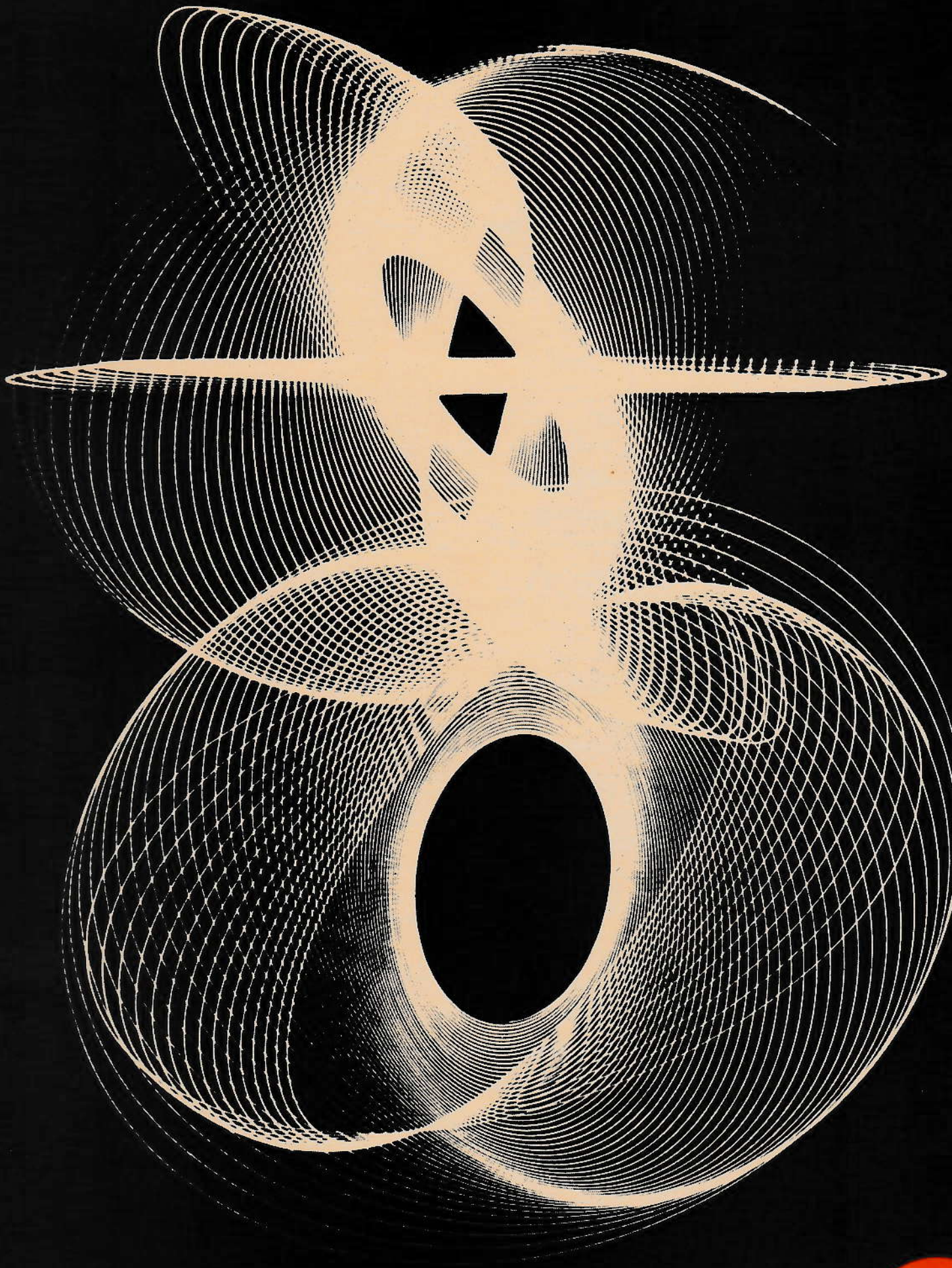


BULLETIN TECHNIQUE DES CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE

N° 3
Janvier-Février
1963

LES COURBES DE LISSAJOUS

La couverture de ce numéro n'est pas la reproduction d'un tableau moderne non figuratif.

Ce magnifique réseau de courbes est le résultat obtenu en attaquant les deux plaques, horizontale et verticale, d'un oscillographe cathodique avec deux tensions sinusoïdales de fréquences f et f' différentes.

Le spot lumineux de l'oscillographe cathodique décrit alors un système de courbes qui se referme lorsque le nombre de périodes atteint le plus grand commun multiple de f et f'.

Ces courbes sont connues sous le nom de « courbes de Lissajous ».

SAINT-NAZAIRE 1966...

L'établissement du programme d'investissements pour une société importante n'est pas simple.

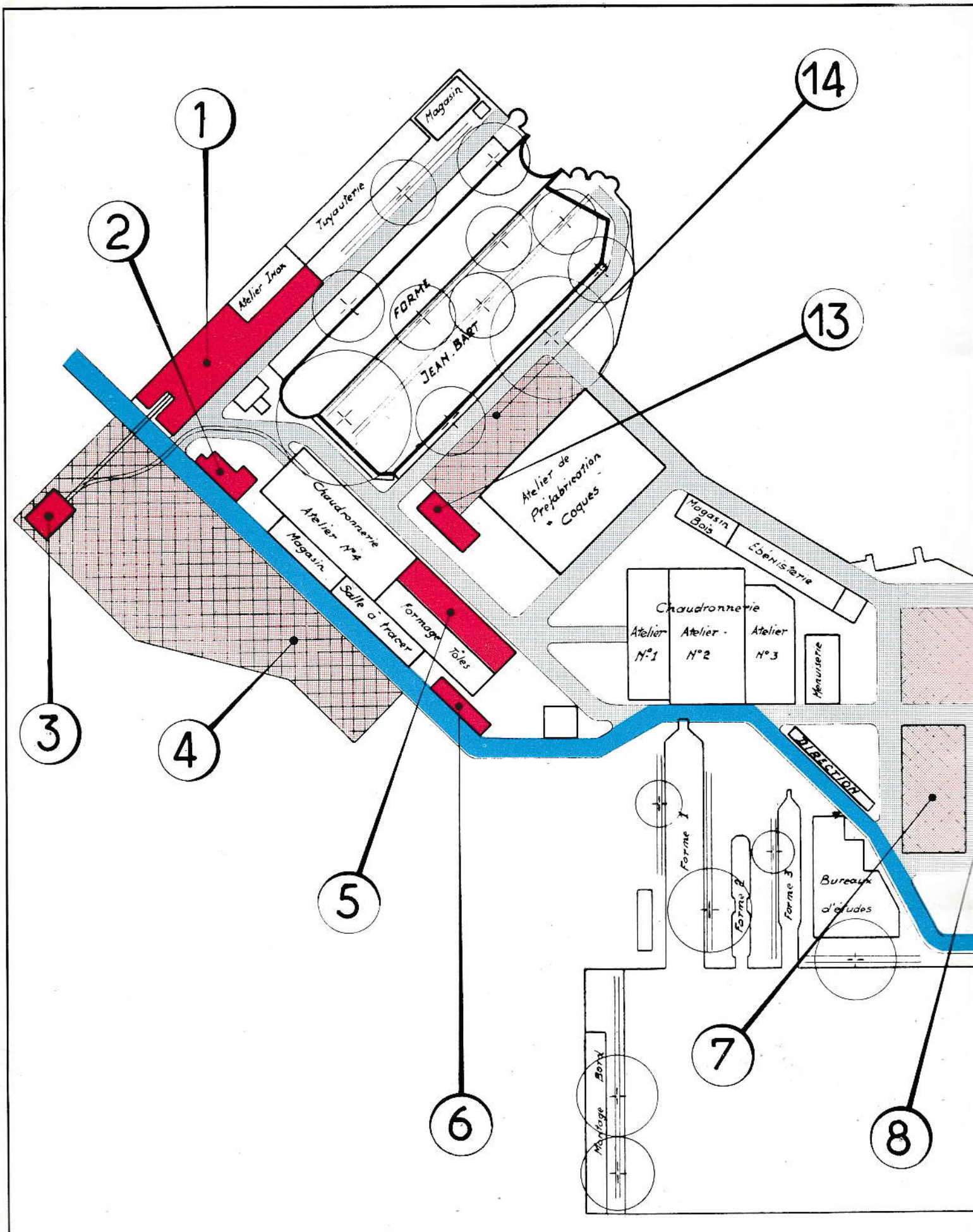
● Certains investissements sont indispensables pour remplacer des matériels ou des ateliers qui viennent à bout de souffle. C'est ainsi, par exemple, que la fraiseuse-alèseuse de 380 mm de broche a été commandée en partie en raison des inquiétudes que nous donnait la raboteuse Berthier ; un incident survenu à cette machine aurait compromis tout le programme de fabrication des moteurs Diesel.

C'est ainsi également que la décision de détruire le magasin situé entre la forme Jean-Bart et l'atelier de préfabrication a dû être prise en raison de la vétusté du bâtiment qui ne présentait plus le minimum de sécurité indispensable. Le problème de son remplacement se trouve ainsi posé.

C'est ainsi, encore, que nous nous trouverons, à brève échéance, devant la nécessité de remplacer la grue de 150 t du Quai d'Armement Penhoët qui devient hors d'âge, mais cet investissement représente à lui seul près d'un milliard d'anciens francs.

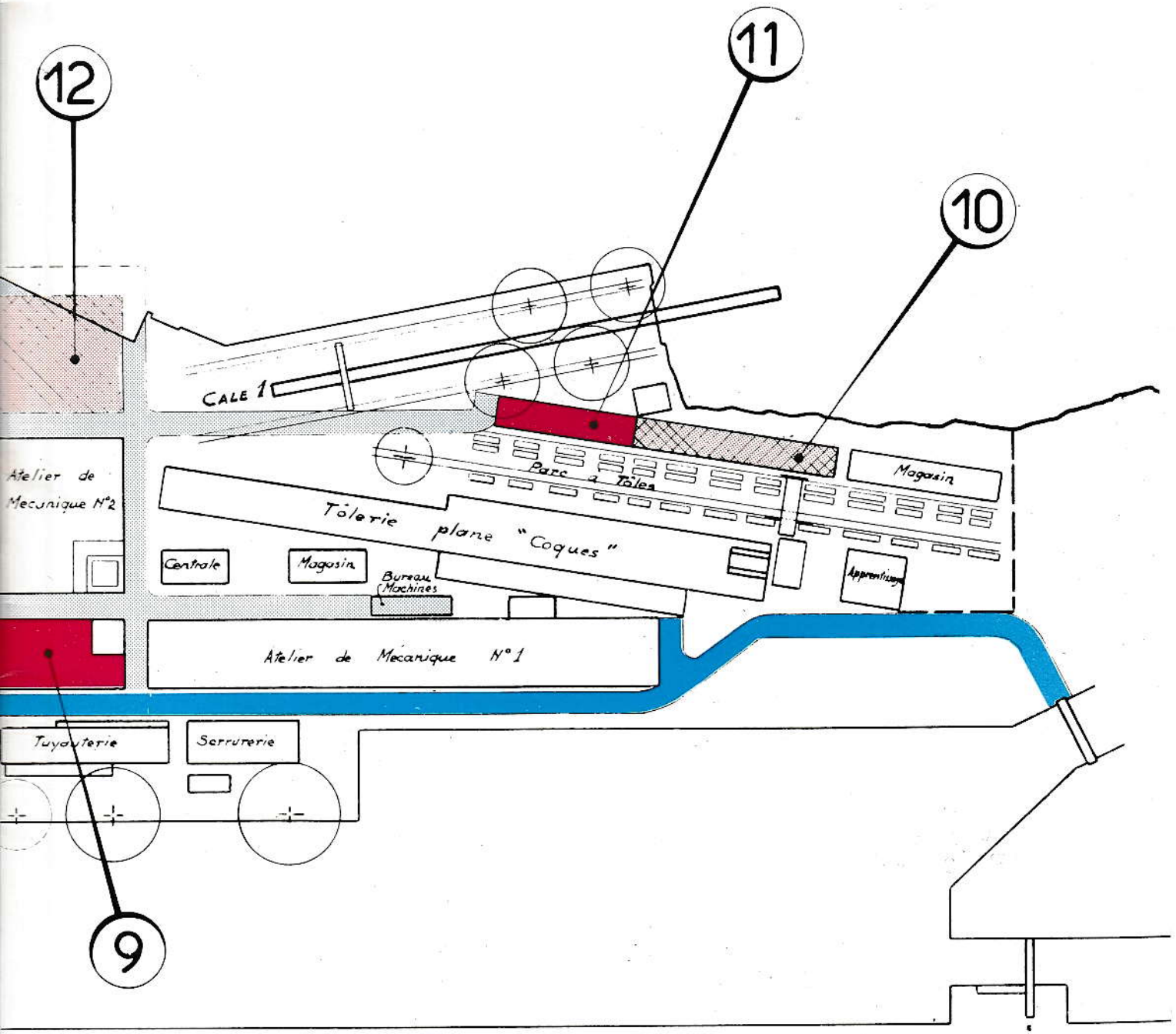
● D'autres investissements ont pour objet la modernisation des fabrications traditionnelles et la diminution de leurs prix de revient. La difficulté est de choisir non pas la méthode d'aujourd'hui, mais celle de demain. C'est ainsi par exemple, que les Chantiers qui se sont équipés, il y a quelques années, en machines à découper par lecture de tracés grandeur, se sont trouvés presque immédiatement dépassés par les Chantiers qui se sont équipés en machines à découper par lecture de plans au dixième.

(Suite page 2)


1
2
3
4
5
6
7
8
13
14
Magasin
Tuyauterie
Atelier Inox
FORME
JEAN BART
Atelier de Préfabrication Coques
Chaudronnerie Atelier N°4
Magasin
Salle à tracer
Formage Tôles
Magasin Bois
Ebénisterie
Chaudronnerie
Atelier N°1
Atelier N°2
Atelier N°3
Menuiserie
DIRECTION
Forme 1
Forme 2
Forme 3
Bureaux d'études
Montage Bord

CHANTIER de St NAZAIRE

Schéma d'orientation des Investissements 1963-1966



3. — INSTALLATION D'UN BLOC « CONTROLE-RADIO »

La radiographie des corps soudés est actuellement effectuée à Saint-Nazaire dans des conditions techniquement tout à fait satisfaisantes, mais qui impliquent de nombreuses sujétions.

Faute de protection fixe, il n'est pas possible d'utiliser des moyens de radiographie puissants (bétatron, accélérateur Van de Graaf ou source Cobalt d'un millier de curies) qui permettraient d'accélérer considérablement la durée des opérations.

Le Chantier doit donc seulement utiliser une source de Cobalt de 50 curies qui peut, à la rigueur, être mise en œuvre sans moyens de protection permanents. Les radiographies ne peuvent cependant être effectuées qu'en dehors des heures de travail et à l'abri de protections naturelles (cale 1 par exemple... lorsqu'il n'y a pas de navires en construction).

La construction d'un bloc « Contrôle-Radio » avec protection permanente permettant l'emploi d'une source de 1 000 curies, d'un bétatron ou d'un accélérateur Van de Graaf, est absolument indispensable.

Le seul emplacement possible pour ce bloc, après examen très attentif, est situé sur le parc actuel à profilés. Ceci suppose, bien entendu, le transfert de ce parc en un autre endroit du Chantier, solution à laquelle nous sommes conduits par d'autres considérations que l'on trouvera exposées plus loin.

4. — TRANSFERT DU PARC NORD

Le Parc Nord comprend actuellement d'une part le Parc à profilés, d'autre part le Parc à tôles de la division Mécanique-Chaudronnerie.

Ce Parc est équipé de moyens de manutention vétustes qu'il faudrait remplacer dès l'année prochaine si une autre solution n'intervenait pas.

Cette autre solution est actuellement à l'étude.

On envisage tout d'abord le transfert (total ou partiel) du Parc à tôles nord sur le Parc à tôles sud.

Ce transfert pose plusieurs problèmes (utilisation du sommier magnétique pour des tôles dont le poids au m2 est supérieur à celui des tôles navales, gestion du stock, extension possible du parc à tôles navales, etc.).

Quant au Parc à profilés, pour éviter des manutentions inutiles, il est souhaitable de le regrouper avec l'ensemble de l'usinage et du formage des profilés.

D'autres raisons conduisant à envisager de modifier les implantations des ateliers d'usinage et de formage des profilés (voir ci-près), il a été prévu de transférer l'ensemble du Parc à profilés et Atelier d'usinage et de formage dans le sud parallèlement au Parc à tôles.

L'emplacement actuel du Parc Nord serait ainsi, au moins partiellement, disponible.

Or, nous devrons probablement, dans un proche avenir, procéder à une refonte d'ensemble du magasinage du Chantier.

On compte, en effet, près d'une vingtaine de magasins disséminés à l'intérieur et à l'extérieur du Chantier, dont certains sont à la limite extrême de vétusté (le magasin entre Forme Jean Bart et Atelier de Préfabrication, notamment, doit être démoli cette année).

Nous serons donc probablement conduits à regrouper l'ensemble des magasins. L'emplacement du Parc nord constituerait alors une très bonne solution.

5. — REGROUPEMENT DU STOCKAGE, DU FORMAGE ET DE L'USINAGE DES PROFILES

L'Atelier actuel d'usinage des profilés est un atelier très ancien qui pourrait cependant être maintenu à son emplacement actuel, s'il n'y avait pas un avantage certain à procéder au regroupement, déjà évoqué plus haut, de l'Atelier d'usinage, de l'Atelier de formage et du Parc à profilés.

Ce regroupement permettrait d'ailleurs de moderniser le formage des profilés actuellement effectué à chaud et qui est maintenant exécuté à froid dans les chantiers modernes.

Le transfert de l'Atelier d'usinage des profilés présenterait, d'autre part, l'avantage important de permettre l'allongement sur 125 m environ de la nef de chaudronnerie moyenne, allongement qui permettrait à la fois l'augmentation des surfaces affectées à la chaudronnerie moyenne et une meilleure disposition des postes de travail dans l'atelier.

La décision de construire cette nef complémentaire est toutefois liée au développement possible de l'activité du Chantier dans le domaine de la chaudronnerie, c'est-à-dire essentiellement aux prix de revient qui seront obtenus dans les mois à venir dans l'Atelier de chaudronnerie moyenne.

6. — BLOC D'ESSAI DIESEL PC

En accord avec les Chantiers de Nantes, un bloc d'essai pour les moteurs Diesel PC sera installé au Chantier. Il sera équipé d'un moteur 12 PC 2 V sur lequel seront entrepris des essais industriels systématiques.

Viendront s'y ajouter des groupes de secours à moteurs PA 4, en remplacement de l'installation du nord (2 chaudières Wagner et 1 turbo-alternateur) actuellement complètement à bout de souffle.

7. — ZONE DISPONIBLE

La zone numéro 7 sera rendue disponible après achèvement de la démolition de la cale numéro 6 (ce qui suppose préalablement le transfert des locaux situés actuellement en tête de cale).

Aucune affectation n'est actuellement prévue pour cette zone.

Si certaines fabrications mécaniques demandant d'importants espaces au sol pour les opérations de montage se développaient, cette zone pourrait recevoir un Atelier de Mécanique numéro 3, spécialisé dans les assemblages d'ensembles mécaniques.

8. — ATELIER DE LIGNES D'ARBRES

Coomme indiqué plus haut, le dégagement de l'Atelier Nord suppose la réinstallation de l'Atelier de lignes d'arbres. Cette réinstallation est actuellement prévue dans une nouvelle nef de l'Atelier de Mécanique numéro 2. Cette nef serait plus large et plus haute que les nefs actuelles.

9 et 13. — ATELIERS D'ENTRETIEN

L'entretien du Chantier occupe actuellement un effectif total d'environ 400 personnes. Ce qui est très élevé.

Une raison s'en trouve sans doute dans le fait que les ateliers et magasins sont disséminés entre une trentaine d'emplacements. Un regroupement est absolument nécessaire.

Ce regroupement a été prévu en deux ateliers d'inégale importance :

— l'un dans le nord, qui pourrait être installé dans l'actuel atelier de formage à chaud des profilés ;

— l'autre dans le sud, serait installé à la place de l'actuel magasin à tubes qui date de 1870 — sous réserve que ce magasin puisse être installé ailleurs.

10 et 11. — PARC ET ATELIER A PROFILES

Comme indiqué plus haut, il est prévu de regrouper :

— le Parc à profilés actuellement dans le nord ;
— l'Atelier d'usinage des profilés ;
— l'Atelier de formage des profilés.

L'emplacement qui a été retenu après étude est celui qui figure sous les numéros 10 et 11 sur le plan joint.

Le Parc serait équipé d'un portique magnétique spécial et l'atelier, comme déjà indiqué plus haut, d'une installation de formage à froid.

12. — ZONE DE STOCKAGE

Cette zone est déjà actuellement utilisée pour le stockage de la Division Construction Navale. Elle fera l'objet d'un aménagement sommaire pour améliorer les conditions de ce stockage.

14. — STOCKAGE DES BLOCS PREFABRIQUES

L'impossibilité pratique actuelle de stocker des blocs préfabriqués ne facilite pas la coordination de l'activité de l'Atelier de Préfabrication et du Montage sur cale.

La destruction du magasin entre Forme Jean-Bart et Préfabrication, décidée en raison de la vétusté du bâtiment, rendra possible la création d'une importante zone de stockage au même endroit, zone qui se trouve battue par la grue de 45 t du mur Nord de la Forme Jean-Bart.

Ceci ne résoudra toutefois que partiellement le problème et celui-ci reste posé pour les blocs de plus de 45 tonnes. Une étude est en cours pour trouver une solution au stockage des blocs jusqu''à 150/200 tonnes.

Si Saint-Nazaire était à Dunkerque...

les frais de transport seraient diminués d'environ 450 millions (AF) par an

On a beaucoup parlé récemment du « handicap géographique » de la Bretagne.

Nous avons, pour le cas particulier de Saint-Nazaire, procédé à une étude - dont les conclusions ont d'ailleurs été communiquées aux autorités locales et nationales.

Cette étude fait ressortir que si le chantier de Saint-Nazaire était implanté... à Dunkerque par exemple, nous économiserions près de 500 millions d'anciens francs de transport par an. Tous les chiffres qui suivent seront donnés en nouveaux francs.

Plus du double pour les tôles et profilés

Le premier aspect du problème est évidemment celui de la Construction Navale : nous transportons chaque année 50 000 à 60 000 tonnes de tôles et une dizaine de milliers de tonnes de profilés, auxquels viennent s'ajouter, bien entendu, tous les autres matières et matériels incorporés dans le navire.

Le cas des tôles et des profilés est particulièrement simple à examiner et la carte ci-contre résume la situation.

Les tôles sont expédiées aux chantiers de construction navale à partir d'un certain nombre d'usines, mais qui ont toutes adopté un même point de départ pour le calcul des frais de transport (« point de Parité »).

Pour Saint-Nazaire, le prix de transport d'une tonne de tôles est de 55 (N) F. Le même transport d'une tonne de tôles pour Dunkerque est de 26,50 (N) F. La différence est donc de 28,50 (N) F par tonne.

Pour 60 000 tonnes par an, ceci représente, en chiffre rond, 1 700 000 (N) F (soit 170 millions d'anciens francs).

La situation de Dunkerque est évidemment, en France, la plus favorable, mais elle n'est pas particulière dans le monde, bien au contraire.

Sur la même carte nous avons indiqué les frais de transport d'une tonne de tôles depuis la Sidérurgie de la Ruhr (Parité-Essen) jusu'au Chantier de Hambourg.

Ces frais de transport sont sensiblement égaux à ceux de Dunkerque.

Sur le seul poste de tôles (60 000 tonnes) et profilés (10 000 tonnes), la « perte » due à la situation géographique de Saint-Nazaire par rapport à la Sidérurgie Française est donc d'environ 2 millions de (N) F par an.

A quoi il faut ajouter une perte (un peu plus faible proportionnellement) sur le reste des matériels qui représentent pour un pétrolier de 60 000 tonnes, environ 20 % du poids de la coque métallique.

Pour les activités terrestres : un « point de rebroussement »

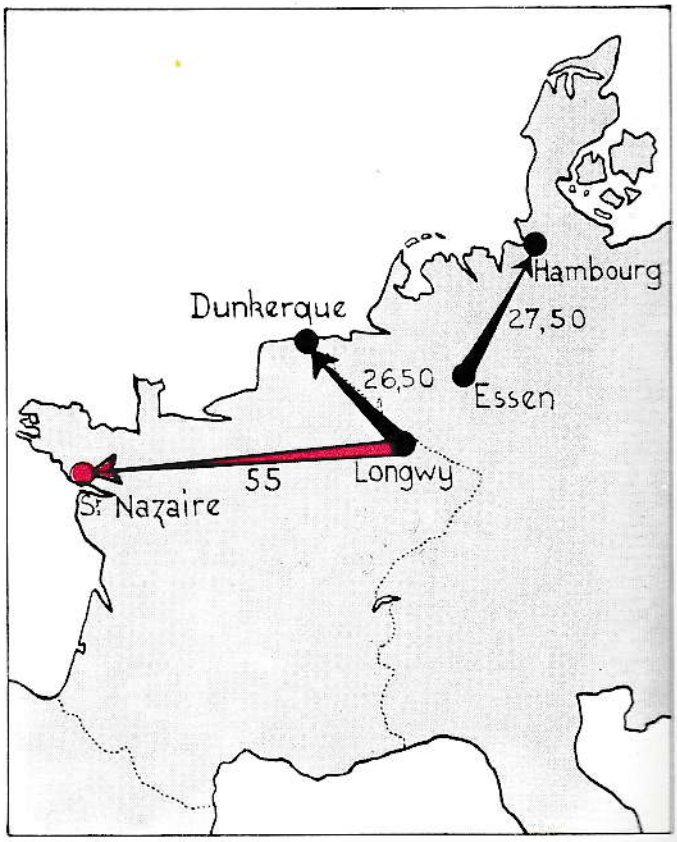
La situation pour la construction des navires n'est encore qu'à moitié grave en ce sens que la perte se produit seulement à l'approvisionnement des matières et qu'il n'y a pas de perte à l'expédition du produit fini.

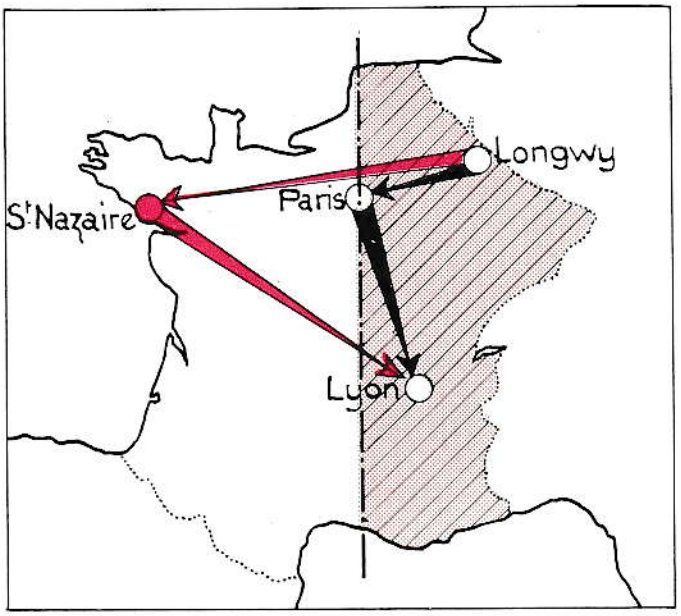
En effet, le navire est payé par l'Armateur exactement le même prix, qu'il soit construit à Saint-Nazaire, Gênes, Hambourg ou Yokohama.

Telle n'est pas du tout la situation pour les matériels terrestres qu'il faut réexpédier de Saint-Nazaire vers le « Client ».

Bien entendu, tous les autres constructeurs de matériels chaudronnés, pour prendre cet exemple, ont le même problème et doivent réexpédier leurs fabrications vers le Client.

Mais il se trouve qu'en France l'industrie est, en majeure





partie, concentrée à droite d'une ligne verticale passant par Paris.

La plupart de nos fabrications se trouvent ainsi destinées à cette zone, par rapport à laquelle Sait-Nazaire constitue un « point de rebroussement ».

Par rapport à une industrie située dans la région parisienne, par exemple, nous avons donc :

— d'une part, un chemin plus long pour l'approvisionnement de nos matières premières,

— d'autre part, un chemin plus long pour livrer au Client.

1 % à 8 % du prix du produit fini

Les frais de transport de pièces mécaniques ou de chaudronnerie depuis Saint-Nazaire vers Marseille, Gardanne ou Lacq sont en moyenne de 100 (N) F par tonne.

Ce prix monte à 130, 150 et même près de 200 F par tonne pour les convois spéciaux (par exemple, un autoclave de 37 tonnes pour Salindres, un moteur B.W. de 840 tonnes pour La Ciotat, un moteur 12 PC pour la même destination).

Le prix de transport pour les matières premières - et notamment pour les tôles - est moins élevé (nous venons de voir qu'il était de 55 F), mais il faut tenir compte des chûtes, qui conduisent à approvisionner environ 20 % de plus de matières, ce qui fait que, en fin de compte, le prix de transport des matières est d'environ 70 (N) F la tonne.

Les frais de transport totaux (inclus dans un prix de revient de Saint-Nazaire) représentent donc entre 170 et 270 (N) F la tonne.

Le prix moyen à la tonne d'un produit fabriqué à Saint-Nazaire varie beaucoup suivant qu'il s'agit d'une chaudronnerie simple pouvant descendre jusqu'à 2 000 F par tonne ou d'une mécanique compliquée pouvant monter jusqu'à 30 000 F par tonne.

Dans le premier cas, les frais de transport représentent 8 % du prix du produit.

Dans le second cas, un peu moins de 1 %.

On voit, par conséquent, à quel point les frais de transport peuvent peser sur le prix des matériels relativement simples, et notamment sur le prix de la chaudronnerie.

Handicap

Dans l'ensemble les frais de transport annuels (calculés sur l'année 1961) payés par Saint-Nazaire tant à la S.N.C.F. qu'aux routiers, tant pour les approvisionnements que pour l'expédition des produits finis, se sont élevés à 7,2 millions de (N) F.

Nous avons pu calculer que si nous avions été à Dunkerque les même frais se seraient élevés sensiblement à la moitié, soit 3,6 millions de (N) F.

Le handicap géographique de Saint-Nazaire pour l'année 1961 s'est donc traduit par une perte sèche de 3,6 millions de (N) F.

La situation s'aggravera avec :

— d'une part, l'augmentation de la taille des navires qui conduit à transporter à Saint-Nazaire des tonnages de plus en plus élevés de tôles et de profilés,

— d'autre part, le développement des activités terrestres qui conduit à augmenter les « rebroussements ».

Une estimation du handicap géographique correspondant à la construction de gros pétroliers et à une activité terrestre représentant environ 40 % du total de l'activité de Saint-Nazaire, fait ressortir une perte de transport d'environ 4,5 millions de (N) F.

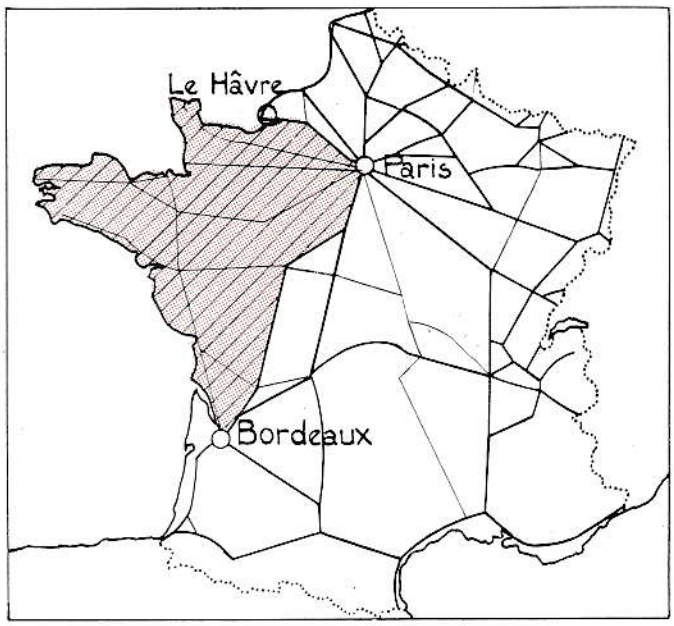
Bien entendu, il n'est pas possible de changer Saint-Nazaire de place, et nous devons nous adapter dans la mesure du possible à cette situation en recherchant les expéditions par mer (exportations) et en orientant nos fabrications, dans la mesure du possible, vers les produits à prix au kilo élevés.

Mais nous ne pourrons pas aller très loin dans cette voie et la réduction des prix de transport doit parallèlement être recherchée, tant auprès des Pouvoirs publics que de la SNCF et des routiers.

La carte ci-dessous donne (en traits forts) les lignes à grand trafic du réseau SNCF.

On voit à quel point le triangle Le Havre - Paris - Bordeaux est mal desservi puisqu'il ne comporte aucune ligne à grand trafic.

Au contraire, le Nord, l'Est et le Sud-Est, jusqu'à Grenoble et Marseille, sont remarquablement bien desservis.



CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE

Date le ... 19

APPROVISIONNEMENT de PIECES COURANTES pour MOTEUR

dans dessin du Bureau d'Etudes

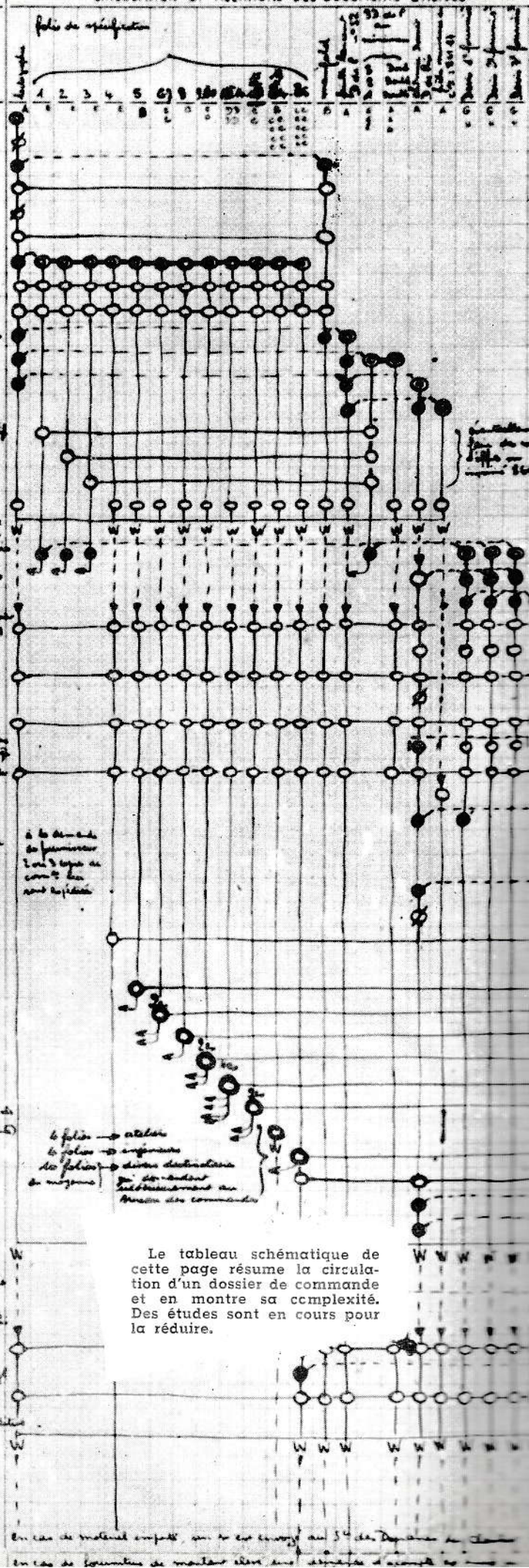
TEMPS — CIRCULATION / EXECUTION / PRIS DE REVIENT

POSTES DE TRAVAIL — 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 — BCOM, Chef BCOM, Chef BEM, Méthodes, Comptabilité, Chef Achat, Comptable, Chef Achat, Rond Magn, 1er Fournisseur, Fournisseur, Chef Magasin, Magasin Gén., 1er Magasinier

OPERATIONS ELEMENTAIRES

NUMEROS	
101	émettre folio AM par Reprographie
201	viser l'Achat
202	prévoir les fournisseurs à consulter
203	transmettre à chef BE machine
301	examiner et viser
302	retourner au BCOM :
102	multiplier en 25 exemplaires
103	transmettre au bureau des Achats
601	affecter au chef de groupe compétent
701	émettre une feuille Demande Dev. de Prix
801	frapper au numéro DP de Prix
702	établir dessins du dossier "D" de Prix
703	établir folio nouveau
901	copier ces documents DP de Prix et folios qui
901bis	" DP " établir Duplicata folio
901ter	" DP " " Duplicata folio
704	constituer le dossier de la commande
705	placer en attente le dossier après [illegible]
1001	faire offre au Devis [illegible]
706	reporter les différents prix sur dossier
202	compléter les " " "
707	placer les notes au dossier avec le dossier
708	dans le classeur et transmettre au chef BEM
708	étudier et noter dessin et divers
904	transmettre au chef du BCOM
204	faire remarques éventuelles et viser
205	retourner le dossier au Achats
602	[illegible]
603	transmettre au chef de groupe pour [illegible]
709	mettre à jour folio nouveau
710	préparer commande manuscrite
802	frapper fig. [illegible] avec identité [illegible]
711	contrôler et viser (ou faire viser) la c[illegible]
712	en fonction de la commande [illegible]
604	diffuser (ou viser ou faire signer) la c[illegible]
902	copier C[illegible], folio et annexes
903	tirer copies en 25 exemplaires
904	transmettre au magasin général
905	" à la comptabilité (2ex)
906	" au BCOM
907	" au Devis Coque (2ex)
908	" au Bureau Soudé (4 ex)
909	" au BE Machine / moteur / Industriel de
910	" au Contrôle d'Ateliers (exemplaire)
911	" au Devis Machine
912	classer par [illegible] les [illegible]
805	viser la c[illegible] [illegible]
716	intégrer sous [illegible]
915	archiver le dossier
916	mettre [illegible]
1002	[illegible]
717	[illegible]
718	transmettre au BEM en cas d'objection Bureau ou Usine
805	émettre une folio rectificatif [illegible]
706	transmettre au bureau des Achats
719	émettre une folio rectificatif ou additif
720	remettre le dossier en attente
913	transmettre au fournisseur
914	" au Magasin général
915	" à la comptabilité
916	" au Bureau Soudé
1003	[illegible]

CIRCULATION ET RELATIONS DES DOCUMENTS UTILISES



Le tableau schématique de cette page résume la circulation d'un dossier de commande et en montre sa complexité. Des études sont en cours pour la réduire.

CREATION D'UN DEPARTEMENT « APPROVISIONNEMENTS »

25 milliards (A F) d'achats par an...

La création d'un département « Approvisionnement » à Saint-Nazaire ne constitue pas une simple modification de l'organigramme.
Il s'agit en fait d'un problème très important.

En gros, on peut dire que le chiffre d'affaires de la Société se compose de deux moitiés :

- une première moitié qui est constituée par l'ensemble des dépenses propres de la Société (dépenses de fabrition, bureaux d'études, services commerciaux, services administratifs, etc.).
  Cette première partie des dépenses fait l'objet de l'attention d'un grand nombre d'ingénieurs et cadres.
- une seconde moitié, qui est constituée par l'ensemble des achats à l'extérieur (matières premières, matériels semi-finis, kilowatts/heure, transports, etc.). Cette seconde partie est confiée à un nombre beaucoup plus petit de personnes et la fonction n'est ni centralisée ni spécialisée.

Cette situation n'est par particulière aux Chantiers de l'Atlantique. Elle est tout à fait générale en France — et d'ailleurs il est bien évident que la fonction « **approvisionnement** » ne requiert absolument pas des effectifs équivalents à ceux de l'encadrement de la fonction « **production** ».

« Monsieur 5 %... »

Il est toutefois certain que la gestion d'un chiffre d'environ 20 milliards d'enciens francs d'achat par an doit faire l'objet d'une organisation relativement importante et surtout très exercée à la technique des achats, car, si tout le monde « achète » une chose ou une autre, il n'en résulte pas que tout le monde sache acheter.

L'expérience montre que, entre un bon acheteur et un acheteur moins bon, on constate des différences qui atteignent assez facilement, en moyenne, 5 %.

Or, 5 % de 20 milliards c'est 1 milliard.

Bien entendu, ceci ne veut pas dire qu'il suffit d'un coup de baguette magique pour diminuer le montant de nos achats de 5 % — d'abord parce que dans un très grand nombre de cas nos achats sont déjà effectués dans les meilleures conditions possibles — mais ceci souligne simplement l'importance qu'il faut attacher à la fonction « achats » dans les sociétés industrielles.

Tout récemment, deux personnalités sont venues exposer à Saint-Nazaire, au cours d'une conférence faite à l'ensemble des ingénieurs, leurs conceptions en matière d'achats.

Il s'lgit de :

— M. Bazin, Directeur Général de la Société Française Lumus,
— M. Gros, Directeur des Approvisionnements de la S.N.C.F. et Président de la Compagnie des Chefs d'Approvisionnements.

Le « Shopping around »

La Société Française Lummus est une filiale de la Société Américaine Lummus.

Lummus est ce qu'on appelle un « Engineering », c'est-à-dire une société qui assure la conception, les études et la réalisation d'ensembles industriels très importants (principalement des raffineries de pétrole), sans aucune usine.

Ces sociétés achètent donc la totalité des matériels constituant l'ensemble industriel (par exemple la raffinerie) qu'elles vendent « clefs en mains » à leurs clients.

D'où l'importance qu'elles attachent à leur technique d'achat dite « shopping around ».

En quoi consiste la technique du « shopping around » ?

Essentiellement à refuser tout accord d'une certaine durée avec un fournisseur quelconque et à faire jouer systématiquement la concurrence entre tous les fournisseurs français et étrangers susceptibles de fournir le produit désiré.

Bien entendu, l'Engineering veille attentivement à ne traiter qu'avec des fournisseurs en qui il puisse avoir une confiance certaine sur les deux points clef de la qualité et du respect du délai — mais le nombre de fournisseurs susceptibles de remplir ces deux conditions est presque toujours suffisamment élevé pour que l'Engineering puisse faire jouer de la façon la plus âpre la concurrence et obtenir le prix le plus bas du marché à l'instant considéré.

Cette technique appliquée en France depuis une dizaine d'années a conduit à des baisses tout à fait spectaculaires de prix.

S.N.C.F. : 350 milliards AF d'achat par an

Rien n'est plus différent des Engineering que la S.N.C.F. : à des sociétés jeunes à effectifs très peu nombreux, la S.N.C.F. semble, à première vue, opposer la tradition de son passé et la complexité de ses mécanismes administratifs.

Et cependant l'importance des achats de la S.N.C.F. (350 milliards d'anciens francs par an) a conduit, depuis fort longtemps, cette société à créer une Direction de l'Approvisionnement (analogue, toutes proportions gardées, au Département Approvisionnements que nous constituons actuellement à Saint-Nazaire) et qui a appliqué des principes différents dans les nuances, mais semblables dans le fond à ceux de l'Engineering.

La S.N.C.F. a conscience de **ne pas avoir le droit** de payer un matériel quelconque un centime de plus que le meilleur prix normal qu'elle puisse trouver sur le marché.

La concurrence, phénomène non naturel...

M. Gros a particulièrement insisté, au cours de sa conférence, sur le fait que, contrairement à ce que l'on peut attendre, la concurrence n'est pas toujours un phénomène naturel.

Sans même parler des ententes entre fournisseurs, il arrive souvent que la concurrence ne joue pas, ou mal, du fait de l'acheteur.

Celui-ci peut en effet ignorer l'existence de certains fournisseurs (français ou étrangers). Il peut ignorer l'existence de certains matériels qui répondraient parfaitement aux besoins exprimés mais qui se trouvent éliminés par la spécification technique établie. Etc...

Le rôle primordial d'un Service Approvisionnements se trouve ainsi de réaliser l'existence d'un marché concurrentiel et de veiller à ce que cette concurrence soit effective.

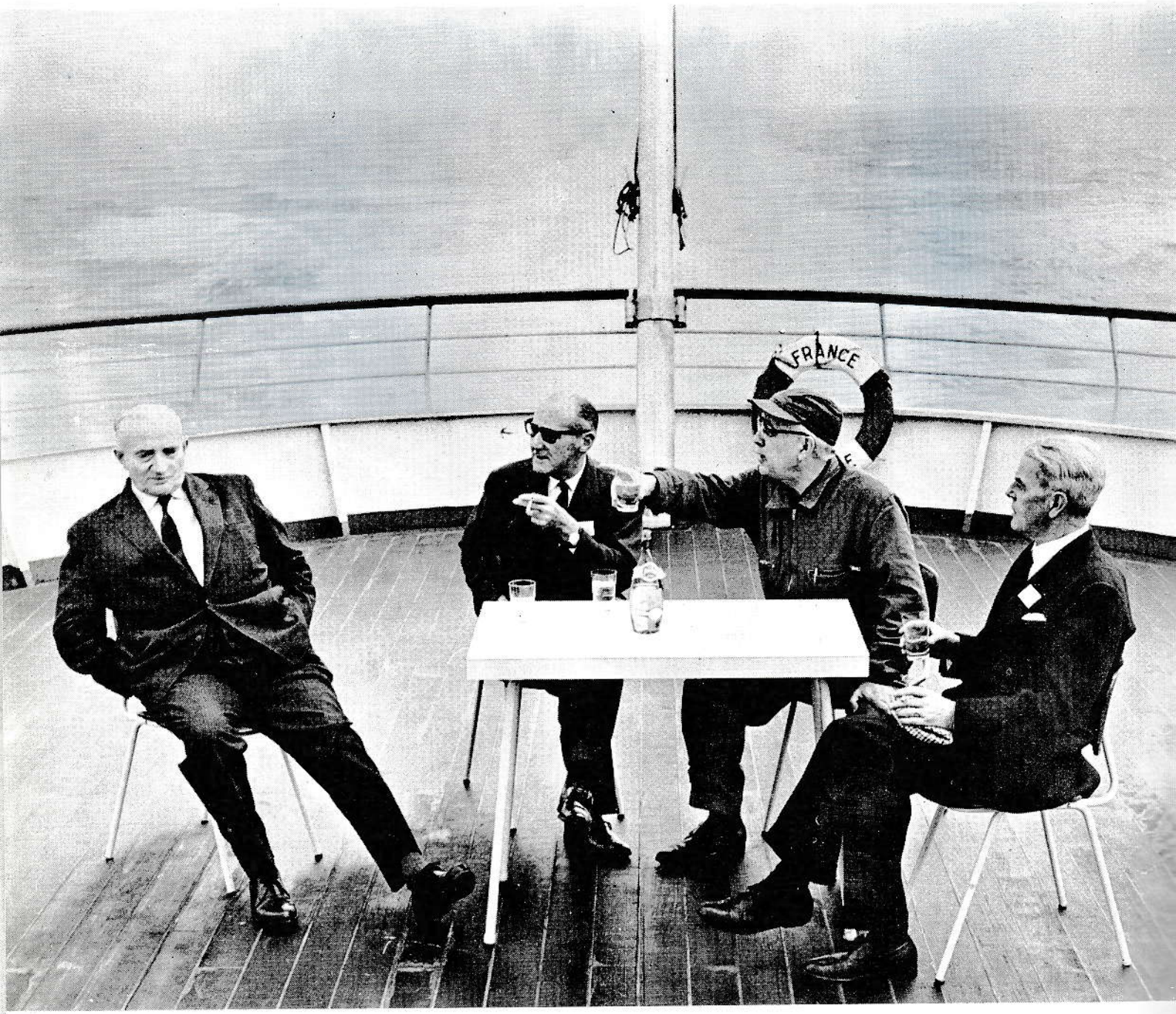
De Paris à Saint-Nazaire

Antérieurement, les dossiers d'achats étaient adressés par Saint-Nazaire au siège social, qui avait la charge de négocier et de passer la commande.

En fait, lorsque les dossiers arrivaient à Paris, le choix du fournisseur était dans un cas sur deux, et peut-être même deux cas sur trois, déjà effectué à l'état latent. Le plus souvent, le fournisseur le savait parfaitement. La concurrence se trouvait donc parfaitement supprimée et la possibilité d'action sur les prix considérablement diminuée.

Il a paru nécessaire de rapprocher la fonction achats de la fonction technique et, par conséquent, de constituer à Saint-Nazaire le Département Approvisionnements de la Société.

Telle est la décision qui a été prise récemment et qui est en cours d'application.



Décembre 1961 : Ultime « expérience » à bord du « France ». A l'extrémité de la plage arrière — endroit particulièrement sensible aux vibrations — à 32 nœuds, l'eau Perrier reste immobile dans les verres.

Cette expérience aurait été impossible sur de très nombreux paquebots.

De gauche à droite : MM. Lafont, Cordesse (Administrateur de la Cie Générale Transatlantique), Ricard (Directeur Technique) et Pincron.

« FRANCE »

Bilan d'un an d'exploitation

« FRANCE », entré effectivement en service le 18 janvier 1962, est revenu au Havre le 9 janvier 1963 après avoir réalisé (outre une croisième aux Iles Canaries et une croisière aux Antilles) : 22 traversées complètes Le Havre - New York (aller et retour).

Au cours de ce service intensif, le navire a parfaitement répondu à ce que l'on attendait de lui et malgré un temps moyen (état de la mer) plutôt plus mauvais que la normale.

Le premier voyage sur New York fut marqué (en voyage aller) par une tempête qui obligea le navire à réduire considérablement sa vitesse pendant quelques heures. « France » se comporta parfaitement et, grâce à sa réserve de puissance et malgré une mer encore forte, la vitesse réalisée pendant les dernières 48 heures fut portée à 32 puis à 33 nœuds (1), ce qui permit au navire de faire une entrée triomphale à New York rigoureusement à l'heure prévue, alors que de nombreux navires qui suivaient la même route que lui furent fortement retardés.

Comme une horloge...

Le relevé des 21 premières traversées de l'Atlantique Nord est intéressant et montre que ce navire a fonctionné comme une véritable horloge.

Les résultats ci-après cerrespondent au parcours sortie du port de Southampton - entrée au port de New York :

Pendant ces 21 traversées, le navire a parcouru (y compris le parcours Le Havre - Southampton) : 135 489 milles.

Pour compléter, il conviendrait d'ajouter la croisième de janvier 1962, celle de décembre 1962 et la 22me traversée Le Havre - New York, soit environ 14 250 milles.

(1) Il est rappelé qu'aux essais « France » a atteint, à 175 000 CV, la vitesse de 35,2 nœuds.

	« Normandie »	« France »	Différence
Port en lourd	12 800 t	12 800 t	0
Déplacement en charge	66 528 t	50 300 t	— 24,4 %
Vitesse moyenne	28,36 nds	30,47 nds	— 7 %
Puissance moyenne de « Normandie »	139 000 CV		
Puissance moyenne de « France » — (à 30,47 nds)		108 772 CV	
Puissance équivalente à la vitesse de « Normandie » — (28,36 nds)		83 000 CV	— 40 %
Consommation par mille à la vitesse de « Normandie » — (28,36 nds)	1 670 kg	810 kg	— 52 %

Comparaison avec « Normandie »

Dans sa première année de mise en service, « Normandie » n'avait réalisé que 10 traversées aller et retour (il avait été arrêté 6 mois pour transformations). Dans sa deuxième année de mise en service (20-5-36 au 26-5-37), « Normandie » fit 18 traversées (à comparer aux 22 traversées + 2 croisières de « France »). Il fit également 18 traversées dans sa 3me année et 17 traversées dans sa 4me année.

Il est, par ailleurs, intéressant de comparer les performances en service de ces deux navires construits à 25 ans d'intervalle et répondant pratiquement au même programme.

Le tableau ci-dessus donne les principaux résultats de cette comparaison.

« France » a le même port en lourd que « Normandie » (12 800 t). Sa coque armée pèse 17,5 % de moins que celle de « Normandie » (pour un volume installé sensiblement égal). Son appareil moteur, pour une puissance nominale égale à celle de « Normandie », pèse 40 % de moins que celui de « Normandie ». Au total, le déplacement en charge du « France » est inférieur de 24,4 % à celui de « Normandie ».

Si « France » avait réalisé (comme « Normandie ») une vitesse moyenne de 28,36 nœuds seulement, sa puissance en service n'aurait été que de 83 000 CV (— 40 %) et sa consommation par mille de 810 kg (« Normandie » 1 670 kg), c'est-à-dire moins de la moitié (— 51,5 %).

	Moyennes de 21 traversées New York - Southampton	
	Aller	Retour
Distance moyenne (milles)	3 140	3 152
Vitesse moyenne (nœuds)	30,09	30,63
Déplacement moyen (tonnes)	50 463	50 227
Puissance moyenne (CV)	107 130	105 249
Consommation par mille (kg)	921,40	919,50
Consommation moyenne au CV/h (tous services compris) (kg)	0,258	0,258

Moins d'un quart des dépenses totales d'exploitation

La répartition des dépenses d'exploitation du « France » est à peu près la suivante :

— Combustible	9 %
— Frais de port	4 %
— Personnel	19 %
— Passagers et frêt	19 %
— Frais généraux	24 %
— Divers	10 %
— Amortissement	15 %
Total	100 %

On remarquera que l'amortissement du navire (calculé sur 16 ans) représente seulement 15 % du total des dépenses d'exploitation.

Le combustible représente moins de 10 %.

Les éléments sur lesquels le constructeur du navire avait une action directe représentent ainsi moins du quart des dépenses totales.

Le nouveau

Au cours des essais du paquebot « FRANCE », on constata à l'extrême avant du navire des bruits semblant venir d'un véritable martellement de la coque. Ces bruits, qui apparaissaient lorsque le navire atteignait 25 nœuds, allaient en s'amplifiant avec la vitesse jusqu'à atteindre un niveau sonore très élevé.

Ils étaient heureusement localisés dans une région de faible étendue mais qui intéressait cependant des postes d'équipage et un certain nombre de cabines de classe touriste.

Leur intensité atteignait une valeur maxima lorsque l'on descendait dans le peak AV. immédiatement derrière l'étrave et un peu au-dessous de la flotaison. Aux plus grandes vitesses du navire (34 à 35 nœuds) le niveau sonore dans le peak AV était de 130 à 135 décibels ce qui est considérable car il est seulement de 110 à 115 décibels dans les compartiments de moteurs Diesel réputés bruyants. Un niveau de 130 décibels est douloureux au bout de quelques minutes et le séjour dans le peak AV, à ces vitesses, nécessitait le port d''un casque.

Cette région d'intensité maxima était précisément celle où l'étrave, en arrivant au-dessous de la flottaison, s'épaissit en un bulbe destiné à réduire la résistance à l'avancement du navire.

LA RESPONSABLE : LA « CAVITATION »

En contrepartie, la présence d'un bulbe entraîne parfois l'apparition de certains phénomènes auxquels on attribua immédiatement les bruits constatés à l'avant du paquebot « France ».

Il s'agit des phénomènes de cavitation dont le processus est le suivant : en raison de sa forme arrondie, le bulbe écarte brusquement les filets d'eau venant au contact de la coque et si les changements de direction imposés à ces filets d'eau ne sont pas assez progressifs, la vitesse locale de l'eau peut augmenter suffisamment pour que la pression devienne inférieure à celle de la vaporisation.

Il se forme alors des bulles ou des nappes de vapeur instables qui sont détruites brutalement lorsqu'elles parviennent dans une région où règnent des pressions plus élevées et notamment au contact de la coque. Celle-ci est alors frappée de véritables « marteaux d'eau » qui engendrent un bruit de roulement de tambour, désagrègent la peinture de protection de tôles et peuvent entraîner ensuite des érosions.

Les phénomènes de cavitation sur bulbes d'étrave ne sont observés qu'à des vitesses relativement grandes, supérieures à 20 nœuds ; les seuls navires de commerce sur lesquels ils peuvent apparaître sont donc pratiquement les paquebots et ils sont alors surtout gênants par les bruits qu'ils provoquent.

Par contre, ces phénomènes de cavitation sont beaucoup plus fréquents sur les hélices et dans ce dernier cas ils sont surtout dangereux en raison des érosions importantes qu'ils peuvent entraîner.

ETUDE AU BASSIN DES CARENES

Les « tanks de cavitation » que possèdent actuellement la plupart des bassins d'essais des carènes ont donc été conçus essentiellement pour expérimenter sur modèles la cavitation des hélices mais ils peuvent en général servir à l'étude d'autres phénomènes de cavitation.

Il fut donc procédé dans le tank de cavitation du bassin de Paris, équipé spécialement à cet effet, à des essais sur trois tracés d'étrave reproduits à l'échelle 1/10 :

— le tracé d'origine sur lequel on obtint effectivement une cavitation analogue à celle observée sur le navire ;

— un premier tracé modifié qui permit de retarder sensiblement l'apparition du phénomène ;

— un deuxième tracé modifié dont les résultats furent nettement meilleurs et qui fut définitivement retenu.

Des essais ainsi réalisés, il fut possible de conclure qu'avec le nouveau tracé la cavitation n'apparaîtrait que lorsque le navire atteindrait une vitesse de 45 nœuds en incidence nulle (courant d'eau parallèle au cap du navire) et de 32,9 nœuds en incidence 4° (valeur correspondant à des conditions défavorables de courant et de houle traversière) alors qu'avec le tracé d'origine la cavitation apparaissait aux environs de 25 nœuds en incidence nulle. C'était dire qu'aux vitesses commerciales normales du navire aucun phénomène notable ne devait plus se produire.

UN NOUVEAU BULBE DE 17,5 t

Le croquis ci-joint montre la partie de la coque qui fut découpée et remplacée par un nouveau bulbe.

Le poids de la partie qui fut ainsi modifiée est de 17,5 tonnes. Les éléments de tôlerie furent préfabriqués au Chantier de Saint-Nazaire puis envoyé au Havre et assemblés à terre ; l'ensemble fut alors mis en place en un seul bloc lors du passage au bassin du paquebot « France » en juillet 1962. Cette opération fut complètement réalisée en moins d'une semaine.

Comme prévu, on constata à la mer qu'avec la nouvelle étrave, il n'y avait plus de bruits anormalement élevés à l'avant du navire. C'est ainsi que dans le peak AV le niveau sonore ne dépassait plus désormais 90 décibels.

Enfin, lorsqu'en janvier 1963, le navire passa à nouveau au bassin, il ne fut constaté aucun décapage de la peinture de carène sur les tôles de la région extrême AV.

EXPERIMENTATION SUR MODELE INSUFFISANTE...

Une question vient naturellement à l'esprit : pourquoi cette étude n'a-t-elle pas été faite à priori de manière à déterminer la meilleure forme d'étrave à adopter sur le navire ?

En réalité, une telle expérimentation n'aurait pu être correctement interprêtée : quelle que soit la forme adoptée pour le bulbe, on aurait constaté une cavitation au cours de l'essai sur modèle à partir d'une certaine vitesse d'écoulement mais il aurait été impossible de transposer ces résultats sur réel et d'estimer si les phénomènes constatés étaient ou non susceptibles d'engendrer des bruits de coque — et encore moins de prévoir leur intensité.

Il était donc nécessaire de commencer par dessiner l'étrave et le bulbe de manière à obtenir les meilleurs résultats dans l'utilisation de la puissance propulsive, quitte à modifier le tracé si les essais à la mer montraient que les phénomènes de cavitation — inévitables — se produisaient dans des conditions telles qu'ils en résultât un bruit de coque anormal.

Les modifications qui furent ainsi apportées à l'étrave du paquebot « France » constituent un exemple remarquable de la manière dont un problème hydrodynamique difficile peut être résolu expérimentalement, grâce aux possibilités offertes actuellement par les bassins d'essais des carènes, à partir du moment où l'on possède des éléments de comparaison permettant de passer du modèle au réel sans risque d'erreur appréciable.

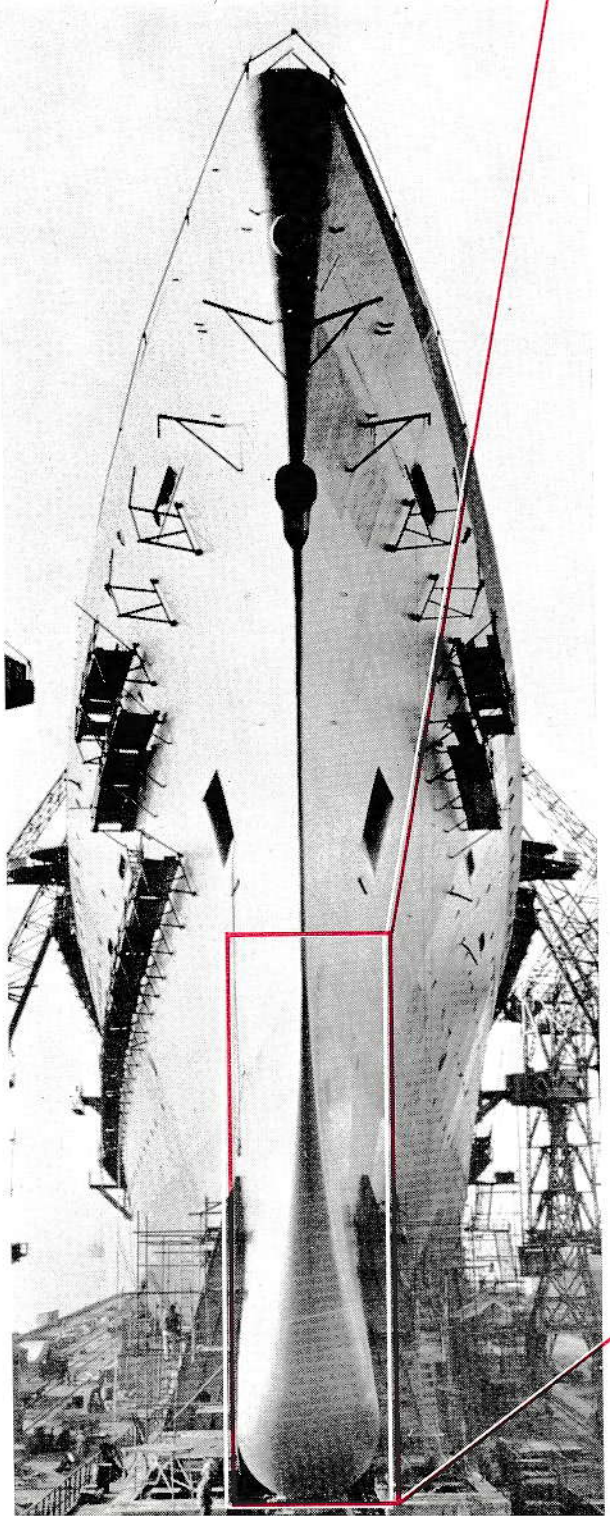
ulbe du paquebot « France »

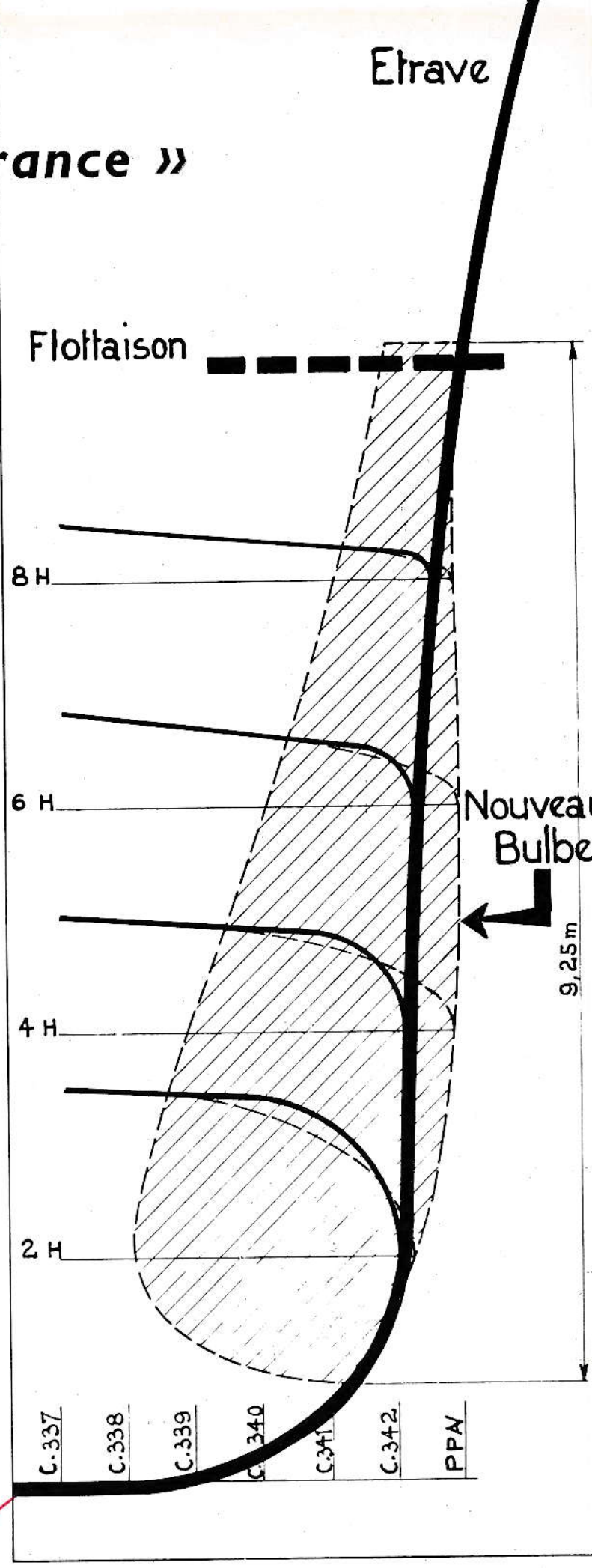
Les formes de l'étrave et du bulbe sont indiquées :

— en trait plein noir pour l'ancien tracé,

— en trait discontinu rouge pour le nouveau tracé.

Les sections horizontales rabattues de ces deux tracés montrent bien la différence des deux tracés : le nouveau tracé est un peu plus allongé et le bulbe un peu moins marqué que dans l'ancien tracé.





Le Marché mondial des moteurs Diesel marins a doublé en 10 ans...

Une revue anglaise (Motorship) donne chaque année un relevé très précis des moteurs marins livrés, en se limitant toutefois aux navires de plus de 2 000 t.dw., ce qui correspond à des moteurs Diesel de plus de 2 000 ch en général.

Nous avons rassemblé tous les chiffres ainsi publiés depuis dix ans, de façon à dégager l'évolution du marché des moteurs Diesel en fonction d'une part de la taille des navires, et d'autre part de la marque du moteur.

1953 = 2 millions de chevaux
1962 = 4 millions de chevaux

Une première observation s'impose : le marché mondial du moteur Diesel a été, au cours de ces dix dernières années, en expansion puisque le nombre de chevaux livrés a plus que doublé en 10 ans (un peu moins de 2 millions de chevaux en 1953 et un peu plus de 4 millions de chevaux en 1962).

Cette expansion tient essentiellement au fait que, depuis 1956, le Diesel a gagné la bataille contre la vapeur pour les grands navires.

C'est ce que montre très clairement le graphique ci-contre où nous avons réparti la puissance livrée chaque année entre trois catégories de navires :

— petits navires : tonnage de 2 000 à 10 000 t.dw.
— moyens navires : tonnage de 10 000 à 20 000 t.dw.
— grands navires : tonnage de plus de 20 0000 t.dw.

On constate que dans la catégorie des petits navires (2 000 à 10 000 t.dw.), pratiquement tous équipés de moteurs Diesel depuis longtemps, la puissance totale des moteurs Diesel livrés n'a pratiquement pas augmenté au cours de ces dix dernières années.

Pour les navires moyens (10 000 à 20 000 t.dw.), dont un bon nombre étaient encore équipés, il y a dix années, d'appareils propulsifs à turbines, le Diesel a pratiquement gagné complètement la partie et a vu sa puissance globale annuelle augmenter d'environ 75 %.

Grands navires = 10 fois plus de puissance diesel en 7 ans

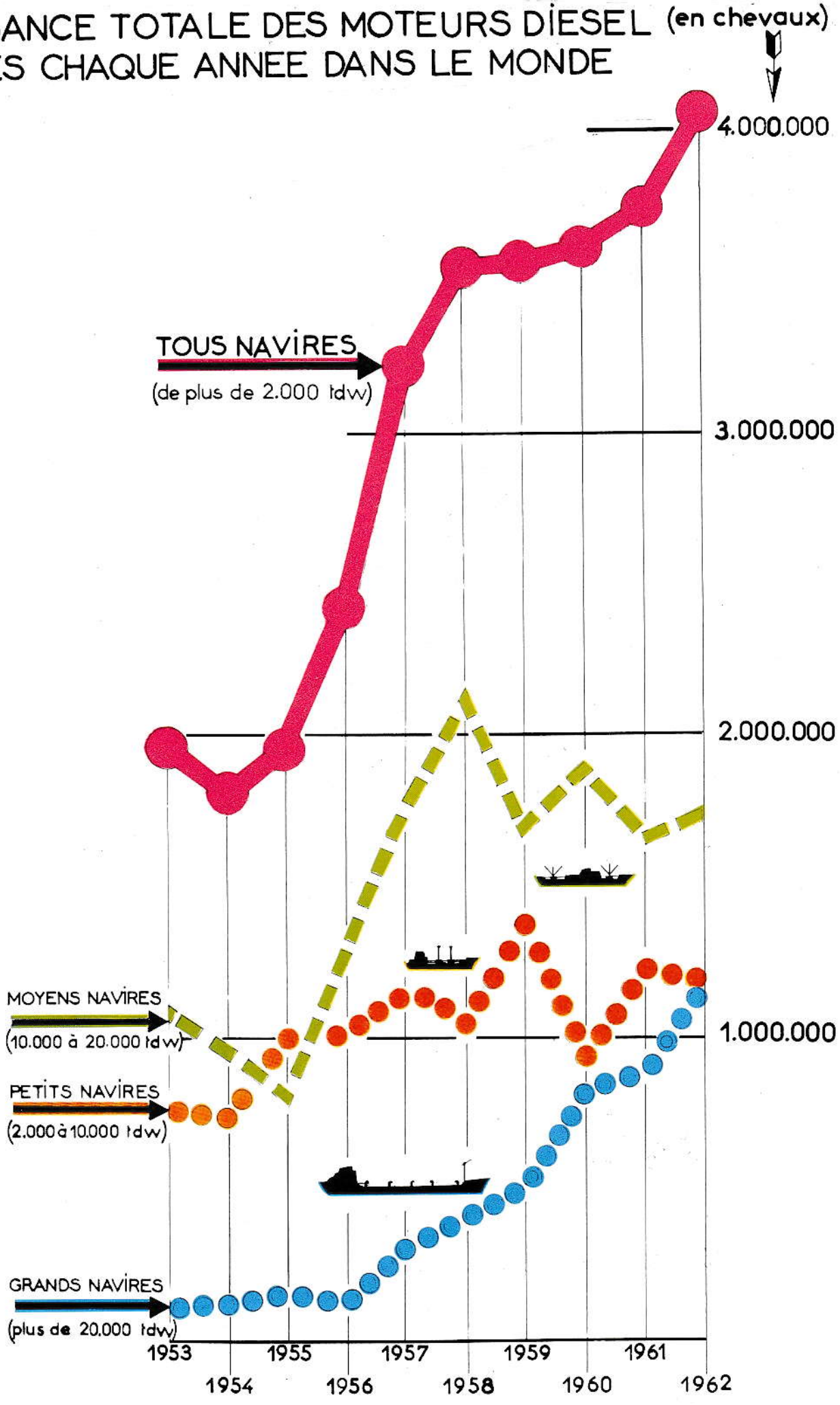
En ce qui concerne les grands navires (plus de 20 000 t.dw.), qui étaient pratiquement tous à vapeur il y a dix ans, le Diesel a pris une part considérable qui, jointe à l'augmentation en nombre des grands navires, se traduit, pour la puissance des moteurs Diesel par une augmentation spectaculaire puisque, de 1956 à 1962, c'est-à-dire en 7 ans, la puissance a été multipliée par 10.

Cependant, malgré cette augmentation massive, les moteurs Diesel équipant les grands navires représentent encore un peu moins de 30 0/0 du total de la puissance Diesel annuelle, à égalité avec les moteurs Diesel équipant les petits navires.

Les navires moyens représentent, de leur côté, un peu plus de 40 0/0 du total.

Ceci souligne l'importance des petits navires et des navires moyens dans le marché des moteurs Diesel marins.

PUISSANCE TOTALE DES MOTEURS DIESEL LIVRES CHAQUE ANNEE DANS LE MONDE



Voici comment ont évolué (de 1952 à 1962) les grandes marques mondiales de moteurs Diesel

Les grandes marques mondiales de moteurs Diesel sont bien connues :

— Burmeister et Wain (Danemark) ;
— M.A.N. (Allemagne) ;
— Sulzer (Suisse) ;
— Doxford (Grande-Bretagne) ;

A ces quatres « grands » il faut ajouter :

— Götaverken (Suède) ;
— Fiat (Italie) ;

Les positions relatives de chacune de ces marques ont évolué, au cours des dix dernières années, de façon beaucoup plus importante qu'on l'imagine d'habitude.

Le tableau ci-contre donne, pour l'ensemble du marché des navires de plus de 2 000 tdw, la répartition en pourcentage du tonnage livré chaque année par chacune des 4 grandes marques.

B et W - Stabilité à la première place

B et W est resté pendant toute cette période de dix années, le premier constructeur mondial, avec un pourcentage remarquablement stable, se situant en moyenne aux environs de 28 %. Toutefois, la suprématie de B et W, presque absolue dans le domaine des grands navires (plus de 50 % du marché de 1956 à 1960) semble actuellement compromise par la montée de Sulzer qui, pour ce type de navires, a pris en 1962 la première place avec un peu plus de 30 % contre 28 % à B et W.

SULZER - Spectaculaire remontée

Sulzer qui, jusqu'en 1956, était à la quatrième place après M.A.N. et Doxford, a effectué avec ses nouveaux moteurs type RD une spectaculaire remontée, d'un peu plus de 8 % du marché en 1955 et 1956 à 18 % en 1960 et 1961 et près de 26 % en 1962, prenant ainsi la seconde place très loin devant M.A.N. et Doxford.

Cette remontée de Sulzer s'observe dans les trois catégories de navires, mais plus particulièrement dans les grands navires où, comme il vient d'être dit, Sulzer a ravi l'année dernière la première place à B et W — de très peu il est vrai (30 % contre 28 % du marché correspondant).

M.A.N. - Sensible décroissance

M.A.N. a occupé, jusqu'en 1961, la seconde place sur le marché mondial, avec un pourcentage compris entre 20 % et 25 %.

Toutefois, on pouvait déceler une légère tendance à la baisse et, pour la première fois en 1962, le pourcentage de M.A.N. est tombé largement en-dessous de 20 % (un peu moins de 15 %), tandis que Sulzer prenait la seconde place avec, comme il a déjà été dit, près de 26 %.

DOXFORD - Effondrement

Occupant la troisième place avec un peu plus de 20 % du marché, Doxford n'a cessé, depuis, de décroître pour tomber, en 1962, à moins de 4 % — malgré une légère remontée dans le domaine des grands navires.

GOTAVERKEN ET FIAT : 5 à 10 % du marché

Parmi les autres constructeurs, deux se détachent assez nettement : Götaverken et Fiat, qui occupent chacun entre 5 et 10 % du marché.

Dans le domaine des grands navires, la place de Fiat est à peu près nulle, tandis que Götaverken a pris, au cours des dernières années, une place notable aux environs de 15 %.

S.E.M.T. : un nouveau venu

Le moteur SEMT-Pielstick apparaît pour la première fois dans les statistiques de Motorship, en 1960.

Sur le marché mondial de l'ensemble des navires cette place n'est pas notable puisqu'elle est comprise entre 1 et 2 %, mais le moteur à moyenne vitesse n'intéresse pratiquement encore que les navires de moins de 10 000 t.dw. (bien que sa première application sur de grands navires ait été réalisée récemment en Allemagne).

Si l'on se limite au marché des navires de moins de 10 000 t.dw., le moteur SEMT-Pielstick a pris, au cours de ces dernières années, environ 5 % du marché et se trouve par conséquent, à égalité avec Fiat, Stork et Polar.

DEFINITION DE LA PUISSANCE

La définition de la puissance d'un moteur Diesel est beaucoup moins simple qu'on peut le penser à première vue.

On peut actuellement distinguer trois puissances que nous avons pris l'habitude d'appeler P0, P1 et P2 :

— la puissance de pointe (P2) qui peut être supportée par le moteur pendant une heure deux fois par jour ;

— la puissance maximum continue (P1), qui peut être soutenue sans limitation de durée mais qui peut entraîner la nécessité de révisions plus fréquentes et une certaine augmentation des frais d'entretien ;

— la puissance d'utilisation (P0) conseillée pour le service quotidien à la mer.

On a pris généralement l'habitude d'avoir entre ces trois puissance les relations suivantes :

$$P2 = 1{,}10\ P1\ ;\ P1 = 1{,}10\ P0$$

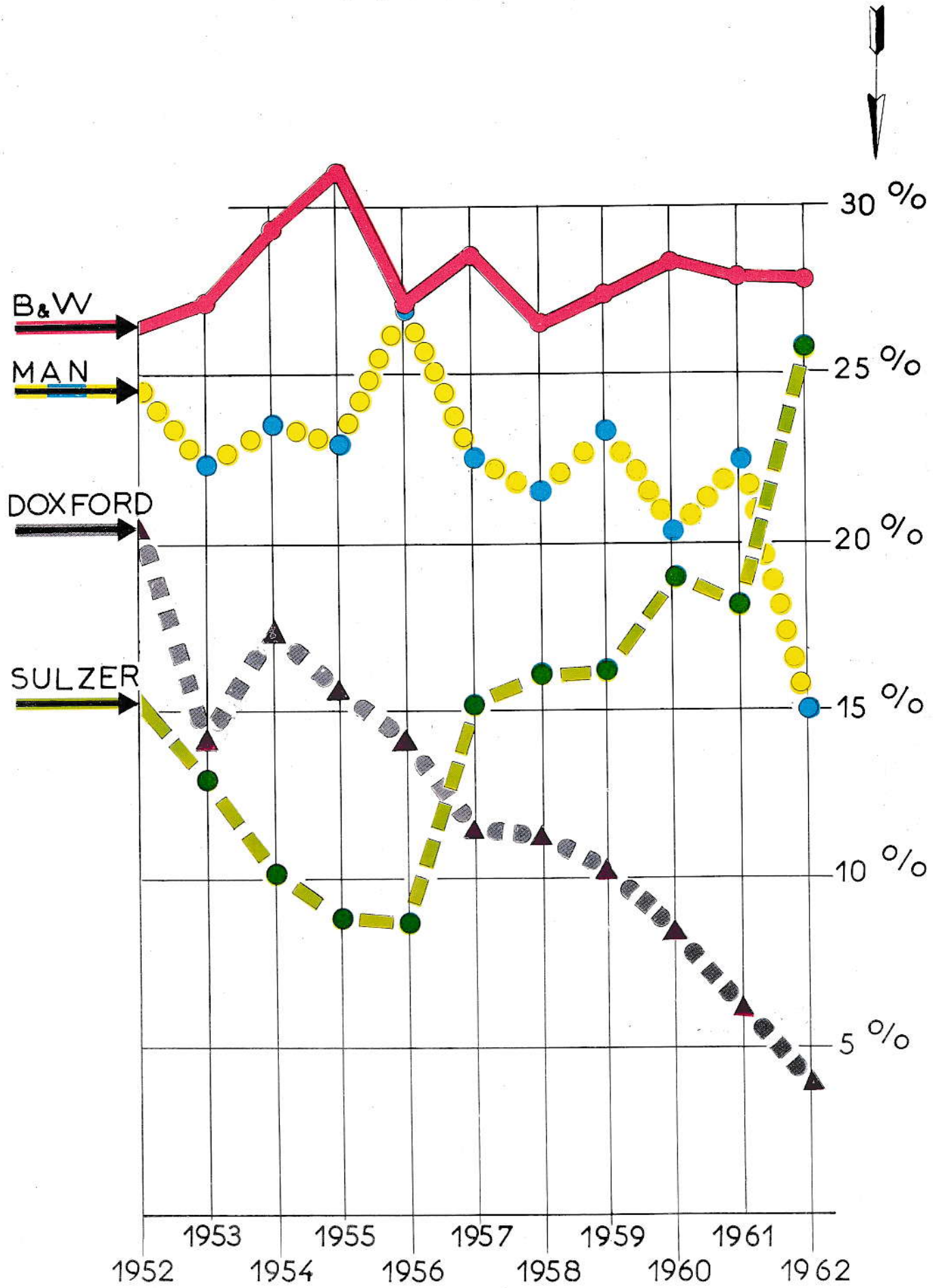
On voit que lorsqu'on parle d'une puissance sans préciser autrement on peut se tromper, en gros, de 20 %.

Aujourd'hui les puissances inscrites dans les catalogues sont en général les puissances P1.

Autrefois, on inscrivait plutôt dans les catalogues les puissances P0.

Il nous a paru toutefois difficile de corriger les anciens chifres et, dans la comparaison faite, nous avons retenu les puissances de catalogue anoncées à chaque époque.

REPARTITION DE LA PUISSANCE DIESEL MONDIALE ENTRE LES 4 PRINCIPALES GRANDES MARQUES



40 ANS DE PROGRÈS TECHNIQUE DIESEL

L'évolution technique des moteurs Diesel au cours des 40 dernières années a été très remarquable.

Cette évolution a été, dans ses grandes lignes la même pour toutes les marques de moteurs. Pour la décrire de façon plus détaillée, il fallait faire un choix. Nous avons retenu le moteur B et W qui a tenu sans discontinuer, au cours de cette période, la première place mondiale — et que Saint-Nazaire connaît bien.

On peut caractériser brièvement cette évolution par les chiffres qui suivent.

1. — Puissance unitaire du cylindre multiplié par 6

La puissance maximum continue du cylindre Burmeister de 74 cm d'alésage était, en 1924, de 370 ch.

La puissance de ce même cylindre a été portée, en 1962, à plus de 1 600 ch, soit un coefficient multiplicateur de 4,5.

La puissance du cylindre de 84 cm d'alésage est de 2 300 ch, soit un coefficient multiplicateur de plus de 6.

2. — Puissance maxima globale du moteur multipliée par 9

L'augmentation du nombre des cylindres en ligne sur un même moteur est passée, pendant la même période, de 8 à 12. Le moteur B et W le plus puissant est donc passé de 3 000 ch en 1924 à près de 28 000 ch en 1962 — soit plus de 9 fois plus.

3. — Poids au cheval divisé par 3

Le poids au cheval est passé de 130 kg en 1924 à 40 kg en 1962. Il a donc été divisé par 3,5.

4. — Dans le même volume : près de 5 fois plus de puissance

Le moteur B et W 6 cylindres de 74 cm d'alésage de 1924 avait une puissance de 2 000 ch, une longueur de 13,25 m et un poids de 285 t.

On peut aujourd'hui, loger dans le même encombrement en longueur un moteur 6 cylindres 74 VT2BF développant 9 900 ch et pesant 392 t.

5. — Economie de consommation de 40 %

Le moteur de 1924 ne brûlait que du diesel-oil et il en consommait environ 172 gr/ch. Le moteur de 1962 brûle du fuel lourd et sa consommation spécifique est de moins de 160 grammes par cheval/heure.

Il en résulte une économie considérable sur le prix du combustible (de l'ordre de 40 %, aux cours actuels du fuel lourd et du diesel-oil), grâce à laquelle le diesel est aujourd'hui le plus économique des appareils propulsifs.

Il est assez surprenant de constater la stabilité de l'alésage de 1924 à 1962. Pendant toute cette période, B et W (comme d'ailleurs les autres marques) a recherché l'augmentation de puissance à l'intérieur d'un cylindre de même section : le cylindre de 74 cm d'alésage.

C'est tout récemment seulement que B et W a fait un pas dans la voie de l'augmentation de l'alésage en créant le nouveau cylindre de 84 cm — tandis que Sulzer et Fiat sortaient un cylindre de 90 cm, M.A.N. un cylindre de 86 cm, etc.

Nous avons donc divisé l'étude qui suit en deux parties :

1) **Evolution, de 1924 à 1962, du cylindre B et W de 74 cm d'alésage.**

Cette évolution est pratiquement représentative de l'évolution du moteur Diesel mondial pendant cette période.

2) **Comparaison des cylindres les plus puissants des différentes marques existantes en 1962.**

Parmi lesquels on trouvera, bien entendu, le cylindre de 84 cm de B et W.

Première partie

L'évolution du cylindre B et W de 74 cm d'alésage de 1924 à 1955

Les principales dates qui jalonnent l'histoire du développement du cylindre B et W de 74 cm d'alésage sont les suivantes :

1924 (type P) - 1936 (type TF) - 1945 (type VTF) 1951 (type VTBF) - 1955 (type VT 2 BF)

Il semble que, parvenu à ce stade de développement, le cylindre de 74 cm d'alésage ait donné à peu près tout ce dont il était capable et le développement du moteur Diesel a été recherché dans une autre voie, celle de l'accroissement des alésages.

1924 : Moteurs à 4 temps, simple effet, non suralimentés (type P)

Les premiers moteurs Burmeister et Wain construits dans notre Chantier étaient des moteurs à 4 temps, non suralimentés, à injection pneumatique (introduction du combustible au moyen d'air comprimé produit par un compresseur d'insufflation à haute pression conduit par le moteur lui-même).

Ce compresseur d'insufflation était très encombrant : il occupait à peu près la place d'un cylindre.

L'ordonnée moyenne indiquée était de 6,8 kg/cm² en marche normale, le rendement mécanique de 75 %, la vitesse moyenne de piston de 5 m/sec ; la puissance effective était de 367 ch par cylindre et le poids de 130 kg par ch.

Les puissances réalisables avec les moteurs précédents s'étant avérées trop faibles pour les demandes des armateurs, Burmeister et Wain créa des moteurs à 4 temps, double effet.

Mais leur complication mécanique était énorme et la puissance pour une même cylindrée était loin d'atteindre le double de celle du moteur à simple effet (à cause de la surface non négligeable de la tige de piston dans la chambre de combustible inférieure, et d'une légère diminution, dans cette même chambre, de la pression moyenne pour éviter des incidents dus à un échauffement excessif de la tige).

Ces moteurs disparurent rapidement étant donné leurs difficultés d'entretien et les incidents nombreux auxquels ils donnèrent lieu.

1936 : Moteurs à 4 temps suralimentés (type TF)

Burmeister adopta à partir de 1936 deux dispositions nouvelles essentielles :

— **l'injection mécanique** (introduction du combustible à l'aide d'une pompe à combustible à haute pression et d'une soupape tarée comportant une buse percée de plusieurs petits trous calibrés permettant une fine pulvérisation), qui permettait : la suppression du compresseur d'insufflation (organe délicat et sujet à nombreuses avaries), la réduction de l'encombrement en longueur et l'accroissement du rendement mécanique ;

— **la suralimentation,** au moyen d'une soufflante Roots conduite par le moteur lui-même.

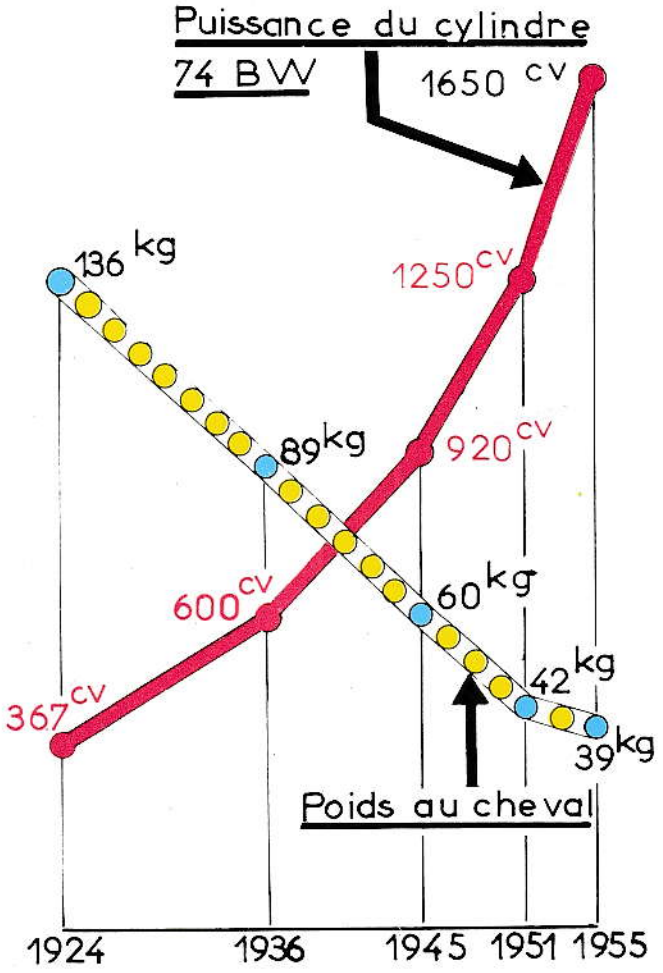
Le nombre de tours était porté à 120, correspondant à une vitesse de piston de 6 m/sec ; l'ordonnée moyenne indiquée était de 8,45 kg/cm² et le rendement mécanique de 82,75 % ; la puissance effective unitaire passait à 600 ch par cylindre et le poids par cheval était ramené à 89 kg.

1945 : Moteurs à 2 temps non suralimentés (type VTF)

A nouveau, l'augmentation de taille et de vitesse des navires imposa des puissances plus élevées pour lesquelles les moteurs à 4 temps, même suralimentés, ne pouvaient suffire.

Les architectes navals se préoccupaient également de fournir l'ensemble de la puissance du navire sur une seule ligne d'arbres (prix de revient moins élevé qu'avec deux lignes d'arbres, meilleur rendement de l'ensemble coque-hélice, meilleure manœuvrabilité du navire).

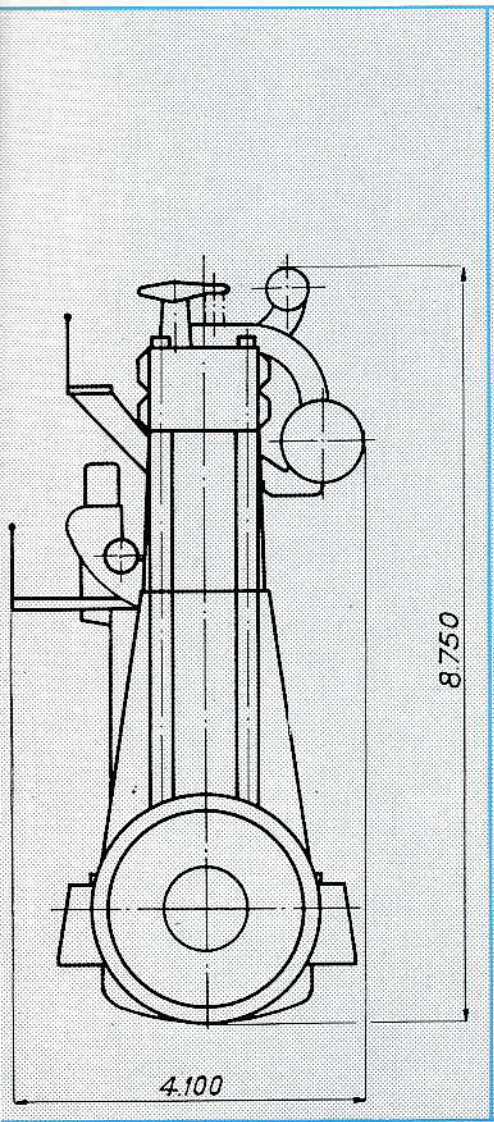
C'est alors que Burmeister et Wain, tenant principal jusqu'alors du moteur à 4 temps, opta pour un moteur à 2 temps.



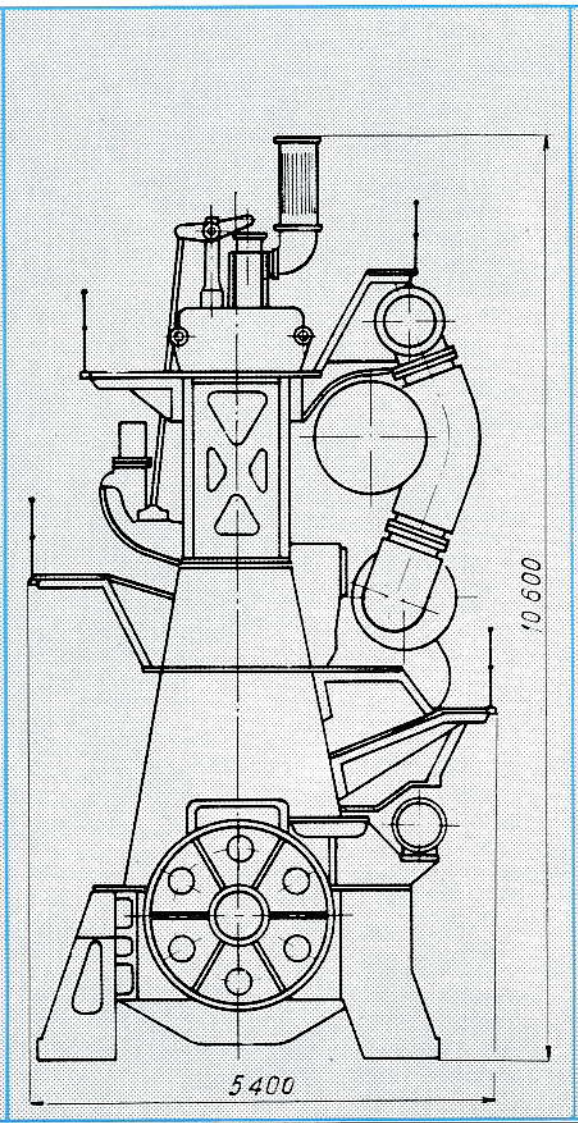
Date	1924	1936	1945	1951	1955
Indicatif du moteur B et W	P	TF	VTF	VTBF	VT_2BF
Nombre de temps	4	4	2	2	2
Suralimentation	0	33 %	0	35 %	64 %
Alésage (cm)	74	74	74	74	74
Course (cm)	150	150	160	160	160
Vitesse de piston (m/sec)	5	6	6,3	6,3	6,35
Pression moyenne (kg/cm^2)	6,8	8,45	6,5	8	10
Rendement mécanique (%)	75	83	80	89,5	91
Puissance du cylindre (ch)	367	600	920	1250	1650
Poids au cheval (kg/ch)	130	89	60	42	39

Les 5 principaux stades de l'év

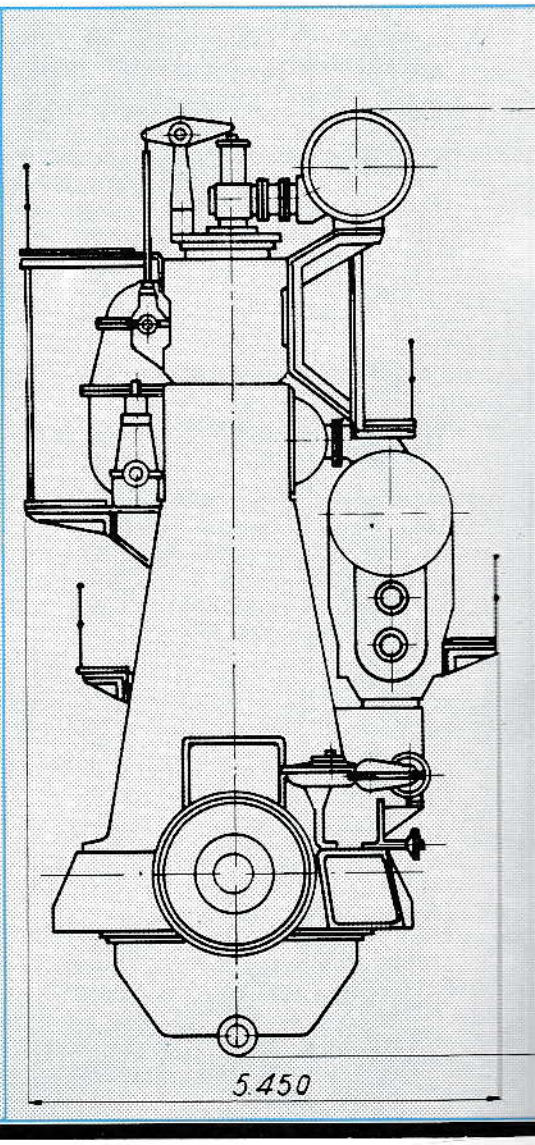
1924	1936	1945
4 temps non suralimenté 367 cv	4 temps suralimenté 33 °/₀ 600 cv	2 temps non suralimenté 920 cv



74 P 150



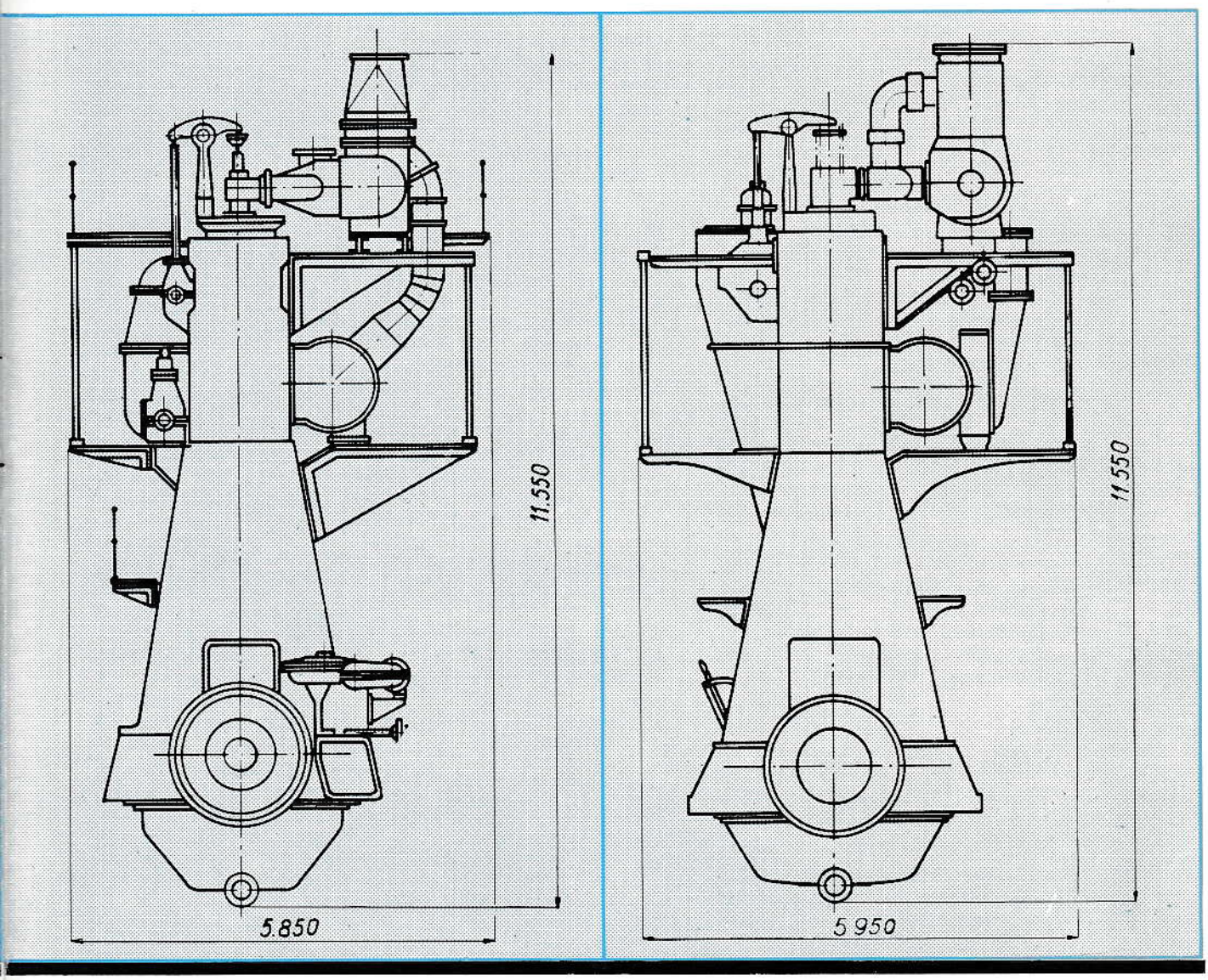
74 TF 150



74 VTF 160

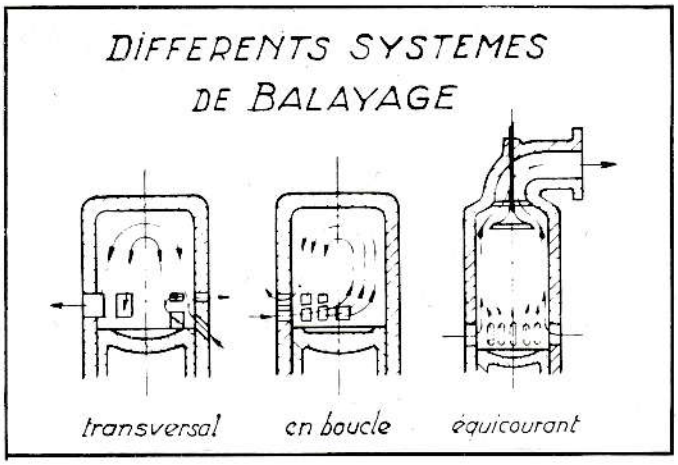
lution du cylindre de 74 cm B et W

1951	1955
2 temps suralimenté 35 °/₀ 1 250 cv	2 temps suralimenté 64 °/₀ 1 650 cv



74 VTBF 160

74 VT2BF 160



Trois systèmes de balayage étaient possibles (voir croquis) :

— le balayage transversal ;

— le balayage en bouche (ou transversal inversé) ;

— le balayage équi-courant.

Burmeister et Wain choisit le balayage équi-courant, qui permet une meilleure expulsion des gaz brûlés et, corrélativement, un meilleur remplissage du cylindre en air pur.

L'air de balayage arrive à la partie inférieure du cylindre : l'expulsion des gaz brûlés s'effectue par la partie supérieure, soit par des soupapes d'échappement (poppet valves), soit par un tiroir commandé par l'arbre manivelle.

Les moteurs à 2 temps nécessitent évidemment l'adjonction d'une pompe de balayage soit du type à piston, soit du type rotatif. C'est cette dernière solution qu'adopta Burmeister et Wain. La soufflante du type Roots était placée sur le côté du moteur opposé au poste de manœuvre et attaquée par une chaîne depuis l'arbre manivelle : ainsi la longueur du moteur n'était pas augmentée.

L'ordonnée moyenne indiquée en service normal du cylindre VTF était de 6,5 kg/cm² ; le rendement mécanique de 0,805, la puissance de 920 ch/cylindre, le poids au cheval de 60 kg.

1951 : Moteurs à 2 temps suralimentés à 35 % (VTBF)

La suralimentation des moteurs à 4 temps, à l'aide de turbo-soufflantes placées sur les gaz d'échappement, avait fait depuis longtemps ses preuves ; Burmeister et Wain entreprit le premier des essais pour adapter la suralimentation aux moteurs à 2 temps.

A priori, deux systèmes de suralimentation pouvaient être adoptés :

— le premier, où les soufflantes sont disposées en parallèle sur un collecteur d'échappement commun à tous les cylindres et refoulent dans le collecteur de balayage desservant ces derniers ;

— le second, où les soufflantes sont connectées à des cylindres déterminés et utilisent les bouffées de gaz judicieusement réparties sur les tuyères de la turbine.

Ce dernier système fut celui adopté par Burmeister et Wain car il permettait une meilleure utilisation de l'énergie des gaz d'échappement.

Des réfrigérants d'air furent placés sur le refoulement des soufflantes, permettant d'admettre dans les cylindres un poids plus grand d'air de combustion, d'où possibilité de brûler une plus grande quantité de combustible ; à l'ensemble était généralement adjoint une chaudière de récupération recevant les gaz chauds à leur sortie de la turbo-soufflante (voir croquis).

Cette suralimentation permit d'obtenir une pmi de 8 (contre 6,5 pour le moteur à 2 temps suralimenté). Le rendement mécanique passa de 0,805 à 0,895, ce qui conduisit à une augmentation de puissance de 35 % environ. La puissance par cylindre passait à 1 250 ch. Le poids au cheval tombait à 42 kg.

Ces moteurs furent appelés « VTBF », la lettre B signifiant Blowers (turbo-soufflante). Saint-Nazaire a construit 164 cylindres de ce type équipant 17 navires.

1955 : Moteurs à 2 temps, à haute suralimentation (VT2BF)

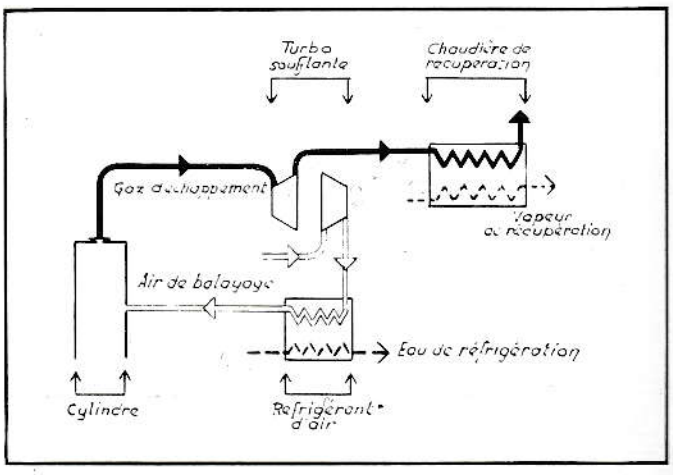
Ce premier stade de suralimentation devait rapidement être suivi d'une nouvelle étape avec un taux de suralimentation beaucoup plus important.

Les essais entrepris par B et W montrèrent qu'avec une pression d'air de balayage augmentée (et corrélativement un poids d'air dans le cylindre accru), les fatigues thermiques du moteur n'étaient pas plus élevées pour une pression moyenne indiquée de 9,5 que pour une pmi de 8 ; en particulier, l'expérience montra que les températures des gaz d'échappement étaient nettement inférieures à celles relevées sur les moteurs à basse suralimentation.

Par contre, la pression de combustion passait de 55 kg pour les moteurs à basse suralimentation, à 65 kg pour la nouvelle version. Cette augmentation des efforts de combustion a conduit à renforcer la charpente du moteur et à revenir à la solution primitive des tirants à tension initiale absorbant tous les efforts internes (les moteurs du type VTBF à faible suralimentation ne comportaient plus de tirants, les bâtis soudés étant suffisants pour absorber les efforts dus à la pression de combustion de 55 kg).

La nouvelle suralimentation a permis d'atteindre une pmi de 10 avec un rendement mécanique voisin de 91 %. La puissance par cylindre passe à 1 650 ch ; le poids par cheval à 39 kg.

Le nombre de cylindres de ce type construits ou en construction à Saint-Nazaire est de 86, correspondant à l'équipement de 13 navires.



40 ANS DE PROGRES TECHNIQUE DIESEL

Deuxième partie

Les grands moteurs Diesel d'aujourd'hui

Ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, les constructeurs mondiaux de moteurs Diesel ont très longuement hésité avant d'augmenter les dimensions de leurs cylindres qui, depuis 1920, avait été limités aux alentours de 75 cm (74 cm pour B. W., 76 cm pour Sulzer, 78 cm pour M.A.N., 75 cm pour Fiat...).

Pendant 35 ans on en resta ainsi à 75 cm d'alésage environ — exception faite d'une tentative d'un licencié Sulzer, en 1930, de passer à 90 cm d'alésage, tentative qui n'eut pas de lendemain.

Puis, brusquement, on a vu apparaître entre 1960 et 1962, les « grands moteurs Diesel » d'aujourd'hui dont l'alésage est compris entre 84 et 90 cm.

84 cm chez Burmeister et Wain's ;
85 cm chez Götaverken et Mitsubishi et Stork ;
86 cm chez M.A.N. ;
90 cm chez Sulzer et Fiat.

Cette limitation de l'alésage aux alentours de 75 cm pendant 35 ans est évidemment très remarquable — de même que la prudence avec laquelle les grands constructeurs sont entrés dans la voie d'une augmentation de cet alésage.

La raison en est que l'augmentation des dimensions entraîne, toutes choses égales d'ailleurs, un important accroissement des fatigues thermiques des organes soumis aux effets de la combustion : culasses, chemises, pistons.

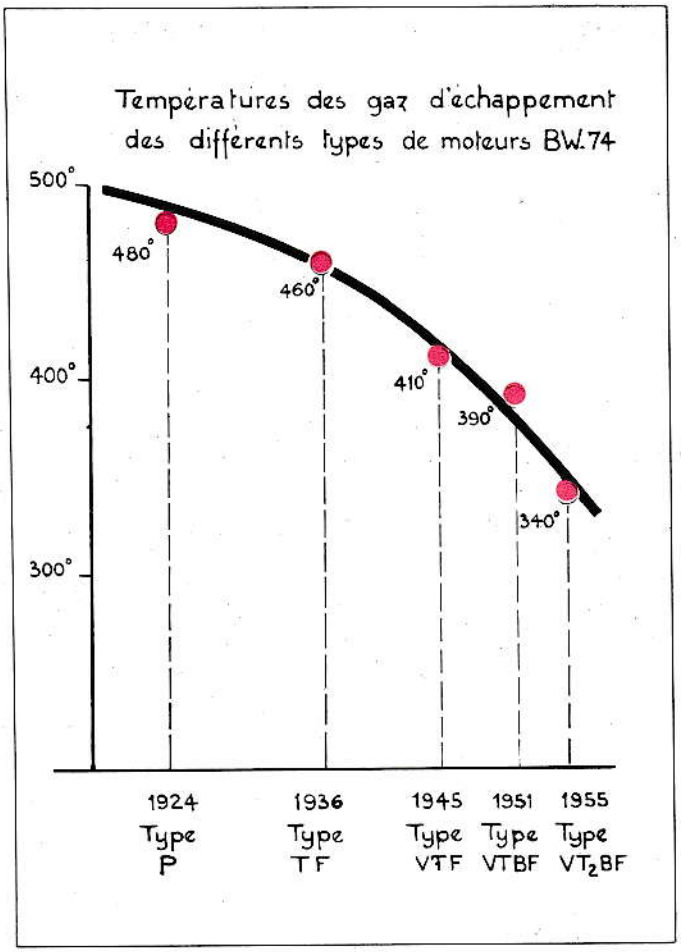
En effet, les quantités de combustible injectées dans un cylindre sont proportionnelles au carré de l'alésage et de la course, alors que les surfaces de contact avec les fluides réfrigérants sont seulement proportionnelles à l'alésage et à la course. Il en résulte que pour un cylindre déterminé, la quantité de chaleur évacuée par les parois s'éloigne de plus en plus de celle introduite dans le cylindre, d'où une élévation de température et par suite des charges thermiques.

Il était donc nécessaire, pour pouvoir procéder à des augmentations de dimensions sans augmenter parallèlement les charges thermiques de diminuer les températures. Or c'est précisément ce à quoi a conduit, au cours des dernières années, l'évolution rapide des moteurs Diesel avec une haute suralimentation.

Le graphique ci-dessus (nous avons à nouveau pris l'évolution des moteurs Burmeister et Wain's comme exemple de l'évolution générale des moteurs Diesel) montre que de 1924 à 1955 la température des gaz d'échappement n'a cessé de diminuer passant de 490° en 1924 à 340° en 1955.

Cette évolution traduit, bien entendu, l'amélioration très importante de rendement thermique des moteurs Diesel au cours de cette période.

Il était donc possible d'augmenter les dimensions géométriques du moteur sans risquer d'augmenter les fatigues thermiques. C'est le pas qui vient d'être franchi par tous les grands constructeurs de moteurs Diesel.



Tous les moteurs ci-dessus sont donnés pour une puissance d'environ 2 300 ch par cylindre.

L'exemple du moteur Fiat montrera à quel point de telles indications sont difficiles à préciser.

Au début de 1960, la Société Fiat a procédé, devant les principales Sociétés de Classification, à des essais au cours desquels la puissance du cylindre a été progressivement portée à 3 000 ch.

En fait, cette puissance a été maintenue pendant une demi-heure seulement et elle correspondait certainement à des taux de fatigue mécanique et thermique que le moteur n'aurait pas pu supporter longtemps sans dégradation rapide.

La puissance de 2 750 ch a été maintenue pendant 2 heures.

En fait, cette puissance n'est pas recommandée par la Société Fiat, même comme puissance de pointe, pour le fonctionnement de son moteur.

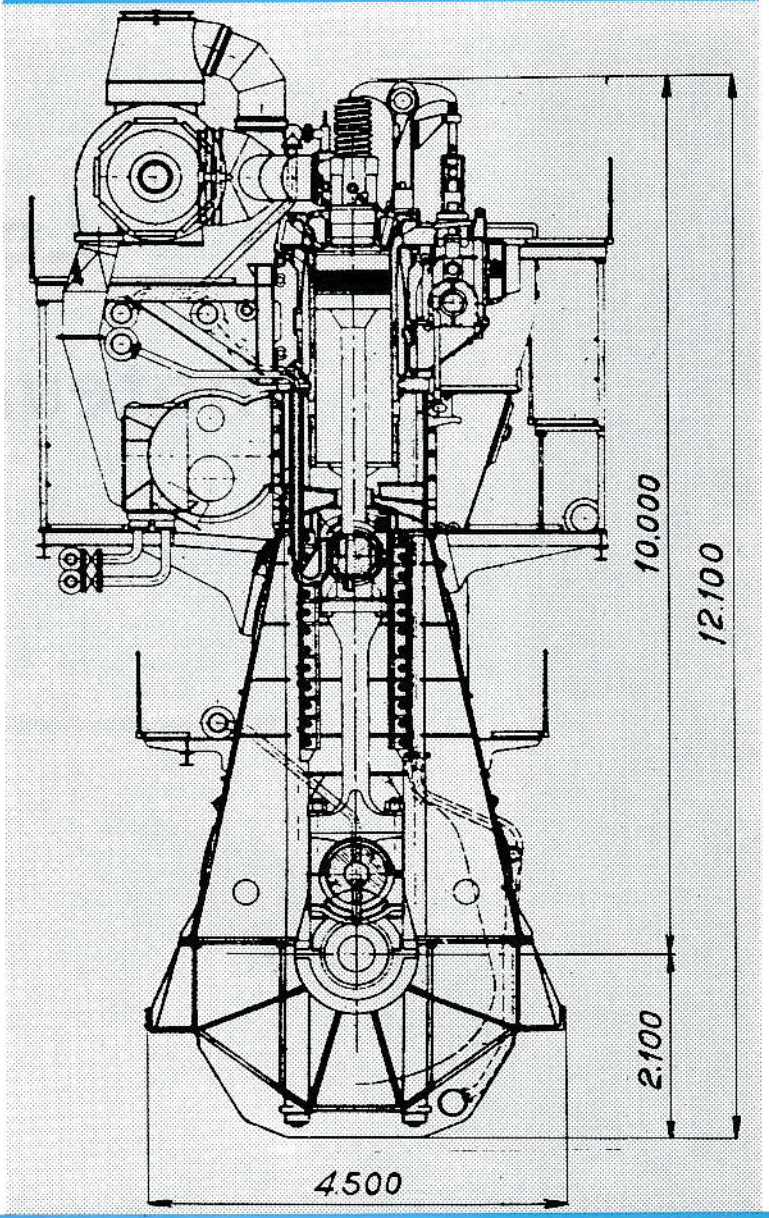
La puissance maximum continue (P_i) a été maintenue à 2 300 ch, ce qui implique la possibilité pour l'utilisateur de pointes à 2 550 ch.

La puissance continue à la mer (P_o) sera d'autre part généralement fixée à 2 100 ch.

On voit que l'écart est très important entre la puissance limite (3 000 ch) et la puissance d'exploitation pratique (2 100 ch).

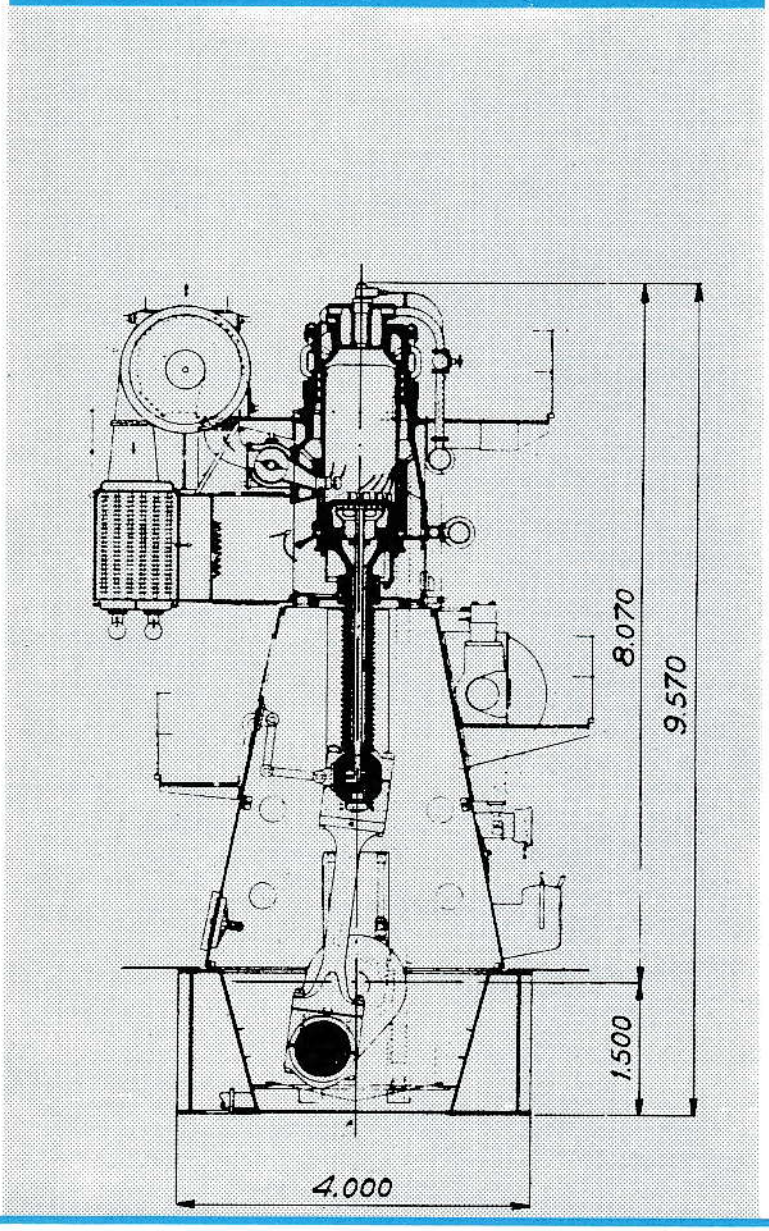
Les grands moteurs Diesel 1963

B et W
VT 2 BF - 84

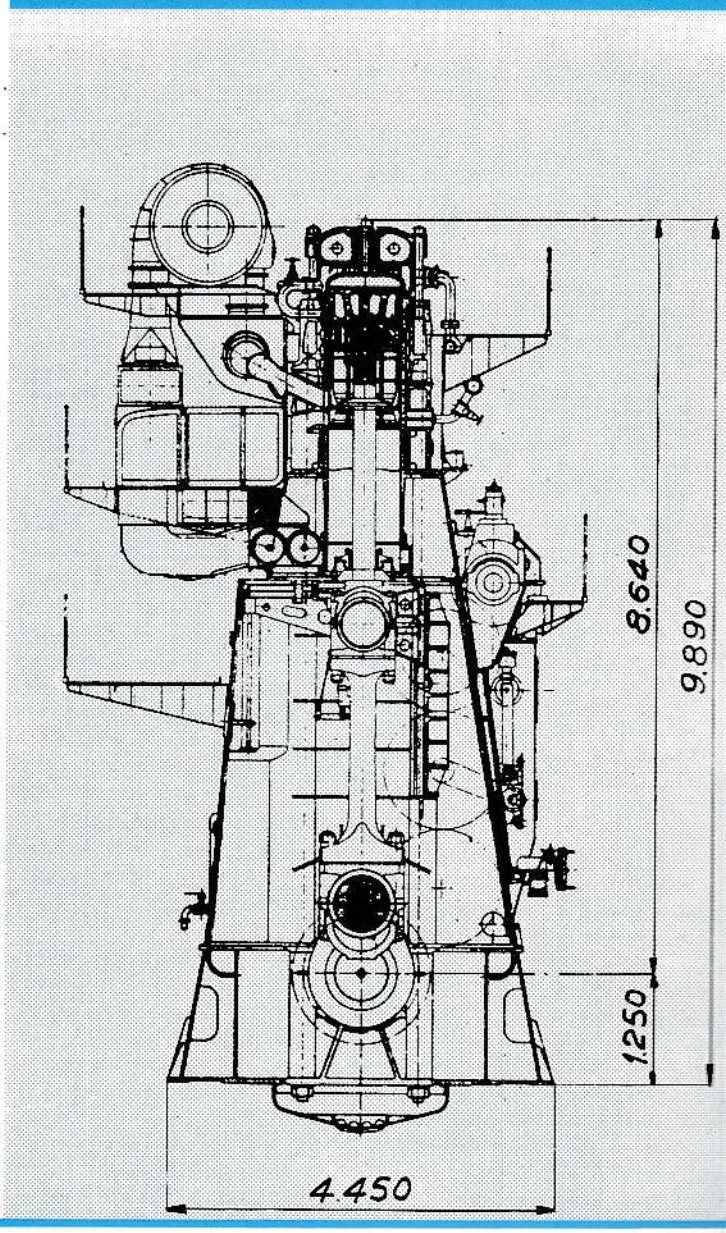


BALAYAGE	équicourant.	à boucl
ECHAPPEMENT	par soupape commandées par arbre à cames.	par lum
SURALIMENTATION	par turbo-soufflantes par impulsions, quel que soit le nombre de cylindres. (Collecteur subdivisé.)	par tur subdivi
SOUFFLERIE AUXILIAIRE (pour fonctionnement à bas régime)	Pas de soufflante auxiliaire nécessaire (sauf exigence des règlements de sécurité).	Souffle ties in turbo-s

Sulzer
RD - 90

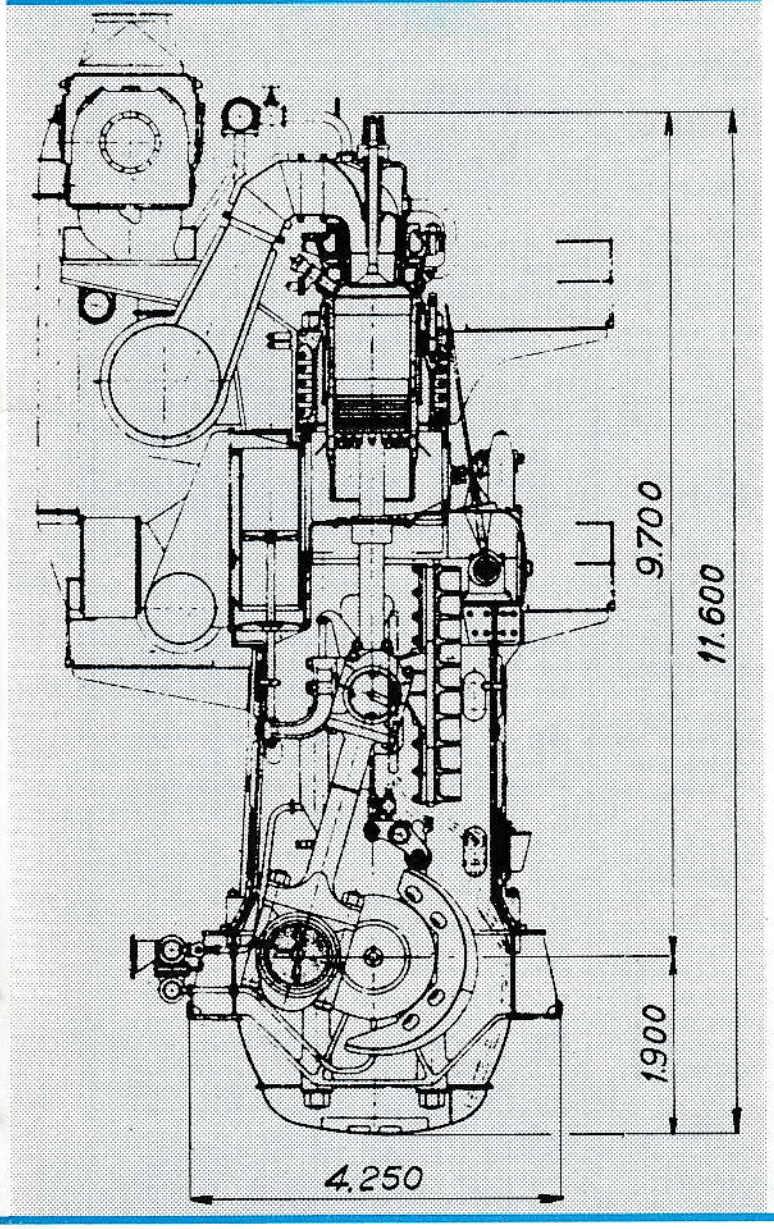


M. A. N.
KZ - 86



à boucle.	à boucle à double inversion.
par lumières avec obturateurs rotatifs.	par lumières.
par turbo-soufflantes par impulsions (collecteur subdivisé).	par turbo-soufflantes : — par impulsions (collecteur subdivisé pour 6. 9 et 12 cylindres) — à pression constante (collecteur unique) pour les autres groupements.
Soufflerie auxiliaire assurée par toutes les parties inférieures de pistons, (en série avec les turbo-soufflantes).	Soufflerie auxiliaire assurée par les parties inférieures de pistons. — en parallèles avec les turbo-soufflantes pour 6. 9 et 12 cylindres — en combinaison série-parallèles pour les autres groupements de cylindres.

Götaverken
DM - 85



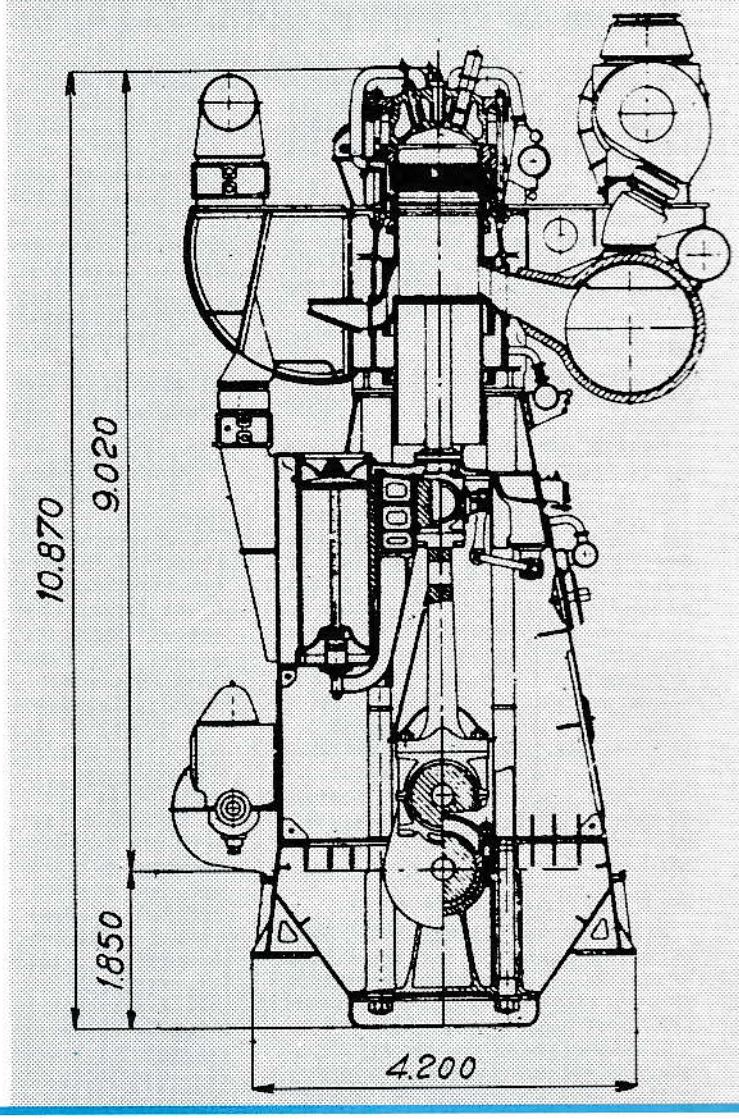
équicourant.

par soupapes (commandées par cames sur l'arbre-manivelles.)

par turbo-soufflantes à pression constante (collecteur unique.)

Soufflantes volumétriques auxiliaires, une par cylindre (en série sur les turbo-soufflantes).

Fiat



à boucle.

par lumières.

par turbo-soufflantes à pression constante (collecteur unique).

Soufflantes volumétriques auxiliaires, une par cylindre (en série sur les turbo-soufflantes).

Le 1er mars 1963 le chantier suédois ERIKSBERG prendra en charge le chantier UDDEVALLA, en difficulté

Nous avons signalé, dans un précédent numéro, les déclarations par lesquelles le Directeur Général d'Uddevalla exprimait son inquiétude pour l'avenir.

En fait, les difficultés du Chantier Uddevalla étaient encore beaucoup plus sérieuses qu'on ne l'avait pensé, et ce Chantier, qui était géré sous forme nationalisée depuis 1958, a dû être repris par le Chantier Eriksberg.

Un Chantier récent

Le Chantier Uddevalla a été créé en décembre 1944 par l'Armateur Gustaf Thorden.

Presque dès l'origine ce fut une course éperdue à la recherche de crédits.

En février 1958 la situation du chantier était si critique que M. Gustaf Thorden faisant appel au ministre des Finances : les cinq plus grandes banques du pays avançaient alors 15 millions de couronnes pour éviter la faillite, mais constataient rapidement que le sous-financement de l'entreprise était tel que l'octroi de tout nouveau crédit irait à l'encontre de leurs règles les plus impératives. Un véritable ultimatum était alors présenté à l'armateur Thorden, lui enjoignant d'abandonner ses fonctions de directeur du chantier. Il « abdiquait » le 22 mars 1958 et le chantier était repris par l'Etat suédois.

Un « appel au secours »

En fait, la nouvelle direction devait se trouver rapidement aux prises avec la crise de la Construction Navale et la situation était parvenue, à la fin de 1962, à un degré critique.

Le Gouvernement suédois recherchait alors une solution permettant de sauvegarder, dans la mesure du possible, l'activité du Chantier Uddevalla et se tournait vers le Chantier Eriksberg, qui dispose actuellement d'une trésorerie extrêmement abondante.

Le 14 janvier, une Convention était conclue entre l'Etat suédois et le Chantier Eriksberg, aux termes de laquelle le capital social du Chantier d'Uddevalla est porté de 8 millions de couronnes à 40 millions, l'Etat et le Chantier Eriksberg apportant chacun 20 millions, dont 8 seront représentés, pour l'apport de l'Etat, par les actions originelles. Si ce capital social devait être augmenté à l'avenir, l'Etat et le Chantier Eriksberg devraient participer pour moitié à cette augmentation de capital. Si une des parties en cause veut vendre ses actions, celles-ci devront d'abord être offertes à l'autre partie. Au bout de deux années, d'ailleurs, les parties ont le droit de demander la révision de cet accord, conclu pour dix ans. A ce terme, Eriksberg aura le droit d'exiger que l'Etat lui cède sa participation ; il devra alors racheter ces actions à leur valeur réelle, mais en aucun cas pour une somme inférieure à 20 millions de couronnes.

En annonçant cette décision, le Ministre suédois des Finances a déclaré : « Nous avons su reconnaître et nous en avons administré la preuve, que dans ce domaine la collaboration avec une entreprise privée allait dans le sens de l'intérêt général et c'est pourquoi nous avons agi de la sorte. »

Le plus important groupe de Chantiers du monde

Le Directeur Général du Chantier Eriksberg, M. Häggqvist ,a donné, le 9 février, à la Presse quelques indications.

Il a notamment indiqué qu'il aurait été préférable que le Chantier d'Uddevalla n'ait jamais été construit (le site en est d'ailleurs très mal choisi à tous égards). Mais les choses étant ce qu'elles sont, il faut faire contre mauvaise fortune bon cœur et tenter de continuer son exploitation.

M. Häggqvist a souligné que l'ensemble des deux Chantiers Eriksberg (400 000 tdw) et Uddevalla (200 000 tdw) représentaient un potentiel total de 600 000 tdw (ce qui en fait sans doute le groupe de Chantiers Navals le plus important du monde). Ces deux Chantiers ont actuellement en carnet de quoi être alimentés pour deux années environ, ce qui est le minimum indispensable pour permettre une exploitation rationnelle.

M. Häggqvist a déclaré ensuite qu'en Suède le Gouvernement a, dans l'ensemble, mené une politique favorable à l'industrie, ce qui, à longue échéance, va dans l'intérêt de l'Etat puisque cela assoit plus solidement et sur des bases plus larges l'assiette de l'impôt. Entre autres avantages les chantiers peuvent amortir leurs machines et une partie de leur matériel en cinq ans et ils peuvent développer leurs fonds d'investissement.

En ce qui concerne l'avenir, M. Häggqvist explique que les matériaux représentent 60 % du prix de la construction d'un navire et que leur prix est fonction de l'"état du marché. Il ne croit donc pas que les prix de la construction puissent tomber plus bas : le prix des pétroliers est tombé aujourd'hui à 110 dollars la tonne deadweight, ce qui lui semble un minimum. Il n'y a plus aujourd'hui de demande pour construire des transporteurs en vrac, et au cours de ces derniers temps Eriksberg n'a pas reçu une seule demande d'information d'armateur concernant un navire de ce type. En revanche il y a un intérêt croissant pour les navires spécialisés.

De bonnes nouvelles pour les chantiers anglais

La construction navale britannique aborde l'année 1963 avec son plus bas carnet de commandes depuis l'avant-guerre : 2 104 000 tonneaux de jauge brute.

Compte tenu des navires déjà sur cale ou en achèvement (1 317 000 tjb), ce carnet de commandes ne laisse, au 1er janvier 1963, que 788 000 tjb de navires à entreprendre, en face d'une production annuelle d'environ 1 100 000 tjb.

Les effectifs employés s'en sont déjà ressentis, passant de 125 000 à 85 000 pour l'ensemble des chantiers britanniques.

***

Trois faits significatifs indiquent que cette situation est considérée comme sérieuse, et que le Gouvernement est décidé à apporter une aide efficace aux Chantiers britanniques.

1 La grande compagnie de navigation P and O (Peninsular and Oriental) a obtenu de Texaco un contrat d'affrètement de 10 ans pour un pétrolier de 85 000 tonnes et trois de 55 000 tonnes.

La commande, qui représente environ 150 millions de francs, *après un appel réservé aux seuls Chantiers anglais*, a été passée - et ceci à des prix supérieurs d'environ 10 % à ceux du marché mondial - au Chantier Swan-Hunter (un 85 000 t et un 55 000 t) - et au Chantier Lithgows (deux 55 000 t).

2 Le Gouvernement britannique a déclaré, fin janvier, à la Chambre des Communes, que la Marine Royale se préparait à confier aux Chantiers privés la construction d'une série de navires de guerre : frégates, destroyers, pétroliers ravitailleurs, sous-marins conventionnels et nucléaires, etc., pour un montant total de l'ordre de 2 600 millions de francs (260 milliards d'anciens francs).

3 Le Gouvernement britannique a décidé d'accepter des importations de pétrole brut d'"U.R.S.S. comme contrepartie à la commande, à des Chantiers anglais, de navires-usines pour le traitement du poisson. Les commandes de navires envisagées représenteraient environ 100 millions de francs, et les importations de pétrole brut seraient de l'ordre de 2 à 3 millions de tonnes par an.

Le fait que le Gouvernement britannique ait envisagé, dans ce cas, des importations de pétrole brut, est spécialement significatif, car la zone sterling est largement exportatrice de pétrole brut.

***

Pour situer les ordres de grandeur, rappelons que le chiffre d'affaires « Constructions Navales » du chantier de Saint-Nazaire, est de l'ordre de 300 millions de francs par an.

Imprimerie du C. E. P., 142, rue Montmartre PARIS (2e)

CA