



PONTS
et
CHAUSSEES
et
MINES

N°9 SEPTEMBRE 1975 72^{ème} ANNÉE

chantiers
nucléaires



Halte-là!...

Pont-à-Mousson a étudié et mis au point une nouvelle **grille-avaloir**.



Ses lames profilées et ondulées absorbent l'eau courante; qui ne va pas plus loin.

La grille-avaloir AT (absorption totale) de Pont-à-Mousson S.A. rend l'eau obéissante.



mensuel

28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e

Directeur de la publication :
René MAYER,
Président de l'Association

Rédacteur en chef :
Philippe AUSSOURD,
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Assistante de rédaction :
Brigitte LEFEBVRE DU PREY

**Promotion et
Administration :**
Secrétariat du P.C.M. :
28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e

**Bulletin de l'Association profes-
sionnelle des Ingénieurs des
Ponts et Chaussées et des Mines,
avec la collaboration de l'Asso-
ciation des Anciens Elèves de
l'Ecole des Ponts et Chaussées,**
28, rue des Saints-Pères, Paris-7^e
Tél. 260.25.33
260.27.44

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
Paris-15^e
Tél. 532-27-19

L'Association Professionnelle des In-
génieurs des Ponts et Chaussées et
des Mines n'est pas responsable des
opinions émises dans les conférences
qu'elle organise ou dans les articles
qu'elle publie.

Dépôt légal 3^e trim. 1975 - N° 3930
Commission Paritaire n° 55.306

IMPRIMERIE MODERNE
U.S.H.A.
Aurillac

sommaire

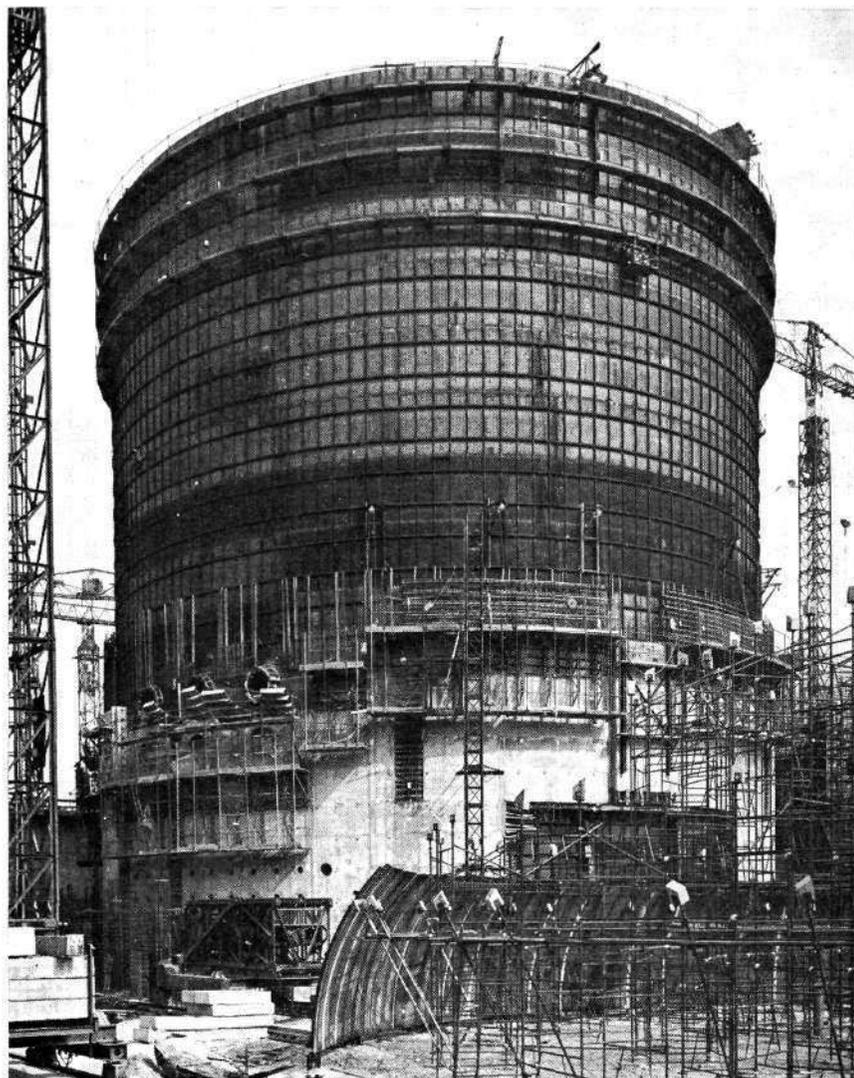
dossier

- L'équipement nucléaire des dix prochaines années .. 19
par Michel HUG
- Le rôle de l'architecte industriel 22
par Michel BROCH
- La réalisation des chaudières de la centrale de
Fessenheim 25
par J. BUTTIN - Ch. CANTE - J.C. LENY
J. MATHIAS
- Enceinte de sécurité et bétons intérieurs Fessenheim 31
par Philippe MOREAU
- Participation de la grosse forge du Creusot au pro-
gramme électro-nucléaire 38
par Philippe GEFFROY

rubriques

- Le Brésil en l'an XV de Brasilia 44
par André MOGARAY
- L'environnement dans la région du Sud-Ouest (Table
Ronde) 52
- Mouvements 57

Couverture : Centre d'Etudes nucléaires de Fontenay-aux-Roses (photo Rapho)
Maquette : Monique CARALLI

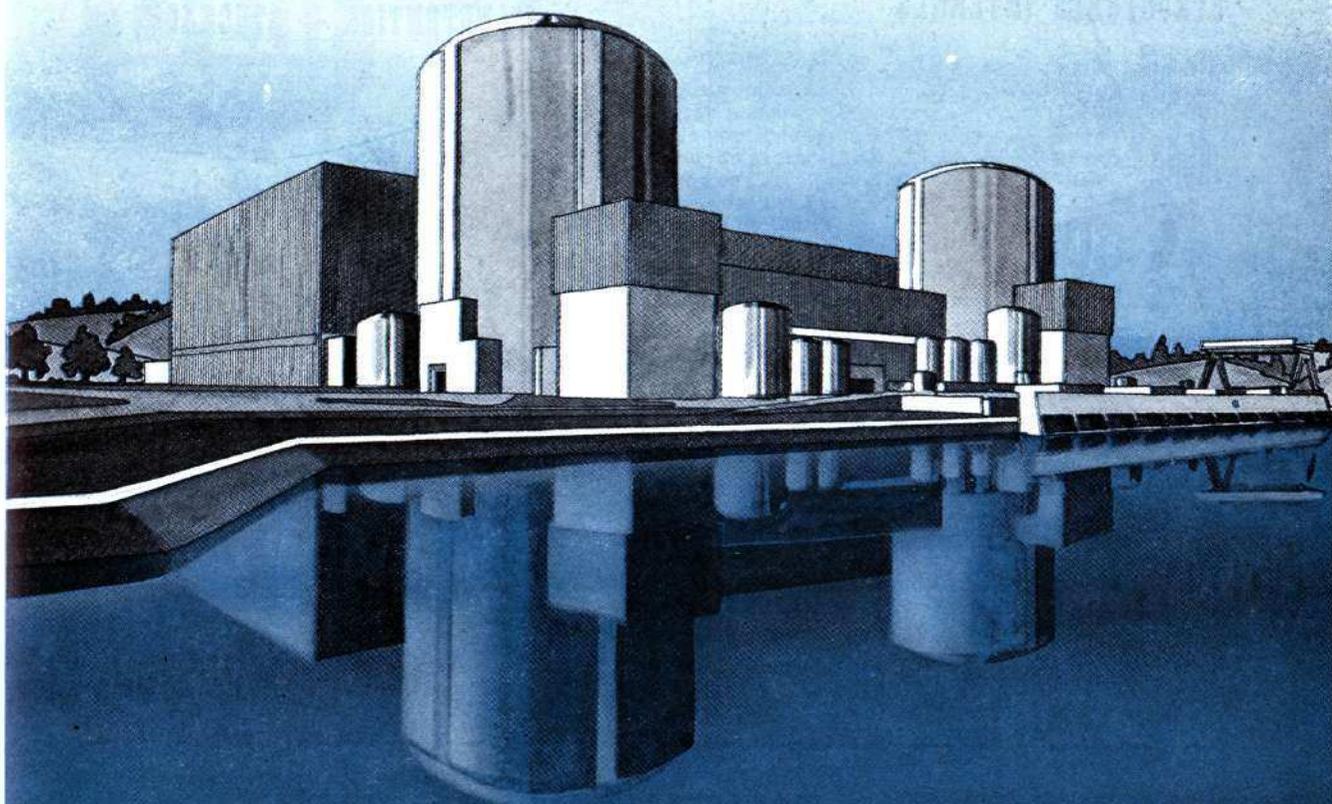


ENCEINTE DE SECURITE
DU P.W.R. BUGEY II



NEYRPCIC

GROUPE NUCLÉAIRE
Rue Général Mangin
38100 Grenoble France
Tél: /76/ 96.48.30
Télex 32 750 F



25 Chaudières nucléaires

FRAMATOME et sa filiale FRAMATEG, disposant d'une organisation intégrée qui coordonne études et fabrications, offrent une gamme complète :

- Composants et combustibles
- Chaudières
- Îlots nucléaires
- Centrales complètes.



FRAMATOME

77/81, rue du Mans · Boîte Postale 134 · 92403 Courbevoie · FRANCE · Télex : FRAMA 63.635 F

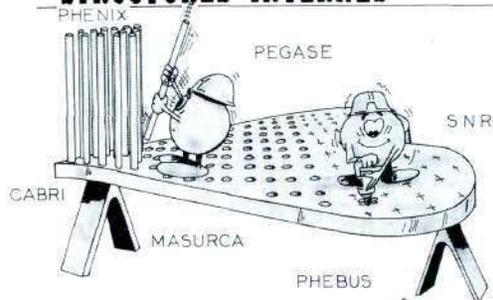
CNIM

DEPARTEMENT INGENIERIE NUCLEAIRE

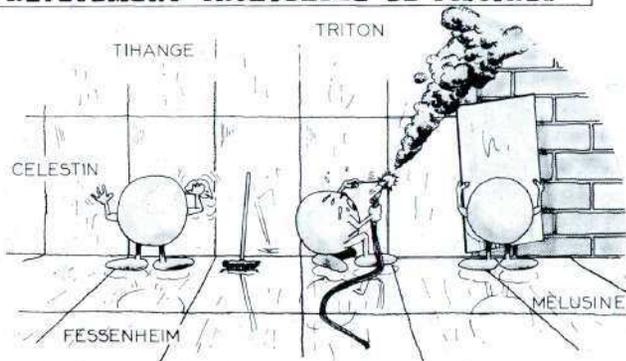
83 501 - LA SEYNE MER - TEL: (94) 94 19 00

3 SPECIALITES

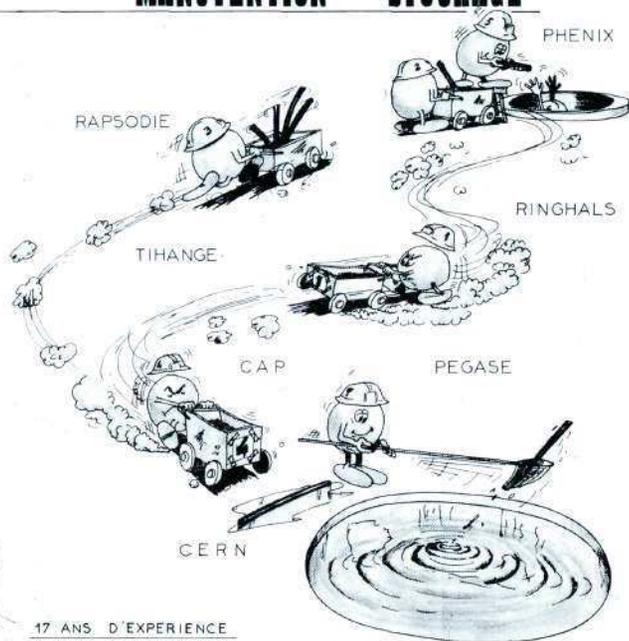
STRUCTURES INTERNES



REVETEMENT INOXYDABLE DE PISCINES

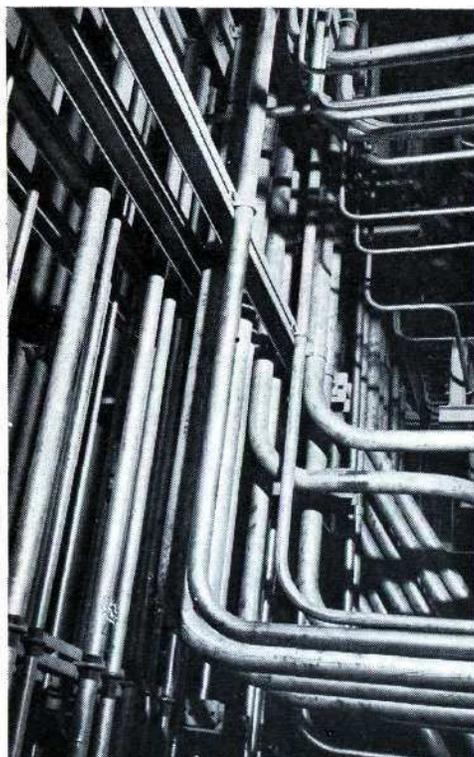


MANUTENTION - STOCKAGE



17 ANS D'EXPERIENCE

PLUSIEURS BREVETS, GESTION DE LA QUALITE



tuyauteries industrielles

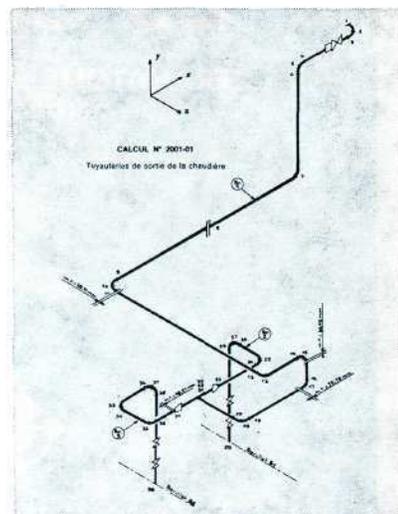
ETUDES, PREFABRICATION, MONTAGE DE RESEAUX DE TUYAUTERIES POUR TOUS FLUIDES ET TOUTES INDUSTRIES — INSTALLATIONS «CLÉ EN MAINS» D'ENSEMBLES INDUSTRIELS, TOUS CORPS D'ETAT — MISES EN EXPLOITATION ET ENTRETIEN — CALCULS THERMODYNAMIQUES

Le département Tuyauteries Industrielles de la Société ENTREPOSE T.P. est spécialisé dans l'étude et la construction des réseaux de tuyauteries pour tous fluides à toutes températures et pressions.

La majorité de ces installations nécessitent des calculs complexes pour vérifier le comportement des tuyauteries soumises aux sollicitations découlant :

- de la dilatation ou de la contraction thermique
- des forces extérieures concentrées ou réparties (poids-vent),
- des positions ou orientations obligées,
- du poids et du supportage avec définition de ce dernier,
- des organes spéciaux de compensation des dilatations,
- des vibrations et séismes,
- de l'influence du frottement, etc ...

Depuis Janvier 1973, nous avons complété nos programmes de calculs en reprenant l'exploitation du programme de M. GAGE, lequel, fondateur de la S.C.M.T., s'est attaché à perfectionner un programme de calculs sur ordinateur.



ENTREPOSE

consultez LE DEPARTEMENT TUYAUTERIES INDUSTRIELLES

75, rue de Tocqueville 75850 Paris tél:924.66.71, ou l'une de nos agences régionales

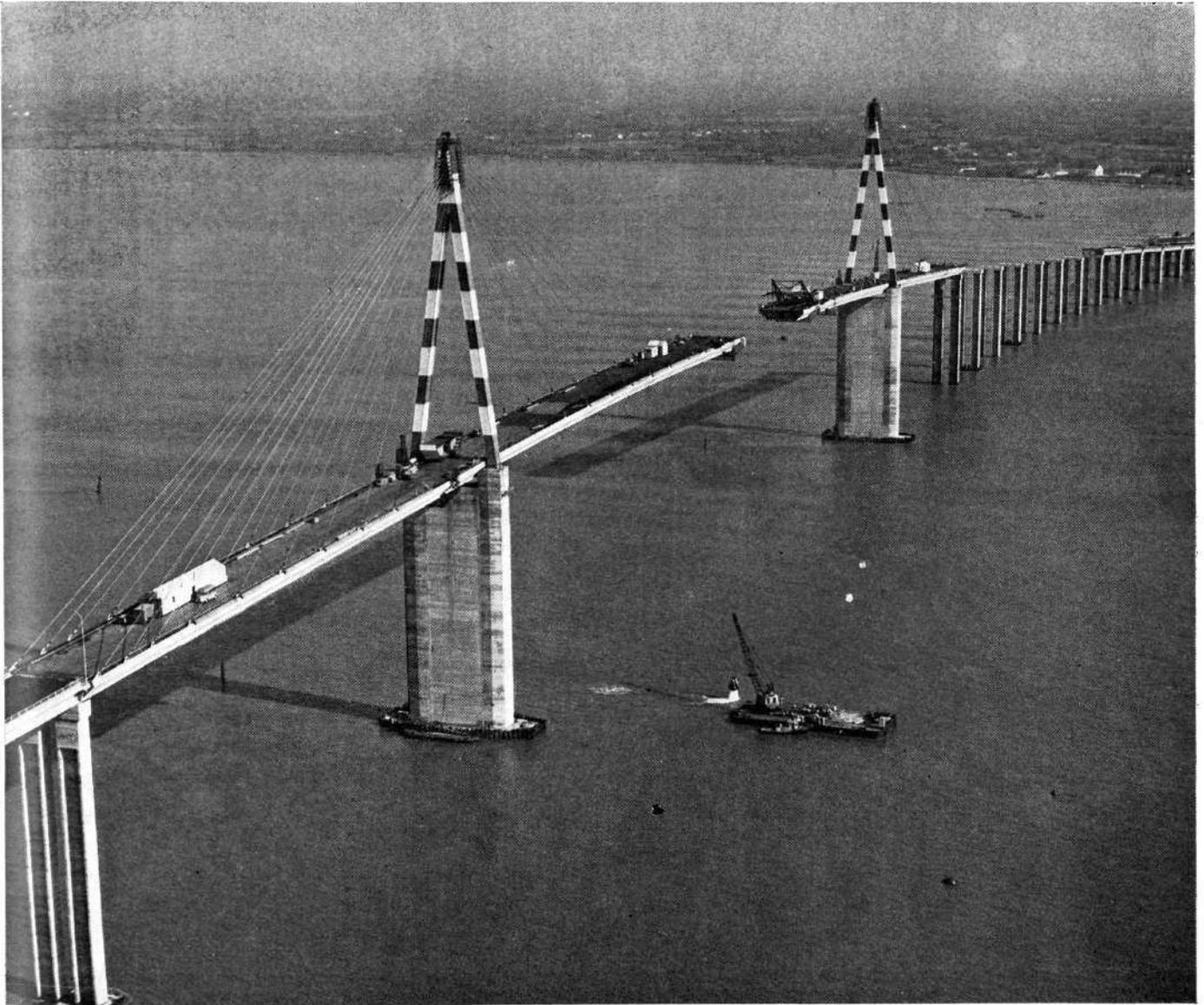
La CFEM, au premier rang des constructeurs métalliques européens, construit l'ouvrage principal métallique du Viaduc de Saint-Nazaire - Saint-Brévin.

Le demi ouvrage côté Nord est achevé. La partie restant à monter sur le demi ouvrage Sud est de 70 mètres.



Caractéristiques de l'ouvrage :

Longueur totale	3 470 m.
Ouvrage principal métallique	720 m.
Portée entre piles principales	404 m.
Largeur du tablier	15 m.
Tirant d'air	61 m.
Hauteur des pylônes	131 m.
Longueur de câbles	9 100 m.
Poids des aciers mis en œuvre	5 200 t.



Compagnie Française d'Entreprises Métalliques

57, bd de Montmorency - B.P. 31816 - 75781 Paris Cedex 16 - Tél. 288-49-29 - Telex Lonfer Paris 62512



RINCHEVAL

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

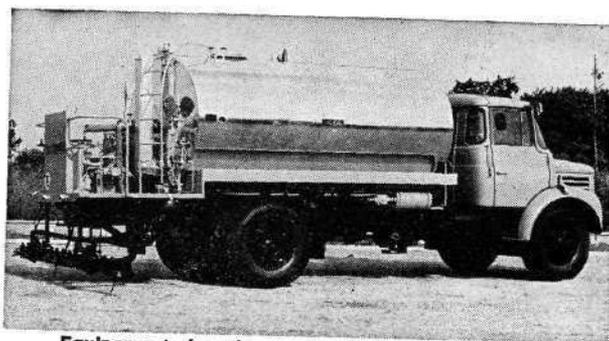
TOUS MATERIELS DE STOCKAGE, CHAUFFAGE ET EPANDAGE DE LIANTS HYDROCARBONES

ÉPANDÉUSES avec rampe

- Eure et Loir
- Jets multiples à commande pneumatique

POINT A TEMPS

- Classiques
- Amovibles
- Remorquables



Équipement 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)

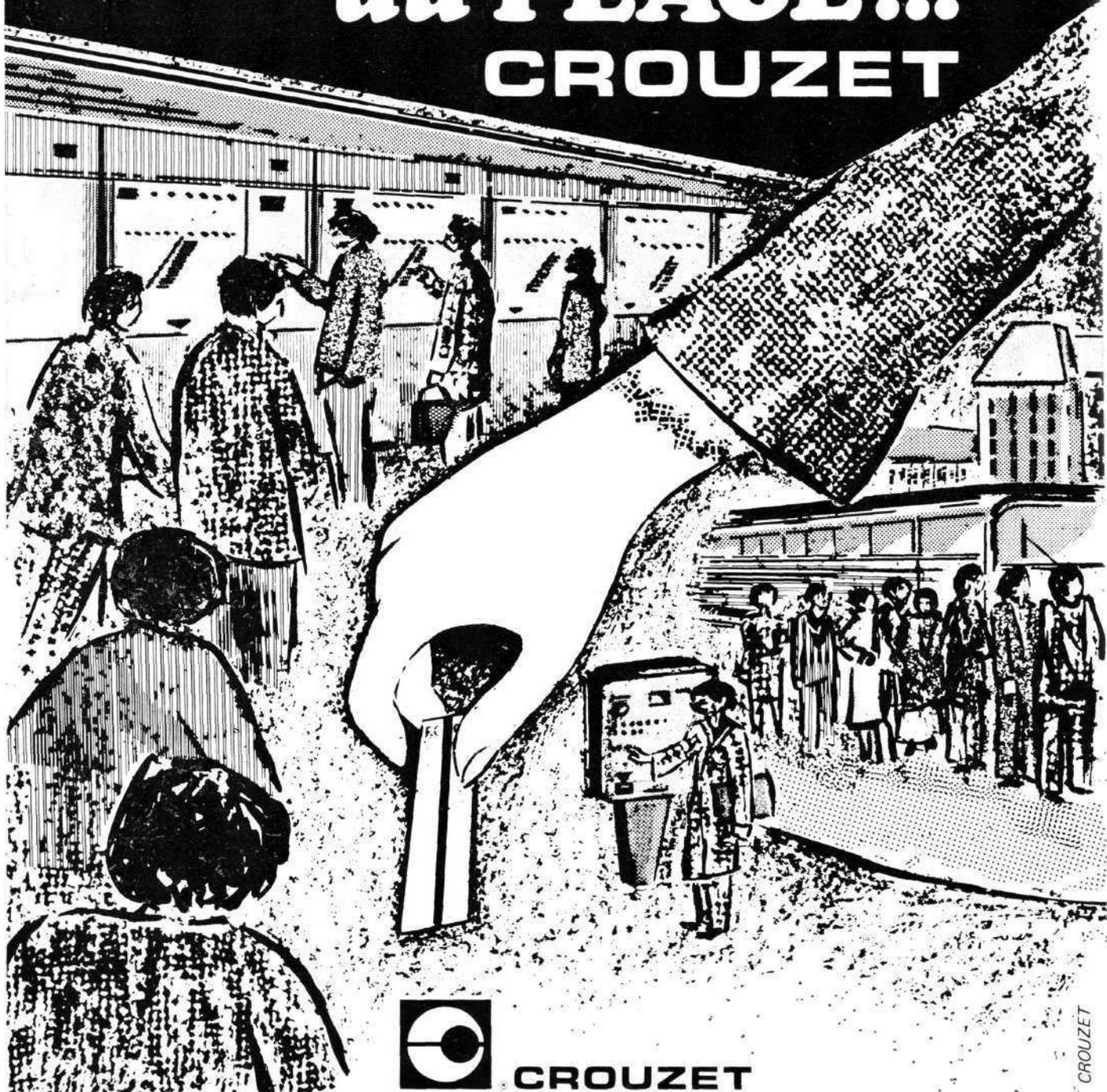
DEPUIS 1911, LES ÉTABLISSEMENTS RINCHEVAL CONSTRUISENT DES MATÉRIELS D'ÉPANDAGE

DES COMPACTEURS QUI COMPACTENT



ALBARET

automatisation du PEAGE... CROUZET



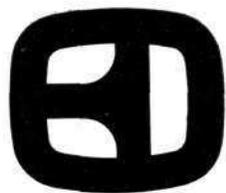
CROUZET

*c'est la puissance industrielle
au service du public*



CROUZET PÉRI-INFORMATIQUE B. P. 1014 - 26010 VALENCE - France

Tél. (75) 42.36.44 - Télég. Téléx : CRZET A 45802 F



L'ENTREPRISE INDUSTRIELLE

Entreprises électriques
et travaux de génie civil

Siège social 29, rue de Rome, 75008 Paris
Téléphone 387 50 90,

LOOK

G. T. M. B. T. P.

Société Anonyme au Capital de 43.200.000 Francs

Siège Social :

61, avenue Jules-Quentin, 92000 NANTERRE

Tél. : 769.62.40

Télex : 69515 F GTMNTER Nanterre

Aménagements hydroélectriques

Centrales nucléaires - Centrales thermiques

Constructions industrielles

Travaux de Ports - Routes - Ouvrages d'art

Béton précontraint - Canalisations pour fluides

Canalisations électriques - Pipe-Lines

SAUR PUBLIC - 609

SAUR

**Société
d'aménagement
urbain et rural**

- conception, installation, entretien, et exploitation de services de production et distribution d'eau potable, d'irrigation et d'assainissement
- exploitation des services de traitement d'ordures ménagères.

5, rue de Talleyrand 75007 PARIS
tél. : 551.55.79

DIRECTIONS RÉGIONALES
angoulême - annonay
cahors - chalon-sur-saône
compiègne - la rochelle
la roche-sur-yon - pont-l'évêque
pau - vannes.

SODEN
Société de Distribution d'Eau de Nîmes

SODECI
Société de Distribution d'Eau
de la Côte-d'Ivoire (Abidjan)

SAUR-DAKAR - (Sénégal)

SAUR-AFRIQUE
Études et Missions à l'étranger - Paris

a fessenheim clemessy a réalisé...

- 1** Les installations électriques de chantier.
- 2** Les installations électriques et la climatisation du bâtiment administratif.
- 3** Les installations de télécommunications et de courants faibles.
- 4** L'installation électrique générale, le contrôle commande de la partie conventionnelle. (électricité - régulation)
- 5** Les installations d'injections des réactifs et d'échantillonnages.
- 6** Le contrôle-commande du traitement des effluents.
- 7** L'installation des mesures de radio-protection.
- 8** La mise en place et la soudure des traversées étanches des enceintes réacteurs.



B.P. 2499 - 68057 Mulhouse Cedex

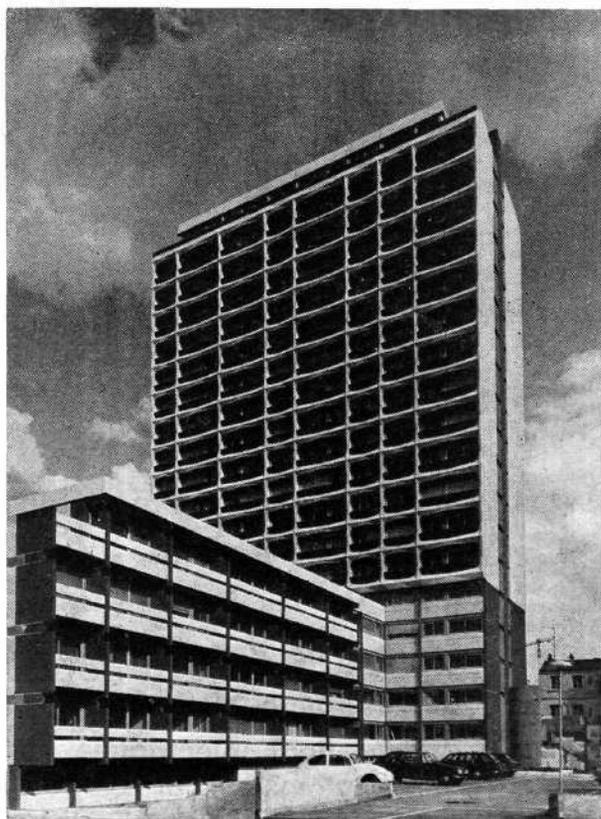
TERRASSEMENTS
TRAVAUX PUBLICS
BÉTON ARMÉ
ET PRÉCONTRAIT
BATIMENTS
TRAVAUX SOUTERRAINS
FLUVIAUX et MARITIMES

**ENTREPRISE
MOINON**

57, rue de Colombes
92003 NANTERRE CÉDEX
Téléphone : 769.92.90 (9 lignes)
Télex : 91 755

Agence : **PROVENCE - CÔTE D'AZUR**
B.P. 23 - 13130 BERRE-L'ÉTANG
Tél. : (15) 91.85.42.37

Hôtel et Résidence « La Chancellerie » à Courbevoie la Défense



SGE

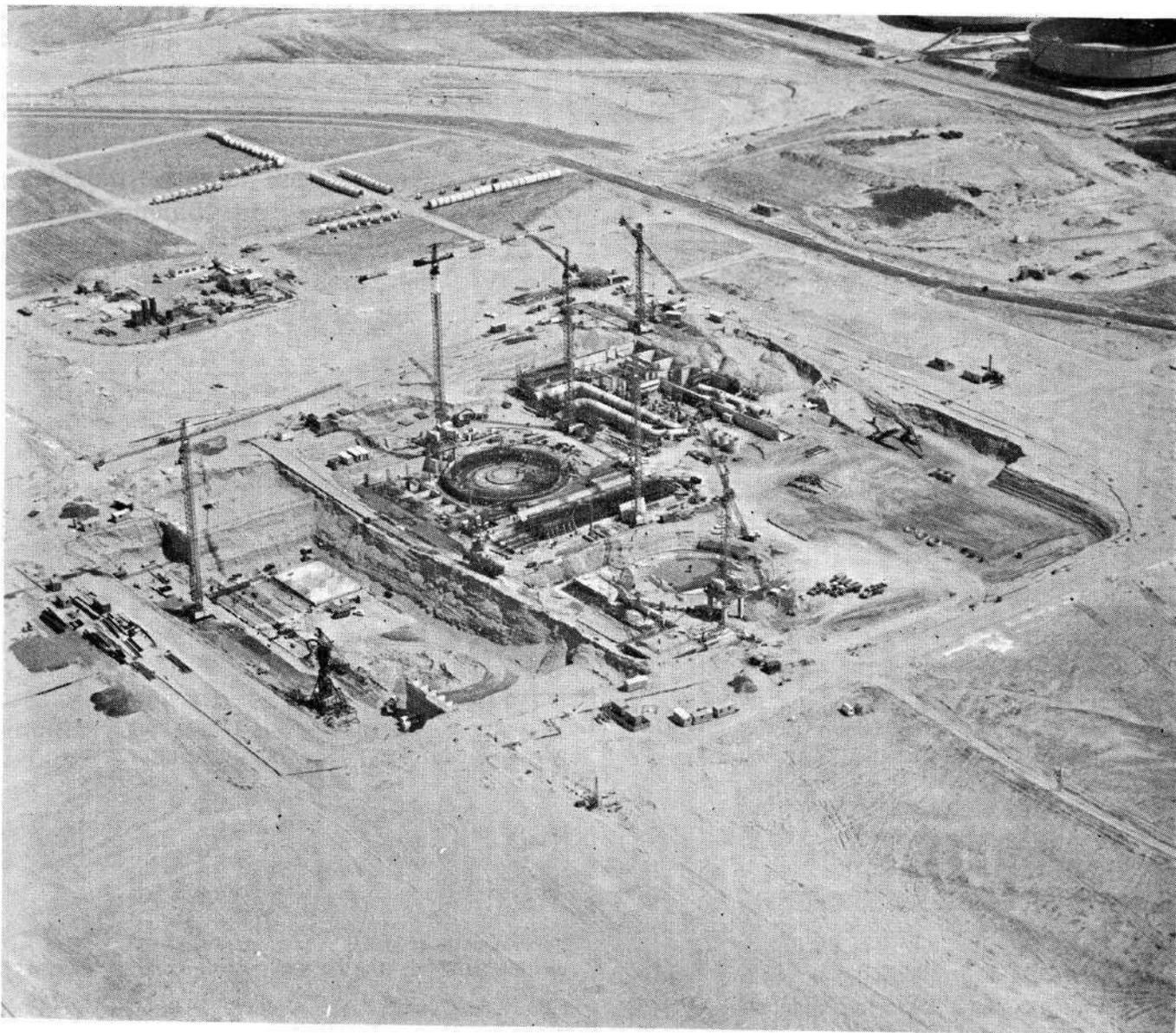
SOCIETE GENERALE D'ENTREPRISES

Siège Social : 21 RUE DU PONT DES HALLES 94 CHEVILLY-LARUE

Code postal : CIDEX D901 94536 RUNGIS CEDEX

TELEGRAMME : GIROLOU RUNGIS TELEX : 27653 GIROLOU A RUNGI

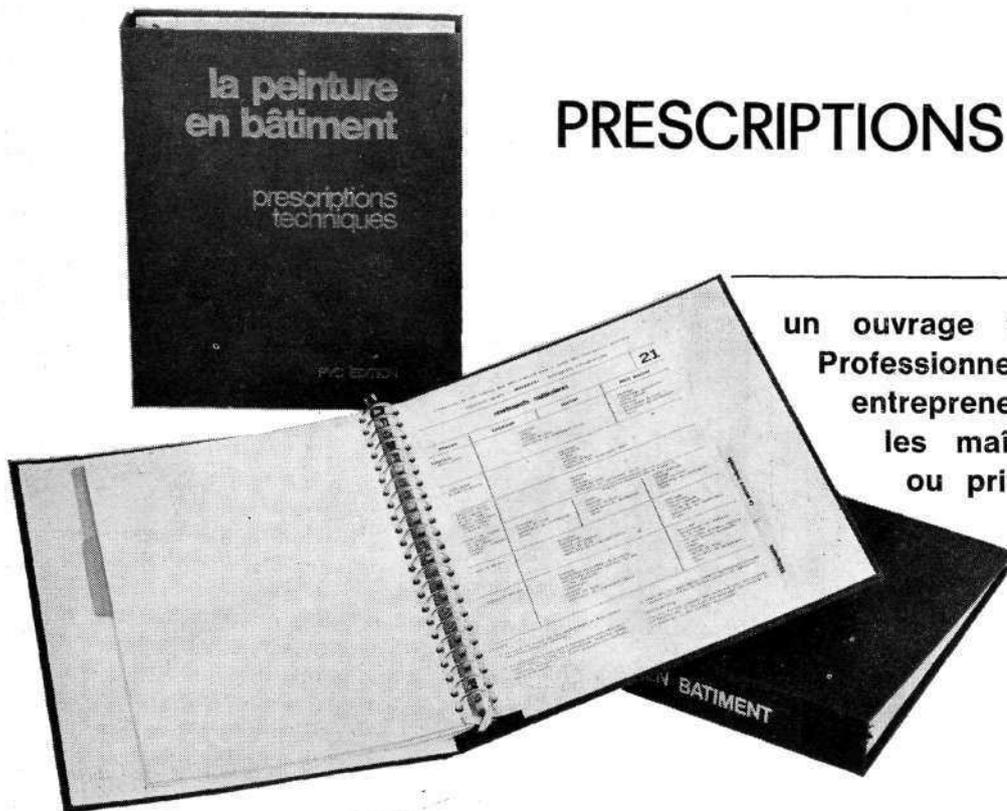
TELEPHONE : 687.22.36



Centrale Nucléaire de Gravelines

entreprises générales
travaux publics
travaux industriels
bâtiment
charpentes métalliques

LA PEINTURE EN BATIMENT



PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

un ouvrage très attendu par les Professionnels du bâtiment, les entrepreneurs, les architectes, les maîtres-d'ouvrage publics ou privés

PRIX T.T.C.

80 F + 6,50 F

(port et emballage)

Patronné par l'Office Général du Bâtiment et des Travaux Publics, par le Centre d'Information et de Documentation du Bâtiment, cet ouvrage est édité à l'initiative de l'Union des Peintres Vitriers de France qui a désiré donner à la profession un ouvrage à la mesure de ses besoins actuels, la dernière édition datant de 1957.

Conçu dans un esprit pratique, rédigé et présenté avec clarté, cet ouvrage — tout en rappelant les principes de base dont l'ignorance ou l'oubli ont souvent été à l'origine de nombreux déboires — est essentiellement constitué de **fiches techniques** très élaborées, tant pour la **peinture en bâtiment** que pour la **peinture industrielle**, qu'il s'agisse de travaux neufs d'entretien ou même de décoration.

Chaque fiche définit, sous forme de tableau, le processus de travail à réaliser en fonction du lieu d'exécution, du subjectile et de la finition recherchée.

De présentation à la fois élégante et fonctionnelle, les fiches (format normalisé 21 × 29,7) sont classées sous reliure toilée, multibroche.

Bulletin de commande à retourner à **PYC ÉDITION**
254, rue de Vaugirard, 75740 PARIS CEDEX 15

Nom :

Adresse : Sce ou Réf. :

Veillez nous adresser ex. de
la PEINTURE en BATIMENT (Prescriptions techniques)
à 80 + 6,50, soit F

Règlement :

- par chèque ci-joint
- par virement au C.C.P. **PYC ÉDITION PARIS 1382-45**
transmis directement à notre Centre
- après réception facture en ex.

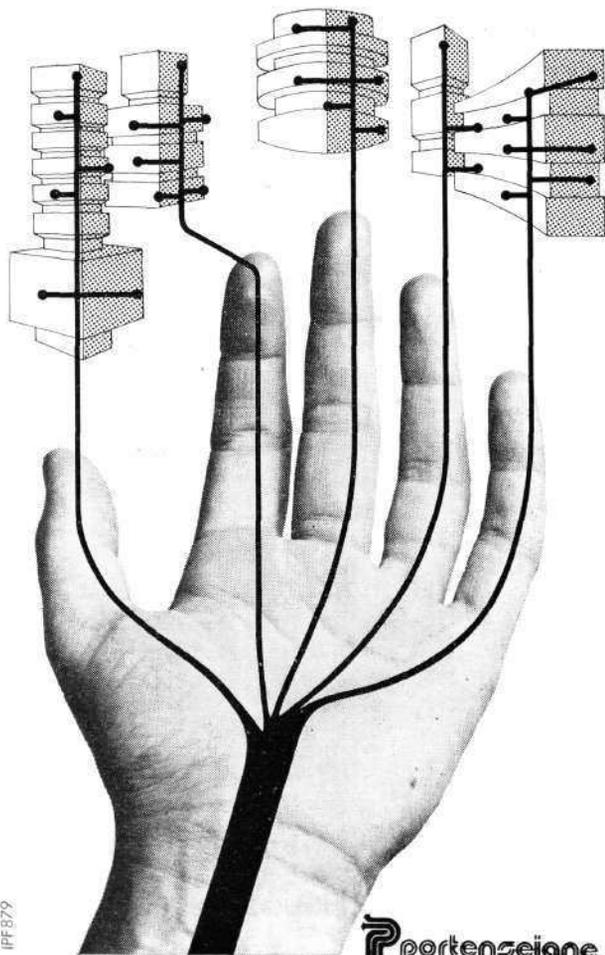
Date

Signature ou cachet

TELEDISTRIBUTION

La télédistribution est un système conçu pour la distribution par câble coaxial, d'une quantité importante de programmes à un grand nombre d'utilisateurs, qui bénéficient d'une réception améliorée.

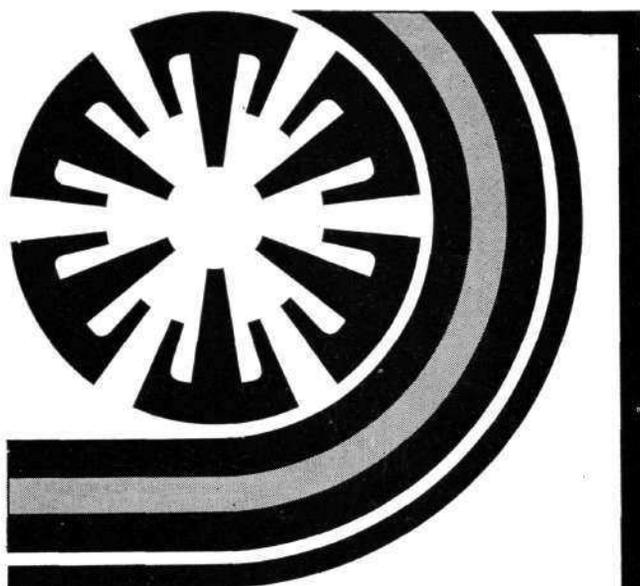
- Urbanisme (*villes, villages, grands ensembles, ports de plaisance*).
- Industrie (*usines, centrales, complexes industriels*).
- Enseignement (*audio-visuel*).
- Hôpitaux, *cliniques*.
- Hôtels.



PF879

portenseigne

86, rue Victor-Hugo, 93170 BAGNOLET Tél. : 287.17.09
Capital 3 300 000 F - R.C. PARIS 55 B 6854



TECHNOSOL

BUREAU D'ETUDES
SOLS ET FONDATIONS

SONDAGES

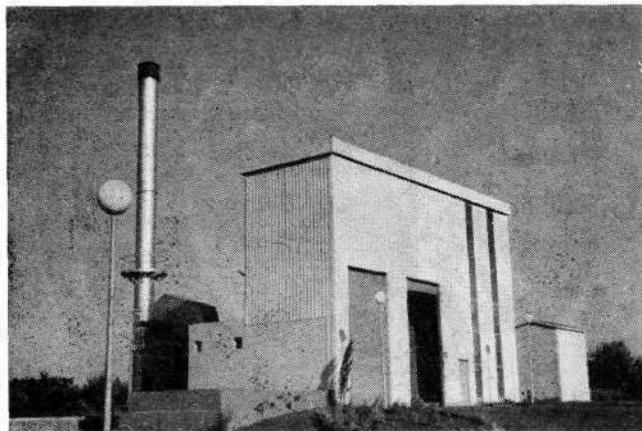
PENETROMETRES

PRESSIOMETRES

LABORATOIRE

153, AV. VICTOR HUGO. 75116 PARIS
B.P. N° 3 - 91620 LA VILLE DU BOIS
TELEPHONE : 909.14.51+

pub. r. franck



Usine de Miramas

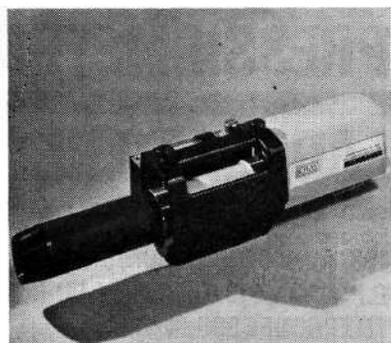
le traitement
des ordures ménagères
c'est

triga LA

10 USINES mises en service en 1973
10 USINES mises en service en 1974
10 USINES en construction actuellement

33, Av. du Maréchal-Joffre - 92000 NANTERRE
TEL 769-33-80 - TELEX SAGETOL 60 302-F

LE LASER: *Des solutions neuves à de vieux problèmes...*



Laser d'alignement 510 C



Laserway

COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES LASERS



Route de Nozay - 91460 MARCOUSSIS (France)
téléphone : (1) 901 20 02

alignement

- pose de canalisations
- drainage
- forage de galeries
- convoyage dans les mines
- traçage dans le bâtiment et la construction navale

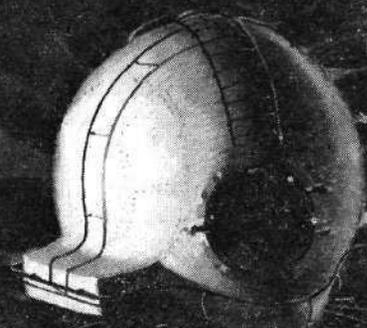
guidage automatique

- finisseuses routières (Laserway)
- adaptation au nivellement et au drainage

métrologie fine

- écartométrie à 10 µm près
- granulométrie de poudres entre 1 et 120 microns en quelques minutes

emplois à froid, à chaud en constructions acier ?



aciers usiten usinor!

Notice Usiten sur demande au service "O C" - Direction Métallurgique et Direction Commerciale
B.P. 4 177 - 59307 Valenciennes - Tél. 47 00 00 - Télex 11700 Usinor Valci



forclum

société de force et lumière électriques

CENTRE D'AFFAIRES PARIS-NORD

Bâtiment Ampère n° 1

93153 LE BLANC-MESNIL - Tél. : 931.42.41

FORCLUM fait partie du G.I.E. ECTEN spécialisé dans l'équipement électrotechnique des centrales thermiques et nucléaires

TOUTES INSTALLATIONS ELECTRIQUES TOUTES PUISSANCES
CHAUFFAGE ELECTRIQUE DOMESTIQUE ET INDUSTRIEL

EQUIPEMENT D'USINES, DE CENTRALES ET DE POSTE DE TRANSFORMATION
IMMEUBLES DE BUREAUX ET D'HABITATION

HOPITAUX - UNIVERSITES - EQUIPEMENTS SPORTIFS - ECLAIRAGE PUBLIC
RESEAUX DE DISTRIBUTION - TABLEAUX - CONTROLE - REGULATION
AUTOMATISME - TELECOMMANDE

Le Service des

CONGÉS PAYÉS

dans les

Travaux Publics

ne peut être assuré que par la

**Caisse Nationale
des Entrepreneurs
de Travaux Publics**

Association régie
par la loi du 1^{er} juillet 1901
Agréée par arrêté ministériel
du 6 avril 1937
J.O. 9 avril 1937

7 et 9, av. du Général-de-Gaulle

92 - PUTEAUX

Tél. : 772.24.25

fondasol

Direction - Bureaux - Ateliers :

290, rue des Galoubets
84140 AVIGNON-Montfavet

B.P. 54 (84005) Avignon

Tél. : (90) 31.23.96 (lignes gr.)

Télex : 42 999 FONDASOL MTFAV

**BUREAU D'ÉTUDES DE SOLS
ET FONDATIONS
SONDAGES - ESSAIS DE SOLS**



Sondages en zone marécageuse

Centre de METZ : 1, rue des Couteliers
57000 METZ-BORNY

Tél. : (87) 75.41.82 (2 l. gr.)

Télex : 86 695 FONDASOL METZ

Agence de CHALON-SUR-SAONE :

19, rue Saint-Georges

71100 CHALON-SUR-SAONE

Tél. : (85) 48.45.60

Télex : 80 368 FONDASOL CHALN

Agence de PARIS : 5 bis, rue du Louvre
75001 PARIS - Tél. : 260.21.43 - 44

Télex : 67 230 FONDASOL PARIS

ÉDITIONS TECHNIP **technip**

27, RUE GINOUX - 75737 PARIS CEDEX 15

Tél. 577 11-08

**GRAVIMETRIE APPLIQUEE AUX RECHERCHES STRUCTURALES
ET A LA PROSPECTION MINIERE ET PETROLIERE**

J. SCHOEFFLER

1 vol., broché, 18 × 24, 320 p., 151 fig., 5 tabl. 148 F

LES PRIX DU PETROLE

Economie de marché ou stratégie de puissance.

T. RIFAI

1 vol., broché, 18 × 24, 440 p., 22 fig., 45 tabl. 125 F

ALGORITHMES NUMERIQUES. ANALYSE ET MISE EN ŒUVRE

Tome I : Arithmétique des ordinateurs. Systèmes linéaires.

M. LA PORTE et J. VIGNES

1 vol., broché, 18 × 24, 244 p., 14 fig., 39 tabl. 89 F

L'EXPLOITATION DES GISEMENTS D'HYDROCARBURES

Domaines scientifiques et principes généraux.

1 vol., relié, 18 × 24, 310 p., 117 fig., 9 photos 141 F

LE DEVELOPPEMENT DES PROCÉDES DE RAFFINAGE ET DE PETROCHIMIE

P. TRAMBOUZE et J.-P. WAUQUIER

1 vol., relié, 18 × 24, 262 p., 23 tabl., 56 fig. 140 F

PRINCIPES, TECHNOLOGIE, APPLICATIONS DES PILES A COMBUSTIBLE

Y. BREELLE, O. BLOCH, P. DEGOBERT, M. PRIGENT

1 vol., relié, 18 × 24, 152 p., 56 fig., 17 tabl. 63 F

FORMULAIRE DU FOREUR

1 vol., relié, 13 × 18, 448 p., 188 fig., 257 tabl. 150 F

DEGRADATION MICROBIENNE DES MATERIAUX

1 vol., broché, 18 × 24, 216 p., 29 fig., 27 tabl. 74 F

**MECANIQUE DES FLUIDES DANS LES MILIEUX POREUX. CRITIQUES
ET RECHERCHES**

A. HOUPEURT

1 vol., relié, 18 × 24, 400 p., 253 fig., 41 tabl. 248 F

SGTE

Société Générale de Techniques et d'Études

S.A. au capital de 2 574 975 F

Tour Anjou

33, quai National - 92806 PUTEAUX

Tél. 776.43.34 - Télex 620834 PAREL



ENGINEERING INDUSTRIEL
CENTRALES THERMIQUES
TRANSPORT ET DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
SIDÉRURGIE
TRANSPORTS URBAINS
TRAVAUX PUBLICS
ENSEMBLES IMMOBILIERS
URBANISME
PLANNING, ORDONNANCEMENT
ÉTUDES ÉCONOMIQUES

SFEDTP

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ENTREPRISE DE DRAGAGES
ET DE TRAVAUX PUBLICS

Siège Social :

10, rue Cambacérès - PARIS (8^e)

Tél. 265.67.61

Direction et Services Techniques :

29, rue de Miromesnil - PARIS (8^e)

Tél. 265.09.30



Travaux à la Mer
Dragages et Terrassements
Aménagements Hydro-Électriques
Barrages et Canaux - Routes
Ouvrages d'art
Assainissement et Adduction d'eau
Fondations Spéciales
Bâtiments et Usines

Société Armoricaïne d'Entreprises Générales

S.A. au Capital de 2 000 000 F



TRAVAUX PUBLICS
ET PARTICULIERS



Siège social :
7, rue de Bernus - VANNES
Téléphone : 66.22.90

SOCIÉTÉ ANONYME DES ENTREPRISES

Léon BALLOT

au Capital de 25 500 000 F

TRAVAUX PUBLICS

155, boulevard Hausmann, 75008 PARIS

SEULS QUELQUES FORGERONS DANS LE MONDE PEUVENT "FAIRE DU NUCLEAIRE"

Réacteurs Nucléaires :

Brides et Viroles,
plaques tubulaires.

Corps de pompes et
tuyauteries primaires.

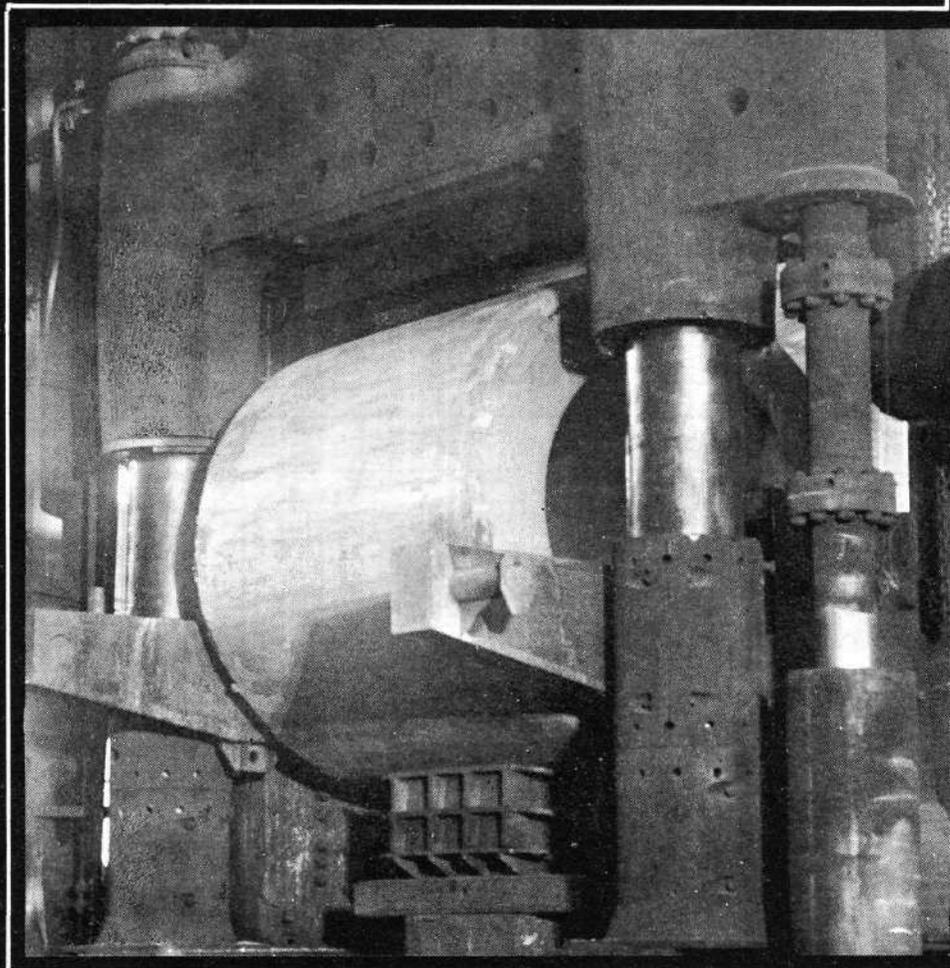
Alliages spéciaux pour
industrie nucléaire.

Arbres de turbines et
rotors d'alternateurs.

Aubes et ailettes estampées.

Frettes amagnétiques.

Pièces pour turbines à gaz.



CREUSOT-LOIRE EST L'UN D'EUX

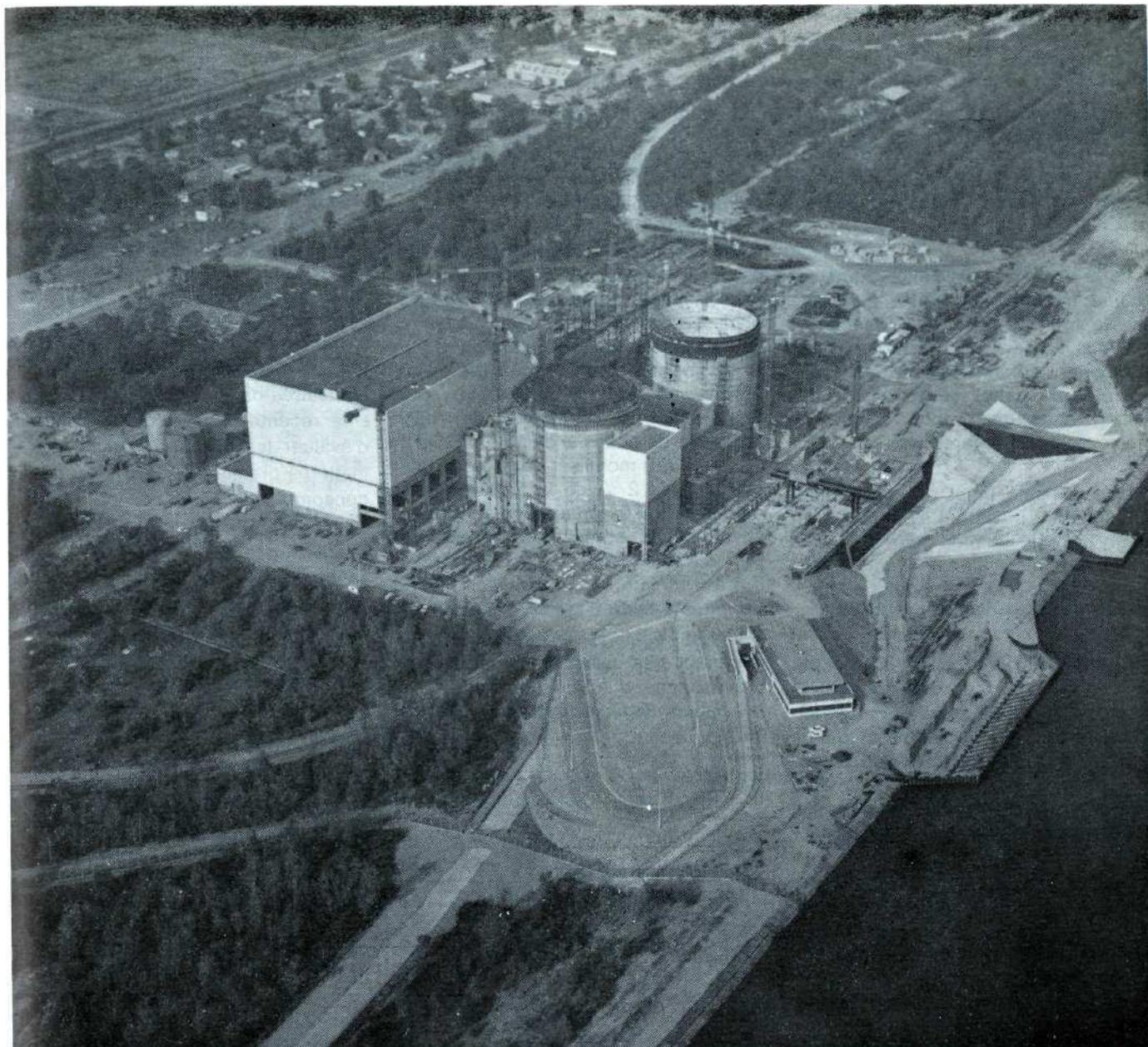
DIVISION FORGE ET ESTAMPAGE

DÉPARTEMENT COMMERCIAL ÉNERGIE



12, rue de La Rochefoucauld - 75009 PARIS - Tél. 282-22-00
Télex CLLARO 65802 F.

Adresse postale : B. P. N° 299-09 - 75425 PARIS CEDEX 09



Centrale nucléaire de Fessenheim.

(photo SM. - Marny)

l'équipement nucléaire des 10 prochaines années: un choix capital

par Michel HUG

Directeur de l'Équipement E.D.F.

Le programme d'équipement nucléaire de la prochaine décennie s'engage sous les projecteurs d'un vaste débat national et prend de ce fait un aspect psychologique masquant peut-être sa véritable dimension. Face aux excès et insuffisances de la critique, il n'est pas inutile de rappeler quelques points fondamentaux.

Le premier, encore peu évoqué, est qu'une industrie nucléaire puissante est en train de naître en France : il y a des ateliers qui se montent, du personnel qui se forme et on peut prévoir que cette industrie fera travailler, dans un proche avenir, au moins cent mille personnes.

Un deuxième point est que ce développement industriel s'effectue bien et on peut en donner pour preuve la crédibilité internationale acquise dès maintenant par cette industrie pourtant toute jeune.

Le troisième fait, que je développerai un peu plus, est le coût relativement bas de cette création industrielle. En effet, le développement de ce secteur de pointe est réalisé à travers le programme nucléaire national dont le coût n'a rien d'excessif et qui constitue, par ailleurs, un investissement hautement rentable pour la collectivité.

Pour ne pas fausser l'aspect économique, il ne faut pas se limiter aux investissements réalisés par E.D.F. mais les replacer dans l'ensemble des investissements énergétiques. Le développement du nucléaire conduira à une baisse des investissements dans les chaînes pétrolières si bien que, globalement, en 1980 les investissements énergétiques ne devraient pas dépasser le niveau actuel. On ne peut donc pas considérer qu'un effort financier soit à faire sur le plan national.

L'importance des investissements d'E.D.F. en matière de nucléaire, ne doit pas non plus être surestimée. Certes l'accroissement rapide des investissements de gros équipement est réel mais il n'est pas déraisonnable quand on le replace à long terme. En effet, les dernières années ont vu une stabilisation des investissements

d'E.D.F. et, même au plus fort de la charge nucléaire, la part dans la formation brute de capital fixe nationale (la F.B.C.F., qui comprend les investissements et les dépenses de renouvellement et de gros entretien) ne sera pas plus importante que celle due à l'hydraulique aux années de pointe en 1955 et 1960.

Pour appuyer cette affirmation, je peux citer quelques chiffres. Partant de 3 milliards de francs 1975 en 1975 pour le grand équipement nucléaire (10 milliards pour l'ensemble d'E.D.F.), il atteindra, dans l'hypothèse d'un programme soutenu (6 tranches par an), environ 9 milliards en 1980 (20 milliards pour l'ensemble d'E.D.F.) et ne devrait mobiliser vers cette date pas plus de 2 % de la F.B.C.F. Rappelons que, aux années de pointe de l'hydraulique, entre 1955 et 1960, la part d'E.D.F. dans la F.B.C.F. s'éleva à 5 à 6 % (1,5 à 2 % pour les investissements hydrauliques).

Il est également intéressant de comparer ces investissements à ceux prévus dans d'autres entreprises de la nation (en milliards de francs 1975) :

	1975	1980 (prévisions)
Programme nucléaire	3	9
Télécommunications	14	35-40
Logement	54	75
F.B.C.F.	353	471

Ces chiffres indicatifs donnent l'échelle des différents secteurs et révèlent le caractère important mais non dominant du programme d'équipement nucléaire et des grands travaux qui l'accompagnent.

La rentabilité des investissements est assurée puisque le kilowatt/heure nucléaire reviendra environ moitié moins cher que le kilowatt/heure thermique classique (fuel ou charbon).

On connaît le poids dans la balance commerciale du pétrole importé et on peut rappeler que chaque unité nucléaire de 1 000 mégawatt économisera 1,5 million de tonnes de pétrole par an, ce qui faisait dire encore ré-

cemment au Ministre de l'Economie de la République Fédérale Allemande que le seul programme nucléaire raisonnable est le programme maximal possible. En dehors de toute considération économique, on peut d'ailleurs se demander si les générations futures ne nous reprocheront pas d'avoir bêtement brûlé ce pétrole qui sera sans nul doute l'une des matières premières essentielles de leur époque.

Un quatrième point important est la part que prennent les réalisations nucléaires dans le domaine industriel. Une récente étude d'E.D.F. a permis d'évaluer les besoins en matériels et matières premières. C'est ainsi que la consommation d'acier, de 130 000 tonnes en 1975, atteindra l'ordre de 250 000 tonnes en 1980. Il est intéressant de noter que cette consommation représente moins de 1 % de la production nationale. Cette part est faible, elle représente moins du trentième de la consommation d'acier du bâtiment ou du vingtième de celle de l'industrie automobile.

Enfin, un dernier point et non des moindres que je voudrais évoquer concerne l'exportation. On a suffisamment dit et redit la nécessité pour la France d'exporter, notamment pour payer le pétrole qu'en tout état de cause il faudra encore importer longtemps en quantité. Alors autant le faire avec des produits de haute technicité comportant une part de valeur ajoutée française importante. N'est-ce d'ailleurs pas là le rôle qui échoit normalement à tout pays très développé ?

Les centrales nucléaires constituent justement un tel produit et, si leur exportation est en train de devenir possible, n'est-ce pas avant tout parce que le programme français apporte aux yeux des pays importateurs la

garantie que leur projet serait mené à bonne fin ?

Poursuivre un programme nucléaire important est donc une nécessité économique quel que soit le point de vue où on se place.

Cela présente d'ailleurs, dans le domaine de l'exportation, un avantage supplémentaire, peut-être encore assez mal perçu : c'est celui de pouvoir disposer très vite d'une centrale supplémentaire à vendre si l'occasion s'en présente. Si le programme français est suffisamment important, il est en effet possible de prélever cette unité à exporter parmi les 25 ou 30 unités en cours de fabrication à des stades divers d'avancement ; la conséquence pour E.D.F. n'en serait au pire qu'un décalage d'un ou deux mois sur la mise en service, c'est-à-dire un retard bien inférieur aux aléas d'une construction qui dure 5 ans.

De ces faits que je viens d'énumérer rapidement, quelle conclusion tirer ?

Pour ma part, je retiendrai la suivante : le développement d'un secteur industriel vital pour la France — et n'est-ce pas le cas de l'énergie ? — n'est pas une entreprise facile et les exemples sont nombreux où les résultats n'ont pas été à la mesure des efforts réalisés. Nous observons que, dans le domaine nucléaire, ce développement paraît en bonne voie. Aussi l'instrument qui a permis ce démarrage spectaculaire — les circonstances aidant bien sûr — doit-il être essentiellement la programmation à long terme, conduisant à des contrats pluriannuels qui permettent aux industriels de prévoir à l'avance leur plan de charge et les investissements correspondants tant en ateliers et machines qu'en personnel. Tout retour à des engagements annuels marquerait, sans nul doute, le déclin de cette entreprise et donc, à terme, de tout espoir d'indépendance de la France en matière d'énergie.

CENTRE DE FORMATION SUPÉRIEURE AU MANAGEMENT

ORIGINE

Le Centre de Formation Supérieure au Management est une Association régie par la loi de 1901, qui a été constituée, en 1972, à l'initiative des Directeurs de dix Grandes Ecoles :

- L'Ecole Centrale des Arts et Manufactures,
- L'Ecole Nationale d'Administration,
- L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,
- L'Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique,
- L'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace,
- L'Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées,
- L'Ecole Nationale Supérieure des P.T.T.
- L'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications,
- L'Ecole Polytechnique,
- L'Institut National Agronomique.

ACTIVITES

Depuis son démarrage, le C.S.F.M. réalise surtout des actions à la demande d'entreprises, d'administrations ou d'écoles. Ces sessions sont très diverses : sessions courtes (moins d'une semaine), sessions de longue durée (3 mois), études, colloques, analyses de besoins de formation, recherches.

Une série de sessions de courte durée est en outre organisée chaque année sur des thèmes choisis en fonction de leur actualité et de leur importance.

CALENDRIER DES SESSIONS 1975-1976

Nouvelles formes d'organisation du travail	19-21 novembre 75 - Réf. 7501
Conception et mise en œuvre des systèmes d'information pour la gestion	24-27 novembre 75 - Réf. 7502
Dynamique du changement dans les organisations	1-4 décembre 75 - Réf. 7503
Choix et financement des investissements	8-10 décembre 75 - Réf. 7504
Micro-informatique et systèmes de gestion répartis	9-12 décembre 75 - Réf. 7505
Problèmes actuels des relations de travail dans l'entreprise	12-15 janvier 76 - Réf. 7601
Conception et mise en œuvre du contrôle de la gestion	19-22 janvier 76 - Réf. 7602
Stratégie et planification	27-29 janvier 76 - Réf. 7603
Les responsabilités de gestion de personnel du cadre opérationnel	1-4 mars 76 - Réf. 7604
Micro-informatique et systèmes de gestion répartis	8-11 mars 76 - Réf. 7605
Les relations sociales en France : tradition et actualité	15-18-mars 76 - Réf. 7606
Influence des structures sur la prise de décision	7-9 avril 76 - Réf. 7607
Marchés financiers internationaux	12-14 avril 76 - Réf. 7608

Pour tous renseignements : C.F.S.M., Grande Voie des Vignes, 92290 Chatenay-Malabry. Tél. 660.80.23.

le rôle de l'architecte industriel

par Michel BROCH

*Chef du Service Projet Fessenheim
Région d'Équipement Clamart.*

Au niveau d'un chantier, être Architecte Industriel, c'est coordonner montages et mises en services des divers composants (structures et bâtiments compris), c'est contrôler la qualité des uns et des autres. Ces tâches sont celles de toujours des équipes de chantier du service d'Équipement d'Electricité de France. Dans le cas qui va être évoqué du chantier de la Centrale Nucléaire de Fessenheim, le caractère de tête de série et, bien entendu, le caractère nucléaire de l'ouvrage marquent profondément ces tâches traditionnelles. Rappelons que la Centrale de Fessenheim est constituée de deux tranches du palier 900 MW à eau pressurisée et uranium enrichi.

I - Organisation du chantier

Cette organisation tient compte des faits suivants :

a) Il y a, à Fessenheim, deux entreprises de génie civil, l'une pour les bâtiments réacteurs, l'autre pour tout le reste. Ces entreprises travaillent sur des plans d'exécution fournis par Electricité de France (*) qui, après avoir au niveau des études, assuré la compatibilité du génie civil et de la mécanique, contrôle la qualité des bétons et la conformité de la réalisation. Le bâtiment réacteur proprement dit, qui est une enceinte de confinement, et les structures béton internes

à ce bâtiment, qui portent le circuit primaire et la piscine nécessaire au déchargement, jouent un rôle essentiel dans le cas hypothétique d'accident nucléaire. L'enceinte, surtout, sa peau d'étanchéité et ses traversées font l'objet d'un contrôle très formalisé ; un livre blanc est constitué rassemblant spécifications et documents de contrôle d'une manière inhabituelle pour les équipes de génie civil sur les aménagements.

b) Il y a, à Fessenheim, deux contrats de génie nucléaire, l'un pour les chaudières proprement dites, l'autre pour les traitements des effluents et les auxiliaires non compris dans le contrat chaudière. Electricité de France a acheté non seulement des matériels mais des services, contrôle-commande et mise en service faisant partie des prestations dues par l'industriel. Celui-ci a un grand nombre de sous-traitants, dont il est l'architecte industriel, et soulage par là-même la tâche de l'Aménagement d'autant qu'il dispose de sa propre « assurance qualité ». Mais la spécificité nucléaire des matériels et systèmes en cause, l'importance des contrôles et leur formalisation justifient l'existence d'une équipe spéciale à l'Aménagement.

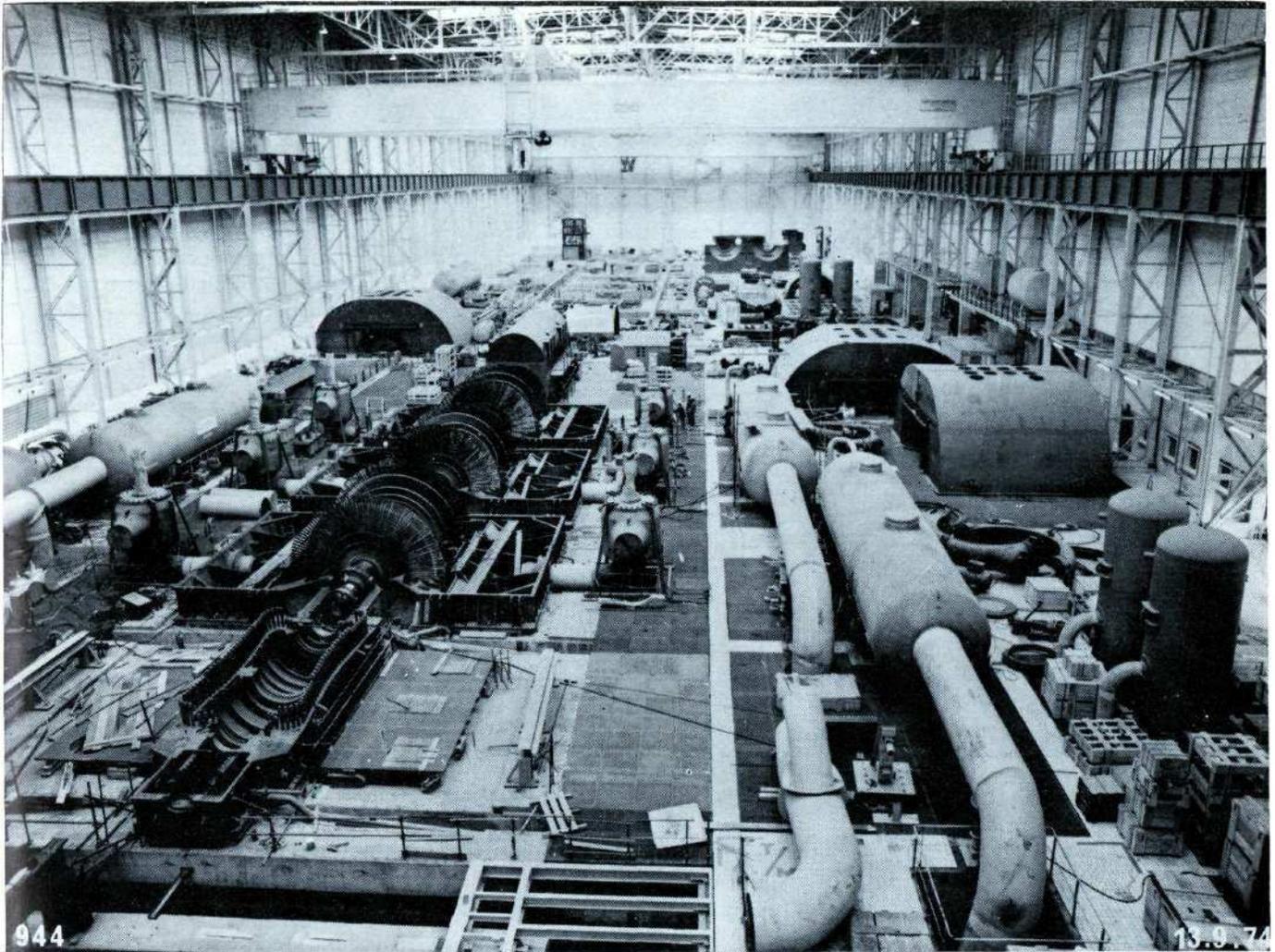
Au regard de ce qui vient d'être évoqué, les équipes qui, à l'aménagement, suivent les installations électriques et les installations de production d'électricité ont des tâches d'apparence plus classiques. On voudra bien noter cependant que la turbine est la première de 900 MW mise en

route en France et que les débits eau et vapeur utilisés sont plus que des extrapolations de ce qui a été fait à ce jour en thermique à flamme puisque le débit vapeur d'un groupe de 600 MW à flamme est sensiblement le tiers de celui d'un 900 MW nucléaire.

D'une manière générale, la complexité et le nombre des systèmes, le couplage étroit entre chaudière nucléaire et salle des machines dû à la puissance résiduelle du réacteur, la nécessité d'une programmation rigoureuse des essais, pour assurer la sûreté en balayant tous les cas possibles d'incident et en vérifiant le bon comportement des installations sur ces incidents, ont conduit à confier à une équipe de qualité particulière les essais et la mise en service de l'usine. Compte tenu du caractère « clés en main » des deux contrats nucléaires, moins marqué toutefois pour le contrat auxiliaires nucléaires, il y a là une activité qui joint des interventions directes sur les circuits où E.D.F. est lui-même assembleur, un contrôle des interventions des deux assembleurs nucléaires, une insertion de leurs travaux dans la tâche commune de mise au point.

Ce travail n'est possible que grâce à une préparation méticuleuse des essais (qui a coûté de l'ordre de 350 hommes/mois) à une formalisation de leur mise en œuvre et de leur dépouillement.

(*) sauf pour les enceintes de confinement.



Salle des machines - Centrale nucléaire de Fessenheim.

(photo SM - Marny)

De la brève description qui précède, on voit apparaître le double caractère de l'organisation du chantier et de son travail :

- souplesse pour s'adapter à une grande variété de situations,
- rigueur dans le contrôle et l'exécution.

II - Problèmes de réalisation et de coordination rencontrés

Les problèmes rencontrés à Fessenheim sont de deux types :

— **intrinsèques, c'est-à-dire liés aux types d'ouvrages et de matériels :**

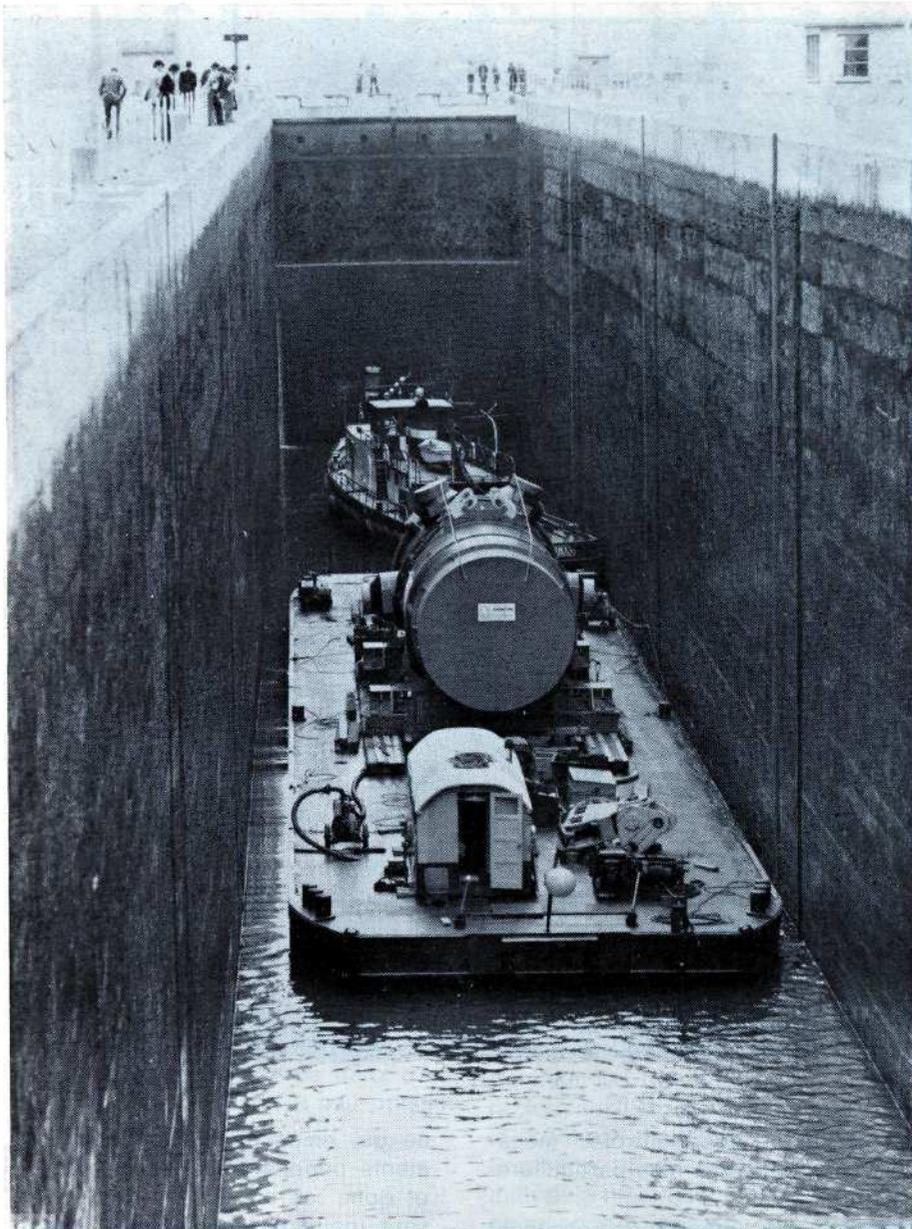
- organisation des mouvements des grues au plein des chantiers génie civil ;

- organisation des contrôles mécaniques (nucléaires plus particulièrement) ;
- découpage des marchés entraînant une imbrication des mises en service proprement de la responsabilité d'E.D.F. (ex. forces motrices, eau brute, eau déminéralisée, réfrigération intermédiaire...) et de celles des fournisseurs de « service » ;
- organisation des montages dans des espaces réduits, des stockages et opérations d'équipement sur des aires dimensionnées au plus juste ;
- organisation des manutentions avec des équipements utilisés à temps plein (pont réacteur en particulier) ;
- organisation du travail en zone contrôlée dans les locaux recevant le combustible ou les effluents (c'est-à-dire progressivement tous les bâtiments nucléaires) ;
- conception du sas matériel repoussant les opérations de précontrainte après passage des gros matériels,

ce qui empêche de finir les bâtiments périphériques des enceintes et donc les circuits qui les traversent (point particulièrement important pour la tranche II d'une usine jumelée comme Fessenheim).

— **conjuncturels, c'est-à-dire liés aux avatars particuliers des matériels et du déroulement du chantier de Fessenheim :**

- arrivée de la cuve de la tranche I avec un an de retard ;
- difficultés d'approvisionnements, de fabrication ou de soudage sur site d'éléments de la chaudière nucléaire ;
- caractère de tête de série de Fessenheim entraînant une définition laborieuse, et souvent tardive, des plans d'installation chaudière, avec les reprises de béton, inévitables en pareil cas, au voisinage de certains chantiers mécaniques ;
- évolution en cours de projet des



Transport, manutention et mise place cuve Tr 1.

(photo SM - Marny)

idées sur la sûreté, les incidents ou accidents à prendre en compte (reprises béton et charpente, changement de plans d'installations) ;

- livraison tardive des pompes des salles des machines et de certaines vannes de la tranche I ;
- prise en considération, à la limite des possibilités du planning, de marches à charge partielle sur les condenseurs ;
- amélioration des ailetages BP de la turbine suite à des essais sur fosse à vide ;
- à la jointure de la chaudière et de la salle des machines, nouvelle définition du traitement de l'eau au côté secondaire des générateurs de vapeur, dredgeonnage profond des

générateurs de vapeur tranche I (fait en usine en tranche II), modifications limitées sur le secondaire de ces générateurs de vapeur ; ceci dans le but de préserver la fiabilité de ces matériels.

L'énoncé qui précède, d'ailleurs non limitatif, des problèmes conjoncturels rencontrés à Fessenheim, montre qu'ils sont liés à l'évidence au caractère de tête de série de l'usine.

Il y a donc à Fessenheim à tenir à jour très soigneusement, au plus près des réalisations, des documents conformes à exécution. Seule, son ampleur différencie cette tâche de celle des chantiers plus usuels.

III - Spécificité d'un chantier nucléaire et conclusion

Aucune des tâches nécessaires à la bonne réalisation d'une centrale nucléaire n'est nouvelle. Ce serait faire injure aux ingénieurs d'autres disciplines, et plus particulièrement à ceux des installations conventionnelles de production d'énergie, de croire qu'ils pouvaient se passer de rigueur ou que l'obtention de la rigueur dans la construction et la mise en service n'était pas organisée.

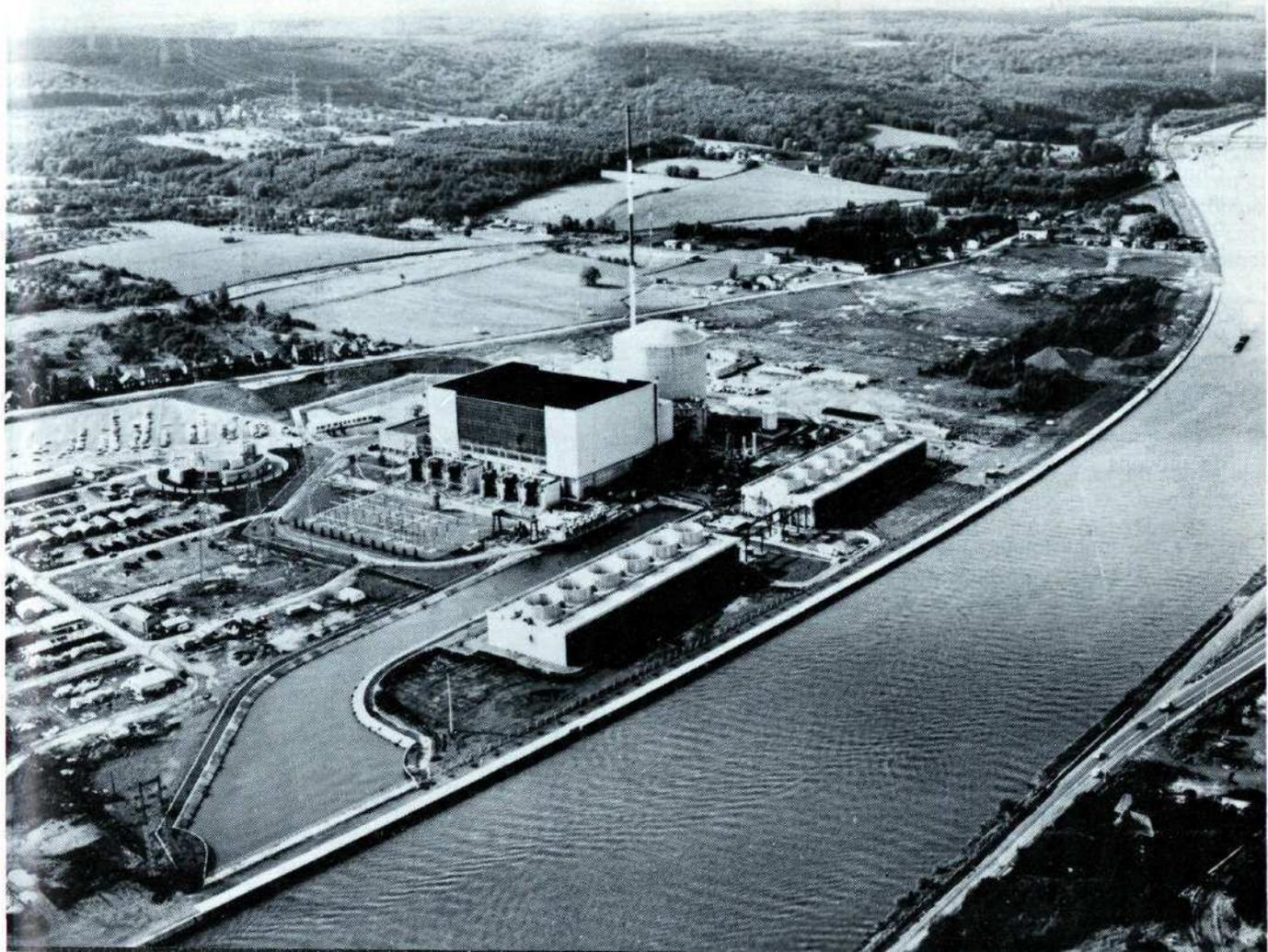
Toutefois, dans le cas d'une centrale nucléaire, il faut convenir :

- 1) que les contrôles sont plus nombreux et plus exigeants, toute une partie de l'usine ne se prêtant à aucune reprise ultérieure ;
- 2) que l'environnement dans lequel se déroule la construction est très différent. La rigueur doit être prouvée sans cesse aux instances les plus diverses. Des documents plus nombreux et aussi plus systématiques doivent en porter témoignage.

On ne peut en conséquence nier, à s'en tenir au niveau des chantiers, un accroissement des tâches d'administration technique.

Nous résumerions volontiers ainsi le caractère des chantiers nucléaires par rapport aux chantiers classiques : volumes accrus, technicité accrue, contrôles renforcés, mise en mémoire systématique de tous événements en relation avec la qualité avec une précision draconienne.

Mais les méthodes, sur le fond, restent les mêmes, et pour tout dire classiques, et les qualités demandées aux hommes, souplesse et rigueur, ne le sont pas moins.



Centrale de Tihange, en Belgique.

(photo Bureau d'Etudes Electrobél)

la réalisation des chaudières de la centrale de Fessenheim

par Jean BUTTIN, Christian CANTE, Jean-Claude LENY
et Jean MATHIAS

Les chaudières de Fessenheim 1 et 2 sont du type à eau pressurisée, à 3 boucles. Leur puissance thermique garantie est de 2 660 MW. Elles sont dérivées de la chaudière construite par Westinghouse à Beaver Valley. Framatome, en association avec l'industrie belge, en a construit une du même type à Tihange, en Belgique. Celle-ci a divergé le 21 février 1975 ;

la centrale était couplée au réseau le 7 mars, et après une montée en puissance effectuée dans de bonnes conditions, elle atteignait sa puissance maximale le 30 juillet.

A l'époque où leur réalisation a commencé, fin 1970, les chaudières nucléaires de Fessenheim étaient les plus puissantes jamais mises en

chantier en France. La suite des événements allait montrer que beaucoup d'autres chaudières du même type (16 pour l'instant) allaient être commandées par E.D.F. C'est ainsi que les chaudières de Fessenheim, tout en étant d'un modèle déjà éprouvé, allaient faire figure de prototype français de la série. Ceci a influé tout au long de la réalisation de Fessenheim

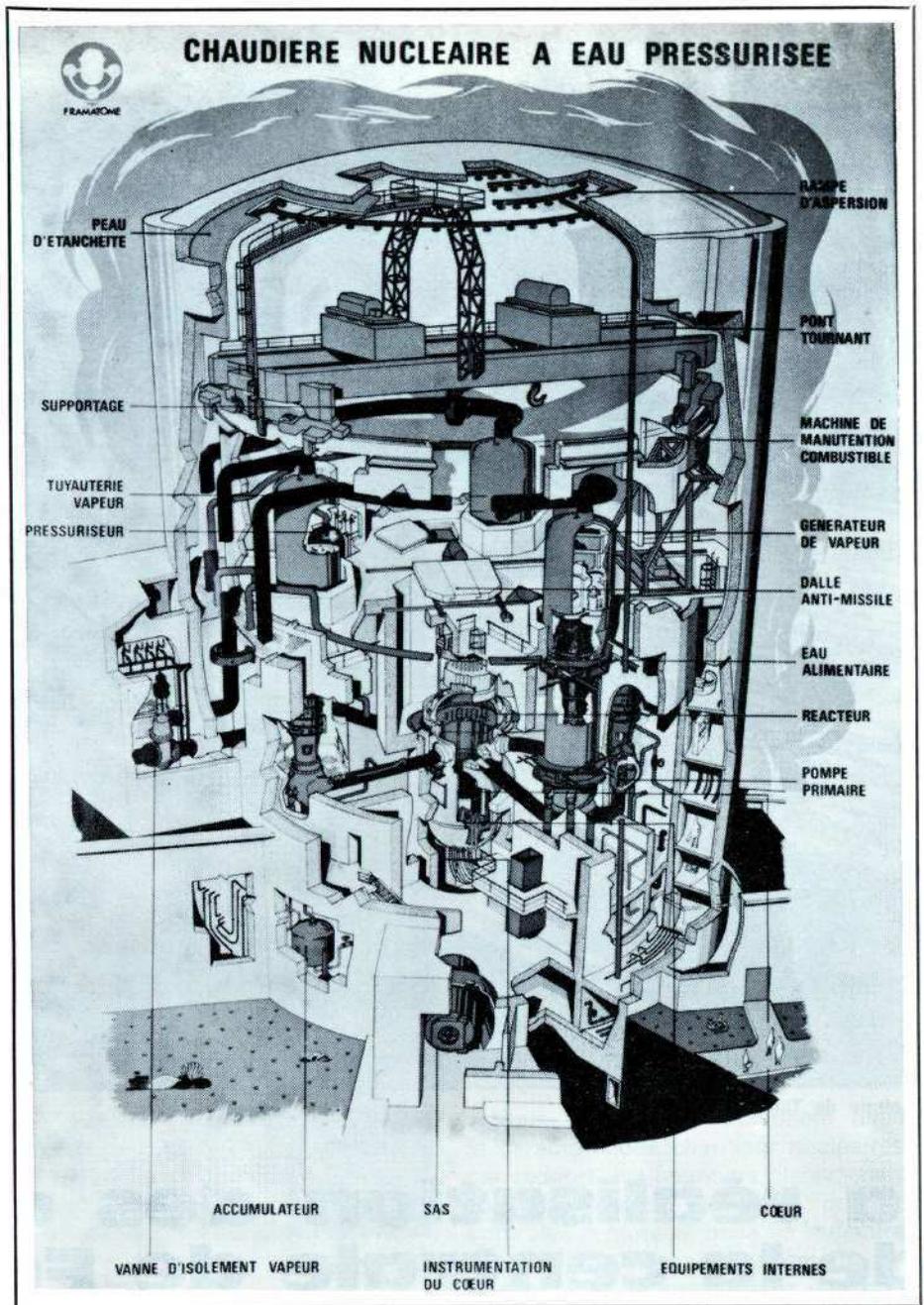
et explique le dérculement des opérations. C'est en particulier à l'occasion de Fessenheim qu'a été conçue et expérimentée pour la première fois toute la structure, absolument considérable, qu'implique un programme nucléaire suivi.

- Chez E.D.F. et les constructeurs : la mise sur pied d'équipes d'ingénieurs compétentes et nombreuses, capables de couvrir en détail tous les problèmes techniques de la centrale, et de répondre à toutes les questions posées par l'autorité de sécurité, la mise au point de procédures d'exécution et de contrôle extrêmement sophistiquées, la mise sur pied de moyens de recherche importants.
- Chez les constructeurs : la réalisation d'usines nouvelles, considérables et ultra modernes, permettant de passer du stade de prototype au stade de la série.
- Dans l'administration et au CEA : la mise au point de nouvelles réglementations extrêmement fouillées (réglementation des appareils nucléaires sous pression, par exemple), la mise sur pied d'une organisation de sécurité puissante et hautement compétente, la mise sur pied de programmes de recherche liés à ces différents aspects.

Pour notre part, nous nous limiterons ici à parler de l'expérience du constructeur des chaudières.

1. - Les problèmes de réalisation

La chaudière nucléaire, rappelons-le, comprend le réacteur, le circuit de refroidissement primaire et les circuits auxiliaires nucléaires principaux qui interviennent directement dans le fonctionnement du réacteur. S'y rattachent également les dispositifs de manutention et de stockage de combustible, ainsi que les divers systèmes d'instrumentation nucléaire et thermodynamique nécessaires au fonctionnement correct et sûr du réacteur et des circuits de la chaudière.



La réalisation d'un tel ensemble pose à l'entrepreneur général des problèmes nombreux depuis le lancement des études jusqu'à la mise en service des installations, en passant par le suivi et le contrôle de la fabrication des équipements et leur montage sur le site.

Trois caractéristiques essentielles dominent notre domaine d'activités.

La première est le fait que la chaudière ne constitue qu'un élément de la centrale nucléaire et qu'il faut en

assurer la compatibilité avec le Génie Civil d'une part, les installations conventionnelles de production d'électricité d'autre part. Des impératifs de délais très stricts sur les étapes intermédiaires de la réalisation en résultent et obligent de façon réciproque le maître-d'œuvre de la centrale et l'entrepreneur général de la chaudière : études d'installation générale, fourniture des pièces à sceller dans le béton, mise à disposition de certains moyens de levage comme le pont polaire de l'enceinte du réac-

teur, imbrications des opérations de montage dans certaines zones géographiques du chantier, etc...

En second lieu, le réseau particulièrement contraignant et divers des exigences de la sûreté nucléaire — dont le principe et l'importance ne sont pas contestables — fait peser une pression constante à tous les stades des opérations et mobilise en permanence l'énergie du réalisateur. D'autant plus que la réglementation applicable aux chaudières nucléaires évolue assez rapidement avec le temps, ce qui, pour Fessenheim, a été une importante source de difficultés en amenant des bouleversements sur plusieurs points fondamentaux. Par exemple, l'incidence des nouvelles réglementations américaines sur l'accident de référence (rupture d'une tuyauterie primaire) et sur la température autorisée pour les crayons de combustible nous a contraints à modifier en cours d'études le type des assemblages de combustible et, par suite, de certaines pièces essentielles des équipements internes du réacteur. Sur un plan général, il nous a fallu concevoir et implanter, à la même époque, des dispositifs de supportage de tuyauteries extrêmement importants, pour satisfaire les nouvelles exigences selon lesquelles aucun équipement en place ne doit pouvoir être atteint par le fouettement consécutif à la rupture de toute tuyauterie d'un circuit quelconque.

La rénovation du système de classification des accidents nous a obligés à refaire une partie importante des études de sûreté. La modification du nombre et des modalités des épreuves hydrauliques pour les composants du circuit primaire a entraîné une très sérieuse refonte de nos plannings de travaux...

Si, dans l'ensemble, ces changements peuvent se justifier, ils n'en constituent pas moins, au moment où ils sont décidés, une gêne importante pour le constructeur.

La troisième des caractéristiques actuelles que nous voulions mettre en relief est le principe d'identité avec une centrale existante, dite centrale de référence, laquelle sert de modèle tant pour la conception des matériels que pour les modalités d'application des règles de sûreté. Ce principe pose d'importants problèmes, pour les étu-

des, au niveau de la définition des équipements et des systèmes.

Jusque là, les centrales de référence pour les chaudières construites par Framatome sont des centrales américaines : pour Fessenheim, il s'agit de Beaver Valley.

Des deux côtés de l'Atlantique, évidemment, les plannings de construction ne coïncident pas, les aléas des réalisations n'ont aucune raison d'être identiques, les réglementations nationales n'évoluent pas de façon simultanée ni obligatoirement parallèle... Il s'ensuit une multiplication, en cours d'étude, des adaptations, des modifications à apporter à notre fourniture, chacune d'entre elles nécessitant des discussions parfois difficiles avec le client... Le principe d'identité à une centrale de référence, s'il constitue un excellent garde-fou, n'en est pas moins inéluctablement une source de conflits qui se dénouent par des exceptions au principe général puisqu'après tout, Electricité de France et l'acheteur américain de la centrale de référence n'ont pas, en tant qu'exploitants rigoureusement les mêmes besoins.

Ce qui précède explique que la réalisation des chaudières de Fessenheim ait pris du retard. Celui-ci se chiffre actuellement à moins d'un an, par rapport à la date initialement prévue au contrat. A vrai dire, il n'était pas possible de prévoir en 1970, qu'autant de difficultés surgiraient. Toujours est-il que des solutions ont été trouvées dans le domaine de l'entreprise générale... Dans le domaine des fabrications de matériels, les choses n'ont pas été simples non plus. La raison en était toutefois d'une autre nature, à savoir qu'il s'agissait de mener de front des fabrications délicates et une industrialisation de ces fabrications, industrialisation qui a porté en plusieurs étapes la capacité de production de Framatome, de ses sociétés affiliées et de ses sous-traitants de 2,5 chaudières par an en 1972 à 8 chaudières par an actuellement.

2. - L'industrialisation de la production

Pour se limiter au domaine techni-

que et sans parler, ce qui nous mènerait trop loin, des investissements considérables qui ont été faits, des efforts importants ont été entrepris, et poursuivis, pour acquérir une maîtrise complète des techniques employées dans tous les domaines, en particulier ceux du soudage, de l'usinage, du traitement thermique et du contrôle, des transports de composants lourds et encombrants (une cuve de réacteur de 900 MWe de puissance pèse 270 tonnes et mesure 12 m de long sur plus de 4 m de diamètre).

Les techniques de soudage utilisées sont très diversifiées selon qu'il s'agit, par exemple, de la soudure des tubes en inconel des générateurs de vapeur sur les plaques tubulaires, des soudures des pièces de cuve en acier faiblement allié (acier Mn, Mo, Ni) sous forte épaisseur (supérieure à 150 mm), ou des procédés de revêtement avec fil ou feuillard en acier inoxydable. Leur mise au point a demandé des travaux de développement en laboratoire d'abord, en atelier ensuite, de procédés et de matériels (les campagnes d'essais correspondantes ont souvent été de durée supérieure à l'année) pour arriver à un contrôle et à une connaissance poussée de l'ensemble des paramètres en jeu, ainsi qu'à la reproductibilité des caractéristiques obtenues des soudures.

Elle a également demandé que des actions constantes soient menées chez les différents fabricants de matériels pour les inciter ou les aider à réaliser des équipements fiables et précis dans toutes les conditions de fonctionnement ; en effet, les équipements conventionnels ne répondaient généralement pas aux spécifications demandées, tant en ce qui concerne les conditions d'ambiance (pièces très lourdes, parfois de plusieurs dizaines ou centaines de tonnes, préchauffées entre 150° et 250°), que la précision (souvent de l'ordre du 1/100° de mm sur des pièces de plusieurs mètres).

C'est ainsi que nos usines lourdes sont équipées de tours verticales, pouvant usiner des pièces de 10,50 m de diamètre, de 6,50 m de hauteur et pesant jusqu'à 300 tonnes ; de fraiseuses aléseuses ayant des diamètres de broche allant jusqu'à 250 mm avec des courses verticales de 5 à 6 m et des courses horizontales de plusieurs dizaines de mètres ; de perceuses



Intérieur de l'usine du Creusot.

profondes, pouvant percer des plaques tubulaires d'épaisseur allant de 500 à 700 mm ; etc...

La majeure partie des opérations d'usinage étant longues et peu nombreuses, les machines ont été équipées en commande numérique. Notons aussi que, compte tenu des tolérances demandées, certaines de ces machines fonctionnent dans des enceintes à température constante.

La nature de certains matériaux utilisés nécessite, après toute opération de soudage sous préchauffage, un traitement de détensionnement. Ces traitements sont effectués dans des conditions d'homogénéité de température très stricte et il a fallu mettre au point de très grands fours (par exemple four de 10 m de diamètre sur 15 m de longueur avec sole mobile

portant jusqu'à 600 tonnes) qui, pendant toutes les phases de marche, les paliers de montée, de descente et d'état stationnaire, permettent de limiter les écarts de température sur les pièces traitées à quelques degrés près et ceci jusqu'à 800° C. Enfin, toute opération de fabrication est contrôlée à 100 %. Les techniques les plus modernes de contrôle radio-

graphique et par ultra-sons sont couramment utilisées.

Deux aspects des choses restent à souligner pour compléter l'aperçu des problèmes liés à la fabrication des composants qui vient d'être donné : La construction de certains composants est très longue. Depuis le lancement des approvisionnements principaux jusqu'à la livraison de la cuve et des générateurs de vapeur ou des équipements internes, il se passe de 3 à 4 ans suivant les modèles. Les pièces restent dans l'atelier 2 à 3 ans et certaines opérations de fabrication peuvent durer plusieurs mois. Du fait du petit nombre de machines clés, de nombreux goulots d'étranglements peuvent exister et conduire à des perturbations en chaîne s'ils ne sont pas détectés à temps. L'ordonnement à court, moyen et long terme est ainsi d'une importance capitale et a fait l'objet d'études très poussées.

Parallèlement, un effort tout particulier a été fait pour former un **personnel** hautement qualifié à tous niveaux puisqu'il a fallu accroître fortement les effectifs dans un temps relativement court.

3. - L'assurance de qualité de la réalisation d'une chaudière nucléaire : Fessenheim

Les raisons, liées aux impératifs de sécurité et de fiabilité, qui donnent à la qualité une importance particulière dans la réalisation d'une chaudière nucléaire sont suffisamment évidentes pour que nous ne nous y attardions pas. L'industrie nucléaire doit faire en sorte que toute installation soit, tant par sa conception que sa réalisation et son utilisation, parfaitement adaptée au besoin pour lequel elle a été prévue et apporte la preuve qu'il en est bien ainsi. Pour atteindre ces objectifs avec le maximum de garantie, toute une organisation, tout un système de travail, ont été mis en place ; faute de trouver pour cette action relativement jeune une appellation française convenable, on l'a baptisée « assurance de qualité » en reprenant

mot pour mot l'expression anglo-saxonne.

Essayons de préciser cette notion. Sa définition — l'ensemble des actions planifiées et systématiques permettant d'obtenir la garantie convenable qu'une installation ou un matériel donnera satisfaction en service — introduit les mots-clés, les idées de plan et de système. Ceci veut dire que, pour pallier au maximum le risque d'erreur, tout ce qui doit être fait est prévu d'abord, réalisé ensuite de façon systématique, sans laisser place à l'improvisation. Tout commence dès la conception qui fait l'objet de vérifications multiples, tant sur les notes de calcul, les programmes d'ordinateur, les plans, les schémas, les notices, les spécifications. Certaines fois, une remise en cause complète pousse le concepteur dans ses retranchements pour apporter la garantie qu'il n'a rien oublié, à la fois dans le choix de ses hypothèses, dans la mise en œuvre de ses méthodes d'analyse, dans l'évaluation des résultats.

Ensuite vient le stade de fabrication qui implique le respect de procédures rigides destinées à éviter de laisser quelque place au hasard. Certes, la rigidité de ces procédures n'interdit pas qu'elles puissent évoluer, pourvu que cette évolution se fasse dans l'ordre et la rigueur, lorsqu'il a été démontré que toutes les précautions ont été prises pour qu'elle soit possible et utile.

Des équipes, indépendantes de la hiérarchie « Production », sont chargées les unes de vérifier l'application des procédures, d'autres d'effectuer sur les produits eux-mêmes les contrôles prévus et d'en interpréter les résultats.

Toute cette activité parallèle se poursuit sur le site, pendant la construction et jusqu'à la mise en service, par cette dualité exécution-contrôle, qui ne conduit pas comme on pourrait le craindre, à des conflits dès lors que les rôles sont clairement définis, les actions de l'un et de l'autre précisées, le but final connu. Encore ce dernier point implique-t-il une action de formation à tous les niveaux sans cesse reprise et complétée.

Tout ceci s'est traduit par des dispositions qui ont été prises dès la réalisation de Fessenheim, malgré le caractère particulier que lui conférerait le privilège d'être la première dans le temps : les équipes « Qualité » ont suivi les matériels chez les fournisseurs tout au long de leur fabrication puis ont passé le relais à une équipe implantée sur le site même. Les procédures proposées par les fournisseurs avaient été au préalable passées au crible, critiquées, discutées avant d'être finalement mises au point et acceptées. Notre action a été, au fil des mois, de nous assurer qu'elles restaient scrupuleusement suivies.

Parmi les actions qu'implique ce système d'assurance de qualité, des contrôles nombreux sont donc effectués sur les composants de la chaudière. Il est évidemment hors de question de les énumérer ici, mais il paraît intéressant d'en citer quelques-uns et de donner quelques chiffres évocateurs.

La cuve du réacteur de Fessenheim, avec ses soudures de plus de 20 cm d'épaisseur, est un exemple frappant encore qu'il faille se garder de le considérer comme un cas particulier. Chacune de ses soudures fait l'objet d'une succession de contrôles, répétés à différents stades, mettant en œuvre les méthodes non-destructives disponibles les plus élaborées : examen aux ultra-sons suivant le maximum de directions, examen radiographique en utilisant un accélérateur linéaire, examens de surface par magnétoscopie et ressuage. Chacun de ces contrôles entraîne par lui-même des sanctions suivant des critères sévères, ce qui oblige, par réaction en chaîne, à mettre en œuvre des procédés de soudage permettant d'obtenir des soudures très saines, et à les faire appliquer par un personnel hautement qualifié, soumis à des essais d'homologation. Le temps de contrôle d'une soudure de cuve est presque égal à son temps d'exécution. Au total, une cuve de réacteur nécessite 1 500 clichés radiographiques, ce qui représente un temps d'occupation de 40 jours rien que pour l'accélérateur linéaire. Encore faut-il dire que les radiographies ne sont qu'une partie du contrôle d'une cuve.

En chiffres arrondis, le contrôle de la chaudière de Fessenheim aura conduit au total à 50 000 clichés radiographiques.

Il convient également de signaler que la réalisation de la première chaudière de Fessenheim a été l'occasion de mise au point de certaines méthodes ou techniques de contrôle plus affinées que celles qui étaient jusqu'alors couramment utilisées. Les ultra-sons en particulier ont connu certains développements intéressants pour permettre une meilleure détection des défauts dans les pièces ou les soudures et une meilleure appréciation des dimensions de ces défauts.

Tout ceci serait très incomplet si nous ne disions pas un mot des dossiers constitués pour garder trace de tout ce qui a été fait, l'histoire des fabrications et des contrôles, résultats obtenus, décisions prises (l'ensemble des dossiers liés à la chaudière de Fessenheim, mais uniquement ceux qui rendent compte des résultats de contrôle ou d'essai, à

l'exclusion de tous les documents utilisés pour l'exécution proprement dite, représente plusieurs mètres cube). Le papier n'est pas un but en soi, il est indispensable pour conserver en mémoire des informations qui, même si elles n'ont que de faibles chances d'être jamais utilisées, peuvent devenir de la plus haute importance dans quelques cas particuliers.

C'est cette documentation qui permet de montrer, en particulier aux organismes chargés de la sûreté, que la réalisation de la chaudière de Fessenheim, même dans les phases qui ont précédé la sortie de certaines réglementations, a obéi à des critères de qualité compatibles avec ce qui est recherché pour une installation nucléaire. C'est elle qui permettra un jour, si besoin en était, de retrouver comment la chaudière de Fessenheim a été construite.

Conclusion

La construction des chaudières de

Fessenheim s'achève maintenant. Tout ce qui a été mis sur pied servira pour les unités suivantes. Ceci n'éliminera ni les modifications ni les aléas, mais ils seront certainement moins nombreux et plus aisés à maîtriser.

En effet, les moyens industriels mis en place n'ont plus aucune mesure commune avec ceux qui ont été utilisés pour les fabrications de Fessenheim. Mais cependant, c'est l'expérience des premières fabrications qui a permis d'orienter ces nouveaux investissements, comme les programmes de formation du personnel.

En résumé, on peut dire que si Fessenheim avait été une opération sans lendemain, on pouvait sans difficulté reproduire une chaudière de référence américaine dans les délais prévus ; mais à partir du moment où Fessenheim devenait le prototype français d'une série nombreuse, sa réalisation prenait une importance et une ampleur toute différente.

Et c'est peut-être cela la « francisation ».

CAMPENON BERNARD



Centrale Nucléaire de Fessenheim (photo H. Baranger).

Aménagements hydro-électriques.
Grands ouvrages de génie civil terrestres et maritimes.
Routes et aérodromes.
Bâtiments et constructions industrielles.
Installations nucléaires.
Béton précontraint (procédés Freyssinet).

Société anonyme au capital de 30.400.000 F.

Siège Social : 42, avenue de Friedland 75363 Paris Cedex 08 - Tél. 227.10.10

L'enceinte de sécurité et les bétons intérieurs des tranches 1 et 2 de la centrale de Fessenheim

par Philippe MOREAU

Les centrales de type PWR comportent du point de vue thermique :

- un circuit primaire fermé qui extrait la chaleur du cœur du réacteur et la cède au circuit secondaire à travers des échangeurs dénommés générateurs de vapeur,
- un circuit secondaire également fermé transportant la vapeur issue des échangeurs vers les turbines et reprenant l'eau condensée vers les échangeurs,
- un dernier circuit de refroidissement des condenseurs ouvert sur l'extérieur.

L'enceinte de sécurité a pour rôle de contenir l'ensemble du circuit primaire : cœur du réacteur, générateurs de vapeur, pompes primaires, pressuriseur ainsi que quelques dispositifs nécessaires au fonctionnement et à la sécurité.

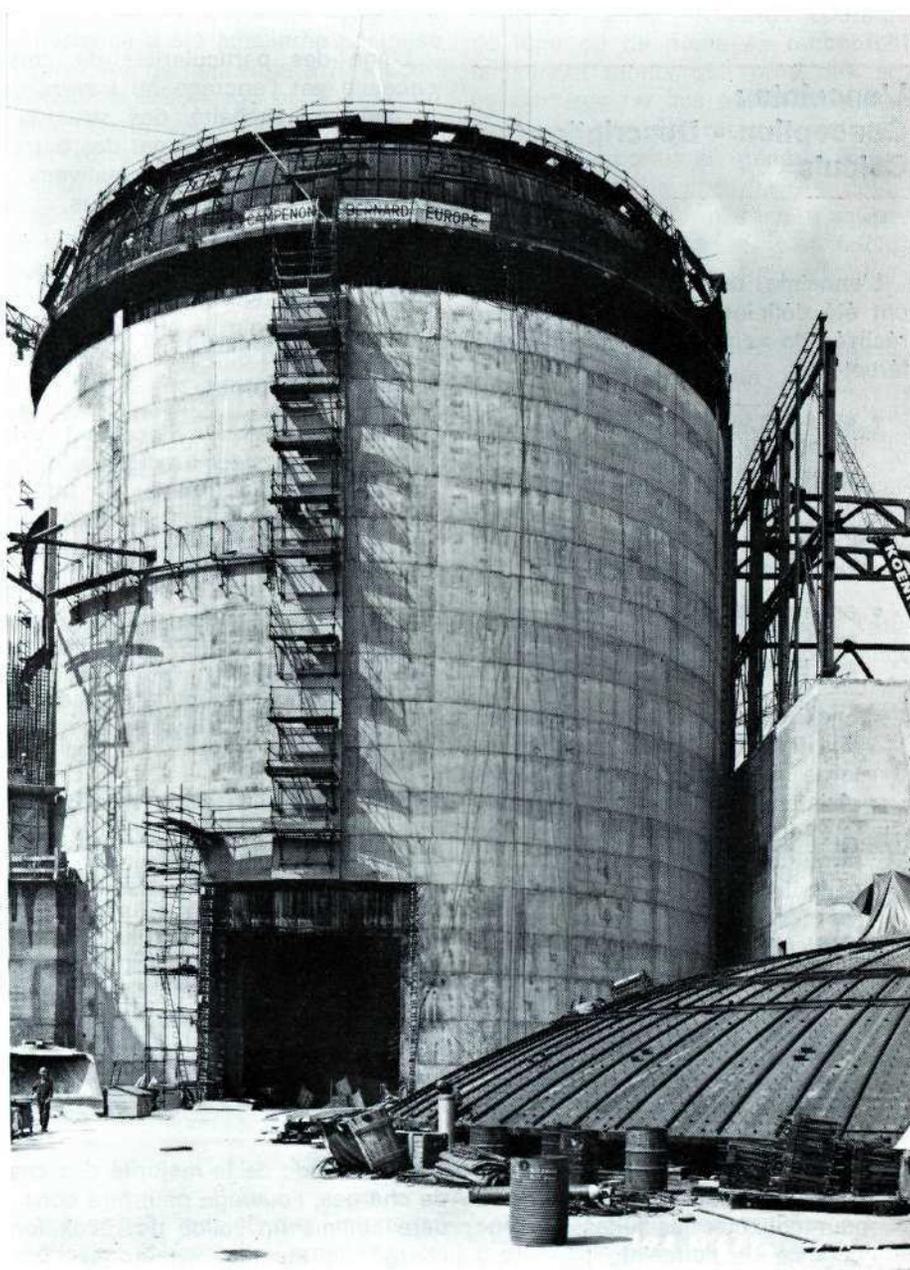
Cette barrière que constitue l'enceinte de sécurité joue : dans le sens protection de l'extérieur vis-à-vis d'accident survenant sur le circuit primaire (rupture de tuyauteries par exemple avec relâchement de vapeur radioactive), ainsi que dans le sens inverse protection du circuit primaire vis-à-vis d'agressions extérieures : chute d'avions, missiles divers.

Les principales caractéristiques demandées à l'enceinte de sécurité sont donc :

- étanchéité pour confiner les gaz radio-actifs,
- résistance à la pression interne lors de l'accident accompagnée d'une élévation de température,
- conservation des caractéristiques

Enceinte avec, au premier plan, le dôme en cours de préfabrication. On remarque en haut le quart de tore de raccordement au dôme, du chemisage d'étanchéité, la nervure de précontrainte et l'ouverture provisoire dans laquelle sera ultérieurement construit l'accès matériel.

(photo Baranger et Cie)



précédentes en toutes circonstances y compris pendant des séismes,

- arrêt de missiles extérieurs.

Les structures internes ont quant à elles pour rôle le support et la protection mutuelle de divers composants du circuit primaire. La pression dans ce circuit étant de l'ordre de 150 bars, les réactions d'appuis en cas de rupture d'éléments sont immédiatement très élevées. Il en résulte que les structures porteuses en béton reprenant ces réactions sont de forme compliquée pour s'adapter aux pièces mécaniques qu'elles supportent et sont armées à des taux particulièrement élevés.

L'enceinte : Conception - Description Calculs

L'enceinte, telle que ses fonctions ont été définies plus haut, peut être réalisée de nombreuses manières différentes :

- enceinte unique en béton précontraint avec chemisage interne en acier : solution notamment retenue par l'Electricité de France pour les réacteurs PWR de 900 MWe normalisés ;
- enceinte unique en béton armé avec chemisage, souvent retenue aux Etats-Unis ;
- enceinte double avec séparation des fonctions : une enceinte interne métallique chargée de la résistance à l'accident primaire, une enceinte externe en béton armé chargée de protéger la précédente des agressions extérieures (conception retenue par la KWU allemande pour ses centrales) ;
- enceinte double avec enceinte primaire en béton précontraint chemisée (Tihange I et II) ou non (projet pour réacteur PWR de 1350 MW de l'E.D.F.) avec enceinte secondaire en béton armé pour collecter les fuites en provenance de l'enceinte primaire.

L'enceinte de Fessenheim appartient au premier type cité. Elle comporte :

- un radier en béton armé d'une épaisseur de 1 m au centre, épaissi en périphérie à 2,5 m ;
- une partie cylindrique (la jupe) d'un rayon intérieur de 37 m, d'une hauteur de 45 m et d'une épaisseur de 85 cm ;
- un dôme de 29 m de diamètre et de 75 cm d'épaisseur.

Jupe et dôme sont réalisés en béton précontraint. L'ensemble de la construction est revêtu intérieurement d'une tôle d'étanchéité en acier chaud-roulé (E 24.4) d'une épaisseur de 6 mm ancrée au béton.

L'une des particularités de cette enceinte est l'ancrage au travers de la peau d'étanchéité, des structures internes dans le radier par des barres \varnothing 40 disposées approximativement sur trois cercles concentriques.

Les principales sollicitations appliquées à l'ouvrage sont :

- les réactions du sol,
- le poids propre,
- la pression d'accident de 3,8 bars s'accompagnant d'une température interne de 140° C (temps d'application 1 000 sec. avec décroissance linéaire pendant 9 000 sec.),
- le séisme d'intensité Mercalli 7,
- les réactions de tuyauteries (réaction maximum en cas de rupture d'une tuyauterie vapeur 600 t),
- l'impact d'un avion type Boeing 707 volant à 200 km/h, produisant un effort d'environ 7 000 t localisé sur une surface de 30 m².

Compte tenu des combinaisons de charges envisagées, des charges majorées, des transitoires thermiques, le nombre de cas de charge à envisager est considérable (de l'ordre de la centaine).

Pour l'étude de la majorité des cas de charges, l'ouvrage peut être considéré comme un solide de révolution chargé de manière symétrique. Des

points spéciaux, telles les traversées et les concentrations de contraintes induites, doivent bien sûr faire l'objet d'études spéciales, et en particulier l'accès matériel d'un diamètre libre de 5,30 m a nécessité, avec son renfort, le recours à un calcul aux éléments finis.

Les efforts trouvés par le calcul global, les contraintes dans le béton, les armatures et la peau d'étanchéité doivent être déterminés en tenant compte des modules et coefficient respectifs de chacun des matériaux. Le calcul relativement simple lorsque les sections ne sont pas fissurées devient particulièrement ardu dans le cas contraire, car il convient de tenir compte de la relaxation des contraintes thermiques si l'on ne veut pas placer des quantités d'armatures déraisonnables.

Les normes de calcul utilisées sont l'Instruction Provisoire de 1965 sur l'emploi du béton précontraint adaptée pour tenir compte des conditions particulières à l'ouvrage, et le CCBA 68.

La peau d'étanchéité, comprimée par le retrait, la précontrainte du béton et la température interne, est ancrée au béton de telle manière que des flambages ne puissent se produire en service normal. En cas d'accident, la peau dépasse sa limite d'élasticité et il est imposé qu'après refroidissement elle ne soit pas tendue. Le calcul des ancrages fait également intervenir les différences de caractéristiques de deux tôles voisines et les tolérances d'exécution. Le système d'ancrage retenu à Fessenheim consiste en des cornières verticales espacées de 1 m environ, complété par des goujons KSM au pas de 30 cm. Des cornières horizontales sont soudées tous les deux mètres dans le sens vertical sur les cornières verticales de manière à améliorer la stabilité de la peau en phase provisoire. Le règlement appliqué à ce type d'ouvrage est le code américain ASME Section III.

La jupe est précontrainte par des câbles horizontaux décrivant trois quarts de tours ancrés sur quatre nervures verticales et par des câbles verticaux. La plupart de ces derniers

est prolongée dans le dôme et en assure la précontrainte. Ils sont séparés en trois familles disposées sensiblement à 120°, le tracé exact étant ajusté pour obtenir une pression aussi régulière que possible sur le dôme.

L'armature retenue appartient au système Freyssinet, elle est composée de 12 torons de 15 mm.

Exécution

Après terrassement, une étanchéité en Freivynil et un béton poreux de drainage sont exécutés. Les armatures du radier (600 tonnes) et la charpente d'ancrage de la peau sont posées. Le radier a été bétonné en 4 plots, la peau d'étanchéité du fond et du gousset de raccordement à la jupe a alors été soudée.

A partir de ce moment, le chantier se poursuit sur deux fronts :

- structures internes,
- enceinte.

L'exécution des structures internes ne fait appel qu'à des techniques usuelles de construction mais est caractérisée par des formes très compliquées qui n'autorisent qu'exceptionnellement le réemploi de coffrages, par une densité d'armatures très élevée, en moyenne 200 kg par m³, pouvant atteindre localement, notamment dans le puits de cuve 500 kg/m³ malgré un renforcement par 24 câbles de précontrainte 12 T 15, par un nombre de pièces noyées considérable, platines, traversées, scellements et enfin par de très nombreuses réservations pour bétons de seconde phase à réaliser après mise en place de matériel.

En ce qui concerne l'enceinte, la peau d'étanchéité est montée en avance sur le béton de la jupe et sert de coffrage intérieur. La réalisation de la peau dans les tolérances lors de sa construction puis lors du bétonnage est le problème le plus difficile de ce genre d'ouvrage. En effet, une tôle de 6 mm sur un diamètre de 37 m est particulièrement souple, de sorte que des raidissements provisoires constitués par des poutres annulaires

doivent être prévus à proximité de la zone de soudage de nouvelles tôles et dans la zone de bétonnage. Le raidissage initialement prévu s'est avéré insuffisant malgré des essais préliminaires et a dû être renforcé en cours de réalisation. Le bétonnage a été exécuté par levées de 2 m, la circonférence étant divisée en quatre plots égaux. Le quart de tore de raccordement de la jupe au dôme a été exécuté de manière analogue à la jupe, soudage d'éléments de tôle préformée puis bétonnage. Le chemisage du dôme, d'un diamètre de 30 m environ, a été préfabriqué au sol sur une charpente légère, puis levé en un seul bloc et soudé au chemisage déjà exécuté en place. La première couche de béton du dôme, épaisse de 20 cm, a été coulée sur la peau dont la portance a été améliorée par mise en pression de l'enceinte à 70 kg/cm² pendant le bétonnage et la prise du béton. Cette opération, exécutée en hiver sur la première tranche, a nécessité également le chauffage de l'enceinte et le chauffage à la vapeur du béton frais. Ce mode d'exécution hardi, particulièrement préparé et suivi, s'est montré intéressant sur le plan des délais car il n'a interrompu le chantier intérieur que pendant 3 jours (dont 2 chômés pour week-end). Il a permis l'économie d'une charpente support intérieure qu'il faut ensuite démonter sans l'aide de moyens de manutention commodes.

Après rebouchage de l'ouverture provisoire pour entrée du gros matériel (cuve et générateurs de vapeur), la précontrainte peut être exécutée selon un programme étudié pour ne pas introduire de sollicitations excessives dans l'ouvrage.

Les câbles de précontrainte sont injectés au coulis de ciment, après vérification du processus opératoire sur maquettes grandeur nature. Une attention toute particulière est portée aux câbles verticaux afin d'assurer un parfait remplissage de leur partie haute.

Epreuve et mesures

Après achèvement des montages intérieurs et avant chargement en

combustible, l'enceinte subira une épreuve de résistance à une pression de 1,15 fois la pression de calcul et une épreuve d'étanchéité à la pression de calcul.

La mise en pression de l'enceinte (50 000 m³ libre environ) nécessitera une batterie de compresseurs avec une station de séchage de l'air et de deshuilage.

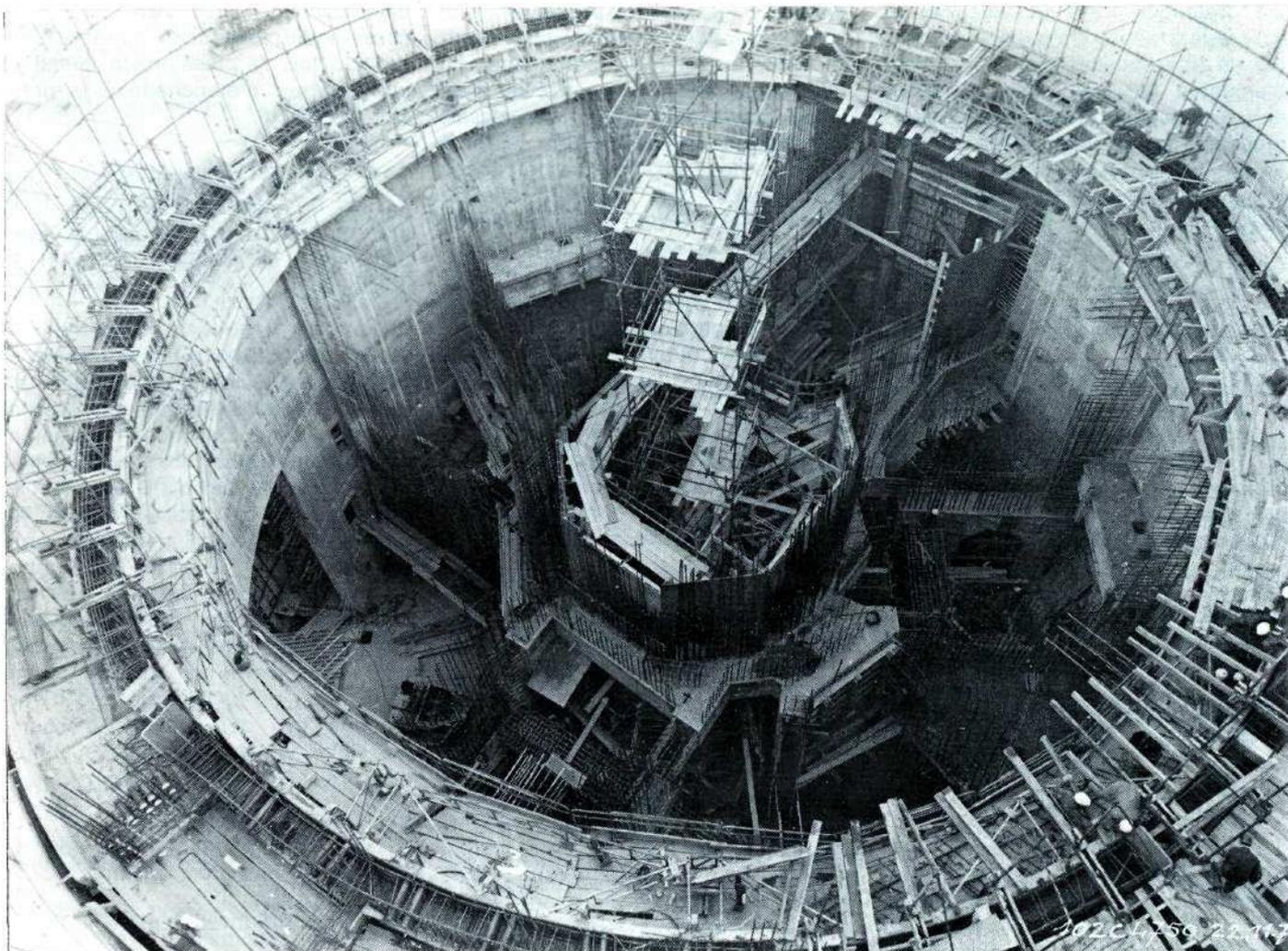
Lors des paliers de compression et de décompression, les appareils de mesure noyés dans l'ouvrage seront lus afin d'examiner le comportement de l'ouvrage et de tenter une comparaison avec le calcul. D'expériences précédentes, on peut dire que les mesures locales en partie courante de jupe ou de dôme se raccordent facilement tandis que près des encastres ou des points singuliers l'interprétation des résultats est délicate et se borne en général à une vérification de la linéarité des déformations. Les déformations d'ensemble s'avèrent en général plus faibles que prévu.

Les appareils de mesure pour la 1^{re} tranche consistent en :

- deux fils invar dans le radier,
- un système de vases communicants pour la mesure du nivellement du radier pour l'étude des tassements différentiels,
- 4 pendules verticales pour l'étude de la déformation horizontale de la jupe,
- 200 témoins sonores,
- 190 thermocouples,
- de jauges de contraintes collées sur la peau d'étanchéité.

Ces appareils sont utilisés lors des épreuves de réception, des épreuves périodiques et pendant toute la vie de l'ouvrage pour suivre ses déformations d'une manière analogue à celle qu'utilise E.D.F. pour ses barrages.

L'épreuve d'étanchéité nécessitera la mise en place d'un appareillage spécial et particulièrement précis de mesures de pression, de température



(photo Earanger et Cie)

Structures internes en cours de construction avec, au centre, le puits de cuve et l'amorce de la piscine de déchargement.

et d'hygrométrie, car il s'agit de détecter une fuite qui en 24 heures doit être inférieure au millième de volume d'air contenu. La précision demandée, à la limite du mesurable dans un espace aussi grand et aussi cloisonné, exige des mesures régulières (toutes les heures) et l'emploi de dépouillement statistique.

Conclusion

L'ouvrage précédemment décrit ap-

paraît donc comme très particulier par l'association intime de la chaudronnerie métallique et du béton, tant au niveau de la conception que de l'exécution et par les phénomènes mis en jeu (chocs, séismes, thermique...).

L'étude de tels ouvrages suggère des recherches complémentaires dans divers domaines touchant en particulier au fonctionnement du béton armé soumis à des gradients thermiques et au comportement de structures sous impacts de corps mous (structures d'avions) ou durs (ailettes de turbine, réacteurs...).

PUBLICATION D'UNE BROCHURE SUR LES ETUDES D'URBANISME

La DAFU vient de préparer une brochure consacrée aux « études d'urbanisme ».

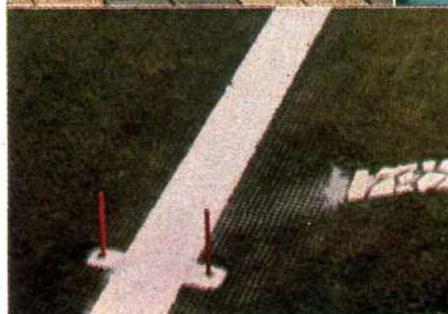
Elle vise à fournir aux praticiens de l'urbanisme une documentation aussi complète que possible sur une matière dont le contenu s'est progressivement diversifié pour tenir compte de l'évolution des besoins face aux problèmes que pose l'aménagement des villes et leur environnement.

Ce document rassemble, en l'actualisant, une information jusque là éparse, sur l'objet et le contenu des études d'urbanisme, leur organisation au sein des différentes structures d'études, les modalités de leur financement, et quelques éléments chiffrés sur leur coût.

Cette brochure est mise en vente par la Documentation française (100 pages - 27 F).

Le béton donne le ton.

Des spécialistes ont donné au revêtement
de sol en béton ses lettres de noblesse.



Le béton donne le ton.

Les revêtements de sols extérieurs en béton : la beauté dans le temps.

Aujourd'hui, les revêtements de sols extérieurs en béton donnent le ton.

La raison? Pour la première fois, imagination et économie ont trouvé un "terrain d'entente".

Esthétique: Choix étendu des couleurs, des formes, des modules, des aspects de surface permettant une totale liberté d'expression et une parfaite harmonisation avec l'environnement.

Economie: Pavés, dalles décoratives, dalles gazon : des petits modules aisément maniables :

- une qualité régulièrement contrôlée en usine,
- une pose aisée, rapide, par tous temps et sur tous terrains,
- une démontabilité et un réemploi sans problèmes.

Les revêtements de sols extérieurs en béton - parce qu'ils allient de larges possibilités décoratives aux propriétés physiques bien connues du béton - gardent à l'usage toutes leurs qualités. C'est la beauté dans le temps.

Dalles décoratives, pavés, dalles gazon : trois produits, une multiplicité d'utilisations.

Dalles décoratives et pavés. Dans tous les cas, ils laissent libre cours à

vos idées, votre créativité, tout en vous permettant de faire preuve de réalisme.

Leurs applications? Multiples. A vous de les choisir :

- circulation des piétons : places et rues piétonnes, espaces verts, allées de jardins et plages de piscine, cours d'écoles et centres commerciaux, trottoirs.
- passage des véhicules : entrées de garage, parkings, voirie urbaine...
- et aussi toitures-terrasses, stations-service, quais, sols industriels.

Dalles gazon. Tout le monde rêve de verdure. Alors, pourquoi ne pas intégrer le fonctionnel à la nature?

Les dalles gazon permettent de créer entrées de garage, "voies pompier", allées carrossables, parkings verts, et de stabiliser sols, talus, berges... ouvrages aussi originaux que fonctionnels qui s'intègrent parfaitement à l'environnement. Et qui respectent la nature.



Syndicat national des fabricants de produits en béton pour voirie de surface et signalisation.

Affilié à la fédération de l'industrie du béton.

Légendes photos

- 1) Parking urbain dalles décoratives dont la variété de couleurs permet de matérialiser les emplacements.
- 2) Dalles utilisées en plage de piscine.
- 3) Sol et volumes de forum réalisés en dalles décoratives.
- 4) Allée piétonne bordée de part et d'autre par 1,50 m de dalles gazon constituant une voie pompier.
- 5) Voie urbaine réalisée en pavés.
- 6) Parking en dalles gazon, avec marquage des places en dalles pleines.
- 7) Parking "vert" en dalles gazon.
- 8) Rue piétonne en pavés.
- 9) Trottoir en pavés harmonieusement colorés.
- 10) Rue piétonne en dalles décoratives "pierre clivée".
- 11) Allée de jardin public réalisée en dalles décoratives "gravillons lavés".

Pour mes prochaines réalisations, je désirerais connaître l'adresse du spécialiste Sol-Béton-Novation le plus proche de chez moi.

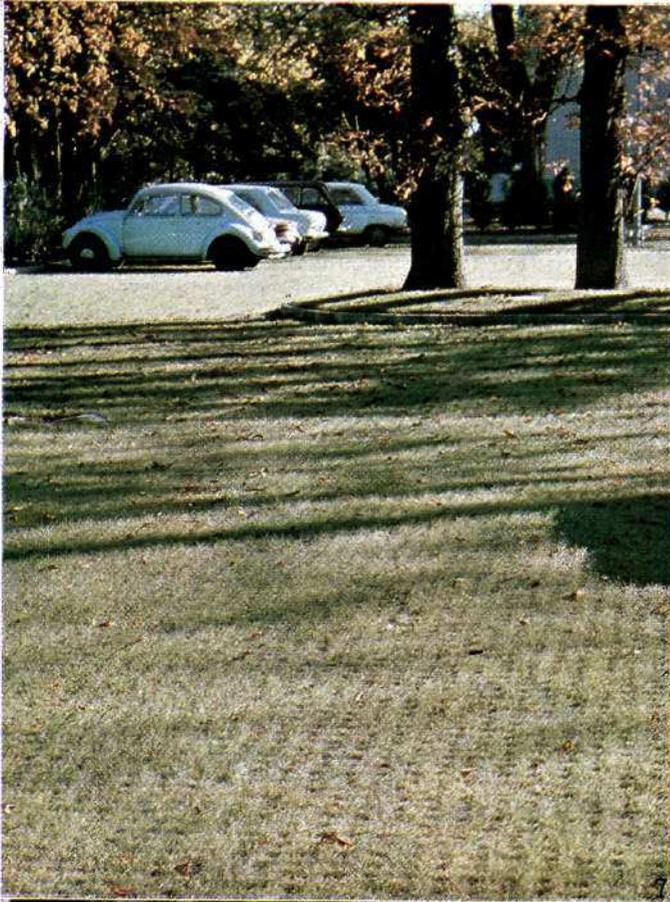
Nom _____

Adresse _____

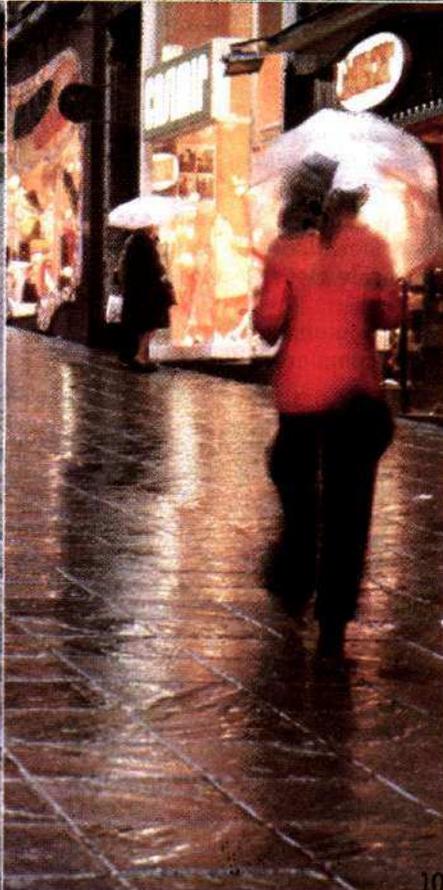
Tél. _____

Profession ou Société _____

Sol-Béton-Novation 3, rue Alfred-Roll,
75849 Paris. Cedex 17.



8



9

10

11

participation de la grosse forge du Creusot aux programmes électronucléaires

par Philippe GEFROY

*Chef du département commercial énergie
Division forge et estampage.*

La réalisation des programmes électronucléaires a demandé dans tous les pays un effort industriel considérable ; il a, certes, suscité de nombreuses créations d'entreprises, mais il a surtout provoqué une évolution radicale et rapide de plusieurs secteurs traditionnels. En ce qui concerne la France, l'expansion électronucléaire s'est faite en deux ans : en 1972, l'Electricité de France annonçait son intention d'installer une centrale nucléaire par an ; dès le début de 1974, ces intentions étaient dépassées puisque l'E.D.F. commençait à passer des commandes fermes pour ouvrir six centrales par an. Il a donc fallu que les principaux industriels concernés soient prêts à prendre d'emblée un rythme très rapide pour participer aux contrats-programmes français.

Compte tenu des exigences métallurgiques de la construction nucléaire le forgeage d'aciers spécifiques s'impose comme l'une des techniques de transformation les plus aptes à produire les composants de centrales nucléaires. De plus, comme elles sont traditionnellement engagées dans les difficiles fabrications d'armement et de pièces pour les industries aéronautiques, aérospatiales et chimiques, les forges sont bien préparées à s'adapter aux impératifs nucléaires. D'une façon précise, pour se quali-

fier auprès d'un client nucléaire, une forge doit :

1. Vendre des aciers spéciaux dits aciers nucléaires.
2. Offrir des pièces conformes à l'Assurance-Qualité définies avec les ensembliers et les utilisateurs.
3. Adapter ses moyens de forgeage à des pièces de nouvelles dimensions.
4. Devancer l'évolution technologique des filières nucléaires.
5. Soutenir cet effort sur les plans humains et financiers.

Bien avant 1974, la Grosse Forge du Creusot avait entrepris les mutations nécessaires pour participer dans le monde aux réalisations électronucléaires ; aussi a-t-elle pu s'affirmer comme la forge capable de détenir en France une qualification nucléaire mondiale. De fait, elle a depuis longtemps contribué à la construction des prototypes à terre des réacteurs de sous-marins nucléaires. Cet article décrit certains des aspects de sa contribution aux programmes en cours en France et à l'étranger et des efforts qu'elle a entrepris pour y parvenir.

Les forgerons du Creusot avaient préparé leur entrée nucléaire par la mise au point d'aciers spéciaux.

L'acier est l'un des matériaux de base utilisés pour la fabrication d'un réacteur. A titre indicatif, la cuve d'un réacteur à eau légère sous pression de 900 MW comporte 3 000 t d'aciers dont 900 t d'aciers inoxydables et 280 t d'alliages ; un réacteur à neutrons rapides, 5 000 t d'aciers dont 2 500 t d'inoxidables ; un réacteur à gaz HTR, 4 000 t d'aciers dont 800 t d'alliages.

Les spécifications techniques imposées pour ces aciers doivent leur permettre de satisfaire à des critères opérationnels souvent contradictoires :

- uniformité des caractéristiques métallurgiques et chimiques dans des volumes importants et le long de grandes dimensions ;
- stabilité dimensionnelle durant la vie de la centrale ;
- stabilité structurale malgré l'existence du bombardement neutronique et quel que soit le niveau des températures ambiantes ;
- résistance aux contraintes statiques ou dynamiques ;

- résistance à la corrosion des fluides caloporteurs ;
- pureté pour éviter la présence d'éléments susceptibles d'activation à longue durée de vie tel que le cobalt ;
- possibilité d'inspecter et de vérifier la tenue des pièces montées sur les ensembles en fonctionnement.

Dès 1960, lors de la construction des premières centrales de Chooz (SENA) puis de Bezmau (NOK), les forgerons du Creusot ont préconisé pour les cuves nucléaires un acier au manganèse - molybdène - nickel. Le choix de cet acier a contribué à orienter la définition de la nuance ASTM A 508 classe 3 adoptée depuis aux USA. Les nombreux résultats recueillis par les métallurgistes du Creusot et dépouillés par des méthodes statistiques, ont permis d'optimiser la nuance et la gamme de fabrication. L'acier retenu est baptisé 1,3 MDO. La teneur en carbone est limitée à 0,22 % pour conserver une bonne soudabilité ; la teneur en manganèse est de 1,2 % ; on y ajoute aussi du nickel et du molybdène pour obtenir une meilleure trempabilité en forte épaisseur sans détériorer la soudabilité ; de plus, le molybdène diminue la fragilité de revenu.

La résilience est l'une des caractéristiques de base de l'acier constitutif d'une cuve de réacteur ; elle est systématiquement mesurée en fonction de la température sur des éprouvettes classiques Charpy V qui sont prélevées dans l'épaisseur de la pièce et soumises à un traitement thermique de détensionnement simulant celui que les viroles subissent lors de la construction de la cuve. Les résultats qui ont été obtenus et qui étaient nécessaires pour la qualification nucléaire sont le fruit d'une analyse systématique des différentes étapes du traitement thermique (austénisation, trempe, revenu métallurgique, revenu de détensionnement) et de leur adaptation aux dimensions des pièces à traiter.

Des consignes très strictes sont données aux aciéristes pour obtenir les qualités requises ; elles portent sur de nombreux points :

- sélection des ferrailles pour réduire les teneurs en cuivre, plomb, arsenic, étain, cobalt, etc...

- précautions prises à l'élaboration ;
- conduite de l'affinage et de la désulfuration ;
- soins pris lors de la coulée.

C'est ainsi que l'acier 1,3 MDO satisfait aux caractéristiques imposées que nous rappelons ici :

	Température ambiante				343° C			
	E MPa	R MPa	A %	Σ	E MPa	R MPa	A %	Σ
Caractéristiques de l'ASTM A 508 Classe 3	7 345	7 550	7 18	7 38				
Spécification EDF pour la virole porte-tubulures des cuves à eau sous pression	7 345	550 à 665	7 18	7 38	7 285			
Résultats du Creusot obtenus avec le 1,3 MDO sur les viroles EDF de 250 mm d'épaisseur	492	621	25	70	430	590	21	67

L'Assurance-Qualité a fait changer les méthodes de travail des forgerons et modifier leur comportement.

La qualité nucléaire à tous les stades de la fabrication est intimement liée au contrôle. Celui-ci est confié, dans chacune de nos usines, à un Service Assurance-Qualité hiérarchiquement indépendant des services de production.

Au cours de la fabrication, l'Assurance-Qualité a pour mission de s'assurer de la conformité des opérations réalisées aux normes de fabrication prescrites par les bureaux de préparation. Les procédures de contrôle et les documents de référence font l'objet de manuels écrits que nous tenons à la disposition de nos clients. Cette formalisation résulte évidemment des exigences de l'industrie nucléaire fortement marquée par la rigueur des méthodes de travail américaines.

A la fin de la fabrication, l'Assurance-Qualité assure la réception des pièces, en relation avec les organ-

mes de contrôle et les inspecteurs des clients. Ils disposent, à cet effet, de l'arsenal complet des moyens de contrôle destructif ou non, pour vérifier la conformité des pièces avec les spécifications du client.

Pour une forge traditionnelle, l'introduction de l'Assurance-Qualité représente une adaptation et un effort importants. Ainsi, pour la Grosse For-

ge du Creusot, son coût représente une charge fixe d'environ 6 % du prix de vente ; pour certains clients, et notamment Electricité de France, s'y ajoutent des frais de contrôle ou d'essais spécifiques qui peuvent atteindre 20 % du prix.

La dimension et le poids des pièces dites nucléaires ont conduit les forgerons à modifier profondément leurs méthodes de forge.

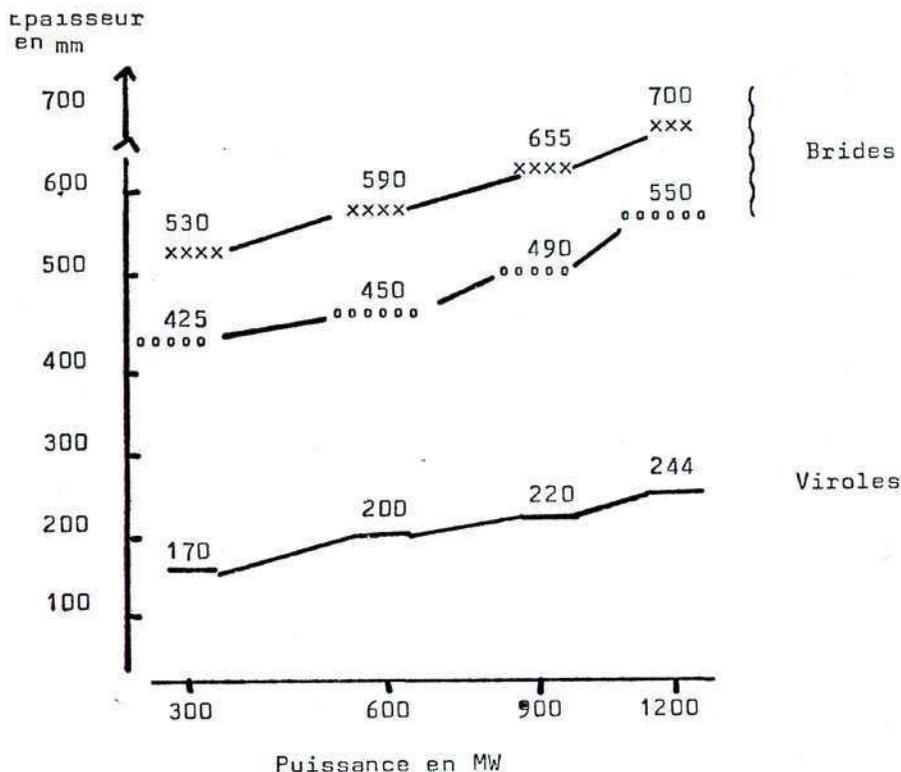
Ainsi, les pièces annulaires d'une cuve de réacteur à eau sous pression de 900 MW pèsent ensemble plus de 400 t et la plus grosse d'entre elles 75 t ; les viroles atteignent en effet 4,50 m de diamètre et 2,6 m de hauteur. Dans les centrales de 900 MW, les groupes turboalternateurs comportent des arbres qui atteignent 175 t ; ils dépassent 250 t pour un alternateur de 1 200 MW (diamètre 1,8 m, longueur 18 m).

L'accroissement des dimensions en cours est illustré par les deux tableaux ci-après.

DIAMETRES EXTERIEURS DES VIROLES ET DES GRANDES BRIDES DES REACTEURS A EAU SOUS PRESSION

Puissance en MW		600	900	1 200	1 500
Viroles en mm	courantes	3 640	4 400	4 840	5 488
	renforcées	3 750	4 460	4 948	5 600
Brides en mm		4 000	4 750	5 200	6 000

EPAISSEURS DES BRIDES ET VIROLES DES REACTEURS A EAU SOUS PRESSION



Pour réaliser ces pièces de tailles exceptionnelles, il faut des moyens puissants. L'aciérie du Creusot est la plus importante aciérie électrique de France. Elle comporte deux fours de 100 t, un four de 60 t, et deux fours de 15 t à arc à sole basique, dotés des perfectionnements les plus modernes. Des spectromètres permettent de déterminer rapidement, à chaque stade de l'élaboration, la composition exacte de l'acier. Les lingots de forge sont coulés sous vide et, grâce à des éjecteurs de vapeur, on peut effectuer la désoxydation sous vide poussé.

L'atelier de la Grosse Forge comprend, actuellement, une presse de 7 500 t. Les moyens de l'atelier seront doublés à la fin de 1976 par une presse moderne de 9 000 t desservie par des ponts roulants de 350 à 400 t. La presse de 9 000 t pourra effectivement atteindre 11 300 t ; elle aura une hauteur libre sous traverse de 7,5 m et la distance entre colonnes sera de 6,1 m avec une course de 3 m. Cette presse pourra exécuter les plaques tubulaires des générateurs de vapeur ainsi que les viroles et les brides des cuves de réacteur à eau sous pression d'au moins 2 000 MW.

Les fours de traitement thermique sont conçus spécialement pour les gros arbres d'alternateurs (fours horizontaux de longueur supérieure à 20 m), les rotors de turbines (four électrique vertical de 14 m associé à une trempe au brouillard soufflé), ainsi que pour les viroles des cuves de chaudières nucléaires (four de 8,5 m de diamètre et de 3,5 m de profondeur). Des bâches à eau de même diamètre permettent de tremper les pièces par immersion avec les moyens d'agitation de 600 tonnes d'eau.

Des moyens exceptionnels en tours verticaux et horizontaux permettent d'ébaucher mécaniquement ces grosses pièces forgées, et notamment les viroles de cuves nucléaires, les rotors ou les disques de turbines et les arbres d'alternateurs. Avec ces tours, l'on peut usiner des viroles ayant jusqu'à 8 m de diamètre et 3,2 m de hauteur et des rotors ayant jusqu'à 22 m de long et d'un poids de 300 t.

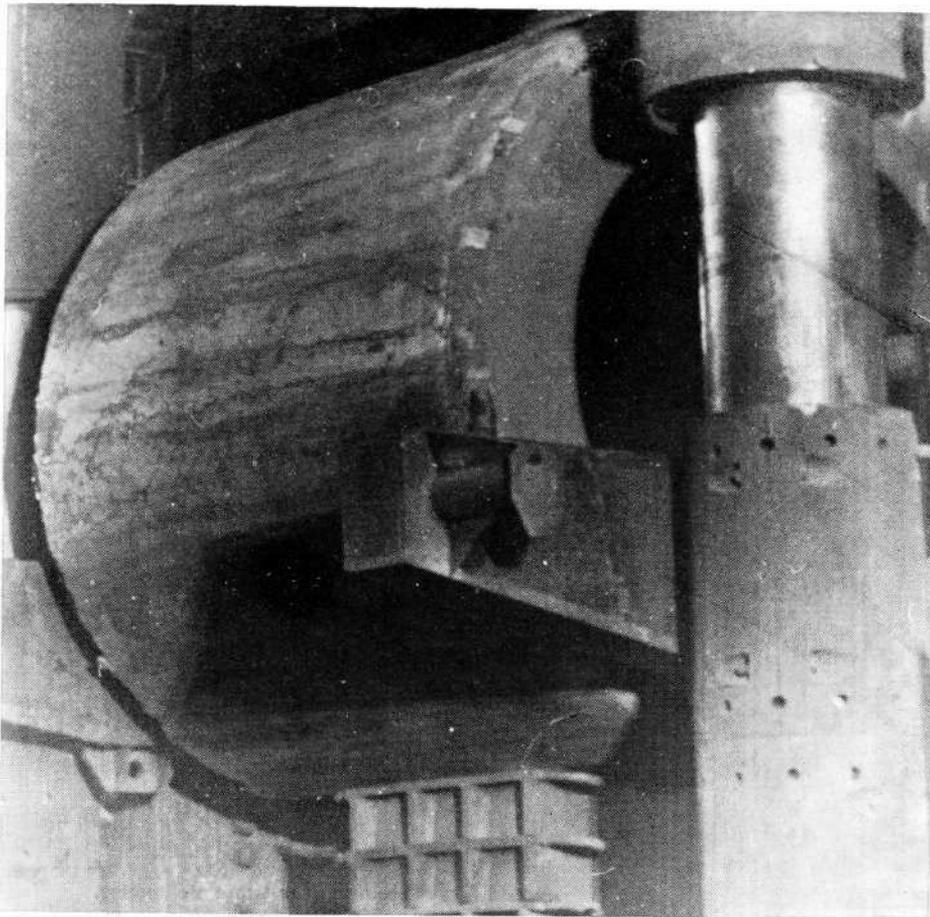
Les photos ci-contre illustrent quelques-unes des opérations de forgeage liées aux programmes électronucléaires.

L'expansion de l'industrie électro-nucléaire impose aux forgerons de suivre une évolution technologique hardie.

La plus marquée de ces évolutions concerne les fournitures requises par les constructeurs de turbines et d'alternateurs.

L'augmentation de la puissance des groupes et le passage des alternateurs bipolaires (3 000 / 3 600 tours) aux alternateurs quadripolaires (1 500 / 1 800 tours) vont entraîner une augmentation de poids et de longueur des arbres d'alternateurs. Aujourd'hui, l'alternateur d'une centrale de 900 MW pèse 175 t ; pour une centrale de 1 200 MW, il pèse de 190 à 200 t et pour une centrale de 2 000 MW, il pèse de 200 à 300 t.

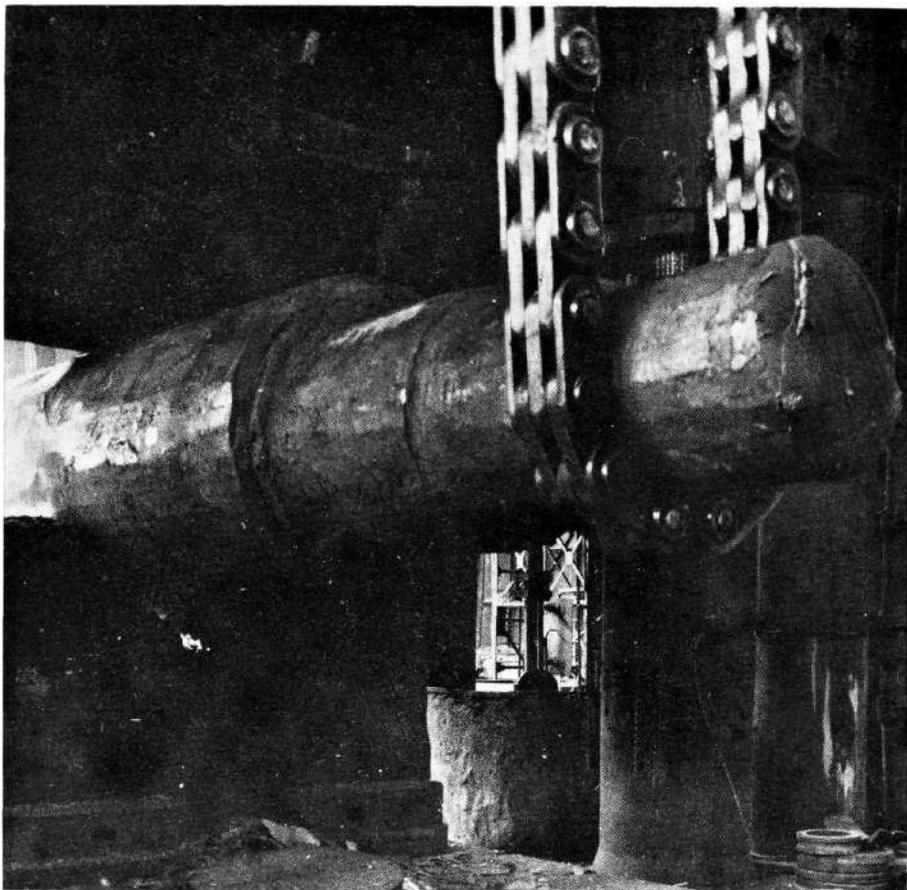
Avec ses méthodes classiques, Le Creusot ne peut réaliser de rotors d'alternateurs d'un poids supérieur à 100 t. Aussi, pour s'affranchir de cette limitation, Creusot-Loire met au point le procédé ABR — Assemblage de Blooms par Refusion —. Il consiste à forger deux ou plusieurs blooms, à les assembler grâce à un apport de



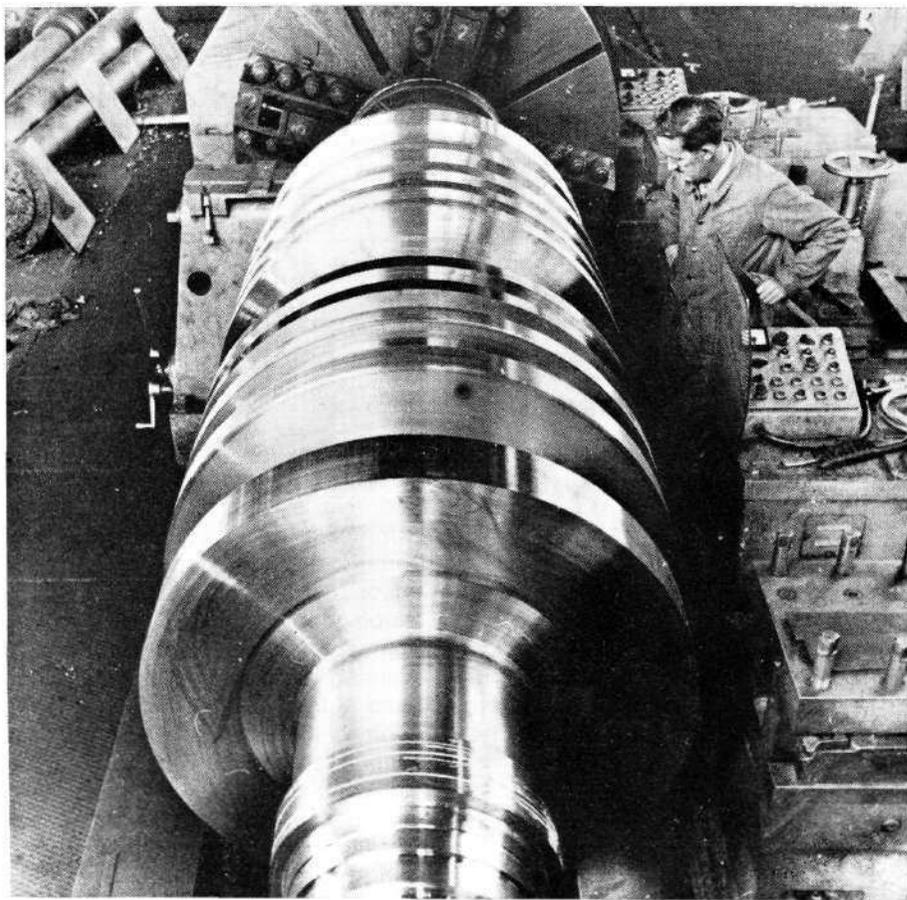
Arrivée d'un lingot de 160 tonnes
sous la presse.



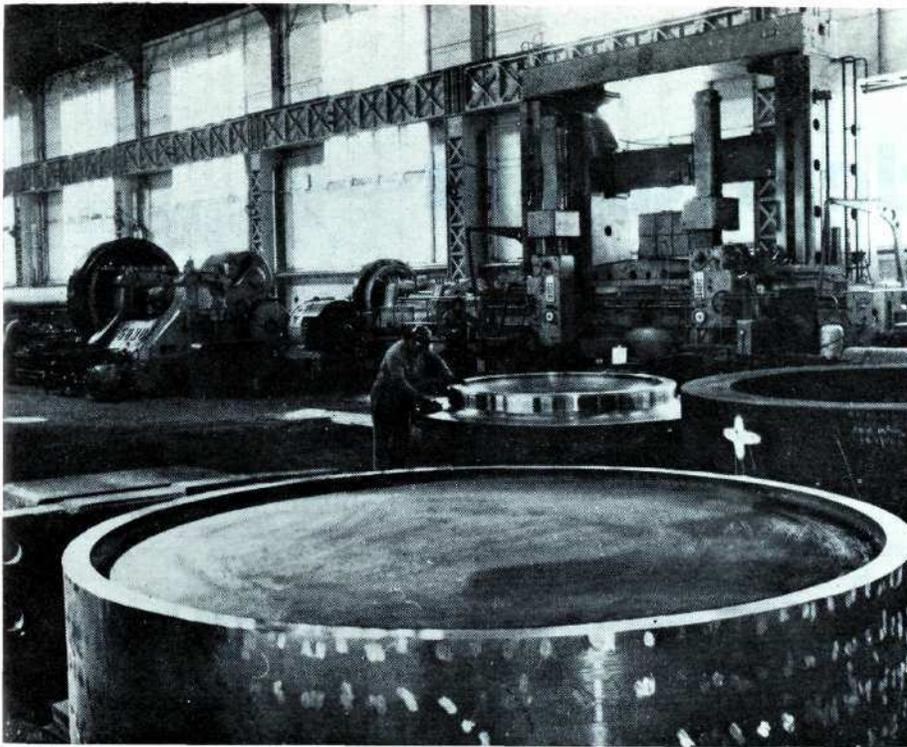
Bigornage transversal d'une virole
nucléaire pour l'E.D.F.



Forgeage d'un arbre de turbine.



Usinage d'un arbre de turbine.



Plaque support d'une chaudière de réacteur à eau sous pression.

métal refondu sous laitier, puis à re-forgier l'ensemble aux dimensions finales du rotor.

Les équipements de refusion nécessaires sont maintenant installés et les premiers assemblages d'essais ont été réalisés. La qualité métallurgique du métal refondu, de même nature que le métal des blooms, est bonne (structure très fine, faible teneur en inclusions) et, après reforgeage, l'ensemble est extrêmement homogène.

Par le soudage de 2 ou plusieurs blooms, dont le diamètre pourrait, en principe, atteindre 2,5 m, Creusot-Loire devrait avoir la possibilité de réaliser les plus gros rotors demandés par l'industrie nucléaire.

La réussite d'un tel effort demande le déploiement de nouvelles ressources humaines et le soutien de financements considérables.

L'effort nucléaire a conduit Creusot-Loire à faire évoluer de façon très marquée le profil humain de ses forgerons. Certes, la compétence métallurgique et le savoir-faire du maître de forge restent les qualités de base constamment entretenues et approfondies grâce à la proximité des laboratoires. L'on voit cependant apparaître la nécessité de qualités complémentaires :

- la compréhension et l'anticipation des besoins du client ; autrement dit, les postes de marketing se sont étoffés dans l'industrie de la transformation des aciers ;
- le sens de la performance économique ; autrement dit, les fonctions de gestion prévisionnelle et de mesure des coûts réels se sont développées ;
- le respect des délais et le souci du compte rendu systématique de l'avancement des fabrications ; autrement dit, les compétences de gestion et d'ordonnancement des fabrications se sont approfondies ;

- le sens de l'équilibre entre les impératifs contradictoires des clients, de la gestion et de la technique ; autrement dit, la forge est devenue le lieu d'une indispensable gestion participative.

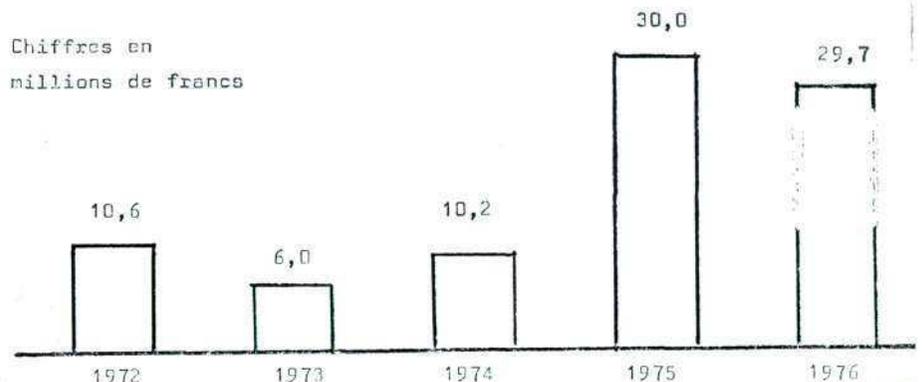
L'effort nucléaire a enfin exigé un investissement financier dont le bilan est souvent mal connu. Voici, à titre indicatif, l'ordre de grandeur des sommes investies par Creusot-Loire pour la Grosse Forge du Creusot entre 1972 et 1976.

Cet article se proposant de souligner la participation technique de la forge aux chantiers nucléaires, l'auteur ne tentera pas d'en faire ici l'analyse économique. Les préoccupations économiques sont évidemment importantes puisqu'il est nécessaire de maintenir la rentabilité des capitaux investis. Cela conditionne, comme dans toute industrie, la possibilité de maintenir le rythme des investissements requis.

Il faut, en conclusion, noter les retombées de l'effort nucléaire que les forgerons du Creusot ont déjà observées. En voici les principales :

- instauration de méthodes modernes de gestion,
 - qualité et rigueur des contrôles dans les fabrications,
 - concertation accrue entre clients, commerçants, forgerons et métallurgistes.
- Ce sont d'évidentes occasions de progrès.

INVESTISSEMENT POUR LA GROSSE FORGE DU CREUSOT ENTRE 1972 ET 1976



le Brésil en l'an xv de Brasília

par André MOGARAY

Ingénieur général des Ponts et Chaussées.

Avant-propos

Atterrissage à Recife, 5° latitude Sud, 2 mai 1975, 3 h 30 de la nuit, sympathique petit aéroport international, 400 000 voyageurs/an. Policiers en manches de chemise, très décontractés. Le premier regarde la photo du passeport, le second la date de validité, le troisième vous demande : tourisme ou affaires ?, le quatrième appose le tampon d'entrée, le cinquième le timbre dateur. A chacun son travail, tranquillement. D'ailleurs tout à l'heure au bureau de poste central de cette ville de plus de 1 million d'habitants, j'aurai l'étonnement trouvant des timbres-postes non gommés, comme les enveloppes, de voir le pot commun de gomme arabique, autour duquel on devise gentiment, attendant son tour de tremper le pinceau ou le doigt. Dans le Nord-Est (il faut se faire à l'idée qu'ici c'est le Mezzogiorno), on a tout son temps, avec gentillesse.

Deuxième impression : la noria de Volkswagen du transfert à l'hôtel. Les VW grouillent dans la nuit.

En contre-point, dernières impressions de voyage. 3 000 km plus au Sud, à Sao Paulo (dites San Paul comme tout le monde), en bordure de la rivière il y avait des plantations de thé. C'est le centre ville, bien sûr il n'y a plus de thé. Il n'y a plus de rivière non plus. Il reste le « viaduc du thé », et dessous se coule une autoroute, par laquelle vous arrivez, sans sortir de la ville, à l'aéroport du pont aérien pour Rio. Mon taxi était convoqué pour 19 h 15. A 19 h 13

l'homme aux clés d'or me prévient qu'il est là. Envol prévu pour 21 h. Taxi-way, puis l'avion décolle, je regarde ma montre : il est 21 h. Le Brésil du Sud vivrait-il désormais à l'heure militaire ?

Dans l'avion je jette un coup d'œil au journal du soir. L'indice du coût de la vie enregistré en avril une hausse qui porterait le rythme annuel au taux de 46,8 % ; les salaires de base étaient au 31 mars supérieurs de 32,5 % à ceux d'il y a 12 mois. C'est en Inglaterra.

Faire en 20 ans ce que les autres ont fait en 200 ans

L'allusion aux Etats-Unis 1776-1975 est si transparente que l'ambition est clairement annoncée. La « triple épopée » avait été lancée en 1956 et dans les années qui suivirent :

- création de Brasília sur un haut plateau inhabité à 1 200 km de Rio de Janeiro ;
- en 1959, création de la Surintendance pour le développement du Nord-Est, comptant 30 millions d'habitants sur 1,6 millions de km², la SUDENE ;
- puis ouverture vers la « vastissime » Amazonie, par la mise en chantier d'une route de 2 000 km reliant Brasília aux bouches de l'Amazone à Belem.

Sanction économique et bouleversement politique

C'était sans doute trop entreprendre à la fois.

En 1964, l'inflation atteint 200 %, le pouvoir d'achat des travailleurs s'effondre, c'est la croissance zéro. Les militaires arrivent aux affaires.

Il fallait faire des choix, drastiques comme on dit rue de Rivoli. La solution retenue est rien moins qu'orthodoxe ; c'est le système de la correction monétaire, maintenant effectuée à la périodicité mensuelle, système dit, en langage de journaliste international, « miracle brésilien ».

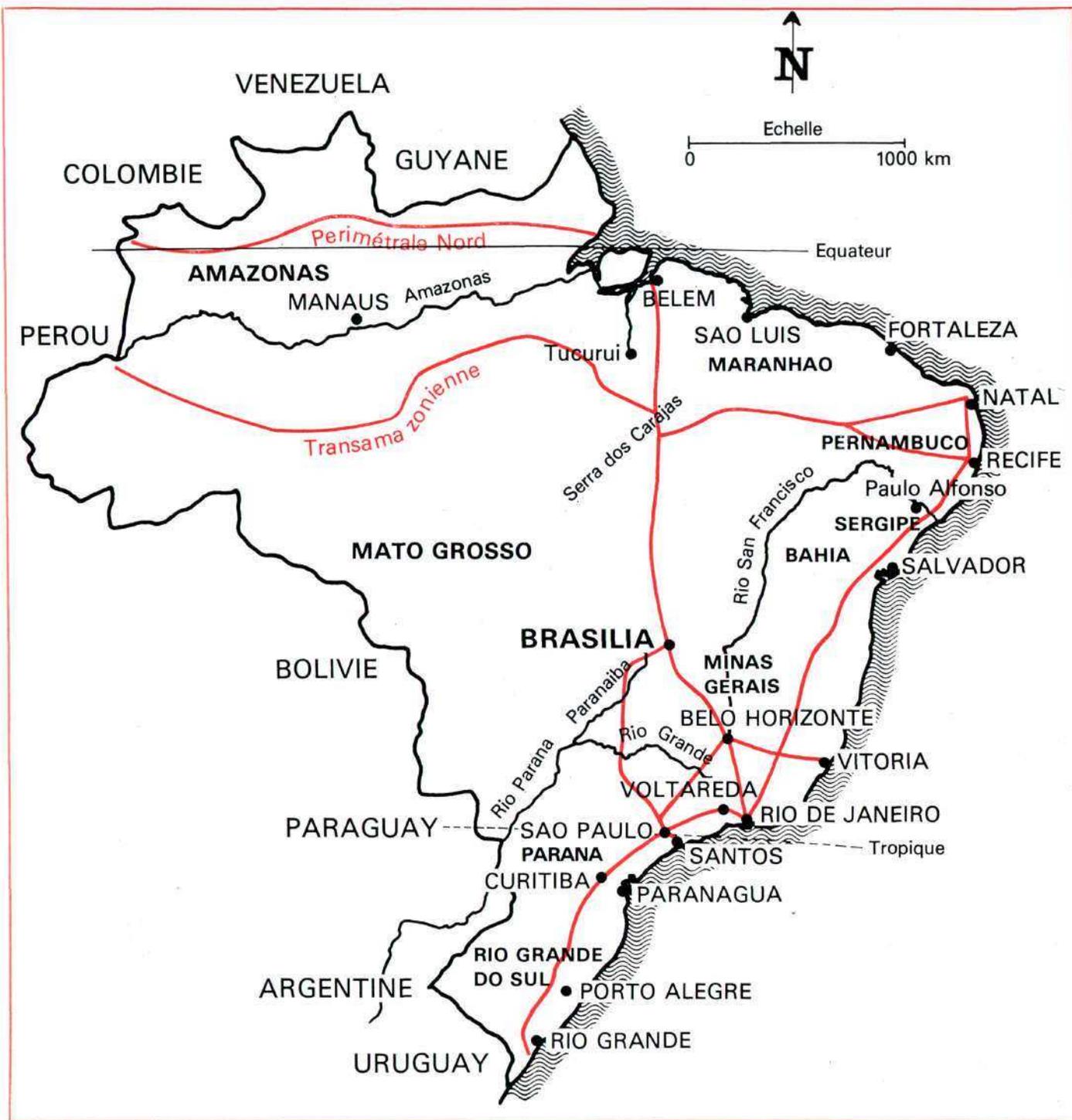
De fait, le Brésil présente aujourd'hui, du moins à qui l'observe entre deux avions, l'aspect d'un pays aux potentialités illimitées qui a réussi son décollage économique, et qui, après 10 années de croissance à la japonaise, « a quitté sa place dans la catégorie des pauvres sous-développés », je cite, « et commence à entrer comme membre effectif dans le club fermé des nations développées ».

La France, qui jouit au Brésil d'un inestimable capital d'amitié et d'attachement, y a-t-elle cru à temps ? C'est une autre affaire.

1964 - 1974 : les grandes options

1 - D'abord Brasília.

Dès 1960, la décision était prise d'y



transférer effectivement la capitale. En 1975, année 15, le district fédéral compte 700 000 habitants. L'incroyable pari a été tenu. Une telle continuité de vues est sans exemple.

Le Français, né malin, vous dira que c'est trop grand, que le zonage est caricatural, que l'on s'y ennue, que le piéton a été oublié et que pourtant les feux rouges apparaissent. Mais que voulez-vous, c'est beau comme l'antique. L'esprit le plus critique est étreint par un sentiment de

grandeur, le choc psychologique est obtenu. Nul ne peut se défendre de l'impression pénétrante qu'une nation qui a réussi un tel exploit est vraiment animée par l'esprit pionnier, et parfaitement capable de tenir les gageures les plus démesurées de sa volonté de développement.

2 - L'industrie automobile.

L'influence du modèle de civilisa-

tion américain est indéniable. De la priorité donnée à l'automobile découle toute l'orientation de l'industrialisation, de l'infrastructure de transport et de l'urbanisation. A contrario en découle l'absence de priorité dont ont souffert certains autres objectifs cependant vitaux.

Un constructeur français était sur les rangs. Il a été culbuté par les Allemands, voitures, camions et « ôibus », suivis des Américains, et maintenant des Italiens. L'automobile

entre pour 12 % dans le produit industriel national, la croissance continue par extraordinaire au rythme de 21 % par an ; de 675 000 véhicules produits en 1974 on passera à plus de 1 million en 1976. L'industrie automobile est concentrée à Sao Paulo, avec 108 000 travailleurs. On en est arrivé au freinage de cette concentration : l'usine italienne ouvrira en 1976 à Belo Horizonte, qui est à 600 km de Sao Paulo et à 500 de Rio.

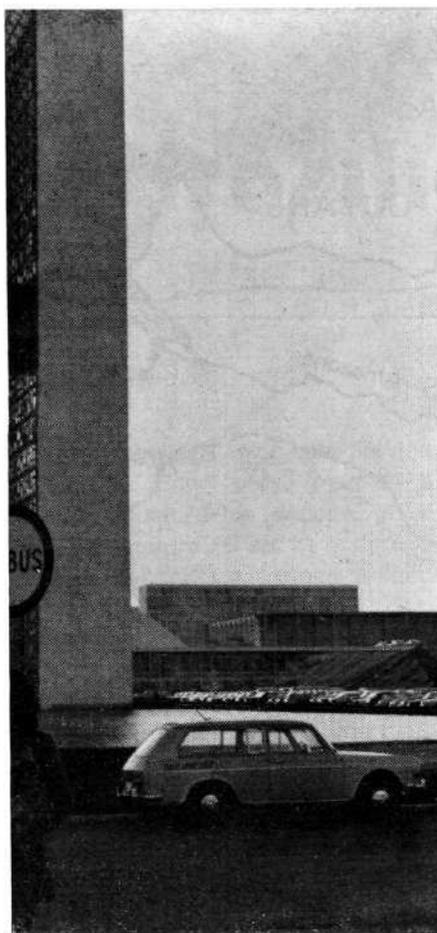
Le **corollaire aval**, c'est la route. Il y avait en 1965 17 000 km de routes revêtues ; c'est peu pour un pays qui mesure 4 300 km en long comme en large. Il y en a 75 000 aujourd'hui. La route assure 74 % du trafic total des marchandises du pays.

En 1974, la mise en service de l'impressionnant viaduc de 14 km en béton précontraint, qui relie Rio à Niteroi (ancienne capitale de l'Etat de Rio maintenant fusionné avec celui de Guanabara correspondant au Grand Rio) par dessus la baie de Guanabara, constituait la clé de voûte de la BR 101, route de 4 000 km désormais continue de Rio Grande du Sud à Natal dans le Rio Grande du Nord.

Peu après la fameuse voie Brasília-Belem, était entreprise la transamazonienne de 5 500 km, à travers la moitié Sud de la forêt amazonienne, de Recife au Pérou. C'est d'abord une piste de 8,60 m dans une trouée de 70 m. Le premier tronçon a été ouvert en 1972. La fin des travaux, pour lesquels on fait appel à l'armée, est prévue pour fin 1975.

Puis viendront la « périmétrale Nord », 2 500 km, des bouches de l'Amazone à la Colombie, et une nouvelle grande voie Nord-Sud reliant Manaus sur l'Amazone au Vénézuéla, à ouvrir en 1979. La nouvelle voie Nord-Sud devant au cours des années postérieures s'intégrer dans la Panaméricaine passant par Brasília.

Comme il est bien connu, l'automobile a facilité une formidable concentration urbaine. Outre la mégapole Rio de Janeiro - Sao Paulo, 7 agglomérations atteignent ou dépassent le million d'habitants, voire 2 millions. Il en résulte une infrastructure généralement remarquable d'autoroutes et de voies rapides urbaines, avec viaducs et tunnels, sur laquelle on reviendra.



Vivre à Brasília.

Le **corollaire amont**, d'autant plus que la construction navale, avec les Japonais, était encouragée en même temps que la construction automobile, c'est la sidérurgie. Les 3 entreprises étatiques, la Cie Sidérurgique Nationale, Usiminas et la Cie Sidérurgique Paulista, créée avec les Français, produisent au total 8 millions de tonnes/an, couvrant 70 % des besoins.

Rio à Niteroi, 14 km de viaduc en béton.



Elles sont groupées dans le triangle Belo Horizonte - Rio - Sao Paulo.

3 - L'énergie.

La production actuelle de 70 milliards de kWh/an (TWh) ne dépend du pétrole que pour 10 %. C'est essentiellement de l'énergie hydroélectrique, dont la localisation est fonction des zones de consommation, 80 % dans le Sud et Sud-Est, 12 % dans le Nord et Nord-Est.

Les aménagements les plus considérables ont donc été réalisés, sous l'égide, depuis 1961, de la Société nationale Electrobras, sur le rio Parana et son affluent rio Grande à quelques centaines de km du triangle Sao Paulo - Belo Horizonte - Rio, et sur le rio San Francisco, à 300 km de son embouchure, entre Recife et Salvador. Sur le Parana, Ilha Solteira forme avec Jupia le complexe de Urubupunga, de puissance actuelle 4 600 MW ; ses turbo-alternateurs sont en partie français. Avec 12 TWh/an, il dépasse déjà Assouan. Sur le San Francisco, Paulo Alfonso a une puissance installée actuelle de 1 400 MW. Sur le Rio Grande, la puissance installée est de 1 400 MW à Furnas et de 1 050 MW à Estreito ; la centrale en construction à Marimondo aura 1 400 MW.

La centrale de Sao Simao, en construction sur le rio Paranaíba, autre affluent du rio Parana un peu plus au Nord, est équipée en partie de turbo-alternateurs français, et atteindra 2 500 MW.

(photo Lasorqat)

Au total, la puissance hydroélectrique installée était, en 1974, de 17 000 MW.

4 - Activités de base du secteur primaire.

Au Sud de Belem, dans la Serra dos Carajas, l'ouverture de la route de Brasilia a permis la découverte de gisements fabuleux de minerais de **fer**, 10 Mds t à 60 %, et d'**aluminium**.

Dans le Nord-Est, la production de **sucre** dépasse déjà celle de Cuba. L'exportation en 1974 de 2,5 Mt, profitant du quintuplement du prix de marché, a suffi à compenser l'importation de pétrole aux nouveaux cours de l'OPEP.

Remise en question actuelle

Mais la crise mondiale soumet à rude épreuve ce fameux système de la correction monétaire, que le monde entier leur envie au moment même où les Brésiliens s'interrogent. L'objectif était de permettre à tous de pouvoir s'accommoder également de l'inflation tant qu'elle ne serait pas maîtrisée, à tous : investisseurs, entreprises, épargnants, salariés... et banquiers. Il est vrai que les banques, dont la prospérité s'affiche assez insolemment dans les « cités » de Rio et de Sao Paulo, semblent avoir plus bénéficié du système que les salariés du bas de l'échelle, dont le **pouvoir d'achat** est **inférieur** aujourd'hui à ce qu'il était en 1956. En outre, les progrès de la productivité ont été tels que la **décroissance du taux d'activité** est continue depuis 10 ans. Les 30 millions d'actifs représentent moins de 30 % de la population, qui a dépassé les 100 millions. Encore les actifs du secteur secondaire ne sont-ils que 6 millions, dont près de la moitié dans l'Etat de Sao Paulo.

A peine l'inflation avait-elle été « abaissée » à 25 % en 1973 que de nouveau en 1974, sous la pression extérieure, elle remonte à 34 %. Le 1^{er} mai dernier, la majoration annuelle des salaires a été fixée à 41 %. Dans le Nord-Est, le salaire minimum est

ainsi passé à **420 cruzeiros** par mois, dans le Sud-Est et à Brasilia à 532, soit respectivement environ 220 et 270 F/mois. Le salaire minimum est largement appliqué, non seulement dans les exploitations rurales, mais aussi dans le bâtiment. Par contre, l'éventail des salaires s'ouvre dans l'industrie automobile, et surtout lorsqu'il s'agit des cadres. Un ingénieur sortant de l'école se recrute à **10 000 Cr/mois**.

Alors apparaît clairement que le Brésil doit aujourd'hui affronter simultanément :

- tous les problèmes des pays en voie de développement,
- et ceux des pays les plus anciennement développés.

4 habitants sur 5 sont à moins de 100 km de la côte. Avec un littoral de 8 000 km, cela signifie que 80 millions d'habitants vivent sur 800 000 km². Voilà qui nous rapproche des chiffres familiers. Mais il reste à l'intérieur du pays 7 700 000 km² dont, il est vrai, 4 500 000 de forêt amazonienne.

Les premières options avaient laissé de graves lacunes. Les intentions du II^e Plan 1975-1979 en tiennent compte.

Problèmes de pays en voie de développement

Il y a en première ligne trois « défis » que les Brésiliens sont déçus à relever, celui des voies ferrées, celui du déséquilibre croissant du Nord-Est, et le défi du pétrole.

1 - Défi des voies ferrées.

La priorité donnée à l'automobile a laissé subsister un niveau extraordinairement bas de l'infrastructure ferroviaire. Comme en outre le Brésil ne produit que le 1/5^e de sa consommation de pétrole, il était temps de reconsidérer sa stratégie des transports. Avec 81 Mt/an, le transport par fer ne représente plus en 1974 que 16 % du trafic (non compris oléoducs et cabotage maritime). L'intention est de transporter par fer en 1980 150 Mt des seuls minerais.

Sur cet immense territoire il n'y a que 3 300 km de voies à l'écartement de 1,60 et 200 km à l'écartement de 1,44. S'y ajoutent 27 000 km de voies métriques, dont il est vrai les 800 km de Minas-Vitoria considérés comme « hautement satisfaisants ».

Alors les investissements ferroviaires vont être portés de 1,5 Mds \$ à 3,5/an, pour construire en 5 ans 3 800 km de lignes à grand gabarit et en électrifier 1 500.

Il y a d'abord la ligne Belo Horizonte - Volta Redonda (sidérurgie) - Sao Paulo et l'amélioration de la ligne Rio - Sao Paulo, bien modeste puisque l'objectif est de faire en 5 heures les 400 km qui les séparent.

Et surtout la liaison des grands ports avec leur hinterland proche. Sao Paulo est relié à son port, Santos, distant de 60 km, par un chemin de fer à crémaillère.

Les ports eux-mêmes, dont la modernisation de l'équipement a été confiée aux Japonais, n'ont encore des profondeurs d'eau que de 7 à 12 m, et des longueurs de quais n'atteignant 7 km qu'à Rio et à Santos. Le cabotage représente souvent la moitié de leur trafic. Le DNPVN, qui est notre DPMVN, aura environ 200 M \$/an pour aménager quelques grands ports désignés, et l'aménagement des « corridors d'exportation » ira de pair. Ce sont du Sud au Nord : Rio Grande, Paranagua (Curitiba), Santos (Sao Paulo), Vitoria (Belo Horizonte).

En outre, dans la baie de Toussaint à Salvador, le port d'Aratu, pétrolier et minéralier, coûtant 50 M \$, est en construction, avec des voies ferrées dues aux ingénieurs français. Au Sud de Recife, on créerait le port de Suape pour l'exportation du sucre du Nord-Est.

Enfin une ligne de 800 km sera construite pour transporter le minerai de fer de la Serra dos Carajas jusqu'à Itaqui, près de Sao Luis, sur la côte Nord.

L'ambition est de porter en 5 ans le niveau annuel des exportations du pays de 7,5 à 20 Mds \$ (cf. France environ 50).

Pour mémoire, on note que les **voies d'eau** n'assurent dans ce pays

que moins de 10 % du trafic. Elles seront créditées de 40 M \$/an. Dans le Sud, le « système Parana-Tietê » aura 1 400 km. Le programme est prudent : convois de 2 000 t à l'enfoncement de 2,50 m, écluses de 140 mètres sur 12.

2 - Déséquilibre du Nord-Est.

Le Nord-Est est reconnu comme « le grand foyer de pauvreté absolue ».

Sa richesse est le **rio San Francisco**, de 2 900 km, dont on a vu l'importance hydroélectrique. Paulo Alfonso sera porté à 3 600 MW d'ici 1980 (cf. Rhône 2 500).

Il est aussi la base du système principal d'irrigations de la SUDENE, dont les résultats dans ce domaine ont été modestes jusqu'ici. Mais son intention est d'avoir irrigué 200 000 ha d'ici 1980. Les lots sont de 5 ha.

L'effort de la SUDENE a surtout porté sur l'aide à l'implantation d'industries nouvelles. Grâce à un système original d'incitation fiscale à l'investissement par emploi d'impôts sur les Sociétés, de nombreuses industries de Sao Paulo notamment ont créé des filiales dans le Nord-Est. Y compris les emplois indirects, la SUDENE estime avoir créé 250 000 emplois en 15 ans. Elle dispose à Recife d'un état-major de 3 000 personnes.

Son plus grand projet est centré sur **Aratu**, à 17 km de Salvador, où une ville nouvelle de 1,5 M d'habitants a été projetée par l'architecte Sergio Bernades. La ville, le port et le centre industriel sont programmés sur une aire de près de 45 000 ha. Le « CIA » a été projeté à l'origine par l'ingénieur Elmo Serejo Farias, à proximité de la grande unité pétrochimique de Camaçari. Pour le moment, une centaine d'usines de transformation sont installées sur quelques centaines d'ha, ayant créé 22 000 emplois pour un investissement de 400 M \$. Une usine de ferro-alliages doit être suivie d'autres installations sidérurgiques. On attend une industrie chimique américaine. Les apponements d'Aratu offrent 12 m d'eau.

Quant à la SUDAM, créée en 1966 pour le développement de l'Amazonie, il est à noter son immense besoin de leviers topographiques et géologiques, auquel la technique fran-

çaise a apporté une première contribution.

3 - Le pétrole.

C'est dès 1963 que Petrobras a trouvé le pétrole sur le littoral du Sergipe, vers l'embouchure du rio San Francisco. Mais les Brésiliens ont alors été véritablement squeezés par les compagnies américaines, qui ont prétexté de leurs campagnes en mer du Nord pour n'apporter aucune aide à la compagnie nationale. En 1974, au moment de la crise, la production plafonnait depuis plusieurs années à 8 ou 9 M m³/an, pour une consommation ayant tendance à passer de 40 à 50 M m³.

Un effort extraordinaire a donc été lancé pour accélérer la prospection pétrolière, particulièrement dans cette partie de la côte du Nord-Est allant de la baie de Toussaint (Salvador) aux rivages du Sergipe (Aracaju) et de l'Alagoas (Maceio). Pour cela Petrobras s'est doté de 3 plateformes nouvelles en béton précontraint construites avec des entreprises françaises.

L'objectif est « l'autosuffisance » avant 1979, la position de pays exportateur de pétrole ensuite.

Problèmes de pays anciennement développé

1 - Quelques problèmes classiques.

Dans les circonstances présentes, le plus immédiat reste celui de l'**énergie**. Le Brésil a 2 centrales nucléaires et va en construire une 3^e. De l'uranium a été trouvé. L'abondance de l'électricité hydraulique permettra d'alimenter des usines d'enrichissement de cet uranium. On voit l'ambition qui se dessine pour la prochaine décennie. Pour le moment, le Brésil entend d'abord exploiter son immense richesse hydroélectrique, dont le potentiel est estimé à 150 000 MW, sur lesquels ne seront encore installés en 1979 que 30 000.

Le complexe d'Urubupunga sera porté à une productibilité de 20 TWh/an.

C'est le complexe d'Itaipu sur le Parana, à la frontière du Paraguay, qui représentera l'investissement le plus gigantesque. Avec 10 700 MW, en 14 unités à installer jusqu'en 1985, on dépassera Grand Coulee.

D'ici 1979, les investissements hydroélectriques du pays se monteront en 5 ans à 25 Mds \$.

Autre aspect classique : la création de grandes unités **sidérurgiques** sur le littoral maritime. Il y aura d'abord regroupement des 3 compagnies existantes dans la Siderbras. L'usine géante de Tubarao, près du port de Vitoria, devra produire 3 Mt en 1977, 6 en 1980, 12 ultérieurement ; elle est en participation avec les Japonais et les Italiens. Celle d'Itaqui au Maranhao traitera le minerai de la Serra dos Carajas ; en participation avec les Japonais, elle devra produire 4 Mt en 1980, pour aller jusqu'à 16 en 1990. On en espère un effet d'entraînement sur les Etats correspondants.

Ainsi, la production d'acier serait-elle portée de 8 à 22 Mt en 1979. On exporterait en outre 135 Mt de minerai par an à la même époque.

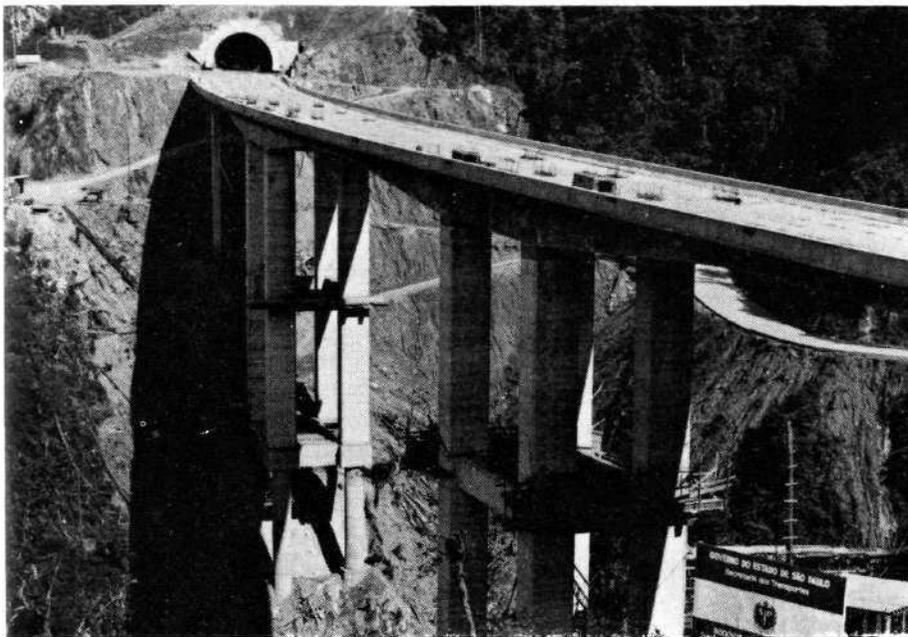
Comme on a en même temps trouvé la bauxite, on créera un grand complexe d'**aluminothermie** de l'Albras à Maraba, sur la transamazonienne. L'énergie sera fournie par la centrale hydroélectrique de Tucuruí, sur un affluent de l'Amazone, dont la puissance ira jusqu'à 3 000 MW.

Et puis il y a, dans cet immense pays, la question du **téléphone**. 2 M d'appareils sont en service. Le projet est d'en installer 7 M d'autres d'ici 1989. C'est le rythme français : 750 000/an pour 54 M hab. ; au Brésil 1 400 000/an en moyenne pour les 104 M hab. actuels.

2 - Le défi de l'urbanisation.

Mais le problème le plus grave est naturellement celui de l'urbanisation. Là aussi les Brésiliens, conscients des lacunes résultant des options précédentes, relèvent le défi.

Le Grand Rio de Janeiro, ancien Etat de Guanabara, compte 7 M d'hab. sur 135 000 ha, le grand Sao Paulo 9 M sur 180 000 ha (cf. agglomération parisienne 120 000 ha). Des réalisations exemplaires sont à leur



L'autoroute des « Immigrants » Sao-Paulo - Santos.

actif. Les réseaux de **voies rapides** urbaines, au prix de nombreux ouvrages d'art, dont notamment les grands souterrains de Rio, assurent une circulation généralement assez fluide, malgré par exemple un parc de 900 000 véhicules à Sao Paulo. Le pont exceptionnel de Rio Niteroi est l'objet d'un péage modeste d'environ 5 F pour 28 km aller et retour. A Rio, où le budget annuel d'investissements routiers est faible : 20 M \$, de nouveaux viaducs autoroutiers et un tunnel à 2 chaussées superposées sont en construction — les tabliers sont en poutres indépendantes de béton précontraint, sauf le long du port où pour des raisons de commodité, ils sont en caissons métalliques, apparemment lourds, pour un prix de l'ordre de 10 F/kg.

Les constructions de Rio s'étaient bousculées au plus près du rivage, dans l'étroite bande littorale au pied des morros. Les urbanistes ont alors pu obtenir la reconstitution des plages de sable au delà d'une bande de 300 m de largeur **gagnée sur la mer**, consacrée pour l'essentiel aux jardins et aux terrains de jeux, comme si la pelouse de Bagatelle avait été artificiellement posée au pied des buildings pour milliardaires sud-américains.

A Sao Paulo, la via Anchieta, construite il y a 20 ans avec les Français

pour relier la métropole industrielle à son port de Santos et aussi à ses plages, est actuellement complétée par l'**autoroute à péage « des Immigrants »**. Les 30 km du plateau avec une jonction de 8 km sont en service depuis 1974. Après quoi viennent les 18 km d'une succession acrobatique d'ouvrages coûteux, fondés à l'air comprimé, qui doivent racheter une dénivelée brutale de 800 m, aux pentes instables voisinant souvent 50 %.

Le problème des logements sociaux à Rio.



La chaussée ascendante à 3 voies doit être achevée fin 1975. Il y aura ensuite une double chaussée descendante à 2 voies chacune, pour laquelle les ingénieurs français présentent une variante à chaussées superposées. En 5 ans, de 1970 à fin 1974, on avait dépensé 400 M \$, notamment pour 4 km de tunnels et 12 km de viaducs, auxquels les Français ont largement travaillé. En y comprenant les bandes latérales d'arrêt d'urgence, le complexe des 2 autoroutes conjuguées comprendra 16 voies. Et pourtant la double fonction de trafic lourd et de trafic balnéaire risque bien de ne pas être normalement assurée tant que n'existera pas la liaison ferroviaire adéquate. En attendant, les difficultés de financement ont fait ramener les effectifs de 15 000 à 12 000 hommes.

Quant à la construction dans Sao Paulo, on lui reproche généralement un désordre né d'une excessive licence. L'**avenue Paulista**, de 2 500 m de long, créée à moins de 3 km du centre, représente néanmoins un modèle d'ordonnement architectural — animé par la compétition avec les architectes japonais — qui soutient la comparaison avec Park Avenue.

En dehors de cette mégalopole bicéphale et de la nouvelle capitale, il a été défini 7 « métropoles régionales », toutes millionnaires. 37 M de

Brésiliens vivent dans des villes de plus de 500 000 habitants.

Le défi urbain se pose d'abord en termes de logements sociaux, d'équipements d'alimentation en eau et d'assainissement.

Le fonds d'indemnisation des travailleurs licenciés, constitué par un versement patronal de 8 % sur les salaires, a servi de dotation à la Banque Nationale d'Habitation. La BNH a réalisé à ce jour 1 200 000 logements. Mais son souci, avec la seule forme en vigueur qui est non la location, mais l'accession à la propriété, était la solvabilité de ses clients. En fait, sur le nombre il n'y aurait guère que **200 000 logements sociaux**. La manière dont ce problème sera résolu n'apparaît pas clairement. Le besoin est immense et urgent.

L'alimentation en eau de Rio a été réalisée il y a 20 ans par les Français. Depuis 1965, le service public est confié à une compagnie d'Etat, CEDAG. Le « système du Guandu », établi à l'intérieur même de l'Etat de Guanabara sur un rio dont le débit ne s'abaisse pas au-dessous de 180 m³/s, est établi pour traiter dans une seule usine 2 400 000 m³/j. C'est dire qu'on n'a pas hésité devant la concentration que l'on a toujours voulu éviter à Paris. Il est vrai que les agents sont des fonctionnaires au

service de l'Etat 24 h sur 24, et qu'ils n'ont pas le droit de grève. La station élévatoire est une cathédrale souterraine taillée dans le rocher. Après quoi le relief a encore nécessité un pont-canal. Dernier perfectionnement : l'introduction du fluor pour protéger les dents des Cariocas.

Et pourtant, il est formellement déconseillé de boire l'eau du robinet. Il en est de même dans toutes les grandes villes. Question de distribution apparemment.

L'assainissement est encore bien plus en retard. La pose d'un émissaire jusqu'à 4 km en mer est en cours à Rio avec une entreprise française.

Le II^e Plan prévoit que d'ici 1979 on aura fait passer les 40 M d'habitants alimentés en eau à 60, et les 17 M dotés de l'assainissement à 33.

A peu près sur le même plan se situe le problème des **transports urbains**. Comment imaginer l'agglomération parisienne sans le métro et ses trains de banlieue ?

C'est en 1968 que Sao Paulo, le premier, a entrepris sa première ligne de métro. Les banlieues les plus défavorisées sont à l'Est, mais cette 1^{re} ligne est Nord-Sud, elle dessert l'aéroport intérieur. Il y aura au total 4 lignes, 66 km, 68 stations. A Rio 67 km, 54 stations pour 3 lignes. D'ici 1985 peut-être.

A Sao Paulo 11 km ont été mis en service en 1974, gratuitement d'abord pour apprendre aux Paulistas à ne pas avoir peur des tourniquets-poinçonneurs de la RATP ni des accélérations et décélérations un peu excessives sur bogies hongrois. Avec le gabarit américain de 3 m, on compte sur 15 voyageurs/ml pour faire tenir 2 000 voyageurs dans des rames de 6 voitures, les stations ayant 136 m. La vitesse commerciale effective est 20 km/h. La section mise en service est surtout aérienne. Le viaduc en poutres indépendantes de 25 m et 1,80 m de hauteur, est très lourd — il a été dessiné par des ingénieurs allemands. La première ligne aura coûté (à peu près le prix du km Auber-Nation) 32 à 40 M \$/km. On pense que la deuxième coûtera 4 fois moins cher, surtout parce qu'elle longera en partie une voie ferrée existante. Depuis 1968, la Cie du métro de Sao Paulo a dépensé 580 M \$ (cf. RATP 350 M \$/an). Un chantier considérable est creusé à ciel ouvert à une profondeur de 30 m au pied de la cathédrale, dans la nappe phréatique, là où doit se faire le croisement principal. La 2^e ligne devait passer dessous. Finalement, elle passera dessus : il suffira de démolir 2 gratte-ciel.

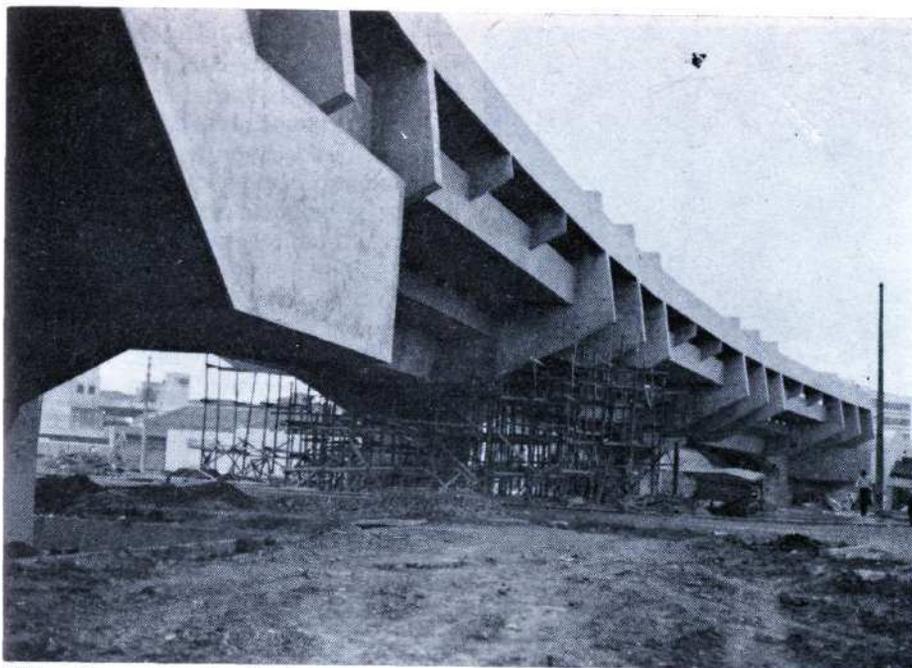
A Rio, de nombreuses rues sont éventrées dans le centre, à l'instar de Lyon ou de Marseille. Mais l'activité est apparemment ralentie par des difficultés de financement. De 1972 à 1974, la Cie du métro de Rio, qui a fait appel aux Français, a dépensé 130 M \$. Les 9 premiers km doivent coûter 300 M \$.

Il n'a pas été porté à notre connaissance d'autre projet de métro à lancer dans l'une des nombreuses villes millionnaires.

On pourrait considérer aussi la question des **aéroports** rejoints par l'urbanisation. C'est le cas de Santos-Dumont dont l'aérogare est à 600 m du centre ville de Rio, et de Congonhas qui, bien qu'à 9 km du centre de Sao Paulo, est environné de gratte-ciel à travers lesquels la route aérienne est étroite. Rio construit son aéroport international supersonique dans l'île du Gouverneur, à 22 km du centre, par comblement d'une baie marécageuse. L'aérogare circulaire sera mise en service en 1976.

Autre problème tout aussi aigu, les transports urbains.





Métro aérien en construction à Sao-Paulo - Une station.

A Sao Paulo l'aéroport international a dû être reporté, provisoirement du moins, à Viracopos près de Campinas, à une centaine de km du centre. Il a été décidé de construire une autoroute Nord qui le desservira, et dont les travaux doivent commencer en 1975 par les soins du même concessionnaire DERSA que l'autoroute de Santos.

Il faudrait enfin aborder l'éducation et la santé. Des cités universitaires très largement dimensionnées sont l'honneur de Brasilia et de Rio comme de Sao Paulo. A Rio elle est dans une île. L'enseignement supérieur compte 1 M d'étudiants. Il faudra construire pour en recevoir 700 000 de plus d'ici 1979. Quant aux investissements de la santé publique, de grandes réalisations exemplaires comme l'hôpital de 5 000 lits de Sao Paulo ne suffisent pas à pallier le très grand retard de cet équipement, pour lequel l'ingénierie française a été sollicitée.

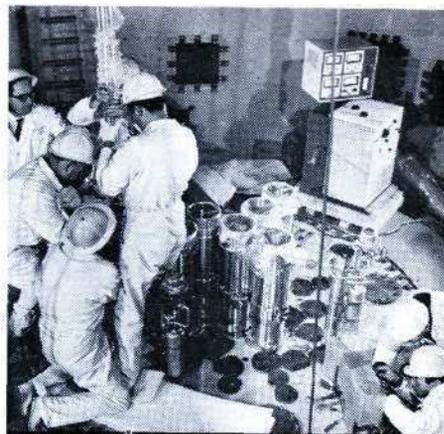
Conclusions

Au terme d'une revue trop rapide de cette métamorphose passionnante qui touche un pays grand comme

un continent, aux contrastes violents et à la population attachante, que dire en quelques mots qui ne soit un truisme ?

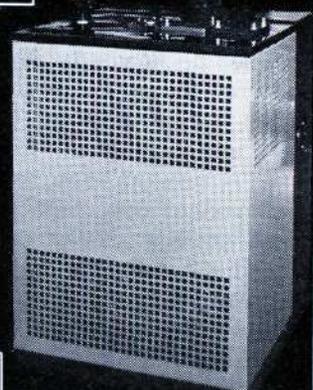
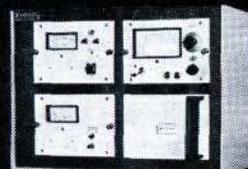
Ceci peut-être : après les Etats-Unis, l'Allemagne était traditionnellement le 2^e investisseur au Brésil. Elle a maintenant été doublée par le Japon. En tout cas les Japonais ont redécouvert le Brésil avant nous. Il n'est que de voir la pauvreté du béton que nous avons déposé sur le terrain affecté par Lucio Costa à notre ambassade de Brasilia pour comprendre que le cœur n'y était pas.

Pourtant nos ingénieurs sont présents, surtout en travaux publics et aménagements hydroélectriques. Et les Brésiliens de formation française sont restés très attachés à notre culture. C'est le moment de répéter à nos compatriotes les plus entreprenants et à leurs banquiers : le Brésil n'a pas le temps d'attendre.



**ALCATEL,
spécialiste du
vide et du
contrôle
d'étanchéité
dans
les industries
nucléaires.**

CIT
Alcatel



CIT - ALCATEL
Division Vide et Mécanique
41, rue Périer
92120 Montrouge - France
Tél. : (1) 657.11.06.
Télex : 270431 F

table ronde

les problèmes d'environnement dans la région Sud-Ouest

Depuis de nombreuses années, les Ingénieurs plus ou moins conscients des risques de détérioration irréversible de l'environnement, sont confiants dans leurs capacités d'améliorer la qualité de vie et de protéger le patrimoine naturel. Mais leur objectif privilégié est bien souvent lié au développement régional.

Le groupe régional Aquitaine-Poitou-Charentes de l'Association Professionnelle des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines a donc organisé une table ronde autour de la question : « Faut-il moins tenir compte des problèmes d'environnement dans les décisions de développement de la région Sud-Ouest que dans une région plus développée ? ».

La complexité des problèmes, la compétence des participants, leur excellente connaissance de la région, a conduit à une table ronde très riche en idées, où de nombreux problèmes ont été évoqués et de ce fait très difficile à résumer dans le court espace prévu dans cette revue.

Le thème de la table ronde

Dans le Sud-Ouest, on constate une certaine douceur de vivre ou plu-

tôt un art de vivre. Pour quelques-uns, cet art de vivre est lié à une certaine disponibilité due au sous-développement ; d'autres pensent qu'il introduit une certaine indolence et qu'il entraîne un sous-développement. Pour la majorité, au contraire, on peut viser un développement (mais lequel) tout en conservant, comme tout le monde s'est accordé pour le dire, l'art de vivre qui constitue, pour l'ensemble

de la région, une chance et un capital qu'il ne faut pas perdre.

Le développement agricole

Pour **M. Crépeau**, le sous-dévelop-

A cette table ronde animée par M. BENATTAR, Délégué Régional du P.C.M., assistaient :

MM. ANDRE	<i>Président de la SEPANSO.</i>
BERMAN	<i>Membre du P.C.M.</i>
CREPEAU	<i>Député-Maire de La Rochelle.</i>
DENAUROIS	<i>Président-Directeur Général des Etablissements SAINT-JOSEPH.</i>
GUY	<i>Président de la Société Poitevine de Protection de la Nature.</i>
JANIN	<i>Chargé d'Etudes au CETEGREF.</i>
MARBACH	<i>Directeur d'Etudes à l'OREAM.</i>
POUGET	<i>Membre du P.C.M.</i>
SALLE	<i>Délégué Régional à l'Environnement pour l'Aquitaine.</i>
SERISE	<i>Membre de la SEPANSO.</i>
VELUT	<i>Membre du P.C.M.</i>
SEPANSO	<i>Société d'Etudes pour la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest.</i>
CETEGREF	<i>Centre d'Etudes Techniques du Génie Rural des Eaux et Forêts.</i>
OREAM	<i>Organisation Régionale des Etudes d'Aménagement de l'Aire Métropolitaine de Bordeaux.</i>

pement a des causes historiques. En effet, le manque de minerais a empêché l'industrialisation d'une région qui a donc une vocation principalement agricole et accessoirement maritime. Du point de vue agricole, elle n'est pas sous-développée et même la région Aquitaine-Poitou-Charentes est une des plus riches sur ce plan par son Cognac, ses vins de Bordeaux, son élevage, son maïs et d'autres produits agricoles réputés. Pour **M. Guy**, il existe actuellement une politique dangereuse de monoculture car l'agriculture ainsi créée est trop fragile. La monoculture du maïs, bien qu'elle soit très rentable, constitue un danger pour l'environnement car, pour la facilité de l'exploitation, on crée des grandes surfaces et le remembrement entraîne l'arrachage des haies et une perturbation de l'équilibre écologique. D'une manière générale, dans le domaine de l'agriculture, **M. Janin** estime que les atteintes de l'environnement les plus courantes sont les pesticides, les insecticides et les éléments nutritifs. Cependant, faute de moyens technologiques et surtout faute de mesures, on n'a pas une connaissance suffisante sur tous les éléments du problème.

Une remarque intéressante a trait au dépeuplement des campagnes contre lequel on peut lutter en introduisant certaines formes de productions agricoles étalées sur toute une année, ce qui contribuerait à la modernisation de l'agriculture.

Le développement urbain

Sur le plan du développement urbain, le Sud-Ouest ne possède pas de très grosses villes. Seul le développement de Bordeaux a été jusqu'ici favorisé aux dépens du reste de l'Aquitaine. Les villes moyennes commencent à dresser la tête mais il existe un manque de petites villes. Il y a, selon **M. Salle**, toute une politique à mettre en œuvre à l'égard de ces agglomérations diverses, qu'elles soient métropoles, villes moyennes ou bourgs ruraux, pour leur conserver leur attrait tout en assurant un cer-



tain développement afin qu'elles soient des centres agréables à habiter.

Pour **M. Serise**, un des gros problèmes des villes concerne la circulation et les parkings. « On connaît la solution : supprimer cette circulation dans les villes. Malheureusement, les municipalités subissent la pression des commerçants du centre, lesquels pensent à priori que leur chiffre d'affaires baisserait alors ». Une deuxième remarque concerne l'organisation urbaine qui est dénaturée par les grands ensembles : les grands espaces qui les séparent, même s'ils sont plantés, sont des déserts. Or, une ville est avant tout un lieu de rencontre de la population où se côtoient les personnes âgées, les enfants, les adolescents.

Si on considère l'aspect financier, le problème d'urbanisation a, selon **M. Crépeau**, « entraîné les collectivités locales à contracter de très lourds emprunts, à s'endetter considérablement. Ce qui fait que leur marge de choix est maintenant extrêmement réduite. En effet, la collectivité dispose d'un budget dont une partie peut être utilisée pour le bien-être, pour faire de l'action culturelle, des équipements sportifs, des écoles, mais une partie est très largement absorbée par les réserves foncières qu'elle a dû faire et une bonne partie du budget a été engloutie. De plus, il y a des annuités d'emprunt correspondantes, des équipements primaires qui sont indispensables et, pratiquement, la collectivité ne dispose plus en fait des crédits qui seraient nécessaires pour

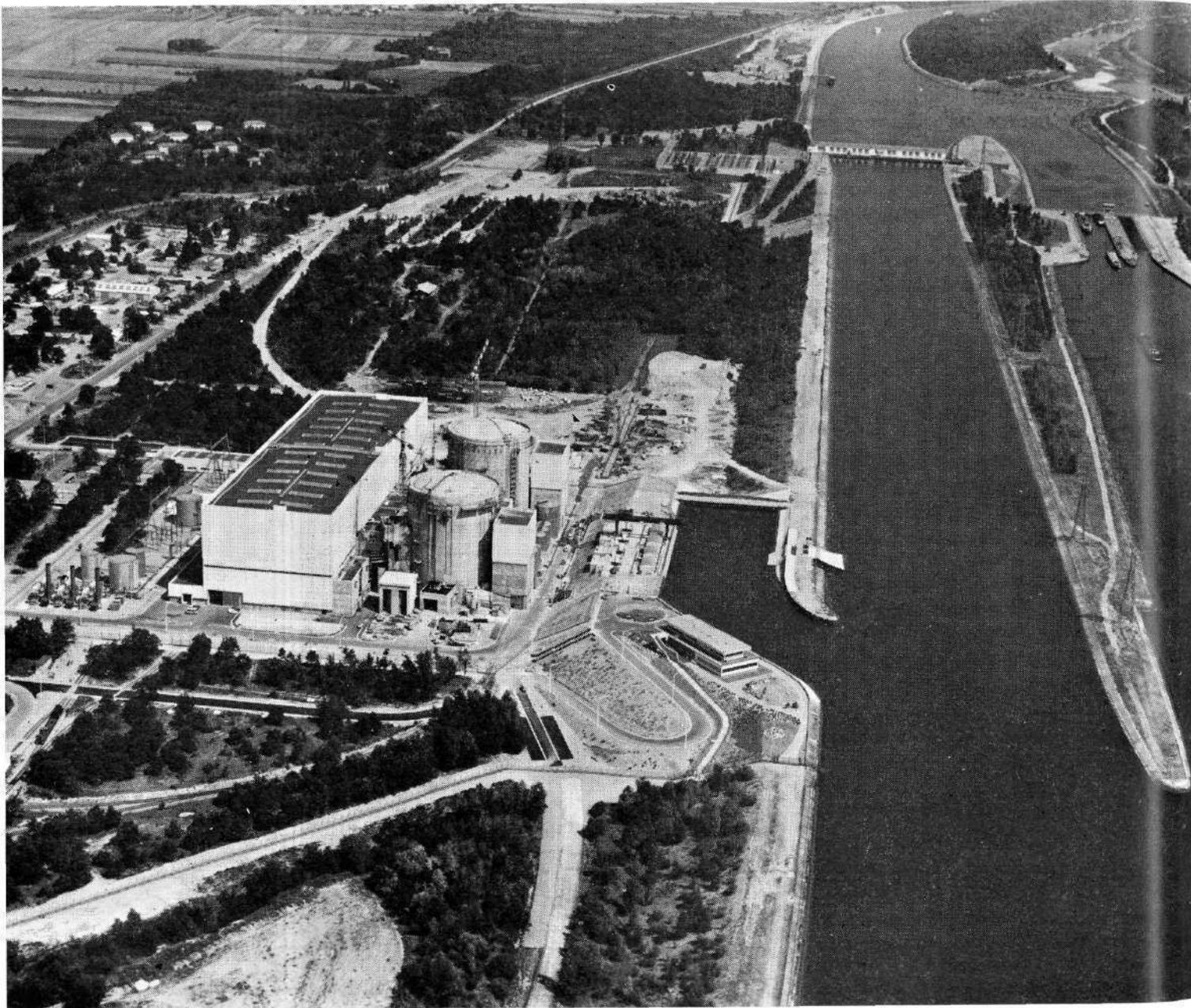
améliorer les conditions de vie des gens. C'est une chose qu'on voit dans les Z.U.P. : d'énormes sommes sont englouties dans les appartements collectifs d'intérêt immédiat ne sont pas réalisés ».

Toujours, selon **M. Crépeau**, « on a voulu satelliser les grandes villes, on a voulu créer des « silos à main-d'œuvre », chacun a voulu copier Paris. On revient un peu de cette politique actuellement, mais on a créé des situations qui sont vraiment inextricables. On aurait certainement pu travailler plus utilement pour assurer le développement et le maintien d'un certain art de vivre. On ne peut plus faire cela actuellement car on a tellement à dépenser pour les actions lancées qu'on n'a plus les moyens de faire face, sinon à titre expérimental, dans les opérations de rénovation urbaine ».

Le développement touristique

Au sujet du tourisme, **M. Marbach** fait remarquer que sur les côtes du Sud-Ouest, il présente actuellement des formes déprédatrices : le camping et les résidences secondaires, qui l'un et l'autre tendent à s'approprier les sites les plus vulnérables et les plus fragiles ».

D'autre part, **M. André** estime que le tourisme est polluant et il ne peut



Centrale nucléaire de Fessenheim (1 780 MW) en voie d'achèvement. Productibilité annuelle : 12 milliards de kw/h. Et centrale hydroélectrique (166 MW), en haut à droite, sur la photo. Productibilité annuelle : 1 milliard de kw/h.

(Photothèque E.D.F. - Cliché Michel Brigaud. Août 1975)

que concourir à la dégradation de la nature.

Cependant, **M. Pouget** met l'accent sur la difficulté qu'il y a à réaliser des équipements collectifs anti-pollution dans des régions touristiques du fait de l'importance de la pointe et de sa durée limitée dans le temps, qui obligent les collectivités à posséder soit un équipement insuffisant pendant la saison touristique, soit surdimensionné pendant les dix mois de l'année hors saison. Il pense que si ce problème pouvait être résolu au niveau national, la pollution touristique pourrait être quasiment annulée ou ramenée au niveau d'une population sédentaire. C'est un problème d'investissement.

La solution consisterait-elle à éparpiller les touristes sur une surface très grande de façon à ce que la pollution par unité de surface soit la plus faible possible ? Ainsi par exemple, le tourisme rural pourrait, selon **M. Salle**, contribuer à diminuer la pression sur le littoral. Pour **M. André**, au contraire, « la pollution esthétique détruit le cadre naturel et nuit à la douceur de vivre. Il faut faire une politique d'aménagement raisonnable. Il faut d'abord fixer un plafond d'expansion touristique, il faut s'y tenir et ensuite il faut des architectes, des urbanistes qui puissent, autant que possible, harmoniser l'architecture avec la région. Mais il faut une antidote à la politique d'aménagement, c'est-à-dire qu'à côté des zones aménagées, il faut développer des zones protégées strictement (sans dérogation). Ainsi il conviendrait de concentrer le tourisme dans des régions artificialisées par l'aménagement avec toutes les garanties de la lutte contre les pollutions, y compris la pollution esthétique ».

Le développement industriel

Le Sud-Ouest ne possède ni houille, ni minerai et a donc été tenu à l'écart du développement basé sur ces matières premières. Il a ainsi évité les nuisances qui ont accompagné ce développement.

En effet, toute industrie a une image de marque polluante mais, selon **M. Berman**, la pollution domestique peut être supérieure à celle provenant de l'industrie. **M. Janin** fait remarquer que ce sont des problèmes de pollution dite légère (papeteries, émissaire de la Salie, industries textiles...) qui sont actuellement constatés en Aquitaine. « On veut faire une distinction entre pollution lourde et légère, on va vers une impasse parce que finalement, cela reviendra à faire qu'on acceptera un compromis. Or, ce qu'il faut savoir c'est quels sont les nouveaux critères que l'on va se fixer. On parle maintenant de pollution par rapport à un certain mode de vie industrielle qui n'en tenait pas compte ou qui n'en a pas tenu compte sur le plan social et qui a été obligé de le faire parce que chacun est gêné, qu'il se sent menacé dans sa vie. Mais cette menace n'est pas insoluble ; les études n'ont pas toutes été faites ».

M. Berman, quant à lui, fait la distinction entre la pollution physique, réelle, dangereuse à forte teneur pouvant provenir de causes naturelles ou humaines et la pollution psychologique dont l'exemple peut être donné par des papiers gras sur les pelouses. Souvent on considère comme solution d'enterrer les papiers gras ; en fait, on fait disparaître l'aspect psychologique esthétique, mais en accentuant l'aspect physique, surtout à long terme. Il faut faire très attention à ne pas ainsi inverser des situations actuellement peu dangereuses.

Par contre, le problème des contraintes réglementaires se pose lorsqu'un industriel a le choix de venir s'implanter en France, dans le Sud-Ouest ou en Espagne. Que les produits viennent du Japon, de Mauritanie ou d'ailleurs, cela revêt une importance assez faible du point de vue du coût de transport. Par contre, la différence résultant d'un fort abattement de pollution imposé à l'industriel en France ou un faible abattement en Espagne, peut dicter des choix au détriment de la France. Il faudrait donc, dans ce domaine, une législation internationale.

Pour **M. Velut**, il existe également un problème d'objectif. Faut-il refuser systématiquement toute activité pol-

luante ou faut-il obliger l'industriel qui désire s'implanter à limiter sa pollution ?

M. Pouget pense qu'il faut accepter un certain niveau de pollution raisonnable si on veut une industrialisation et ne pas se retrouver dans un désert.

Les choix fondamentaux qui dictent l'implantation d'une industrie lourde (au Verdon par exemple) sont politiques, selon **M. Guy**. Ce sont les élus qui doivent posséder le pouvoir de décision, à condition que les problèmes soient très clairement posés et que l'on sache bien à quel niveau il faut qu'ils soient tranchés. Si les élus n'ont pas les éléments de choix, ils ne peuvent juger. C'est aux techniciens de donner ces éléments de choix et il faut surtout que les conséquences de cette implantation pour la région soient objectivement analysées et que des mesures d'accompagnement soient prises ». Par contre, selon **M. Velut**, « la zone du Verdon, a été un choix national au moment où la décision a été prise. Mais cela a un intérêt régional fondamental et si la région n'en voulait pas, cela ne se ferait pas ».

M. Denauois souligne que « le problème majeur de toute la région est l'exode de la population. Ce qu'il faut c'est, avec une dépense de capital la plus faible possible, implanter des industries qui donnent le plus grand nombre d'emplois partout. Dans ces conditions, il est évident que : ce n'est pas l'industrie lourde, mais forcément l'industrie légère qui assurera ce rôle ». De plus, cette industrie n'est pas polluante.

Pour **M. Berman**, si le fait de mettre des industries légères en Aquitaine résoud effectivement le problème de main-d'œuvre, il ne faut pas oublier que ces industries légères ont besoin de produits semi-finis pour les alimenter.

M. Marbach fait remarquer que la question du choix entre industries lourdes et activités légères pour l'avenir de l'Aquitaine a effectivement été posée. « La première hypothèse consistait à mettre l'accent sur l'implantation d'industries lourdes qui, peu à peu, entraîneraient la création d'une série d'industries plus légères

se situant à l'aval du processus industriel.

La seconde hypothèse consistait à obtenir au coup par coup la création de nouveaux établissements industriels de fabrication très élaborée (électronique...) puis de compléter et de renforcer le tissu industriel par la recherche de nouveaux sous-traitants, de prestations de service, etc...

Tant au niveau régional que sur le plan national et compte tenu des incertitudes techniques et économiques (relations avec les pays producteurs) il est apparu qu'on ne pouvait pas retenir une des deux filières en éliminant l'autre. Aussi a-t-on essayé d'une part de rechercher au maximum les compatibilités et les actions communes aux deux voies et d'autre part de mettre en place les écrans, les barrières nécessaires pour éviter les pollutions ».

M. Crépeau souligne que « dans le développement économique de cette région, le progrès consiste à passer au secteur secondaire puis au tertiaire, qui sont beaucoup plus compatibles avec le tourisme, avec la sauve-

garde du paysage et du genre de vie. C'est un problème de qualité. Plus une industrie est élaborée, plus elle est convenable pour une région comme la nôtre. C'est peut-être une chance d'avoir échappé à la révolution industrielle basée sur la houille, sur le minéral. C'est une chance qui n'est pas incompatible avec le développement de notre région. D'autre part, ces problèmes sont globaux et il faut les voir avec l'esprit régional et les poser en termes de complémentarité plutôt qu'en termes de concurrence ».

Développement régional

Pour **M. André**, on doit se tenir avec beaucoup de sévérité et de fermeté à un certain plan d'aménagement qui doit faire la part de l'économie et de la nature mais il y a de très grandes difficultés dans l'application de cette politique parce toutes les collectivités se heurtent à des impératifs économiques et ont tendance à négliger la protection de l'environnement.

Si on considère le problème de spécialisation des zones, il y a, selon **M. Berman**, deux principes opposés : « est-ce qu'on spécialise, et chacun fera alors ce pourquoi il est le mieux adapté ? Ou, au contraire, est-ce qu'on essaie de faire des économies vivantes chacune en autarcie ? ». Par exemple, dans la région Aquitaine, est-ce que le canton de Blaye et le canton de Mont-de-Marsan peuvent vivre en très grande partie indépendamment ? C'est un nouveau problème politique : faut-il le juger en fonction de ce qui est le plus intéressant pour l'ensemble de la région, de la nation, ou même au niveau international ? ».

Conclusion

Malgré la difficulté à conclure une telle table ronde, tout le monde s'accorde à dire que la région Sud-Ouest est une région privilégiée, « un jardin » où on doit tenir compte, plus que pour toute autre région, des contraintes d'environnement.

**votre meilleure
défense
contre la neige
et le verglas**

**le SEL
NaCl**

plus de chaussées glissantes...

plus économique, plus simple, plus sûr !

Pour tous renseignements :

ASSELVIA 53, rue des Mathurins 75008 PARIS • Tél. : 265.95.70

ORDRE NATIONAL DE LA LEGION D'HONNEUR

Est nommé au grade d'Officier :
Henri Briquel, I.G.P.C.

Sont nommés au grade de Chevalier : **Robert Faure**, I.C.P.C., **Jean Tute-nuit**, I.C.P.C.

PROMOTIONS

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées dont les noms suivent sont promus ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées :

Boris Catoire.
Michel Affholder.
Michel Schwartz.
Georges Dobias.

(photo OROP)



Georges Dobias

Marcel Boulin.
Pierre Chassande.
Bruno Grange.
Claude Pradon.
Guy Laval.
René Pelat.
Hubert Roux.

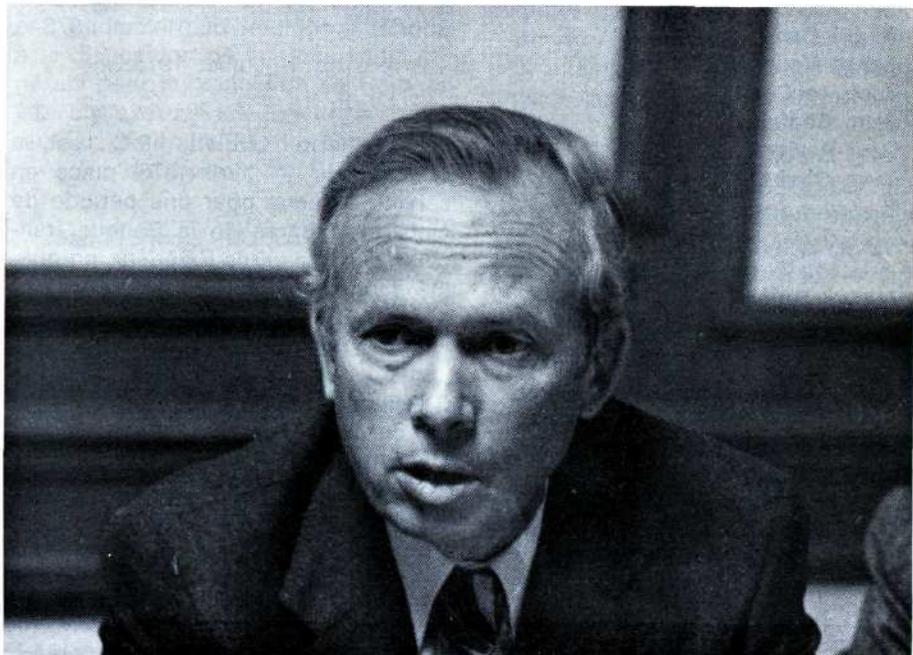
Philippe Léger.
Jacques Lagardère.
Claude Kornblum.
Jean-Marie Moreau de Saint-Martin.
Antoine Césari.
Jean-Louis Lascar.
Alexandre Ossadzow.

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 :

Roos René, 1^{er} mai 1975.
Sireyjol Pierre, 12 mai 1975.
Leclercq Robert, 12 mai 1975.
Giraudet Pierre, 12 mai 1975.
Micaud Henri, 12 mai 1975.
Teule Eugène, 26 mai 1975.
Boeuf Robert, 15 juin 1975.
Dreyfous-Ducas Daniel, 15 juin 1975.
Roy Maurice, 15 juin 1975.
Le Meur Guy, 17 juin 1975.
Aigrot Adolphe, 17 juin 1975.
Perret Raymond, 17 juin 1975.
Ponton André, 29 juin 1975.
Girault Pierre, 29 juin 1975.
Parteau Jean, 7 août 1975.
Arquie Georges, 8 août 1975.

Pierre Giraudet

(photo OROP)



René Roos

(photo OROP)

NOMINATIONS

Jacques Dubois, I.C.P.C., est nommé Directeur du Port autonome du Havre, en remplacement de **P. Bastard**, appelé à d'autres fonctions.
Arrêté du 3 juin 1975.

Georges Saury, I.P.C., chef du G.E.P. à la D.D.E. du Finistère, est à compter du 1^{er} juillet, nommé chargé de mission auprès du Directeur de la D.D.E. du Finistère.

Arrêté du 9 juin 1975.

Nourredine Benmehel, I.C.P.C., à la D.D.E. de Meurthe-et-Moselle, est, à compter du 1^{er} juillet, nommé adjoint au Directeur de la D.D.E. des Yvelines.

Arrêté du 11 juin 1975.

Louis Jarrot, I.C.P.C., chargé de mission auprès du Directeur de la D.D.E. de l'Orne, est, à compter du 2 août, nommé Directeur de la D.D.E. de l'Orne.

Arrêté du 1^{er} juillet 1975.

Les Ingénieurs en chef du Corps autonome des Travaux Publics, dont les noms suivent, sont intégrés, à compter du 12 mars 1975 dans le Corps des Ingénieurs des Ponts et Chaussées :

Raymond Marcuard, I.C.P.C.

Jean Paulin, I.P.C.

Arrêté du 16 juin 1975.

Les Ingénieurs divisionnaires des Travaux Publics de l'Etat dont les noms suivent sont titularisés Ingénieurs des Ponts et Chaussées :

André Canoville.

Serge Vallemont.

Jacques Cotel.

Jean Chatelus.

Paul Ravier.

Yves Chabrol.

Arrêté du 26 juin 1975.

Michel Bruère, I.P.C. à la D.D.E. du Var, est, à compter du 1^{er} août, nommé adjoint au Directeur de la D.D.E. du Var.

Arrêté du 8 juillet 1975.

Pierre Defosse, I.C.P.C., adjoint au Directeur de la D.D.E. de l'Oise, est, à compter du 1^{er} septembre, nommé Directeur de la D.D.E. de Loir-et-Cher.

Arrêté du 24 juillet 1975.

Marius Belmain, I.C.P.C., Directeur de la D.D.E. du Loir-et-Cher, est, à compter du 18 août 1975, nommé Directeur de la D.D.E. du Pas-de-Calais.

Arrêté du 24 juillet 1975.

Michel Bernard, I.C.P.C., Directeur de la division urbanisme opérationnel et logement au service régional de l'Équipement de la région parisienne, est, à compter du 1^{er} août, nommé Directeur de la D.D.E. d'Ille-et-Vilaine.

Arrêté du 24 juillet 1975.

Georges Périsset, I.P.C., adjoint au Directeur de la D.D.E. du Val d'Oise, est, à compter du 16 septembre, nommé Directeur de la D.D.E. de l'Aveyron.

Arrêté du 7 août 1975.

Raymond Hudry, I.P.C., directeur de la D.D.E. de la Haute-Saône, est, à compter du 1^{er} novembre, nommé Directeur de la D.D.E. du Doubs.

Arrêté du 7 août 1975.

DECISIONS

Henri Briquel, I.G.P.C., est chargé de la mission d'Inspection générale des services extérieurs de l'Équipement, au titre des activités qu'ils exercent pour le compte du Ministère de la Qualité de la Vie (Jeunesse et Sports) à compter du 1^{er} mai 1975.

Arrêté du 1^{er} juillet 1975.

Jean-Pierre Tardieu, I.P.C., est, à compter du 1^{er} avril 1975, placé en service détaché pour une période de cinq ans, auprès de la Banque française du Commerce Extérieur, en qualité d'ingénieur conseil.

Arrêté du 3 juillet 1975.

Philippe Léger, I.P.C., est, à compter du 15 février 1975, placé en service détaché, pour une période de trois ans, auprès du bureau central d'études pour les équipements d'outre-mer, en qualité de directeur d'une mission d'assistance technique en Iran.

Arrêté du 3 juillet 1975.

Jean-Loup Charrier, I.P.C., mis à la disposition de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne, est, à compter du 7 juillet 1975, réintégré et affecté au service régional de l'Équipement de la région parisienne pour y être chargé du groupe D de la division des études et programmes.

Arrêté du 15 juillet 1975.

Jacques Lecornu, I.P.C., à la D.D.E. de la Seine-Maritime, est, à compter du 16 juillet 1975, mis à la disposition de la Compagnie nationale du Rhône en vue d'y exercer les fonctions de son grade.

Arrêté du 15 juillet 1975.

Dominique Tessier, I.P.C., à l'Institut de recherche des transports, est, à compter du 1^{er} septembre, affecté à l'administration centrale — direction du bâtiment, des travaux publics et de la conjoncture : service de la statistique et des études économiques.

Arrêté du 21 juillet 1975.

Roger Teyssandier, I.P.C., à la D.D.E. de la Seine-Saint-Denis, est, à compter du 1^{er} octobre 1975, placé en service détaché auprès de la Préfecture de Paris pour une période de cinq ans, en vue d'occuper un emploi d'ingénieur en chef à la direction de la voirie.

Arrêté du 23 juillet 1975.

Yves Cousquer, I.P.C., à la D.D.E. des Bouches-du-Rhône, est, à compter du 1^{er} août 1975, mis à la disposition du Port autonome de Marseille.

Arrêté du 23 juillet 1975.

Philippe Fleury, I.P.C., à la D.D.E. de l'Essonne, est, à compter du 1^{er} mai, mis à la disposition du Ministère de l'Économie et des Finances, pour y être chargé des fonctions de sous-directeur à la direction de la prévision.

Arrêté du 23 juillet 1975.

Yves Huet, I.P.C., directeur de la D.D.E. d'Ille-et-Vilaine, est, à compter du 1^{er} août 1975, réintégré dans son corps d'origine et affecté à l'inspection générale de l'Équipement.

Arrêté du 24 juillet 1975.

Armand Toubol, I.P.C., est, à compter du 1^{er} avril 1975, placé en service détaché, pour une période de cinq ans, auprès du port autonome de Dunkerque.

Arrêté du 25 juillet 1975.

Bernard Chenevez, I.P.C., à la D.D.E. des Hautes-Alpes, est, à compter du 1^{er} octobre, mis à la disposition de l'Office central des chemins de fer d'outre-mer (Office du chemin de fer transgabonnais - O.C.T.R.A.).

Arrêté du 16 juillet 1975.

Richard Cabane, I.P.C., en service détaché auprès de la Société nationale d'étude et de construction de moteurs d'aviation (SNECMA) est, à compter du 1^{er} juillet, réintégré dans son administration et mis à la disposition de la société « Sochata SNECMA ».

Arrêté du 16 juillet 1975.

Raymond Petitcolin, I.P.C., en service détaché auprès du Ministère de la Coopération, est, à compter du 9 juillet, réintégré dans son administration d'origine et mis à la disposition de l'Office central des chemins de fer d'outre-mer (O.C.T.R.A.), office du chemin de fer transgabonnais.

Arrêté du 16 juillet 1975.

Henri Defoug, I.P.C., en service détaché auprès de l'Agence financière de bassin Artois-Picardie est, à compter du 1^{er} octobre, réintégré dans son administration d'origine et nommé chargé de mission auprès du chef du service régional de l'Équipement Bourgoigne.

Arrêté du 16 juillet 1975.

François Malhomme, I.P.C., est, à compter du 1^{er} janvier 1975, placé en service détaché, pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable, auprès de la ville d'Angers en qualité de Directeur général des services techniques.

Arrêté du 29 juillet 1975.

Jean Gaudel, I.G.P.C., mis à la disposition du Ministère de l'Intérieur, est à compter du 8 août 1975, réintégré dans son administration d'origine et chargé de la 22^e circonscription territoriale d'inspection générale des services extérieurs de l'Équipement.

Arrêté du 5 août 1975.

Christian Gérondeau, I.P.C., est, à compter du 18 mars 1975, maintenu en service détaché, pour une période de cinq ans, auprès du Ministère de l'Intérieur en qualité de directeur du service national de la Protection civile.

Arrêté du 6 août 1975.

François Lépine, I.P.C., en position de disponibilité auprès de la Société « Le Joint Français », est maintenu à compter du 15 juillet 1975 dans cette position auprès de la même société en qualité de directeur de l'usine de Saint-Brieuc pour une période de trois ans.

Arrêté du 7 août 1975.

Yann Briancourt, I.P.C., est placé à compter du 1^{er} avril 1975, en position de disponibilité, pour une période de trois ans, en vue d'exercer les fonctions d'expert consultant auprès de la Société d'études techniques et économique internationale.

Arrêté du 7 août 1975.

Pierre Saintier, I.P.C., est réintégré dans son administration d'origine le 1^{er} septembre 1975, et placé en position de disponibilité pour une période de trois ans, auprès de la Société « Sogelerg », en vue d'y exercer les fonctions de directeur du département travaux publics.

Arrêté du 13 août 1975.

Claude Meistermann, I.P.C., au service de la navigation de Strasbourg, est, à compter du 1^{er} octobre 1975, mis à la disposition de la Compagnie générale pour la navigation du Rhin, en vue d'y exercer les fonctions de directeur général adjoint.

Arrêté du 21 août 1975.

Jean-François Maquet, I.P.C., en service détaché auprès du port autonome de Nantes - Saint-Nazaire, est à compter du 1^{er} juillet 1975, réintégré dans son Corps d'origine et mis à la disposition du port autonome du Havre en vue d'y exercer les fonctions de directeur des travaux.

Arrêté du 21 août 1975.

Christian Brossard, I.P.C., au service technique des Phares et Balises, est, à compter du 15 juillet 1975, mis à la disposition du port autonome de Nantes - Saint-Nazaire, en vue d'y

exercer les fonctions de chef du service des accès.

Arrêté du 21 août 1975.

Paul Pousset, I.P.C., en congé, est, à compter du 19 juin 1975, réintégré dans son corps d'origine et réaffecté à la D.D.E. du Rhône.

Arrêté du 27 août 1975.

André Laure, I.G.P.C., chef du service régional de l'Équipement de la région parisienne, est, à compter du 1^{er} septembre 1975, mis à la disposition de l'Union des Assurances de Paris, en vue d'y exercer les fonctions de conseiller du Président pour les problèmes immobiliers.

Arrêté du 29 août 1975.

RETRAITES

Charles Noël, I.G.P.C., en service détaché, est réintégré dans son administration d'origine et admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 1^{er} juillet 1975.

André Charpentier, I.C.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 14 août 1975.

Pierre Menez, I.C.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 1^{er} juillet 1975.

Albert Morin, I.C.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 1^{er} juillet 1975.

Jean Fertin, I.C.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 2 août 1975.

Dimitri Cavassilas, I.C.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 1^{er} octobre 1975.

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées, en position de disponibilité, dont les noms suivent, sont réintégré dans leur administration d'origine et admis à faire valoir leurs droits à la retraite :

Maurice Cancelloni, I.C.P.C.

Paul Clos, I.C.P.C.

Jean-Paul Camblain, I.P.C.

Jacques Montagne, I.P.C.

Pierre Antoniotti, I.P.C.

Fernand Ramel, I.G.P.C., chef du centre d'études des tunnels à la D.D.E. du Rhône, est, à compter du 3 novembre, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Arrêté du 30 juin 1975.

Jean Dutilleul, I.G.P.C., chargé de mission permanente d'inspection du service d'études techniques des routes et autoroutes, est, à compter du 23 novembre, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Arrêté du 30 juin 1975.

André Ratte, I.C.P.C., Directeur de la D.D.E. de la Mayenne, est, à compter du 20 janvier 1976, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Arrêté du 20 août 1975.

Jean-Claude Aron, I.C.P.C., est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 6 novembre 1975.

Arrêté du 3 juillet 1975.

DEMISSIONS

Les démissions de **MM. Auguste Arsac, Jean-Louis Durand et Yves Launay**, Ingénieurs des Ponts et Chaussées, en position de disponibilité, sont acceptées.

Décret du 2 mai 1975.

La démission de **Michel Gauthier**, I.P.C., en position de disponibilité, est acceptée.

Décret du 27 mai 1975.

MUTATIONS

Patrice Raulin, I.P.C. à la D.D.E. de la Loire-Atlantique, est, à compter du 1^{er} août, muté à la D.D.E. des Alpes-Maritimes, pour y être chargé de l'arrondissement économie, organisation et coordination des transports.

Arrêté du 30 mai 1975.

Gabriel Dupont de Dinechin, I.P.C. à la D.D.E. de la Moselle, est, à compter du 1^{er} juin, muté à la D.D.E. du Rhône en qualité d'adjoint au directeur.

Arrêté du 11 juin 1975.

André Rème, I.P.C. à la D.D.E. de l'Ardèche, est, à compter du 1^{er} juillet, muté à la D.D.E. de Saône-et-Loire en qualité d'adjoint au directeur.

Arrêté du 20 juin 1975.

Pierre Quercy, I.P.C. à la D.D.E. de la Seine-Maritime, est, à compter du

1^{er} juillet, muté à l'administration centrale — direction de la construction — secrétariat permanent du Plan-Construction.

Arrêté du 26 juin 1975.

Michel Legreneur, I.P.C., au service d'études techniques des routes et autoroutes, est, à compter du 1^{er} juillet, muté à la D.D.E. de Charente-Maritime en qualité de chef de la branche « Infrastructures ».

Arrêté du 26 juin 1975.

Guy Benattar, I.P.C. au C.E.T.E. de Bordeaux, est, à compter du 1^{er} juillet, muté à l'administration centrale en qualité de chargé de mission auprès du chef des affaires économiques et internationales.

Arrêté du 26 juin.

Alain Maugard, I.P.C., à la D.D.E. des Hauts-de-Seine, est, à compter du 1^{er} juillet, muté à la D.D.E. de Meurthe-et-Moselle en qualité de chargé de mission auprès du directeur.

Arrêté du 30 juin 1975.

Bruno Fargette, I.P.C., à la direction de l'Aménagement foncier et de l'Urbanisme, est, à compter du 1^{er} août, muté à la D.D.E. des Hauts-de-Seine, pour être affecté au groupe U.O.C.

Arrêté du 8 juillet 1975.

François Hanus, I.P.C., à la D.D.E. du Vaucluse, est, à compter du 1^{er} août, muté à la D.D.E. de la Seine-Maritime, pour y être chargé de l'arrondissement du Havre.

Arrêté du 15 juillet 1975.

Jacques Guellec, I.P.C., chef de la branche U.O.C. à la D.D.E. de l'Essonne, est, à compter du 1^{er} juillet 1975, chef de la branche « Infrastructures » à la même D.D.E.

Arrêté du 15 juillet 1975.

Claude Bois, I.P.C., à la D.D.E. du Calvados, est, à compter du 1^{er} septembre, muté au laboratoire central des Ponts et Chaussées, département structures ouvrages d'art.

Arrêté du 15 juillet 1975.

Gérard Lemonnier, I.P.C., à la D.D.E. de la Savoie, est, à compter du 1^{er} septembre, muté à la D.D.E. du Vaucluse

pour y être chargé de l'arrondissement fonctionnel.

Arrêté du 15 juillet 1975.

Serge Dutruy, I.P.C., à la D.D.E. de la Savoie, est muté à la D.D.E. de la Réunion en qualité de chef de la branche « Infrastructures ».

Arrêté du 16 juillet 1975.

Henri Bachellier, I.P.C., à la D.D.E. de l'Yonne, est, à compter du 1^{er} septembre, muté au service régional de l'Équipement « Bourgogne » en qualité de chargé de mission auprès du chef de service.

Arrêté du 16 juillet 1975.

Raphaël Slama, I.P.C., à la D.D.E. du Val-d'Oise, est, à compter du 1^{er} août, muté à la D.D.E. de l'Essonne, en qualité de chef de la branche urbanisme opérationnel et construction.

Arrêté du 29 juillet 1975.

Jacques Sicherman, I.P.C., à la D.D.E. du Loir-et-Cher, est, à compter du 1^{er} septembre, muté à la D.D.E. du Calvados pour y être chargé de l'arrondissement tracés neufs routiers et auto-routiers.

Arrêté du 29 juillet 1975.

Jean-Paul Gourmelon, I.P.C., au Laboratoire central des Ponts et Chaussées à Paris, est, à compter du 15 septembre, muté au Laboratoire central des Ponts et Chaussées à Nantes.

Arrêté du 22 août 1975.

Maurice Pruvost, I.P.C., chef du département « mathématiques » à l'École Nationale des Travaux Publics de l'État, est, à compter du 1^{er} juillet, muté de la résidence administrative de Paris à celle de Vaux-en-Velin (Rhône).

Arrêté du 29 août 1975.

Bernard Saint-André, I.P.C., à la D.D.E. de la Corse, est, à compter du 15 octobre, muté à la D.D.E. du Var pour y être chargé de l'arrondissement opérationnel sud.

Arrêté du 29 août 1975.

nécrologie

Henri Dauvergne, Ingénieur général des Mines, commandeur de la Légion d'Honneur, s'est éteint le 6 juin 1975.

Il était le seul Ingénieur de nos Corps à avoir été par deux fois Président du P.C.M.

Reçu en 1914 dans le Corps des Mines, il est mobilisé dès le mois d'août de la même année. Blessé en 1916, il est décoré de la Croix de guerre. C'est seulement après une coupure de cinq années qu'il commence sa carrière d'ingénieur des Mines à Douai, puis à Caen.

Il sera promu ingénieur en chef en 1928.

C'est le 19 janvier 1936 qu'il est appelé à la présidence du P.C.M., qu'il conservera jusqu'au 8 juillet 1945, puisque, fait unique dans les annales de l'Association, il est élu une seconde fois président.



Henri Dauvergne (photo France)

Ingénieur général, il revient à la Direction des Mines pour constituer une des bases du jeune ministère de la Production industrielle. Il se voit alors confier le service du Charbon, dont l'importance est capitale en pleine période de relèvement de l'économie après l'occupation de notre pays.

Entré au conseil général des Mines en 1941, il assume à la fois les fonctions de haute administration et de conseil.

En 1963, le ministre de l'Industrie remettait à notre camarade Henri Dauvergne la cravate de commandeur de la Légion d'Honneur en prononçant ces paroles : « Nulle distinction ne pouvait être plus méritée, Monsieur l'Ingénieur Général, que celle que le Gouvernement vient de vous conférer au soir d'une éminente carrière. Vous me permettez d'exprimer aussi ma gratitude personnelle pour les services que vous avez rendus à l'Administration, et sachant que pour vous, la retraite ne saurait signifier le repos, de former le vœu que vous apportiez encore longtemps au Pays le concours de votre intelligence et de votre dévouement ».

informations informations informations informations



L'AUTOMATISATION DU PEAGE « CROUZET »

La Société CROUZET développe actuellement deux types de distributeurs automatiques de titres de transport destinés à rationaliser la vente dans les réseaux de transports urbains.

Un premier appareil, de type SOL, destiné essentiellement à la vente de carnets aux habitués du réseau, s'installe aux arrêts principaux. Il accroît sensiblement le service rendu à la clientèle et simplifie l'exploitation.

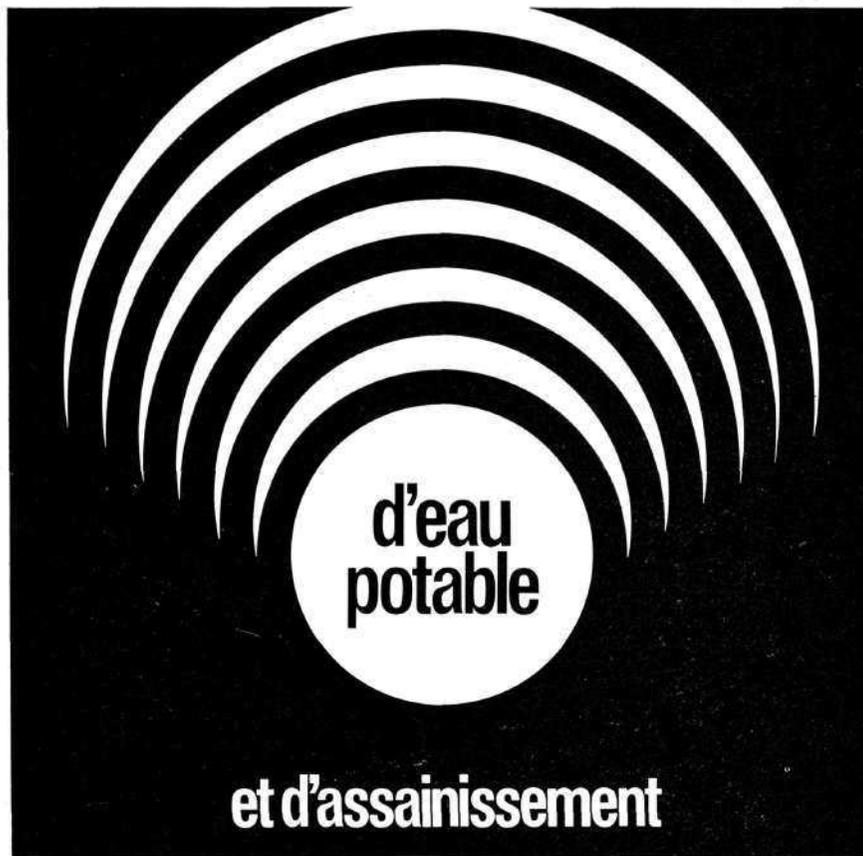
Un deuxième appareil, de type EM-BARQUE, est affecté à la vente du ticket au détail à bord du véhicule, aux voyageurs occasionnels du réseau. Il accélère la marche du véhicule par diminution du temps aux arrêts et simplifie le travail de l'agent unique.

Ces deux appareils ont été présentés aux visiteurs de TRANSPORT-EXPO à PARIS en avril dernier, ainsi qu'aux Congressistes de l'U.I.T.P. en mai 1975, à NICE.

L'accueil reçu est favorable, car la standardisation obtenue par « CROUZET », avec l'étroite collaboration des réseaux eux-mêmes, permet une industrialisation rationnelle des fabrications, c'est-à-dire des coûts attractifs et une mise au point parfaite des appareils.

CROUZET
B.P. 1014
26010 VALENCE
Tél. : (75) 42.91.44

GESTION DE SERVICES DE DISTRIBUTION



C^{ie} DES EAUX ET DE L'OZONE, 4, RUE DU G^{al} FOY, 75008 PARIS

Entreprise GAGNERAUD Père et Fils

S.A. au Capital de 30 000 000 F

Fondée en 1886

7 et 9, rue Auguste-Maquet, **PARIS (16^e)**

Tél. : 288.07.76 et la suite

TRAVAUX PUBLICS - TERRASSEMENTS - BÉTON ARMÉ
BATIMENT - CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES - VIABILITE
ASSAINISSEMENT - TRAVAUX SOUTERRAINS - CARRIÈRES
BALLAST - PRODUITS ROUTIERS - ROUTES - ENROBÉS



PARIS (Seine)

MARSEILLE, FOS-SUR-MER (Bouches-du-Rhône)

VALENCIENNES, DENAIN, MAUBEUGE, DUNKERQUE (Nord)

LE HAVRE (Seine-Maritime) - **MANTES** (Yvelines)

RÉPERTOIRE DÉPARTEMENTAL DES ENTREPRISES

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

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

01 AIN

Concessionnaire des planchers
et panneaux dalles « ROP »

Les Préfabrications 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
Télex : ROUTMIDI 43221
Tél. : (92) 51-03-86

13 BOUCHES-DU-RHONE

**SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE T.P.
FOUGEROLLE - SNCT**

S.A. CAPITAL 61.101.400 F

Siège : 3, avenue Morane-Saunier
VELIZY-VILLACOUBLAY

Agence de Marseille : 154, av. Jules-Cantini
13006 MARSEILLE
Téléphone : 77.04.20 TELEX : 44.840

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**

Tous travaux routiers

Zone Industrielle - 13290 LES MILLES
Tél. : (91) 26.14.39
Télex : ROUTMIDI 41702

**ENTREPRISE DE MAÇONNERIE
PHILIPPE SCHIANO**

Immeuble Méditerranée

Avenue de la Viguierie - 13260 CASSIS
Tél. 01.77.00

20 CORSE

**ENTREPRISE DE
TRAVAUX PUBLICS ET BATIMENTS
RABISSONI s.a.**

Société anonyme au capital de 100.000 France
Gare de Mezzana - Plaine de Perli
20000 SARROLA-CARCOPINO

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

Ponte-Bonello par AJACCIO

Tél. 27.80.20 Ajaccio

Vente d'agrégats et matériaux de viabilité
Tous travaux publics et Bâtiment

21 COTE-D'OR

LES AGGLOMÉRÉS DE L'EST

21-SAINT-JEAN-DE-LOSNE

Tuyaux en béton - Préfabrication - Tous
produits moulés - Bordures de trottoirs
Viabilité - Signalisation -
Tous les produits V.R.D. - Dalles - Clôtures

26 DROME

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**

Tous travaux routiers

Route de Mours
26101 ROMANS - B.P. 9
Télex : ROUTMIDI 45703
Tél. : (75) 02-22-20

38 ISÈRE

— CHAUX VIVE
— CHAUX ÉTEINTE
— CHAUX 50/80 % Ch. Libre
— CHAUX SPÉCIALE pr enrobés
— 20/30 % Ch. Libre
— CARBONATE DE CHAUX
(Filler Calcaire)

Broyeur
& boulets

Sté de CHAUX et CEMENTS
38 - SAINT-HILAIRE DE BRENS

APPAREILS DRAGON s.a

Concassage - Broyage - Criblage - Installations

Siège Social : 33-Fontaine

Tél. (78) 98-34-38 - Téléx. Draglex 32.731

Bureau à Paris, 92, av. Wagram (17^e)

Tél. 227-84-70 - Téléx. Dragoweg 29.406

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 Moisse
39-MOISSEY

47 LOT-ET-GARONNE

G. ROUSSILLE

DRAGAGES ET TRAVAUX PUBLICS

47 - LAYRAC

R.C. Agen 58 A 7

I.N.S.E.E. 143 47 145 0 002

59 NORD

Ets François BERNARD et Fils

MATÉRIAUX DE VIABILITÉ :

Concassés de Porphyre, Bordures, Pavés en
Granit, Lattier granulé, Sables.

50, rue Nicolas-Leblanc - LILLE

Tél. : 54-68-37 - 38 - 39

62 PAS-DE-CALAIS

S. A. BENALU

S.A. au capital de 1 000 000 F

108, rue Pierre-Brossolette

62110 HENIN-BEAUMONT

Tél. (21) 20.03.49

• Construction de matériel roulant
• Construction de bennes en alliage léger

BEUGNET

(Sté Nouvelle des Entreprises)

S.A. au Capital de 5.200.000 F

TRAVAUX PUBLICS

53, bd Faidherbe - 62000 ARRAS

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 CARRIERES 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. : 84-81-62

Bureau : 67-HAGUENAU, 13, rue de l'Aqueduc

Tél. : 93-82-15

ENTREPRISES WAGNER

8, rue Adolphe-Seyboth 67004 STRASBOURG
CEDEX - Tél. 32.49.70 - Téléx 87 056

Etudes de projets et engineering - Bâtiments,
travaux publics et constructions industrielles
Béton précontraint et coffrages glissants
Préfabrication - Sondages et forages -
Fondations spéciales sur pieux - Travaux de
menuiserie

74 HAUTE-SAVOIE

 **SALINO**
 ANNECY — Tél. 67.21.27
 8, rue des Alouettes - B.P. 878

Bâtiment - Génie Civil - Structures bois
 Lamellé collé - Charpente traditionnelle
 Préfabriqués — Promotion immobilière

76 SEINE-MARITIME

PLASTI-CHAPE
 Route de Darnétal - MESNIL-ESNARD 76

- Revêtements routiers anti-dérapants
- Enrobés spéciaux
- Signalisation horizontale
- Revêtements de sols industriels

snammi
 Siège Social: Quai Bas de l'Escure
 76920 AMFREVILLE-LA-MIVOIE
 B.P. n° 4 - Tél. (35) 70.82.64 +

MATERIELS DE TRAVAUX PUBLICS
 LOCATION - MANUTENTION

Poclain (pelles) - P.P.M. (grues manutention)
 CMC (chargeurs) - Bomag (rouleaux vibrants)
 Ingersoll rand (compresseurs) - Neyrpic
 Ponts Jumeaux (carrières)

**SOCIÉTÉ NORMANDE
 DU CIMENT MOULÉ**

83, rue de la Motte
 76140 LE PETIT-QUEVILLY
 Tél. 72.29.61

CLOTURES BÉTON ET GRILLAGE
 ÉLÉMENTS BÉTON VIBRE

Jean-Claude BAUDOIN
 AGGLOMÉRÉS - TRANSPORT
 BÉTON PRÊT A L'EMPLOI

Rue des 18 Acres
 76330 PETIVILLE
 Tél. : 94.77.30 - 94.77.72

86 VIENNE

meac s. a.
 86 - CHAUVIGNY
 Tél. : 44-32-46 Poitiers

FILLERS CALCAIRES

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, rue d'Anjou - 75008 PARIS - Tél. 265 51 20

ENTREPRISE

BOURDIN & CHAUSSE

S.A. au Capital de 6.000.000 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
 RESEAUX EAU et GAZ
 GENIE CIVIL
 SOLS SPORTIFS**

**SABLIÈRES
 DE
 RICHARDMENIL**

Z.I. Heillecourt - 982 X
 54044 NANCY CEDEX
 Tél. : 27.52.70

**BÉTON MANUFACTURÉ
 « SOPAGGLOS »**

Usines à LUNEVILLE (Meurthe-et-Moselle)
 PORT D'ATELIER (Haute-Saône)

AGRÉGATS DE MOSELLE

Chantiers à

RICHARDMENIL (Meurthe-et-Moselle)
 MARON (Meurthe-et-Moselle)
 PONT-A-MOUSSON (Meurthe-et-Moselle)
 TOUL-VALCOURT (Meurthe-et-Moselle)
 BAYON (Meurthe-et-Moselle)

Expéditions par eau - fer (embranchés)
 route - Fournisseur Agréé des Grandes
 Administrations P. et T. - S.N.C.F. - E.D.F.
 P.C.

BRUYERE

TRAVAUX PUBLICS - BÉTON ARMÉ - CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

SIEGE SOCIAL :

14, rue de Prony - PARIS-17^e

Tél. : 924.25.42

DIRECTIONS TRAVAUX

77 - MONTEREAU

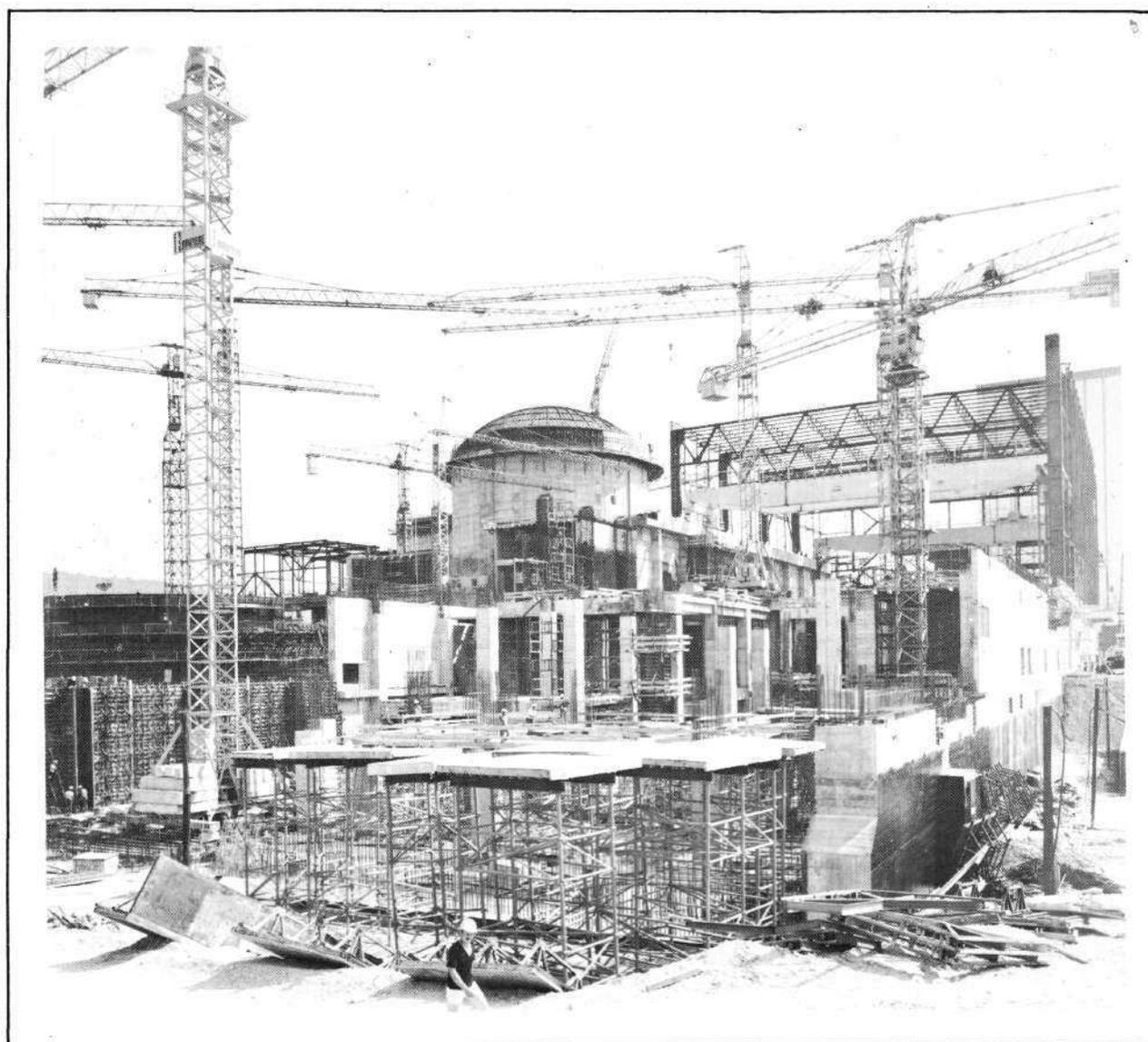
Tél. : 432.07.41 - B. P. n° 44

60 - SAINT-LEU-D'ESSERENT

Tél. : 455.03.12 - B. P. n° 8

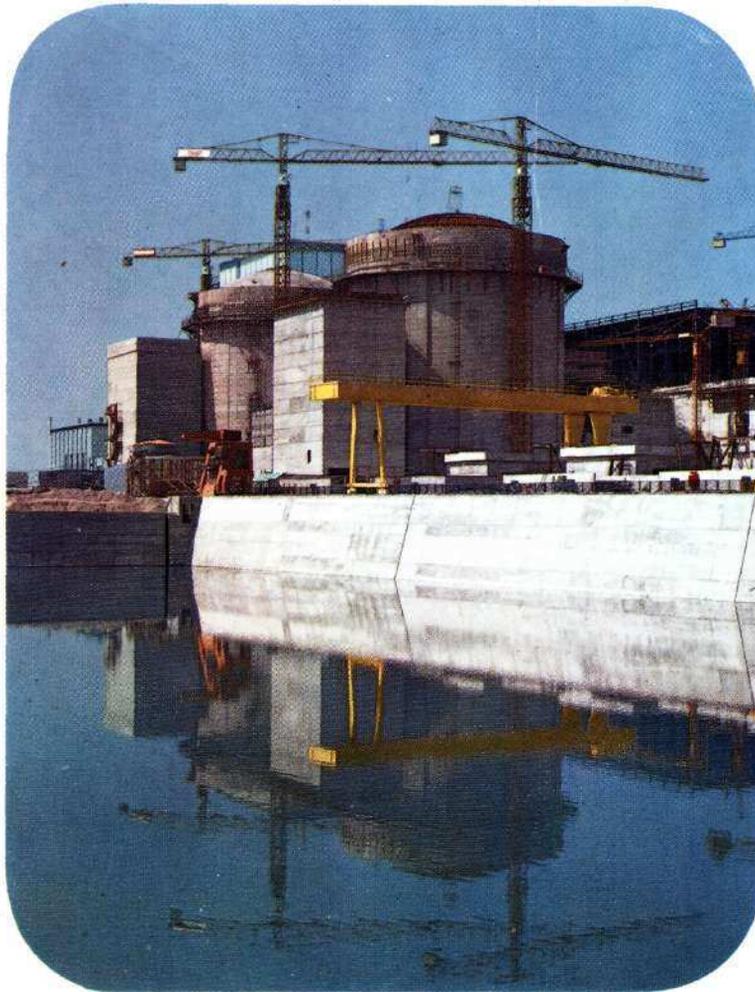
01 - LAGNIEU - RHONE-ALPES

Tél. : 61.15.90 - B. P. n° 15

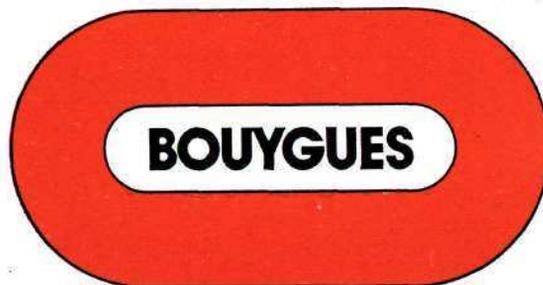


E. D. F.

CENTRALE NUCLEAIRE DE BUGEY
Génie Civil — Tranches 2-3-4-5 — Lots II et III
Réalisation : **Etablissements BRUYERE - Pilote**



Réalisation des réacteurs des tranches 2 et 3 et des 2 bâtiments
des combustibles de la Centrale Nucléaire E.D.F. du BUGEY-01
Au premier plan prise d'eau



BATIMENT TRAVAUX PUBLICS

S.A. AU CAPITAL DE 60000000 DE FRANCS
381 AVENUE DU GENERAL DE GAULLE
92142 CLAMART, 63023 11