l'extérieur),
- 4,0 % pour la B.A.U. externe (pente vers l'extérieur).

Les rayons en plan sont de 5 000 à 10 000 m.

Les rayons minimaux de profil en long sont de 22 000 m aussi bien en convexité qu'en concavité.

La longueur de la section est de 66 km commençant au PK 60 à 60 km d'Abu Hadriyadh et se terminant au PK 126 à 35 km de Dammam.

Trois ouvrages d'art jalonnent cette section : en venant d'Abu Hadriyah, on trouve le pont n° 1 au PK 68 + 675, le pont n° 2 au PK 113 + 100 et le pont n° 3 qui franchit une route au PK 118 + 000. Les 3 ponts sont de passages inférieurs.

D'autre part, le projet comporte une

soixantaine de passages hydrauliques destinés notamment à éviter les pressions différentielles sur les remblais dans les zones de sabka. Ces passages sont constitués d'aqueducs rectangulaires en béton armé simples, doubles ou triples de 1 m × 1 m 50.

Une clôture est posée tout le long de l'autoroute à une distance minimale de 50 m de l'axe du T.P.C.

2 - Sols rencontrés

La couche supérieure est constituée de matériaux quaternaires : sables de dune, sables de dikakah et sables de sabkah.

On trouve sous les sables des formations tertiaires dites « Dam Formation » et « Hadruck Formation ».

Dans les zones de Sabkah, il est indispensable de poser une couche de sable anticapillaire de 0,50 m en effectuant un rabattement de nappe.

3 - Structure de la chaussée

La couche de fondation est constituée de marnes stabilisées à 3 % de chaux pour obtenir un C.B.R. supérieur à 40. La stabilisation concerne

une épaisseur de terrain de 0,25 m d'épaisseur, après compactage.

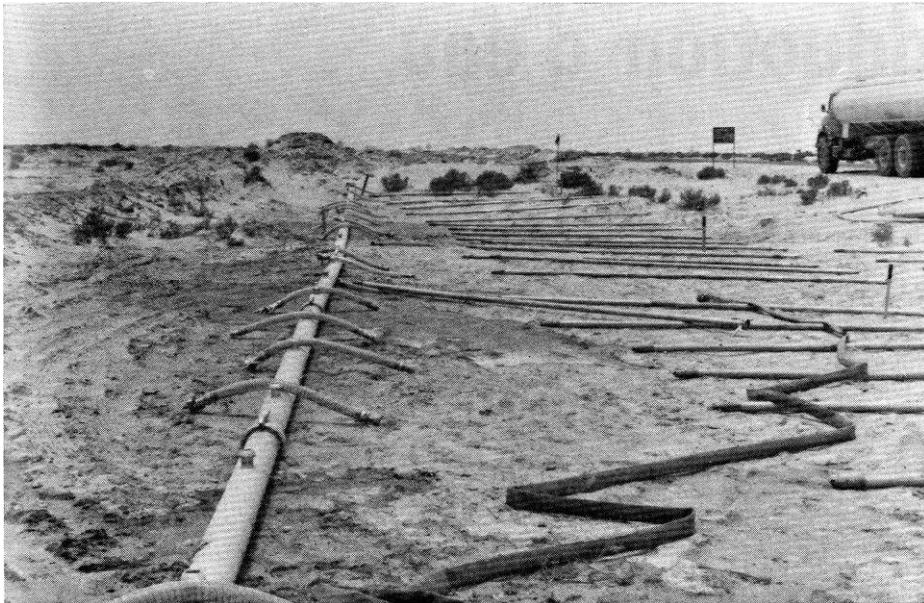
La couche de base de 12 cm d'épaisseur est formée d'une grave bitume 0/25.

Un enduit sépare la couche de fondation de la couche de base.

La couche de roulement est formée par un béton bitumineux 0/12. Son épaisseur est de 6 cm.

4 - Quantités principales

• déblais mis en remblais	950 000 m ³
• emprunts mis en remblais	6 500 000 m ³
• sable anticapillaire.	620 000 m ³
• fondation en marnes (stabilisées à 3 % de chaux)	696 000 m ³
• couche de base en grave bitume	450 000 T
• couche de roulement en béton bitumineux	320 000 T
• béton pour structures (3 ponts)	9 925 m ³
• béton pour ouvrages d'assainissement	8 400 m ³
• clôtures	135 000 ml



Pointes filtrantes pour rabattement de nappe.

Le contrat

L'Entreprise Jean Lefebvre s'est associée à des partenaires saoudiens de premier plan ; la forme d'association choisie étant une société en participation (joint venture).

La construction de l'autoroute n° 1 Abu Hadriyah - Dammam se fait pour le compte du Ministère des Communications du Royaume d'Arabie Saoudite, maître d'ouvrage. La maîtrise d'œuvre et le contrôle de l'exécution sont confiés à Tecnica Consulting Engineer (Rome - Riyadh).

Le marché signé le 1^{er} octobre 1977 est entré en vigueur le 6 octobre 1977, soit 11 mois après la remise de l'offre. Le délai de réalisation fixé initialement à 900 jours a été diminué ultérieurement par le Ministère de 50 jours.

C'est un marché au bordereau de prix unitaires. Ceux-ci sont fermes et non révisables.

Le montant du marché est de 253 665 524 riyals saoudiens (343 000 000 FF environ).

Les moyens

Des moyens importants tant en personnel qu'en matériel ont été mis à la disposition de ce chantier :

1 - le personnel

Près de 500 personnes participent à la construction.

Le personnel d'encadrement vient de

- 16 camions citernes ou arroseuses tractées de grande capacité
- 17 compacteurs
- 55 camions
- 2 pulvimixers
- 2 épandeurs de chaux
- 1 installation de concassage Neyretex de 170 T/H
- 2 centrales d'enrobage Wibau de 130 T/H chacune
- 10 citernes mobiles pour stockage du bitume représentant une capacité de stockage de 600 000 l.
- 3 finisseurs
- 2 pelles
- 1 grue
- 1 centrale à béton
- 3 toupies

Etat actuel

Neuf mois après la signature du marché, 24,5 km de terrassement — soit 2 500 000 m³ — sont terminés.

La stabilisation à la chaux commencée depuis le septième mois, se fait au rythme de 6 000 m²/jour et les rabattements de nappe s'effectuent sans problèmes.

Tout le matériel et toutes les installations seront opérationnels au début du onzième mois ; il est espéré que l'avancement des travaux permettra alors le démarrage des opérations de revêtements bitumineux.

France, pour sa grande majorité. La main-d'œuvre a été recrutée dans divers pays avec une forte proportion de Portugais, Philippins et Pakistanaï.

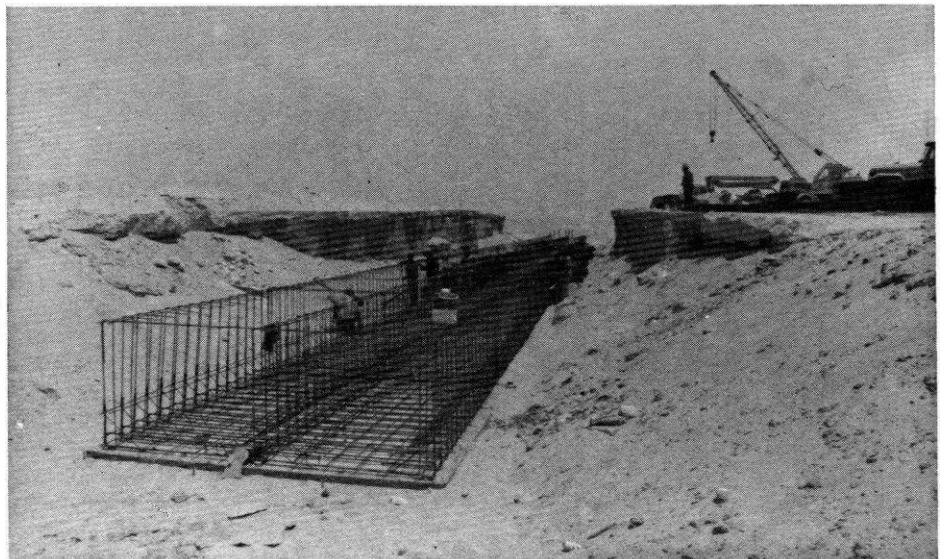
Tout le personnel requis pour ce chantier est logé sur place dans un camp situé à environ 40 km de Dammam, la ville la plus proche.

2 - le matériel

Le gros matériel utilisé sur ce chantier comprend :

- 18 motorscrapers
- 19 bulldozers
- 11 niveleuses
- 6 chargeuses

Ouvrage d'assainissement en cours de ferrailage.



la nouvelle adduction d'eau de Damas

par Jean-Louis BRAULT

*Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées
Directeur Général Adjoint aux Entreprises Bouygues*

et Roger Alfred MARTIN

*Ingénieur civil des Ponts et Chaussées
Directeur Travaux Publics Etranger Bouygues*

Les travaux à réaliser

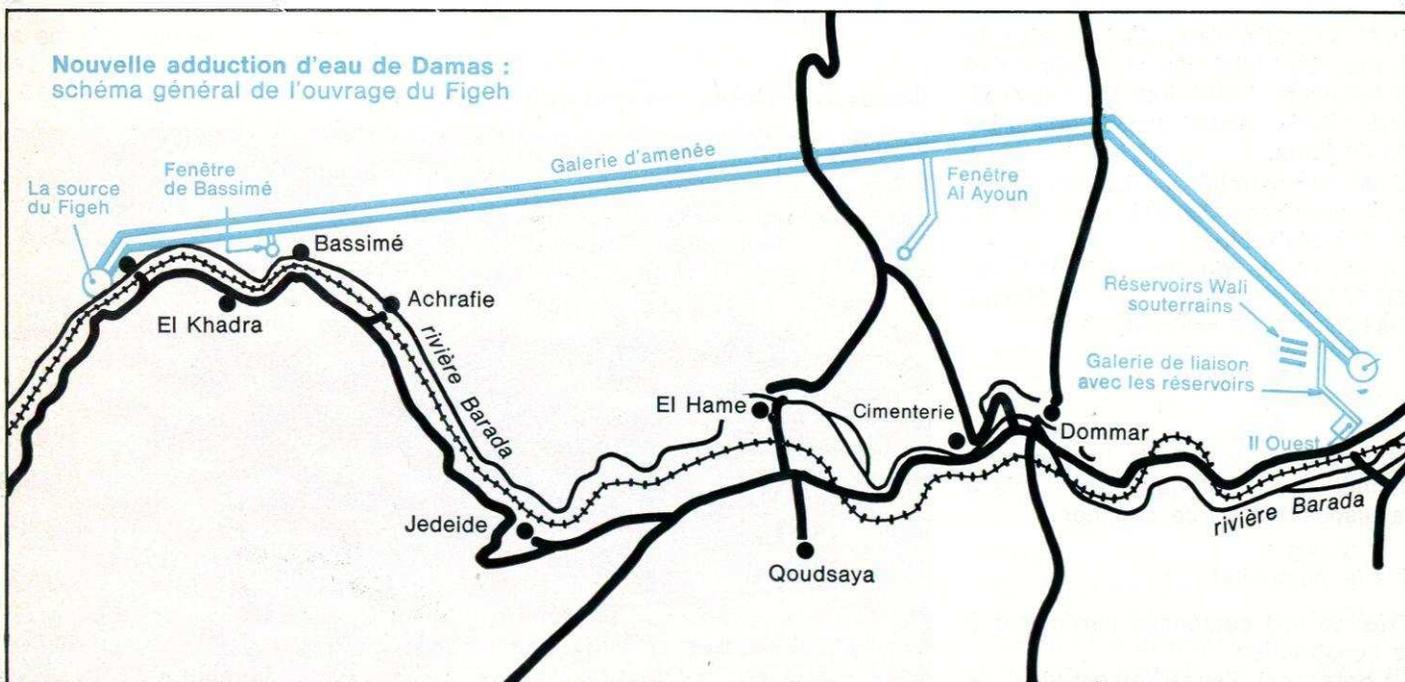
La Syrie a connu, depuis la dernière décennie, un accroissement démographique très important : environ 40 %, auquel s'est combinée une augmentation de la concentration urbaine. C'est ainsi que Damas, la capitale, a vu sa population doubler en 10 ans et arriver au chiffre actuel (estimé) de 1 800 000 habitants.

Cet essor démographique pose de très nombreux problèmes d'infrastructure à la municipalité et, notamment, d'alimentation en eau. Le problème d'eau à Damas n'est pas un problème de disponibilité mais d'amenée : l'eau captée est celle de la source du Figh qui alimente la rivière Barada, richesse de Damas (c'est elle en particulier qui irrigue l'oasis de Al Ghutta, dont les vergers sont, paraît-il, le berceau de la ville).

Depuis l'Antiquité, les eaux de la

source du Figh alimentèrent Damas et, bien entendu, les premiers ouvrages importants et durables furent construits par les Romains (3^e ou 4^e siècle). On peut voir encore aujourd'hui au Figh un bassin de captage en pierre et une portion de la galerie d'adduction creusée manuellement à flanc de montagne.

En 1908, une canalisation en fonte (diamètre 250 mm) fut installée à flanc de coteau dans la vallée du Barada,



allant de la source du Figeh au centre de la vieille ville. Vite insuffisante, elle fut remplacée entre 1925 et 1932 par l'aqueduc souterrain qui alimente Damas actuellement.

Les ouvrages constituant l'adduction d'eau de Damas sont gérés par un organisme d'Etat : l'Etablissement Public des Eaux du Figeh (E.P.E.F.), présidé par M. Mourtada, au sein du Ministère de l'Habitat et des Services Publics.

Afin de faire face aux besoins d'eau potable de la capitale jusqu'en l'an 2000, l'E.P.E.F. a entrepris la réalisation d'un nouveau complexe d'adduction. L'E.P.E.F. a confié à SOGREAH, son conseiller habituel, la conception du projet, puis les études de faisabilité, et enfin la maîtrise d'œuvre et le contrôle de l'exécution des travaux.

L'ensemble du projet a été divisé en 3 lots distincts :

1^{er} lot

- Aménagement du captage (réalisation d'un barrage souterrain d'injections),
- Modification et perfectionnement des ouvrages de régulation,
- Percement de la nouvelle galerie d'adduction et des galeries d'attaque (18 km de long, 2,90 m de diamètre) reliant le captage aux réservoirs souterrains,
- Revêtement de la galerie en béton coffré ou projeté (en fonction des terrains rencontrés),
- Creusement et bétonnage de 4 réservoirs souterrains de 15 000 m³ de capacité unitaire (nécessitant 120 000 m³ d'excavation totale),
- Creusement et bétonnage d'une galerie de 5,50 m de diamètre et 990 m de long, contenant 2 canalisations en acier de 1 200 m de diamètre, pour relier ces réservoirs au réseau de distribution d'eau de la ville,

- Mise en place d'un complexe de vannage et de régulation électromécanique.

2^e lot

- Construction de réservoirs à l'air libre et des stations de pompage pour l'alimentation haute de Damas.

3^e lot

- Réalisation du dispatching central à Damas.

Le premier lot a été confié, après appel d'offres international, au Groupement d'Entreprises Bouygues (France) - Edok Eter (Grèce), dont Bouygues est pilote et gérant.

Le marché a été signé le 11 décembre 1975, les travaux ont débuté en mars 1976 et seront terminés avant l'été 1980.



Les hommes

L'effectif total maximum du chantier aura été d'environ 800 personnes, se répartissant en 700 Syriens et une centaine de cadres expatriés venant des entreprises du Groupement (60 Français et 40 Grecs).

La majeure partie des collaborateurs vivent à Damas en famille et sont logés dans des appartements confortables. L'approvisionnement ne pose aucun problème, ni d'ailleurs la scolarisation, puisque les études secondaires sont possibles au collège français. Damas se révèle comme une ville agréable.

Le matériel

Le matériel de terrassement

Les différentes résistances des couches rocheuses traversées par la galerie ont nécessité l'adoption de techniques de creusement extrêmement variées : de l'abattage à la main (pelle et marteau) ou à l'explosif jusqu'au tunnelier, full-facer ou à bras oscillants..

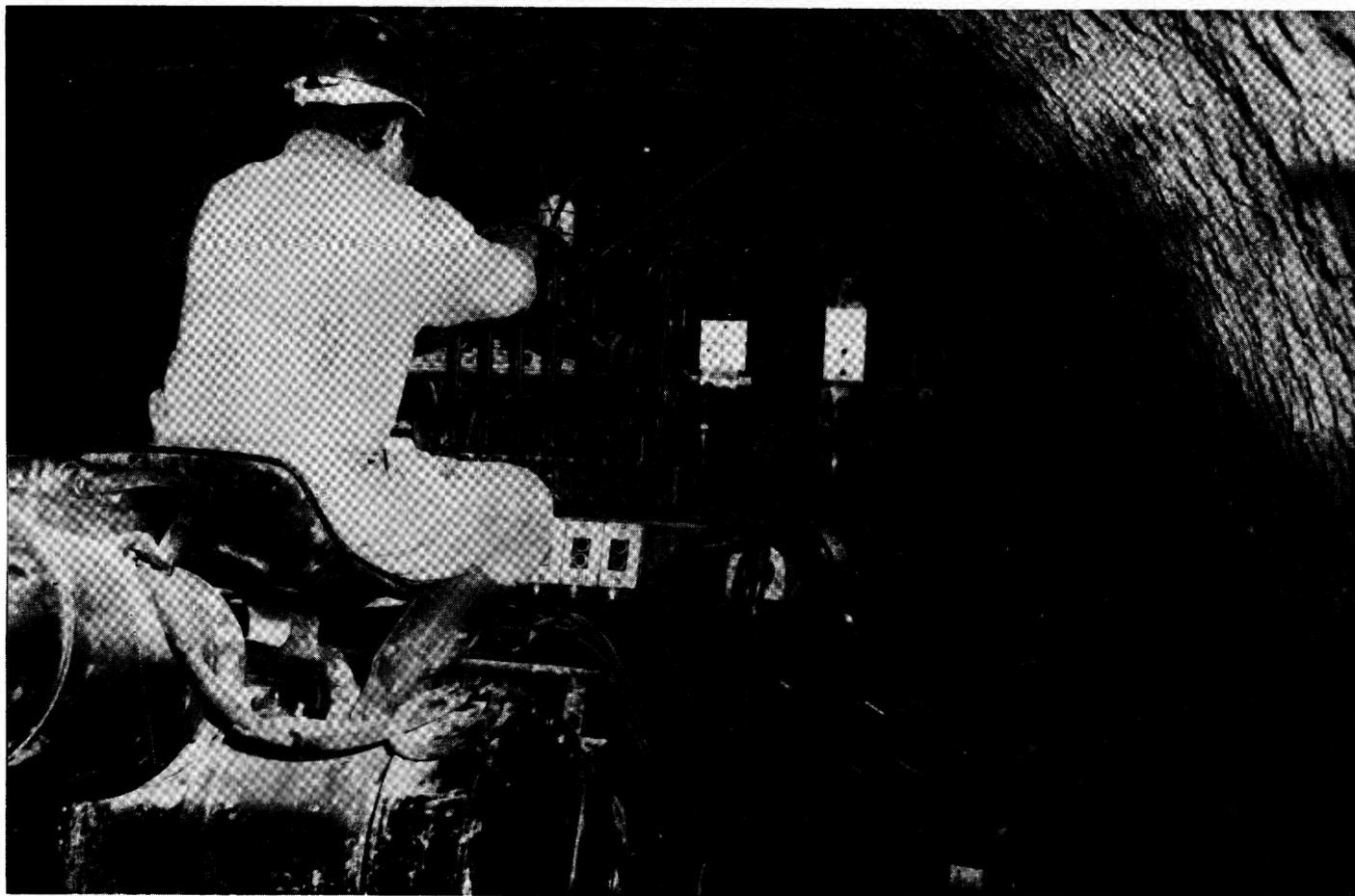
Le creusement de 2 galeries d'attaque a permis l'ouverture de fronts supplémentaires pour gagner du temps.

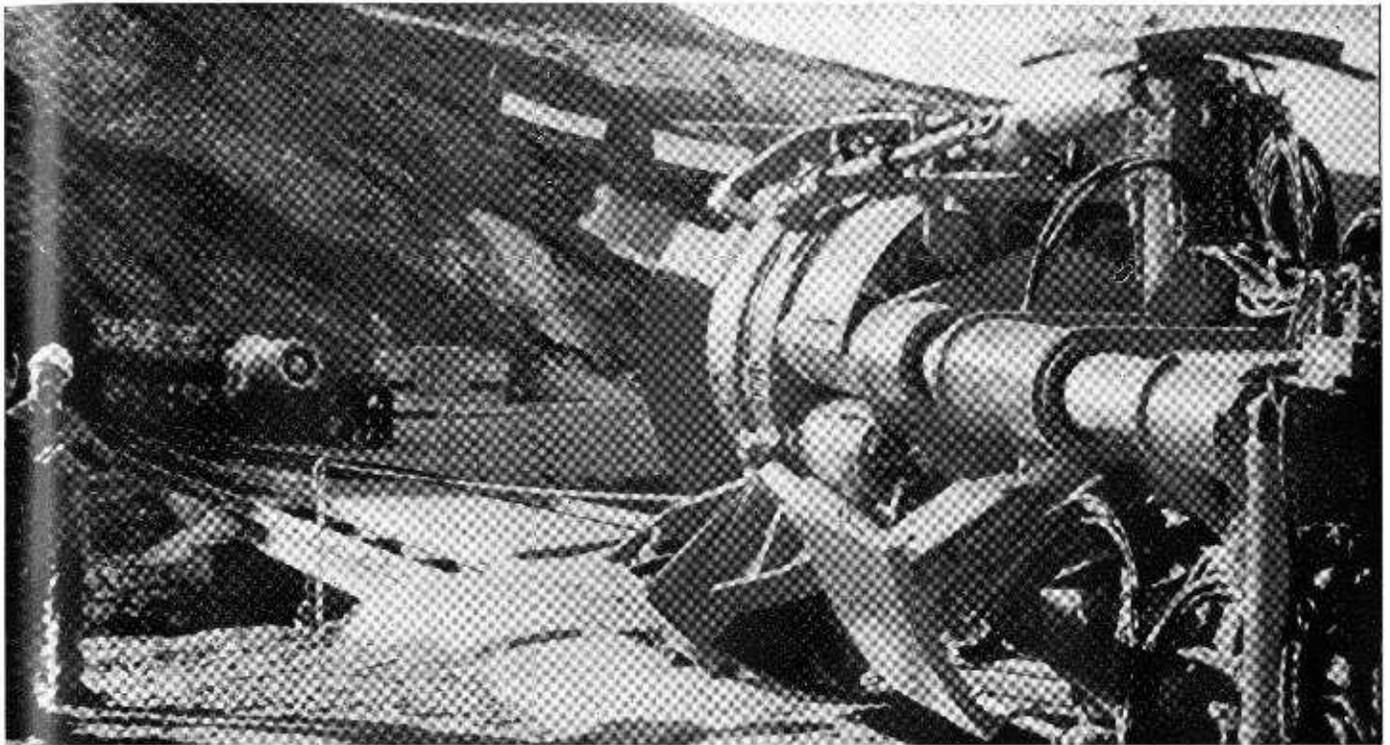
Les tunneliers mis au point par l'Entreprise Bouygues sont des machines de conception tout à fait originale, dont les performances de pointe ont dépassé 35 m/jour (en diamètre 290 cm) dans des terrains de 600 bars de résistance en compression, et 10 m/jour dans des calcaires durs à silex. Les machines Bouygues présen-

tent l'originalité d'attaquer la roche par des stries en spirales dont la profondeur et le pas (spacing des tunneliers classiques) peuvent être réglés instantanément.

La machine porte sur la tête tournante trois bras à 120° (dits « de balayage ») articulés et oscillants dans des plans passant par l'axe de la galerie. Le mouvement d'oscillation est obtenu grâce à un vérin central unique relié par bielles aux 3 bras oscillants. Les outils montés au bout des bras décrivent donc des spirales croissantes ou décroissantes, dont le pas correspond à la notion de spacing pour les tunneliers classiques. Le pas est variable de 20 à 100 mm, selon le terrain.

La géométrie de chacun des bras est telle que chaque outil d'extrémité travaille sur une couronne circulaire (centrale, intermédiaire ou extérieure) à l'intérieur de laquelle il décrit une





spirale. Les 3 outils sont synchronisés et se retrouvent tous en même temps en fin de course sur leur zone de travail.

La structure de la machine, grâce aux 3 bras oscillants, permet un accès facile pour les interventions à l'avant. A noter également que, les bras oscillants repliés et les gripeurs rentrés, la machine peut être déplacée en galerie grâce à des lorrys roulant sur la voie de marinage.

Le matériel de bétonnage

A l'image du creusement, le bétonnage de la galerie s'effectue en partant des différentes fenêtres avec, à chacune, une centrale à béton et le matériel pour réaliser soit des anneaux de béton coffré, soit un revêtement en béton projeté (selon les caractéristiques du terrain, à la demande de l'Ingénieur Conseil).

Un train de bétonnage comprend :

- La centrale à béton, implantée à la « fenêtre »,
- Un train constitué d'un locotracteur et de trémies tournantes cylindriques de 6 m³, qui assurent le transport du béton jusqu'au front,
- Au front :

- Une trémie agitatrice intermédiaire,
- Une pompe à béton,
- Les coffrages de radier et de voûte ou une machine à béton projeté (selon le type de revêtement choisi).

Difficultés rencontrées

A ce jour (octobre 1978), l'avancement du chantier dépasse 60 %. Les creusements ne sont pas tous terminés ; certaines attaques n'ont rencontré que des difficultés classiques dans le domaine du percement, et les sections de tunnel correspondantes sont en cours de bétonnage. Par contre, deux difficultés importantes sont à signaler.

La première est située dans le tronçon central (7 km), où l'alternance de conglomérats saturés d'eau, parfois très durs (2 000 bars), et d'argiles marneuses à haute proportion de Montmorillonite crée des circonstances très défavorables à tout avancement industriel. De surcroît, la présence simultanée d'eau et d'argiles fortement expansives pose les problèmes de tenue que l'on imagine. Ces circonstances défavorables étaient imprévisibles lors de l'appel d'offres.

Une deuxième difficulté a surgi au début de l'année 1978 dans la partie la plus en amont de la galerie, au niveau du raccordement de celle-ci aux ouvrages de captage. Malgré une étude sérieuse de l'Ingénieur-Conseil appuyée sur des programmes de reconnaissance bien conçus, on n'a pu éviter que le tracé de la galerie rencontre une zone d'éboulis récents, dont le creusement nécessite un traitement tout à fait spécifique, d'une ampleur encore accentuée par la présence de constructions habitées à la verticale de la galerie. Les modalités d'exécution dans cette dernière partie sont orchestrées par des experts, avec utilisation de toutes les procédures de l'art du souterrain.

Les perspectives d'achèvement de cet aménagement difficile mais passionnant sont relativement optimistes, car les délais partiels des ouvrages de captage et des réservoirs seront tenus, alors que le délai initial prévu était relativement court (35 mois). Les difficultés de sol rencontrées dans le percement de la galerie ne devraient repousser la date de la mise en eau de celle-ci que de quelques mois, ce qui constituera un résultat dont les divers responsables n'auront pas à rougir, eu égard aux aléas qui auront dû être surmontés.

le chemin de fer Téhéran - Bandar Shahpour - Khorramshahr

par R. VITAL

*Ancien élève de l'école Polytechnique
Directeur adjoint à Spie-Batignolles*

Rappel historique

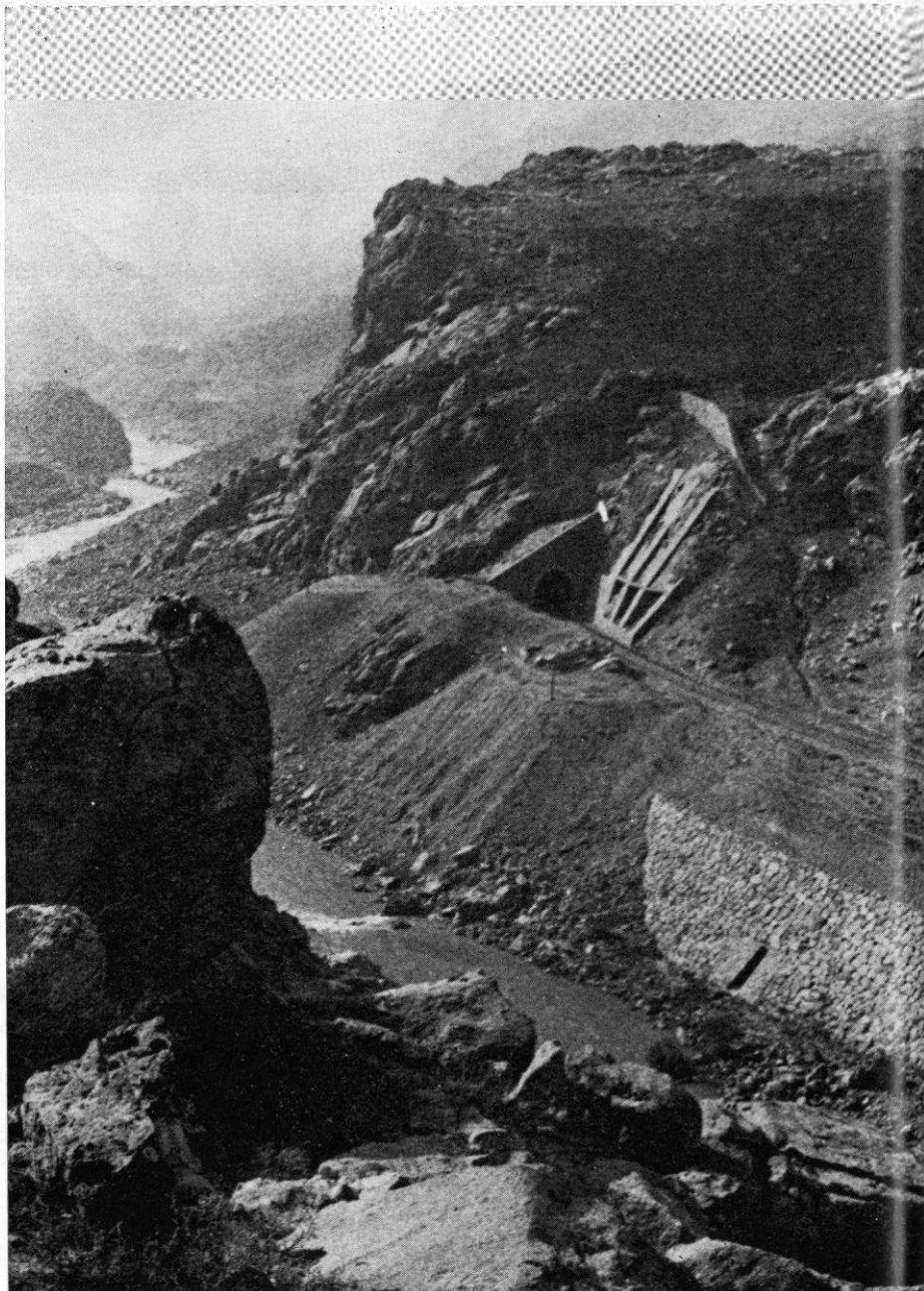
Mise en chantier en 1927, au lendemain du couronnement de Reza Shah Pahlavi, la ligne reliant Téhéran à Bandar Shahpour fut ouverte au trafic en juin 1938.

Le TRANSIRANIEN, dont cette ligne faisait partie, constituait pour l'Iran, le symbole de son unité nationale et de sa volonté de modernisation et d'ouverture. Remarquable réalisation, si l'on considère les 1 400 kilomètres de son parcours, les traversées des chaînes du Zagros et de l'Elbourz et les moyens des bâtisseurs de l'époque. Une entreprise française, Hersent, y participa dans une large mesure.

L'importance stratégique de cette voie — seul débouché ferroviaire de l'Iran sur une mer ouverte — se révèle dès 1941 avec l'acheminement par l'armée américaine de l'aide à l'URSS sous le régime du prêt-bail. A cette occasion, sont construits en 8 mois les 120 km de l'antenne Ahwaz-Khorramshahr de la ligne.

En 1973-1974, l'Iran prend conscience de l'insuffisance de ses moyens de transport face à l'essor économique résultant de la valorisation de ses ressources pétrolières. Dans le domaine ferroviaire, le Ministère des voies et communications et les Chemins de fer de l'Iran invitent les industriels et sociétés d'études françaises, allemandes, anglaises, japonaises, russes, etc... à participer à la modernisation et à l'extension du réseau ferré iranien.

Vue typique de la ligne dans la vallée du Sezar.



Présente en Iran depuis une vingtaine d'années, Spie-Batignolles obtient en 1974 de concourir pour le doublement et l'électrification de cet axe prioritaire qu'est la ligne allant de Téhéran au Golfe Persique via les villes de Qom, Arak, Doroud, Andimeshk et Ahwaz. Après une présentation des solutions techniques qu'elle proposait, l'Entreprise était sélectionnée par un Comité international d'Experts notamment contre des concurrents japonais.

Le projet

De quoi s'agissait-il ?

Nous proposons au lecteur de répondre à cette question sous les aspects différents du trafic, de la géologie, du tracé, de l'infrastructure et enfin des équipements.

Le trafic

Il s'agit de faire face, dans les vingt années à venir, à un décuplement du trafic marchandises et à un doublement du trafic voyageurs.

En effet, la ligne à voie unique est actuellement saturée, avec un trafic marchandises de 3,6 millions de tonnes par an, sur sa section la plus chargée (Zagros), trafic qui est surtout constitué à parts équivalentes de marchandises déchargées à Bandar Shahpour et d'hydrocarbures au départ d'Ahwaz, centre du bassin pétrolier d'Iran.

Compte tenu de l'évolution du volume des importations qui atteindront 13 millions de tonnes au port de Bandar Shahpour, actuellement en cours d'extension, et compte tenu de l'industrialisation des régions traversées par la ligne, le trafic prévu à l'horizon 2000 dans le sens Sud-Nord est de 25 millions de tonnes par an au sud de Qom et 35 millions entre Qom et Téhéran. En effet, de Qom part la ligne allant vers Ispahan qui sera prolongée jusqu'à Bandar Abbas, autre port en cours de développement sur le Golfe Persique.

Le trafic voyageurs est actuellement assuré par trois trains par jour et par sens de Téhéran à Khorramshahr

auxquels s'ajoutent deux trains desservant Ispahan et Kerman. Le doublement de ce trafic est envisagé dans les 20 ans avec une réduction importante du temps de parcours : la durée du trajet Téhéran-Khorramshahr actuellement de 18 heures — soit une moyenne de 52 km/h — sera réduite sensiblement de moitié.

Aperçu géologique

La structure géologique de l'Iran résulte essentiellement de l'orogénèse alpine ; l'Elbourz et le Zagros, encadrant le haut Plateau d'Iran-Central, constituent les deux branches de l'arc alpo-himalayen.

A l'exception de l'Elbourz situé au Nord, la ligne traverse tous les grands ensembles structuraux qui se succèdent en bandes parallèles orientées Nord-Ouest, Sud-Est jusqu'au Golfe Persique :

— de Téhéran à Doroud (PK 467), nous traverserons le plateau d'Iran-Central qui comprend :

- le vaste Domaine Sédimentaire jusqu'à Arak (PK 325), constitué de dépôts marins, de conglomérats et d'évaporites Miocène plissés au Pliocène. Les formations volcaniques Eocène le recouvrent en partie et constituent les seules ressources de roches ignées durables utilisables en ballast.

- le Domaine Métamorphique, séparé du Zagros au Sud par deux accidents tectoniques majeurs dont la faille principale de Doroud. On y trouve d'épaisses séries vulcanodétritiques et carbonatées (marbres), puis pélitiques (schistes lustrés de Nurabad formant le point culminant de la ligne) et gréseuses, et enfin calcaires qui ont subi plusieurs phases tectoniques.

— de Doroud à Andimeshk (PK 675), la ligne franchit les montagnes du Zagros dont la surrection et le plissement résultent de l'enfoncement du bouclier Arabe sous le plateau Continental Eurasien. La bordure frontale de Doroud à Safid Dasht (PK 510) constitue la zone fracturée très tectonisée et broyée.

Le plissement s'abaisse progres-

sivement vers le sud en de larges synclinaux et anticlinaux d'axe N.O.-S.E. La zone de transition avec la Plaine est formée de dépôts graveleux repris par l'érosion actuelle.

La voie ferrée emprunte l'étroite et sinueuse vallée du Sezar par une succession de tunnels dans les conglomérats, marnes, flyschs, grès et calcaires généralement très tectonisés et d'âge s'étendant du Pliocène à l'Aptien.

— d'Andimeshk à Bandar Shahpour (PK 927), s'étend la Plaine Mésopotamienne, reste du bassin de sédimentation marine du Zagros. Les limons et argiles y sont déposés jusqu'à plus de 300 m de profondeur. Les rivières Dez et Karun inondent annuellement de larges étendues franchies en remblai par la voie ferrée.

— Enfin, il convient de rappeler que la ceinture orogénique alpine dont l'Iran fait partie est jalonnée de volcans actifs et de zones sismiques notoires et que la poussée du Plateau Arabe agissant le long des principales failles d'Irak et de Doroud concerne directement la ligne et peut provoquer des secousses de magnitude supérieure à 7.

Le tracé, l'infrastructure et la voie

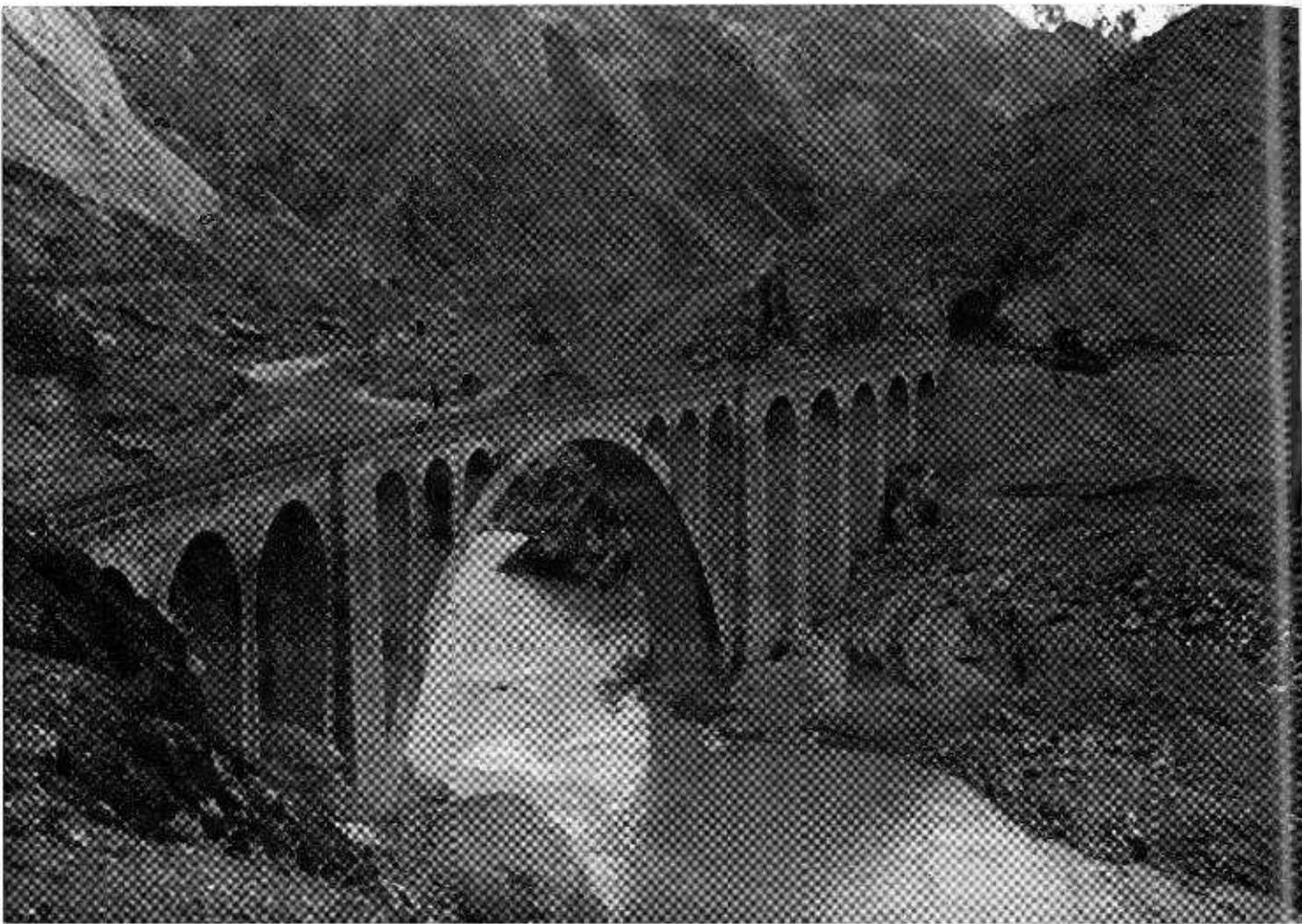
Les exigences principales, imposées d'emblée par le Maître de l'Ouvrage et qui gouvernent la conception du tracé de la ligne et de son infrastructure sont :

— Une exigence de vitesses de référence : 160 Km/h pour les trains de voyageurs et 100 Km/h pour les trains de marchandises.

Bien entendu, dans les zones à relief très accidenté la vitesse de référence est abaissée à 120 Km/h.

— Une exigence de charge: 30 tonnes à l'essieu pour l'infrastructure, réduite à 25 T pour la voie proprement dite, les trains les plus lourds pouvant atteindre 3 000 tonnes.

Cela conduit à une recherche de tracé respectant l'adoption de courbes de rayons supérieurs à 1 200 m (ou 700 m dans zones difficiles) et le respect d'une déclivité maximale de 12,5 ‰. A titre de comparaison la



Franchissement du Dez dans le Zagros.

ligne existante comporte des caractéristiques géométriques nettement plus faibles : rayon minimal 250 m, déclivité maximale 15 %.

L'étude d'avant-projet sommaire réalisée s'est appuyée sur les diverses disciplines relatives au génie civil, à la géologie, à la géotechnique, à l'hydrologie sans négliger les contraintes d'électrification et de signalisation. Pour simplifier, trois grandes zones relativement homogènes peuvent être distinguées (comme pour la géologie) :

- de Téhéran à Doroud, le tracé traverse sur 450 kilomètres la zone des hauts plateaux de l'Iran central et l'altitude varie de 1 000 à 2 200 m, point haut de la ligne. La pente maximale de 12,5 % a conditionné en grande partie les recherches de tracé. Une solution a pu être trouvée qui limite à 1 600 m le linéaire des tunnels, à 1 000 m celui des viaducs,

sans allongement notable de la liaison. Le volume de terrassement a été estimé à 35 millions de m³ et plus de 1 200 ouvrages sont à réaliser.

- de Doroud à Andimeshk, le tracé recoupe la chaîne du Zagros sur plus de 200 km et les franchissements possibles du massif sont limités aux deux grands couloirs naturels. L'un, plus direct, suit le cours de la rivière Sezar (Dez) déjà emprunté par la ligne actuelle, l'autre contourne les massifs les plus élevés et suit le couloir de la route Téhéran-Bandar Shahpour passant par Khorramabad. L'adoption d'un tracé par Khorramabad conduirait à un allongement d'environ 100 Km sans diminuer le linéaire des tunnels, et les problèmes géotechniques rencontrés sont particulièrement délicats à résoudre (traversée oblique de la faille de Doroud et du grand effondre-

ment de Pul E Duktar notamment).

Le couloir de la voie actuelle est donc préféré malgré l'étroitesse de la vallée du Sezar qui a nécessité pour la construction de la ligne existante 60 km de tunnels. Malgré des dérogations aux caractéristiques planimétriques demandées (en adoptant sur certaines zones des rayons de l'ordre de 500 m), le linéaire de tunnels du nouveau projet approche les 100 kilomètres.

Le volume de terrassement est estimé à 20 millions de m³, et le linéaire des viaducs à 10 km. L'adoption de tunnels de grande longueur, le plus grand atteignant 20 km, permettrait un raccourcissement sensible de la liaison sans augmentation du linéaire global de tunnels. Néanmoins les difficultés d'exécution de tunnels de grande longueur dans cette région seront importantes.

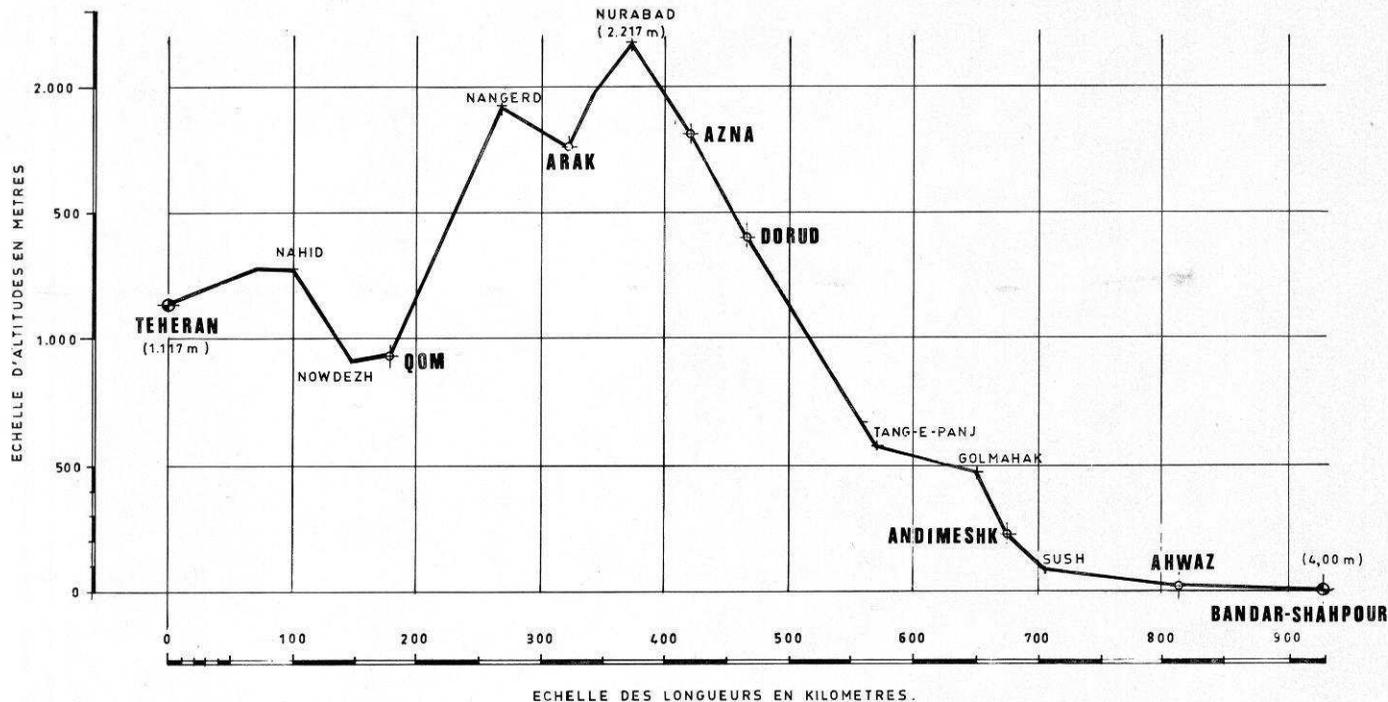
CHEMIN DE FER TEHERAN - BANDAR SHAHPOUR
TRACE EN PLAN

U. S. S. R.



MUSCAT AND OMAN
 GULF OF

CHEMIN DE FER TEHERAN - BANDAR SHAHPOUR
PROFIL EN LONG





Traversée des zones inondables au sud d'Ahwaz.

— d'Andimeshk à Bandar Shahpour/Khorramshahr, la plaine alluviale du Khuzestan est de topographie très monotone, le problème essentiel est lié à l'hydrologie et à la traversée, surtout au Sud d'Ahwaz, de zones inondées une partie de l'année. L'altitude moyenne entre Ahwaz et le Golfe Persique se situe à une dizaine de mètres au-dessus du niveau de la mer. Le profil en long est presque exclusivement en remblai et le volume des terrassements à réaliser est de l'ordre de 11 millions de m³.

La liaison Téhéran-Bandar Shahpour/Khorramshahr nécessitera la pose de plus de 2 000 kilomètres de voie courante, supportée par 3,5 millions de traverses en béton précontraint et le volume nécessaire de ballast est estimé à 6 millions de m³.

La modernisation des 9 gares importantes, la création de 50 gares secondaires et la réalisation de 2 nouveaux triages nécessiteront la

pose de plus de 300 km de voies secondaires.

Les Installations fixes

SIGNALISATION :

Le projet prévoit une signalisation de double voie par bloc automatique lumineux avec installations permanentes de contre-sens. Ces dernières permettent d'exploiter, si nécessaire, en voie unique grâce aux jonctions entre voies qui sont installées à chaque gare, c'est-à-dire, tous les 15 ou 20 km.

Les itinéraires seront commandés à partir de postes de commandes centralisés.

Ils pourront naturellement aussi être commandés localement.

TELECOMMUNICATIONS :

Un réseau téléphonique complet sera mis en place pour assurer les liaisons nécessaires à l'exploitation et à la maintenance des installations.

Les artères principales seront assurées par câble coaxial ou par faisceau hertzien.

Tous les trains seront reliés par radio au poste central de commande.

On trouvera également un réseau de distribution de l'heure, de détection d'incendie et de telex.

ELECTRIFICATION :

La ligne modernisée sera électrifiée en courant alternatif à fréquence industrielle sous la tension de 25 000 Volts. Ce système est maintenant adopté pour toutes les électrifications nouvelles.

La caténaire est alimentée par des sous-stations espacées de 35 à 50 kilomètres, et dont la puissance unitaire est de 30 KVA sur les sections à fort trafic ou à profil difficile, et de 20 KVA sur les autres sections. Les sous-stations sont biphasées : chaque section de caténaire est alimentée en parallèle par ses deux extrémités.

Pour le Maître d'Ouvrage, un tel projet comporte de multiples implications d'ordre économique, social, militaire, industriel, financier, etc... Sa dimension et son impact relèvent de la géopolitique. Pour l'Entreprise, il s'agit d'une œuvre de dimension exceptionnelle devant mettre en jeu des ressources intellectuelles et matérielles considérables.

Ces considérations ont conduit Spie-Batignolles à définir avec son Client une approche du type Conception-Réalisation par laquelle ce dernier s'assure du respect de ses objectifs primordiaux :

- mise en œuvre « intégrée » des techniques les plus modernes éprouvées sur les réseaux ferroviaires européens
- efficacité, rapidité d'exécution et donc économie optimale du projet par la réalisation coordonnée des études, des fabrications et des travaux
- unicité de la responsabilité jusqu'à la mise en service de la ligne tronçon par tronçon, puis dans son ensemble
- pouvoir du Maître de l'Ouvrage d'intervenir, d'orienter et de décider aux moments cruciaux du développement du projet (technique, délais, budget)
- contrôle effectif par le Maître de l'Ouvrage de la qualité de l'œuvre réalisée et de son coût.

Une lettre d'intention, signée le 6 novembre 1975, confiait à l'Entreprise l'ensemble des études, des fournitures et des travaux de construction de la ligne et confirmait l'accord des deux parties sur l'approche décrite ci-dessus. Elle envisageait un démarrage immédiat des études d'avant-projet et le lancement simultané des premières installations logistiques et des unités de production de traverses et de soudage de rails. La construction d'un premier tronçon de la ligne, Ahwaz-Bandar Shahpour, après une mise au point contractuelle, devait être lancée sous sept mois en régie contrôlée. Enfin, il était convenu que l'ensemble du projet serait mené à bien en 6 ans.

En fait, cette lettre d'intention ne fut pas mise en application immédiatement pour des raisons indépendantes de la volonté de l'Entreprise. Trois contrats couvrant les études d'ingénierie de l'ensemble de la ligne, les installations et la construction du premier tronçon devaient être négociés et leur signature intervint en octobre 1976, lors de la visite officielle du Président de la République en Iran. Après un début de réalisation par l'Entreprise, ces contrats ont été mis en vigueur par le Maître de l'Ouvrage en octobre 1977.

D'autres contrats seront successivement conclus qui intéresseront la réalisation des tronçons suivants. A terme, l'ensemble du projet pourrait atteindre une valeur d'environ une vingtaine de milliards de francs.

Un financement par crédit-acheteur a été mis en place pour les premiers contrats par un pool de banques françaises et couvre une quantité importante de la part en francs des marchés.

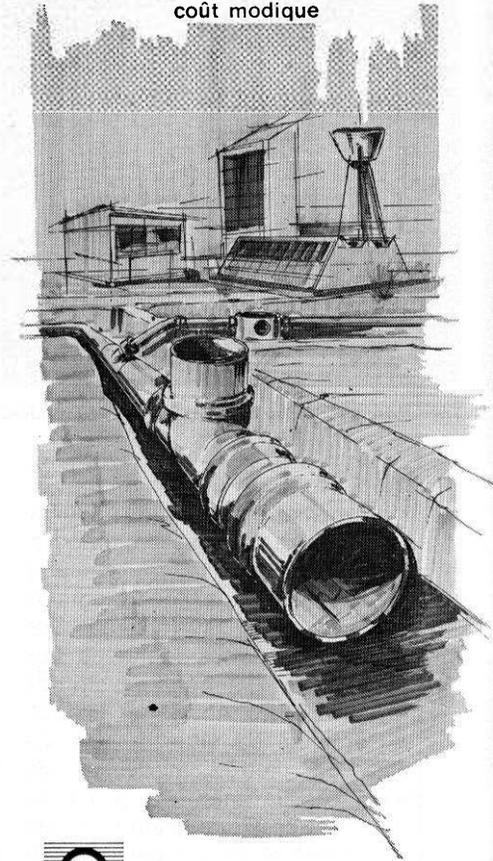
Participent à ce projet auprès de Spie-Batignolles, les membres du « Groupement 50 Hz » qui réunit les principaux constructeurs de locomotives et d'installations fixes en 25 KV monophasé du continent européen. D'autres entreprises françaises et iraniennes de toutes tailles apportent leur concours à la réalisation de ce projet.

Enfin, il convient de signaler que, dans le cadre d'un important contrat de coopération technique avec le Chemin de fer de l'Iran (R.A.I.), la S.N.C.F. assiste le Maître de l'Ouvrage dans la supervision de notre projet depuis septembre 1977.

La ligne Téhéran-Golfe Persique a pu être comparée à une liaison Paris-Marseille qui passerait au travers des Alpes. Certains journaux en ont parlé comme d'un « marché du siècle »... Ce qui est certain, c'est que le nombre des techniques mises en jeu, l'intégration des phases d'études et de réalisation, la multinationalité des participants, la diversité des formes contractuelles et enfin la taille font de ce projet un exemple présent des tâches de la grande entreprise française de demain.

canalisation PVC assainissement du diamètre 110 au 710 LUCOSANIT (SP 94 et 95)

légèreté, manutention aisée, étanchéité
inaltérabilité, qualités hydrauliques
auto-curage, souplesse, résistance,
coût modique



armosig Elysée II B.P. 2 78170 La Celle St-Cloud Tél. 918 92 00



ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

une entreprise active à l'étranger

L'activité d'Electricité de France ne se limite pas au seul territoire national.

E.D.F. apporte son concours aux pays en voie de développement et contribue à la diffusion des techniques françaises à l'étranger.

Une Direction spécialisée, la Direction des Affaires Extérieures et de la Coopération (DAFECO) anime et oriente l'ensemble des activités de l'entreprise dans ses rapports avec les pays étrangers et les sociétés d'électricité des Territoires français d'Outre-Mer. Les activités de DAFECO s'exercent dans les domaines suivants :

• Mise à disposition de personnel qualifié

Actuellement près de 400 agents d'E.D.F. exercent à l'étranger — principalement dans les pays anciennement associés à la France — des activités diverses concernant les études, la construction, l'exploitation d'ouvrages de production, de transport et de distribution d'électricité, la gestion des entreprises chargées d'assurer le service public de l'électricité, la formation professionnelle...

• Formation et perfectionnement du personnel

Pour la formation d'ouvriers qualifiés, agents de maîtrise et techniciens, les

pays étrangers ont souvent recours à E.D.F. Le développement de cette forme de coopération est dû à l'originalité des méthodes et des moyens pédagogiques qu'E.D.F. a mis au point pour son propre personnel.

124 centres de formation ont été créés avec l'aide d'E.D.F. dans 51 pays. Dans ces centres, près de 150 000 agents étrangers ont reçu des formations diverses qui vont de l'alphabetisation des ouvriers au perfectionnement technique et administratif des cadres.

• Accueil des techniciens étrangers en France

En 1977, plus de 800 cadres, techniciens et étudiants étrangers sont venus en France suivre des stages pour s'informer des méthodes et des techniques d'E.D.F. En outre, DAFECO a organisé l'accueil de plus de 3 000 visiteurs venus de 92 pays différents.

• Conseils et prestations en matière d'exploitation et de la gestion

E.D.F. joue auprès des organismes étrangers qui en font la demande un rôle de conseil dans divers domaines tels que : organisation des structures, études tarifaires, problèmes économiques, commerciaux ou administratifs...

• Ingénierie

En 1977, E.D.F. est intervenu, à ce titre, dans une quinzaine de pays (dont la majorité se trouve en Afrique Noire francophone) et dans les Territoires français d'Outre-Mer.

Ces missions sont principalement assurées par le Centre d'Ingénierie Extérieure de la Direction des Affaires Extérieures et de la Coopération. Certaines actions sont aussi réalisées soit par d'autres Directions d'E.D.F. à l'instigation de DAFECO, soit dans le cadre de la Société Française d'Etudes et de Réalisations d'Equipements Electriques (SOFRELEC).

Les contrats passés avec les entreprises étrangères de production et de distribution d'énergie concernent soit des études préliminaires (ou de faisabilité), soit la réalisation d'avant-projets détaillés, soit le suivi et la direction des travaux.

Ces contrats couvrent l'ensemble des branches d'activités d'E.D.F., avec néanmoins une prédominance marquée de l'hydraulique : ainsi, E.D.F. participe à la réalisation d'aménagements hydroélectriques représentant une puissance installée de 2 600 MW, avec une productibilité annuelle de 16,5 milliards de kWh.

En ce qui concerne l'électronucléaire, les interventions à l'étranger sont du ressort des filiales spécialisées : SOFRATOME et SOFINEL.

des activités offshore au Moyen-Orient

par Yves THUILLIER

Vice-Président E.T.P.M. Moyen-Orient

Fondée en 1965 par Entrepouse et par Grands Travaux de Marseille (GTM) pour l'installation et l'équipement des champs pétroliers offshore, ETPM est, dans sa spécialité, la première entreprise en Europe et la troisième dans le monde. Ses activités comprennent l'ingénierie, la fabrication et l'installation de plateformes de forage, de production et de quartiers d'habita-

tion. S'y ajoutent les terminaux pétroliers, les postes de chargement pétroliers, les canalisations sous-marines et enfin, la maintenance en mer.

La société réalise la totalité de son chiffre d'affaires (1.200 millions en 1977) à l'étranger. Le Moyen-Orient constitue l'une des zones d'activité privilégiées pour ETPM qui y réalise

plus de 50 % de son chiffre d'affaires. La société y est représentée par une Direction régionale établie à Sharjah (Emirats Arabes Unis). Cet établissement qui emploie 1.200 personnes, dont environ 400 Européens expatriés, a connu ces dernières années une croissance spectaculaire.

ETPM possède également des Directions régionales à Téhéran (Iran), Abu



Vue générale du Super Complexe de Zakum

Photo ETPM

Dhabi (Emirats Arabes Unis) et Damman (Arabie Saoudite) et deux chantiers de construction offshore à Sharjah et Bushire (Iran).

La capacité maximum du yard de Sharjah est de 2.000 tonnes par mois. La Direction opérationnelle Moyen-Orient est dotée de 5 unités navales spécialisées qui sont : la barge auto-élévatrice ETPM 251, les barges de levage et de pose ETPM 502, 401, les barges de travail 202 et 203.

Depuis 1966, date où elle a commencé les opérations offshore au Moyen-Orient, la société a installé 95 plateformes fixes, posé plusieurs centaines de kilomètres de pipelines, installé 4 terminaux et travaillé pour toutes les compagnies pétrolières internationales qui opèrent en Iran, en Arabie Saoudite, aux Emirats Arabes Unis, au Koweït, au Qatar et à Oman. Ses réalisations les plus importantes sont les suivantes :

— Société Irano-Italienne des Pétroles (SIRIP)

Champ de Now Rouz :

Fabrication et installation d'une plateforme de production et d'une plateforme quartiers d'habitation.

— Société Française des Pétroles d'Iran (SOFIRAN)

Champ de Sirri : Fabrication et installation de 9 plateformes de forage, d'une plateforme de production. Fourniture des équipements du terminal de chargement. Pose de 140 km de conduites sous-marines.

— Iran Pan American Oil Company (IPAC)

Champ de Fereidoon : Fabrication et installation de 6 plateformes de forage, d'une plateforme de production et pose de conduites sous-marines.

Champ d'Ardeshir : Fabrication et installation (par lancement) de 2 plateformes de forage tête de puits et d'une plateforme quartiers d'habitation.

Champ de Darius et Cyrus : Fabrication et installation de diverses plateformes têtes de puits.

— Lavan Petroleum Company (LAPCO)

Champ de Sassan : Fabrication et installation de plateformes tête de puits et Pose de flowlines.

Champ de Bahram : Atterrage et pose de 90 km de conduites de raccordement à l'île de Lavan dans une profondeur d'eau de 280 pieds.

— Iranian Oil Exploration & Production Company (IOEPC)

Île de Kharg : (en association avec Santa Fé Pomeroy). Construction et installation des équipements de chargement de Kharg IV

— National Iranian Gas Company (NIGC)

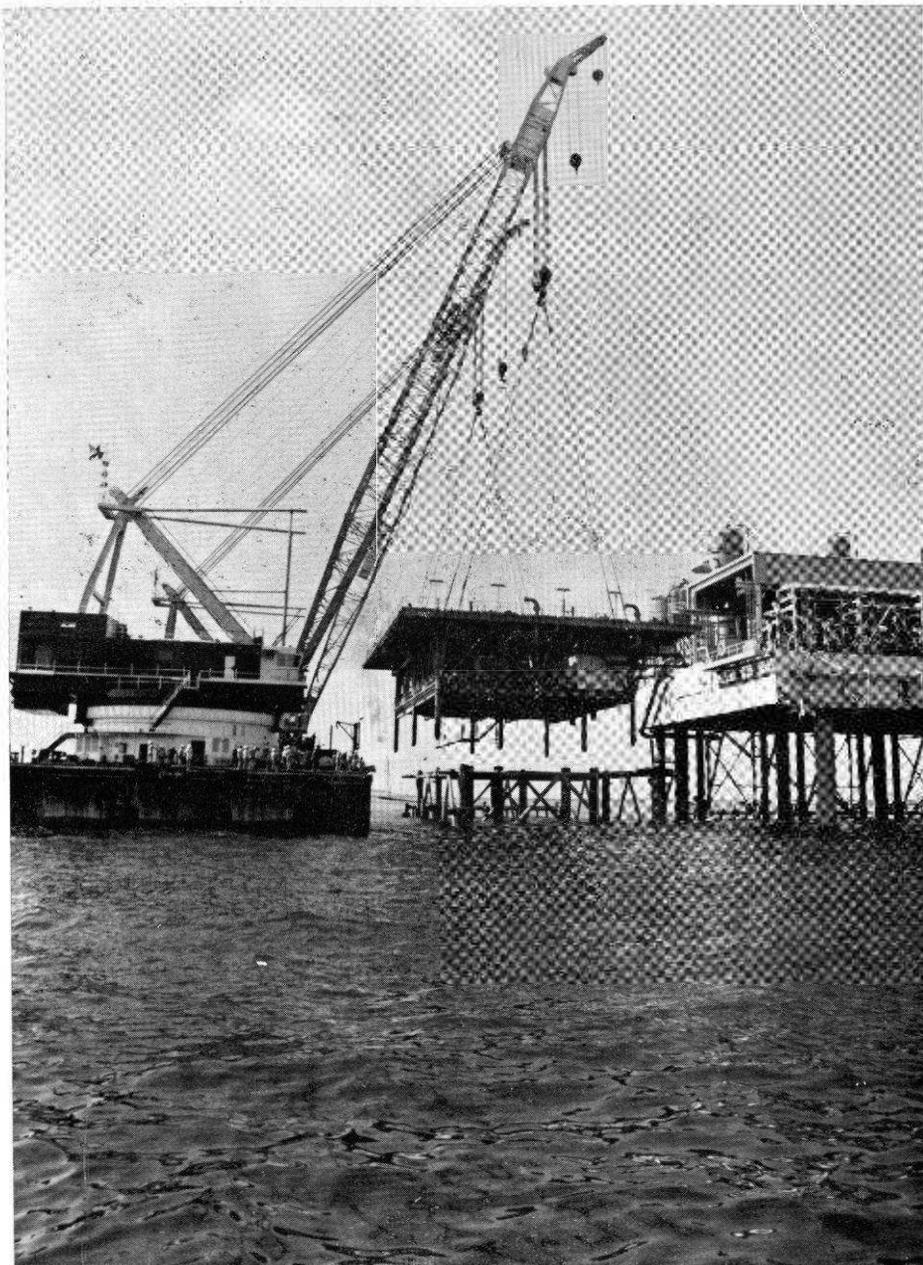
Île de Queshm : Atterrage et pose d'une conduite

— Dubai Petroleum Company (DPC)
Champ de Fateh : Fabrication et installation de 6 plateformes et des équipements de production. Pose de 10 km de conduites sous-marines (profondeur 50 m).

— Abu Dhabi Marine Operating Company (ADMA-OPCO)

Champ de Umm Shaïf : Construction et installation du super-complexe de réinjection d'eau d'Umm Shaïf.

Champ de Zakum : (en association avec NPCC). Construction et installation du Super-complexe de réinjection d'eau de Zakum Ouest.



Super Complexe d'Umm Shaïf

Photo ETPM

the big lifters!



During the brief and intermittent weather windows of the North Sea Winter of '76-'77, ETPM 1601 Derrick/Lay barge lifted a total of 10,000 tons made up of modules and packages on the Frigg field for ELF Norge.

Her sistership DLB SEA-TROLL completed derrick operations for BNOC (Development) Ltd. in record time. The lifting program began April 29, 1977 and was completed May 25, 1977. It totalled 42 modules in 56 lifts with an overall weight of 20,000 tons. A record productive period occurred on May 15 and 16. During 36 hours, 9 lifts were performed totalling 4,350 tons. The time given includes 3 1/2 hours for relocating anchors to change

the working position of the vessel.

These performances were achieved because of the ETPM class 1600 design: Incomparable seaworthiness, extremely efficient mooring system, large deck space and load capacity, superior lifting ability with a continuous read-out and recording of information showing the actual heave of the package being lifted. The ETPM DLB 1601 and her sistership SEA-TROLL offer an extended work period for many offshore areas in the world and will assist in completing offshore projects on stream, on time, regardless of the season.

We are right on top of your offshore work.

ETPM

COURCELLOR II 33, 35 rue d'Alsace 92531 LEVALLOIS-PERRET Cedex (Paris-FRANCE)
PHONE - 759.60.00 TELEX : ETPM 612021 F

Regional Offices & Marine Bases

ABERDEEN - BUSHIRE - HARTLEPOOL - LAGOS - LONDON - PETERHEAD - POINTE NOIRE - PORT-AUX-FRANÇAIS
PORT GENTIL - RIO DE JANEIRO - SIJARJAH - SINGAPORE - STAVANGER - TCHENGHE - TEHRAN - HOUSTON

Champ de Zakum : Fabrication et installation de la plateforme de production Zakum 1.

Fabrication et installation de plusieurs plateformes tête de puits. Pose de 160 km de conduites sous-marines de divers diamètres.

- Crescent Petroleum Company (CPC)

Champ de Mubarek : Equipement complet du champ : fabrication et installation des plateformes de forage, de la plateforme supportant les équipements de production, installation d'une bouée d'amarrage et d'un navire de stockage. Pose de conduites sous-marines (profondeur 220 pieds).

- Abu Dhabi Oil Company (ADOC)

Champ de Mubarras : Equipement complet du champ : fabrication et installation de 20 plateformes de forage, des plateformes de production et quartiers d'habitation, installation d'une bouée d'amarrage et pose de 140 km de conduites sous-marines de divers diamètres.

- Total Abu Al Bu Koosh (TOTAL ABK)

Champ de Abu Al Bu Koosh : Travaux d'extension du champ : fabrication et installation d'une plateforme forage et production, d'une plateforme quartiers d'habitation, pose de conduites sous-marines, installation d'une bouée d'amarrage et d'un navire de stockage.

- Zakum Development Company (ZADCO)

Champ de Zakum Supérieur : Construction et installation de 5 plateformes tête de puits.

- Shell Company of Qatar

Champ de Maydan-Mazan : Fabrication et installation d'une plateforme de production.

- Arabian American Oil Company (ARAMCO)

Champ de Marjan : fabrication et installation d'une plateforme de forage et d'une plateforme quartiers d'habitation.

Champ de Abu Safah : fabrication et installation de 2 plateformes de forage.

- Arabian Oil Company (AOC)

Champ de Hout : Installation d'une plateforme de forage.

En 1977, ETPM a installé dans le Golfe 16 plateformes et posé près de 80 km de sealines. Dans les Emirats, ses principaux clients ont été :

- ADMA-OPCO à Abu Dhabi, où ont été poursuivis les travaux relatifs au développement du Super Complexe de réinjection d'eau du champ de Zakum.

Egalement pour ADMA-OPCO, les travaux pour l'extension du Super-Complexe de réinjection d'Umm Shaïf ont été achevés.

- CRESCENT Petroleum Company, à Sharjah, où ont été réalisées les installations de gas lift sur le champ de Mubarek.

En Iran, ETPM a achevé le terminal pétrolier de l'île de Sirri pour SOFIRAN et installé un réseau de 30 km de lignes de collecte sur le champ de Sassan pour LAPCO. Enfin, National Iranian Gas Company (NIGC) lui a confié la réalisation de la section sous-marine de gazoduc reliant l'île de Queshm à la Côte Sud de l'Iran. Toujours en 1977, plusieurs affaires très importantes ont été attribuées à ETPM en particulier avec :

- ARAMCO, en Arabie Saoudite où

la société a obtenu un contrat de 50 000 000 de dollars pour l'installation de 80 km de conduites sur une jetée en béton de 9 km de long à Ju'Aymah. Cette jetée relie les installations de traitement et de stockage du pétrole et du gaz naturel, à terre, à la plateforme de chargement située en mer. Les travaux, engagés depuis la fin de l'année 1977, doivent normalement s'achever courant 1979. La nouvelle barge ETPM 203 a été affectée à cette affaire.

- K.S.C. (Koweït Oil Co.) : ce contrat, d'une valeur de 27 000 000 de dollars, prévoit l'agrandissement du terminal existant de Mina Al Ahmadi et la construction d'un poste de chargement à point unique d'amarrage (SPM) permettant de recevoir des pétroliers de 500 000 tonnes. Les travaux ont commencé début juillet 1978. La structure en acier, de 40 m de haut et 23 m de diamètre, pèse 1500 tonnes. Le 10 octobre dernier, les éléments de la structure étaient achevés et transportés par cargo-barge sur le site, au large de Mina Al Ahmadi. Les travaux d'installation seront réalisés par ETPM. Ils devraient être achevés en janvier 1979.

- Pour ADMA-OPCO à Abu Dhabi, la société a également signé un contrat de 35 000 000 de dollars pour l'installation d'un réseau de flowlines de 150 km sur le champ de Zakum. Ces travaux ont été achevés récemment.

Les perspectives de Travaux pour l'année 1979 et les suivantes sont très importantes avec des projets majeurs pour l'émirat d'Abu Dhabi en premier lieu, l'Arabie Saoudite et l'Iran.

le barrage de Mudhiq en Arabie Saoudite

par François LEMPERIERE, G.T.M.
et Claude BESSIERE, S.E.E.E.

1. Situation Buts de l'ouvrage

Le problème de l'eau, lié à celui de l'irrigation est essentiel en Arabie Saoudite, où comme dans tous les pays à climat aride ou semi-désertique, le régime des rivières est particulièrement irrégulier : le débit peut passer de 0 à plusieurs milliers de m³/s si l'oued est important, le module restant faible ou très faible.

Le Wadi Najran coule approximativement du Sud-Ouest vers le Nord-Est au Sud du pays, au voisinage de la frontière avec le Yémen. Il prend sa source dans le massif montagneux en bordure de la Mer Rouge et se perd dans les sables aux confins du grand désert du Rub Al Khalil.

Le Ministère de l'Agriculture et de l'Eau du Royaume d'Arabie Saoudite a décidé en 1976 de construire un barrage sur ce Wadi à quelques km en amont de l'oasis de Najran.

Le site du barrage se trouve dans une gorge de plusieurs kms de long et d'une centaine de mètres de largeur. La Vallée du Wadi Najran s'élargit brutalement vers l'aval de cette gorge pour donner une plaine d'un kilomètre de largeur environ, cultivée sur une quarantaine de kilomètres de longueur et se terminant par les premières dunes du désert.

L'exploitation du Wadi pour l'irrigation avait déjà été envisagée et même réalisée à la sortie de la gorge où le lit de l'oued comprend deux bras. On

peut voir à l'heure actuelle la trace du creusement d'un canal d'irrigation dans le rocher de l'un des deux bras. Mais ce barrage datant des temps légendaires du Royaume de Saba a été détruit, sans doute emporté par une crue.

La construction d'un nouveau barrage sur le Wadi de Najran a donc un double but :

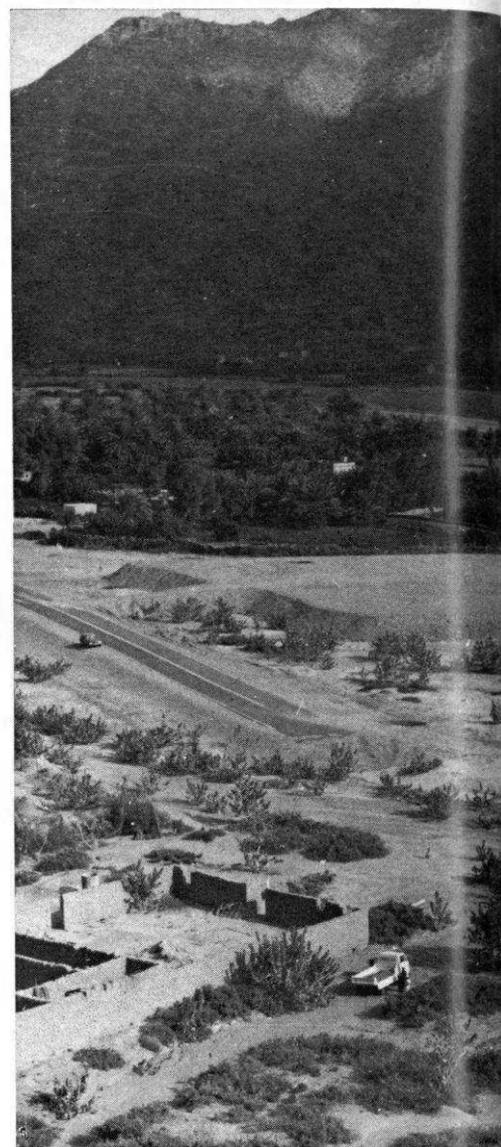
- écreter les crues et diminuer les destructions à l'aval,
- stocker une bonne partie du volume de la crue.

Compte tenu des conditions climatiques, le réservoir utilisé n'est pas le lac qui se créera derrière le barrage, mais la nappe phréatique sous l'oasis, quelques kilomètres à l'aval, qui pourra être alimentée de façon plus rationnelle ; en particulier, son niveau sera relevé pour augmenter les surfaces irrigables par pompage dans les zones où la nappe affleure la surface.

2. Hydrologie Conditions climatiques

Le bassin versant se trouve sur la plus grande partie de sa surface au Yémen, à une altitude comprise entre 2 900 m et 1 300 m au site du barrage. Sa surface totale est de 4 520 km².

Le climat est à prédominance aride, avec une étroite zone semi-aride bordant la chaîne montagneuse de la Mer Rouge où la végétation est moins



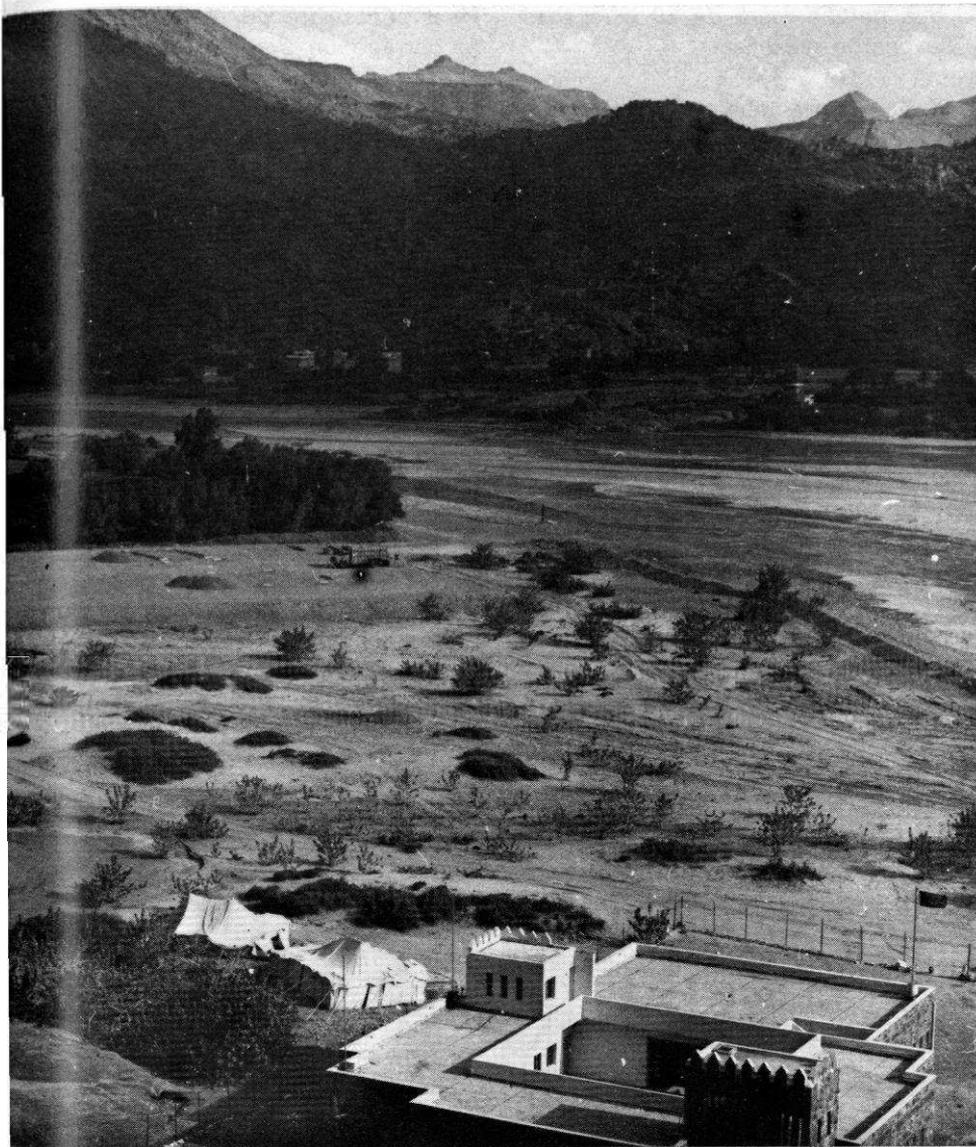
Mudhiq Dam Project. Mofija. Workers camp

éparse (genévriers et arbustes) avec les caractéristiques classiques

- Importantes variations de températures diurnes et saisonnières
- Vents violents avec de fréquentes tempêtes de sable
- Pluies faibles et sporadiques (le bassin versant est dans la zone des Isoyetes 400 mm à 100 mm au voisinage du barrage)
- Ensoleillement intense.

Les crues sont extrêmement brutales, avec un pic très prononcé.

L'étude hydrologique a été faite par l'ingénieur consultant sur la base d'une très courte période de relevés (7 ans), ce qui a permis d'estimer la crue de probabilité décennale à 3 000 m³/s



platiorm. Unices area between this platiorm and the police post (foreground) 17 nov. 1977.

— la crue de probabilité centennale à 10 000 m³/s

Les crues peuvent survenir n'importe quand, avec sur les années relevées une plus forte probabilité pour les périodes allant de mars à mai et de juin à juillet.

Il faut noter que depuis le début des travaux, une crue relativement importante s'est produite en octobre.

3. Géologie Investigations

Géologie du site

La région de Najran se trouve dans

le vieux massif cristallin et crystallophyllien qui occupe la moitié Ouest de l'Arabie et se prolonge ici au proche Yémen.

Les deux types de roches principaux représentés dans cette zone sont :

- des granites (dans la retenue et toute la partie aval des gorges)
- des terrains métamorphiques primaires constituant la partie amont des gorges et le site lui-même.

Les roches du site consistent surtout en quartzites très durs, gris noir, ou localement plus clairs, en bancs d'épaisseurs diverses, en RD à l'amont, ces quartzites passent à des schistes verts, que l'on retrouve aussi en intercalations dans les quartzites, au site lui-même.

Investigations

En 1974, une série préliminaire de 6 sondages superficiels avait été réalisée à l'aval du site actuel, au droit de l'emplacement prévu pour un barrage poids.

La solution définitivement choisie étant un barrage voûte, une campagne d'investigations beaucoup plus poussée a été lancée dès la signature du marché pour déterminer la position des failles en profondeur, l'étendue et la nature de leur remplissage, les caractéristiques des différentes roches et leur état de fracturation. Ces travaux ont été réalisés entre octobre 77 et mars 78.

4. Dispositions principales du projet

Le marché a été adjugé sur une proposition variante de l'Entreprise portant sur deux éléments essentiels :

1) L'appel d'offres portait sur un barrage poids qui se prêtait bien à la submersion du chantier en cas de crues importantes et dont la technicité relativement réduite permettait d'étendre très largement l'appel d'offres. Il a paru cependant possible à l'Entreprise de proposer un barrage voûte à condition qu'il puisse supporter sans dommages, moyennant diverses précautions et un programme précis de construction, le passage des crues maxima à tous moments. De nombreuses études, tant de calculs que d'exécution en ont montré la possibilité.

2) La rivière étant extrêmement encaissée sur environ 6 km à l'aval du barrage, deux solutions pouvaient être envisagées pour l'accès

- un accès à travers la montagne pratiquement à l'abri des crues, mais onéreux et d'exécution longue retardant le démarrage de l'ouvrage principal ;
- un accès provisoire par le fond de l'oued, pouvant être détruit partiellement en cours de travaux, mais amélioré progressivement et permettant un accès beaucoup plus rapide au site du barrage. C'est cette dernière solution qui fut choisie.

sie par l'Entreprise malgré les inconvénients résultant d'interruptions complètes de l'accès à des époques imprévisibles pouvant représenter au total plus d'un mois d'arrêt de travaux.

La variante globale présentée par l'Entreprise représentait une économie de l'ordre de 20 % par rapport à la solution d'origine.

5. Description du projet

L'ensemble des ouvrages faisant l'objet du marché comprend (Voir figure 1) :

- le barrage voûte en béton avec déversoir de crête
- le barrage aval de compensation de faible hauteur
- la route d'accès au barrage depuis l'oasis de Najran
- la construction d'une cité permanente dans l'oasis.

Le barrage principal

est composé par une voûte dont les caractéristiques sont :

- voûte cylindrique verticale,
- cote de la crête 1 380,
- cote du seuil déversant 1 365,
- longueur développée en crête 236 mètres,
- hauteur par rapport au lit naturel 60 m,
- rayon de l'axe 140 m,
- épaisseur constante 9,5 m,
- volume total de béton prévu 113 000 mètres cubes.

La solution voûte cylindrique est dans ce cas particulièrement intéressante car elle permet d'ajuster la profondeur des fouilles.

Le réservoir de surface non vanné comporte trois passes de 23 m de longueur permettant d'évacuer un débit de 8 700 m³/s sur la charge maximale de 15 m.

Le volume de la retenue avant mise en service du déversoir est de 85 millions de m³ (le volume de la crue de projet a été estimé à 400 millions de m³).

Les ouvrages de vidange comportent :

- 3 pertuis de fond de 2,25 m de diamètre (le débit maximum de cha-

que pertuis étant de 60 m³/s sous la charge maximale)

- 1 pertuis de demi-fond également de 2,25 m de diamètre.

6. Traitements de la fondation du barrage

Les problèmes géologiques ont conduit à prévoir différentes mesures pour assurer la stabilité des appuis.

• Profondeur des fouilles

La profondeur prévue pour les fouilles du barrage voûte est importante comparée à la hauteur de l'ouvrage. En effet, elle est de 11 à 12 mètres dans le lit, 15 m environ en RG et jusqu'à 20 à 25 m en RD.

• Drainage

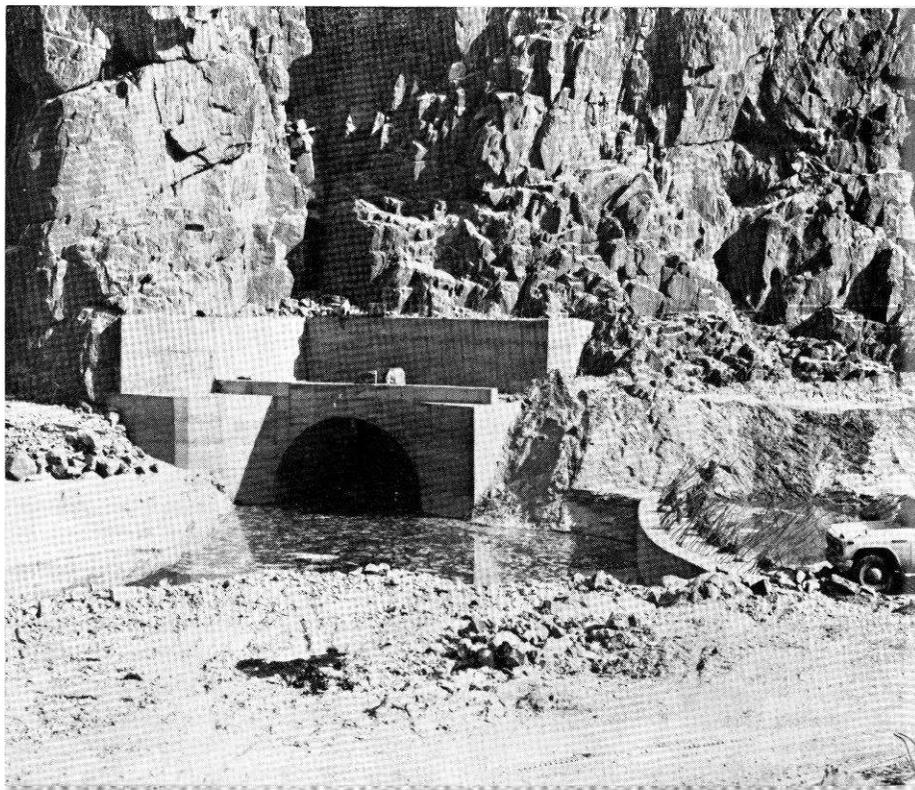
Il est nécessaire de réaliser à l'aval du barrage un système de drainage extensif et fiable, pour éviter que les conditions nouvelles créées par la présence du barrage et celle temporaire de la retenue, ne perturbe l'équilibre des massifs de rive en faisant pénétrer la pression de l'eau. Le dispositif de drainage a été conçu pour assurer une évacuation des infiltrations éventuelles par gravité, tout au moins pour la majeure partie. Les éléments clés du drainage pour les massifs de rive sont des galeries horizontales prévues à différents niveaux et reliées par des drains forcés.

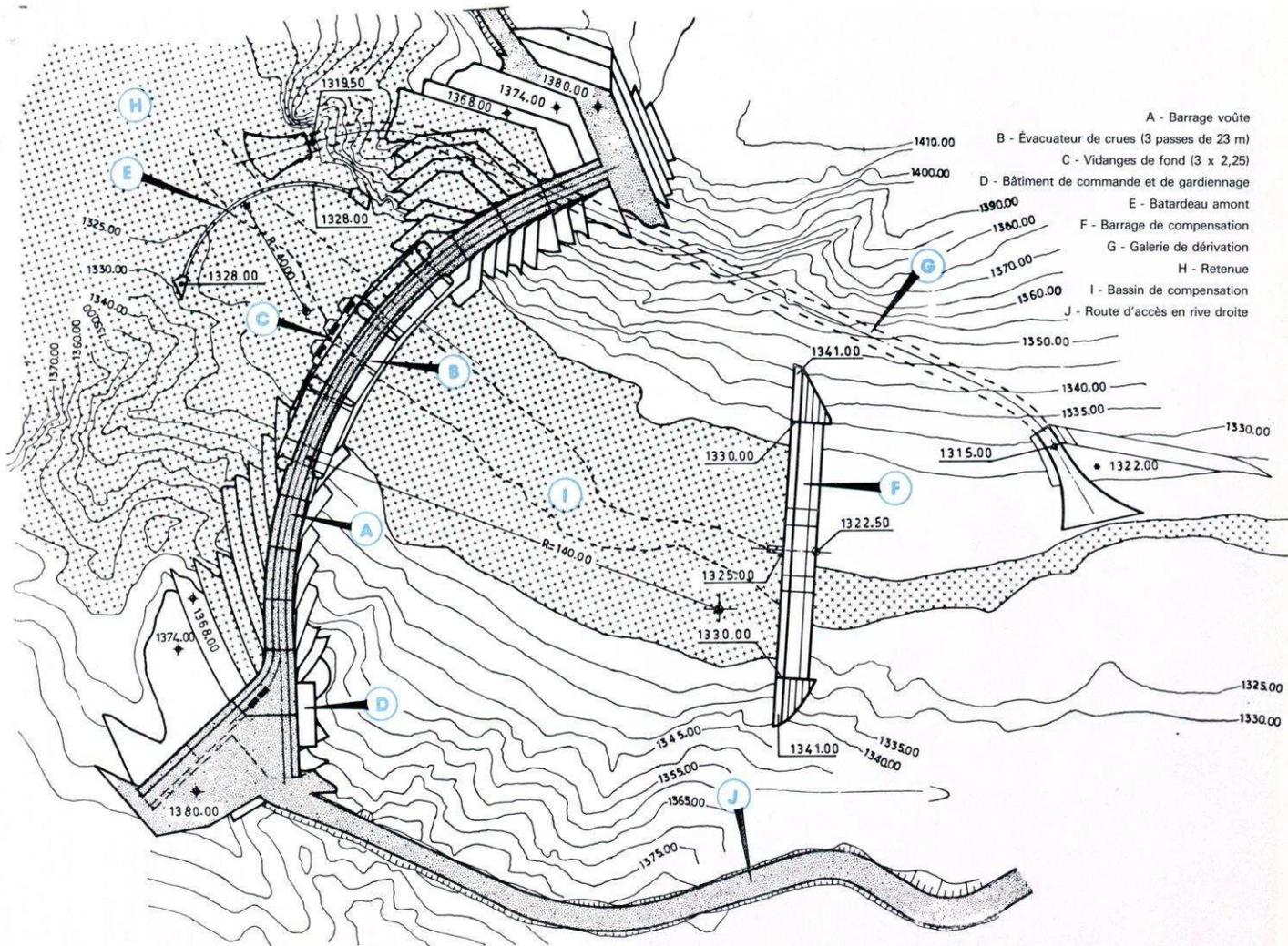
• Injections

Le projet comporte la réalisation d'une voile amont d'étanchéité et d'injections de consolidation systématiques qui serviront au collage du contact béton-rocher.

De plus, les zones de failles situées soit à l'amont du barrage en RG, soit l'aval du barrage dans le lit, feront l'objet d'un traitement particulier.

Dérivation provisoire et batardeau. 7-9-78.





- A - Barrage voûte
- B - Évacuateur de crues (3 passes de 23 m)
- C - Vidanges de fond (3 x 2,25)
- D - Bâtiment de commande et de gardiennage
- E - Batardeau amont
- F - Barrage de compensation
- G - Galerie de dérivation
- H - Retenue
- I - Bassin de compensation
- J - Route d'accès en rive droite



Dam Excavations. Loading of trucs for clearing away the excavations. 20-10-78.

7. Evacuation des crues Affouillements à l'aval du barrage

Toutes les études hydrauliques concernant la mise au point du projet et les phases de construction ont été réalisées sur modèle tridimensionnel.

La Vallée du Wadi Najran a été représentée sur une longueur de 0,6 km à l'échelle de 1/100°.

Les essais ont montré que :

- avec ou sans seuil aval, et quelle que soit la cote de calage de ce seuil
- une érosion sensible des fonds apparaît lorsque le débit déversé dépasse 2 000 m³/s
- l'affouillement maximum descend à plus de 30 m sous les fonds initiaux et se situe à plus de 50 m du barrage (Voir figure 2)

- le dépôt consécutif à cet affouillement important se situe évidemment en aval de la fosse et peut (suivant le matériau utilisé pour modéliser le fond), culminer à une cote pouvant être supérieure à celle du seuil aval

- la présence du seuil limite légèrement la profondeur de la fosse (en première approximation on peut estimer que la diminution de profondeur est sensiblement égale à la hauteur du seuil au-dessus des fonds)

- le redressement du coursier en saut de ski éloigne vers l'aval de 5 à 6 m le début de l'érosion des fonds, ceux-ci n'étant pas touchés sur une vingtaine de mètres en aval immédiat du barrage

- le pincement de la largeur des pertuis extrêmes de l'évacuateur, s'il réduit effectivement la largeur de la zone érodée, augmente sa pro-

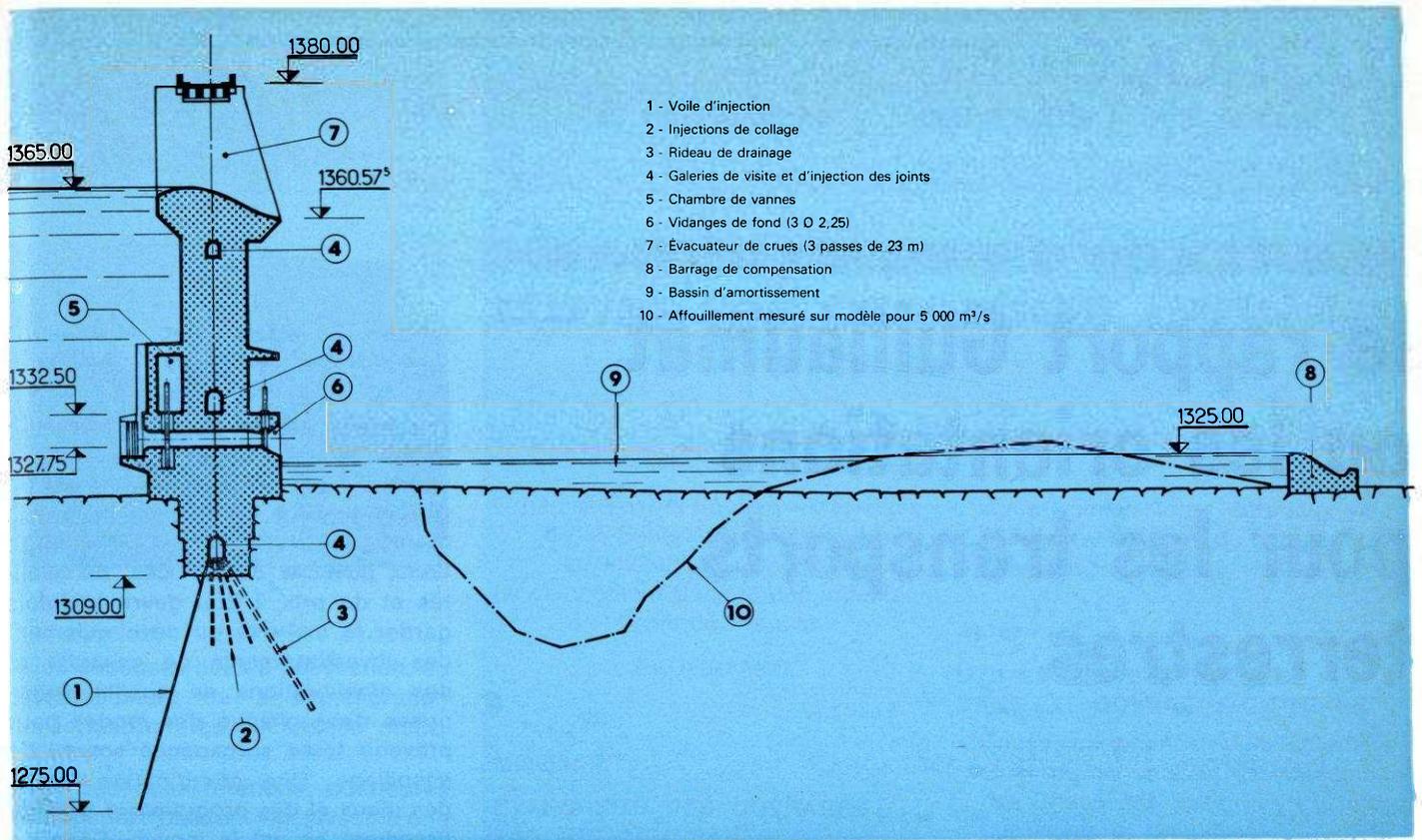
fondeur par la concentration plus grande de l'énergie.

8. Phases de travaux

La faiblesse du module de l'oued ainsi que l'importance des débits de crues prévisibles pendant les travaux sur de courtes périodes ont conduit à accepter une submersion de chantier pour un débit supérieur à 130 m³/s.

Pour des débits inférieurs à cette valeur, l'eau est évacuée par une galerie de dérivation de 22 m² de section et 250 m de longueur située en RD, le chantier étant protégé à l'amont par un batardeau voûte en béton de 10 m de hauteur maximale, et à l'aval par le barrage compensateur.

Des orifices provisoires d'une section totale de 100 m² seront laissés dans la voûte entre les cotes 1 320 et 1 330 afin de diminuer la charge sur le bar-



Dam excavations. Blasting in right bank. 17-9-78.



rage en construction, en cas de submersion.

9. Difficultés de réalisation

Les difficultés principales ont été les suivantes :

- finalisation du projet (incluant l'implantation exacte du barrage) alors que le contrat était déjà en cours par suite de reconnaissances trop réduites avant l'appel d'offres.
- approvisionnements venant pour l'essentiel par route sur 1 000 km depuis Jeddah
- accès aléatoire dans le lit de l'oued entre le barrage et les installations : l'étroitesse de la vallée et la soudaineté des crues ayant conduit l'Entreprise à établir toutes les installations (fabrication du béton comprise), à l'élargissement de la vallée (7 km en aval du barrage).
- difficultés de relations locales résultant de l'usage à peu près exclusif de l'Arabe par les Administrations et la population.

le rapport Guillaumat ou les orientations pour les transports terrestres

par Philippe FLEURY

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées

En juillet dernier, le président Guillaumat a présenté à la presse, en présence du ministre des transports, les conclusions de la commission d'études sur l'avenir des transports terrestres que le Premier Ministre lui avait demandé de présider par lettre de mission en date du 11 mai 1977. Comme le sujet traité concerne à des titres divers et nombreux les ingénieurs des Ponts et Chaussées, il n'est pas étonnant que le bulletin du P.C.M. rappelle à ses lecteurs les grandes lignes de ce rapport auquel ils pourront se rapporter pour plus de détails*.

Le rapport comprend trois parties. Dans la première sont analysées à la fois les évolutions passées de la politique des transports terrestres et ses effets sur la situation actuelle du secteur, et la situation qui en résulterait d'ici 1990 si les tendances actuelles n'étaient pas inféchiées. Afin de révéler les problèmes d'adaptation et de clarifier les enjeux, les hypothèses de croissance de l'économie retenues dans les calculs exploratoires ont été choisies délibérément pessimistes.

Dans la deuxième partie, la commis-

sion retient l'orientation fondamentale du maintien du système de transports interurbains dans l'économie de concurrence, précise les conditions à réunir à cet effet et montre que l'évolution prévisible de l'environnement du système de transport ne conduit pas à renouer à l'arbitrage du marché, même si quelques inflexions doivent lui être apportées.

La troisième partie définit un premier ensemble de mesures d'applications à mettre en place globalement et progressivement. Elles portent en particulier sur la répartition des pouvoirs entre l'Etat et les autorités locales et les mécanismes administratifs à mettre en place pour garantir la permanence et la durée de l'action de l'Etat. Mais c'est dans sa lettre de transmission que le président Guillaumat précise le contenu de la philosophie de la commission :

« Le jeu de la concurrence peut corriger un excès (1) regrettable et mal connu des déplacements et des transports. Elle suppose une libération complète mais progressive des prix ». Pour maintenir le secteur des transports terrestres interurbains dans l'économie de concurrence, la com-

mission a dégagé cinq orientations d'action pour les pouvoirs publics.

1) Aucune raison sérieuse de subventionner les déplacements de voyageurs n'a pu être avancée. Le jeu de la concurrence est le meilleur moyen d'offrir au voyageur le plus large choix possible de services, de qualités et de prix. L'Etat devra toutefois garder la maîtrise du développement des investissements de capacité et des améliorations de qualité entreprises dans chacun des modes pour prévenir toute surcapacité source de gaspillage. Une coordination étroite des plans et des programmes d'investissement en est le moyen. Dans les zones à faible densité démographique, la satisfaction des aspirations à la mobilité des citoyens sera favorisée par un renouvellement du cadre juridique d'exécution des transports.

2) Le rôle de l'Etat dans le transport des marchandises est d'abord celui d'un arbitre. Il veille à la bonne harmonie des conditions de concurrence. Il gère les effets externes comme la sécurité et l'environnement.

L'imputation progressive aux utilisateurs de chaque mode des coûts complets qu'ils entraînent pour la collectivité doit être recherchée ; elle suppose la mise en place des centres de gestion des infrastructures dont la vocation serait de gérer les recettes

* La Documentation française, 29-31, quai Voltaire, 75340 Paris Cédex 07.

(1) Le rapporteur souligne à cet égard que la politique de blocage des prix dans ce secteur a surestimé l'intérêt dans la lutte contre l'inflation et sous-estimé les effets pervers sur la structuration de notre société. Un système de transport et de communications très perfectionné comme le nôtre possède un effet extrêmement puissant encore accentué par une sous-tarifification générale : elle coupe les hommes de leurs attaches et les transforme en « errants ».



et les dépenses liées à l'utilisation, au développement ou à l'amélioration des infrastructures de chaque mode.

3) Si des considérations extérieures au transport plaident en faveur d'une aide de l'Etat ou d'autres collectivités publiques au profit des entreprises ou des ménages, les coûts et avantages sociaux doivent en être clairement comptabilisés et les dépenses correspondantes donner lieu à compensation selon des procédures rigoureusement définies. Aucune raison ne peut être avancée pour que dans chaque cas et à chaque instant, la solution la plus efficiente ne soit pas retenue.

4) Les schémas régionaux, les plans départementaux ou locaux de transports peuvent garantir une plus grande coordination et une meilleure intégration des services locaux de transport de voyageurs.

5) Les mesures suggérées et les conditions de leur mise en œuvre devront tenir compte de la capacité de changement des hommes et des organismes, et des fortes interdépendances entre acteurs.

JEUDI 23 NOVEMBRE 1978

19, rue Blanche - 75009 PARIS - à 9 heures

Membranes et textiles dans les travaux publics

Organisée par la Section « Matériaux » de la Société des Ingénieurs et Scientifiques de France (anciennement Société des Ingénieurs Civils de France)

de la Commission « Matériaux » des ICF, Vice-Président du Groupe Français des Polymères.

Après-midi :

UTILISATION DES TEXTILES DANS LES OUVRAGES EN TERRE

Sous la présidence de M. E. Leflaive, Chef de la section de Mécanique des Chaussées, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

• Usages des textiles dans les ouvrages en terre, réalisations, avantages, conditions de mise en œuvre.

Exposés coordonnés de ces sujets présentés par :

- M. B. Lassailly, Société I.C.I.
- M. J. Perfetti, Société Rhône Poulenc Textile.
- M. S. Rubitschung, Société Sodoca.

• Conception des ouvrages en terre utilisant les textiles,

par M. J.D. Nieuwenhuis, Laboratoire de Mécanique des Sols au Laboratoire d'hydraulique de Delft.

• Propriétés et spécifications des textiles,

par M. M. Sotton, Institut Textile de France (Boulogne-sur-Seine).

• Conclusion de la journée,

par M. J.P. Giroud.

Inscriptions à adresser dès que possible au Secrétariat de la Société des Ingénieurs Civils de France : 19, rue Blanche - 75009 PARIS.

Date limite d'inscription : **15 novembre 1978.** (Toute annulation nous parvenant moins de cinq jours avant la journée ne pourra faire l'objet d'un remboursement.)

PROGRAMME

Matinée :

ETANCHEITE DES OUVRAGES PAR LES MEMBRANES

Sous la présidence de M. Pierre Londe, Directeur Technique de Coyne et Belier, Président du Comité Français des Grands Barrages, Vice-Président de la Commission Internationale des Grands Barrages.

- **Les matériaux d'étanchéité,**
par le Professeur K. Gamski, Institut de Génie Civil, Université de Liège.
- **Utilisation des membranes bitumineuses,**
par M. P.M. Spillemaecker, Société Routière Colas.
- **Utilisation des feuilles à base de polymère,**
par M. P. Huot, Directeur Technique, Société Fipec International.
- **Conception des ouvrages hydrauliques étanchéifiés par les membranes,**
par le Professeur J.P. Giroud, Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie et de Mécanique (IRIGM), Université de Grenoble.
- **Propriétés et spécifications des membranes,**
par M. R. de Broutelles, Société Pennel et Flipo, Directeur de Recherche et Développement, Membre

conception et durabilité des ponts

par Maurice LE FRANC

*Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées
Directeur à la division des Ouvrages d'Art au S.E.T.R.A.*

et Etienne CHAMBRON

*Ingénieur général à la S.N.C.F.
Chef du département des Ouvrages d'Art*

Le vaste débat qui a eu lieu à l'occasion du cycle d'études de la D.R.C.R. consacré aux « ouvrages d'art dans les D.D.E » a fait notamment ressortir deux idées essentielles au plan de la politique générale des ouvrages d'art en France.

1) la nécessité de mener dans le domaine des ouvrages neufs une politique de la qualité.

2) la nécessité de définir et mettre en œuvre une politique globale de remise en état de service et d'entretien des ouvrages existants.

Ces deux idées, relatives aux deux grandes parties de la vie d'un ouvrage, sa réalisation et son exploitation, recouvrent en fait les deux aspects marquants de la notion de durabilité. En effet, la durabilité d'un ouvrage peut se définir comme étant la faculté d'assurer, au prix d'un entretien raisonnable, le service pour lequel il a été conçu et de pouvoir dans une certaine mesure s'adapter à l'évolution des conditions de service.

Dans cette optique, la première idée correspond à la notion d'aptitude à être durable, la deuxième idée à la notion d'utilisation, aussi optimale que possible, de la capacité de durabilité.

Le thème de la durabilité des ouvra-

ges d'art est un sujet d'études à la fois important par son enjeu et tout à fait d'actualité par les discussions qu'il suscite. L'Association Française des Ponts et Charpentes lui a d'ailleurs consacré une journée de débats en juin dernier sous la présidence de M. Fève, Directeur des Routes.

I. - La durée de vie des ponts

L'association conception et durabilité pose le problème de la définition de la politique à promouvoir dans le contexte général actuel et des moyens de l'assurer. A ce sujet on est donc conduit tout naturellement à s'interroger sur la durée de vie des ouvrages et à rechercher s'il existe ou peut exister une durée de vie optimale.

Tout naturellement également l'expérience vécue doit en premier lieu

nous guider même si elle est parfois incomplète (pour les matériaux nouveaux par exemple) et si le contexte politique s'est modifié en faveur d'un besoin accru de sécurité et de qualité de service pour les usagers.

Les ponts existants

L'examen de l'âge des ponts existants montre que la durée de vie est généralement longue.

A la SNCF par exemple, malgré les destructions de guerre et l'évolution considérable des caractéristiques de charges et de vitesse du trafic, 70 % des ponts-rails métalliques ont plus de 50 ans et 30 % ont plus de 75 ans.

M. Prade, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, montre que dans le département du Puy-de-Dôme, l'âge moyen des ponts de plus de 3 m de portée situés sur Chemins départementaux ou Routes nationales est de 77 ans, avec des variations selon les catégories d'ouvrages comme l'indique le tableau suivant :

Catégorie d'ouvrage	Effectif	Age moyen
Maçonnerie	712	91
Métalliques	19	88
Béton armé	192	32
Béton précontraint	18	8

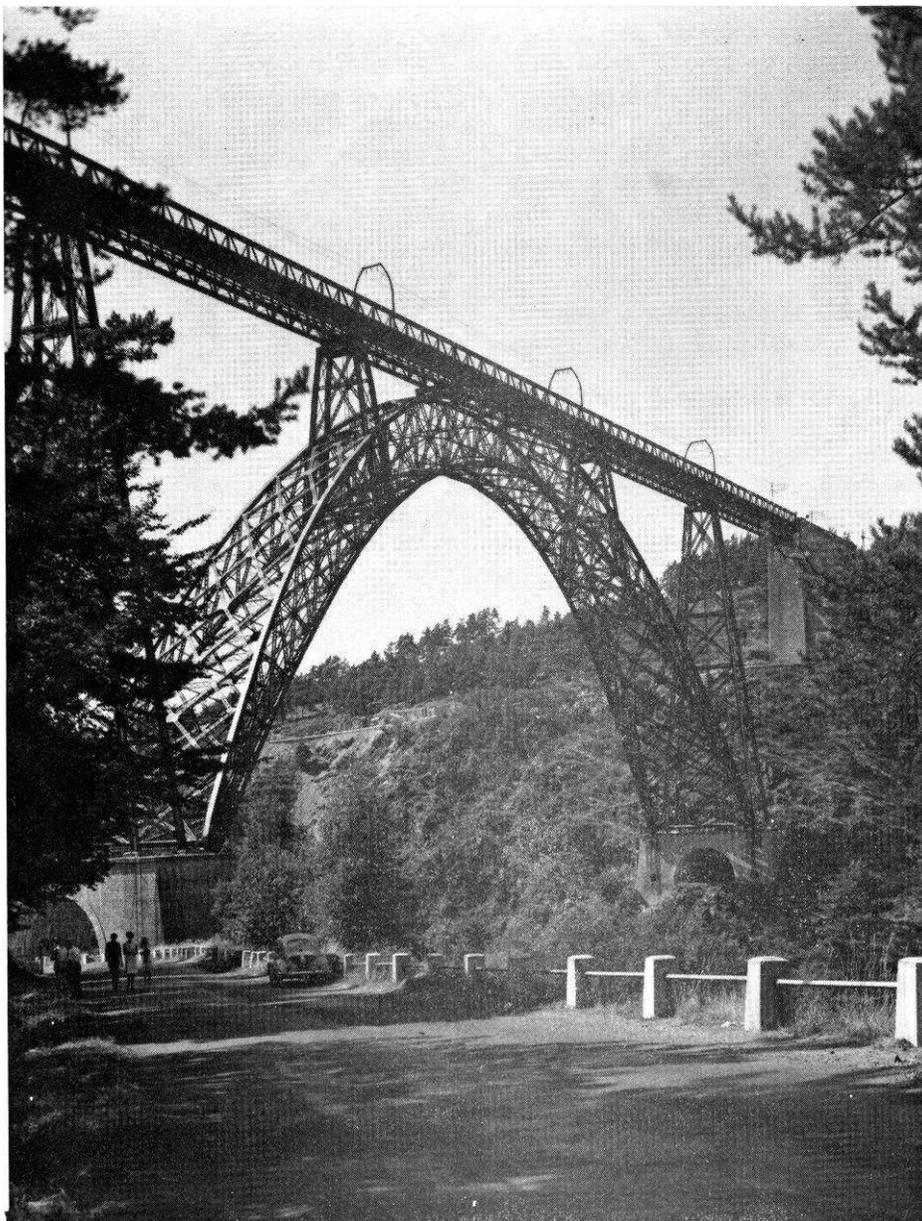
Ce tableau confirme que les ouvrages voûtés en maçonnerie offrent de bons exemples de durabilité. Ce sont des structures massives, qui admettent des surcharges considérables et qui ont donc bien accepté les accroissements de charges d'exploitation. Leur durée de vie n'est limitée que par le vieillissement des matériaux artificiels (briques, mortiers) sous l'action de l'eau et aussi par les vibrations du trafic qui finissent par fissurer les voûtes mal liaisonnées.

Les ouvrages métalliques apparaissent eux aussi en moyenne comme des ouvrages durables. Ils sont pourtant sensibles à la corrosion, à la fatigue et aux chocs, et sujets à des erreurs de conception. Ce sont les grands ouvrages en acier (arcs et poutres triangulés) et les ouvrages moyens qui ont la meilleure tenue dans le temps, car leur structure résistante est généralement facile à surveiller, à entretenir et même à renforcer. Les petits ouvrages métalliques s'éliminent plus rapidement, soit par corrosion des parties difficilement accessibles (extrémités de tabliers) ou mal « cousues » (espacement excessif des rivets), soit par fatigue, soit encore par chocs de véhicules routiers.

Les ouvrages en béton armé ont eu à leur début une médiocre longévité : les réserves de résistance étaient moindres qu'en construction métallique : faute de vibration, les bétons n'étaient pas suffisamment compacts, l'enrobage des armatures était trop faible. En revanche, les ouvrages bien exécutés, bien protégés contre l'eau ou suffisamment massifs, ont révélé de bonnes qualités de durabilité.

Le béton précontraint s'est très largement développé depuis une vingtaine d'années en raison de ses avantages économiques et technologiques ; mais il est d'origine trop récente pour pouvoir offrir des références en matière de longévité.

Enfin, quels que soient les types de structures, on constate des durées de vie plus courtes pour les ouvrages en site aquatique (affouillements, chocs contre les piles et les tabliers) ou en terrains miniers (tassements différentiels), ce qui pose le problème de la conception d'appuis et de structu-



Viaduc de Garabit (pont rail métallique - Pont Eiffel). Ouverture 165 m. Date de construction 1884.

res capables de faire face à ces situations particulières.

Il ne faut pas perdre de vue que l'âge des ouvrages existants ne prend pas en compte les ouvrages anciens qui ont dû être remplacés. Par exemple bon nombre d'ouvrages métalliques ou en maçonnerie ont pu être remplacés à des âges relativement jeunes par des ouvrages en béton armé. Par conséquent les notions d'âge moyen et de durée de vie moyenne ne coïncident pas nécessairement. Néanmoins on peut admettre que la durée de vie d'un ouvrage en maçonnerie, en métal ou en béton armé peut atteindre sans dépense importante de restauration, la centaine d'années.

Durée de vie optimale

Cette durée d'une centaine d'années est-elle une durée optimale ?

Il est évidemment très difficile de répondre à cette question en tenant compte en particulier de critères d'ordre économique car notre connaissance sur le plan des besoins et des possibilités à long terme est pratiquement nulle.

Cependant, le calcul du coût actuel de remplacement d'un ouvrage dans N années (malgré les réserves formulées ci-dessus) et surtout de nombreuses observations faites sur les ouvrages ferroviaires ou routiers militent en faveur de la longévité des ouvrages.

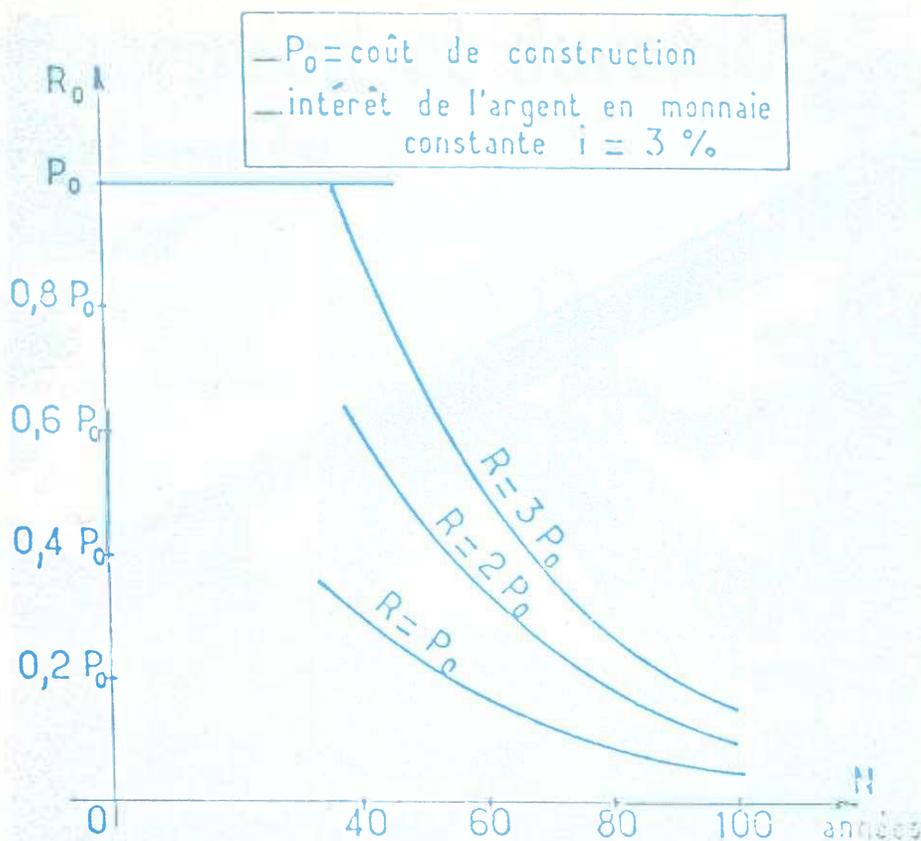


Figure n° 1 : Valeur actuelle R_0 du coût de reconstruction R d'un ouvrage au bout de N années.

La figure 1 montre que, si le remplacement d'un ouvrage coûte en francs constants 2 fois plus que son premier établissement ($R = 2 P_0$) il est plus économique de dépenser à la construction de cet ouvrage 10 % de plus pour le faire durer une centaine d'années — ce qui paraît techniquement réalisable — que d'éviter ce supplément de dépense, et d'être obligé de le reconstruire avant qu'il ait atteint 70 ans, ce qui reviendrait, en valeur actuelle, à plus de 25 % de la dépense de construction.

Dans le cas relativement rare d'ouvrages dont la reconstruction très facile ne coûte pas plus que la construction initiale ($R = P_0$ sur la fig. 1) on constate que la durée de vie « optimale » (c'est-à-dire celle qui pour un supplément de dépense raisonnable conduit à une valeur actuelle de reconstruction suffisamment faible) est encore de l'ordre de 75 ans.

Parmi les observations faites il faut souligner :

- le « surdimensionnement » d'un ouvrage de portée moyenne, qui lui permet d'admettre des charges d'exploitation par exemple de 25 % supérieures aux charges actuelles, ne majore son coût que de 2 à 4 % ; or cette mesure peu coûteuse permet parfois d'allonger notablement la durée de vie,
- l'importance du trafic sur et sous un ouvrage est parfois telle que cet ouvrage ne peut en pratique pas être entretenu normalement,
- la défaillance et le remplacement d'un ouvrage peuvent dans certains cas poser des problèmes dépassant largement le cadre de la reconstruction de l'ouvrage proprement dit (ouvrages à fort trafic, ouvrages encadrés par des points de passage obligés, ouvrages urbains),
- les remplacements d'ouvrage occasionnent une gêne pour les usagers, et cette gêne deviendrait intolérable si l'on devait remplacer les ouvrages tous les 30 ans par exemple,

la reconstruction d'ouvrages en exploitation coûtant beaucoup plus cher, à francs constants, que la construction initiale (de 1,5 à 8 fois plus), une durée de vie de 30 ans par exemple conduirait les maîtres d'ouvrages à des budgets de renouvellement posant des problèmes financiers pratiquement insolubles.

Nous pouvons en conclure que la durée de vie optimale des ouvrages dépend de leur facilité de renforcement ou de remplacement, de l'intensité du trafic qui sera perturbé par le remplacement, ainsi que du caractère plus ou moins évolutif du trafic que l'ouvrage aura à supporter durant sa vie par exemple du fait de l'évolution du site dans lequel il est placé. Mais en tout état de cause, la durée de vie optimale est plus souvent voisine de 100 ans que de 50.

II. - Conception et durabilité

Si, dans de nombreux cas, le concepteur peut projeter des ouvrages durables en s'appuyant consciemment ou non sur l'expérience de plusieurs décennies, il n'en est pas de même pour les techniques plus récentes que les nécessités économiques et le progrès technique conduisent dans la pratique à adopter et qui présentent donc des risques à longue échéance.

Construire des ouvrages durables, c'est faire en sorte que ces risques soient couverts même après de longues années, c'est-à-dire que les coefficients de sécurité ne soient pas réduits de façon excessive par les effets du temps (corrosion, altération) et par ceux des charges d'exploitation (usure, fatigue).

Trois catégories de mesures peuvent concourir à cet objectif :

- la première catégorie tend à doter l'ouvrage dès sa construction d'une réserve de résistance importante,
- la seconde catégorie de mesures a pour objet de conférer à l'ouvrage dès sa construction une bonne résistance au « vieillissement », c'est-à-dire une bonne aptitude à conserver sa résistance initiale,
- la troisième catégorie consiste à

doter l'ouvrage d'une bonne aptitude à l'entretien et au renforcement, de façon à pouvoir maintenir, au fil des années, les marges de résistance voulues.

« **Doter l'ouvrage d'une importante réserve de résistance mécanique** ».

Parmi les mesures propres à accroître la réserve initiale de résistance, la plus simple consiste à surdimensionner intelligemment l'ouvrage vis-à-vis des charges. Nous avons vu que cette méthode est parfois peu onéreuse.

C'est ainsi que des ouvrages métalliques anciens, dimensionnés largement pour des charges d'exploitation de l'époque, ont pu subsister jusqu'à présent tout en supportant des charges d'exploitation très supérieures.

Un second moyen consiste à éliminer, par des contrôles efficaces, les imperfections auxquelles les coefficients de sécurité partiels doivent faire face, ce qui accroît d'autant la résistance

réelle de l'ouvrage. Un tel moyen n'est toutefois réaliste que pour des ouvrages conçus, exécutés et surveillés par un personnel expérimenté, ce qui en limite pratiquement l'application soit à des ouvrages importants, soit à des ouvrages exécutés en série. Encore faut-il observer que bien des erreurs de conception ou d'exécution n'apparaissent telles qu'à l'usage et ne peuvent donc être éliminées par des contrôles à la construction.

Enfin, il est possible de réduire les **risques** d'imperfections à la construction :

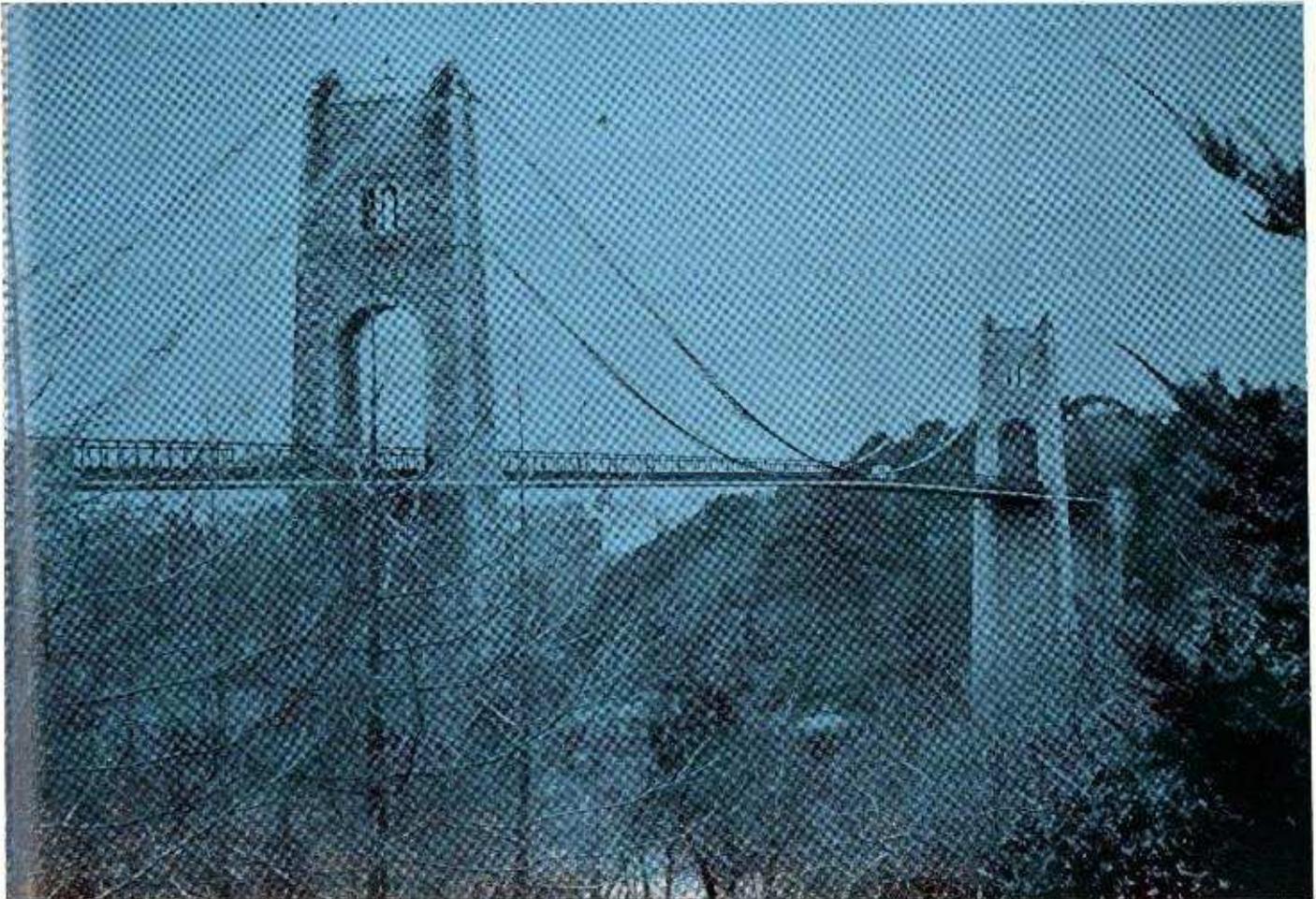
- les ouvrages types et les structures simples sont peu sujets aux erreurs de conception,
- les imperfections d'exécution sont moins fréquentes lorsque le chantier ne comporte pas d'opérations délicates ou lorsqu'on a recours à la préfabrication en atelier, sous réserve toutefois que le problème des liaisons entre éléments soit très bien résolu.

- les conséquences d'imperfections locales des matériaux sont réduites dans les structures en dalles ou en coque et dans les structures hyperstatiques où les redistributions d'efforts sont possibles. Mais le recours à de telles structures nécessite une bonne connaissance de leur fonctionnement.

« **Conférer à l'ouvrage une bonne résistance initiale au vieillissement** ».

Les mesures susceptibles de prémunir dès la conception un ouvrage contre le vieillissement sont diverses. Elles concernent notamment le choix des matériaux, le choix des structures, les méthodes d'exécution, la protection contre la corrosion, les dispositions vis-à-vis de la fatigue et des sollicitations accidentelles.

C'est un sujet qui est sous-jacent lors de toute décision de conception et qui peut être illustré par les deux types de problèmes rencontrés ci-après :



• L'altération des matériaux.

L'utilisation généralisée de matériaux altérables, tels que le béton, l'acier (et notamment les aciers de précontrainte) n'est compatible avec une certaine longévité qu'à l'abri de protections efficaces et durables vis-à-vis de la corrosion.

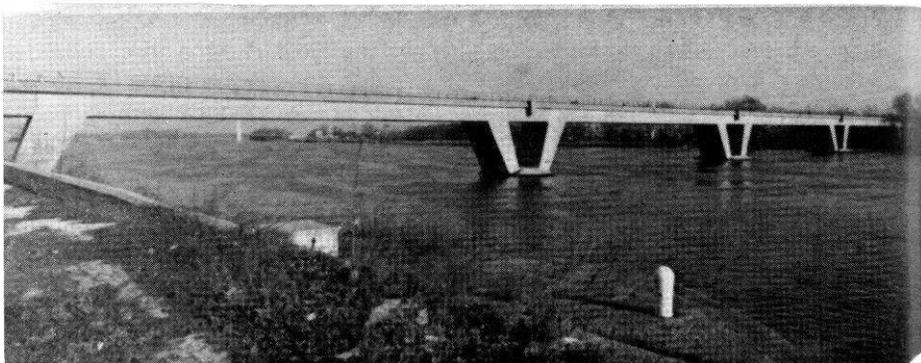
Les ouvrages à section monolithique (dalles, caissons, ouvrages voûtés) ont généralement un meilleur comportement que les ouvrages « légers » ils sont d'autre part plus faciles à protéger par des chapes d'étanchéité. La limitation de tension des armatures actives qui accroît les sections d'acier, donc les réserves de résistance, est susceptible d'améliorer la durabilité des ouvrages précontraints. En construction métallique, la réalisation des assemblages par soudure autorise l'utilisation de fortes épaisseurs unitaires (dans les semelles par exemple) et simplifie les formes, ce qui réduit beaucoup les risques de corrosion.

• Les joints et les assemblages

La préfabrication, qui est un gage de qualité d'exécution pour les éléments préfabriqués, implique souvent l'existence de joints ou d'assemblages de matériaux de comportements différents qui soulèvent de sérieux problèmes de liaison et par conséquent de durabilité ; ces assemblages constituent en effet des surfaces de fissuration préférentielles, ainsi que des cheminements possibles pour l'eau et, dans certains cas, pour les coulis de gaines, ce qui peut provoquer de graves défauts d'injection de ces dernières. Des précautions sévères sont donc à prendre pour mettre de tels assemblages à l'abri de la fissuration.

Doter l'ouvrage d'une bonne aptitude à l'entretien et au renforcement ultérieur.

Deux types de mesures peuvent ou doivent être adoptées à ce sujet. En premier lieu, la mise en place de dispositifs facilitant la surveillance et l'entretien. Il est en effet nécessaire, pour conserver à l'ouvrage le niveau de service qu'on attend de lui, de l'entretenir ce qui implique de pouvoir au préalable connaître dans quel état se trouvent ses différents organes.



Viaduc de La Voulte (pont rail en béton précontraint). 5 travées. 56 m d'ouverture. Date de construction 1955.

Pour que l'on puisse visiter effectivement un ouvrage, il faut que l'on puisse accéder à toutes les parties de l'ouvrage, à l'extérieur comme à l'intérieur et que ces accès présentent une sécurité suffisante pour le personnel. Il faut en outre, que les parties d'ouvrages auxquelles on accède soient visibles ce qui n'est pas toujours le cas (exemple, masques devant les appareils d'appuis). Enfin, il doit être possible d'entretenir l'ouvrage et le projeteur doit tenir compte des conditions d'exécution des opérations d'entretien prévisibles. Un exemple classique est celui du changement des appareils d'appuis (possibilités de vérinage).

En second lieu, l'adoption de dispositifs permettant le maintien ou le renforcement ultérieur de la capacité de la structure porteuse.

La nécessité de telles opérations peut essentiellement avoir pour origine soit la mise hors service de pièces particulièrement sensibles à la corrosion ou à l'usure soit une imprécision dans le comportement ultérieur de l'ouvrage.

Deux exemples pour illustrer ce propos :

En ce qui concerne le remplacement d'éléments de structure, le cas des câbles de ponts suspendus ou à haubans est le plus marquant. C'est une opération délicate qu'il importe de faciliter par des dispositifs appropriés.

En ce qui concerne le renforcement de la structure, le cas des ponts en béton précontraint construits par encorbellements est le plus important et des mesures permettant d'ajouter de la précontrainte soit immédiatement soit ultérieurement pour tenir compte du fonctionnement réel de l'ouvrage vont devenir « classiques ».

III. - Conclusions

La durabilité des ouvrages est un thème qui suscite beaucoup d'études et de réflexions variées et fécondes, tant de la part de l'administration que de la profession.

Sans vouloir être exhaustif, quelques idées ou remarques formulées notamment lors de la journée de l'Association Française des Ponts et Charpentiers nous paraissent mériter d'être signalées.

- une bonne conception n'est pas le seul facteur pour assurer une bonne durabilité. La qualité de l'exécution est également très importante ce qui rend nécessaire la mise en place d'un contrôle très sérieux de la qualité (auto-contrôle ou non),
- la prévention est nettement préférable à la réparation qui est presque toujours une opération délicate et coûteuse,
- l'amélioration ne doit pas simplement consister en remèdes même s'ils ont un caractère préventif. Il faut également savoir remonter aux causes,
- l'objectif de durabilité ne doit pas trop réduire la capacité d'innovation.

En définitive, la construction d'ouvrages à longue durée de vie paraît généralement souhaitable et possible et comme l'a indiqué M. Fève, Directeur des Routes, le souci de la qualité doit dans ce domaine être la ligne directrice de notre réflexion et de notre conduite.

durabilité des ouvrages anciens

par Roger LACROIX

Président-Directeur Général S.F.P. Structures

Les ouvrages anciens, et surtout les ponts forment un patrimoine précieux, que les ingénieurs se sont attachés à conserver à travers les siècles. Viollet-le-Duc, avec quelques excès de zèle, et surtout Séjourné, y étaient particulièrement sensibles :

« Respectons nos vieux ponts, écrivait ce dernier dans les « Grandes Voûtes ». Certains ont été ruinés pour avoir été élargis : c'est un péché de détruire un monument qui est le labreur de nos pères ; cela nous diminue. Nous devons respecter ces monuments qui ont duré à travers les âges, et surtout ceux de notre pays, soyons fidèles au passé qui est le fondement du présent et le garant de l'avenir. Protégeons contre les vandales, nos vieux ponts, nos vieilles églises, toute notre vieille France... ».

Remarquons tout d'abord que, pour la plupart, les ouvrages anciens ont été conçus de façon empirique : nos règlements de construction ont moins d'un siècle d'existence, et seules les Règles de l'Art venaient au secours du constructeur ; on pouvait alors parler véritablement d'un art, et il faut d'ailleurs reconnaître que les effondrements pendant la construction, ou au passage de la première crue n'étaient pas rares. C'est dire que la durabilité moyenne des ouvrages anciens était probablement très inférieure à celle de nos ouvrages modernes. Ajoutons à cela que la plupart des constructions anciennes ne satisfont pas les critères actuels de stabilité : il serait aisé de démontrer que les flèches élancées et non armées, bien entendu, de nos cathédrales gothiques, doivent s'écrouler sous l'action du vent normal de nos règles N.V., et

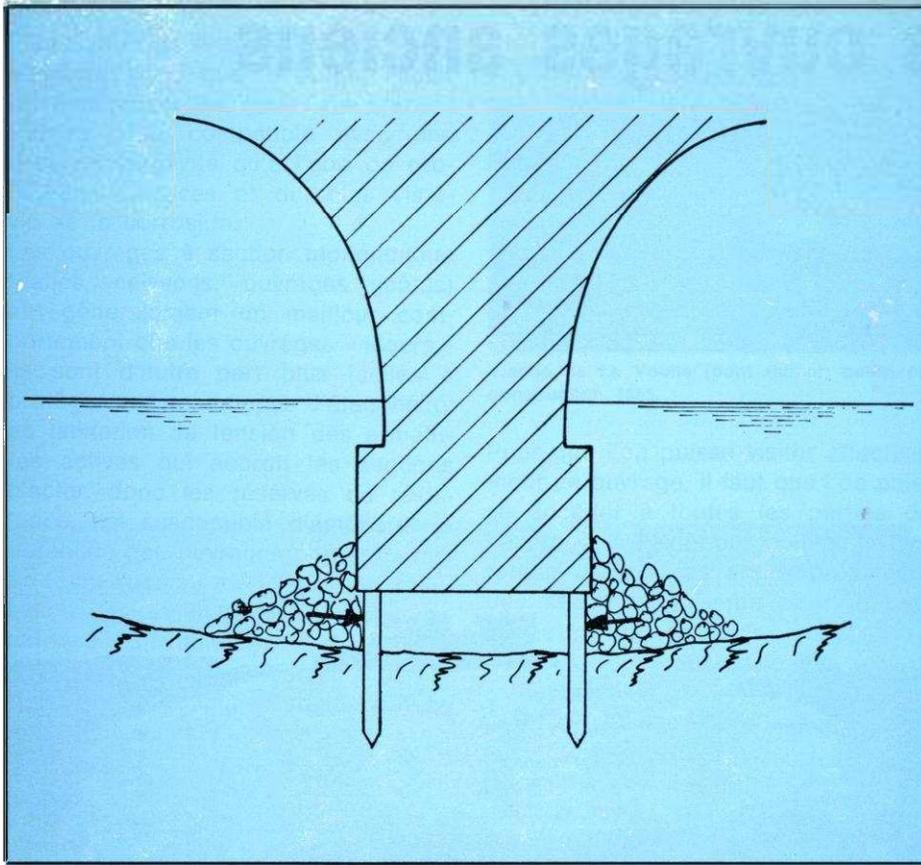


Les ouvrages simples et massifs sont les plus durables.

l'application des règles parasismiques conduirait à penser que seule l'intervention divine permet aux édifices religieux des régions sismiques de la France d'être encore debout.

L'absence d'un règlement applicable n'interdit certes pas l'intervention sur un ouvrage, mais elle suppose cependant des relations entre maître d'œuvre et entreprise d'une nature différente de celles que l'on connaît pour la construction d'un ouvrage neuf ; la confiance et le bon sens y jouent un

plus grand rôle, car ils se substituent au garde-fou habituel que constituent les prescriptions d'un code. En effet, le plus souvent, l'ouvrage ancien réparé ou restauré ne satisfera pas davantage les conditions réglementaires actuelles ; il conviendra donc d'apprécier le niveau de sécurité souhaitable, en appliquant des méthodes souvent très approximatives, voire même empiriques. Quant à la responsabilité, qui pourra la définir ? Quelles sont les agressions qui menacent les ouvrages anciens ?



La poussée des enrochements mis en place pour lutter contre les affouillements peut amener la rupture des pieux en bois par flexion.

Ce sont d'abord celles des éléments naturels, et parmi eux, nous venons de citer les séismes et le vent, contre lesquels il est bien difficile de se prémunir.

Pour les ponts, ce sont aussi les crues, et leurs conséquences : chocs sur les piles de troncs d'arbres charriés par le courant, et surtout les affouillements, particulièrement redoutables, comme l'ont montré plusieurs exemples récents. Dans ce domaine, les moyens de reconnaissance visuelle, par plongeurs et caméras de télévision sont maintenant bien au point, et ces moyens, éventuellement complétés par des sondages, devraient faciliter les inspections périodiques des fondations, et mettre les ingénieurs à l'abri des surprises fâcheuses.

Le remède le plus simple contre les affouillements consiste à déverser des enrochements autour de la fondation menacée ; cependant, ce remède peut être pire que le mal si l'on n'a pas pris soin de vérifier que le dessous

de la fondation est lui-même compact ; sinon, il faut recourir à une technique d'injection sous faible pression, assez délicate, ou même isoler la fondation au moyen d'un batardeau, afin d'intervenir à sec.

Les ponts anciens sont soumis à une agression moins visible que les affouillements et plus insidieuse : c'est celle des ébranlements provoqués par le trafic des poids lourds ; il est évident que même si les ponts en maçonnerie vieux de plusieurs siècles avaient été conçus suivant des spécifications précises, celles-ci n'auraient pu prévoir les gros camions d'aujourd'hui, dont les essieux dépassent trop souvent la charge limite de 13 t, elle-même record d'Europe. Pour les ponts urbains, souvent munis de feux de circulation à leurs extrémités, ces conditions sont encore aggravées par les freinages et accélérations qui en résultent. Ce phénomène est particulièrement sensible sur certains ponts en maçonnerie élargis par une dalle en béton armé en porte-à-faux de part et d'autre des voûtes. Il peut en outre être amplifié par l'effet du gel, dans les climats froids, en cas de fissura-

Le fleuve a gagné son combat contre l'homme.





Saura-t-on protéger les pierres du Parthénon contre l'agression des gaz d'échappement des véhicules ?

Combien de nos ouvrages modernes deviendront-ils anciens.



tion des joints de la maçonnerie. Il semble que le seul moyen de lutter contre cet effet est d'y soustraire l'ouvrage, en interdisant le trafic des poids lourds de fort tonnage.

Dernière attaque, enfin, des ouvrages anciens, c'est celle des pierres elles-mêmes, par l'action des gaz d'échappement des véhicules ; cette action est d'intensité croissante, et elle met en péril de nombreux monuments, qui ont ainsi davantage souffert durant les dernières décennies qu'au cours des siècles qui les ont précédées. L'étude de cette détérioration, et surtout des moyens de la prévenir, est menée depuis 1972 par une commission de la RILEM (1), dirigée par Monsieur Mammillan, chef du Service Matériaux-Recherche du CEBTP, et une édition de recommandations sur ce sujet est actuellement sous presse.

En conclusion, devons-nous être optimistes quant à la longévité des ouvrages que nous avons hérités ? Malgré les « stress » croissants qui leur sont imposés par notre civilisation, il apparaît que les ouvrages anciens sont aujourd'hui mieux surveillés, et surtout mieux réparés qu'ils ne l'étaient jadis, et la principale question que l'on pourrait se poser n'est pas : combien d'ouvrages anciens nous survivront-ils ? mais bien plutôt : combien de nos ouvrages actuels deviendront-ils anciens ?

Mais ceci est une autre histoire...

BIBLIOGRAPHIE :

E. Beltrémieux : Surveillance, entretien, restauration des ouvrages d'art. Travaux - Nov. 69.

G. Grattesat.

(1) *Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherche sur les Matériaux et les Constructions* — 12, rue Brancion — 75737 Paris Cedex 15.

NOMINATION

Jean-Pierre CHAPON

Ingénieur Général des Ponts et Chaussées (1^{re} classe).

Vice-Président du Conseil Général des Ponts et Chaussées (à partir du 06-10-78).

Ingénieur des Ponts et Chaussées au service ordinaire et des bases aériennes de la Haute-Garonne de 1953 à 1955.

et au service maritime du port de Rouen et de ses annexes de 1955 à 1966, puis Directeur de l'Exploitation du Port Autonome de Rouen en 1966

adjoint au Directeur des Ports Maritimes et des Voies Navigables au Ministère de l'Équipement en 1967
Directeur des Ports Maritimes et des Voies Navigables au Ministère de l'Équipement en 1967.

Directeur des Ports Maritimes et des Voies Navigables au Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Équipement et des Transports de mai 1968 à février 1975.

Secrétaire Général de la Marine Marchande du 1^{er} mars 1975 au 8 août 1978.

Conseiller technique au Cabinet du Ministre de l'Équipement et du Logement (1967-1968) ; puis de mars 1970 à juillet 1972 il a été en outre Directeur du Cabinet du Ministre de l'Équipement et du Logement et depuis juillet 1972 Conseiller chargé des affaires techniques au Cabinet du Ministre de l'Aménagement du Territoire, de l'Équipement, du Logement et du Tourisme.

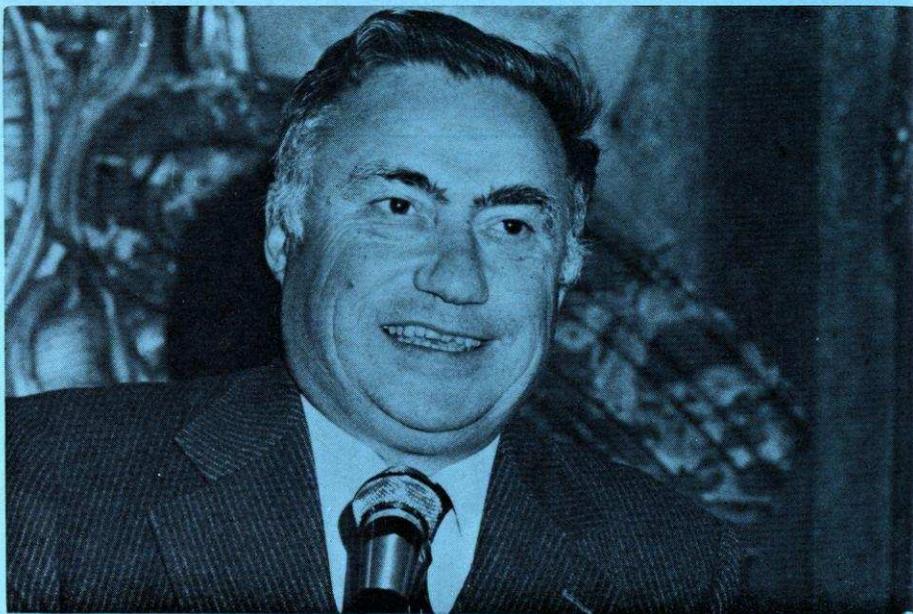
De 1968 à 1975: Président du Conseil d'Administration de la Société Internationale de la Moselle.

Membre de la Commission Internationale de la Moselle.

Administrateur de la Compagnie Nationale du Rhône.

Commissaire du Gouvernement auprès de l'Office National de la Navigation.

Depuis 1968, administrateur et depuis 1972 — jusqu'en 1973 — Vice-Président de la Compagnie Générale Transatlantique et de la Compagnie des Messageries Maritimes.



De 1968 à 1975 : administrateur de la Compagnie Générale de Réparation (COGER).

De 1973 à 1975 : administrateur de la Compagnie Générale Maritime (holding de la Cie Gle Transatlantique et Cie des Messageries Maritimes).

De 1968 à 1975 : administrateur de la Société Nationale de Sauvetage en Mer.

De mars 1975 à août 1978 : Commissaire du Gouvernement auprès de la Compagnie Générale Maritime et Financière et de la Compagnie Générale Maritime.

1978. Depuis 1978, Membre de l'Académie de Marine.

Activités d'enseignement :

- Professeur du Cours des Travaux Maritimes de l'École Spéciale des Travaux Publics de 1959 à 1970.
- Professeur du Cours de Travaux Maritimes de l'École Nationale des Ponts et Chaussées de 1968 à 1976, après avoir été Maître de Conférences depuis 1956.

Publications :

- Traité de Travaux Maritimes (2 volumes - Editions Eyrolles - Paris) édité en 1966, réédité en 1972,

1974/75, puis en 1977/78. Edition du Tome I en langue grecque 1978.

- Co-auteur (avec M. Jean Vélitchkovitch) d'un guide pratique de sécurité des manutentions portuaires édité et publié par le Bureau International du Travail.
- Rapporteur de questions de sécurité dans les manutentions portuaires au Congrès International organisé par l'O.I.T. à Vienne en 1971.
- Articles sur des questions techniques et économiques concernant les transports maritimes, les ports maritimes et les voies navigables, l'hydrologie, la pêche maritime et la lutte contre la pollution des eaux.

Décorations

- Chevalier de la Légion d'Honneur (13-12-70)
- Officier de l'Ordre National du Mérite (13-12-73)
- Commandeur de l'Ordre du Mérite Maritime (8-08-78)
- Officier du Mérite Agricole
- Chevalier des Palmes Académiques
- Médaille de la Jeunesse et des Sports
- Mérite du Travail de la Marine Marchande Soviétique
- Officier de l'Ordre du Mérite de la République Centre Afrique.

DECISIONS

M. Pierre Saintier, I.P.C., est, à compter du 1^{er} septembre 1978, maintenu en disponibilité pour une dernière période de trois ans auprès de la Société Sogelerg afin de continuer à exercer les fonctions de Directeur du Département Travaux Publics. Arrêté du 23 août 1978.

M. Raymond Sajus, I.C.P.C. à la Direction de la Construction est, à compter du 16 octobre 1978, mis à la disposition de la Société Immobilière des Chemins de fer français pour y exercer les fonctions de Directeur Général. Arrêté du 31 août 1978.

M. Jean Frebault, I.P.C., mis à la disposition de l'Agence d'Urbanisme de l'Agglomération Toulousaine, est, à compter du 1^{er} septembre 1978, mis à la disposition de la Communauté Urbaine de Lyon en qualité de Directeur de l'Agence d'Urbanisme. Arrêté du 31 août 1978.

M. Yves Brandeis, I.C.P.C. à la Direction des Transports terrestres, est, à compter du 24 mai 1978, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement pour recevoir une mission d'inspection générale. Arrêté du 31 août 1978.

M. Jean Durand, I.P.C., chargé de l'Arrondissement opérationnel à la D.D.E. d'Ille-et-Vilaine, est, à compter du 15 septembre 1978, chargé à la même D.D.E. du Groupe d'Études et de Programmation, en remplacement de M. Bellier. Arrêté du 31 août 1978.

M. Pierre Bellier, I.P.C. à la D.D.E. d'Ille-et-Vilaine, est, à compter du 15 septembre 1978, affecté à la Direction de la Prévention des Pollutions et des Nuisances en qualité de chargé de mission pour la création du Cen-

tre de Documentation de Recherche et d'expérimentation. Arrêté du 31 août 1978.

M. Paul Bernard, I.C.P.C. à la Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture, est, à compter du 1^{er} septembre 1978, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement pour recevoir une mission d'Inspection Générale. Arrêté du 31 août 1978.

M. Bertrand Delcambre, I.P.C. au Service Maritime des Ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais, est, à compter du 15 septembre 1978, mis à la disposition du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Arrêté du 31 août 1978.

M. Jean Benoit, I.G.P.C. en service détaché auprès de l'Association Nationale pour la Formation Professionnelle des Adultes, est, à compter du 1^{er} novembre 1978, réintégré dans son corps d'origine et mis à la disposition de l'Inspection Générale de l'Aviation Civile et de la Météorologie. Arrêté du 3 octobre 1978.

M. Jacques Marchand, I.P.C. à la D.D.E. de la Seine-Saint-Denis, est, à compter du 1^{er} octobre 1978, mis à la disposition de la Communauté Urbaine de Bordeaux en qualité de Directeur des Services Techniques Eau et Assainissement. Arrêté du 3 octobre 1978.

M. Yves Le Gall, I.P.C. à la D.D.E. du Gard, est, à compter du 1^{er} septembre 1978, mis à la disposition du Ministère de la Justice afin d'y exercer les fonctions de Chef du Bureau Technique de l'Équipement. Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Dominique Becker, I.P.C., chargé de mission auprès du Directeur Départemental de l'Équipement des Alpes-Maritimes, est, à compter du 21 juin 1978, chargé à la même D.D.E.

du Service de la Construction et du Logement. Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Jean-Paul Ourliac, I.P.C., chargé de l'arrondissement spécialisé à la D.D.E. de la Haute-Garonne, est, à compter du 16 septembre 1978, chargé à la même D.D.E. du Groupe d'Études et de Programmation. Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Jacques Coupy, I.P.C., chargé du Groupe d'Études et de Programmation à la D.D.E. de la Haute-Garonne, est, à compter du 16 septembre 1978, nommé à la même D.D.E., adjoint au Directeur, chargé des Infrastructures. Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Paul Bastard, I.G.P.C., détaché dans l'emploi de Directeur d'Administration Centrale, est, à compter du 8 août 1978, réintégré dans son corps d'origine et affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement à Quimper. Arrêté du 6 octobre 1978.

MUTATIONS

M. Bernard Mathieu, I.P.C. à la D.D.E. de la Moselle, est, à compter du 16 septembre 1978, muté à la Direction de l'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme en qualité de Chargé de Mission auprès du Directeur. Arrêté du 31 août 1978.

M. Claude Rousset, I.P.C. à la D.D.E. de la Manche, est, à compter du 15 septembre 1978, muté à la D.D.E. de Maine-et-Loire pour y être chargé du Groupe d'Études et de Programmation en remplacement de M. Rouet. Arrêté du 31 août 1978.

M. Hervé Machenaud, I.P.C. à la D.R.E. « Midi-Pyrénées », est, à compter du 15 septembre 1978, muté à la D.D.E. d'Ille-et-Vilaine pour y être chargé de l'arrondissement opérationnel,

en remplacement de M. Durand.
Arrêté du 31 août 1978.

M. François Casal, I.P.C. à la D.P., est muté à la D.D.E. de la Guadeloupe pour y être chargé du service Programmation - Aménagement - Transports (S.P.A.T.).
Arrêté du 31 août 1978.

M. Henri Legendre, I.P.C. à la D.D.E. de la Haute Corse, est, à compter du 16 septembre 1978, muté à la D.D.E. de la Haute-Garonne, pour y être chargé de l'Arrondissement Spécialisé, en remplacement de M. Ourliac.
Arrêté du 31 août 1978.

M. Daniel Mourier, I.P.C. au SETRA, est, à compter du 1^{er} septembre 1978, muté à la D.D.E. des Pyrénées-Atlantiques pour y être chargé de mission auprès du Directeur Départemental.
Arrêté du 3 octobre 1978.

M. Noël Godard, I.P.C. à la D.D.E. de l'Aube, est, à compter du 1^{er} octobre 1978, muté à la Direction des Transports Terrestres, pour y être chargé au Service des Transports Urbains de la Division des études et projets, en remplacement de M. Naessany.
Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Raymond Molina, I.P.C. à la D.D.E. du Puy-de-Dôme, est, à compter du 1^{er} janvier 1979, muté à la D.D.E. de l'Aveyron, pour y être chargé de l'Arrondissement Intra Fonctionnel, en remplacement de M. Langello.
Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Jean-Pierre Grunspan, I.P.C. à la Direction de la Construction, est, à compter du 1^{er} octobre 1978, muté à la Direction des Affaires Economiques et Internationales pour y être chargé, au Service de la Coopération Technique du groupe « Technique et Documentation ».
Arrêté du 6 octobre 1978.

M. Jacques Nourisson, I.P.C. au SE-

TRA, est, à compter du 1^{er} octobre 1978, muté à la D.D.E. du Tarn-et-Garonne pour y être chargé de l'Arrondissement Fonctionnel et Opérationnel, en remplacement de M. Villières.
Arrêté du 9 octobre 1978.

M. Pierre Villières, I.P.C. à la D.D.E. du Tarn-et-Garonne, est, à compter du 15 septembre 1978, muté à la D.D.E. de l'Aveyron pour y être chargé du Groupe d'Etudes et de Programmation, en remplacement de M. Vaillant.
Arrêté du 9 octobre 1978.

NOMINATIONS

Les Ingénieurs du Corps des Travaux Publics de l'Etat dont les noms suivent sont nommés et titularisés Ingénieurs des Ponts et Chaussées à compter du 1^{er} juillet 1978 :

MM. Gérard Beroud
Yves Gauthier
Roger Deschaux
Jean Fily
Guy Charreton
Albert Marsot
Henri Thome
André Pollet
Gérard Baudouin
Jean-Pierre Foucault

Arrêté du 9 août 1978.

Les Ingénieurs Elèves des Ponts et Chaussées, ci-après désignés, sont nommés à compter du 1^{er} septembre 1978, Ingénieurs des Ponts et Chaussées et reçoivent les affectations suivantes :

M. Pierre-Yves Bard : Laboratoire de Géophysique interne à l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble (au titre du décret Suquet).

M. Henri Bonaque : Service de Navi-

gation de Lyon - chargé de l'arrondissement Hydrologique.

M. Emmanuel Bouchon : Affecté provisoirement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

M. Bernard Buisson : D.D.E. Vaucluse - chargé de l'arrondissement Fonctionnel.

M. Gilbert Caplain : Institut de Recherche des Transports (I.R.T.).

M. François Casal : Direction du Personnel.

M. Michel Chappat : S.E.T.R.A. - chargé à la Division des Chaussées de l'arrondissement CH 10 (Techniques Matériels).

M. Michel David : C.E.T.E. de Lille.

M. Pascal Douard : D.D.E. Gard - Chargé du Groupe d'Etudes et de Programmation.

M. Thierry Duclaux : Direction des Routes et de la Circulation Routière.

M. Alain Ehrlacher : Laboratoire de Mécanique des Solides à l'Ecole Polytechnique (au titre du décret Suquet).

M. Olivier Foix : C.E.T.E. de Bordeaux - Division des Tracés.

M. Alain Frybourg : Service d'Analyse Economique.

M. Jacques Gaillard : D.R.E. Ile-de-France (autorisé à effectuer un stage aux U.S.A.).

M. Pascal Girardot : D.D.E. Doubs, chargé du Groupe d'Etudes et de Programmation.

M. Pierre Haren : D.R.E. Ile-de-France (autorisé à effectuer un stage aux U.S.A.).

M. Xavier Huillard : Affecté provisoirement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

M. Pierre Izard : Affecté provisoirement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

M. Philippe Lassauce : D.D.E. Sarthe, chargé de l'arrondissement Opérationnel.

M. Guy Lavergne : D.D.E. Allier, chargé du Service « Eau et grandes infrastructures ».

M. Patrick Le Tallec : D.R.E. Ile-de-France (autorisé à effectuer un stage aux U.S.A.).

M. Jean-Michel Malerba : D.R.E. Ile-de-France, Division des Etudes et Programmes.

M. Guy Maugis : Direction de la Construction, Secrétariat Permanent du Plan Construction.

M. Pierre Michaux : Affecté provisoirement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

M. Pierre Milovanovitch : Affecté provisoirement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

M. Pierre-Henri Paillet : Affecté provisoirement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

M. Marc Reverchon : Direction du Personnel.

M. Paul Schaer : D.D.E. Meurthe-et-Moselle, chargé de l'arrondissement Opérationnel.

M. Reynald Sezec : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

M. Robert Tamman : Centre d'Etudes des Transports Urbains (C.E.T.U.R.),

chargé du département des Etudes Générales.

M. Jean Tirole : D.R.E. Ile-de-France (autorisé à effectuer un stage aux U.S.A.).

M. Henri Triebel : Service d'Analyse Economique.

M. Luc Vigneron : Service Maritime des Ports de Boulogne et Calais, chargé de l'arrondissement maritime de Calais.

M. André Bujard, I.P.C., chargé du Groupe d'Etudes et de Programmation à la D.D.E. de Seine-et-Marne, est, à compter du 15 septembre 1978, nommé Adjoint au Directeur Départemental de l'Equipement de Seine-et-Marne, chargé des Infrastructures. Arrêté du 31 août 1978.

M. Raoul Rudeau, I.G.P.C., chargé de la mission spécialisée d'Inspection des Centres Techniques de l'Equipement, est, à compter du 8 octobre 1978, nommé Président de la 3^e Section du Conseil Général des Ponts et Chaussées en remplacement de M. Laval. Arrêté du 7 septembre 1978.

RETRAITES

M. Jean Garnier, I.C.P.C. est, à compter du 1^{er} novembre 1978, admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite. Arrêté du 30 août 1978.

M. Bernard Irion, I.P.C., en position de disponibilité, est réintégré pour ordre dans son administration d'origine et admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite. Arrêté du 30 août 1978.

M. Albert Deborne, I.P.C. à la D.D.E. de l'Ain, est, à compter du 15 février

1979, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Arrêté du 4 octobre 1978.

M. Gaston Esmiol, I.G.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Arrêté du 6 octobre 1978.

PROMOTIONS

Les Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées dont les noms suivent sont promus Ingénieurs Généraux des Ponts et Chaussées à compter des dates ci-après indiquées :

MM. André Liautaud, 8 octobre 1978, **Henri Hasson**, 8 octobre 1978, **Jean Staimesse**, 8 octobre 1978, **Arnaud de Vaucelles**, 8 octobre 1978, **François Mahé**, 11 novembre 1978, **Raymond Blanc**, 22 décembre 1978. Arrêté du 24 août 1978.

MARIAGES

On nous prie d'annoncer le mariage de :

M. Alain Brandeis, fils de notre camarade Yves Brandeis, avec Mlle Marie-Sylvie Husson, célébré le samedi 7 octobre 1978.

M. Olivier Halpern, Ingénieur des Ponts et Chaussées, rédacteur en chef de « P.C.M. », avec Mlle Marie-Yvonne Gagneur, célébré le 27 octobre 1978.

Nous leur adressons toutes nos félicitations.

DECES

Noël de Saint-Pulgent a la douleur de faire part du décès de sa mère survenu subitement le 20 septembre 1978.

A. F. D. E. T.

Collège des Sciences et Techniques de l'Aménagement C.O.R.T.A.M.

Journée de formation

L'HABITAT INDIVIDUEL PERIURBAIN

Bordeaux : Palais des Congrès.
Lundi 11, mardi 12, mercredi 13 décembre 1978.

PROGRAMME

Lundi 11 décembre

- 9 h Accueil
- 9 h 30 Ouverture, par M. Sainte-Marie, Député-Maire de Mérignac, Président de la Communauté Urbaine de Bordeaux.
- 10 h 15 J. Mayoux (Inspecteur Général des Finances, responsable de l'étude interministérielle sur l'habitat individuel périurbain). L'habitat individuel périurbain, un regard neuf sur l'espace.
- 11 h 30 Présentation des ateliers par les animateurs.
Atelier A : les habitants : modes de vie, cadre de vie, J.-P. Lacaze (Mission interministérielle pour l'aménagement du littoral Languedoc - Roussillon, Professeur E.N.P.C.).

Atelier B : les communes périurbaines face à leur développement, M. C. Lelamer (D.G.C.L.).

Atelier C : Quels coûts pour qui ?, C. Martinand (Secrétariat Général aux Villes Nouvelles).

Atelier D : Macroscopie et prospective, L. Chabason (Délégation à la Qualité de la Vie).

DEJEUNER

14 h 30 - 17 h 30 Travail en ateliers.

Mardi 12 décembre

9 h - 12 h 30 Travail en ateliers.

DEJEUNER

14 h 30 - 17 h 15 Travail en ateliers.

17 h 30 - 19 h Urbanistes de droit, urbanistes de fait dans la région bordelaise : élus fonctionnaires, promoteurs, constructeurs. Table ronde animée par Jean Dumas (I.E.P. Bordeaux).

Mercredi 13 décembre

9 h 30 - 12 h 30 Travail en ateliers.

DEJEUNER

14 h 30 - 16 h Séance de synthèse : table ronde rassemblant les animateurs des ateliers, les élus, les producteurs et les représentants des associations.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Les journées COSTAM 1978 se dérouleront à l'Hôtel Novotel de Bordeaux, Quartier du Lac, 33000 Bordeaux. Téléphone : (56) 50.99.70.

Le Secrétariat des Journées sera ouvert du 11 décembre 1978 à 9 heures jusqu'au 13 décembre 78 à 17 h.

Inscriptions : aucune inscription ni option ne sera prise par téléphone.

Les inscriptions non annulées le 4 décembre 1978 seront dues à 25 %, celles non annulées le 8 décembre 1978 seront dues intégralement.

Droits d'inscriptions (comprenant les déjeuners et les documents)
Membres AFCET et collaborateurs des Sociétés Membres 900 F
Non Membres AFCET 1 000 F

Pour tous renseignements s'adresser à :

A.F.C.E.T.
156, boulevard Péreire
75017 Paris
Tél. : 766.24.19 - 24.23 - 24.27.

CONCASSAGE FIN DES MATERIAUX BRUTS

Concasseur fin à percussion Humboldt Wedag, type PEF

Se basant sur sa longue expérience dans le domaine des machines de concassage, KHD Industrieanlagen AG a développé une nouvelle gamme de concasseurs, en tenant compte des connaissances théoriques les plus récentes et en appliquant de nouvelles méthodes de calcul.

Cette gamme d'appareils est exécutée selon le système de l'interchangeabilité des pièces et a profité, lors de son développement et de sa construction, de l'application des procédés d'exécution les plus récents ; elle offre, entre autres, le concasseur à percussion Humboldt Wedag, type PEF, qui est employé pour le concassage fin de matériaux bruts, comme par exemple la bauxite, le gypse, le calcaire, le charbon, la craie, la magnésite et les sels.

Il existe en 10 modèles différents, dont les diamètres de rotor vont de 800 à 2 500 mm et la largeur de rotor de 700 à 3 300 mm. Selon l'appareil, le débit peut atteindre 1 400 t/h pour une granulométrie d'alimentation pouvant aller jusqu'à 750 mm. Le produit d'alimentation peut être concassé à des granulométries cubiques, libres de tension et de rupture, de 0 à 75 mm.

Le débit et la puissance nécessaires à l'entraînement sont dépendants du matériau à broyer et de la granulométrie finale souhaitée. Pour des raisons d'accessibilité, le carter, en construction soudée, se compose de plusieurs parties. Les surfaces internes du carter, qui sont sollicitées par le produit à concasser, sont protégées par des plaques de percussion boulonnées et interchangeables.

Le rotor à disque blindé résistant à la flexion et à la torsion est logé dans des paliers à rouleaux oscillants étanches à la poussière, équipés de régulateurs de graisse.

A sa périphérie, il est équipé, selon le modèle, de 4, 6 ou 8 battoirs qui sont introduits dans des échancrures correspondantes et axialement assurés par une manette de retenue. Les battoirs sont mis en place par la force centrifuge, place dont ils ne peuvent être repoussés par le produit à concasser. Cette construction présente l'avantage de ne pas nécessiter d'enlèvement de matière supplémentaire pour les battoirs en fonte d'acier hautement résistante à l'usure et de ne présenter aucun raccord à vis en travail intense.

Afin d'atteindre un taux maximal d'utilisation et une rentabilité optimale, les battoirs peuvent être sortis et tournés sur l'axe en cas d'usure d'un des côtés, afin que les autres faces des battoirs soient également utilisées.

Le concasseur fin PEF peut être équipé de 2 bras oscillants exécutés différemment, qui préparent la chambre de percussion dans les meilleures conditions selon la taille des plus gros morceaux à l'alimentation.

Ces bras oscillants sont fixés au balancier, auquel les plaques de percussion en fonte d'acier hautement résistante à l'usure sont également raccordées. Toutes les plaques de percussion sont fixées au centre au balancier de percussion, ce qui permet une interchangeabilité aisée. Le réglage de l'écartement intervient grâce à des broches filetées réglables de l'ex-

térieur, qui permettent un écartement déviant concentriquement vers le rotor, ou s'amenuisant en forme de croissant. Les broches filetées sont stoppées vers le bas dans la direction de leur mouvement, mais poussées vers le haut, pour permettre l'effacement du balancier au passage des parties non concassables. La retombée est amortie par des ressorts Belleville.

Des ouvertures sur le carter permettent une bonne accessibilité et une interchangeabilité de l'ensemble des pièces d'usure.

Le principe de l'interchangeabilité des pièces permet un stock commun et par conséquent économique des pièces de rechange pour les différents modèles de concasseurs.

DEUTZ-FRANCE S.A.
Division HUMBOLDT-WEDAG
171, Av. Ch.-de-Gaulle
92200 Neuilly-s/Seine
Tél. 637.37.39

Vous avez des problèmes ? Nous avons des produits pour les résoudre !

INDAS-FLEX J : Masse de scellement Bitume, caoutchouc synthétique pour colmatage des joints et fissures.

Application par coulage à chaud.

CARIPHALTE FS TAPE : Bande auto-adhésive en Bitume élastomère pour pontage des fissures.

Application à froid sur support béton propre et sec.

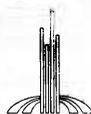
F 130 : Emulsion de Bitume surstabilisée, pulvérisable, prête à l'emploi pour imperméabilisation de structures en béton.

Applicable à froid.

INDAS-FONDATION : Solution bitumineuse fluide, prête à l'emploi pour imperméabilisation des fondations.

Application à froid.

Pour tous renseignements complémentaires et documentation, s'adresser à :



INDASCO FRANCE

Filiale du groupe "ROYAL DUTCH SHELL"



31, rue Washington 75380 PARIS CEDEX 08
Tél. : 256.82.82 Télex Shell : 280 125 PARIS

**RÉPERTOIRE
DÉPARTEMENTAL
DES ENTREPRISES**

SUSCEPTIBLES
D'APPORTER
LEUR CONCOURS
AUX ADMINISTRATIONS
DES PONTS
ET CHAUSSÉES

ET A TOUS LES AUTRES
MAITRES D'OUVRAGES PUBLICS
PARAPUBLICS ET PRIVÉS

**SOCIÉTÉ T.P. ET BATIMENT
Carrière de BALEONE**

Ponte-Bonello par AJACCIO
Tél. 27.60.20 Ajaccio
Vente d'agrégats et matériaux de viabilité
Tous travaux publics et Bâtiment

26 DROME

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**

Tous travaux routiers
Route de Mours
26101 ROMANS - B.P. 9
Télex : ROUTMIDI 345703
Tél. : (75) 02.22.20

39 JURA

Sté d'Exploitations et de Transports PERNOT

Préfabrication - Béton prêt à l'emploi
Rue d'Ain, 39-CHAMPAGNOLLE Tél. 83

Sté des carrières de Moisey
39-MOISSEY

01 AIN

Concessionnaire des planchers
et panneaux dalles « ROP »

Les Préfabriques Bressanes

01-CROTTET - R.N. 79 près de Mâcon
Tél. 29 à Bagé-le-Châtel

05 HAUTES-ALPES

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**

Tous travaux routiers

Route de Marseille - 05001 GAP - B.P. 24
Telex : ROUTMIDI 430221
Tél. : (92) 51.60.31

13 BOUCHES-DU-RHONE

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**

Tous travaux routiers

Zone Industrielle - 13290 LES MILLES
Tél. : (42) 26.14.39
Telex : ROUTMIDI 410702

59 NORD

Ets François BERNARD et Fils

MATÉRIAUX DE VIABILITÉ :
Concassés de Porphyre, Bordures, Pavés en
Granit, Laitier granulé, Sables.

50, rue Nicolas-Leblanc - LILLE
Tél. : 54-66-37 - 38 - 39

63 PUY-DE-DOME

BÉTON CONTROLE DU CENTRE

191, a. J.-Mermoz, 63-Clermont-Ferrand
Tél. : 92-48-74.

Pont de Vaux, 03-Estivareilles
Tél. : 06-01-05.

BÉTON PRÊT A L'EMPLOI
Départ centrale ou rendu chantiers par
camions spécialisés « Trucks Mixers »

67 BAS-RHIN

EXPLOITATION DE CARRIÈRES DE GRAVIERS
ET DE SABLES -- MATÉRIAUX CONCASSÉS

Gravière du Rhin Sessenheim

S.A.R.L. au Capital de 200.000 F
Siège social : 67-SESSENHEIM
Tél. : 94-61-62
Bureau : 67-HAGUENAU, 13, rue de l'Aqueduc
Tél. : 93-82-15

93 SEINE-SAINT-DENIS

S.a.r.l. DEVAUDEL

**FOURNITURES
INDUSTRIELLES**

73-75, rue Anselme - 93400 SAINT-OUEN
Tél. 254.80.56 +

94 VAL-DE-MARNE

ENTREPRISES

QUILLERY SAINT-MAUR

GÉNIE CIVIL — BÉTON ARMÉ
— TRAVAUX PUBLICS —

8 à 12, av. du 4-Septembre - 94100 Saint-Maur
Tél. 883.49.49 +

FRANCE ENTIÈRE



*Compagnie Générale
des Eaux*

Exploitation : EAUX
ASSAINISSEMENT
ORDURES MÉNAGÈRES
CHAUFFAGE URBAIN

52, r. d'Anjou - 75008 PARIS - Tél. 266.91.50

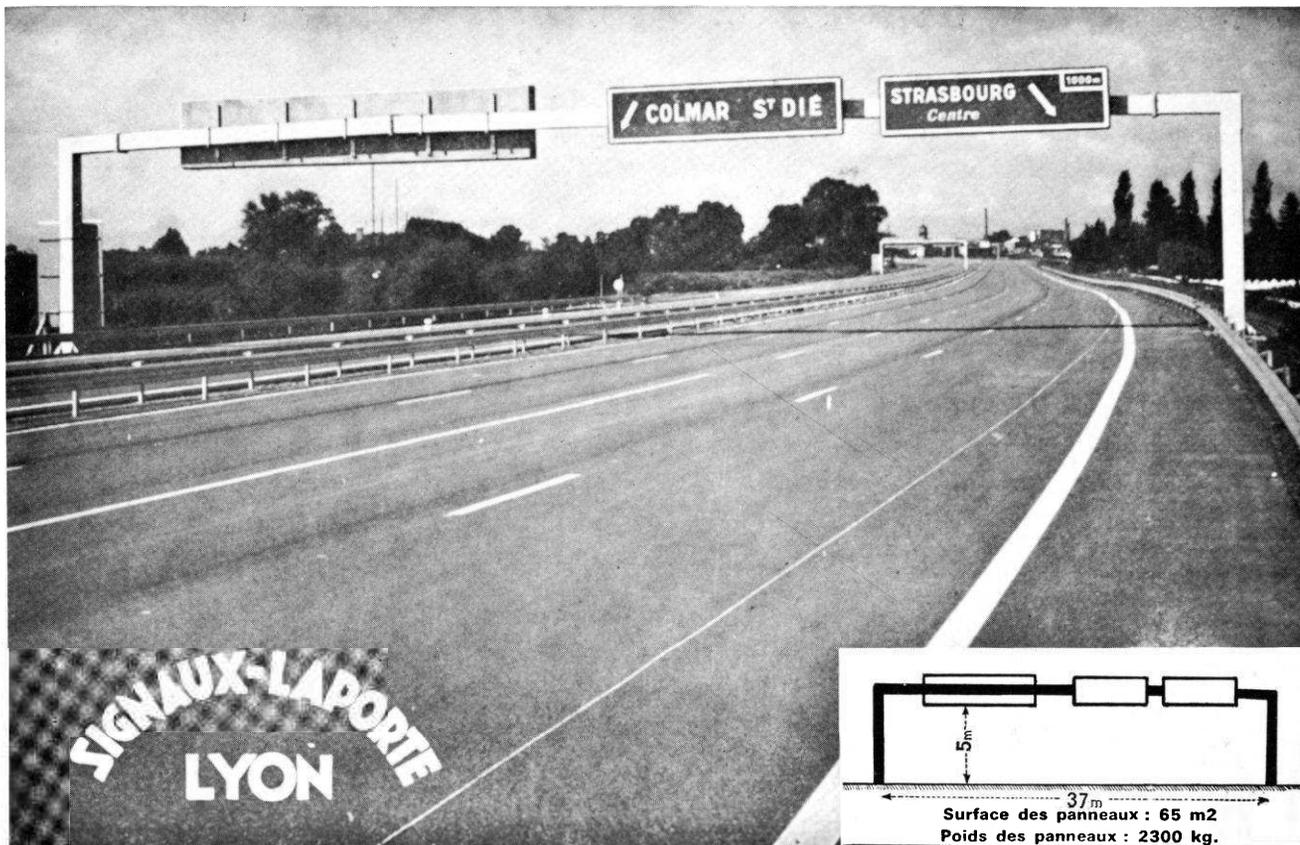
**SOCIÉTÉ
METALLURGIQUE
HAUT-MARNAISE**

B.P. 24 - 52300 JOINVILLE
TÉL. (25) 96.09.23
TÉLEX : OMARNEZ 840917 F

TOUT CE QUI CONCERNE
LA MATÉRIEL D'ADDUCTION
ET DE DISTRIBUTION D'EAU

ROBINETTERIE ET FONTAINERIE

ÉQUIPEMENT DES CAPTAGES
ET DES RÉSERVOIRS



RINCHEVAL

SOISY-SOUS-MONTMORENCY (Val-d'Oise) - Tél. : 989.04.21 +

TOUS MATERIELS DE **STOCKAGE, CHAUFFAGE ET EPANDAGE**
DE **LIANTS HYDROCARBONES**

ÉPANDEUSES

avec rampe

- Eure et Loir
- Jets multiples à commande pneumatique

POINT A TEMPS

- Classiques
- Amovibles
- Remorquables



Equipement épandeur à transmission hydrostatique et rampe à commande pneumatique

STOCKAGE

et **RÉCHAUFFAGE**
de liants :

- Citernes mobiles
- Spécialistes de l'équipement des installations fixes

(300 réalisations)

DEPUIS 1911, LES ETABLISSEMENTS RINCHEVAL CONSTRUISENT DES MATERIELS D'EPANDAGE

Centrale thermique de Tabriz (Iran)



SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES
21, RUE DU PONT DES HALLES - 94 CHEVILLY-LARUE - TÉLÉPHONE : 687.22.36

oto: D. Cossat