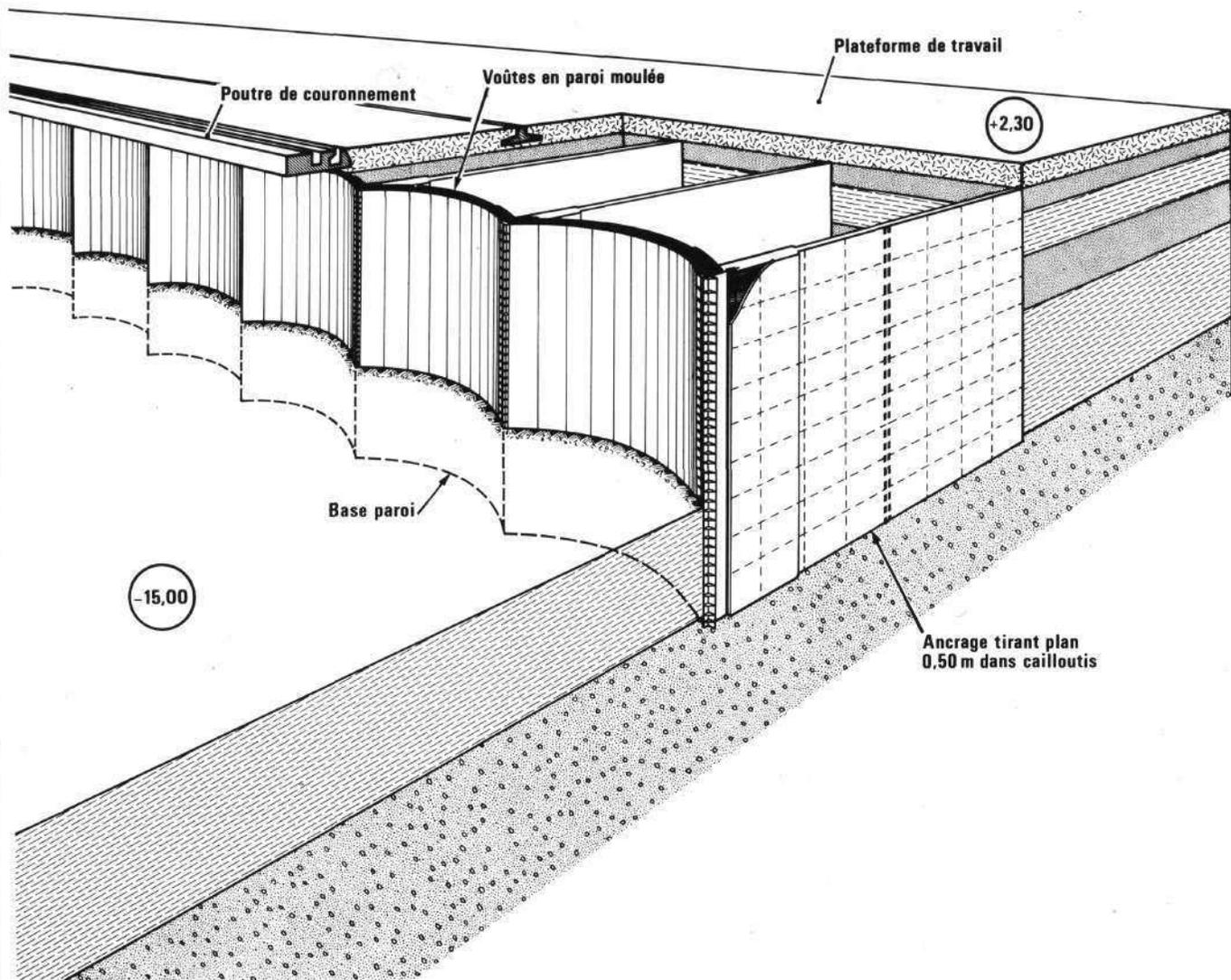


PCMM

15 MAI 1980 - 77^e ANNÉE

ISSN 0397-4634

TRAVAUX A LA MER



PORT DE MARSEILLE-FOS

quai à tirants plans de la darse 3



SOLETANCHE

6, rue de Watford - B.P. 511 - 92005 NANTERRE CEDEX
 Tél. : Paris (1) 776.42.62 - Telex : 611 722 SOLET F

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

Dépôt légal 2^e trimestre 1980
 N° 8037
 Commission Paritaire N° 55.306

sommaire

Directeur de la publication :

Jacques LECLERCQ
 Président de l'Association

Administrateur délégué :

Philippe AUSSOURD
 Ingénieur
 des Ponts et Chaussées

Rédacteurs en chef :

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

Secrétaire générale de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE DU PREY

Assistante de rédaction :

Eliane de DRQUAS

Rédaction - Promotion Administration :

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

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

Abonnements :

— France **200 F.**
 — Etranger **200 F** (frais de port en sus).
 Prix du numéro : **22 F**

Publicité :

Responsable de la publicité :
 Jean FROCHOT

Société Pyc-Editions :
 254, rue de Vaugirard
 75015 Paris
 Tél. 532.27.19



Photo SODEL



Photo Y. BLOND

dossier

Introduction P. OLIVIER	9
Estuaire de la Loire Ch. BROSSARD	10
Les Ports du Languedoc-Roussillon C. DICHON	17
Les travaux du Port de Sète M. BAYLE	18
Les ondes radioélectriques à la navigation L. RIBADEAU-DUMAS	26
Techniques des Travaux Maritimes M. PERNIER	32
Travaux Préparatoires à l'interconnexion sous-Marin France- Angleterre R. MICHEL	35
Travaux d'aménagement du site de la centrale de Flamanville M. MARTIN et M. PIN	40
Construction des Quais de la Darse 3 à FOS P. GUERIN	46

La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

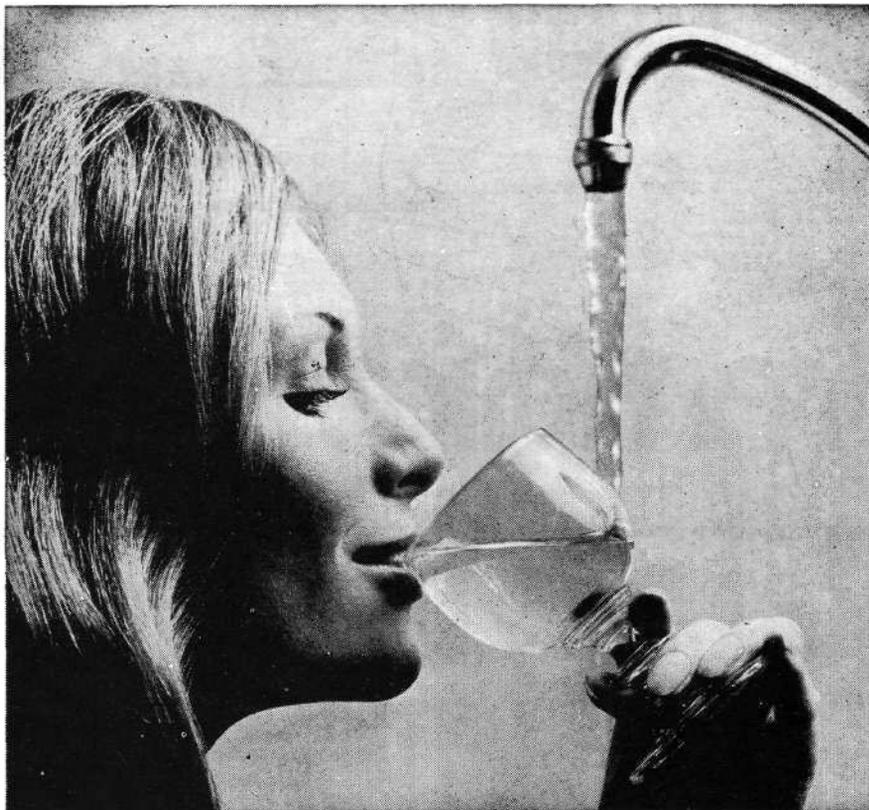
Amicale d'entraide aux Orphelins ...	49
Société amicale des IPCM	50
Mouvements	51
Groupes régionaux	52

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

Couverture : Photo-Rapho
 LE HAVRE

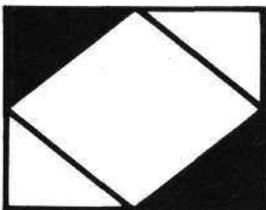
IMPRIMERIE MODERNE
 U.S.H.A.
 Aurillac

Maquette : Monique CARALLI



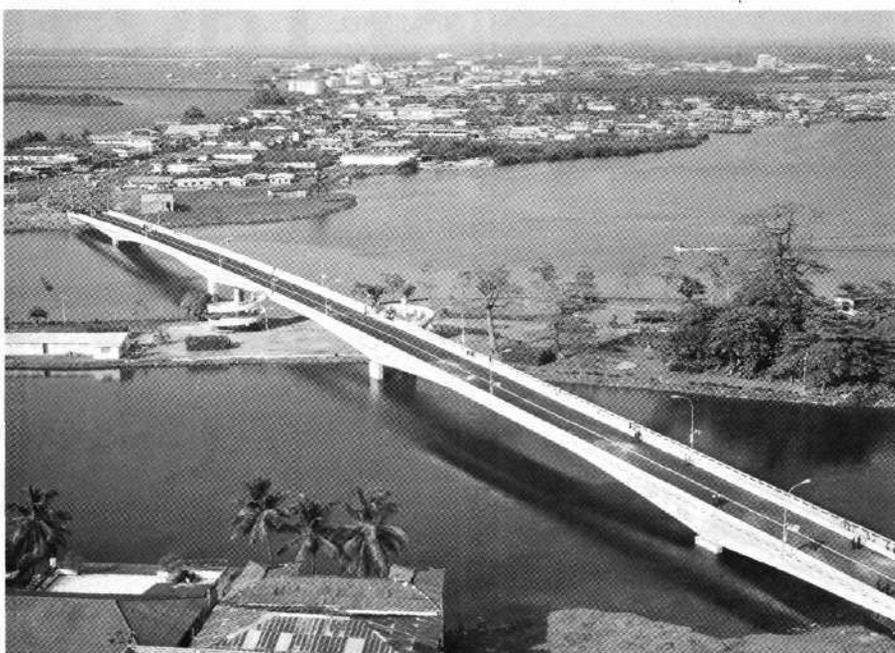
plaisir retrouvé
grâce
à la
compagnie
générale des eaux

52, rue d'Anjou
75384 Paris Cedex 08
Tél. : 266.91.50



Dragages et Travaux Publics

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



en France
et dans le
monde entier

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

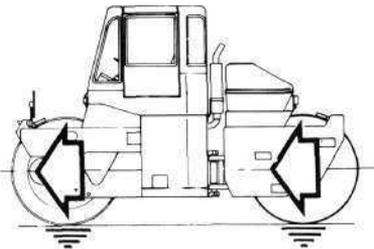
Pont Gabriel Johnson Tucker à Monrovia

à partir
d'une conception
qui a fait ses preuves



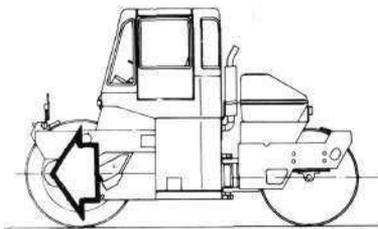
nous avons construit
les machines
que vous attendiez...

une nouvelle génération: la série 10



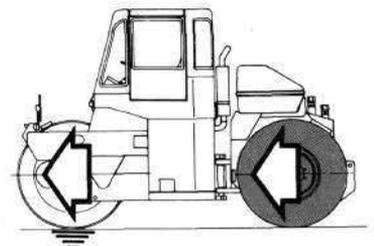
VA 10 DV

rouleau tandem articulé
à deux billes vibrantes et motrices
DV : Double Vibration
roue AV vibrante et motrice
roue AR vibrante et motrice



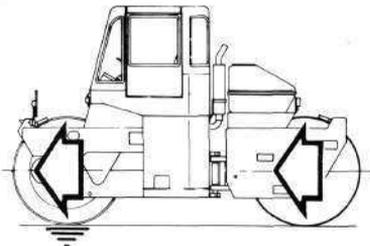
TA10

rouleau tandem articulé
roue AV motrice
roue AR tractée



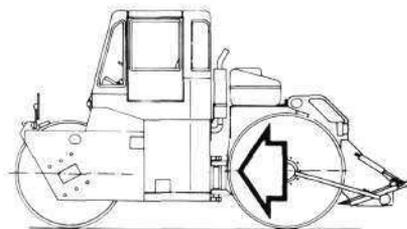
VA10 DP

rouleau automobile monobille
toutes roues motrices
DP : Double (traction) Pneus
roue AV vibrante et motrice
roue AR motrice à pneumatiques



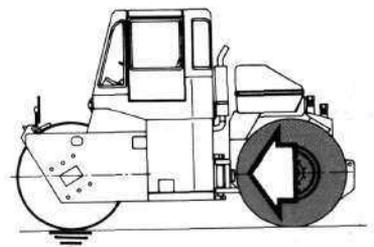
VA10 DT

rouleau tandem articulé
à une bille vibrante et toutes roues motrices
DT : Double Traction
roue AV vibrante et motrice
roue AR motrice



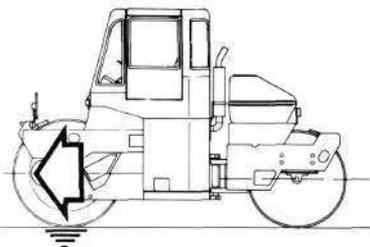
TR10

rouleau tricycle articulé
roues AR motrices



VA10 SP

rouleau automobile monobille
SP : Simple (traction) Pneus
roue AV vibrante
roue AR motrice à pneumatiques



VA10 ST

rouleau tandem articulé
à une bille vibrante et motrice
ST : Simple Traction
roue AV vibrante et motrice
roue AR tractée

nous
connaissons
bien vos chantiers

ALBARET

60290 RANTIGNY
tél. (4) 473 31 55
telex 140 050 F

TERRASSEMENT

GÉNIE CIVIL

RAZEL

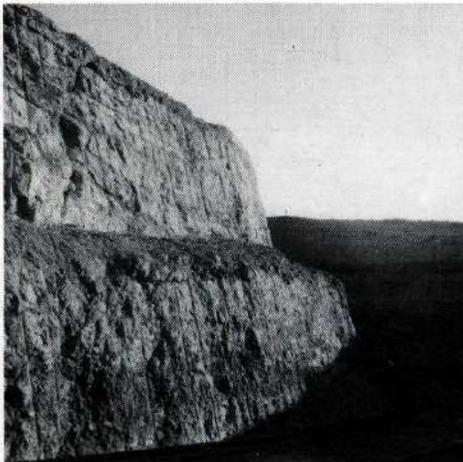
*100 ans
d'Entreprise*

Entreprise RAZEL Frères Christ de SACLAY (Essonne) BP109 - 91403 ORSAY Cedex - Tél. : 941.81.90 +
PARIS, ALGER, DOUALA, LIBREVILLE, ABIDJAN, NIAMEY, BOBO DIOULASSO, COTONOU

SF SOMAFER

DIVISION TRAVAUX A L'EXPLOSIF — DÉMOLITION

ETUDES - CONSEIL - TRAVAUX



Autoroute A4 - Découpage d'une tranchée

MINAGE

sur

Autoroutes
Barrages
Tranchées
Sites urbains
Carrières

DEMOLITION

Ouvrages en béton armé
Bâtiments
Démantèlements d'usines
Tir en masses chaudes
Carottage au diamant
Sciage de béton

DECOUPAGE THERMIQUE

CONFORTEMENT

Purge
Boutonnage
Gunitage
Grillage
Tirants

SIEGE SOCIAL : Route de Vitry - BP 62 - 57270 UCKANGE

Tél. : (16-8) 258.92.71 + Téléx 860 026

ENTREPRISE Bourdin & Chaussé

S A au Capital de 21 000 000 F

35 rue de l'Ouche Buron
44 300 NANTES

Tel (40) 49 26 08

Direction Generale

36 rue de l'Ancienne Mairie
92 100 BOULOGNE

Tel 604 13 52

Terrassements

Routes et aerodromes

Voirie urbaine

Assainissement

Reseaux eau et gaz

Genie civil

Sols sportifs

et industriels

fondasol



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

FONDASOL INTERNATIONAL

5 bis, rue du Louvre - 75001 PARIS
Tél. : 260.21.43 et 44
Télex : 670 230 FONDASOL PARIS

FONDASOL CENTRE

Z.I. Nord - rue Ferrée
71530 CHALON-SUR-SAONE
Tél. : (85) 46.14.26
Télex : 800 368 FONDASOL CHALN

FONDASOL ÉTUDE

B.P. 54
84005 AVIGNON
Tél. : (90) 31.23.96
Télex : 431 344 FONDASOL MTFAV

FONDASOL ATLANTIQUE

79, avenue de la Morlière
44700 NANTES - ORVAULT
Tél. : (40) 76.12.12 et 63.53.00
Télex : 710 567 FONDATL

FONDASOL EST

1, rue des Couteliers
57000 METZ BORNAY
Tél. : (87) 75.41.82
Télex : 860 695 FONDASOL METZ

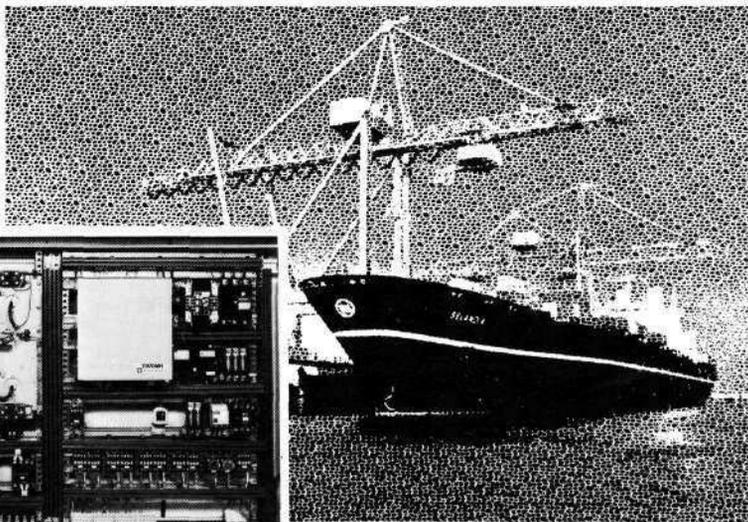
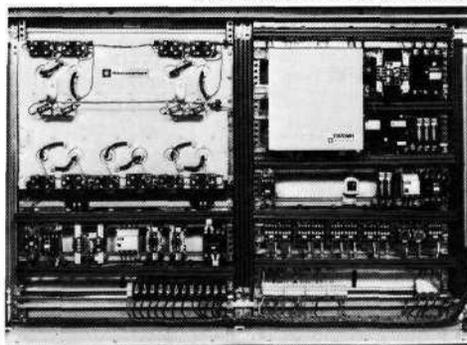
**Représentations au Moyen-Orient : ARABIE SEOUDITE
QATAR - BAHRAIN**

**Missions en AFRIQUE DU NORD
et en AFRIQUE OCCIDENTALE**



Telemecanique

votre partenaire en levage



Une gamme complète :

- de constituants électromagnétiques,
- d'auxiliaires de commande automatiques ou manuels, de postes de conduite,
- de produits électroniques pour la commande des moteurs asynchrones à bagues et des moteurs à courant continu, qui permettent :

- d'accélérer ou de décélérer, avec souplesse et en évitant les balancements de charge,
- d'obtenir un fonctionnement à vitesse constante lorsque la charge est variable,
- de positionner la charge, le chariot ou l'engin aisément et avec précision,
- de diminuer l'usure des garnitures de freins.



Telemecanique

Direction Commerciale
43-45 Bd Franklin Roosevelt
92500 Rueil-Malmaison - Tél. : 732.92.12

ENCORE DISPONIBLE

Annuaire du Ministère de l'ENVIRONNEMENT et du Cadre de Vie et du Ministère des TRANSPORTS

PRIX T.T.C. FRANCO 205,80 F

Pour qui ?

Pour tous ceux qui sont fréquemment en relation avec les Pouvoirs publics du fait de leur participation à l'équipement, à la construction et à l'environnement ainsi qu'aux transports :

- entreprises et bureaux d'études
- maires et services techniques des municipalités
- responsables de l'aménagement foncier et rural
- architectes et urbanistes
- offices d'HLM et sociétés coopératives de construction

Pourquoi ?

Pour savoir à qui s'adresser sans perte de temps et de façon efficace • administrations centrales : cabinet, inspection générale de l'Équipement, circonscriptions territoriales, coopération technique, direction et services techniques • conseils, comités, commissions • services extérieurs et spécialisés • organismes interministériels

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

Bulletin à retourner à

P.C.M

ANNUAIRE DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE ET DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS. Service des ventes :

PYC-ÉDITION 254, rue de Vaugirard, 75740 Paris Cedex 15

SOCIÉTÉ.....

ADRESSE.....

RÉFÉRENCES (OU SERVICE).....

Veillez m'adresser ex. de l'annuaire M.E.C.V./M.T
205,80 F T.T.C. franco, soit F que je règle :

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

suivant facture en exemplaires

Cachet :

Date :

STUDIO GONZAGUE



ACTIPRENE

Emulsion
de bitume polymère
pour enduits

SCR

CHIMIQUE DE LA ROUTE

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

Entreprise **BURNOUF**

S.A.R.L. au capital de 1.500.000 F

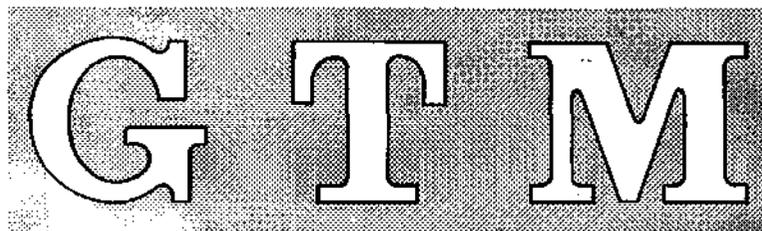
BATIMENT TRAVAUX PUBLICS

Rue Neuve-Deshameaux B.P. 77

50103 CHERBOURG CEDEX

Tél. : (33) 43.31.33

AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES
CENTRALES NUCLÉAIRES - CENTRALES THERMIQUES
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES
TRAVAUX DE PORTS - ROUTES - OUVRAGES D'ART
BÉTON PRÉCONTRAIT - CANALISATIONS POUR FLUIDES
CANALISATIONS ÉLECTRIQUES - PIPE-LINES



Grands Travaux de Marseille

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

Tél. : (1) 725.94.40

Télex : GTMNT 611 306 — Télécopieur

SNTD



Dragages maritimes
et fluviaux

Dérochages

Société Nationale de Travaux de Dragage

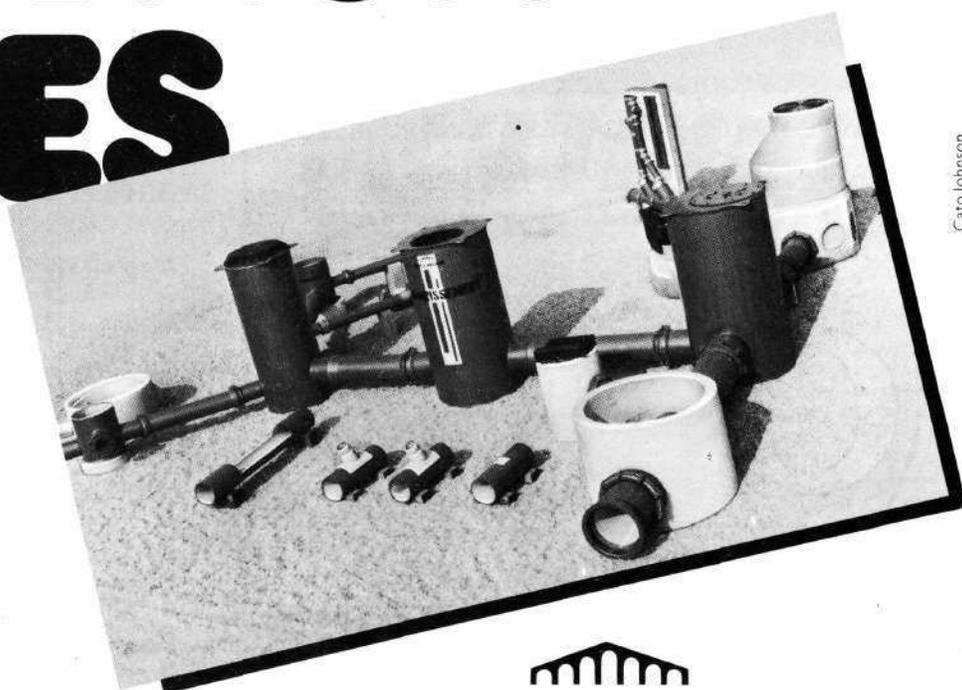
Un matériel puissant
et adapté à tous
les problèmes de dragage
et dérochage

54, rue de Courcelles
75008 PARIS

Tél. 227.04.61

Télex 280466 . Dragage Paris

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



Cato Johnson



PONT-A-MOUSSON S.A.

Contact auprès du service Promotion Industrielle,
Pont-à-Mousson, 91 avenue de la Libération, 4 X 54017 NANCY Cedex - Tél.: (28) 96.81.21

Introduction

Directeur des Ports
et de la Navigation Maritimes

Le présent numéro de la revue "PCM" est consacré aux travaux maritimes et cela me paraît une très heureuse initiative. Même si l'époque des très grandes créations portuaires est derrière nous, l'importance et la variété des réalisations actuelles méritent que les plus marquantes soient présentées aux lecteurs de la revue.

Ces réalisations témoignent d'une grande maîtrise des travaux à la mer de la part des ingénieurs français, qu'ils soient au service de l'administration ou dans l'Entreprise. Elle a été acquise par des recherches théoriques et appliquées, par des études d'ouvrages et de procédés d'exécution, mais aussi et surtout par l'expérience accumulée au long des siècles en travaillant sur notre propre littoral, vaste et varié, sur celui des nombreux pays d'outre-mer qui ont été sous influence française, et enfin à l'étranger.

Les articles qui suivent présentent une large panoplie d'ouvrages maritimes, portuaires ou non, où les procédés et techniques les plus classiques, éprouvés par le temps, sont vérifiés, testés, affinés, améliorés et complétés par les moyens nouveaux qu'offrent les techniques et technologies les plus modernes. Dans ce domaine comme dans les autres, les progrès sont constants et doivent être obstinément poursuivis.

Mais il ne faut pas perdre de vue ce qui, au-delà des tâches de constructeur, fait l'intérêt du métier d'ingénieur maritime et portuaire : je veux parler des responsabilités de gestion et d'exploitation. L'Administration française a eu la sagesse de confier à la fois

l'équipement et l'exploitation de ses ports à un même organisme, à un même Service, aux mêmes ingénieurs ; même dans les ports non autonomes où une partie de cette exploitation est concédée à une Chambre de Commerce et d'Industrie, l'Administration garde toujours le contrôle et la "tutelle" de cette concession. Les infrastructures portuaires sont donc conçues et réalisées par ceux qui, ensuite, seront responsables de leur utilisation et de leur adéquation aux besoins.

C'est ainsi que les problèmes de sécurité, de police administrative, d'entretien et de fonctionnement des installations publiques, de contrôle des installations privées, d'organisation et d'inspection du travail et de la main d'œuvre, de coordination de l'ensemble des professions portuaires, de liaison avec les moyens de transport terrestres, de prospection et promotion commerciales, et enfin de gestion — directe ou comme contrôleur — d'un budget autonome, constituent le pain quotidien de l'ingénieur portuaire et requièrent de sa part autant de compétence, d'imagination — je dirai même de courage — que ses responsabilités de bâtisseur.

Dans la conjoncture actuelle où l'économie impose de tirer le parti maximum des installations existantes avant d'investir et où il faut en conséquence améliorer sans cesse l'efficacité, le rendement et la productivité des ensembles portuaires, ces ingénieurs savent que je compte sur eux pour exploiter et gérer aussi bien qu'ils savent construire et équiper.

Estuaire de la Loire

**Amélioration des accès maritimes pour la réception des navires méthaniers
au terminal G.D.F. de MONTOIR**

*par Christian BROSSARD
Ingénieur des Ponts et Chaussées
Directeur des Accès du Port Autonome
de Nantes-St-Nazaire*

La décision prise le 1^{er} juillet 1976 par M. le Président de la République d'implanter en Basse-Loire le nouveau terminal méthanier projeté par Gaz de France était associée à une transformation importante des conditions d'accès offertes à la navigation maritime dans l'estuaire de Loire :

— le mouvement des navires méthaniers de 125 000 T au tirant d'eau de 11,50 m devait être garanti à toute heure de toute marée

— ce trafic de navires de gros tonnage venant s'ajouter aux pétroliers de 250 000 à 300 000 T qui fréquentent le port de Donges, imposait de lever la contrainte de trafic de ces navires aux seules marées de jour. L'amélioration nécessaire des caractéristiques du chenal devait dès lors comporter : un élargissement des 25 km de chenal à largeur uniforme de 300 m, et la rectification d'un tracé en courbes à l'aval de Saint-Nazaire.

Ce programme — le plus vaste qu'ait jamais connu l'estuaire de la Loire depuis la loi de 1933 relative au nouveau chenal maritime de Donges à Saint-Nazaire — a reçu l'accord de principe du Ministre de l'Équipement le 24 août 1976 autorisant le lancement des études et enquêtes administratives.

La Grande Commission Nautique en approuvait les dispositions d'ensemble les 22 et 23 septembre 1976 et fixait les caractéristiques de mouillage à (-13,25) pour la sécurité des mouvements de méthaniers à basse mer.

Par ailleurs dès septembre 1975 dans le cadre des procédures d'élaboration du VII^e Plan, une décision du C.I.A.T. avait prévu de réaliser en Basse-Loire 500 hectares de nouvelles surfaces industrialisables sur les rives de l'estuaire.

Le programme d'action prioritaire d'intérêt régional approuvé en mars 1977 en fixait les localisations et décidait d'en poursuivre l'exécution simultanément au programme des dragages d'amélioration du terminal méthanier pour tirer tous les avantages financiers d'une réalisation concertée des 2 aménagements.

Le projet des travaux élaboré à partir de ces diverses décisions a été définitivement approuvé par le Ministre le 22 novembre 1977 à l'issue d'un appel d'offres international lancé pour la dévolution du lot de dragage des sédiments meubles.

Les travaux principaux du programme d'aménagement concernent 4 domaines techniques distincts :

- Enlèvement d'épaves,
- Déroctage d'une plature rocheuse,
- Dragage de sédiments meubles et remblaiement de zones industrielles portuaires,
- Amélioration des aides à la navigation.

Études préalables

Avant d'engager un programme de cette ampleur, il a été procédé à une réflexion approfondie portant sur le principe du maintien du tracé du chenal maritime extérieur dans son implantation préexistante.

Tout d'abord l'examen rétrospectif des conditions d'accès aux ports de la Loire permet de dire que la tenue des fonds dans l'estuaire extérieur doit être considérée comme remarquable.

Bien avant qu'on ait songé à aménager le passage de la barre au lieudit "Passe des Charpentiers", les navigateurs connaissaient la présence d'un sillon creusé et entretenu par les courants, situé d'ailleurs très près de l'alignement de Kerlédé-Portcé ; au XVIII^e siècle, des profondeurs de 4,40 m à 5,00 m sous basse-mer existaient et suffisaient largement aux besoins de la navigation.

Les premiers travaux de dragage furent entrepris en 1890 à titre d'essai et ne concernaient qu'un approfondissement de 25 à 50 cm. A la suite de la constatation du bon maintien des fonds, il fut décidé d'entreprendre le creusement à titre définitif d'un chenal de 100 m de largeur à la cote (-5,00) suivant l'alignement actuel. Moyennant

des dragages d'entretien d'environ 250 000 m³ par an, le chenal fut utilisé dans cet état pendant plus de 30 ans.

En 1934-1935, en vue de la sortie du paquebot "Normandie", la passe fut draguée à (-8,00) sur 150 m de largeur, mais ne put se maintenir qu'assez difficilement à la cote (-7,00), jusqu'en 1939. A cette époque un dragage intensif, pour atteindre (-8,50) sur une passe plus large, donnait de bien meilleurs résultats. Sans travaux importants, de 1942 à 1947, la passe ne s'est pas comblée et les apports annuels, dragués en entretien, ont varié entre 250 000 et 300 000 m³ par an en moyenne, chiffres confirmés jusqu'en 1965.

Ceci mit en évidence le fait que le chenal extérieur, dragué à la cote (-8,00), ne nécessitait pas plus d'entretien que lorsqu'il était dragué à la cote (-7,00) ou à la cote (-5,50).

Cette même remarque reste valable aujourd'hui au vu des derniers sondages du chenal levés au mois de juillet 1976 pour contrôler les profondeurs, après les travaux d'approfondissement exécutés au titre du VII^e Plan et terminés en septembre 1973.

Les justifications de cette stabilité relative des fonds de l'estuaire sont, semble-t-il, à rechercher dans la position extrêmement favorable de l'entrée de la Loire vis-à-vis des grandes profondeurs du large et la présence aux avant-postes d'une protection contre la houle de mauvais temps (plateaux de la Banche, de la Lambarde et banc de Guérande) qui enlève à celle-ci une grande partie de son énergie avant qu'elle n'aborde les fonds de (-10,00). Il en résulte qu'il n'existe pratiquement pas de transport littoral important de matériaux devant l'entrée de la Loire, ce qui exclut toute détérioration systématique des fonds du chenal extérieur.

Cette analyse soutenue par les conclusions des laboratoires d'Hydraulique de France et de SOGREAH a été complétée par une vaste campagne de forages de reconnaissance sur le site.



En 1976, les travaux du plan de soutien à l'économie de 1975, ont permis l'achèvement de la digue de Calisnape jusqu'au nouveau port de St-Nazaire.
Photo Y. BLOND

Des forages carottés ont été exécutés en 1976 en ce qui concerne l'estuaire externe sur le nouveau tracé du chenal entre Villès Martin et la pointe de l'Ève, et sur l'ensemble du chenal, élargi à 300 m, entre la pointe de l'Ève et la mer. Les moyens mis en œuvre ont fait appel à la technique du vibro-fonçage utilisant des tubes de grand diamètre (273 mm) et donnant des possibilités de prélèvements de matériaux non remaniés.

Un forage a été ainsi réalisé tous les 500 m en moyenne, conduisant, une fois sur deux, à un prélèvement et à une analyse des matériaux rencontrés. Les résultats ont montré qu'à l'aval de la transversale Villès Martin -Morées le toit du substratum ne sera pas atteint sur le tracé du chenal, la pénétration des tubes ayant été poussée jusqu'à des cotes voisines de (-25,00 CM). En revanche, à proximité de Basse-Nazaire,

dans le Sud de l'avant-port de Saint-Nazaire, le rocher a été rencontré à (-17,25 CM).

Quant aux forages exécutés hors du tracé du chenal projeté, leur résultat laisse à penser que le plateau rocheux des Morées s'étend assez loin dans le Sud-Est, puisque des cotes de (-9,00 CM) et (-7,00 CM) ont été relevées dans cette zone, tandis que les cotes de (-25,00 CM) entre le Vert et les Jardinets confirment l'existence de ramifications nombreuses du paléolith. Il serait donc plus juste de parler d'un delta sous-marin fossile de la Loire extrêmement ramifié, où des chenaux profonds très nombreux entourent des îlots rocheux.

Les analyses granulométriques, en laboratoire, des matériaux prélevés au cours de cette campagne de reconnaissance ont montré que le remplissage sédimentaire correspondait bien à celui rencontré habi-

tuellement en Loire. Il est constitué par des sables grossiers à fins, des vases peu cohésives (200 à 300 g/cm² dans les premiers mètres ; 400 à 600 g/cm² en profondeur) et des mélanges sablo-vaseux assurant des possibilités de dragage identiques à celles des précédents chantiers.

A l'issue de ces études il était clairement établi que les améliorations nécessaires des accès pouvaient être engagées sans remise en cause fondamentale du tracé de chenal, permettant ainsi de tirer le meilleur profit du capital investi antérieurement sur cette infrastructure.

Caractéristiques du chenal

Le projet des améliorations du chenal de

Donges a été étudié en vue de l'adapter aux conditions d'exploitation actuelles et aux modalités prévues pour la desserte du terminal méthanier de Montoir, et dressé en faisant application des recommandations de 1973 de la 11^e Commission internationale des pétroliers de l'A.I.P.C.N. et en distinguant :

- les caractéristiques du projet relatives aux navires méthaniers de 125 000 m³ prévus pour desservir les installations du terminal ;
- les conditions limites d'exploitation du chenal qui prennent en compte les conditions les plus défavorables de marées, courants, houles et de visibilité météorologique.

Tracé du chenal

Le tracé en plan du chenal d'accès comporte deux modifications importantes par rapport au tracé actuel du chenal d'accès au port de Donges : la suppression de la courbe et de la contre-courbe de Bonne Anse, et l'élargissement du chenal extérieur en aval de Villès-Martin.

Les caractéristiques nouvelles permettent à un navire, venant du large, de suivre un alignement à 25° (parallèle à l'alignement Kerlédé-Portcé, mais décalé de 70 m vers l'Est) jusqu'à la pointe de l'Ève, de gagner la grande rade de Saint-Nazaire en empruntant une courbe de 3 000 m de rayon puis un nouvel alignement à 55° avant d'aborder le chenal intérieur par une seconde courbe de 3 000 m de rayon également. Le tracé entre Saint-Nazaire et Donges ne subira aucune modification, sauf en ce qui concerne la zone d'évitage prévue au droit du terminal méthanier.

Largeur du chenal

La largeur du chenal est prévue à 300 m depuis la bouée du "Lancastria" jusqu'à la zone d'évitage devant le terminal méthanier. Elle correspond à 6 fois la largeur des 50 m des plus grands navires (300 000 T) fréquentant le port de Donges.

Cette largeur garantit la sécurité de navigation des navires méthaniers de 125 000 m³ dans les conditions définies d'exploitation :

- effet traversier perpendiculaire à la route du navire : maxima 2 nœuds ;
- précision de positionnement de 40 m recommandée par la Grande Commission Nautique.

Au droit de la zone d'évitage, la largeur sera portée à 600 m sur 700 m de longueur, les raccordements en plan étant tracés de telle manière que l'élargissement du chenal ainsi exécuté ne soit pas une cause de perturbation hydraulique favorisant la sédimentation.

Ces dispositions ont reçu l'avis favorable des marins pratiques de la Commission.



L'estuaire à BASSE MER, au droit du terminal méthanier. Le chenal profond distant de 3 km de la rive sud (en haut de la photo) en est séparé par des fonds découvrant à (x 3 cm).

Niveau nominal du fond du chenal

Les recommandations de 1973 de l'AIPCN amènent à définir les conditions limites d'exploitation du chenal déterminant l'amplitude des mouvements du navire durant le chenalage.

Des campagnes de mesures de houle ont été poursuivies sur le site durant 2 années pour l'analyse comparée des conditions nautiques à haute mer et basse mer à l'engainement du chenal.

Il n'en résulte pas de différence significative de l'agitation due à la houle entre ces 2 conditions de marée.

L'étude a donc été conduite en considérant le mouvement du navire à niveau de marée au zéro des CM.

A partir des données recueillies, le Laboratoire National d'Hydraulique de CHATOU a fait application du modèle de calcul TREPIED du Service Technique des Ports Maritimes, au navire méthanier "Édouard Louis DREYFUS" représentatif des navires de capacité 125 000 m³.

La houle de projet testée est de fréquence annuelle aux caractéristiques H max. = 3,50 m à périodes de 7 à 15 sec.

Les calculs ont montré qu'un niveau nominal de chenal à (- 13,25), à pied de pilote brut de 15 %, offrait à l'heure de la B.M. la marge de sécurité nécessaire pour les houles de périodes les plus courantes, en réservant la profondeur correspondant à un surenforcement dynamique (Squat) du navire à vitesse de 10 nœuds par rapport à l'eau.

Les conditions de trafic souhaitées par Gaz de France seront ainsi satisfaites — hors les courtes périodes de circonstances nautiques exceptionnelles —.



Photo Y. BLOND

dû être découpées et relevées en 1977 et 1978 par marché conclu avec l'Entreprise spécialisée ARMOR de Nantes.

Déroctage

Les carottages de la campagne de sondage de 1976 n'ont reconnu que 2 sites rocheux sur lesquels les travaux d'approfondissement à (-13,25) nécessiteraient l'exécution du déroctage de plateaux rocheux sur des surfaces limitées :

- seuil de Villès Martin, à l'aval de la rade de Saint-Nazaire,
- abords sud de la Basse Nazaire, à hauteur des chantiers de l'Atlantique.

sur ce dernier site une campagne complémentaire de reconnaissance à la barre hydrographique a cerné avec précision un unique pointement rocheux sur une surface d'environ 50 m² engageant au-dessus de (-13,90) — cote de sécurité au-dessus des fonds rocheux. Le sautage à l'explosif et le déblaiement à la drague à godets ont été réalisés aisément par extension des travaux principaux de Villès Martin.

La plature rocheuse de Villès Martin représentait un volume à dérocter d'environ 21 000 m³ en place, répartis sur 4 secteurs rocheux d'une surface totale de près de 22 000 m².

Pour offrir la sécurité d'un pied de pilote net porté de 1 m au-dessus de ces seuils, le déroctage a été prescrit au plafond de (-13,90).

À l'issue d'un appel d'offres au 2^e semestre de 1978 les travaux ont été confiés par avenant au marché de dragage principal, au Groupement d'Entreprises Atlantique Dragage — Bos et Kalis.

Le chantier ouvert au printemps 1979 s'est achevé début 1980 et les opérations de réception à la barre hydrographique sont en cours

Travaux de fragmentation

Les travaux de fragmentation de la roche ont été effectués à l'explosif, le mode opératoire employé étant celui de l'explosion en fourneau.

Cette méthode consiste à forer des trous dans la roche jusqu'à une cote inférieure à la cote de dragage retenue ; il est procédé ensuite au "bourrage" du trou à l'aide d'explosifs sur une hauteur qui est pratiquement égale à celle du forage à travers la roche, puis à la mise à feu de la charge.

La surprofondeur des forages est fonction de leur espacement et de la nature de la roche à fragmenter.

Pour la réalisation des travaux, l'entreprise a disposé d'un ponton flottant type catamaran, le SEACOW 34, de 33 m de longueur, 18 m de largeur, 1,75 m de creux et 1 m de tirant d'eau. Les deux flotteurs du catamaran supportent un portique équipé de 4 sondeuses ATLAS COPCO PR 600 d'une puissance de 100 CV chacune. La vitesse de frappe des marteaux est de 300 coups/minute, la vitesse de rotation étant de 150 tours/minute.

La surface de travail utile du ponton est de 104 m², soit 13 m x 8 m.

Travaux de dragage

L'engin choisi par l'entrepreneur pour procéder au ramassage des produits de fragmentation est la drague à godets BEAVER CHIEF d'une longueur de 64 m, d'une largeur de 13,10 m et d'un tirant d'eau de 2,50 m. La puissance totale installée sur cette drague stationnaire est de 1 000 CV, dont 500 CV servent à actionner la chaîne comportant 63 godets multiservice de 550 litres de capacité. La longueur de l'élinde du BEAVER CHIEF est de 44 m ce qui permet de draguer à une profondeur de 23 mètres. La vitesse d'avancement de la chaîne est de 15 godets par minute.

Sécurité de l'environnement

Les ondes de choc créées par les explosions sous-marines sont accompagnées d'ondes de pression qui se propagent en diminuant d'intensité.

À Saint-Nazaire, où les plages les plus proches et comptant parmi les plus fréquentées se trouvent à moins de 600 mètres des lieux de tirs, il convenait de connaître la valeur des pressions dues aux ondes de choc à une centaine de mètres du rivage à basse-mer et il fallait s'assurer que cette valeur n'est pas dommageable pour le corps humain.

La valeur inférieure de la surpression ne provoquant aucun trouble pour un baigneur plongé dans l'eau n'a pu être connue avec précision. En effet, si presque tous les auteurs reconnaissent qu'une surpression supérieure à 18 bars est mortelle, ils ne sont pas d'accord sur la valeur de la surpression tolérée sans nuisance. Si certains spécialistes pensent que le corps humain ne subit aucun trouble si la surpression reste inférieure à 1,7 bars, les services de la Marine Nationale ont fixé dans leur norme de sécurité la valeur de surpression à ne pas dépasser à 0,8 bars. C'est en définitive cette valeur qu'on a retenue à Saint-Nazaire.

La ville de Saint-Nazaire qui assure la police des plages n'a pas voulu, en période estivale, prendre de mesure d'interdiction portant sur la journée entière. Elle a cependant accepté d'interdire les baignades pendant trois périodes tous les jours, à savoir :

Entre 7 h 00 et 9 h 30
Entre 12 h 30 et 14 h 30
et entre 18 h 30 et 21 h 00

Tous les tirs devaient donc être groupés dans ces périodes.

Cela n'a pas eu, en général, d'influence sur les travaux de jour, les intervalles entre les périodes d'interdiction ne permettant la préparation que d'un seul tir.

Par contre, l'entreprise travaillant sans discontinuer, la période de travail de nuit a permis la préparation de deux tirs en général.

Il aura été employé au total 82 tonnes d'explosifs gomme GZ correspondant à une moyenne de 3,9 kg par m³ de rocher en place.

Enlèvement d'épaves

Après reconnaissance déminage par la Marine Nationale des emprises de rectification — élargissement du chenal, quelques épaves vestiges des opérations de guerre de 1940-1945 ont été reconnues sur le tracé ou aux abords du chenal :

- deux chalutiers armés, sur le site de Bonne Anse,
- l'épave du navire "Emma Oldendorf", en limite nord de la rade de Saint-Nazaire.

La localisation précise de cette dernière épave a été prise en compte pour l'implantation définitive du chenal et par légère adaptation de son tracé il sera fait l'économie de son relèvement.

Par contre les deux épaves chalutiers ont

Les produits de la fragmentation évacués par chaland à clapet ont été vidés à l'amont de la section abandonnée de l'ancien tracé de chenal à Bonne Anse. Ils constituent un cordon transversal formant barrage à la répartition des courants de jusant qui doivent être concentrés dans le chenal navigué pour l'entretien des nouvelles profondeurs.

Dragage des sédiments meubles

Le programme de dragage représente environ 60 millions de m³. Associé à la réalisation simultanée de 400 hectares de zones industrielles sur les deux rives de l'estuaire, 30 millions de m³ de produits dragués ont été refoulés à terre pour le remblaiement de ces terrains. Les déblais excédentaires ont été vidés au large :

- soit, en fermeture d'une section de chenal abandonné,
- soit, en zone de dépôt.

Ces travaux sont scindés en quatre tranches techniques qui correspondent chacune à un objectif physique distinct :

- Rectification de tracé,
- Élargissement général,
- 1^{re} phase d'approfondissement,
- Approfondissement définitif.

Cette organisation imposée par des contraintes de financement a eu également la préoccupation d'offrir au trafic maritime l'avantage progressif de chacune des phases de travaux.

En outre le Maître d'œuvre a pris en considération dans son schéma l'intérêt économique du plein emploi du parc de dragues nécessaires à l'exécution afin d'éviter à l'Entrepreneur tous frais inutiles d'immobilisation ou de transferts entre chantiers.

A la suite d'un appel de candidatures international au 1^{er} semestre 1977, 14 Entreprises ou Groupements d'Entrepreneurs ont été admis à l'appel d'offres restreint lancé en août 1977.

Un délai de deux mois a permis aux candidats d'étudier le dossier technique du projet dont les caractéristiques administratives seront évoquées ci-après.

Le Groupement d'Entreprises ATLANTIQUE DRAGAGE-BOS & KALIS ayant présenté l'offre financière la plus intéressante possédait également la meilleure connaissance des conditions nautiques et géologiques de l'estuaire.

Sa proposition a été retenue. Après adaptation du projet pour tenir compte de propositions techniques de l'Entrepreneur le marché conclu a été notifié en février 1978.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler que la matière du dragage maritime rassemble un grand nombre de difficultés techniques attachées à sa nature propre.

— **Chantier maritime**, le dragage est tributaire des conditions nautiques locales connues avec une précision toujours insuffisante.

Il se déroule dans l'espace maritime littoral reconnu comme un milieu naturel particu-

lièrement sensible. Les conditions de son exécution doivent donc rester très attentives à ne pas perturber les équilibres naturels de ce milieu et à réduire au plus strict les nuisances.

— **Activité de terrassement** ayant pour objet l'extraction et le transport de volumes très importants de matière, le dragage est assujéti à la connaissance d'un terrain hétérogène. Le déblai du produit dragué s'effectue avec un fort remaniement du matériau in situ. Il en résulte des incertitudes sur les volumes à traiter et une transformation de comportement du produit extrait en milieu liquide.

Comme tout chantier de cette nature, le dragage met en œuvre un parc important de moyens mécaniques. Activité à dominante d'emploi d'engins, les coûts de production sont intimement liés au rendement et à la disponibilité des matériels navals.

A l'occasion de l'étude de prix ce facteur influencera fortement la fixation des prix unitaires dont la définition reste très liée à la fine connaissance du site des travaux.

— **Travaux sous-marins**, le dragage ajoute à toutes les sujétions précédentes celles de la difficulté de la localisation et de la constatation des résultats obtenus.

Ces derniers facteurs auront une incidence lors de la réception des travaux et de l'appréciation de leur bonne exécution en rapport des objectifs fixés. Une notion de tolérance doit être introduite dans les spécifications prenant en compte la réalité des circonstances d'exécution.

Mais surtout, cette condition de site immergé assujéti le lieu des travaux aux variations naturelles d'érosion et de sédimentation du milieu marin ou estuarien en fonction de conditions hydrauliques variables. Cette sujétion est de nature à perturber gravement la définition d'un contrat qui n'en aurait pas tenu un juste compte.

Pour tenir compte de ces caractères spécifiques du dragage maritime les rapports contractuels avec l'Entrepreneur ont été définis sur la base des quatre principes ci-après :

- Échange de toutes les données connues du site des travaux,
- Rémunération à partir des volumes dragués constatés dans les puits des dragues,
- Souplesse du dispositif contractuel pour une adaptation aux conditions effectives du chantier,
- Autocontrôle de l'exécution par l'Entrepreneur.

Le chantier n'étant pas achevé à l'heure de la rédaction de cette communication, il est certes prématuré de tirer une quelconque conclusion définitive sur ce dispositif, alors que la matière de ces travaux de dragage est de nature à révéler à tout instant des difficultés susceptibles de perturber l'ensemble de l'organisation.

Toutefois, il est dès à présent confirmé que ces options principales de l'organisation ont permis jusqu'à ce jour de résoudre sans difficulté les aléas de chantier rencontrés et de maintenir dans les relations de travaux un climat favorable de collaboration et d'efficacité économique.

— Information sur la nature des matériaux à draguer et leur dragabilité

Les analyses sédimentaires de 41 carottes espacées de 500 m environ étaient jointes au dossier ainsi que des indications statistiques sur les temps de chargements et chargements moyens réalisés avec des dragues porteuses de 2 000, 3 000 et 4 000 m³ de capacité, au cours des travaux exécutés dans le site durant les 10 années précédentes.

— Autocontrôle de l'avancement des dragages

Les 31 km de chenal à draguer ont été divisés en 7 sections de dragages de longueur moyenne de 4,500 km, permettant sur un aller et retour de faire le chargement des dragues.

L'Entreprise doit procéder à des sondages périodiques par ses propres moyens dès que le volume extrait sur une section de dragage atteint un cube de 400 à 500 000 m³.

A cet effet, le réseau localisation Toran du Port Autonome a été confié en maintenance à une entreprise spécialisée et est utilisé par l'Entreprise de dragages.

— Bordereau des prix très ouvert permet de rémunérer les travaux effectués dans chacune des 7 sections avec mise en dépôt dans chacun des 2 sites de clapage ou des 4 lieux de refoulement

Cette disposition laisse une grande souplesse à l'organisation du chantier et permet l'évacuation par clapage au large de matériaux qui seraient impropres à une mise en remblai.

Par ailleurs, les 7 zones de dragage et la définition physique des tranches de travaux permettent d'établir une programmation rationnelle et un suivi de l'avancement des travaux.

— Constatation des sédiments solides mesurés dans les puits de la drague

L'examen de l'analyse granulométrique des carottes extraites sur le site à draguer conforte l'idée que les matériaux à extraire sont comme par le passé des sédiments qui décantent dans les puits des dragues.

L'Entrepreneur a pu se faire, à l'examen des analyses granulométriques et par les carottages complémentaires réalisés à son initiative, une estimation des matériaux qui ne seraient pas retenus dans les puits des dragues et établir ses prix en conséquence.

Ce mode de rémunération élimine pour l'Entrepreneur pour un chantier de longue durée (3 ans) la sujétion de prise en compte des apports amenés par le régime hydraulique du fleuve. Toutefois, pour les parties du chantier draguées avec une aspiratrice stationnaire :

- section de transition avec refoulement direct sur Z.I. de Lavau
- moitié Sud chenal en section 5 et zone d'évitage avec refoulement direct sur Bilho

la rémunération de l'Entreprise est appliquée au cube profil dragué ; les constatations par sondages avant et après travaux sont faites par longueurs de dragage de 500 à 800 m.

Ces rémunérations, principalement par constatation de volume en puits — comme pour les dragages au profil —, sont temporisées par une clause de réfaction des cubes dragués hors profil de tolérance.

La tolérance est de 50 cm en profondeur en-dessous de la cote prescrite et un déplacement latéral des talus de :

- 10 m pour les talus à pente 10 pour 1
- 5 m pour les talus à pente 5 pour 1.

— Caractéristiques des engins de dragage

L'ensemble des matériels est bien adapté

- cube repris et refoulé par JOKRA 16 000 000 m³
- cube clapé en mer 20 000 000 m³
- cube dragué et refoulé par aspiratrice stationnaire JOKRA + relais ARDEA 4 000 000 m³

Le 27 février 1980, la dernière tranche conditionnelle du programme a été notifiée au Groupement pour un délai d'exécution s'achevant au 31 décembre.

Les travaux viennent de s'engager par l'arrivée en Loire le 19 avril de la drague en marche GATEWAY qui va maintenant réaliser la tranche ultime d'approfondissement variable de 0,60 m à 1,50 m selon les diverses sections du chenal.

Les profondeurs requises seront atteintes pour la venue du premier navire méthanier à l'automne prochain.

océanologiques et météorologiques est en construction sur le site de la "Lancastria" à bâbord de l'engainement du chenal extérieur. Les paramètres houle, vent et hauteur d'eau télétransmission à la Capitainerie de Saint-Nazaire y seront traités et diffusés en temps réel avec divers utilisateurs.

— Alignement de feux du chenal extérieur

Le déplacement de l'axe du chenal résultant de son élargissement unilatéral a rendu nécessaire la reconstruction d'un alignement de feux dont les caractéristiques nautiques n'étaient d'ailleurs plus adaptées à l'extension du chenal vers le large au-delà de la passe des Charpentiers.

CARACTÉRISTIQUES DES ENGINS DE DRAGAGE

Dragues aspiratrices en marche	SEVEN SEAS	MERSEY	SEAWAY	GATEWAY	Observations
Longueur	91,50 m	94,50 m	110,20 m	127,20 m	
Largeur	13,40 m	16,66 m	18,36 m	19,50 m	
Vitesse en charge	10,50 nd	12 nds	11 nds	16 nds	
Capacité puits	2179 m ³	2700 m ³	3973 m ³	6145 m ³	
Nombre élinde	1	1	2	2	
Diamètre	900 mm	900 mm	900 mm	900 mm	
Profondeur max. dragage	20,60 m	20 m	27 m	30 m	
Puissance dragage	1000 CV	1125 CV	2 x 1400 CV	2 x 2200 CV	
Puissance propulsion	1 x 1000 CV	2 x 1250 CV	2 x 2880 CV	2 x 4380 CV	en dragage
				2 x 6580 CV	
Tirant d'eau en charge	6,00 m	6,50 m	8,64 m	10,20 m	en route

Dragues aspiratrices stationnaires	JOKRA II	Relais ARDEA
Longueur hors tout	77,50 m	55,00 m
Longueur coque	57,06 m	
Largeur	13,54 m	14,00 m
Tirant d'eau	2,40 m	2,35 m
Diamètre d'aspiration	0,80 m	
Diamètre refoulement	0,75 m	
Profondeur dragage	22,00 m	
Nombre de pompes	2	2
Puissance pompe asp.	1500 CV	
Puissance pompe ref.	3400 CV	2 x 1600 CV
Puissance désagrégateur	2 x 400 CV	
Puissance totale	6150 CV	3650 CV

aux objectifs à obtenir conditionnés pour une bonne économie du chantier à leur plein emploi avec leur maximum de capacité.

Production obtenue

Au 15 novembre 1979, après 18 mois 1/2 d'activité, la production des dragages atteint 40 millions de mètres cubes sur un programme de 60 millions de mètres cubes, soit **67 %** dont :

- cube dragué par les porteuses 36 000 000 m³

Modernisation des aides à la navigation

Pour un bilan plus global des améliorations apportées aux conditions de la navigation en Loire Maritime, il faut souligner l'importance des divers dispositifs en cours de mise en place dans l'estuaire pour assurer la sécurité des navires :

— Information des navigateurs

Une plateforme de mesures des données

L'amer postérieur est implanté en crête de falaise sans risque d'aucun masque par l'environnement urbain immédiatement proche.

L'amer antérieur est constitué par une plateforme métallique établie en site maritime à 1 500 m du feu postérieur.

Ces nouveaux établissements de signalisation maritime entreront en service en septembre prochain.

Connaissance des paramètres de navigation des navires

Un système radioélectrique de positionne-



Engin de drague stationnaire "JOKRA". Il refoule à terre les produits de dragage pour constituer le remblaiement de 400 ha de zone industrielle.

Photo Y. BLOND

ment des navires est en cours de réalisation à l'initiative de la Direction des Phares et Balises.

A partir d'une station émettrice embarquée par le Pilote sur chacun des grands navires assistés, la position précise de la source radioélectrique est déterminée par 4 stations fixes à terre. Le traitement des données effectué à la Capitainerie permet la détermination d'écarts par rapport à la route théorique correspondant à la polygone du chenal.

Les paramètres résultant sont retransmis à bord et reçus sur écran portatif. Un renouvellement fréquent des informations de la trajectoire assure au pilote le contrôle des mesures de correction de route qu'il aura pu prescrire.

Ce dispositif original est mis en œuvre par la Société SERCEL de Nantes-Carquefou.

Il a été mis au point sur la base de l'exploitation depuis 4 ans du système SAREA réalisé par le même constructeur pour l'entrée des grands pétroliers au Port du HAVRE-ANTIFER.

— Couverture radar de l'estuaire

Le Port Autonome a entrepris la construction d'un réseau de surveillance radar de la navigation sur l'ensemble du chenal depuis la zone d'attente de la Lambarde au large jusqu'au port de Paimbœuf à l'amont.

Après campagne d'essais sur le site pour la localisation optimale de la structure support de l'aérien de l'émetteur récepteur radar, le choix s'est porté en rive gauche sur un emplacement à la pointe de MIN-DIN. Dégagé de toute obstruction à la propagation des ondes, cet emplacement offre

les meilleures possibilités de discrimination radiale des cibles.

Les informations reçues seront télétransmises par faisceau hertzien à la Capitainerie de Saint-Nazaire où est implanté le Centre de surveillance avec ses écrans de visualisation et la station de radio VHF.

L'ensemble de ces dispositifs va doter l'estuaire de la Loire d'installations bénéficiant des derniers progrès dans le domaine de la sécurité du trafic maritime.

Ce haut niveau d'équipement souligne l'attention qui a été portée par la Direction des Ports et de la Navigation Maritimes et le Port Autonome à garantir la sûreté des trafics des grosses unités de matières énergétiques qui constituent l'axe principal de développement du trafic du port autonome ligérien.

Les ports du Languedoc Roussillon

par C. DICHON

*Chef du Service Maritime
et de navigation du Languedoc-Roussillon*

A l'est de Marseille-Fos, sur les 200 kms de côte du Languedoc Roussillon, trois ports de commerce sont implantés : Sète, Port-la-Nouvelle et Port Vendres. Il est intéressant de situer leurs vocations respectives.

Sète fait partie de l'ensemble portuaire majeur qui, autour du Delta du Rhône, avec Marseille-Fos, traite éventuellement les échanges de l'Europe du Nord avec la Méditerranée et les destinations au-delà de Suez. Avec des qualités différentes, précisément celles attachées à sa taille plus modeste, le port de Sète complète les services fournis à Marseille. Au titre des particularités qui peuvent intéresser la clientèle de Sète :

- le régime du travail de la main-d'œuvre docker mieux adapté aux escales courtes ;
- la souplesse et la taille efficace des entreprises de manutention ;
- leur position de "challenger" de Marseille-Fos en toutes circonstances ;
- par ailleurs, la qualité des services portuaires, ferroviaires, routiers sont excellents comme à Marseille.

Marseille-Fos a bien entendu les qualités attachées de ses installations très puissantes :

- le rythme de travail en trois shifts ;
- la profondeur d'eau 14 m pour le conteneur, 16 m pour les vracs solides (20 m pour Solmer), l'outillage onéreux mais puissant ;
- une place professionnelle de grande qualité.

Dans cet ensemble portuaire, Sète ne peut pas suivre la croissance générale sur tous les terrains : les grands navires vracquiers n'auront de place qu'à Fos ; les trafics industriels locaux suivront le sort des industries locales. Pour les marchandises diverses et les petits trafics industriels de l'hinterlang éloigné, Sète peut jouer sa carte parallèlement à Marseille-Fos. Dans ce domaine cependant sa progression devra franchir quelques verrous en particulier dans le domaine des conteneurs où le trafic actuel (par ro/ro) n'est pas extensible sans limite.

Ainsi, dans les dix prochaines années, et même dès la mise en service du terminal à conteneurs de la Darse 2 (quai Ouest), en 1983, le port de Sète devra essentiellement s'adapter aux trafics modernes, c'est-à-dire :

- trouver, avec la main-d'œuvre docker, la formule souple qui permettra de traiter des escales plus importantes qu'aujourd'hui ;

— s'équiper pour la manutention verticale des conteneurs lui permettant de s'attaquer à la clientèle des navires "full conteneurs", navires "cellulaires" et opérables uniquement par des engins terrestres : cette catégorie de navires est en effet la plus importante, de loin, et elle est susceptible de rivaliser, voire de remplacer, les ro/ro sur certaines destinations proches qui sont encore la cible de prédilection du port de Sète ;

— s'équiper pour les petits vracs industriels (navires de 50 000 T dw) qui sont promis à un bel avenir (bauxite, charbon, etc...) La modernisation du Canal du Rhône à Sète sera un atout supplémentaire pour le port de Sète.

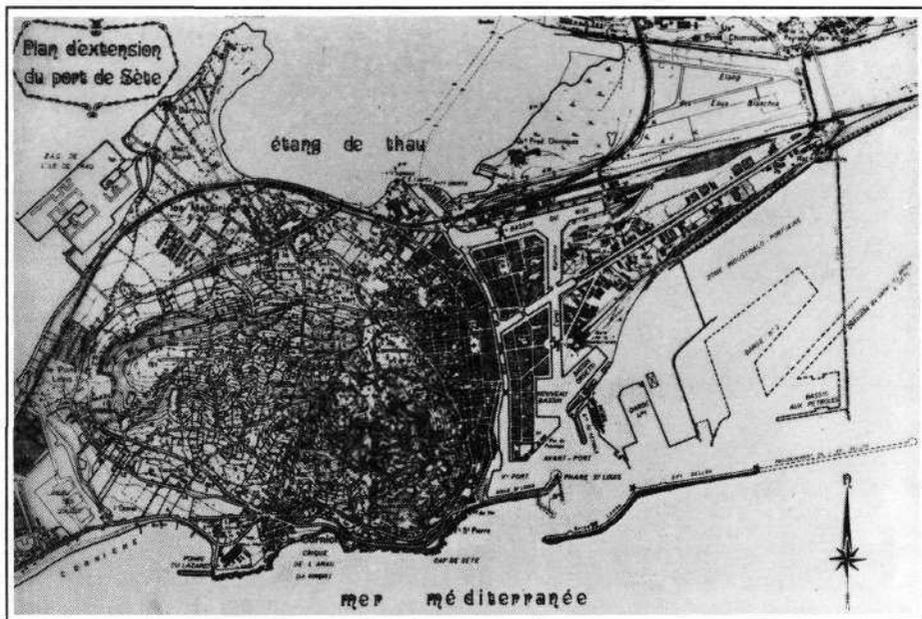
Port-la-Nouvelle n'est pas encore un port de lignes régulières. C'est le port de trafics spécialisés empruntant des navires spécialisés. Port de desserte en hydrocarbures raffinés du Sud-Ouest. Port exportateur de céréales du Lauraguais. Port aux moyens frustes (pas de remorqueurs), peu profond mais très économique. Port doté de vastes espaces à terre mobilisables en arrière du port, et déjà équipé d'installations à caractère industriel.

Dans les dix prochaines années, il s'agit de créer un poste à -10^m seule chance de maintenir cette vocation de port industriel pour navires spécialisés du Sud-Ouest.

Port Vendres se caractérise par la qualité des professionnels portuaires et commerciaux, héritage d'une activité maritime très soutenue il y a quelques années. Port très fiable au niveau de la main-d'œuvre, port économique. Port relativement profond mais sans développement terrestre ni débouché routier convenable.

L'ambition des dix prochaines années est double : retrouver un trafic passagers (Baléares) et organiser un terminal portuaire fruitier.

Tel est le cadre général dans lequel se situe le port de Sète, port leader en Languedoc-Roussillon, challenger de Marseille-Fos sur de nombreuses liaisons et qui permet de comprendre l'effort important qui a été décidé pour l'extension de ce port. Extension qui permettra de doubler le trafic actuel du port (en dehors des hydrocarbures) dans la décennie à venir si la place commerciale joue bien son rôle. Extension qui fait l'objet des travaux que décrit Michel BAYLE.



Les travaux du port de Sète

par M. BAYLE, IPC
chargé de l'Arrondissement "Etudes et Travaux" du Port de Sète.

Préambule

Le site du port de commerce de Sète fut choisi par le Chevalier de Clerville en 1666, conformément au désir exprimé par les états du Languedoc de disposer d'un port de commerce sur la côte rectiligne et sablonneuse du Languedoc-Roussillon.

Les motifs qui guidèrent Clerville dans le choix du site de Sète ne furent pas ceux qu'on rencontre habituellement en la matière. Pas ici de rade abritée, le port fut entièrement édifié par la main de l'homme.

Toutefois, la présence de l'étang de Thau, le plus vaste et le plus profond de ceux du Languedoc-Roussillon, apte à recevoir les bateaux de commerce de l'époque ainsi que la présence d'une communication hydraulique dite "grau" reliant l'étang de Thau à la mer à l'abri du Mont Saint-Clair, parurent des circonstances éminemment favorables.

De fait, jusqu'à la première guerre mondiale, le port se développe conformément aux prévisions de Clerville, puisqu'on constate même entre 1914 et 1945 la création d'industries "les pieds dans l'eau", réalisées selon un concept d'ailleurs très moderne sur des terrains remblayés au bord de l'étang et desservis par un chenal maritime à 7 m de tirant d'eau.

En 1948, après la deuxième guerre mondiale, le port de Sète fut desservi par le premier sea-line d'Europe, construit pour ravitailler en pétrole brut la raffinerie de Frontignan qui est d'ailleurs la plus vieille raffinerie de France, puisqu'elle a été mise en service en 1904.

Mais vers 1950, les plans de masse du port traduisent un changement fondamental. La course à la mer est engagée pour adapter le port à la croissance continue des navires, pour échapper à l'étranglement de la vieille ville qui enserme les bassins portuaires traditionnels, enfin pour disposer des immenses surfaces de terre-pleins qu'exige un trafic moderne de 8 300 000 T en 1979, dont 5 700 000 T d'hydrocarbure, 600 000 T de vin, 800 000 T de pondéreux et 1 200 000 T de marchandises diverses.

Jusqu'en 1978, date de l'achèvement de la darse n° 1, le port a eu la chance de se développer à l'abri du brise-lames considérable construit un siècle plus tôt par l'ingénieur en Chef Dellon, et ainsi de mettre en service, pour un coût minime de construction, les quais que nécessitait son expansion continue.

Mais désormais, le gain d'espace vers la haute mer ne pourra s'effectuer qu'au prix de la construction d'imposantes digues, le port étant condamné à s'évader du cadre trop étroit des plans d'eau protégés au siècle dernier. C'est là le défi relevé par le projet de construction de la darse n° 2, entreprise considérable dans laquelle le port s'est résolument engagé.

I — Justification économique

La justification économique de cette extension, qui doublera largement la capacité d'accueil du port de commerce, est à rechercher dans plusieurs facteurs.

1) Le déplacement des trafics actuellement traités en amont des ponts mobiles :

En effet, le franchissement des ponts mobiles n'est plus supportable pour les navires modernes et un transfert de ces trafics représentant actuellement 800 000 T environ doit être envisagé dans le cadre du port en mer.

2) Il convient de déplacer en direction de l'Est, et donc d'éloigner de la ville et des zones urbanisées, les trafics qui sont des sources de nuisance pour l'environnement, à savoir : le bassin aux pétroles et les pondéreux en vrac.

Ceci sera plus particulièrement nécessaire pour le nouveau terminal minéralier, prévu pour 1983, qui verra transiter 600 000 T par an de bauxite importée.

3) Enfin, et il s'agit là naturellement du motif essentiel, le développement du trafic des marchandises diverses justifie la mise en service de nouveaux quais pour recevoir les trafics de bois, de conteneurs, de pâte à

papier, de sacheries qui constituent actuellement le pôle de développement le plus actif du trafic de Sète.

En effet, les marchandises diverses qui ne représentaient en 1975 que 600 000 T de trafic sans aucun conteneur, comptent en 1979 1 200 000 T de trafic conteneurisé à 40 %, et atteindront en 1985 2 000 000 T, dont 800 000 T conteneurisées.

II — Description de l'avant-projet

Les études économiques, réalisées en vue de la mise en service de la darse n° 2, démontreront l'intérêt de disposer d'un tirant d'eau de 13 m permettant l'accès de cette darse aux porte-conteneurs de la deuxième et troisième génération, ainsi qu'aux minéraliers de 65 000 T de port en lourd de type dit Panamax.

Enfin, la darse n° 2 disposera de surfaces de terre-pleins considérablement plus importantes que celles disponibles dans le port actuel, puisque 4 ha de terre-pleins seront offerts en moyenne par poste à quai, contre 2 ha actuellement dans la darse n° 1 et 1 ha pour l'ensemble du port en moyenne.

Le bassin à pétrole inséré dans cette darse n° 2, disposera lui-même d'un poste à quai pour navires de 30 000 T transporteurs de produits raffinés, et d'un deuxième poste pour navires de 50 000 T.

Le plan de masse de la darse n° 2 prévoit également le débouché du canal du Rhône à Sète dans le port de commerce et l'aménagement de la rupture de charge entre les navires de navigation fluviale et les bateaux de haute mer par création d'un port fluvial.

Le long du littoral, sur 1 km de long et 5 de large, une zone industrielle portuaire de 50 ha sera édifiée au Nord de la darse proprement dite, et sera bordée d'un quai industriel favorisant l'implantation d'activités industrielles à vocation typiquement maritime.

En ce qui concerne les trafics traditionnels la darse n° 2 offrira 2 km de quais à 13 m de tirant d'eau qui seront en totalité nécessaires à l'horizon de 1990.

Cet ouvrage considérable est estimé à près de 370 MF pour les seules infrastructures, à savoir :

- digues de protection : 120 MF
- dragages et quais : 162 MF
- bassin aux pétroles : 86 MF

III — Réalisation d'une première étape avant 1983

Une première étape de réalisation, évaluée à 180 MF pour les infrastructures et 50 MF pour l'outillage, sera réalisée avant 1983, dans le cadre d'un Programme d'Action Prioritaire d'Intérêt Régional (PAPIR).

Le Programme d'Action Prioritaire com-



prend trois types d'ouvrages portuaires essentiels : des travaux préliminaires indispensables à la construction des grandes digues et des quais du port qu'on peut considérer comme de véritables installations de chantiers, ensuite la construction des digues de protection du nouveau port elles-mêmes et enfin la construction du quai Ouest de la darse n° 2.

Les installations de chantiers sont constituées par trois ouvrages préalables :

- un quai de servitude réalisé sur l'épi Dellon, permettant le débarquement sur ce brise-lames non relié à la terre ferme du matériel du chantier,

- d'un pont sur le réseau ferroviaire et d'une route, afin de relier directement le port de Sète à l'autoroute sans traverser la ville,

- un port de service pour abriter ces engins nécessaires à la construction de l'épi Dellon, puisque, ce brise-lames étant une île, il ne peut évidemment être réalisé qu'en employant du matériel naval.

Le quai Ouest de la darse n° 2, premier ouvrage d'accostage disponible dans cette darse, sera lui-même mis en service en 1983 pour le poste Nord, et 1985 pour le poste Sud.

Dans l'esprit de la Direction du Port, ce quai devrait constituer le grand terminal à

conteneurs de l'avenir, sa surface de terre-pleins de 13,5 ha paraissant adaptée pour la réception de porte-conteneurs de la deuxième génération.

Vers la fin de 1983, un terminal minéralier devrait entrer en service au poste Est du quai Nord, pour un trafic de pondéreux de près d'un million de tonnes par an.

Enfin, vers 1985-1986, le poste central du quai Nord devrait être construit, ainsi que la digue Sud que son exploitation nécessite, pour les trafics de bois et d'autres marchandises diverses (exportation de 200 000 T à 300 000 T de ciments fardelés notamment).

IV — Construction des digues de protection

Les nouvelles digues de protection de la darse n° 2 consistent en un prolongement de l'épi Dellon sur 1 050 m par des fonds de 12 à 15 m et la construction d'une contre-jetée Est de 1 800 m de longueur par des fonds atteignant au maximum 12 m.

Le calendrier de réalisation de ces ouvrages prévoit la construction de l'épi Dellon de juin 1979 à l'été 1981, et celle de la digue Est du printemps 1980 à l'automne 1981.

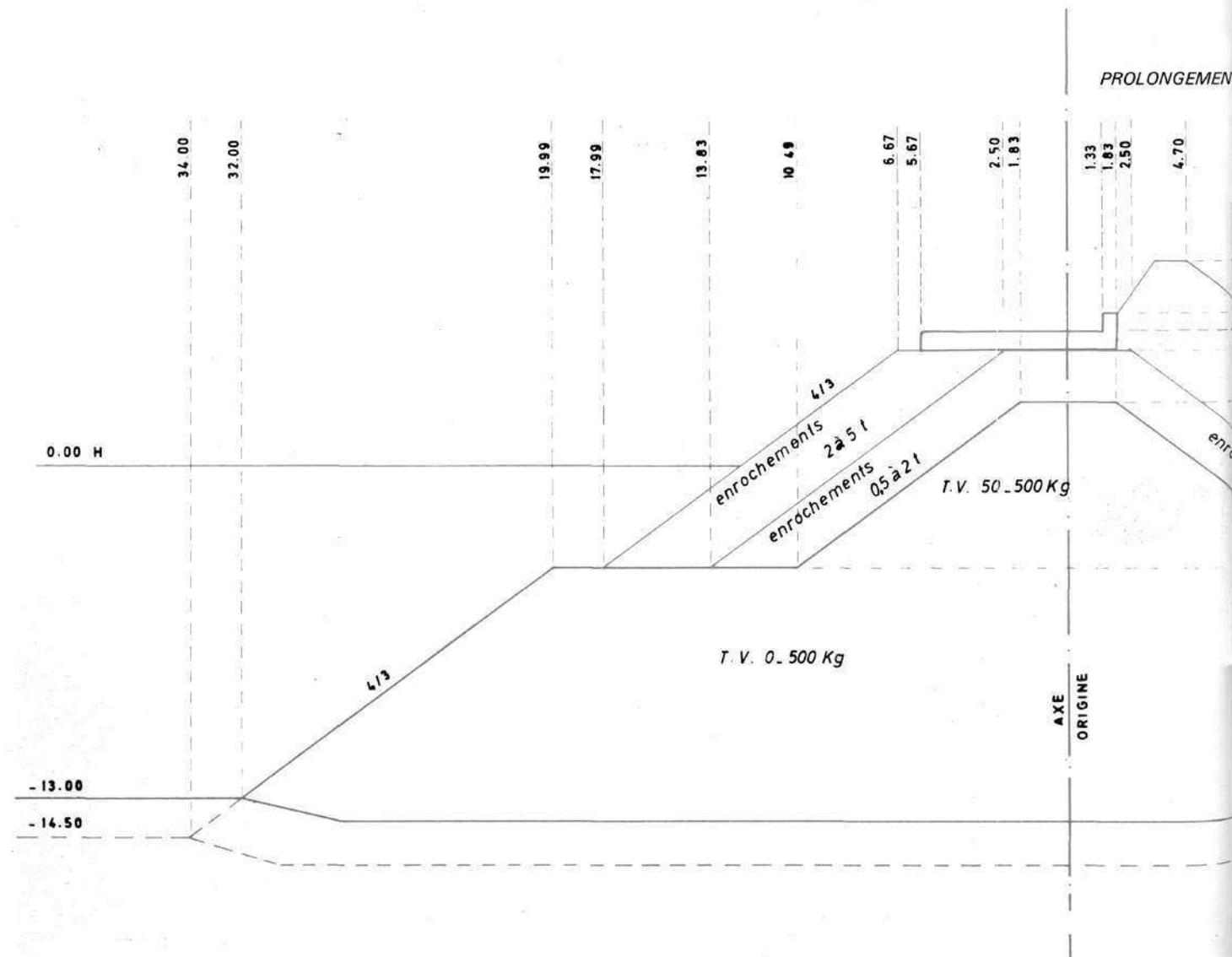
Ces ouvrages sont considérables. Leur coût est de 120 MF et l'appel d'offres correspondant réalisé en 1978 a été le plus important appel d'offres de travaux maritimes en France durant cette année.

La construction des digues et l'adjudication des travaux ont été toutefois précédées d'études techniques détaillées dans le domaine de la géologie, afin de préciser les conditions de tassement du sous-sol sous les digues, et de rupture d'ensemble des digues. Mais aussi et surtout, dans le domaine de l'hydraulique, différentes solutions de digues ont été essayées en cuve à houle et en houle régulière, de manière à tenir compte de l'obliquité réelle de la houle au moment de son attaque sur l'ouvrage.

Ces études ont permis de définir une solution de base consistant en une digue à talus en enrochements avec une carapace en tétrapodes de 8 m³ en section courante et 10 m³ au musoir, la digue étant surmontée sur sa risberme par une dalle en béton de 5 m de largeur circulaire.

IV.1 — Consultation au niveau européen

Compte-tenu de l'importance des travaux, l'appel d'offres a été lancé au niveau de la Communauté Européenne au mois d'août 1978, en vue d'une remise de plis au mois d'octobre de la même année.



Le projet de marché principal comportait une tranche ferme et 4 tranches conditionnelles fonctionnelles, afin de tenir compte à la fois du délai d'exécution prévisible de deux ans et demi et de la cadence de financement escomptée pour des ouvrages de cette importance.

L'ouverture des plis ayant eu lieu le 26 octobre 1978, le Service Maritime arriva facilement avant la fin de l'année 1978 à la conclusion que l'ensemble des variantes devait être rejeté et que le jugement de la consultation devait être opéré au niveau de la seule solution de base. S'agissant alors d'une solution techniquement bien connue, le Service Maritime concentra ses efforts sur les propositions des premières entreprises dont le classement était uniquement effectué au niveau du montant des soumissions.

Il apparut qu'un groupement d'entreprises se détachait nettement avec un rabais de l'ordre de 25 % par rapport à l'estimation de l'administration et une avance de 15 MF sur le prix du groupement d'entreprises classé en deuxième position.

Ce groupement était constitué par les entreprises CAMPENON-BERNARD-CETRA et DODIN qui proposaient d'exploiter comme carrière le site vierge offert par l'administration aux entreprises, site qui a fait l'objet d'une investigation et d'une réservation au bénéfice de l'État afin de

déjouer un éventuel monopole ou une entente des carrières locales.

Dès lors, il ne s'agissait plus que de mettre au point l'offre définitivement retenue. Ceci fut fait dans le cadre tout d'abord de la constitution du groupement définitif, les entreprises CAMPENON-BERNARD et

IV.2 — Mode d'exécution des travaux

DODIN s'adjoignant l'entreprise GUINTOLI pour l'exploitation des carrières, l'entreprise DECOUX pour les transports d'enrochements à titre de sous-traitant et les entreprises Dragages et Travaux Publics et CHAGNAUD à titre de co-traitants pour la partie maritime du travail.

En matière de carrière, le groupement définitif abandonna l'idée d'exploiter le site proposé par l'administration et suggéra l'utilisation de la carrière déjà en exploitation de La Madeleine à Mireval pour les gros enrochements et l'ouverture d'une carrière au lieu dit Le Clap à Bouzigues pour le tout-venant et les petits enrochements.

Le mode d'exécution des travaux retenu par le groupement adjudicataire consiste à placer sur le sommet de la digue une grue Lima de 400 t/m permettant la mise en place des tétrapodes par voie maritime, à partir d'un approvisionnement sur chaland BK.

Le noyau lui-même est mis en place au chaland à clapet à l'avancement tout d'abord à la cote - 6 m, en réglage dans un deuxième temps à la cote - 4 m, à l'aide d'un chaland de positionnement.

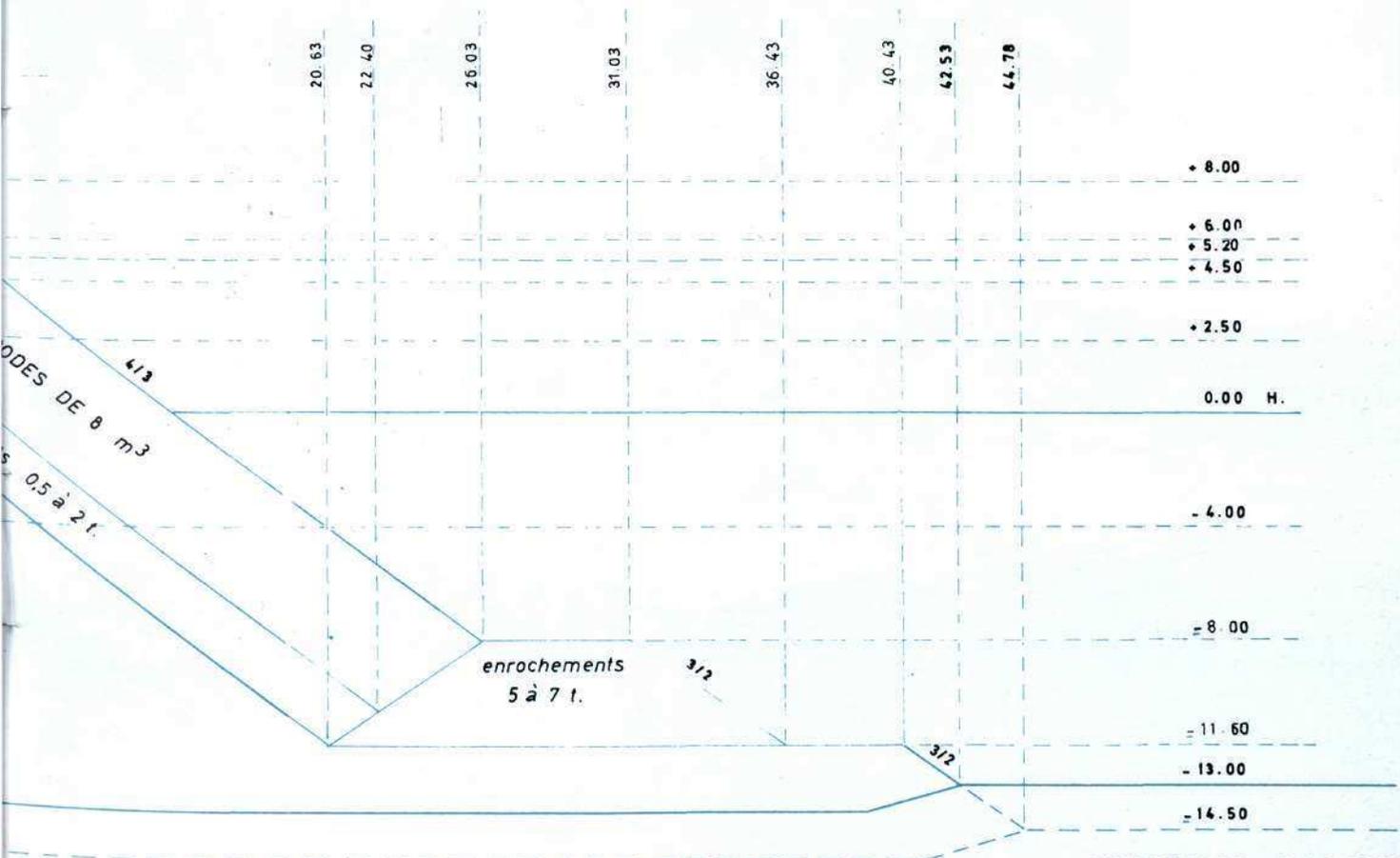
La partie supérieure du noyau et les enrochements naturels sont approvisionnés par des dumpers de 32 T de C.V., reprenant sur les stocks du port de service les matériaux acheminés depuis les carrières, par une noria de semi-remorques, puis amenant à pied d'œuvre ces matériaux grâce à des chalands à fond plat les débarquant sur le brise-lames lui-même.

Avant l'exécution des travaux correspondant à la solution de base, il fut décidé de réaliser à SOGREAH à Grenoble des essais hydrauliques sur modèle réduit permettant la mise au point de la solution définitivement retenue.

Ce furent tout d'abord une série d'essais en canal à houle avec une houle régulière poussée jusqu'à des amplitudes et des périodes dépassant la houle centennale retenue pour le calcul de l'épi Dellon (6,20 m d'amplitude significative et 7 s de période).

Au cours de ces essais, la digue fut testée dans ses différentes phases de réalisation, le tout-venant clapet seul, le tout-venant hors d'eau, le tout-venant avec la protection du filtre, avec la carapace puis avec la dalle de couronnement.

DELLON (SOLUTION F)



ECHELLE : 1 / 200

Toutefois, l'essai des phases de construction et du front d'avancement de la digue pendant la période de construction ne put avoir lieu que dans un bassin à houle à 3 dimensions où il fut opéré des essais systématiques en houle aléatoire de secteur Est à Sud-Est, la digue étant placée sur une plaque pivotante.

Ces essais étaient destinés à permettre une évaluation approximative des dégâts dus aux tempêtes, durant l'ensemble de la période de construction du brise-lames.

IV.3 — Un chantier remarquable à plus d'un titre

Le chantier de construction des nouvelles digues du port de Sète, bien que n'étant pas particulièrement original quant à la conception des ouvrages réalisés, puisqu'il s'agit de digues à talus à carapace en tétrapodes, est toutefois remarquable à plus d'un titre :

a) le montant du chantier (120 000 000 F), la quantité des matériaux mis en œuvre (3 000 000 T) la noria de camions prévus pour les transports, tout ceci montre l'importance considérable de ces travaux.

b) il convient de ne pas oublier d'autre part que l'épi Dellon est une île artificielle qui comme telle est particulièrement sensible à l'action des houles, ce qui pose avec plus d'acuité encore que pour une digue terrestre le problème de la prévention des tempêtes et de la réparation des dégâts dus à ces tempêtes.

Ceci conduisit l'administration à réclamer de la part de l'entreprise un plan d'intervention contre les tempêtes et la mise en place d'un service d'alerte, depuis l'information météorologique jusqu'à l'intervention du personnel sur le chantier, qui permette de jour comme de nuit une action efficace dans un délai d'une heure.

c) l'essentiel de la construction de digues aussi imposantes se passe sous l'eau où le contrôle est particulièrement difficile.

En outre, les cadences de mise en œuvre de 5 000 T par jour pour l'épi Dellon seul en 1979 et 10 000 T par jour pour les deux digues simultanément dès le printemps 1980 nécessitaient la mise en service d'un matériel de contrôle particulièrement performant, dans la mesure où les méthodes traditionnelles s'avéraient inadaptées et incapables de suivre le rythme prévu du chantier.

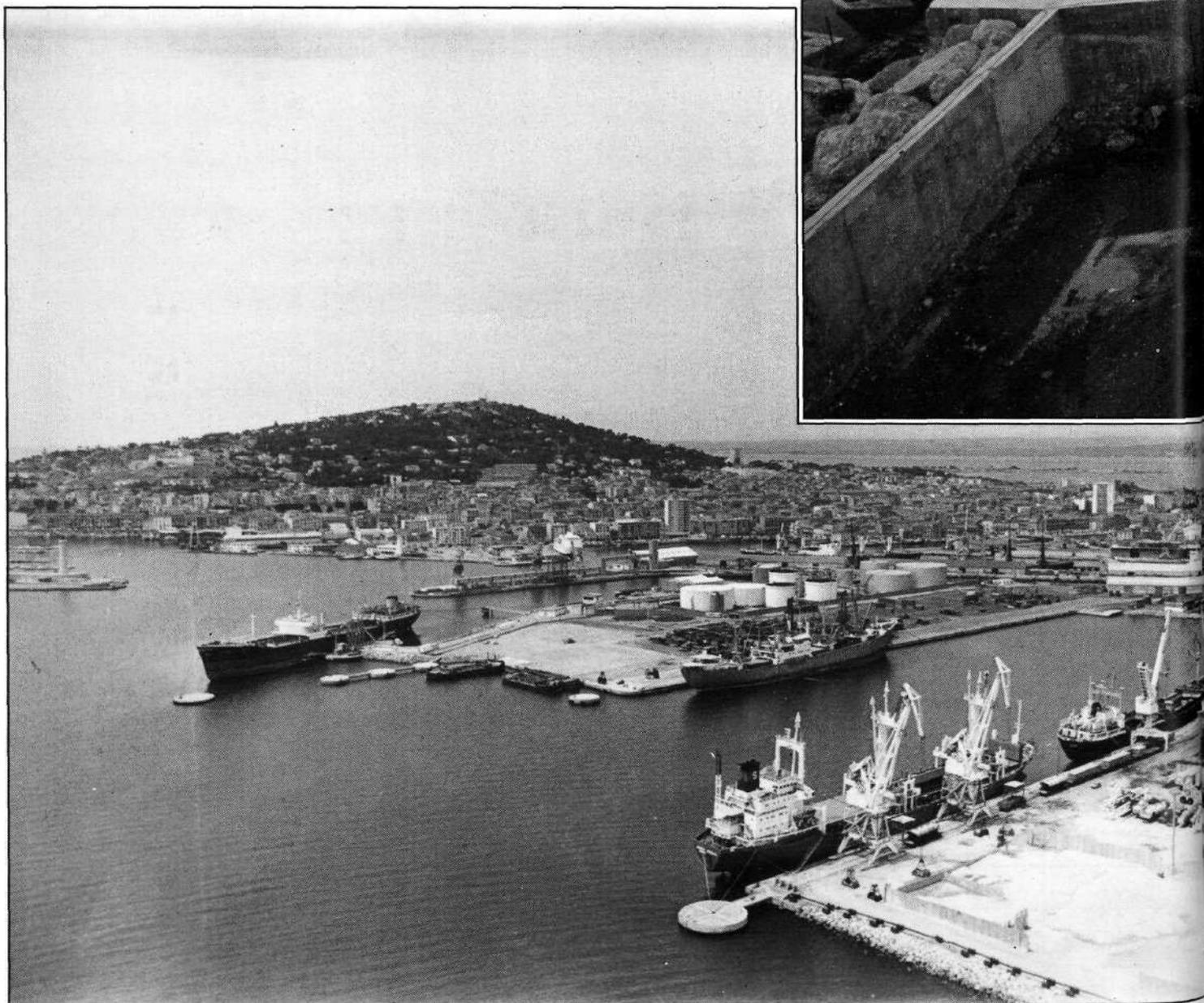
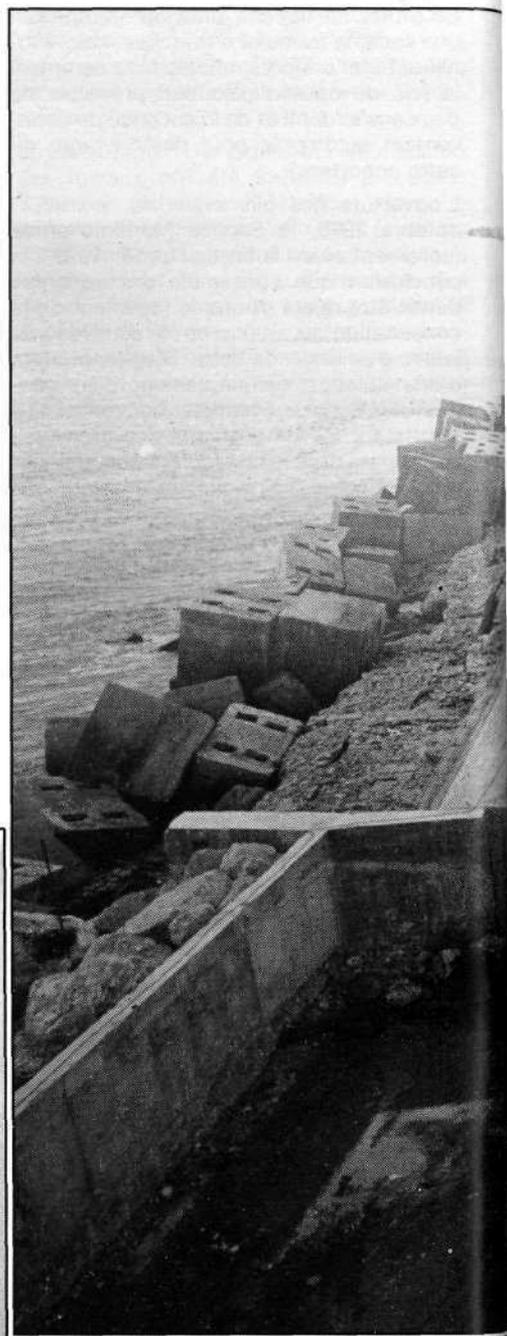




Photo
COURNONCCI

Ce matériel de contrôle intégralement électronique fut mis au point spécialement pour ce chantier. Il s'agit d'un système de radio-localisation de type Sylédis de la Société SERCEL, permettant le positionnement de la vedette de sondages et des chalands à clapet de l'entreprise sur le plan d'eau, d'un sondeur de type Atlas Deso 20 qui est lui-même un prototype, dans la mesure où il s'agissait de sonder sur une pente très raide avec des points très rapprochés, ce qui est le contraire de ce qui se fait habituellement en matière de sondages pour des dragages hydrauliques par exemple, et enfin d'un système de numérisation et d'interprétation des données sur un ordinateur Mitra et une table traçante Benson, permettant le dessin systématique des profils en travers, l'établissement de plans comparatifs et des cubatures permettant de juger de l'avancement du chantier et des matériaux mis éventuellement hors profil.

Conclusion

Si importante qu'elle puisse paraître, la

construction de la darse n° 2 n'est qu'un des composants du programme d'action prioritaire de Sète-Frontignan : l'aménagement d'une zone industrielle de 50 hectares, la modernisation du canal du Rhône à Sète, l'amélioration des dessertes routières et ferroviaires du port en constituent les compléments indispensables.

Le nombre des intervenants financiers dont il a fallu obtenir le consensus est lui aussi considérable : Direction des Ports, DATAR, Direction des Transports Terrestres, Direction des Routes, Chambre de Commerce de Sète, département de l'Hérault, Établissement Public Régional ont été les principaux artisans de ce succès.

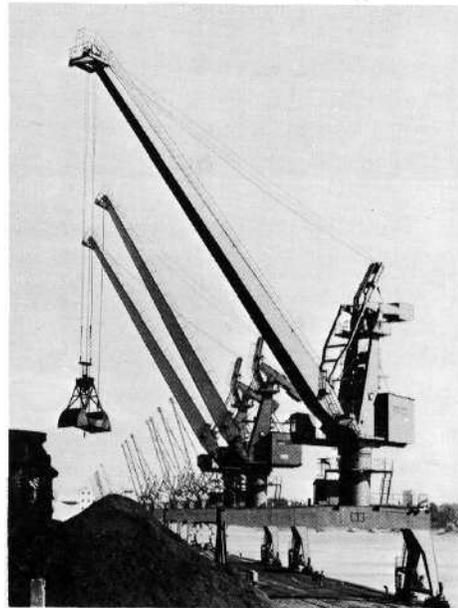
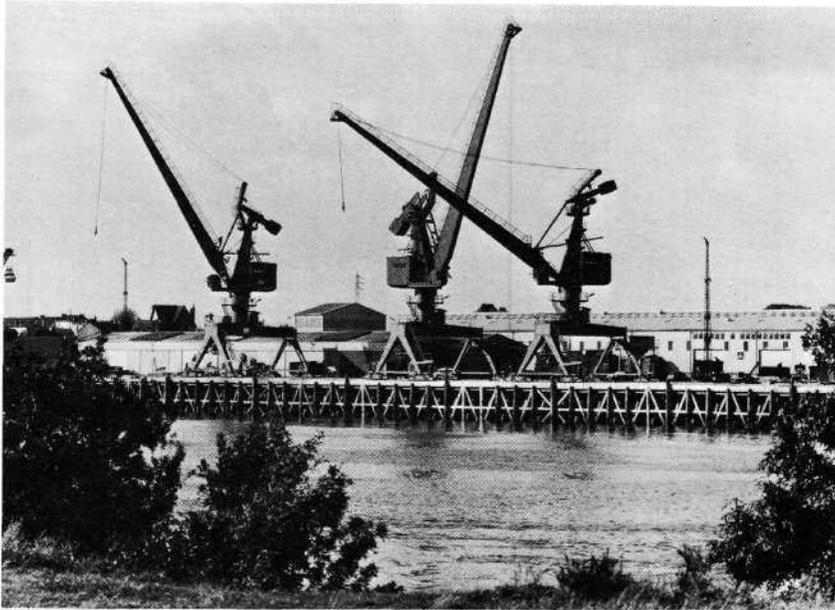
Contrat de programme entre l'État et les collectivités locales, le PAPIR de Sète a également conféré à l'établissement portuaire ses véritables lettres de noblesse, en identifiant son avenir économique à celui du Languedoc-Roussillon. Conscient de l'honneur qui lui est fait, le port de Sète a l'intention de se montrer digne de la confiance qui a été placée en lui.

MOFAG

MOHR ET FEDERHAFF – FRANCE

29, Bd DE LORRAINE - 57502 ST-AVOLD

TÉL. : 792.23.80 ET 792.23.52 - TELEX : NANCY 860 207



PROGRAMME DE FABRICATION MOHR

- Grues pivotantes à variation de volée
- Ponts de chargement
- Ponts roulants
- Portiques à containers
- Dragues flottantes
- Installations de parcs et de stockage

Opéform

Opéform intervient dans l'évaluation, la conception et l'organisation de différents systèmes, qu'ils soient techniques ou socio-économiques. D'une manière générale, la société peut répondre à toute question nécessitant une bonne connaissance des situations de travail.

Elle regroupe différentes disciplines (automatique, informatique, organisation scientifique du travail, sociologie, ergonomie et psychologie du travail). Elle collabore, pour certaines questions, avec des laboratoires de l'Université et du Centre National de la Recherche Scientifique.

Exemples de travaux réalisés par la société

Intervention sur les situations de travail

(détection des problèmes, définition des objectifs, description des contraintes)

- Pêche artisanale en France : trajectoires sociales et revenus
- Transport fluvial : pousseurs et automoteurs
- Exploitation des établissements du Service des Phares et Balises de Tunisie
- Pilotage portuaire
- Conditions d'accès de nuit des minéraliers à Dunkerque Est
- Phase d'accostage des grands navires
- Veille radar anticollision : détection et résolution de conflits
- Perception et identification de marques de signalisation
- Perception et représentation du mouvement en situation de conduite

Evaluation des performances de systèmes et mise en évidence des dysfonctionnements

- Utilité des systèmes de radionavigation (Golfe de Gascogne et Méditerranée Occidentale)
- Mission des centres de surveillance en Manche
- Implantation des nouvelles règles de balisage
- Systèmes navire-pilote : entrée des grands navires à Antifer et à Dunkerque
- Maintenance des systèmes radioélectriques du Port de Rouen

Développement

- Programmes de formation professionnelle
- Cahiers des charges
- Banque de données sur les mouvements des navires en eaux resserrées
- Simulateurs de radar en navigation
- Nouvelle réglementation internationale de signalisation maritime (système A)
- Système d'informations portuaires

SOCIETE CIVILE D'ETUDES ET DE RECHERCHES APPLIQUEES

1, RUE DE LA TOUR - 92240 MALAKOFF

TEL. 657 94 69 - TELEX 203 848 F

La Compagnie de Recherches et d'Études Océanographiques S.A.



GROUPE COGEMA

Le Bout Blanc
17000 LA ROCHELLE

Tél. : (46) 41.13.13
Télex : 791779 F

est partagée en deux départements :

- l'Océanographie
- l'altération et la protection des matériaux.

Composée de Chercheurs, d'Ingénieurs, Techniciens spécialisés, elle peut intervenir comme bureau d'études et conseil dans les domaines suivants :

- aménagements littoraux
- études d'impact
- études géologiques des rives et des fonds marins
- technologie marine
- ressources minières en mer
- biologie marine
- expertise
- tests de produits et procédés de protection.

C.R.E.O. S.A.

dispose de laboratoires et d'installations techniques situés en bordure de mer :

- bacs avec circulation d'eau de mer
- radeaux pour essais de corrosion et résistance aux salissures
- pupitres pour exposition aux embruns et à l'air salin etc...

Les ondes radioélectriques à la navigation

Général de Division (C.R.)
Louis RIBADEAU-DUMAS
X 34 — INST 44

La TSF trouva certaines de ses premières applications dans le domaine maritime, et des marins furent au côté du commandant FERRIÉ parmi les pionniers des liaisons hertziennes avant 1914. La TSF servit ainsi d'abord à la sauvegarde des vies humaines (transmission des S.O.S) avant de concourir à la 1^{ère} guerre mondiale et notamment aux opérations navales, mais aussi à la navigation : les signaux horaires permettant de recalculer les montres et d'obtenir ainsi une meilleure précision du point astronomique. C'est aussi sur mer que la radiodétection eut un de ses premiers champs d'application, avec l'installation des premiers radars sur le paquebot NORMANDIE : l'utilisation envisagée étant surtout la détection des icebergs (souvenir du TITANIC) et des autres navires par mauvaise visibilité.

Les caractéristiques de propagation et de réflexion des ondes radioélectriques, de même nature que la lumière, rappelons-le, mais ayant des capacités de portée différentes, du fait de leurs plus grandes longueurs d'onde, leur permettent :

- de transmettre des signaux à toute distance sur la terre et dans l'espace,
- de détecter un obstacle ou un mobile,
- de repérer la direction d'une source d'émission,

Le tableau ci-après tente de classer ces diverses utilisations :

La dernière colonne fait apparaître la liaison étroite entre l'utilisation recherchée et les propriétés de propagation des ondes, fonction de la fréquence employée. On rappellera seulement ici, de façon simplifiée, deux points très importants dans les applications :

— onde directe et ondes réfléchies

L'onde herzienne se propage en ligne droite dans l'atmosphère, mais subit certaines réfractions. De ce fait elle se propage le long du sol, terre ou mer en onde directe, la portée étant d'autant plus grande que la fréquence est plus faible (et la longueur d'onde plus grande). Ainsi les ondes kilométriques peuvent se propager sur des milliers de kilomètres.

L'ionisation de la moyenne et haute atmosphère produit une réflexion et le retour vers la terre des ondes qui y parviennent : ceci permet le transport d'information à grande distance, mais cause des interférences entre ondes directes et ondes réfléchies, limitant ainsi la partie utile de la première. Un phénomène analogue se produit entre onde directe et onde réfléchiée par le sol (terre ou mer) et peut être gênant, notamment pour les radars.

— vitesse de propagation

La vitesse de propagation, constante dans le vide, ne l'est pas dans l'atmosphère, où elle dépend notamment de l'humidité, de la température et de l'ionisation, ni à la surface du sol où elle dépend de la conductivité et des obstacles rencontrés. Ceci a des conséquences importantes pour le repérage des directions et des mesures de distance, car la différence avec la vitesse de propagation dans le vide peut atteindre presque 10 % et varie avec les conditions locales et la météorologie.

Il ne peut être question, dans le présent article de traiter l'ensemble des aides radioélectriques à la navigation, aussi sera-t-il limité à deux applications, le radiopositionnement dont les applications s'étendent de jour en jour et la surveillance du trafic maritime, du fait de son opportunité présente.

Radiopositionnement

Les systèmes de détermination de la position à bord au moyen de récepteurs captant des émissions venues de la terre s'est beau-

Propriété	Utilisation	Systèmes et appareils	Fréquences
Communication	Information des navires Liaisons entre navires Service public (P et T)	Émetteurs-récepteurs divers	Choix des fréquences en fonction des portées à atteindre
Repérage de la direction d'une source	Repérage de la direction d'un point remarquable et détermination de position par radiogoniométrie	radiophares et radiobalises d'une part radiogoniométries ou radiocompas de l'autre	utilisation pratique des seules ondes se propageant le long du sol aussi loin que possible (gamme des 300 k Hz)
Mesure de distance ou de différences de distance	Localisation radiopositionnement	Systèmes de localisation ou de détermination du point	Emploi de toutes fréquences en fonction de l'application recherchée (portée-précision)
Détection d'un obstacle, repérage de direction et mesure de distance	Navigation côtière Protection contre les obstacles et les collisions Surveillance du trafic, assistance à la navigation	Radars de bord et de terre Balises répondeuses radar	Fréquences décimétriques ou centimétriques

coup développé depuis la dernière guerre mondiale, le système DECCA NAVIGATOR étant le plus connu.

Le principe général de ces systèmes, basés sur des brevets français HONORÉ-TORCHEUX dont certains datent d'avant 1939 est le suivant :

Deux stations émettent des signaux synchronisés en temps et en phase. Le récepteur de bord mesure les différences de temps ou de phase d'arrivée des signaux. Connaissant la vitesse de propagation des ondes, il en déduit la différence des distances qui le séparent des deux stations.

On sait que le lieu des points dont la différence de distance à deux points donnés est constante est une hyperbole dont ces deux points sont les foyers.

La mise en jeu d'une troisième station permet de définir un nouveau couple donc une seconde hyperbole, dont l'intersection avec la première donne le point cherché.

L'utilisation d'un tel système hyperbolique pose cependant quelques difficultés.

Ambiguïté

Même avec des longueurs d'onde assez grandes par exemple 5 km (60 kHz) la distance à laquelle se trouve le navire des stations est supérieure à une longueur d'onde. La phase mesurée ne correspond donc pas à une hyperbole mais à une infinité d'hyperboles (dans la mesure de la portée des stations). On dit qu'il y a ambiguïté, parce qu'un grand nombre de points répondent aux mesures faites, par intersection des faisceaux d'hyperboles correspondant aux différences de phase retenues.

Cette ambiguïté peut se lever de 2 façons : La première consiste à changer la fréquence des stations d'émission on obtient ainsi un nouveau nuage de points d'intersection. Le bon "point" est celui dont la position est la même sur les 2 nuages. Cette détermination n'est pas toujours évidente car les erreurs ou tolérances de mesure sont telles que plusieurs points peuvent être considérés comme valables.

Ce principe d'ailleurs maintient une certaine périodicité des coïncidences, correspondant à la différence des fréquences utilisées. Cette différence doit aussi être relativement importante, sinon les erreurs ou tolérances ne permettraient pas de choisir entre les points voisins. Pour obtenir un lever d'ambiguïté convenable, on utilisera donc plusieurs fréquences distinctes permettant de choisir le "bon" point dans les nuages observés.

Les récepteurs modernes font ce travail automatiquement.

Le système DECCA utilise ainsi 5 fréquences dans la gamme 70-100 kHz (3 km à 4,5 km de longueur d'onde) et donne ainsi un lever d'ambiguïté satisfaisant dans une zone d'environ 200 milles marins.

Comme on le verra plus loin, la précision obtenue est proportionnelle à la longueur d'onde ; les systèmes donnant une grande précision doivent avoir des longueurs d'onde faibles. L'ambiguïté devient de ce fait très grande et son lever plus difficile.

On peut cependant remarquer que lorsque l'ambiguïté a été levée, soit par un système à plusieurs fréquences, soit par la connaissance du point par un autre moyen, le récepteur peut, s'il n'est pas perturbé suivre l'évolution des phases et maintenir la connaissance du point sans ambiguïté.

La seconde méthode de lever d'ambiguïté est celle des émissions par impulsions.

Les émissions ne sont plus continues, mais se font par trains d'impulsion convenablement espacés. Si leurs intervalles sont assez grands, il n'y a pas d'ambiguïté, la mesure du temps séparant l'arrivée des impulsions des stations donnant les différences des distances à celles-ci. C'est le procédé utilisé dans le système LORAN-C et dans de nombreux systèmes de localisation de précision (systèmes français SYLEDIS et TRIDENT, par exemple).

Le système LORAN-C utilise en outre la comparaison des phases des ondes transmises dans les impulsions, pour améliorer la précision obtenue par la mesure du temps.

Précision

La précision du point ainsi obtenu dépend de nombreux facteurs. En remontant la chaîne du système, on trouve d'abord la précision de la mesure du temps et/ou de la phase, qui tient aux caractéristiques pratiques des récepteurs. On sait mesurer les différences de temps à 1 microseconde près (300 m) et les phases à 1/100 de tour, soit 3,6° ; 1/100 de tour correspond à 1/100 de longueur d'onde. La précision sera donc basée pratiquement sur 1/100 de longueur d'onde.

La précision des mesures de temps peut considérablement s'améliorer par des dispositions complexes faisant intervenir plusieurs impulsions (systèmes dits à compression d'impulsions). Cependant la détermination exacte de la précision est beaucoup plus complexe puisqu'il s'agit d'intersection de courbes sous des angles variables ; ceci donne des ellipses d'égales erreurs.

Ensuite viennent les aléas de la vitesse de propagation dues aux circonstances locales et à la nature du trajet de l'onde, au-dessus d'une terre dont la conductivité est variable de par sa nature et la végétation et selon la météorologie. Enfin la synchronisation et la stabilité des émetteurs jamais parfaites constituent des sources d'erreurs.

On peut donc considérer 2 catégories d'erreurs, les unes accidentelles dues aux instruments (récepteurs, émetteurs) ou aux variations dans le temps de la propagation, les autres systématiques, dues aux erreurs sur le calcul de la propagation.

cadre supérieur

130 000 + à 500 000 +

Que vous soyez

Directeur Général, Directeur du Marketing, Directeur Financier, Directeur d'Usine, Directeur des Relations Humaines, etc. ou responsable d'un poste clé de votre Société, nous pouvons vous proposer à Paris, en Province ou à l'Étranger, plus de 300 postes par an correspondant à votre niveau et publiés en **EXCLUSIVITE** dans la rubrique Dirigeants "Senior Executives" d'"International Executive Search Newsletter".

Vous devez savoir

que 80 % au moins des recherches de Dirigeants dont la rémunération moyenne atteint 220.000 F, **NE SONT PAS PUBLIÉES DANS LA PRESSE**, mais confiées aux spécialistes français et internationaux de l'Executive Search respectant une stricte déontologie

Seuls ces Consultants peuvent publier gratuitement des offres exclusives dans notre newsletter ; cette formule permet aux Cadres Supérieurs en poste de s'informer **SANS RISQUE D'INDISCRETION.**

Adressez carte de visite et montant de l'abonnement à I.C.A. 3 rue d'Hauteville - 75010 Paris Tél. (1) 824.63.45 Télex 280360 bureau Paris I.C.A.

TARIF ABONNEMENTS

10 NUMEROS/AN

ALLEMAGNE	DM	185
BELGIQUE	FB	2900
CANADA	\$C	135
DOM-TOM	FF	500
FRANCE	FF	300
GRANDE BRETAGNE	£	48
PAYS BAS	FL	200
SUEDE	KR	400
SUISSE	FS	160
U.S.A.	\$	120

Autres Pays FF 500 ou \$ 120

I.C.A. PUBLIE PLUS D'OFFRES DE PLUS HAUT NIVEAU QUE TOUT AUTRE ORGANISME.

SPECIMEN GRATUIT EN RETOURNANT CETTE ANNONCE A I.C.A.

I.C.A. International Classified Advertising
3, RUE D'HAUTEVILLE - 75010 - PARIS

C'est en effet par un calcul basé sur la vitesse de propagation et la longueur d'onde (rapport de cette vitesse à la fréquence qui, elle, est constante, que sont construites les courbes ou lignes de position reportées sur les cartes ou que le récepteur (dans les récepteurs automatiques les plus modernes) estime ses coordonnées d'après celles des stations.

Les erreurs systématiques des systèmes mondiaux comme l'OMEGA peuvent atteindre 3 à 4 milles, celles des systèmes régionaux 1 à 2.

Elles peuvent être en partie corrigées d'une part en améliorant les modèles de propagation mais surtout par un étalonnage des courbes reportées sur les cartes ; cet étalonnage est relativement aisé près des côtes, mais demanderait un labeur considérable car il faudrait le faire porter sur un maillage dont les dimensions seraient suivant les lieux, de 5 à 20 milles. En pleine mer, il peut être plus lâche, mais pose le problème du système de référence.

Les erreurs accidentelles ne peuvent se corriger. Elles correspondent à ce qu'on appelle la précision de répétition relative aux erreurs relatives entre les points trouvés au mêmes endroits à divers moments. Elle varie aussi de façon sensible selon les qualités de la propagation. On peut en donner quelques chiffres :

pour le système mondial OMEGA (10 à 13 kHz) : 4 milles

pour le système régional LORAN-C (100

kHz) : 20 m au mieux à 1/2 mille (à 500 km des stations)

pour le système régional DECCA Navigator (70-100 kHz) : 200 m à 1/2 mille de jour 400 m à 1 mille de nuit

pour les systèmes de précision en ondes métriques à courte portée (SYLEDIS-TRIDENT) : 1 à 5 mètres.

Le tableau joint donne une revue des principaux systèmes en indiquant leurs caractéristiques principales et les précisions obtenues.

La précision géographique ou absolue concerne l'ensemble des erreurs systématiques ou accidentelles que peut commettre un navire en mesurant sa position ; l'ordre de grandeur de l'erreur systématique qui s'ajoute alors aux erreurs accidentelles a été indiquée plus haut. Elle ne peut être améliorée que si le navire dispose d'une autre information précise sur sa position ou par un système différentiel.

Systèmes différentiels

Le principe des systèmes différentiels est le suivant : l'erreur systématique et certaines erreurs accidentelles demeurent sensiblement constantes dans des zones assez étendues. Si donc l'on mesure les écarts en résultant en un lieu déterminé et que l'on puisse les communiquer aux navires situés dans le voisinage, ceux-ci pourront corriger

leurs positions et en améliorer considérablement la précision géographique de leur point et mesure la précision de répétition. C'est en particulier le cas du système OMEGA différentiel dont la mise en place a commencé sur les côtes de France et d'Afrique où certains radiophases ont été équipés à cet effet.

La précision géographique ainsi obtenue peut atteindre 0,25 mille (450 m) jusqu'à 100 milles des stations de correction, et décroît jusqu'à 2 milles environ à 300 milles de ces stations. Cette précision répond aux besoins de la navigation côtière.

Le tableau II ci-joint indique les besoins de précision formulés par les navigateurs et recensés par des enquêtes effectuées sur les côtes de France il y a quelques années. Les travaux de l'organisation intergouvernementale consultative maritime (O.M.C.I) sur ce même sujet ont fourni des données analogues.

A titre d'exemple l'équipement des côtes de France sera à la fin de 1980 le suivant :

OMEGA différentiel en totalité
DECCA-NAVIGATOR : MANCHE couverte par une chaîne anglaise
LORAN-C : MÉDITERRANÉE (chaîne américaine)
RANA P17 : Golfe de Gascogne et entrée de la MANCHE (précision environ 40 m pour les besoins des pêcheurs)
TORAN : Golfe de Gascogne et Bretagne

SYSTÈMES DE POSITIONNEMENT ET DE LOCALISATION RADIOELECTRIQUES CIRCULAIRES ET HYPERBOLIQUES EXISTANTS

COUVERTURE	DÉNOMINATION	PORTÉE (milles)	PRÉCISION RELATIVE OU DE RÉPÉTITION	AMBIGUITÉ	AUTRES SYSTÈMES ANALOGUES
1. Mondiale	Satellites (TRANSIT) OMEGA		200 m à 1 mille suivant le mode opératoire 2 à 6 milles avec corrections	non oui - lever par plusieurs fréquences	
2. Régionale	LORAN-C	1200	100 mètres à 1/2 mille suivant la distance	non	DECCA PULSE 3 (portée 100 milles)
	DECCA Navigator	400 de jour 200 de nuit	200 m à 1/2 mille suivant la distance	oui - lever par plusieurs fréquences	
	OMEGA Différentiel	300 à 500	jour 300 m à 1 mille, nuit 300 m à 2 milles, suivant la distance	non	
	RANA-P-17	400 de jour 200 de nuit	50 m à 1/2 mille, suivant la distance	oui - lever par plusieurs fréquences	
3. Locale	TORAN	200	5 à 200 m suivant la distance	oui - lever partiel	LORAC-BRAS DECCA HI-FIX-RAYDICT) DECCA TRISPONDER) MINIRANGER MOTOROLA) HYDRODIST - NDFS etc.
	SYLEDIS	30	3 à 20 m suivant la distance	non	
	Grand SYLEDIS	100	3 à 50 m suivant la distance	non	
	TRIDENT	30	3 à 20 m suivant la distance	non	

BESOINS ESTIMÉS EN FRANCE

CATÉGORIES D'USAGERS	TYPE DE NAVIGATION OU D'EXPLOITATION	PRÉCISION SOUHAITÉE
1. Marine de commerce et navires se rendant vers leurs lieux de travail	1. Zone du large (à plus de 50 milles des côtes)	4 milles ou 1 % de la distance au danger
	2. Navigation côtière (à moins de 50 milles des côtes)	de 0,2 mille à proximité de la côte jusqu'à 0,5 mille au plus loin
	3. Approche des ports et eaux resserrées	de 0,1 à 0,2 mille suivant les cas
	4. Voies des dispositifs à séparation de trafic	20 % de la largeur des voies ou moins si les règles précédentes donnent des valeurs inférieures
2. Pêcheurs	Pêche au chalut ou à la drague	20 m
3. Pétroliers	Prospection et exploitation pétrolière	0,01 à 0,25 mille (20 à 450 m) suivant le cas
4. Services de surveillance de la navigation, du trafic et des opérations maritimes	Contrôle de la navigation, de la pêche, contrôle douanier etc...	0,1 mille (200 m)
5. Service hydrographiques, portuaires, exploitants divers	Hydrographie, sondages, dragages, balisage	0,001 à 0,05 mille (2 à 100 m) suivant le cas
6. Services portuaires	Chenalage	5 à 40 m suivant la configuration des chenaux et les dimensions de navires

PARAMÈTRES CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELS DES SYSTÈMES DE RADIONAVIGATION

PARAMÈTRES	CRITÈRES
PORTÉE	Distance maximale de réception d'une station de jour, de nuit
ZONE DE COUVERTURE	Nombre maximal de stations d'une chaîne Distance maximale entre les stations les plus écartées Schéma type ?
AMBIGUITÉ	Ambiguïté de base Dispositif de lever d'ambiguïté - degré et efficacité
PRÉCISION	Précision maximale théorique Erreurs systématiques et accidentelles Précision absolue ou géographique Précision relative, de répétition et de rendez-vous calcul et étalonnage Précisions dans la zone de couverture de jour et de nuit
CADENCE DE RENOUVELLEMENT	Délai d'initialisation Délai de remise à jour Délai de lever d'ambiguïté
UTILISATION	Mode de présentation des informations Mode de calcul et de report sur cartes
DISPONIBILITÉ	Sensibilité aux brouillages Compatibilité (fréquences) Fiabilité des émetteurs et récepteurs Redondance et fonctionnement dégradé
COÛT	Récepteurs ; facilités, automatisme Station d'émission : rapport coût/zone couverte ?

**SOCIÉTÉ ANONYME
DES ENTREPRISES**

Léon BALLOT

au Capital de 30 600 000 F

**TRAVAUX
PUBLICS**

155, boulevard Hausmann, 75008 PARIS



FRANÇOIS LEVEQUE
Drague suceuse
porteuse pour
le port autonome
de Bordeaux.

**LE CHANTIER
POUR NAVIRES
SPÉCIAUX :**
Car ferries.
Transport de
produits
chimiques.
Navires rouliers.
Cargos réfrigérés.
Dragues porteuses
et stationnaires.
Porte-conteneurs.



DUBIGEON-NORMANDIE S.A.

15 bd de l'Amiral-Bruix, 75116 Paris
Télex 612 921 F Dubinor. Téléphone (1) 502.12.20



Très grosse bouée avec balise radio et balise répondeuse radar.

Sud (précision 20 à 50 m pour les besoins des pêcheurs)

TORAN et SYLEDIS : estuaires et accès portuaires pour les sondages et dragages et l'assistance au chenalage.

Les projets futurs concernent le doublement des stations OMEGA différentiel pour améliorer la précision et donner une sécurité supérieure, le développement de la chaîne RANA P17 pour couvrir toutes les zones de pêche et la construction d'une chaîne LORAN-C pour fournir un moyen de radiopositionnement dans l'Atlantique jusqu'à 1 000 milles des côtes.

Surveillance du littoral

La surveillance du littoral a pour objectifs la sécurité des navires par la fourniture d'informations sur la situation et sur les dangers éventuels, par l'assistance aux navires en difficulté et la prise en temps voulu de mesures propres à minimiser les conséquences accident (pollution).

Le moyen technique d'acquisition des informations sur la navigation est le radar, dont le champ d'action est malheureusement limité par une portée quasi-optique,

30 milles s'il est placé en un site suffisamment élevé.

Des systèmes modernes d'extraction et de traitement des données permettent d'améliorer son rendement par une visualisation synthétique permettant de mieux évaluer la situation et d'apprécier la route et la vitesse des navires.

Les centres de surveillance ainsi équipés entrent en liaison avec les navires par radio, en particulier en ondes métriques (VHF) dont la portée pratique est aussi d'une trentaine de milles.

Les centres de GRIS-NEZ et JOBOURG (Nord du Cotentin) sont déjà ainsi équipés et celui d'OUESSANT le sera prochainement. Ces centres diffusent des bulletins d'information réguliers sur la situation locale (météorologie, signalisation, trafic) ou interviennent inopinément, en cas de danger ou à la demande des navires.

Une de leurs missions est de faire respecter les règlements nationaux et internationaux dans ces parages où le trafic est réglementé (zones à séparation de trafic). Leur efficacité peut se mesurer à la diminution du nombre des navires contrevenants aux règles dans le Pas-de-Calais, qui a été de 75 % en 1978 (recommandation transformée en obligation le 1^{er} juillet) et encore de 50 % en 1979.

Au-delà de la portée radar, la surveillance ne peut être effectuée que par des navires ou des aéronefs. C'est le cas à OUESSANT où la zone de passage a été écartée de la côte et où l'activité de la Marine Nationale en 1979 a obtenu aussi des résultats spectaculaires.

Conclusion

Le présent article n'a pu que donner un bref aperçu de l'aide que les systèmes radioélectriques peuvent apporter à la navigation. Rien n'a pu être dit sur les radiophares et radiobalises ni sur les balises répondeuses radar. Celles-ci placées à terre ou sur supports flottants font apparaître sur les écrans radar des signaux distinctifs qui permettent de mieux repérer les amers peu visibles, les points remarquables ou les dangers.

Les moyens radioélectriques ont pris, à côté de l'automatisation une place considérable dans la signalisation maritime.

Leur développement permet de rendre la navigation plus aisée mais aussi plus sûre, ce qui est l'essentiel dans une civilisation de plus en plus vulnérable et sensible aux atteintes à l'environnement.

SGTE

SOCIETE GENERALE
DE TECHNIQUES ET D'ETUDES

ETUDES ET PROJETS PORTUAIRES

PORTS DE COMMERCE
PORTS DE PECHE
PORTS DE PLAISANCE
CHANTIERS NAVALS
ARSENAUX

FAISABILITE
ECONOMIE
ORGANISATION
GENIE MARITIME
MANUTENTION

TOUR ANJOU
33, quai NATIONAL - 92 806 PUTEAUX
FRANCE

Tel: 776 43 34

Telex: GETUD 613 591 F

Progrès récents dans les techniques françaises de travaux maritimes

par M. PERNIER
Ingénieur des Ponts et Chaussées
Direction des Ports et de la Navigation maritimes

Au cours des dix dernières années, des progrès importants ont été réalisés dans les techniques françaises de travaux maritimes, que ce soit au niveau de leur conception, de leur calcul ou de leur exécution. Cette évolution des techniques a pour but de s'adapter de façon économique à l'augmentation continue de la profondeur des aménagements portuaires et des charges d'exploitation, aux sites parfois difficiles du point de vue des fondations et aux délais d'exécution en général très courts.

Nous renvoyons aux nombreux articles de PCM ou d'autres revues qui traitent en détail des réalisations françaises spectaculaires pour souligner ici quelques points saillants relatifs aux technologies les plus récentes.

1. Les digues maritimes

Les digues à talus sont par excellence les ouvrages de protection des ports contre l'action de la mer. Elles sont réalisées à l'avancement par voie maritime ou terrestre. Elles sont constituées de plusieurs couches de matériaux entourant un noyau. Leurs berges sont recouvertes d'une carapace protectrice, réalisée en enrochements naturels ou au moyen de blocs artificiels en béton. Le lecteur connaît probablement les tétrapodes et les blocs rainurés type Antifer qui sont des inventions françaises désormais classiques et dont l'usage est largement répandu. Mais connaît-il les derniers nouveaux-nés, le DINOSAURE et l'ACCROPODE ?

Le dinosaure (photo n° 1) est un solide dont l'axe est constitué par trois arêtes consécutives non coplanaires d'un tétraèdre régulier. Il est en béton armé.

L'accropode (photo n° 2) a pour forme deux éclumes qui constituent quatre protubérances courtes et massives dans un plan, associées à deux protubérances partant du centre du bloc dans le plan perpendiculaire. Il est en béton non armé.

Ces blocs artificiels mis au point en laboratoire sont ou vont donner lieu à des essais en vraie grandeur, notamment sur la grande digue de CHERBOURG. Leur forme bien étudiée et les indices de vide qu'ils offrent permettent des rendements intéress-

Bloc artificiel Dinosaur

photo SGE TPI



sants caractérisés par des coefficients KD de la classique formule de Hudson élevés. Il en résulte une protection économique des digues.

2. Les ouvrages d'accostage

Les quais actuels sont beaucoup plus hauts que leurs ancêtres, parce que le tirant d'eau des navires s'est élevé de façon spectaculaire. Ils reprennent des charges plus importantes dues aux circulations d'engins de manutention, voire de colis lourds et aux stockages. Leur conception a donc évolué, et les entreprises françaises se sont remarquablement adaptées.

Ainsi les fabricants de palplanches métalliques en acier ont créé des profils de caractéristiques très performantes, de façon à obtenir des gabions de grandes tailles et à rendre possible la reprise des moments fléchissants dus aux poussées des sols. Il en résulte les profils nouveaux RZ pour les palplanches à module (de module de résistance de 1 640 cm³ par mètre linéaire) et 500 J pour les palplanches plates (de 500 T par mètre linéaire pour une épaisseur de 12,5 mm d'acier).

De même les constructeurs de paroi moule ont optimisé les formes en adoptant des profils en T, ou bien analogues à ceux des palplanches. Signalons aussi la technique des voûtes retenues par des tirants mise en œuvre à FOS au quai Brule Tabac.

Dans le domaine des ducs d'Albe, les tendances récentes sont confirmées et aujourd'hui on reprend les efforts horizontaux très importants par déformation de tubes métalliques souples. Rappelons que les ducs d'Albe d'Antifer sont réalisés avec des tubes de 2,75 m de diamètre et de 65 m de longueur. Par le terminal méthanier de MONTOIR en cours d'achèvement, on a retenu des tubes de 2,00 m de diamètre et 43 m de longueur. Pour économiser l'acier, ces tubes sont à inertie variable, et l'optimisation est effectuée au moyen des caractéristiques des sols mesurées au pressiomètre (invention française due à MENARD) et de programmes de calculs en élasto-plastique.

3. Les traitements des sols

Les sites où sont réalisés les ports sont la plupart du temps d'origine quaternaire

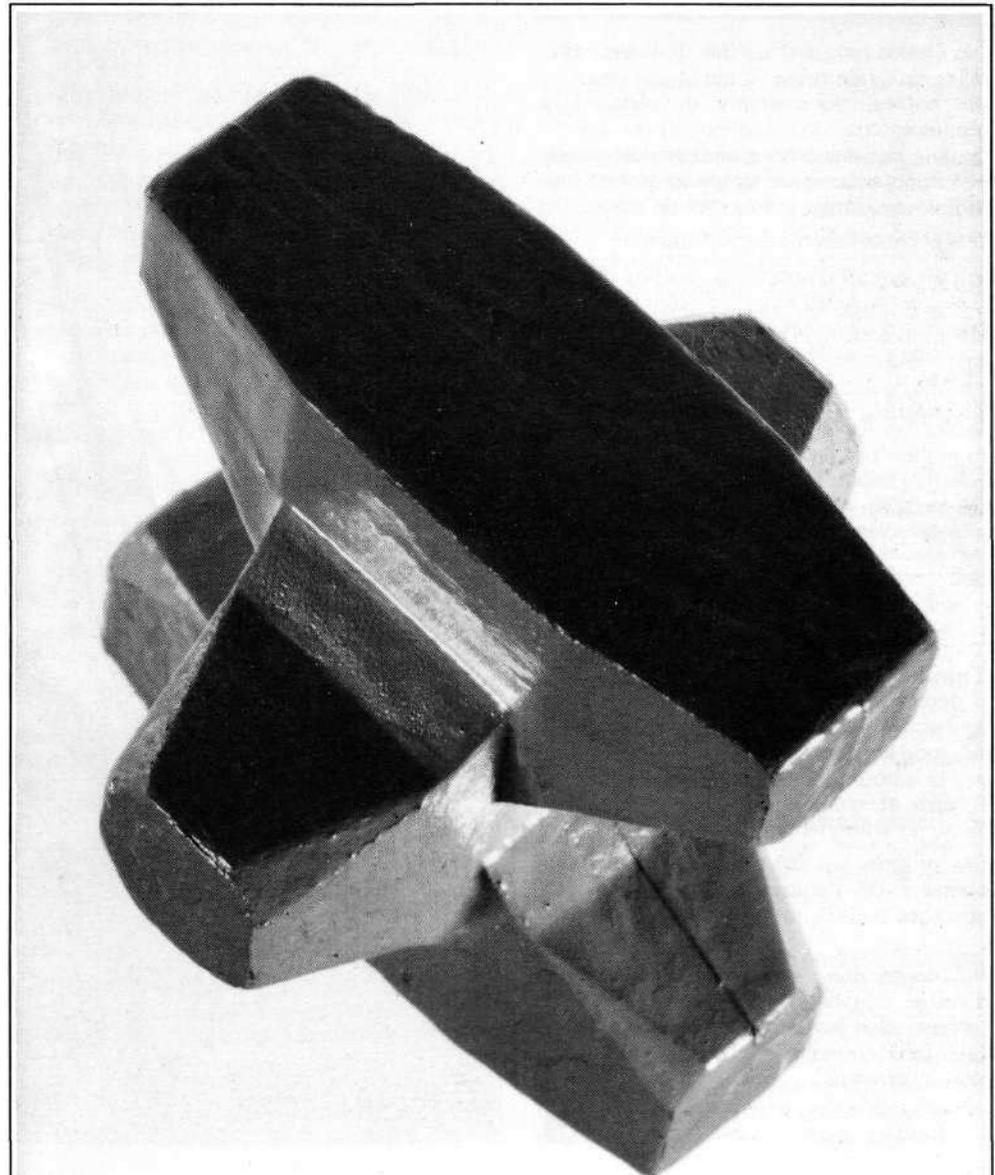
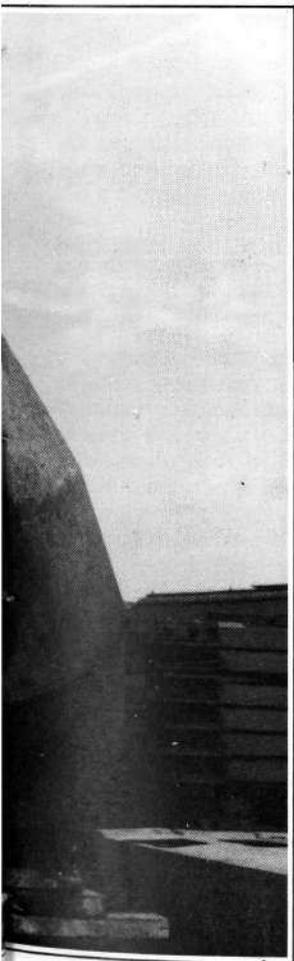
donc récente. Ce sont souvent des sols mous qu'il est nécessaire de stabiliser ou de traiter pour y réaliser les fondations des digues et des quais et disposer de terrains tassés de façon admissible. Si la technique classique de substitution de sable, aux mauvais sols reste d'actualité, on ne peut l'utiliser économiquement que pour des hauteurs limitées, et par conséquent les traitements de sols se sont développés. Il s'agit du compactage dynamique de MENARD, de la vibration obtenue par un vibreur agissant sur un profilé métallique, des drains verticaux avec chargement. Dans ce dernier cas, on descend dans le sol une trentaine de mètres de drains en matériau synthétique à l'aide d'une gigantesque machine à coudre. Voir photo n° 3.

4. Les formes de radoub et écluses maritimes

Les formes de radoub sont avec les écluses maritimes, les ouvrages les plus impressionnants que l'on réalise en général à sec à l'abri d'un batardeau. Au cours des dix dernières années, de nombreux tels ouvrages ont été exécutés en France, à DUNKERQUE (écluse Charles de Gaulle et forme de

Bloc artificiel accropode

photo SOGREAH



radoub n° 6 SECOTER) à BOULOGNE (écluse LOUBET) à BREST (forme de radoub n° 10 militaire et forme de radoub n° 3 civile) au HAVRE (écluse François 1^{er}) à SAINT-NAZAIRE (formes des chantiers de l'Atlantique) à TOULON (forme des Chantiers Navals et Industriels de la Méditerranée) et à MARSEILLE (forme n° 10).

L'un des points qu'il convient de souligner est le recours aux radiers drainés. Cette technique est très économique parce qu'elle aboutit à un radier mince. Les sous-pressions ne sont plus reprises comme autrefois en mobilisant le poids des bajoyers et du radier parce que les formes atteignent de trop grandes largeurs. Le radier est donc constitué de dalles environ 1,50 à 2,00 m d'épaisseur. On évite des circulations d'eau trop intenses qui pourraient abimer le filtre en maintenant constamment par pompage la nappe à un niveau voisin de celui du radier.

5. Les études hydrauliques et sédimentologiques

Les travaux maritimes donnent lieu à des études probables importantes parmi lesquelles les aspects hydrauliques, courant et houle et sédimentologiques occupent une place de choix.

Les études reposent sur des données naturelles qu'il faut recueillir sur le site (mesure des houles, des courants, du vent, de la granulométrie des sédiments) et même dans le cas des études sédimentologiques en remontant dans le temps (évolution historique des fonds ou du trait de côte).

Des progrès récents sont à souligner.

Ils concernent d'abord les modèles mathématiques où la taille des ordinateurs permet désormais d'envisager la résolution la plus générale possible des équations de Navier Stokes et donc de la houle. On dispose aujourd'hui de programmes informatiques fiables et éprouvés, capables de prévoir l'agitation portuaire même par fonds variables, les transports de sédiments dans des cas simples, et les mouvements de la salinité dans les estuaires.

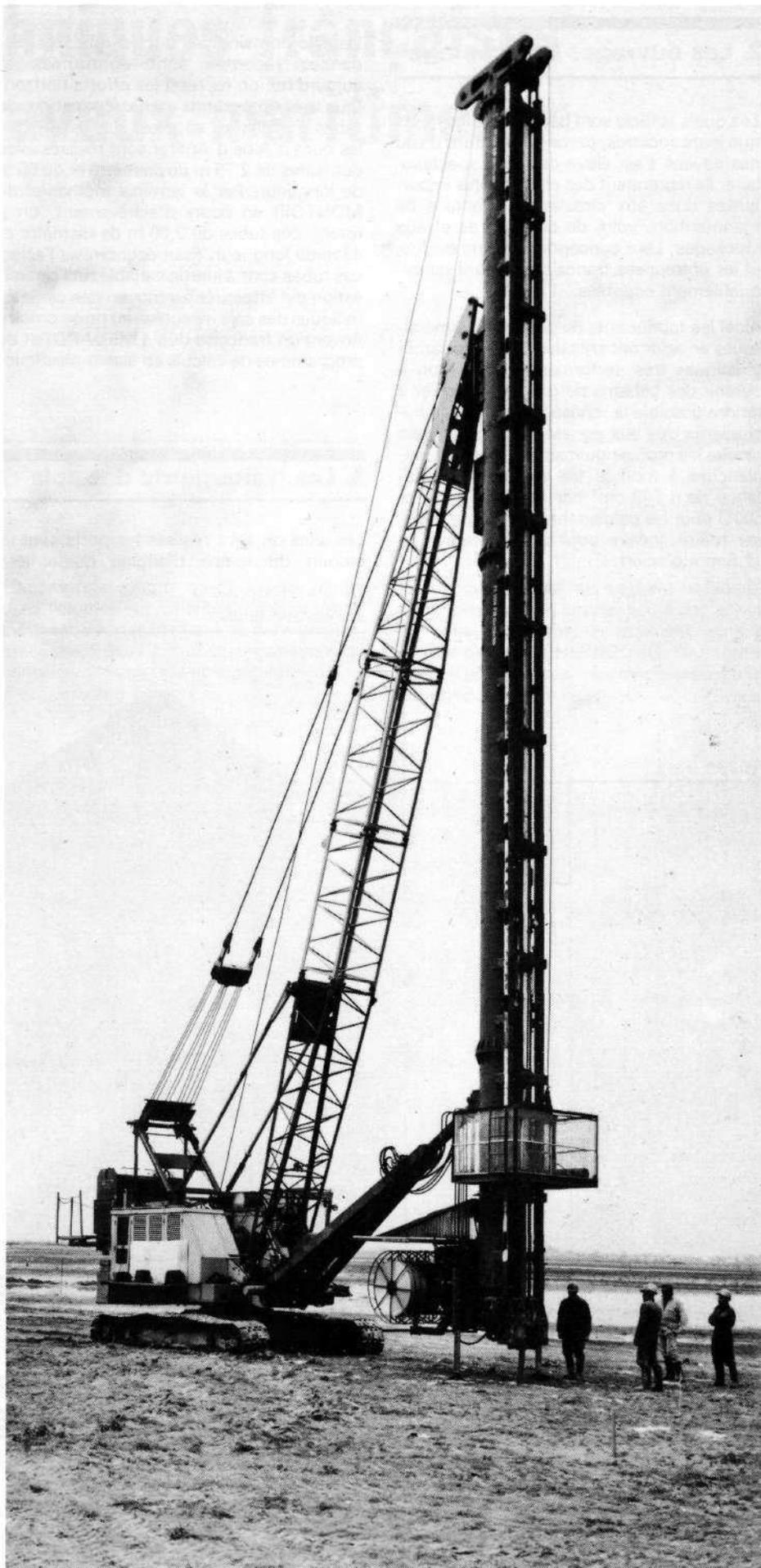
Il s'agit ensuite des modèles physiques où l'on peut reproduire maintenant de façon pratiquement exacte les phénomènes d'estuaires les plus difficiles : la salinité et le déplacement du bouchon vaseux. Il est également désormais classique de simuler sur modèle réduit la houle réelle, c'est-à-dire une houle aléatoire caractérisée par un spectre et d'étudier son action sur une digue en enrochements.

Des progrès ont été réalisés aussi dans le domaine de l'étude de la stabilité des ouvrages et de la notion de houle de projet.

Nul doute que nos entreprises puissent dans le domaine des travaux maritimes comme dans les autres secteurs de l'activité, faire connaître et utiliser leur savoir faire à l'étranger.

Réalisation de drains verticaux

Soletanche



Travaux préparatoires à l'interconnexion sous-marine France-Angleterre

par Robert MICHEL
Chef de la Division " Lignes souterraines "
Centre d'Équipement du Réseau de Transport E.D.F.

1. Introduction

La première interconnexion entre l'Angleterre et la France a été réalisée en 1961 avec la mise en service de la liaison à courant continu de 160 MW \pm 100 k V à travers la Manche entre LYDD (près de DUNGENESS) et ECHINGHEN (près de BOULOGNE). Malgré les fréquents défauts de câbles sous-marins, provoqués par des accrochages d'ancres et de chaluts, qui ont affecté sérieusement la disponibilité de l'interconnexion, l'expérience de cette liaison a montré l'intérêt d'interconnecter les deux pays et encouragé le CENTRAL ELECTRICITY GENERATING BOARD (C.E.G.B.) et ÉLECTRICITÉ DE FRANCE (E.D.F.) à examiner des projets pour une interconnexion plus puissante.

Les études économiques ont montré qu'une nouvelle liaison de 2 000 MW \pm 270 kV apporterait aux deux réseaux une contribution d'un grand intérêt, notamment au moment de leurs pointes de consommation, et présenterait en outre de nombreuses possibilités d'échanges économiques d'énergie, sous réserve bien entendu d'une bonne disponibilité de l'ensemble des équipements.

Une protection mécanique efficace des câbles sous-marins est indispensable pour atteindre cet objectif. Le procédé de protection choisi consiste à "ensouiller" les câbles au fond de la mer.

2. Tracé de la liaison

L'interconnexion étudiée reliera les réseaux 400 kV britannique et français à travers le Pas-de-Calais.

Le choix du tracé sous-marin SANGATTE-FOLKESTONE a été guidé, comme on le verra, par la recherche des conditions les plus favorables aux opérations d'ensouillage. Il prend également en compte les contraintes à terre de raccordement aux sites retenus pour les stations de conversion à chaque extrémité et les possibilités d'atterrissement sur la côte anglaise.

La longueur estimée du tracé des câbles, environ 45 km est, de ce fait, de quelque 20 % supérieure à la plus courte distance de traversée du Pas-de-Calais.

Le tracé choisi (fig. 1) contourne les bancs de sable du Varne et du Colbart, en évitant une fosse profonde et ses prolongements remplis de sédiments, pour emprunter des fonds relativement plans, constitués essentiellement de craies, où la profondeur d'eau moyenne est de 37 mètres et la profondeur maximale de 60 mètres.

Le point d'atterrissement français se présente comme une plage de sable et de galets en pente douce.

Le point d'atterrissement anglais est plus difficile, avec des fonds irréguliers sur quelques kilomètres à partir des côtes. Les fonds se terminent sur un estran rocheux en grès, suivi d'une remontée à flanc de colline située à l'arrêt des blanches falaises courant de DOUVRES à FOLKESTONE.

Huit câbles sous-marins, d'une puissance nominale unitaire de 250 MW, seront installés par paires distantes de 1 km environ. Les deux câbles d'une même paire seront posés côte à côte et fonctionneront sous une polarité opposée de + 270 kV et de - 270 kV. Chaque partie fournira et posera deux paires de câbles.

Les câbles sous-marins seront prolongés jusqu'aux stations de conversion de SEL-LINGE et de BONNINGUES-LES-CALAIS par un nombre égal de câbles souterrains, d'environ 9 km pour la partie française et 18 km pour la partie anglaise.

3. Ensouillage des câbles

3.1. Nécessité de l'ensouillage - Choix d'un tracé

Une grande disponibilité des équipements est, comme on l'a vu, nécessaire pour que la nouvelle liaison présente son plein intérêt économique. En raison de très nombreux passages de navires dans le Pas-de-Calais — plus de 400 par jour — le risque d'avoir des câbles endommagés par des ancres est très important et a conduit à décider l'ensouillage des câbles de telle façon que la probabilité de défauts d'origine externe n'exède pas celle inhérente aux défauts d'origine interne.

L'expérience obtenue sur la liaison de 160 MW et une étude sur la probabilité d'endommager les câbles lors de mouillages d'ancres volontaires ou involontaires dans la zone concernée par le tracé des câbles ont conduit à prévoir l'ensouillage des câbles à une profondeur de 1,50 mètre

dans les fonds les moins résistants : (sables, graviers, galets, argiles...). Dans les terrains plus durs, une profondeur d'ensouillage de l'ordre du mètre est considérée comme suffisante.

Le choix des tracés implique donc des caractéristiques de sol favorables à l'ensouillage pour ce qui concerne la nature et la morphologie des fonds.

Dans un premier temps, un tracé avait été envisagé dans le sud-est de la liaison existante, entre DUNGENESS en Angleterre et EQUIHEN au sud de BOULOGNE-SUR-MER en France. Les travaux de reconnaissance géophysique et par sous-marin, ainsi que des prélèvements d'échantillons et de premiers essais d'ensouillage réalisés en

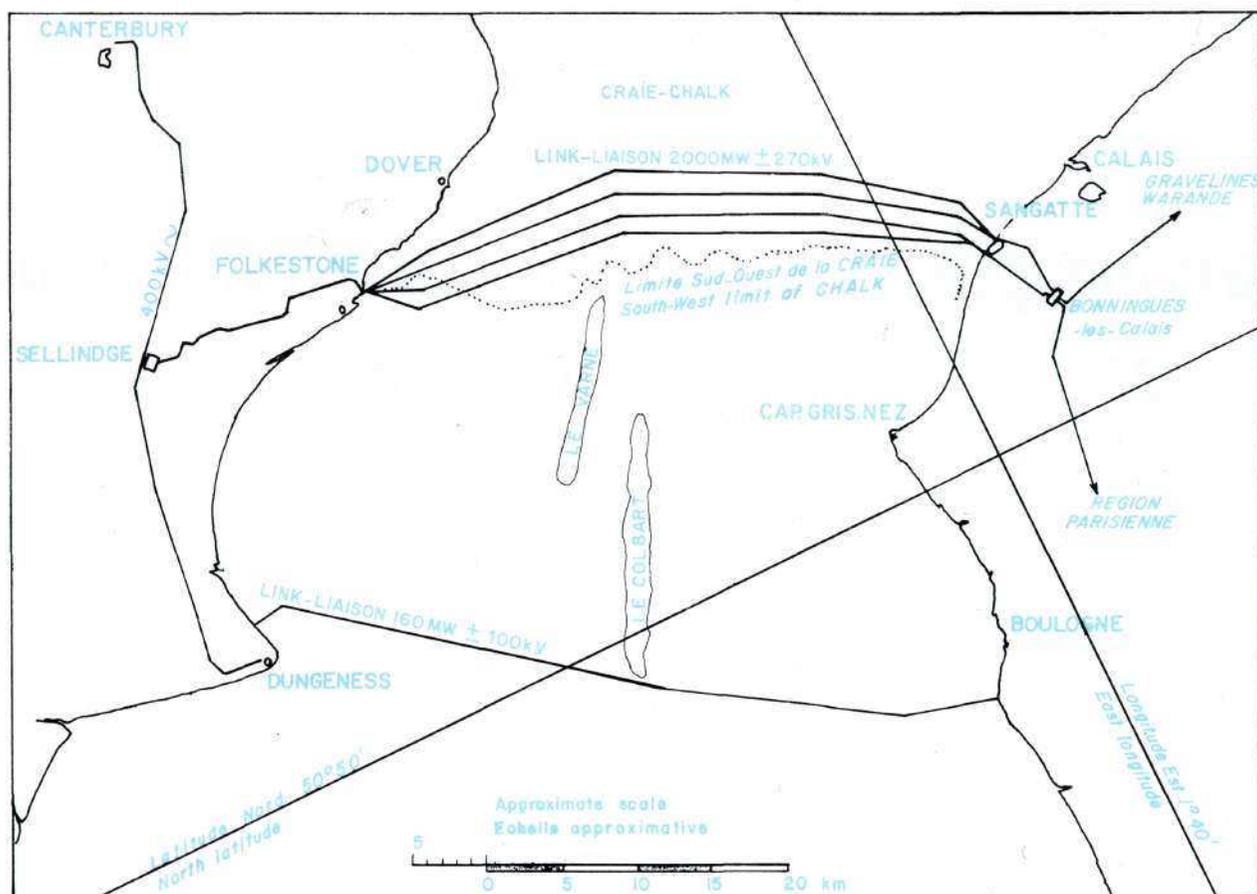


Figure 1 : TRACÉ DE L'INTERCONNEXION.

1978, ont rapidement montré que ce tracé ne convenait pas en raison, d'une part, d'une morphologie des fonds tourmentée, comportant des obstacles peu favorables à la progression d'engins se déplaçant sur le fond : affleurements rocheux, cassures du relief, zones d'éboulis constitués de rochers de plusieurs mètres cubes et, d'autre part, de l'existence d'un substratum rocheux ancien, formé de grès et de calcaires présentant une résistance à la compression simple pouvant atteindre 1 400 bars, incompatible avec une vitesse de creusement économique quel que soit l'engin utilisé.

Un nouveau tracé fut étudié entre SANGATTE à l'ouest de CALAIS et FOLKESTONE en Angleterre, dans des fonds sous-marins moins accidentés présentant un substratum rocheux formé de craies et de marnes calcaires de résistance à la compression simple n'exédant pas 250 bars. Sur ce tracé, la couverture sédimentaire meuble, qui n'est que de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, est composée principalement de graviers et de galets de silex atteignant parfois plus de 20 cm dans leur plus grande dimension.

E.D.F. et le C.E.G.B., ayant d'un commun accord respectivement développé des matériels utilisant des principes différents afin d'être assurés de disposer d'au moins une méthode éprouvée au moment de construire la liaison, ont expérimenté en mer les machines d'ensouillage et leurs moyens de mise en œuvre sur quatre sites d'essais choisis, à l'issue des campagnes de reconnaissance réalisées sur le tracé des

câbles de la liaison, pour leur bonne représentativité des fonds du tracé.

Les trois premiers sites ont été sélectionnés pour la nature différente des sols : craie homogène comportant des bancs de silex recouverte de sable en épaisseur variable ; argiles plastiques ou indurées et grès en formation ; fond de sable, graviers et galets. Le quatrième, composé principalement de craie grise marneuse, pour sa morphologie tourmentée présentant des pentes et dévers prononcés atteignant 17 degrés et des marches jusqu'à 50 cm de hauteur.

3.2. Procédés d'ensouillage

L'ensouilleuse développée en France permet, soit d'ensouiller un ou deux câbles préalablement posés sur le fond, soit d'ensouiller un ou deux câbles en combinant les deux opérations de pose et d'ensouillage.

Le système d'ensouillage développé en Angleterre permet l'ensouillage des câbles dans une tranchée creusée à l'avance dans le fond de la mer. Dans une première opération, une tranchée est creusée et un câble-guide y est simultanément posé. Dans une seconde opération indépendante de la première, le câble guide est repris par une deuxième machine et une paire de câbles électriques est déposée dans la tranchée.

Les deux systèmes d'ensouillage ont été essayés au cours de la saison d'été 1979 et les résultats se sont révélés satisfaisants.

On décrit ci-après les travaux réalisés avec la machine de conception française.

3.3. Travaux de développement réalisés en France

3.3.1. Conception de l'ensouilleuse

L'ensouilleuse développée en France a pour objectifs généraux l'ensouillage de câbles à une profondeur de 1,50 mètre dans les sables et galets et de 1 mètre dans le substratum rocheux, à une vitesse moyenne de l'ordre de 100 mètres à l'heure. Une telle vitesse doit permettre d'ensouiller une paire de câbles de la liaison dans une période de temps suffisamment courte pour qu'elle puisse être trouvée au cours de l'été, sans prendre de risque dû aux conditions météorologiques et océanologiques qui ne puisse être surmonté par les moyens navals mis en œuvre.

Les données géotechniques relatives au tracé retenu pour les câbles, la nécessité de conserver une bonne cohésion du terrain de part et d'autre de la tranchée et de la recombrer aussitôt après le dépôt des câbles, ont conduit à choisir pour la machine un outil de creusement constitué d'une chaîne à godets armés de pics, capable à la fois de tailler aisément sa route dans les terrains de nature sédimentaire en relevant des blocs jusqu'à 30 cm de côté et de creuser à l'aide des pics, par éclatement et fragmentation, les terrains les plus résistants susceptibles d'être rencontrés.

L'ensouilleuse, d'un poids de 33 tonnes dans l'air et de 25 tonnes dans l'eau, est composée essentiellement d'un tracteur à chenilles, surmonté sur son avant d'un

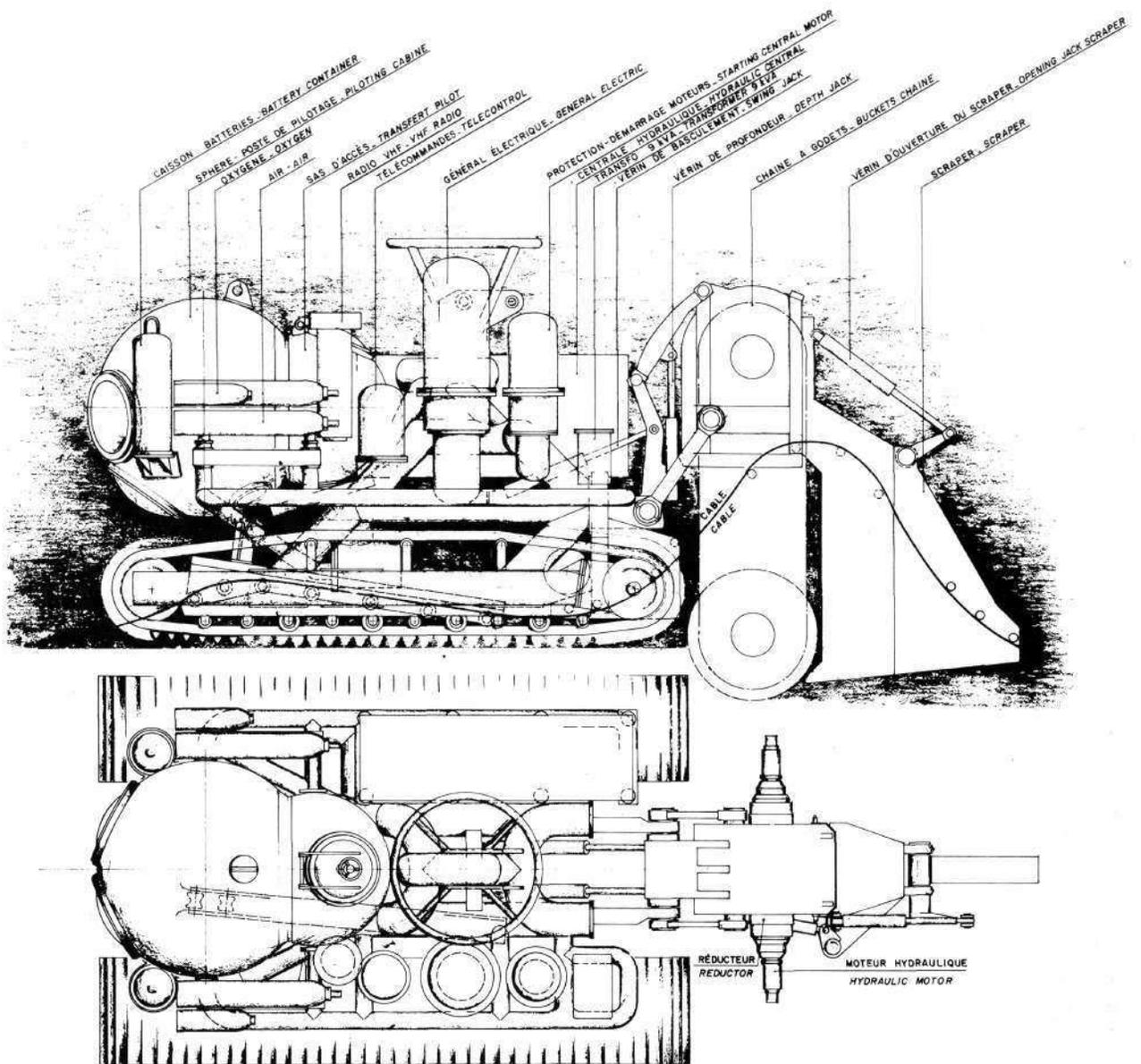


Figure 2 - ENSUILLEUSE - VUE D'ENSEMBLE

module de commande habitable et sur son arrière d'une chaîne à godets suivie d'un presseur guide-câble. Le câble est pris à l'avant de la machine et guidé jusqu'au fond de la tranchée, le presseur ayant pour but de maintenir la tranchée ouverte jusqu'à ce que le câble y soit déposé sur le fond. Les déblais rejetés par l'outil sont déversés à l'arrière, recomblant ainsi la tranchée (voir fig. 2).

L'outil, qui est entraîné par deux moteurs hydrauliques fournissant 120 kW, permet de creuser une tranchée de 60 cm de large jusqu'à une profondeur de 1,70 mètre.

La machine est alimentée depuis la surface par l'intermédiaire d'un câble ombilical électrique délivrant une puissance de 165 kW sous 400 V à 50 Hz, la conversion d'énergie électrique en énergie hydraulique s'effectuant sur la machine.

Elle est conduite sur le fond par deux pilotes à la pression atmosphérique dans un module de commande, rejoint par plongée,

à travers un sas, jusqu'à 50 mètres de hauteur d'eau.

3.3.2. Essais

La mise au point de l'ensuilleuse a été réalisée au cours d'essais à terre et en mer. Au cours des essais à terre, effectués dans des sols de galets et des terrains de résistances variées, ont été définis les paramètres de fonctionnement de l'outil de creusement : forme des pics, vitesse de rotation de la chaîne, ... Quelques centaines de mètres de tranchée ont été ainsi creusés à des vitesses comprises entre 80 et 180 mètres à l'heure (voir fig. 3).

Les essais en mer ont eu pour but, d'une part, de définir les modes opératoires et les procédures concernant la mise en œuvre de la machine et de ses moyens de surface et, d'autre part, de mesurer les performances réelles dans les conditions particulières de la Manche où existent notamment des

courants dépassant 3,5 nœuds en vives eaux.

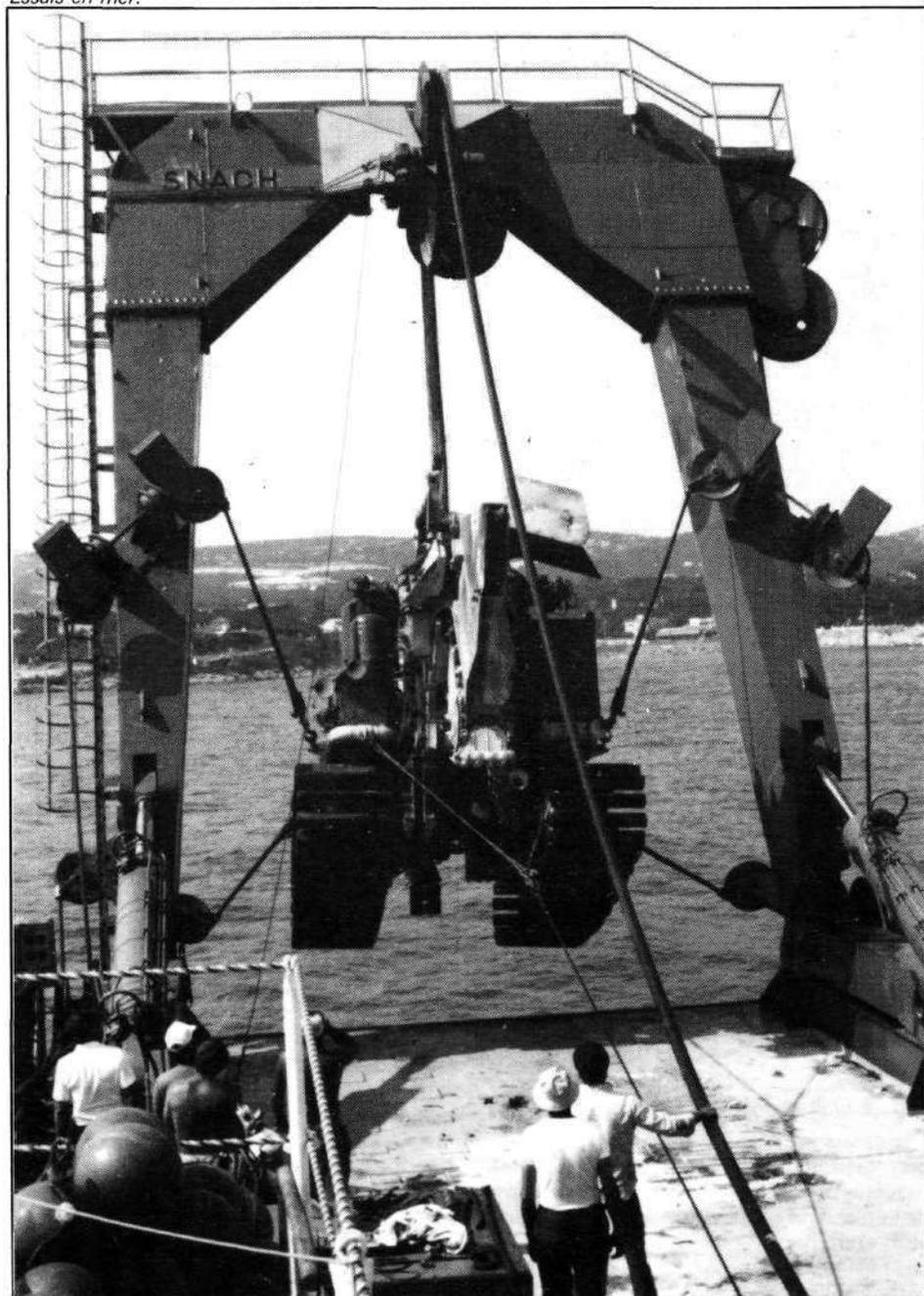
L'ensuilleuse était mise en œuvre depuis une barge de 60 m x 17 m équipée de moyens spécialisés étudiés pour mettre à l'eau et reprendre à bord l'ensuilleuse jusqu'à des mers comportant des creux de 2 mètres. La barge se déplaçait en se déhalant sur 8 ancres mises à poste au fur et à mesure de l'avancement du chantier par un remorqueur spécialisé (voir fig. 4).

Sur les quatre sites d'essais, des câbles ont été ensuillés à une profondeur comprise entre 1,20 mètre et 1,50 mètre à des vitesses moyennes de 65 à 100 mètres à l'heure, les vitesses les plus lentes correspondant à des fonds accidentés à fortes pentes rendant plus difficile la progression normale de la machine suivant une route et un cap précis. La longueur cumulée de tranchée creusée au cours de ces essais a atteint 2 800 mètres.



Essais à terre dans les galets.

Essais en mer.



Les travaux ont été poursuivis sur les câbles de la liaison existante de 160 MW dans les zones présentant une couche sédimentaire d'épaisseur suffisante ou un substratum rocheux attaquant sans trop de difficultés. 5 700 mètres de câble ont été ensouillés à une profondeur comprise entre 1,30 mètre et 1,70 mètre, à des vitesses moyennes de l'ordre de 90 à 120 mètres à l'heure, la plus grande longueur de 1 200 mètres ayant été ensouillée d'un seul tenant, au cours d'une journée, en 10 heures consécutives.

Au total, 8 500 mètres environ de tranchée ont été creusés, au prix de quelques incidents mineurs ne mettant pas en cause la conception de la machine. Son pilotage sur le fond s'est avéré un choix judicieux en raison, d'une part, de la faculté des pilotes à prévoir et à anticiper les actions permettant d'éviter des perturbations de fonctionnement et, d'autre part, de la facilité avec laquelle les transferts par plongée surface-module ou vice versa ont pu être réalisés.

L'outil de creusement à chaîne à godets armés de pics s'est trouvé bien adapté aux différents terrains rencontrés et a présenté peu d'usure en regard de leur abrasivité et de leur dureté respectives.

4. Conclusion

La campagne d'essais de l'été 1979 a donc permis de démontrer, de façon significative, la faisabilité de l'ensouillage de câbles électriques dans les fonds du Pas-de-Calais.

La technique de creusement utilisée, bien adaptée aux terrains rencontrés sur le tracé de la future liaison France-Angleterre, est susceptible d'être adaptée à d'autres types de terrains, moyennant bien entendu un choix convenable des outils de creusement.

USINOR réalise **des cadres de soutènement TH,** **qui répondent aux exigences** **des charbonnages de France,** **suivant la norme française** **A 45.256**



Nous disposons d'un catalogue de 3 000 types de cintres pour des soutènements coulissants ou rigides.

Notre rôle de constructeur est en effet d'être en mesure de répondre aux exigences des utilisateurs.

usinor

seul fabricant français de cadres de soutènement T.H.

Département Pieux et Soutènements

B.P. 4-177 - 59307 VALENCIENNES - Tél. (20) 47.00.00
Télex : 110.700 Usinor-Valci - 110.822 Usinor-Valci

Centrale de Flamanville

travaux d'aménagement du site

par MM. Michel MARTIN
E.D.F., Chef du Service "Etudes Générales Sites"
de la Région d'Équipement CLAMART

Michel PIN - E.D.F.,
Ingénieur à l'Aménagement de FLAMANVILLE

La centrale nucléaire de FLAMANVILLE est, après PALUEL, la deuxième centrale du palier PWR 1300 MW installée en bord de mer. Son originalité tient à ce qu'elle est implantée partiellement sur un terre-plein gagné sur la mer. Cette solution, qui est apparue comme la mieux adaptée aux caractéristiques du site, s'accompagne de problèmes spécifiques qui seront plus particulièrement développés dans la suite de cet exposé.

I. Le site — Données générales — Géologie et Topographie — Hydrologie

Le Cap de FLAMANVILLE est situé sur la côte Ouest du Cotentin, à 20 km environ au sud du Cap de la Hague. Il est constitué d'un batholite granitique de forme elliptique (7 km N-S, 4 km E-W) émergeant de 70 m environ au-dessus de la mer. Il forme un plateau limité côté mer par une falaise dont la pente moyenne est à 45° environ. Les roches encaissantes, qui forment le fond marin, sont des cornéennes dont les caractéristiques mécaniques sont d'ailleurs assez voisines de celles du granite.

La fracturation naturelle du granite est dense suivant au moins 3 plans principaux quasi orthogonaux : les matériaux extraits par tirs de mine sont donc, a priori, des parallélépipèdes dont quelques % seulement dépasseront 5 t de masse unitaire.

Compte tenu des caractéristiques physiques du granite et de la fracturation naturelle du massif, les matériaux de dérochement peuvent être utilisés pour des remblais à la mer ainsi que pour leurs protections. Ces matériaux peuvent également convenir à la fabrication d'agrégats pour béton.

Le Cap de FLAMANVILLE est certainement un des meilleurs sites des côtes françaises quant à la capacité de refroidissement par l'eau de mer. Les marées y sont

de forte amplitude (10 m de marnage maximum), les courants sont puissants, et une dérive générale vers l'ouest induit un renouvellement lent mais permanent des masses d'eau baignant le cap. La centrale aura donc un impact thermique réduit sur le milieu marin, bien que ses quatre tranches rejettent au total 180 m³/s d'eau échauffée de 15° C.

En revanche, les houles sont fréquentes et de forte amplitude, et les ouvrages à la mer doivent être protégés en conséquence.

II. Aménagement du site — Conception générale

2.1. — Un des choix fondamentaux consiste à implanter les réacteurs à terre sur le carreau d'une excavation pratiquée dans la falaise, et les autres bâtiments des tranches (salles des machines, stations de pompage) sur le fond rocheux du domaine maritime. Les déblais extraits de l'excavation sont utilisés pour constituer un terre-plein autour des salles des machines formant avec le carreau de l'excavation une plate-forme générale pour les circulations et les accès.

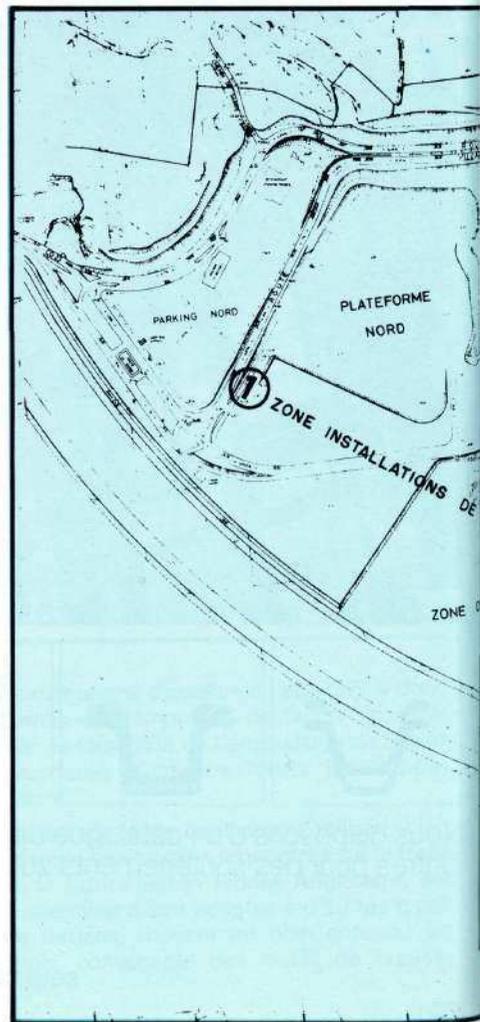
Ce type d'implantation permet de minimiser le volume global des terrassements (en fin de réalisation des 4 tranches, le volume des dépôts résiduels est voisin de zéro) et par conséquent les surfaces terrestres soustraites au domaine communal et aux exploitations agricoles. Il permet également d'accéder à des fonds marins de profondeur telle que les ouvrages de prise d'eau puissent être réalisés sans travaux de dragage. L'ensemble des terrassements peut donc être exécuté avec des moyens terrestres. Cette considération est importante lorsqu'on a affaire à des conditions nautiques difficiles, sources d'aléas coûteux.

L'implantation "en mer" des bâtiments non nucléaires de la centrale impose de mettre à sec temporairement l'assise de ceux-ci pendant l'exécution du génie civil.

2.2. — Un autre choix fondamental consiste à prévoir la prise d'eau de mer de refroidissement à la côte et à rejeter l'eau échauffée au large par des galeries forées sous les fonds marins, et débouchant en mer par des puits coiffés d'une tête de rejet faisant office de diffuseur.

Cette conception, identique à celle retenue pour PALUEL, résulte des mêmes considérations qui sont :

— nécessité évidente de séparer géographiquement prise et rejets, afin d'éviter la réaspiration d'eaux échauffées,



- dilution des eaux échauffées meilleure au large qu'à la côte,
- intérêt de situer à terre les installations de prise d'eau qui, plus que les rejets, nécessitent la surveillance et les interventions de l'exploitant.

2.3. — Outre les quatre tranches proprement dites (dont les dimensions et l'implantation sont standardisées selon le palier technique 1300 MW), le site doit abriter des bâtiments communs, les installations de chantier, des parkings... Il en résulte un plan-masse, schématisé sur la fig. 1. La fig. 2 représente une coupe perpendiculaire à la côte.

III. — Les ouvrages à la mer — Conception et dimensionnement

Nous avons vu que le terre-plein devait être protégé de l'action de la houle. Ce rôle est joué par des digues (cf. fig. 1), qui doivent parallèlement remplir deux fonctions importantes :

- assurer, devant les stations de pompage, une agitation résiduelle de l'eau inférieure à 30 cm (conditions nécessaires au bon fonctionnement des tambours filtres),
- servir de support à un rideau étanche

permettant de mettre à sec successivement, l'emprise des tranches 1 et 2, puis 3 et 4.

Les ouvrages ont été définis à partir d'essais sur plusieurs modèles physiques réalisés et exploités par le Laboratoire National d'Hydraulique (dépendant de la Direction des Études et Recherches d'E.D.F.). Les principaux modèles utilisés ont été, dans l'ordre chronologique :

a) un modèle au 1/250^e, représentant les houles dans différentes directions pour fixer la géométrie des digues et du bassin de prise d'eau conduisant à un bon amortissement de la houle devant les stations de pompage,

b) un modèle au 1/68^e, représentant les houles, les marées, la granulométrie des matériaux et les carapaces de protection des digues. Ce modèle a permis :

- une étude comparative de protection par tétrapode ou par cubes (au bénéfice de ces derniers, proposés par le groupement d'entreprises chargé des travaux),
- de fixer, compte tenu des houles de dimensionnement, le poids des cubes nécessaire en protection de carapace des digues.
- d'étudier les phases de construction et de déterminer les précautions à prendre en cours de travaux pour limiter les dégâts dus aux tempêtes. Notons à ce sujet que des tempêtes vécues sur le site ont été repro-

duites après coup sur le modèle, ce qui a permis de vérifier la concordance des effets et donc la représentativité du modèle.

c) Un modèle courantologique au 1/285^e, simulant les marées, les courants et les rejets d'eau chaude, pour une implantation judicieuse des rejets par rapport à la prise d'eau (actuellement en cours).

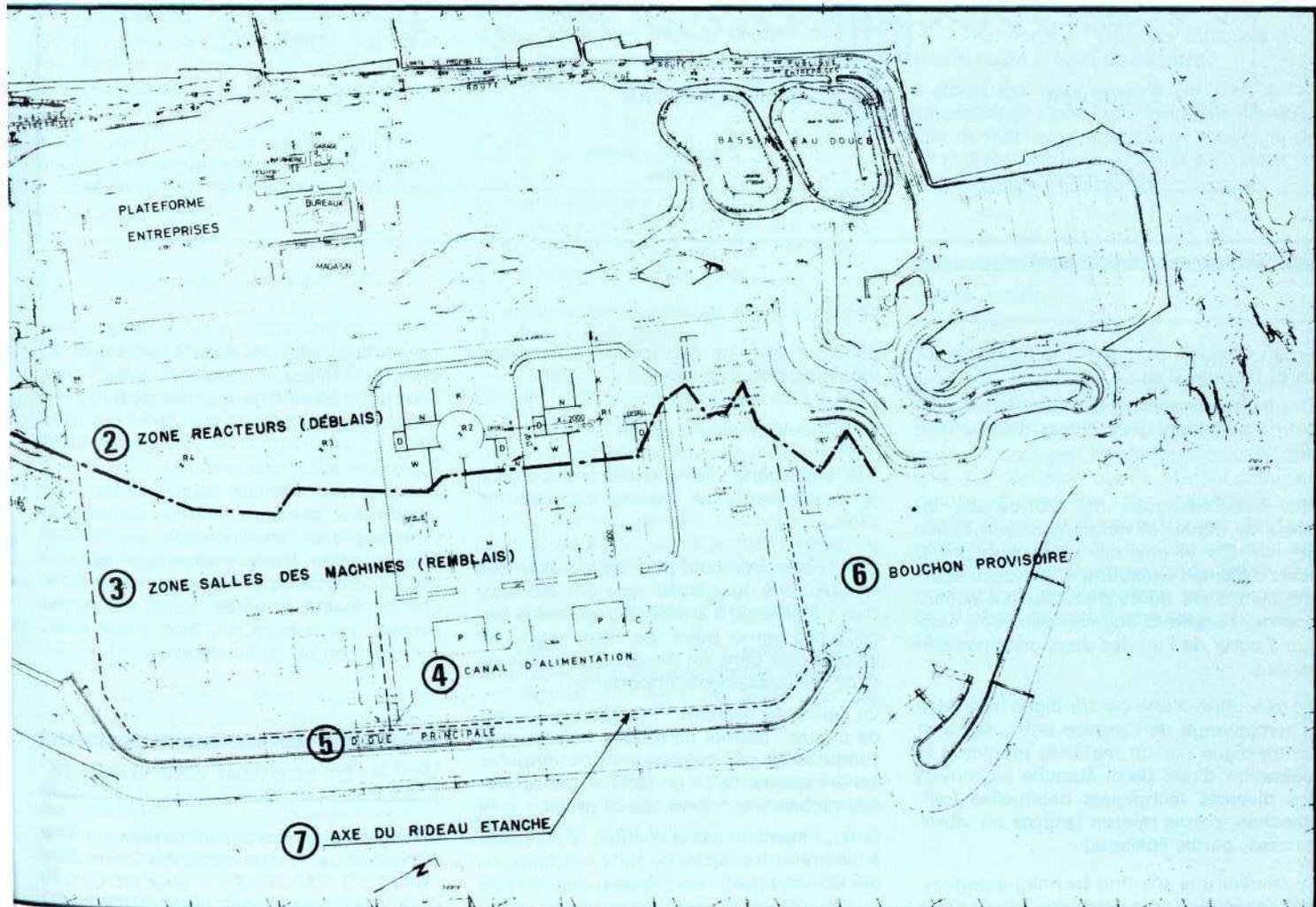
L'ensemble de ces essais a conduit au tracé en plan des digues représenté sur la fig. 1 et à une coupe type correspondant à la fig. 3.

Le corps de digue est constitué par du tout-venant rocheux granitique (0-1500 kg) déversé à l'avancement. La protection est assurée par deux couches de cubes en béton (30 t de masse unitaire en partie courante, 40 ou 20 t en zones particulières). Des enrochements en granite, de masse comprise entre 2 et 8 tonnes, sont utilisés en sous-couche de carapace, en butée de pied et en protection du talus intérieur.

IV. — Le rideau étanche — Conception

Pour la mise à sec temporaire du chantier des tranches 1 et 2, la digue de protection est complétée par :

- une digue dite "de départ", car exécutée en début de travaux, et située entre les tranches 2 et 3.



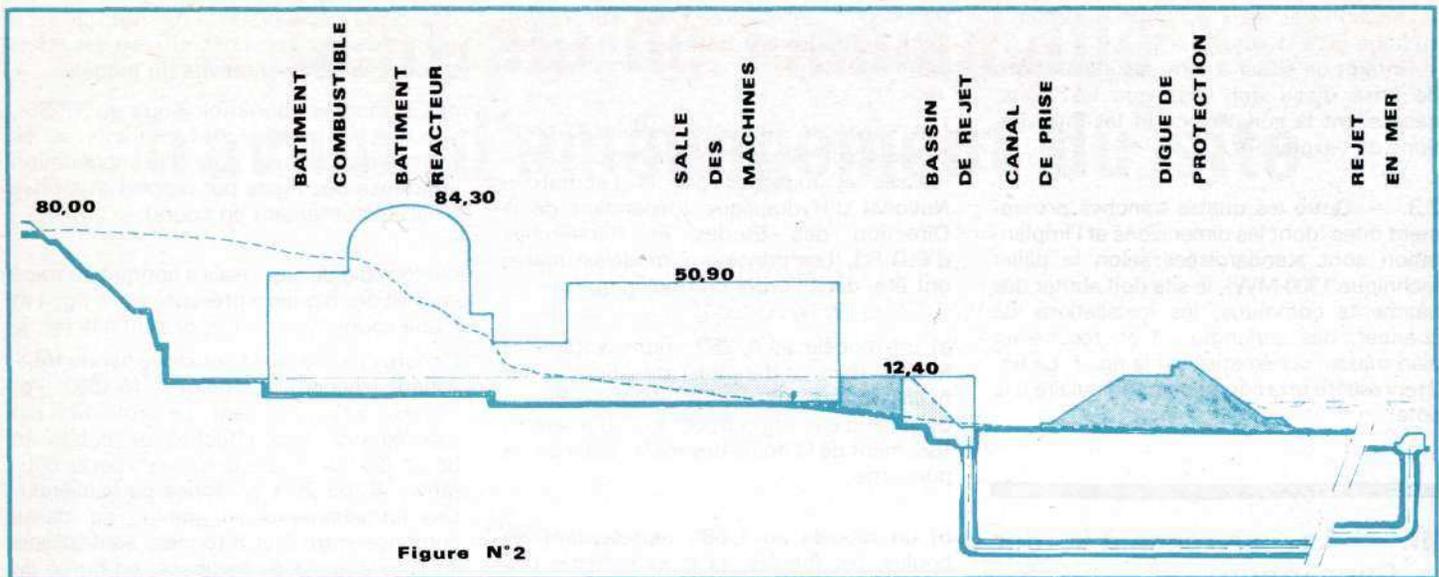


Fig. n°2 : coupe en travers.

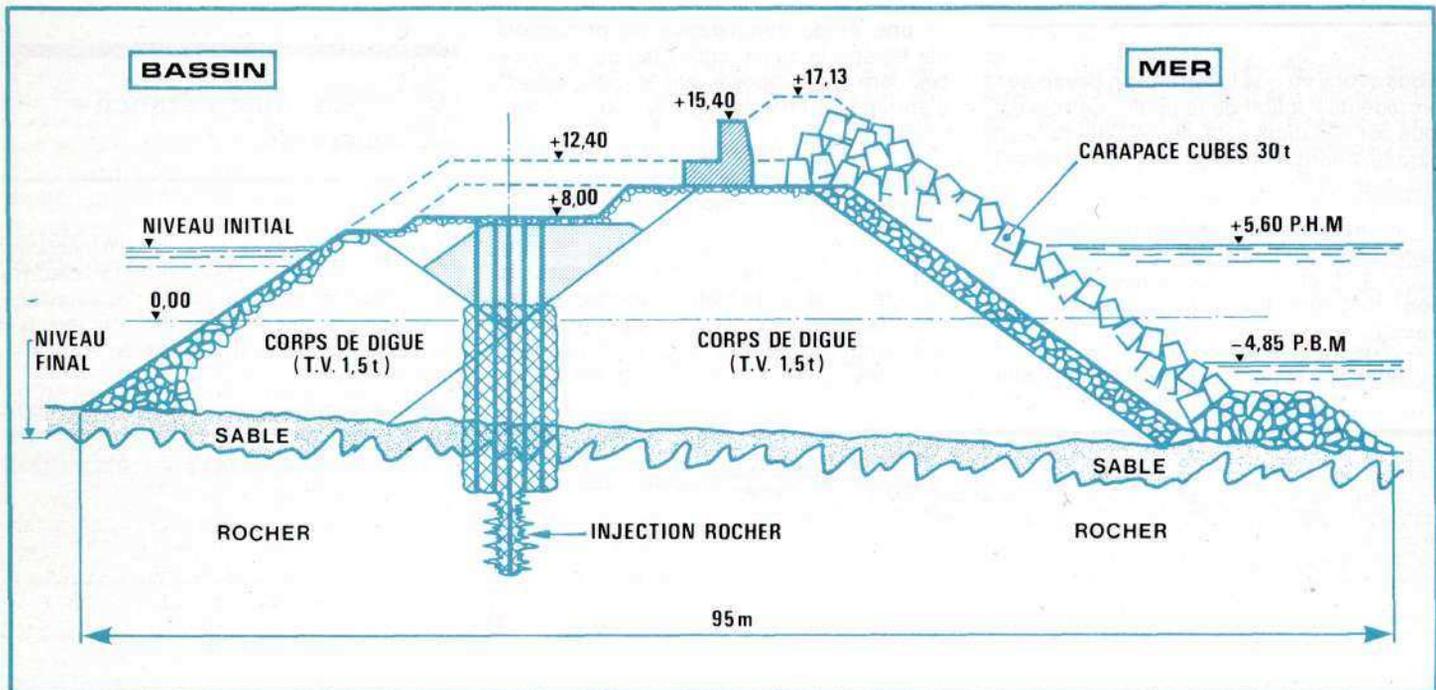


Fig. n°3 : coupe de la digue principale.

— un bouchon provisoire sur l'entrée du canal de prise d'eau.

Ces trois ouvrages constituent le support pour l'exécution d'un rideau d'étanchéité (fig. 1).

Les caractéristiques du tout-venant du corps de digue, et notamment son indice de vides (25 % environ) rendent, a priori, assez délicate l'exécution d'un rideau étanche au travers de ce matériau. En conséquence, l'enceinte étanche peut être conçue à partir de l'un des deux principes suivants :

— exécution d'une contre-digue intérieure et remplissage de l'espace entre digue et contre-digue par un matériau propice à la réalisation d'une paroi étanche au moyen des diverses techniques habituelles (palplanches, parois minces lancées ou vibro-foncées, parois épaisses).

— trouver une solution technique permettant l'exécution, par injections, d'une sorte

de "mur étanche cyclopéen" à l'intérieur même du corps de digue.

La difficulté majeure réside dans le traitement du contact avec le bed-rock, ce dernier étant particulièrement escarpé, même si localement il se trouve recouvert de sable.

C'est essentiellement pour cette raison que les solutions du premier type ont été écartées ; à celle-ci, il convient d'ajouter la fragilité des parois béton de faible épaisseur incorporées dans un massif susceptible de subir des tassements importants.

En outre, la solution "injection des corps de digues" permet de réduire notablement l'emprise de ces dernières, et de simplifier les terrassements. Il en résulte une économie globale importante sur le projet.

Enfin, l'injection est la solution la plus apte à minimiser les débits de fuite résiduels, ce qui est important compte tenu des 42 mois que doit durer la mise hors d'eau.

La solution proposée dans le cadre du marché de travaux consiste à créer deux rideaux de batardage espacés de 5 m environ par injection gravitaire. Entre ces deux rideaux, une ligne de forages permet l'injection sous pression, en au moins 2 phases, pour bloquer les vides du tout-venant sur plusieurs mètres de largeur. Pour apporter une économie supplémentaire au projet, les six mètres supérieurs du rideau sont constitués par un noyau étanche compacté à marée basse. Ce noyau permet, par ailleurs, un bon clavage des injections en partie supérieure.

V. — Exécution des travaux

L'ensemble des travaux de terrassements a été réalisé par le Groupement d'Entreprises "RAZEL-G.T.M.-TINEL", avec BALLOT-CHAGNAUD et CHANTIERS MODERNES



Figure 4 : état des travaux à fin décembre 1979

- Au premier plan, la jetée SUD. Sur le musoir, la grue "American Horst".
- Derrière, l'enceinte étanche des tranches 1 et 2 en cours d'assèchement. Le couronnement de la digue principale est en cours de bétonnage.
- Sur le carreau de l'excavation principale, l'îlot nucléaire est prêt pour les premiers bétons de génie civil.

Photo SAVARY

comme associés. La réalisation de l'enceinte étanche était sous-traitée à SOLETANCHE.

Les travaux à plein rythme ont débuté en mai 1978. A la fin avril 1980, il ne reste que les finitions. Les galeries et ouvrages de rejet en mer ne seront exécutés qu'à partir de la fin 1980.

Seules les tranches 1 et 2 sont engagées, et l'enceinte étanche relative aux tranches 3 et 4 ne sera réalisée qu'à l'engagement de ces dernières.

Nous nous bornerons à signaler ici les problèmes spécifiques qui sont apparus dans la mise en œuvre des solutions présentées dans les § précédents.

5.1. — Exploitation de la carrière

L'excavation à réaliser représente au total 15 millions de tonnes de déblais, avec un rythme de croisière de 45 000 t/jour. Compte tenu de la proportion de gros blocs à obtenir pour la protection des ouvrages en mer, la mise au point et l'exécution précises des méthodes d'abattage étaient nécessaires malgré les cadences élevées, de manière à ne pas aggraver la fracturation naturelle du rocher. En fin de travaux, l'excédent d'embrochements obtenus par rapport aux besoins est quasi nul.

5.2 — Les digues

Leur point faible était évidemment l'absence des protections définitives sur le musoir à l'avancement. Heureusement, comme le modèle le laissait prévoir, le tout-venant en bout de digue s'est affaissé lors des tempêtes, mais en chassant vers la terre et sans empiéter sur l'emprise de la butée de pied côté mer. Les conditions d'un blocage de la carapace de cubes restaient donc respectées. Par précaution, le

noyau étanche et la partie "côté terre" de la digue étaient exécutés avec un décalage par rapport à la partie "côté mer".

Les cubes de la carapace et la butée de pied nécessitaient des grues de grande portée (60 m pour le musoir de la jetée Sud). Les cubes ont été mis en place suivant un plan de pose défini par avance, de manière à obtenir dans la carapace l'indice de vide prévu (50 % environ) garant d'une bonne absorption de l'énergie des vagues.

5.3. — Le rideau étanche

Le matériau support des injections est un tout-venant 0-1500 kg très ouvert, et soumis au lavage par les marées. Les problèmes à résoudre portaient sur :

— la tenue de forages de 20 m, à équiper de tubes à manchettes,

— la résistance des coulis au lavage par les courants traversiers qui s'inversent à chaque marée.

En début de travaux, des mises au point ont été faites sur une première portion du rideau, puis sur une mini enceinte de 10 m de côté pour vérifier l'étanchéité réelle du dispositif choisi.

Ces essais ont montré la nécessité :

— d'exécuter la foration avec injection simultanée de bentonite-ciment pour éviter les éboulements dans les trous avant le tubage de ceux-ci,

— d'utiliser des coulis à rigidification rapide, d'autant que les courants traversiers s'intensifiaient au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Il est apparu, par ailleurs, que la couche de sable sous-jacente à la digue était plus

épaisse que les sondages préliminaires ne le laissaient prévoir, et qu'il était impossible de la stabiliser avec les coulis prévus. Cette difficulté a conduit :

— à ouvrir une brèche dans la digue de départ, de manière à terminer l'écran avec de faibles variations de pression.

— à imprégner le sable par injection d'un coulis fluide à base de silicates.

L'étanchéité ainsi réalisée est tout à fait satisfaisante : pour une longueur développée de 900 m, et une charge moyenne de 10 m d'eau, le rideau conduit à un débit de fuite inférieur à 200 m³/h.

Conclusion

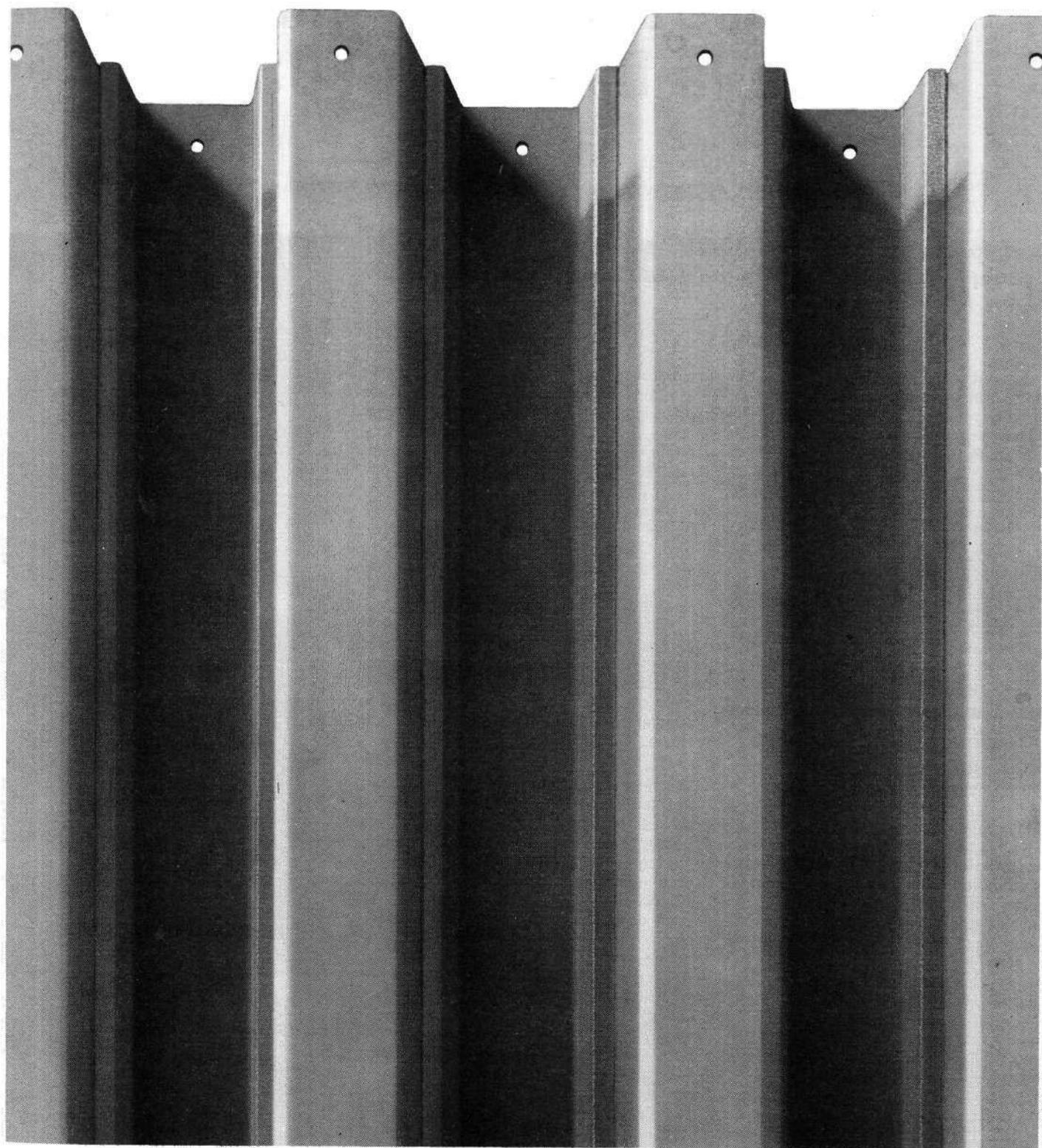
Les travaux de préparation du site de FLAMANVILLE ont bien entendu posé les problèmes habituels liés à l'ampleur des ouvrages et aux contraintes de délais qui y étaient attachées. Ils ont également nécessité, sur plusieurs points, l'adaptation des modes d'exécution aux caractéristiques réelles du terrain et des matériaux. On peut néanmoins affirmer que le résultat est atteint, et que les travaux de génie civil pourront se dérouler dans un environnement aussi favorable que pour un site "à terre".

Nous voulons
faciliter votre vie
en facilitant
vos déplacements.
Toujours tous les jours



Pour mieux vivre Paris et l'Île de France

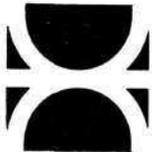
Centre d'Information Téléphonique (CIT) : 346.14.14.



EXCOFFON CONSEIL

Palplanches Larssen et Rombas

Ouvrages maritimes et fluviaux (murs de quai, formes de radoub, appontements, ducs d'Albe, écluses, barrages)
Bâtardeaux et blindages de fondations - Ouvrages routiers (murs de soutènement, trémies, culées de ponts).

SACILOR 

Département Technique des Palplanches
57704 Hayange Tél. (8) 767.90.55

Agence: DAVUM 22 Boulevard Gallieni
92390 Villeneuve-La-Garenne Tél. 820.61.10.

Construction des quais de la Darse 3 à FOS

P. GUERIN

Ingénieur des Ponts et Chaussées

Directeur des Equipements de Fos du Port Autonome de Marseille.

Fig n° 3

Participation du port autonome de Marseille à l'utilisation de techniques nouvelles et à la meilleure connaissance de techniques éprouvées.

La destination de la Darse 3 à Fos est dite commerciale ; il s'agit de recevoir le trafic de marchandises diverses par les navires polyvalents modernes étant précisé que le trafic conteneurisé proprement dit reste en Darse 2.

Cette nouvelle darse vient d'être ouverte au trafic avec un quai de 650 m de longueur et un poste RO/RO en extrémité. La construction de ce quai en 1978 et 1979 a permis l'utilisation de techniques nouvelles et la mise en place d'instrumentation pour mieux connaître le fonctionnement des ouvrages et ce avec la participation active du Port Autonome de Marseille.

I. Quelques données techniques succinctes

A Fos la stratigraphie est simple : des matériaux fins, sables et limon, recouvrent un substratum constitué de galets de Crau qui affleurent à la surface au niveau de l'usine SOLMER et s'enfoncent lorsque l'on s'éloigne vers le Sud Ouest pour se trouver à la cote - 25 NGF environ, au niveau de la Darse 3.

Les premiers quais de Fos ont été construits en Darse 1 et en Darse 2 selon la méthode à la fois classique et rassurante d'une fondation sur le terrain "dur" (les galets de Crau) par des colonnes en béton ou des gabions en palplanches.

En Darse 3, compte tenu du niveau du galet, ceci aurait conduit à des dépenses très importantes et c'est la raison pour laquelle le dossier d'appel d'offres du quai a été lancé sur la base de gabions flottants en palplanches métalliques, c'est-à-dire de gabions ne reposant pas sur le substratum.

II. Un appel d'offres où les idées ont foisonné

Des variantes étaient autorisées pour cet appel d'offres et les entreprises n'ont pas manqué d'user de cette possibilité. Les 15 entreprises qui ont répondu ont finalement proposé 44 variantes différentes.

Après un dépouillement et des études méticuleuses, deux types de solution sont

apparus intéressants. Le premier consistait à optimiser les gabions en palplanches métalliques en jouant sur la nuance des aciers, la dimension des gabions et la longueur des palplanches de la partie arrière. Le second consistait à utiliser la technique de la paroi moulée avec des tirants plans formant avec le terrain en place un véritable massif reportant les efforts sur le substratum. Une autre solution en paroi moulée a été proposée ; elle consistait à donner une inertie au quai grâce à un dessin de la paroi semblable à celui d'un quai en palplanches métalliques de type Larsen, mais avec une amplitude plus grande, compatible avec les possibilités de la paroi moulée : cette dernière solution n'a pas été retenue pour Fos, mais elle a été utilisée récemment après adaptation et amélioration au Port du Havre.

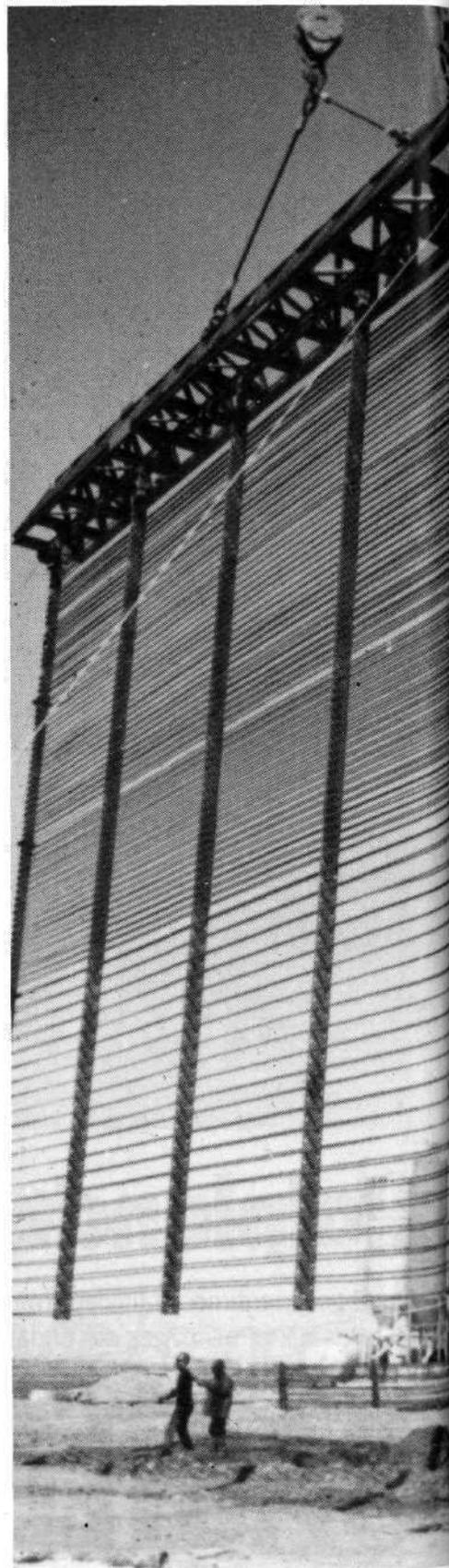
Le choix s'avérait difficile entre une solution en palplanche dans la ligne de ce qu'avait étudié le Port Autonome pour le dossier d'appel d'offres et une solution mettant en œuvre une technique nouvelle sans référence, pour laquelle l'attrait de l'innovation était en balance avec les risques de difficultés d'exécution imprévisibles et sans qu'il y ait la possibilité de se déterminer par une différence de prix.

Après des discussions approfondies qui ont amené les deux entreprises BOUYGUES OFF SHORE pour les palplanches métalliques et SOLETANCHE pour la paroi moulée à améliorer leur offre au plan technique, le dilemme a été tranché d'une façon fort différente de celui du nœud Gordien : après avis favorable de la Commission des Marchés, un marché a été passé avec l'entreprise BOUYGUES OFF SHORE pour la construction de 450 m en gabions de palplanches métalliques et avec la Société SOLETANCHE pour construire 200 m en paroi moulée.

L'entreprise Chagnaud était chargée des travaux de superstructure des deux parties. La compétition entre les techniques passait du papier au terrain.

III. Deux techniques en concurrence

La structure en gabions métalliques de 42,50 m de largeur (fig. 1) est constituée de palplanches Rombas 400 J enfoncées à 12,5 mm d'épaisseur et de résistance au



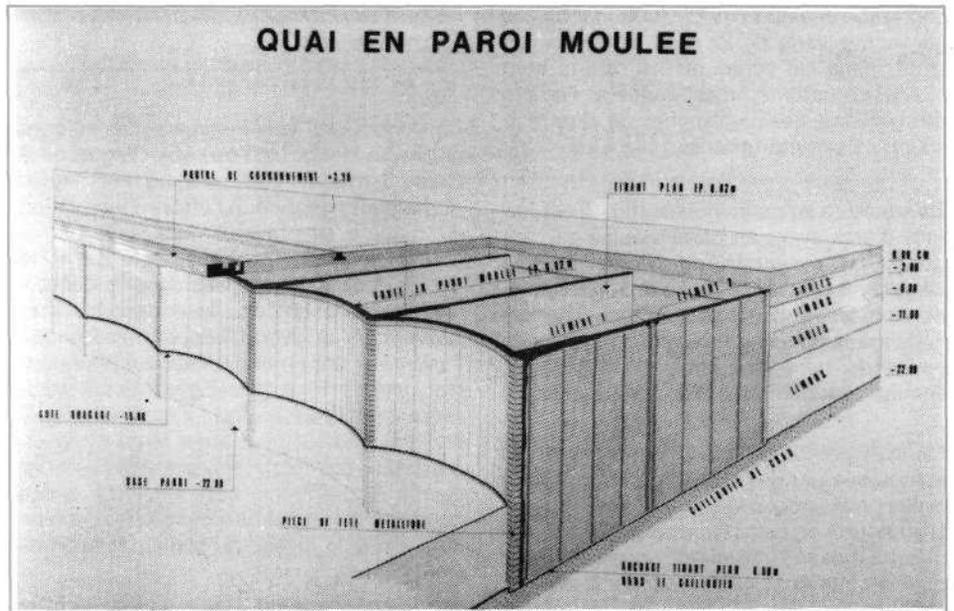


Fig n° 1

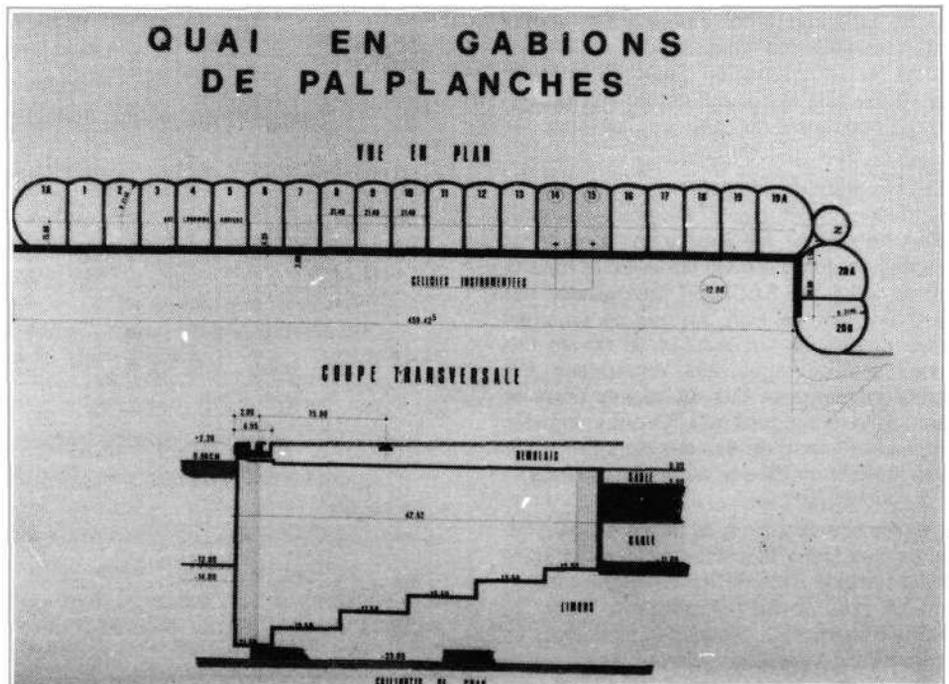


Fig n° 2

dégrafage de 480 T/ml ; la longueur de ces palplanches varie de 22 à 12 m et, par ailleurs, dans les zones où les efforts sont moins importants, c'est-à-dire à l'arrière des gabions, des palplanches de 12 mm et 400 T/ml ont été utilisées.

La structure en paroi moulée (fig. 2) est formée d'arcs avant en paroi moulée descendus au cailloutis de Crau et orientés pour travailler à la compression ; ces arcs se raccordent à des tirants plans formés d'armatures métalliques enveloppées dans un coulis de bentonite ciment qui mobilise ensuite le terrain en place par frottement.

La liaison entre la paroi avant et les tirants est réalisée par des pièces métalliques spéciales noyées dans la paroi moulée. L'originalité de cette structure réside principalement dans l'utilisation, pour les tirants, d'un coulis autodurcissant de bentonite ciment.

Au plan de la construction, le problème le plus délicat était la préfabrication des armatures des tirants (fig. 3) qui étaient ensuite placées dans la tranchée remplie de bentonite ciment, la stabilité de la bentonite ciment et la vitesse de prise ont nécessité de nombreuses mises au point sur le chantier et en laboratoire.

Le Port Autonome a voulu profiter de ce chantier pour réaliser des expérimentations sur un gabion en palplanches et un élément de quai en paroi moulée.

Cette expérimentation a pour but de vérifier les résultats des calculs pour les efforts dans les structures et d'estimer la façon dont travaille le sol qui est en fait un élément constitutif du quai.

Les résultats de cette instrumentation sont actuellement étudiés conjointement par le Port Autonome, les Entreprises concernées et les bureaux d'études conseils, et notamment celui de SACILOR fournisseur des palplanches. Le Port Autonome en tirera des indications sur le taux de travail réel dans les ouvrages, les entreprises des enseignements et des références pour les solutions techniques qu'elles ont imaginées et les bureaux d'études des données sur la validité des méthodes de calcul utilisées.

Le chantier tant pour la partie en palplanches que pour la partie en paroi moulée s'est déroulé sans difficulté majeure et, au moins pour le Port Autonome, dans les limites financières prévues initialement. La construction des 650 m de quai et du poste RO/RO a au total coûté 33,5 MF (en FRANCS janvier 1978).

Conclusion

En dehors des enseignements techniques esquissés ci-dessus, l'exemple du quai de la Darse 3 montre comment un Port Autonome peut participer à l'effort d'innovation en matière de travaux publics et par là même à l'amélioration de la compétitivité des entreprises françaises dans la concurrence internationale. Les entreprises font souvent valoir avec quelques raisons que l'existence d'un marché intérieur abondant leur permet de se lancer avec plus d'assurance dans l'exportation ; il apparaît que ce marché intérieur peut aussi être un moyen précieux pour tester des procédés et pour fournir des références qui servent lors des appels d'offres internationaux au moins autant que le niveau du prix de la soumission.

BARBER-GREENE

Rénovation de chaussées
RX40 - RX75

Finisseurs toutes largeurs
tous modèles

SA150 - SA144 - SB131 - SB111

TAMPO

Le compactage des enrobés
et des remblais

RS 144 - RS 166 A - RS 188 A

WABCO

Dumpers et graders

Modèles : 777 PF et 444 PF

Haulpak 35 à 3200

ETNYRE

Gravillonneurs

Répandeuses à bitume

Tout le matériel

pour la construction, l'entretien
et la rénovation des chaussées



STIME

5, avenue montaigne 75008 paris
tél. 261.51.84 (20 lignes) télex 650004

TRAVAUX PUBLICS DU COTENTIN



TERRASSEMENT
ASSAINISSEMENT

VOIRIE

ADDUCTION D'EAU POTABLE



rue Aristide Briand - TOURLAVILLE

Tél. : (33) 44.05.55

La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

Amicale d'entraide aux orphelins des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines

Compte-rendu de l'Assemblée Générale Ordinaire du 26 mars 1980.

L'Assemblée Générale de l'Amicale d'Entr'Aide aux Orphelins des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines, convoquée par lettre-circulaire du 19 février 1980 s'est réunie le 26 mars à l'AÉROPORT DE PARIS.

338 membres étaient présents ou représentés.

Le Secrétaire a donné lecture du rapport moral et des comptes de l'exercice.

I. Rapport moral

L'Amicale d'Entr'Aide groupe, au 21 mars 1980, 555 adhérents (415 adhérents complets et 140 partiels, contre 418 complets et 140 partiels en 1978).

Le montant total des secours distribués pour l'année 1979 s'est élevé à 247 200 F (1) contre 270 000 F en 1978 et 289 000 F en 1977 9 familles comportant 16 enfants à charge ont été secourues.

Les secours se sont échelonnés de 17 600 F à 45 000 F.

Compte tenu de la situation actuellement favorable des comptes, l'augmentation des cotisations est limitée et celles-ci sont fixées, pour 1980, aux valeurs suivantes :

- Cotisation de solidarité 245 F
- Cotisation familiale :
 - pour 1 enfant 575 F
 - pour 2 enfants 670 F
 - pour 3 enfants 765 F
 - pour 4 enfants 860 F
 - pour 5 enfants et plus 955 F

II. Renouvellement d'un membre du Comité Directeur

M. MOYEN ayant décidé de démissionner

du Comité Directeur, le Président PISTRE a proposé la candidature de M. Gérard FRANCK, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, qui est élu.

III. Rapport du Trésorier

A — RECETTES	Francs
Cotisations perçues au cours de l'exercice 1979 (reliquat 1978 et cot. 1979) 306 696,50	
B — DÉPENSES	
Frais d'administration	
• Provision de caisse	1 000
• Frais tenue de compte CCP	5
• Indemnité 1979 Mme FONT	2 800
• Frais assurance complémentaire	122,62
	3 927,62
Secours distribués	238 400
	242 327,62
— EXCÉDENT DES RECETTES DE L'EXERCICE	
A - B =	64 368,88
D — RÉSERVE AU 31.12.1978	
	85 191,55
E — RÉSERVE AU 31.12.1979	
C + D =	149 560,43
Il convient de signaler qu'en février 1980, a été payé :	
• 1 000 F de provision pour frais d'administration, ce qui ramène en mars 1980 la réserve à 148 560,43 F	

IV. Questions diverses

I. En réponse à la réclamation d'un membre, il est confirmé que les enfants d'un membre divorcé seront assistés dans les conditions prévues aux statuts, c'est-à-dire sans qu'il soit tenu compte de la situation de leur père au moment de son décès.

2. Après débat, l'Assemblée Générale a souhaité que le Bureau examine favorablement l'éventualité d'une modification des Statuts pour permettre une aide aux orphelins handicapés.

V. Approbation

Le compte-rendu de l'Assemblée Générale et le rapport du Trésorier sont approuvés à l'unanimité.

(1) dont 8 800 F n'ont été débités qu'en 1980

Société amicale des I.P.C. et Mines

L'Assemblée Générale se tiendra

le **mardi 7 octobre 1980 à 9 heures à l'E.N.P.C.**

Le présent avis tient lieu de convocation.

Ordre du jour :

- 1) Rapport moral et comptes de l'année 1979. — de 50 F à 55 F pour les Ingénieurs en retraite.
- 2) Relèvement des cotisations :
— de 100 F à 110 F pour les Ingénieurs en activité, 3) Questions diverses.

Résumé de l'activité 1979

Adhérents : L'Association a compté 939 cotisants dont 891 I.P.C. et 48 I.M.

Secours : 8 secours ont été attribués pour un montant total de 71.500 F.

Comptes 1979 : compte d'exploitation. Bilan.

1) Compte d'exploitation 1979 (cf. Tableau joint.)

2) Bilan 1979 (cf. Tableau joint)

Pouvoir (joint)

COMPTE D'EXPLOITATION 1979

RECETTES		DEPENSES	
Cotisations et dons :	79.694 F	Secours :	71.500 F
Coupons :	3.441,01 F	Frais et droits de garde :	1.611,28 F
			73.111,28 F
		Excédent :	10.023,73 F
			83.135,01 F
	83.135,01 F		83.135,01 F

BILAN 1979

ACTIF		PASSIF	
Titres :	89.936,29 F	Dotation :	37.700 F
Caisse d'Épargne :	59.368,00 F	Report à nouveau :	129.208,21 F
Crédit Lyonnais :	3.416,06 F		
C.C.P. :	14.187,86 F		
	166.908,21 F		166.908,21 F

POUVOIR

Je soussigné (nom, grade et résidence).....

donne délégation au porteur (1)

donne délégation à Monsieur (1).....

pour me représenter et voter en mon nom à :

L'ASSEMBLEE GENERALE ORDINAIRE DU 7 octobre 1980

A : le
(signature)

(1) : Rayer les mentions inutiles

N.B. : Ce pouvoir est à retourner au secrétariat de la :

SOCIÉTÉ AMICALE DES INGÉNIEURS DES PONTS ET CHAUSSEES ET DES MINES
28, rue des Saints-Pères - 75007 PARIS

mouvements

DÉCISIONS

M. Antoine **COMPAGNON**, I.P.C., est, à compter du 1^{er} octobre 1978, placé en service détaché pour une période de deux ans éventuellement renouvelable auprès du Ministère de la Défense en vue d'exercer les fonctions de Maître de Conférences à l'École Polytechnique.
Arrêté du 7 mai 1980.

M. François **KOSCIUSKO-MORIZET**, I.P.C., est, à compter du 1^{er} janvier 1979, placé en service détaché pour une période de cinq ans auprès du Ministère de l'Industrie et de la Sécurité Industrielle.
Arrêté du 7 mai 1980.

M. Maurice **TRICHARD**, I.P.C., est, à compter du 1^{er} février 1978, placé en service détaché pour une période de 5 ans, éventuellement renouvelable, auprès de la Société Nationale de Construction de Logements pour les Travailleurs (SONACOTRA) en qualité de Directeur Général du Groupement d'Assistance Technique.
Arrêté du 7 mai 1980.

M. Alain **VANDEN-ABEELE**, I.P.C., en Service détaché auprès du Ministère des Affaires Étrangères, est, à compter du 28 novembre 1979, maintenu dans la même position auprès de ce Département ministériel pour une nouvelle période d'un an éventuellement renouvelable afin de lui permettre de continuer à exercer des fonctions de son grade en Algérie, au titre de la Coopération Technique.
Arrêté du 21 mai 1980.

M. Gabriel **SCHREIBER**, I.P.C., en service détaché auprès de la Banque Française du Commerce Extérieur, est, à compter du 1^{er} avril 1980, maintenu dans la même position auprès de cet organisme pour une nouvelle période de deux ans éventuellement renouvelable afin de lui permettre de continuer à exercer des fonctions d'Ingénieur Conseil en Iran.
Arrêté du 21 mai 1980.

M. Armand **TOUBOL**, I.P.C., en service détaché auprès du Port Autonome de Dunkerque, est, à compter du 1^{er} avril 1980, maintenu dans la même position auprès de cet organisme pour une nouvelle période de cinq ans éventuellement renouvelable afin de lui permettre de continuer à y exercer des fonctions de son grade.

M. Pierre **PARISOT**, I.C.P.C., est, à compter du 16 avril 1980, placé en position de disponibilité pour une période de trois ans auprès de la Compagnie Saint-Gobain-Pont à Mousson pour y exercer les fonctions de directeur de la division internationale au sein de la branche entreprises.
Arrêté du 12 mai 1980.

M. Michel **CROC**, I.P.C., à la Direction Départementale de l'Équipement des Bouches-du-Rhône, est à compter du 1^{er} avril 1980, mis à la disposition de l'Aéroport de Paris.
Arrêté du 28 mai 1980.

M. Jean-Jacques **RAOUL**, I.P.C., est à compter du 1^{er} septembre 1979, placé en service détaché pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable, auprès de l'office Français de Coopération pour les chemins de fer et les matériels d'équipement (OFERMAT) en vue d'exercer les fonctions d'adjoint au chef du service travaux neufs à l'Office du Chemin de fer Transgabonais. (OCTRA)
Arrêté du 7 mai 1980

M. Yves **CHABROL**, I.P.C. est à compter du 21 août 1980, nommé adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement du Var.
Arrêté du 30 mai 1980

M. Michel **LE NET**, I.P.C., au service d'Analyse Economique est à compter du 1^{er} juin 1980, mis à la disposition du Ministère de la Santé et de la Sécurité Sociale. Direction de l'Action Sociale.
Arrêté du 2 juin 1980.

M. Georges **BENGHOUI**, I.C.P.C., mis à la disposition de la Cour des Comptes, est à compter du 1^{er} juin 1980, mis à la disposition de l'Office National de la Navigation en qualité de chargé de mission.
Arrêté du 2 juin 1980.

M. François **MALHOMME**, I.P.C. en service détaché auprès de la ville d'Angers, est à compter du 1^{er} avril, réintégré dans son administration et mis à la disposition de l'Office Français de Coopération pour les chemins de fer et les matériels d'équipement pour servir au Congo en qualité de chef de la division des études de l'Agence Transcongolaise des Communications.
Arrêté du 2 juin 1980.

MUTATIONS

M. Alain **JAUSSELME**, I.P.C., mis à la disposition de la Cour des Comptes, est à compter du 1^{er} mai 1980, muté à la Direction des Affaires Économiques et Internationales en qualité de Chargé de Mission auprès du Chef du service du Bâtiment et des Travaux Publics.
Arrêté du 20 mai 1980.

M. Michel **BURDEAU**, I.P.C., à la Direction de l'Urbanisme et des Paysages, est, à compter du 16 mai 1980, muté à la Direction Régionale de l'Équipement "Ile-de-France" pour y être chargé de la division

Études et Programmes (D.E.P.) en remplacement de M. CHICOULAA.
Arrêté du 21 mai 1980.

M. François **DROUIN**, I.P.C., au service de la Navigation du Nord et du Pas-de-Calais, est, à compter du 16 mai 1980, muté à la Direction départementale de l'Équipement du Nord pour y être chargé de l'arrondissement territorial de Valenciennes.
Arrêté du 28 mai 1980.

NOMINATION

M. Denis **SCHMUTZ**, I.C.P.C., à la Direction Départementale de l'Équipement du Var, est, à compter du 1^{er} juin 1980 nommé Directeur Départemental de l'Équipement des Pyrénées Orientales en remplacement de M. FAUVEAU.
Arrêté du 16 mai 1980.

RETRAITES

M. René **RIPOCHE**, I.G.P.C., à la Direction Régionale de l'Équipement "Ile-de-France", est, à compter du 1^{er} septembre 1980, admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite.
Arrêté du 20 mai 1980.

M. Maurice **VILLEMAGNE**, I.C.P.C., en position de détachement est, à compter du 24 octobre 1980, réintégré dans son administration d'origine et admis à faire valoir ses droits à la retraite.
Arrêté du 21 mai 1980.

M. Armand **MOSCHETTI**, I.C.P.C., affecté à la Mission d'Inspection Générale de Gestion, est, à compter du 12 novembre 1980, admis à faire valoir ses droits à la retraite.
Arrêté du 21 mai 1980.

M. Jean **RAOUX**, I.G.P.C., est, à compter du 8 septembre 1980, admis à faire valoir ses droits à la retraite.
Arrêté du 22 mai 1980.

M. André **BONHOMME**, I.G.P.C., affecté à la 19^e circonscription d'Inspection Générale "Rhône-Alpes", est, à compter du 25 novembre 1980, admis à faire valoir ses droits à la retraite.
Arrêté du 29 mai 1980.

M. Max **DUMAS**, Président de Section au Conseil Général des Ponts-et-Chaussées, est, à compter du 17 novembre 1980, admis à faire valoir ses droits à la retraite.
Arrêté du 29 mai 1980.

Groupes régionaux

Activité du groupe Méditerranée

La réflexion du groupe Méditerranée (commun à l'AIPC et au SNAIPC), sur la prospective du corps l'a conduit à organiser le 6 mars 1980 une réunion en Avignon. Les organisateurs de cette journée, Bernard SAINT-ANDRÉ et Dominique BECKER, avaient invité sept personnalités extérieures à notre corps pour présenter quatre thèmes au cœur des évolutions de notre Société :

- 1) l'énergie (MM. PETIT, chef du service Environnement SHELL-BERRE et SAGOT, Directeur Région Equipement E.D.F.) -
- 2) l'exploitation des océans (M. PUJOL, Directeur de la technologie et des relations industrielles au CNEXO)
- 3) la télématique (MM. CATHELINEAU, Direction Régionale des Télécommunications de Montpellier et JEANNIOT, Directeur Adjoint du Centre de recherche IBM La Gaudel)
- 4) l'exportation de technologie (MM. CLEMENT, Directeur de la Sté du Canal de Provence et NICOLETTI, Chef d'entreprise BTP à Nice)

Sous la présidence de Paul FUNEL, trente huit camarades, venus des deux régions LANGUEDOC-ROUSSILLON et PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR, ont participé aux débats qui ont suivi les exposés très vivants de nos invités. Prolongeant les actions engagées au niveau national (nouvelle frontière techno-



M. COUSQUER

logique, IPC 2000), cette journée régionale a offert à ses participants une ouverture stimulante sur l'extérieur.

Les premières conclusions qui, au terme de cette journée, ont été dégagées sur l'avenir du corps, seront réintégréées dans la contribution à IPC 2000 que se propose d'établir le groupe Méditerranée au cours des prochains mois.

Le délégué régional,

Y. COUSQUER

COMPAGNIE CHARLES LE BORGNE



Maison fondée en 1735
S.A. au capital de 4.800.000 F

97, av. des Champs Élysées

75008 PARIS

Tél. : 723.55.12
Télex : 280886

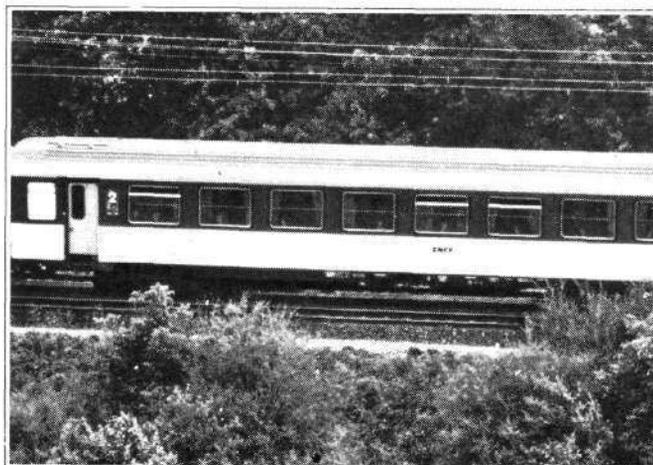
**ARMATEURS
AGENTS MARITIMES
MANUTENTIONS-TRANSIT
MAGASINAGE**

STRASBOURG lance son
**centre plurimodal
de transports
internationaux**



**le PORT AUTONOME
DE STRASBOURG y
construit le premier entrepôt**

mise en service: 1.9.1980
pour toute information adressez-vous au :
SERVICE COMMERCIAL du Port Autonome
25, rue de la Nuée Bleue 67081 STRASBOURG Cedex
Tél.: (88) 32.49.15 Telex: 880476 poronome Strbg



Une voiture SNCF



D'autres voitures SNCF

Le train, tout le monde le sait, vous conduit partout en France, rapidement et en toute sécurité. Toutefois, il ne peut vous déposer au pied de votre porte ou vous accompagner dans tous vos déplacements.

C'est pourquoi la SNCF met à votre disposition un service de location de voitures sans chauffeur dans plus de 200 gares.

Voyagez en vous reposant et continuez votre route en toute sécurité : la voiture de location qui vous attend dès

votre arrivée à la gare est aussi une voiture SNCF.

La réservation est gratuite et peut être faite par téléphone à PARIS 292.02.92, à BORDEAUX 91.20.65, à LYON 37.14.23 et à MARSEILLE 50.83.85, ainsi que dans toutes les grandes gares ou auprès de votre agence de voyages.

train+auto
SNCF

LOCATION DE VOITURES

Continuez avec nous

35 000 000 de m³ de dragage
dans le lac Amer (Egypte)



345 Avenue Georges Clemenceau 92000 Nanterre Tél. 776.42.43



269 rue de la Garenne 92000 Nanterre Tél. 780.71.47

