n° 8
AVRIL
1968

Les Chantiers de l'Atlantique 1968

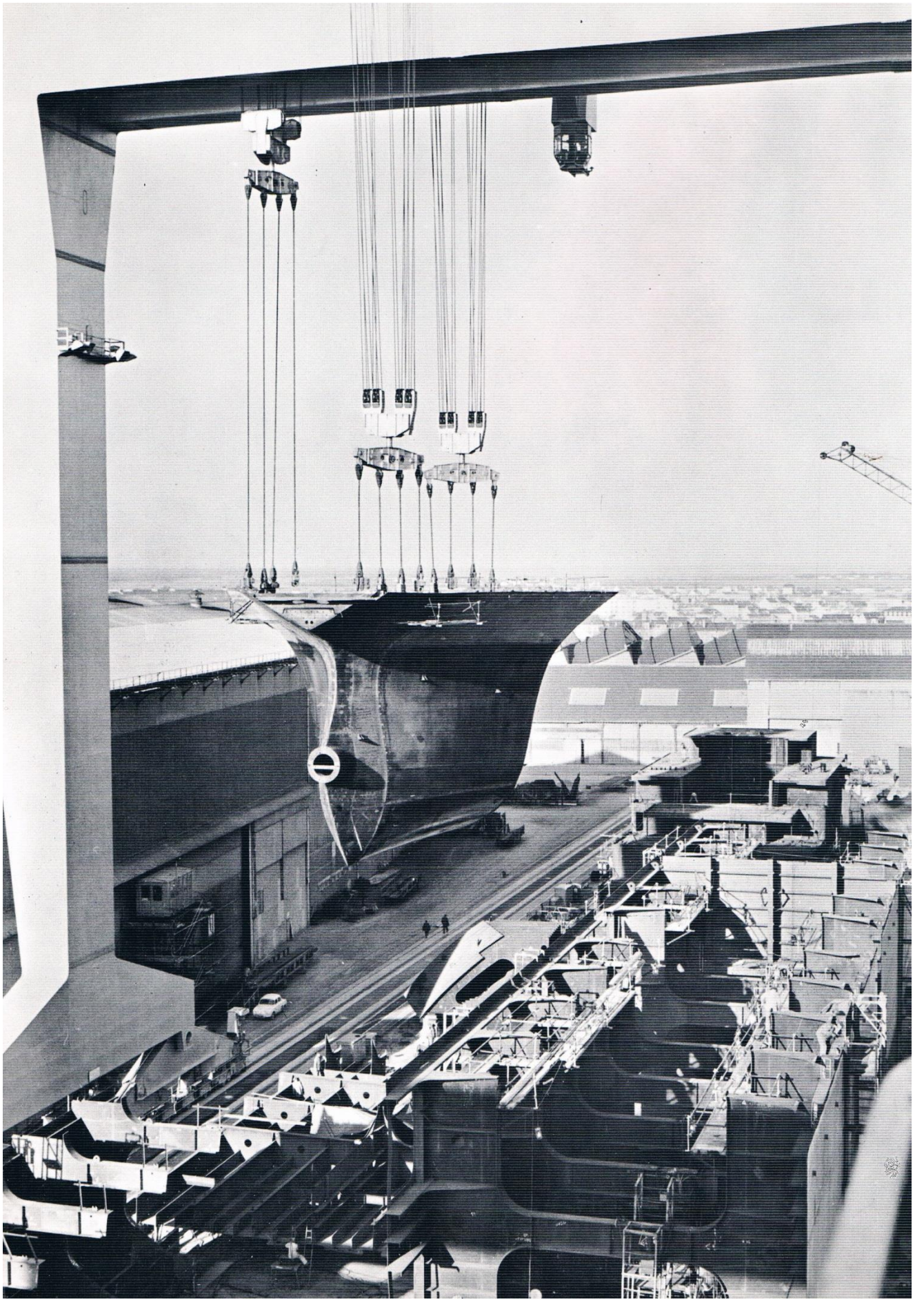
Photographie de couverture

Le paquebot « Renaissance » quelques heures avant son lancement à Saint-Nazaire, le 10 décembre 1965.

Peut-être l'un des derniers paquebots...

Certainement l'un des derniers lancements à Saint-Nazaire (les navires seront désormais construits, sauf rares exceptions, dans les deux formes du nouveau chantier naval)...

Mais un nom qui témoigne de la volonté de trouver de nouvelles voies pour l'avenir.



Fin 1968, trois chantiers dans le Monde disposeront de grandes formes de construction pour pétroliers de 500 000 tdw.

LES Chantiers de l'Atlantique figurent depuis le début de l'année au nombre des Chantiers capables, dans le monde, de construire des pétroliers de la classe 200 000 tdw et au-dessus : la « BIG-LEAGUE » comme disent les Anglais.

Fin 1968, cette « BIG LEAGUE » comptera 11 Chantiers, dont 3 seulement capables de construire des pétroliers de 500 000 tdw.

Six autres projets sont actuellement connus qui devraient aboutir à de nouvelles grandes formes en 1970-1971. Trois de ces projets ont reçu un commencement d'exécution.

	Chantiers	Pays	Localisation	Largeur	Capacité maxi (tdw)	Portique (tonnes)	Date de mise en service
EN SERVICE OU EN ACHEVEMENT	Sasebo	Japon	Sasebo	51	200 000	1 x 100	1960
	Ischikawajima (IHI)	Japon	Yokohama	52	200 000	1 x 120	1964
	Howaldtswerke	Allem.	Kiel	50	200 000	2 x 300	1965
	Hitachi	Japon	Sakaï	56	300 000	2 x 200	1965
	Mitsubishi	Japon	Nagasaki	56	300 000	2 x 300	1965
	Kawasaki	Japon	Sakaida	62	350 000	2 x 200	1967
	Atlantique	France	St-Nazaire	68	500 000	1 x 800	1968
	La Ciotat	France	La Ciotat	60	350 000	1 x 500	1968
	Italcantieri	Italie	Monfalcone	56	300 000	2 x 300	1968
	Kockums	Suède	Malmö	75	600 000	1 x 800	1968
	Mitsui	Japon	Chiba	72	500 000	2 x 250	1968
EN PROJET	Nippon Kokan (1)	Japon	Nagoya	75	600 000	2 x 200	1970
	Harland et Wolff (1)	G.-B.	Belfast	76	800 000	.	1970
	Kure (2)	Japon	Kure	65	400 000	1 x 200	1970
	Verolme	Holl.	Rotterdam	85	900 000	1 x 800	1970
	Mitsubishi	Japon	.....	..	750 000	..	....
	Odense	Danem.	Lindö	..	500 000	800	....

(1) en cours de réalisation (2) transformation d'une forme existante.

Ne sont pas retenus dans la « Big League » les Chantiers qui ne sont pas équipés de FORMES de construction, mais qui peuvent cependant construire des navires de 200 000 t environ sur des CALES inclinées.

Quatre Chantiers sont dans ce cas (AG WESER à Brême, N D S M à Amsterdam, VICKERS à Barrow et SWAN HUNTER à Wallsend).

On considère généralement que la construction sur cale inclinée de ces très grands navires pose des problèmes et entraîne des suppléments de prix de construction élevés.

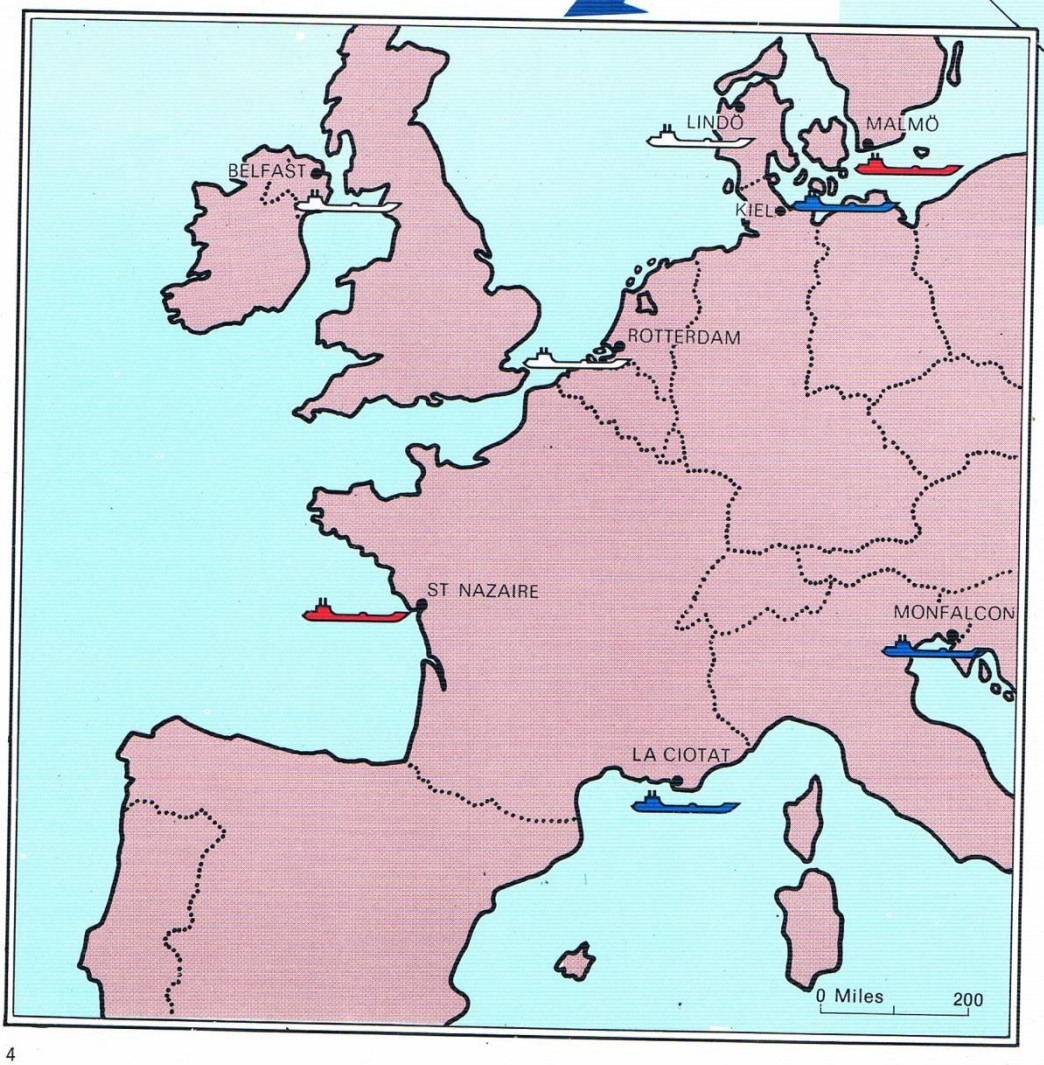
Les Chantiers de la « BIG LEAGUE » sont concentrés sur une petite surface du globe : le Japon et l'Europe.

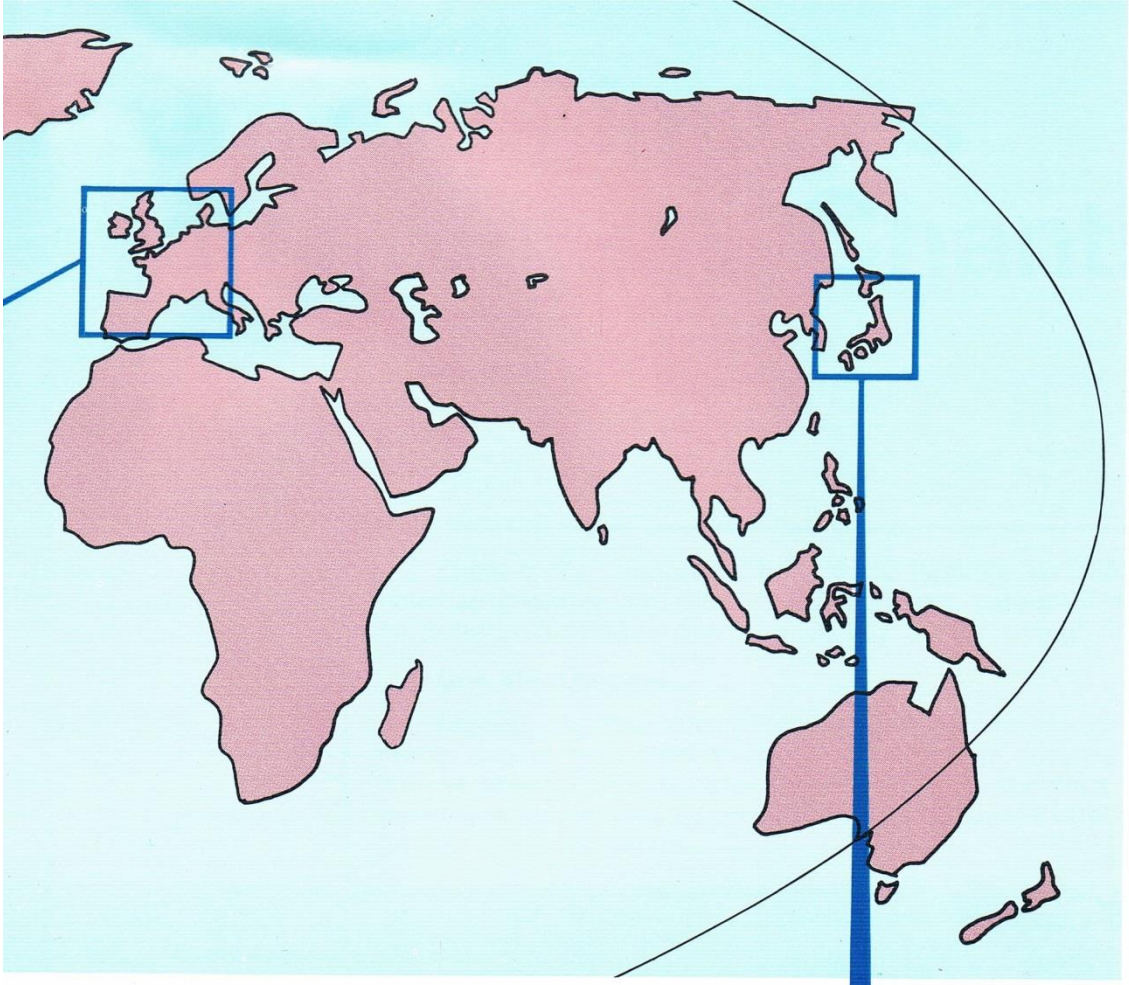
Sur la carte on trouvera :

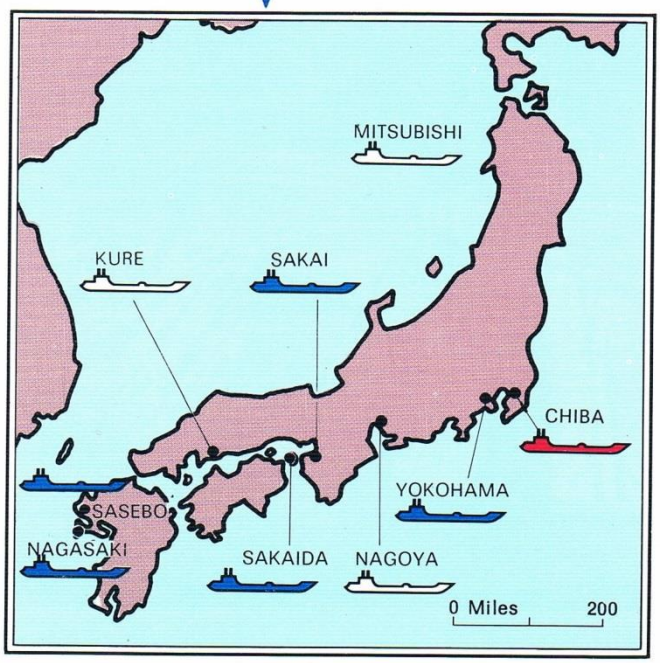
● *EN ROUGE : les chantiers,* en service ou en achèvement, *capables de construire des navires de la classe 500 000 tdw.*

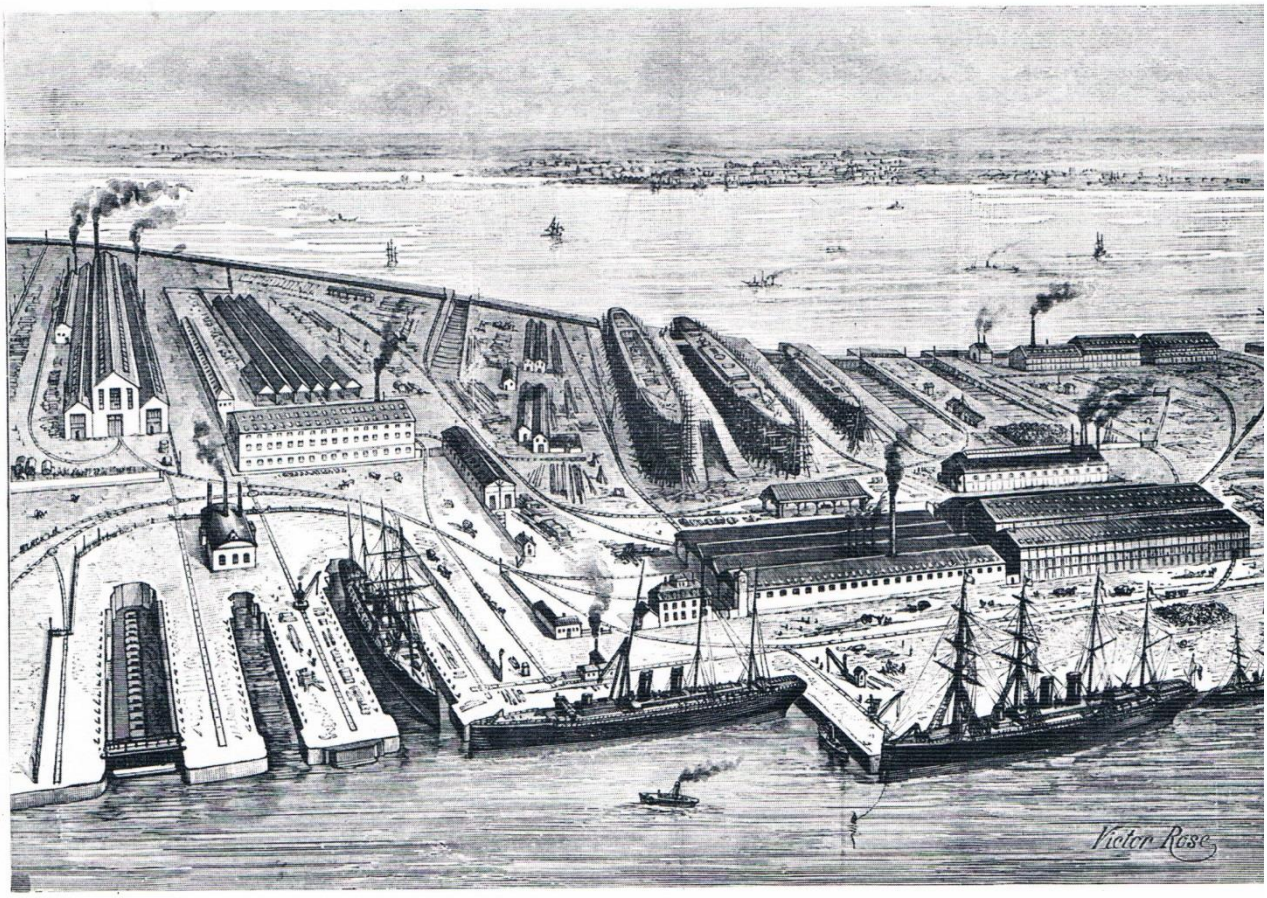
● *EN BLEU : les Chantiers,* en service ou en achèvement, *capables de construire des navires de 200 000 à 350 000 tdw.*

○ *EN BLANC : les Chantiers* en projet *pour 1970-1971, capables de construire des navires de 200 000 t et plus. Ces Chantiers, au nombre de 6, paraissent devoir tous être capables de navires de 500 000 tdw ou plus.*






MITSUBISHI
KURE
SAKAI
CHIBA
YOKOHAMA
SASEBO
NAGASAKI
SAKAIDA
NAGOYA
0 Miles
200


Victor Rose

Premières images du nouveau Chantier

Entre cette image du Chantier de Penhoët en 1880 et le nouveau chantier que décrivent les images rassemblées dans ce Bulletin technique d'avril 1968, il y a quatre-vingt huit ans.

Une vie d'homme...

Mais le chantier aura plus changé au cours des deux dernières années qu'il n'avait changé au cours des quatre-vingt-six années précédentes. Ce changement se situe sur deux plans : les moyens physiques de production et les moyens intellectuels de leur mise en œuvre.

Les images qui suivent cherchent à faire comprendre le sens de cette mutation qui, loin d'asservir l'homme à un équipement industriel techniquement et dimensionnellement très évolué, lui donne au contraire une place prépondérante en faisant appel plus que par le passé à son intelligence et à son initiative.

Du chantier de 1883 il ne reste absolument rien, sauf l'emplacement d'ensemble. Encore ce dernier a-t-il été profondément modifié, d'une part, en 1930, par le terrain gagné sur la Loire (pour la construction de la cale 1), d'autre part, en 1955, par le regroupement avec les Chantiers de la Loire, enfin, en 1967-1968, par l'extension sur la Loire de la forme Jean-Bart.

On notera l'absence totale de tous moyens de manutention autour des cales et sur le quai d'armement, à l'exception d'un ponton mâture.

Les bâtiments en face du quai de Penhoët ont été reconstruits vers 1890 et c'est de cette époque que datent encore le magasin à tubes construction navale (ex-tôlerie) et trois des quatre petites nefs de la mécanique 1.

Vue générale aérienne des travaux à la fin de 1967 (vue prise du Sud).

— Au premier plan, l'atelier de panneaux plans dont le bâtiment est presque terminé.

— Devant ,en cours de remblaiement, la zone de stockage des éléments destinés à être mis en œuvre dans l'atelier de panneaux plans.

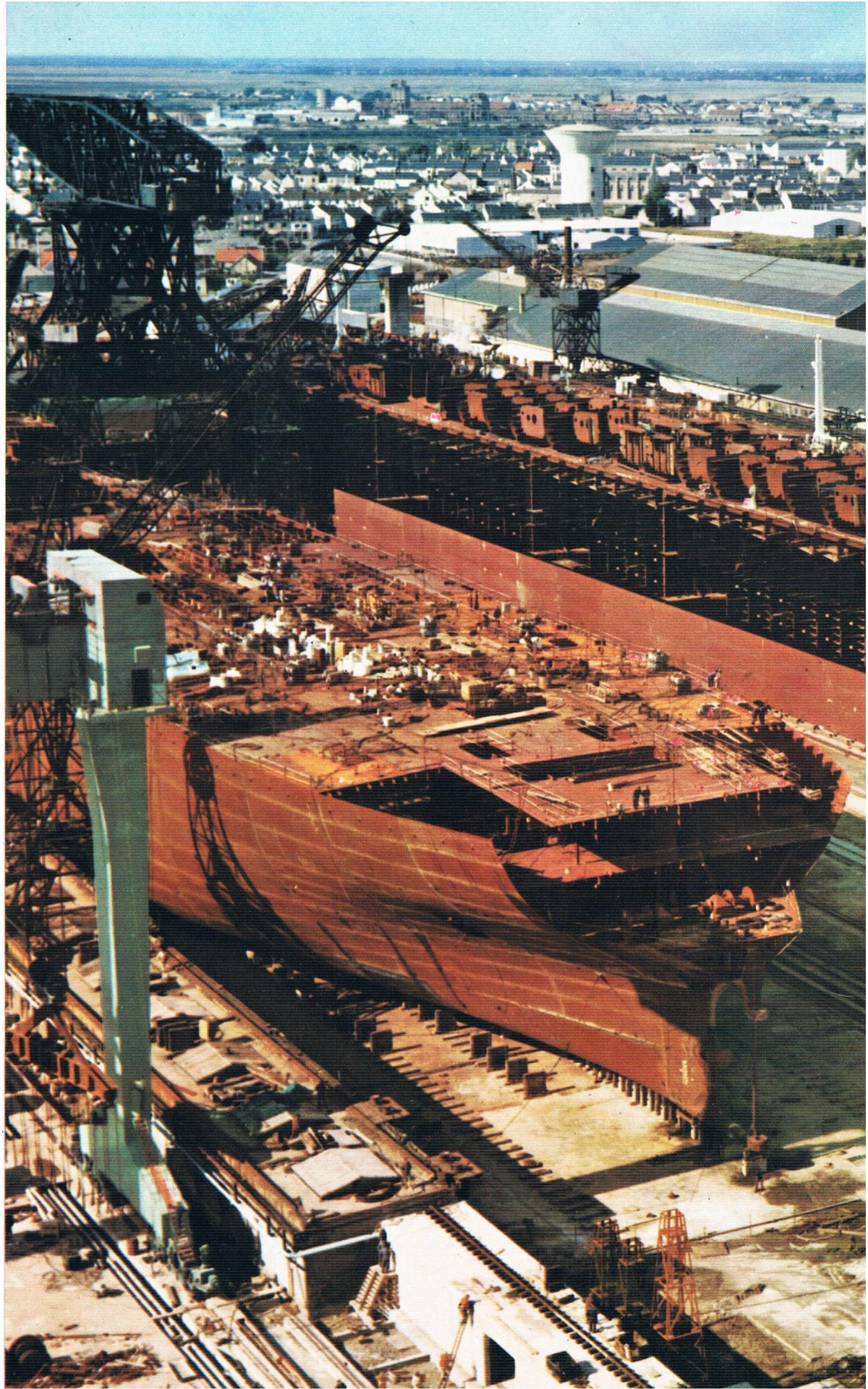
— Au dernier plan, la nouvelle forme en cours de construction.

Vue générale aérienne des travaux à la fin de 1967 (vue prise du Nord).

— *Au premier plan, une vue très partielle de l'ancienne forme.*

— *Au centre, la nouvelle forme et la plate-forme de construction qui vient d'être achevée.*

— *Au dernier plan, l'atelier de panneaux plans.*

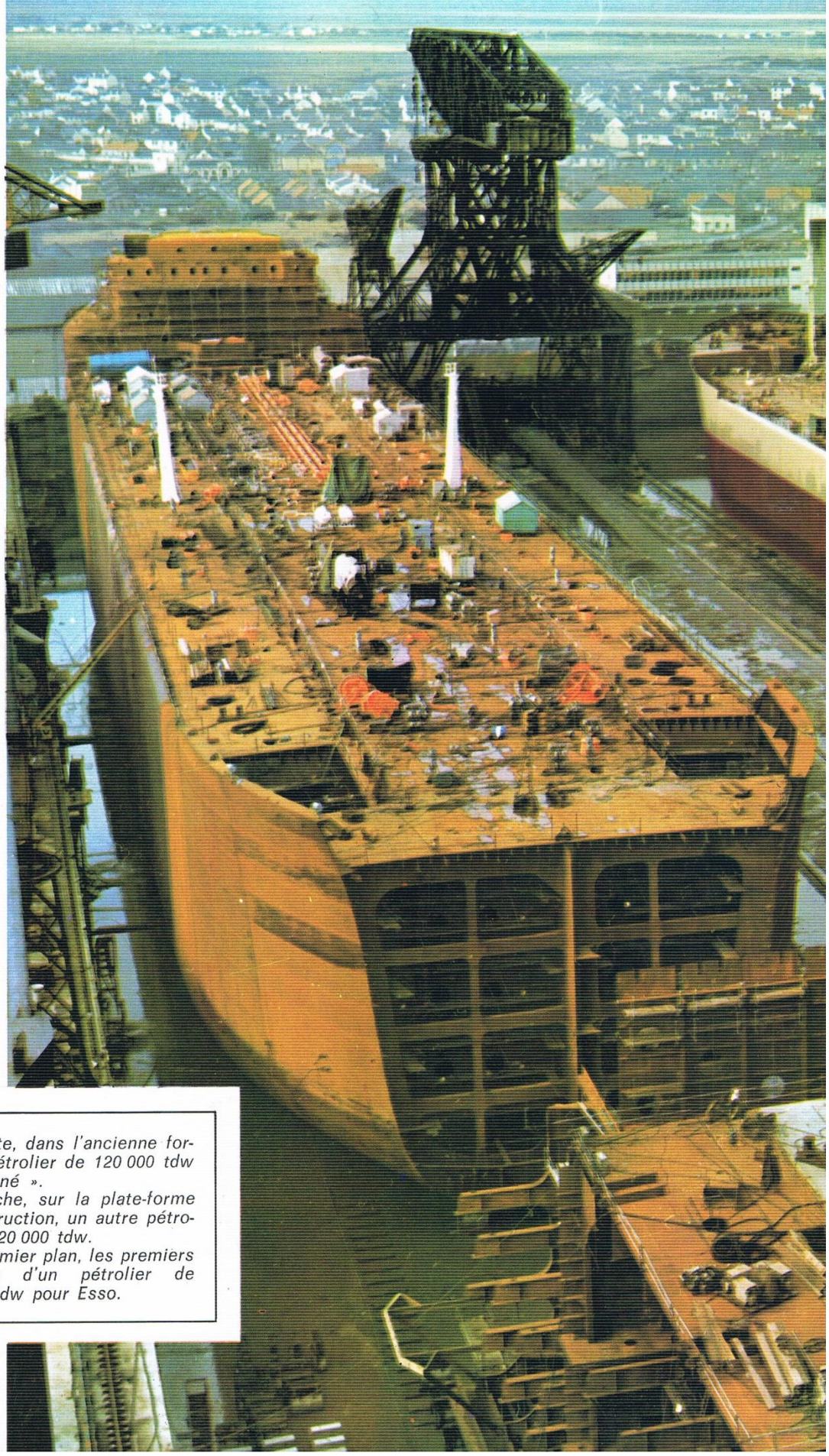


Vue d'ensemble de la partie Ouest du Chantier.

— Au premier plan, sur la plate-forme de construction, l'arrière d'un pétrolier de 120 000 tdw.

— Au second plan, dans l'ancienne forme, un pétrolier de 200 000 t (Magdala). L'ancienne forme ayant une largeur de 45 m, le pétrolier qui doit mesurer 47,25 m de large, a été limité à 43 m. Son bordé tribord est terminé. Son bordé babord sera terminé dans la forme Joubert.

Dans l'avenir ce navire, construit comme il l'a été sur la plate-forme de construction, serait sorti entièrement terminé par la grande forme.



A droite, dans l'ancienne forme, le pétrolier de 120 000 tdw « Dauphiné ».

A gauche, sur la plate-forme de construction, un autre pétrolier de 120 000 tdw.

Au premier plan, les premiers éléments d'un pétrolier de 200 000 tdw pour Esso.

DAUPHINE
DUNKERQUE

15 ans d'évolution

Lorsque les Chantiers de Penhoët lancèrent, le 25 février 1952, le pétrolier « Bethsabée » pour la Compagnie auxiliaire de navigation, ce navire, avec son port en lourd de 31 600 tdw, était l'un des plus grands pétroliers du monde.

Les règles de franc bord en feraient aujourd'hui un pétrolier de 33 500 tdw.

Aujourd'hui, le plus grand pétrolier du monde dépasse 300 000 tdw, soit environ 9 fois le pétrolier « Bethsabée ».

Le tableau ci-contre résume schématiquement l'évolution des pétroliers entre ces deux dates, en retenant des navires particulièrement typiques qui ont été construits dans le monde en un assez grand nombre d'exemplaires.

L'augmentation des trois dimensions, longueur, largeur, tirant d'eau en charge, n'explique pas tout à fait l'augmentation de port en lourd. Le reste a été obtenu en augmentant le **« bloc cœfficient »** (rapport du volume de la carène au parallélipipède rectangle des 3 dimensions). Ce « bloc coefficient » est passé de 0,77 environ à plus de 0,80 (certains navires atteignent aujourd'hui 0,85), augmentant la capacité de quelque dix pour cent. Les grands pétroliers s'approchent de la caisse à savon.

L'augmentation de la taille des navires entraîne une augmentation de prix très inférieure à l'augmentation de capacité. Donc une réduction de leur prix à la tonne de port en lourd.

Un pétrolier de 200 000 tdw, par exemple, n'a pas beaucoup plus d'installation d'équipage qu'un pétrolier de 30 000 tdw ; son appareil propulsif a une puissance d'environ 30 000 ch contre 17 000 ch au pétrolier de 33 500 tdw, soit une augmentation de puissance de moins de 2 pour une augmentation de port en lourd de 6. Etc.

Finalement le prix à la tonne de port en lourd se réduit d'environ cinquante pour cent quand on passe du pétrolier de 33 500 tdw au pétrolier de 200 à 300 000 tdw.

Le nombre d'heures de travail apporté au chantier naval se trouve malheureusement réduit dans une proportion correspondante. Dans les mêmes conditions de travail, avec le même équipement, six pétroliers de 33 500 tdw (soit 200 000 t de port en lourd) donneraient du travail à environ deux fois plus de personnes seulement qu'un unique pétrolier de 200 000 tdw.

Fort heureusement la très forte progression de la consommation de pétrole dans le monde jointe à la modernisation très rapide de la flotte a conduit les armateurs et les sociétés pétrolières à des commandes de « tonnes de port en lourd » en très forte expansion.

Le destin des chantiers navals constructeurs de grands pétroliers est ainsi lié à la capacité d'expansion de l'industrie pétrolière et à son dynamisme.

Les « prix comparés » qui figurent dans le tableau ci-contre mesurent les prix relatifs auxquels des pétroliers de 35 000 à 300 000 tdw pourraient être construits aujourd'hui.

Ils ne mesurent donc pas l'évolution des prix des pétroliers entre 1952 (pétroliers de 35 000 tdw) et aujourd'hui (pétroliers de 200 à 300 000 tdw). La réduction serait beaucoup plus importante.

Nous précisons que ces chiffres sont très approximatifs. Ils visent seulement à donner un ordre de grandeur d'une évolution technique qui a contribué à réduire dans des proportions très importantes le coût de transport d'une tonne de pétrole brut.

les pétroliers

	Port en lourd (tonnes)	Prix comparé à la tonne
L. 190 m B. 26,00 m t. 11,00 m (36')	33 500	100
L. 215 m B. 31,10 m t. 11,80 m (39')	55 000	85
L. 247 m B. 35,50 m t. 13,20 m (43')	75 000	75
L. 254 m B. 37,20 m t. 14,30 m (43 1/2')	95 000	70
L. 263 m B. 40,80 m t. 15,10 m (49 1/2')	120 000	60
L. 315 m B. 48,20 m t. 19,40 m (63 1/2')	220 000	50
L. 330 m B. 53,30 m t. 22,00 m (72')	300 000	45

L = longueur à la flottaison (en mètres) B = largeur (en mètres) t = tirant d'eau (en mètres et en pieds)

Quel est le classement de Saint-N

A quelques jours d'intervalle, les journaux ont publié deux classements des Chantiers navals mondiaux conduisant, pour les Chantiers de l'Atlantique, à un « rang mondial » très différent :

1. La revue britannique spécialisée « Shipbuilding and Shipping Record » de janvier 1968 a publié un classement des Chantiers mondiaux d'après leurs carnets de commandes en pétroliers de 100 000 t et plus.

Dans cette liste, les Chantiers de l'Atlantique figurent très brillamment à la **troisième place**, après deux japonais (Mitsubishi et Ishikawajima-Harima).

2. De son côté, le « Glasgow Herald Trade Review » a publié, comme il le fait chaque année, le classement des Chantiers mondiaux d'après les navires mis à flot dans l'année 1967.

Classement des chantiers contruisant des navires de plus de 100 000 TDW

	Carnet de commande fin 1967		
	Nombre de navires	Tonnage dw total	% du total mondial
Mitsubishi	23	4 629 500	13
I.H.I.	15	3 053 890	8,5
Atlantique	14	2 482 400	7
Hitachi	15	2 419 000	6,7
Odense	11	2 252 200	6,3
Sasebo	11	2 157 000	6
Kawasaki	12	2 076 500	5,8
Mitsui	13	2 029 300	5,7
Kieler Howaldt	8	1 636 000	4,6
Götaverken	8	1 334 800	3,7
Italcantieri	6	1 221 000	3,4
Kure	7	1 191 900	3,3
Kockums	5	1 090 000	3
	148	27 553 490	77
Autres Chantiers	49	8 212 400	23
Total mondial	197	35 765 890	100

Classement des chantiers d'après les mises à l'eau 1967

Mitsibushi, Nagasaki
Ishikawajima-Harima, Aioi
Kure Zosen, Kure
Götaverken, Arendal
Ishikawajima-Harima, Yokohama
Nippon Kokan, Tsurumi
Kawasaki, Kobe
Kieler Howaldtswerke, Kiel
Mitsui, Tamano
Sasebo
Hitachi, Sakai
Odense, Lindö
Hitachi, Innoshima
Mitsubishi, Hiroshima
Mitsubishi, Yokohama
Uraga Heavy Ind.
Kockum, Malmö
Mitsui, Chiba
Eriksberg, Göteborg
Harland & Wolff, Belfast
Ishikawajima-Harima, Tokio
Mitsubishi, Kobé
Akers Mek. Verksted
Chantiers Navals de La Ciotat
Chantiers de l'Atlantique
Uddevaliavarvet
Oresudsvarvet
Ishikawajima-Harima, Nagoya
Maizuru
Swan Hunter, Tyne
A.G. Weser, Brême
Rheinstahl Nordseewerke
Hakodate Dock
France-Gironde, Dunkerque
Lithgows, Port Glasgow
Bremer Vulkan
Brod. "3. Maj", Rijeka

parmi les grands chantiers mondiaux ?

Ce classement est effectué, non plus en tonnes dw de port en lourd, mais en tonneaux de jauge brute.

Les Chantiers de l'Atlantique figurent dans ce classement à la **vingt-cinquième place,** juste après les Chantiers navals de La Ciotat.

Quelle est la place réelle des Chantiers de l'Atlantique : n° 3 ou n° 25 ?

UNE OBSERVATION PREALABLE : le classement des Chantiers en utilisant, soit les tonnes de port en lourd (tdw), soit les tonneaux de jauge (brute ou nette), est un classement sans grande signification.

Les très grands navires en effet (et notamment les pétroliers de plus 100 000 t) ont un tonnage (ou une jauge) très élevé par rapport au nombre d'heures productives ou au chiffre d'affaires corespondant. Ce classement avantage donc considérablement les Chantiers constructeurs de grands navires par rapport aux Chantiers constructeurs de navires moyens. Il ne permet de classer correctement que des Chantiers construisant à peu près les mêmes types de navires (par exemple, un tiers de cargos et deux tiers de grands pétroliers).

Le premier classement (n° 3) est trop favorable

Le premier classement (obtenu en retenant seulement, dans chaque chantier, les grands navires) présente cet avantage d'être un classement assez homogène.

Par contre, ce système de classement défavorise les chantiers qui ont une partie appréciable de leur production en navires de moins de 100 000 t. A l'inverse, il avantage les chantiers qui, comme les Chantiers de l'Atlantique, ont actuellement presque exclusivement des grands navires dans leur carnet.

Autre observation : le carnet de commandes n'a pas de rapport direct avec la production annuelle. Des chantiers ayant la même production annuelle peuvent avoir des carnets plus ou moins importants et qui couvrent par conséquent un nombre plus ou moins grand d'années de production. Le carnet des Chantiers de l'Atlantique en grands navires est un carnet particulièrement long

On peut donc dire que ce classement qui donne le n° 3 aux Chantiers de l'Atlantique est un classement certainement avantageux pour Saint-Nazaire.

Le second classement (n° 25) est défavorable

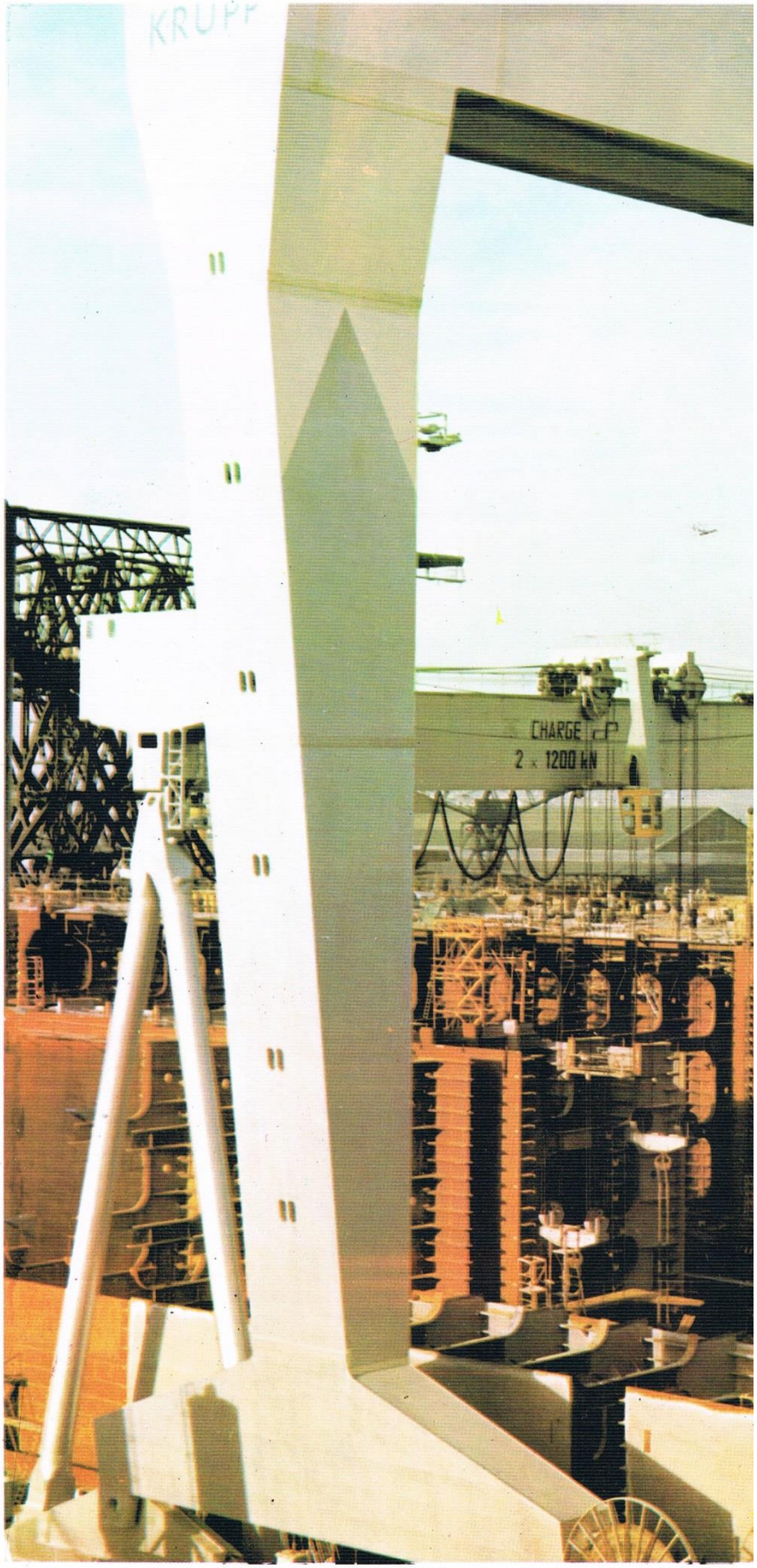
Le classement établi sur les mises à l'eau de 1967 est par contre désavantageux pour Saint-Nazaire pour deux raisons :

— Il y a d'abord, bien entendu, les événements sociaux. Les deux mois de fermeture du chantier correspondent à environ 20 % de réduction de production.

— D'autre part, en 1967, le nouveau chantier n'était pas encore mis en service et Saint-Nazaire n'était pas encore adapté à la construction des grands navires pétroliers.

Cette statistique mesure bien le danger que courraient les Chantiers de l'Atlantique si le programme d'investissements de 1966 n'avait pas été décidé. Grâce à ce programme d'investissements, la situation pourra être rétablie à partir de 1968-1969. La production de Saint-Nazaire à partir de 1968-1969 devrait pouvoir se situer, avec un carnet constitué pour l'essentiel de grands navires, vers 350 000 tonneaux de jauge brute, ce qui classerait les Chantiers de l'Atlantique dans les dix premiers chantiers mondiaux.

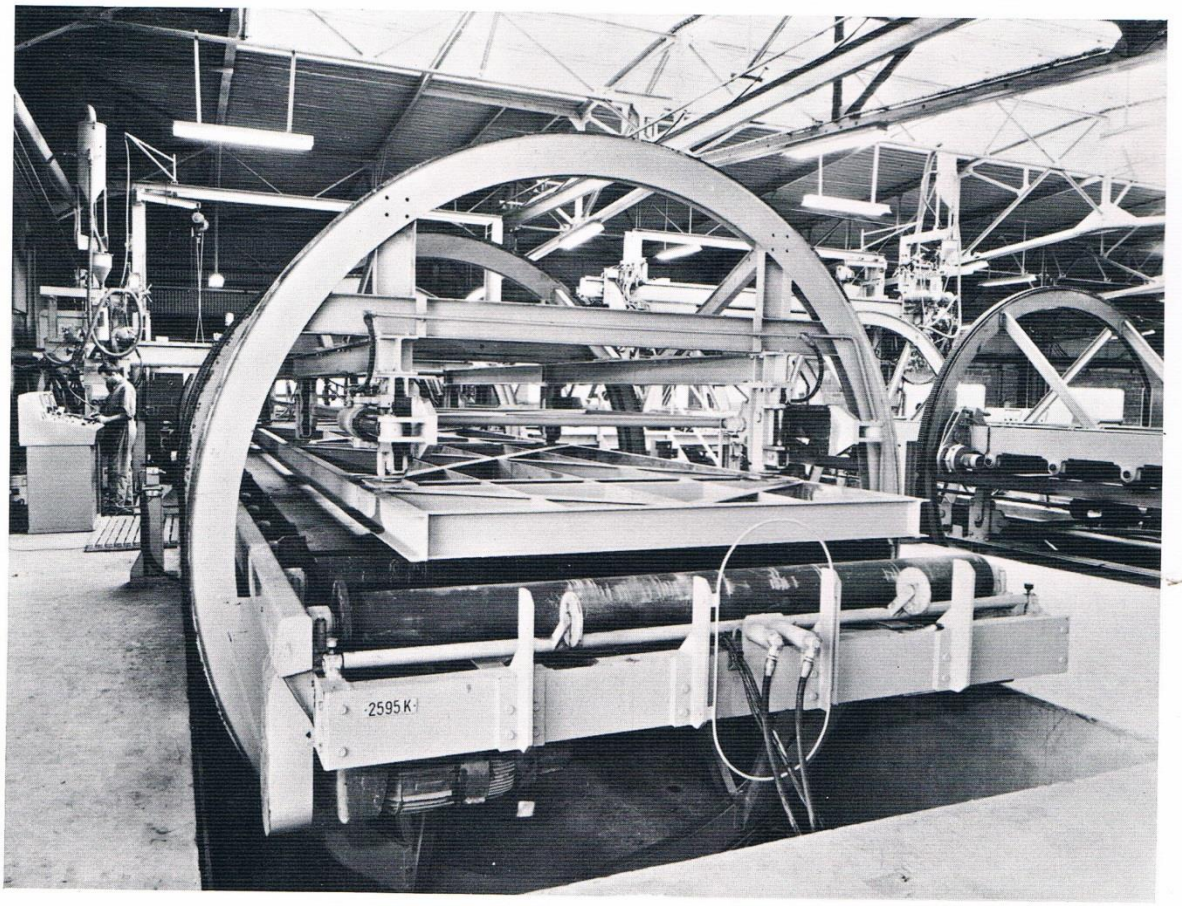
Les Chantiers de l'Atlantique auront alors retrouvé la place relative qu'ils occupaient lors de leur création en 1955.



Vue partielle, en mars 1968, de la plate-forme de prémontage (au premier plan) et de la plate-forme de construction (au deuxième plan.)

Ces plates-formes sont desservies par les deux portiques de 250 t et de 750 t.

Sur cette photo, le portique de 750 t transporte un château de pétrolier de 200 000 tdw pesant environ 500 t.



Précédant l'atelier de panneaux plans proprement dit, un atelier spécial procède à la soudure de demi-tôles de 8 à 10 m pour constituer une tôle unique de longueur double et à l'oxycoupage en rives de cette dernière.

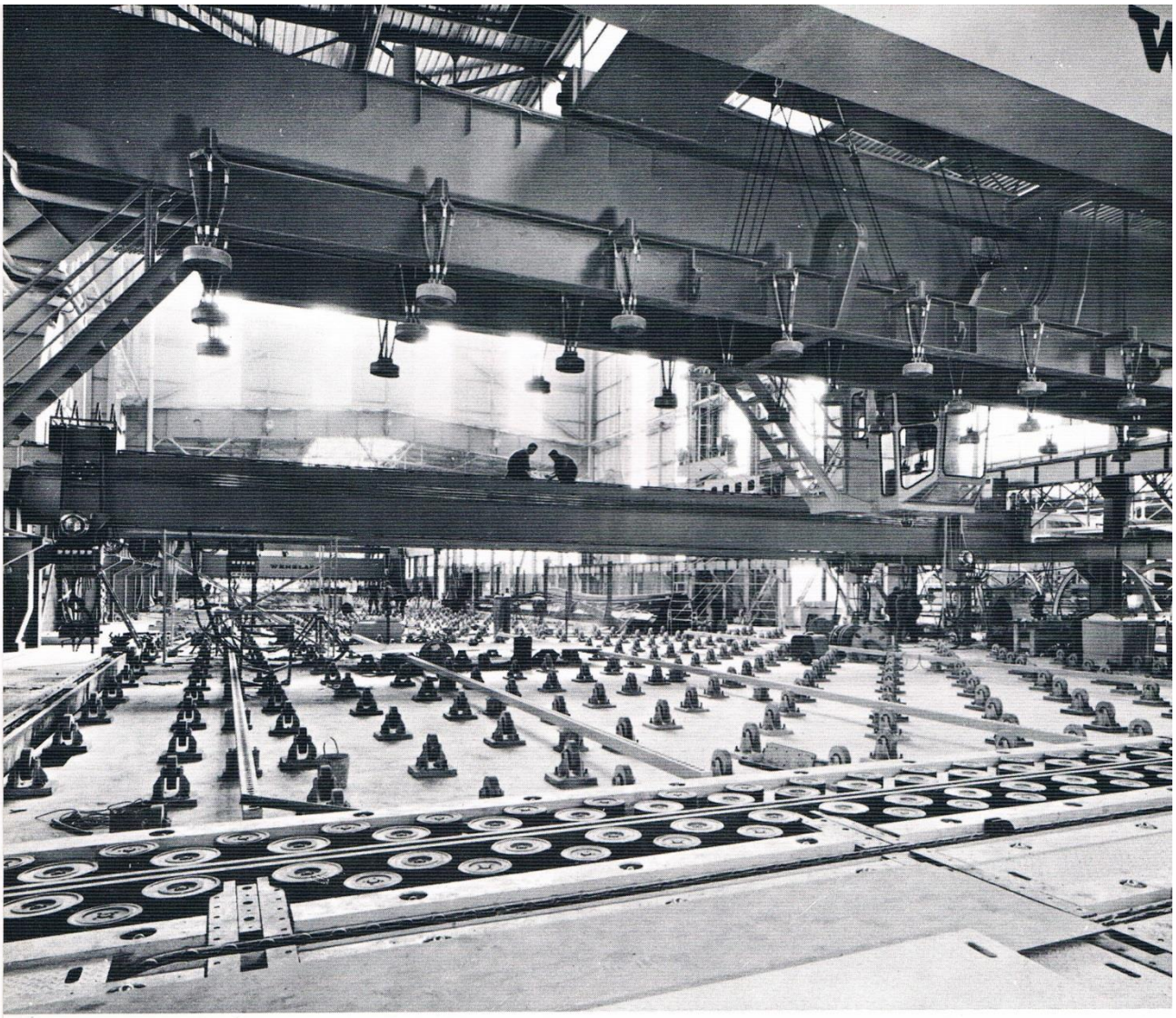
Ci-dessus, les deux machines automatiques de soudage des tôles (la soudure est effectuée à deux faces avec retournement).

A droite, la section d'oxycoupage des tôles après soudure. La manipulation des tôles entre la soudure et l'oxycoupage est effectuée par un convoyeur extérieur approvisionnant l'un des 4 postes d'oxycoupage.

L'atelier de panneaux plans constitue l'un des éléments importants du programme d'investissements et du nouveau chantier.

Les grands navires pétroliers et minéraliers utilisent proportionnellement beaucoup moins d'heures productives que les navires moyens et comportent par contre un grand développement de la coque métallique. Pour maintenir les effectifs et le plein emploi du chantier, il était donc nécessaire d'augmenter (en fait de doubler) les surfaces des ateliers de coque métallique et notamment de préfabrication.

Cette augmentation de surface a été obtenue, non par une extension de l'atelier de préfabrication, mais en spécialisant ce dernier dans la construction des blocs gauches (avants et arrières) et en construisant un atelier spécialement équipé pour la production des éléments de la partie cylindrique du navire (les « panneaux plans »). Ces éléments constituent 60 à 70 % en poids de la coque métallique des grands navires et un certain nombre des postes de production peuvent être mécanisés.

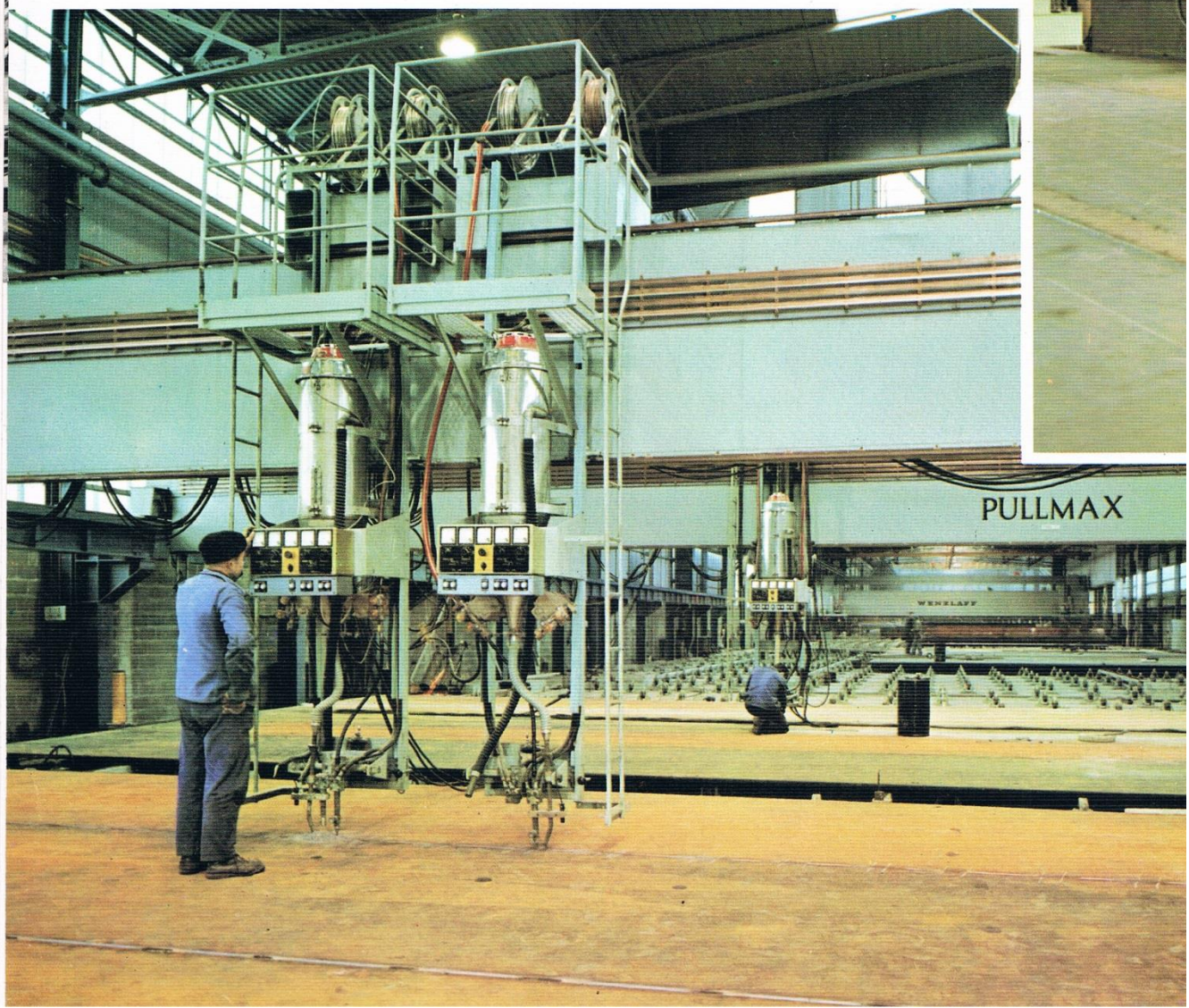


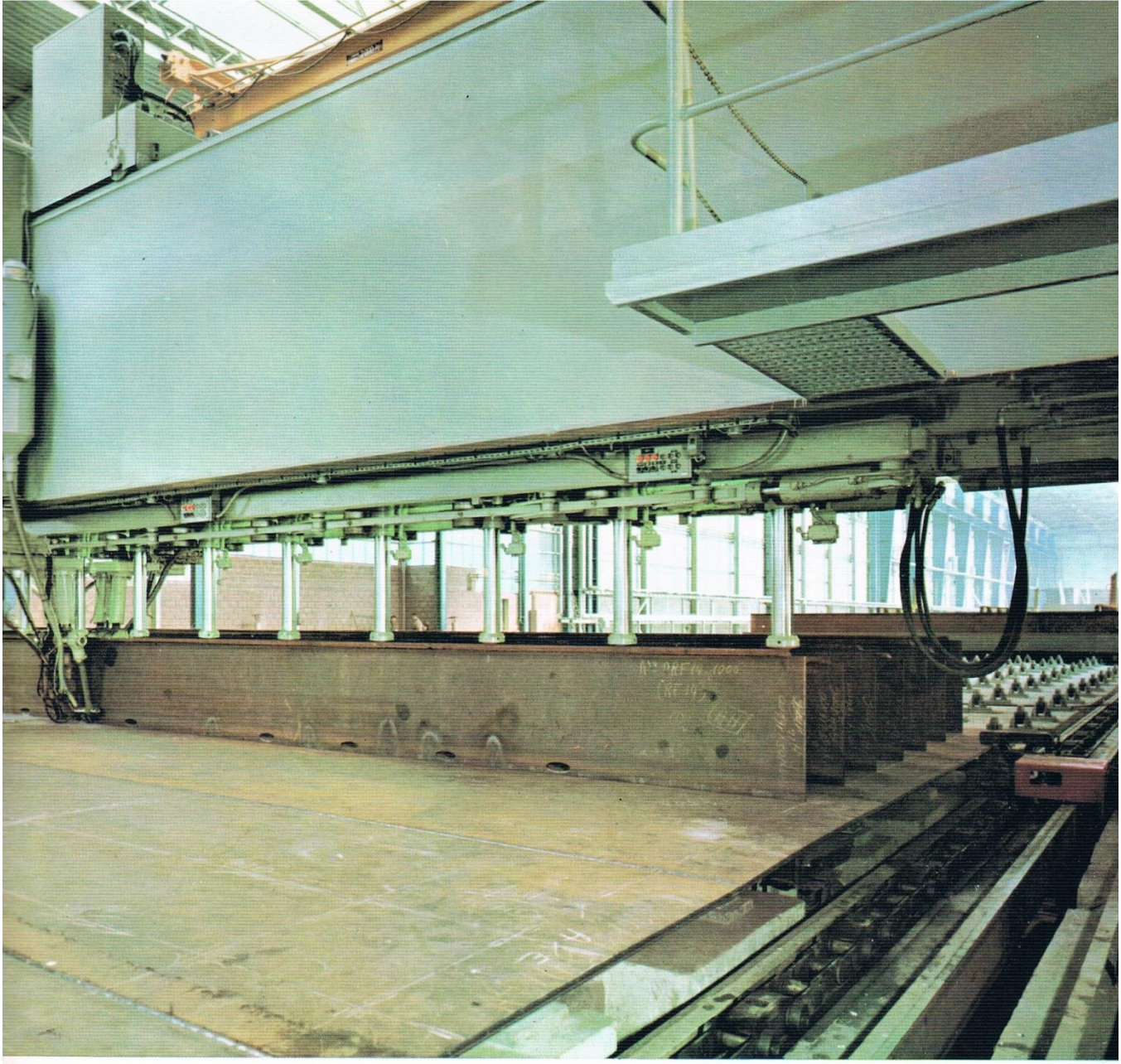
Vues partielles de l'atelier de panneaux plans avant sa mise en service début 1968.

— A gauche : vue d'ensemble de la première partie de l'atelier (soudage des nappes de tôles et des raidisseurs primaires).

— A droite : partie centrale de l'atelier (zone d'amenée et de mise en place des raidisseurs secondaires).

2x30t
25.4 m


PULLMAX

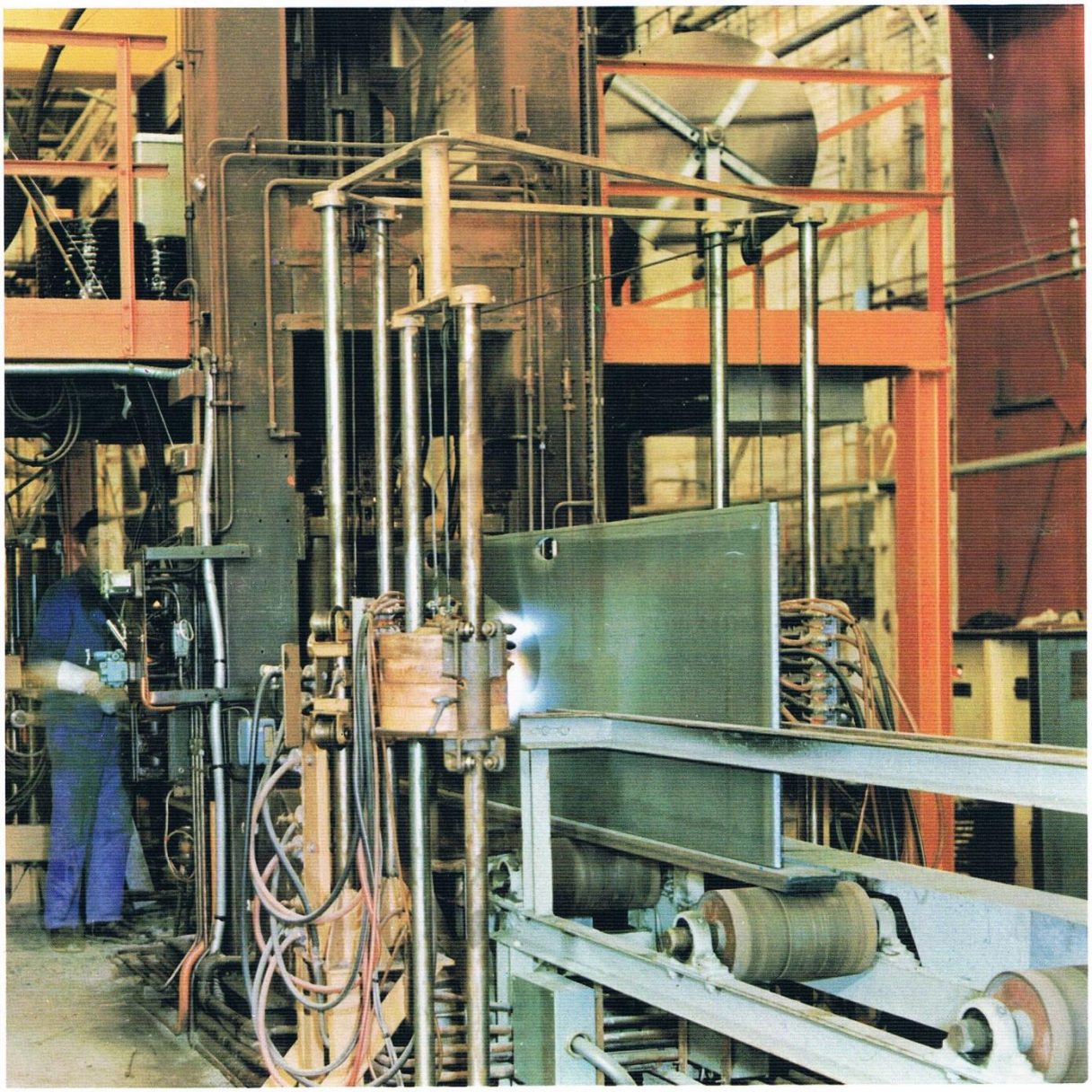


Les deux machines les plus remarquables de l'atelier de panneaux plans :

— En bas, à gauche, les deux portiques de soudage Pullmax, qui permettent la soudure automatique des nappes de tôles.

— Ci-dessus, le portique de soudage Wenzlaff, qui assure la soudure automatique des profilés primaires sur la nappe de tôles.

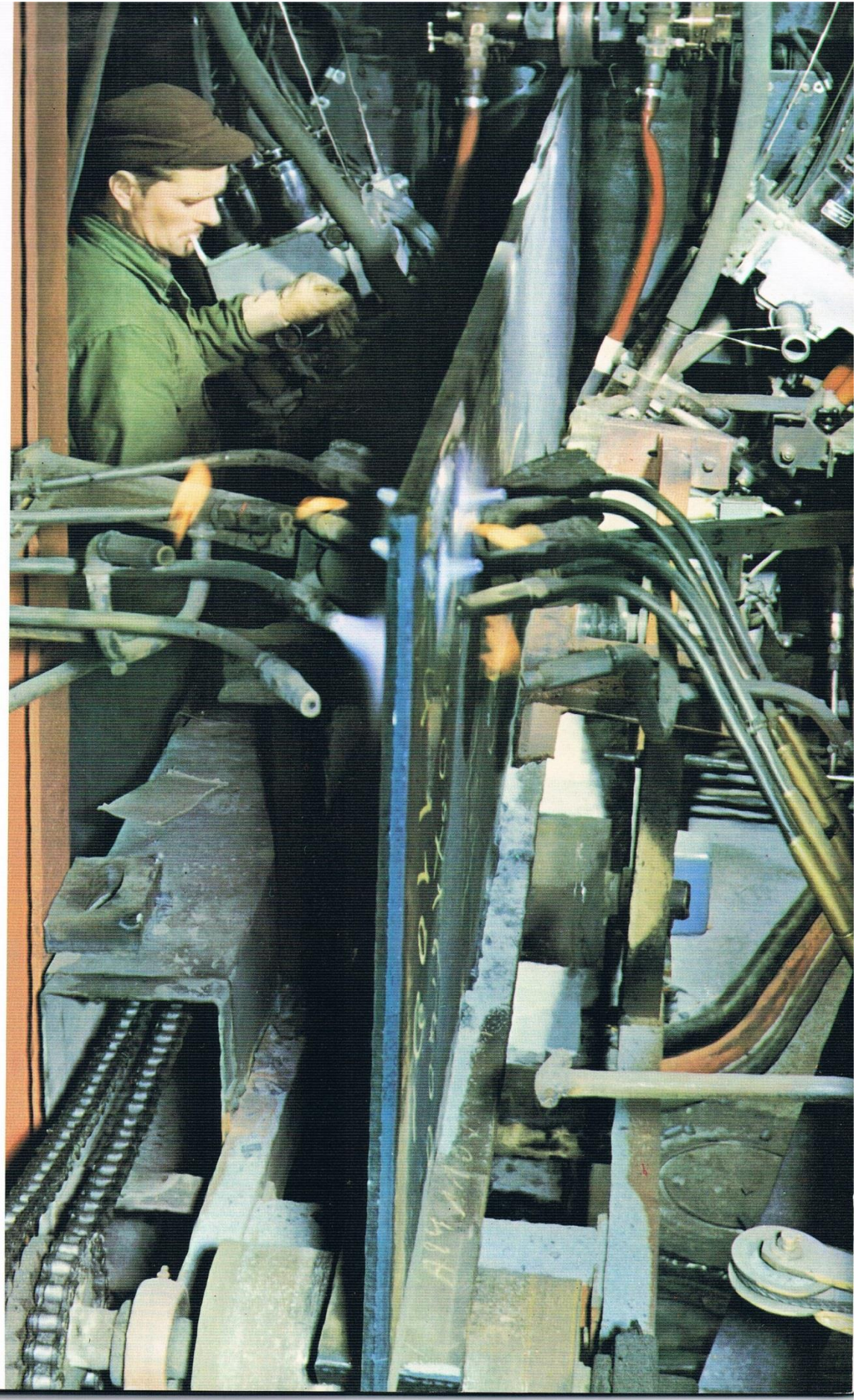
Ces deux machines sont en service depuis le début de l'année.

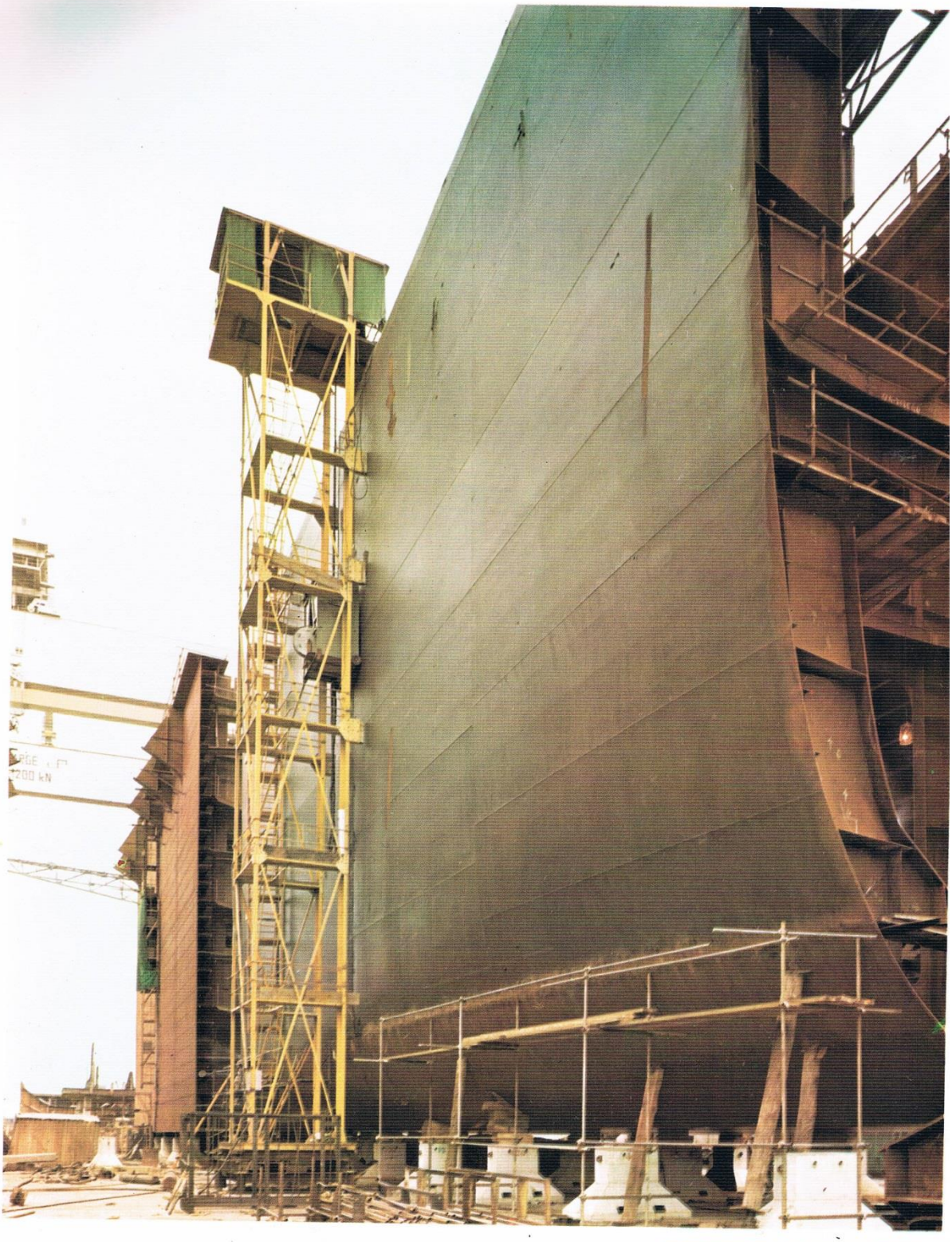


Fabrication des profilés synthétiques :

Ces profilés sont constitués d'une âme verticale de grande dimension et d'une ou deux « semelles » perpendiculaires soudées à l'âme verticale.

Les efforts thermiques considérables mis en jeu au cours du soudage rendent nécessaires d'importantes corrections par chauffage programmé de l'âme.





Soudure des joints verticaux de deux blocs successifs avec une machine automatique (la machine est installée à l'intérieur de l'échafaudage).

L'âge des ordinateurs

L'utilisation des ordinateurs par la Construction Navale à Saint-Nazaire a commencé en 1959. Cette utilisation s'est, assez lentement d'abord, puis beaucoup plus rapidement, développée.

Il est aussi difficile aujourd'hui de comprendre comment la Construction Navale a pu si longtemps fonctionner sans ordinateur que de définir les limites pour l'avenir de leur utilisation.

Ces ordinateurs peuvent être utilisés dans trois directions différentes :

— les études et calculs mathématiques,

— la production de la coque métallique (tracés d'exécution et commande directe des machines d'oxycoupage),

— le contrôle général de la production.

Si le troisième point est actuellement encore au stade de l'investigation, les deux premiers points ont déjà donné lieu à des réalisations importantes et l'article qui suit fait le point de la situation en 1968.

Nous disposons actuellement, à Saint-Nazaire, des ordinateurs suivants :

1. un ordinateur IBM 360 - 30, possédant une mémoire centrale de 64 000 octets et équipé de plusieurs stations de bandes magnétiques.

Cet ordinateur, déjà assez puissant, est utilisé :

— pour la gestion administrative de l'Etablissement (paie, comptabilité, etc.) ;

— pour les calculs scientifiques exigeant des moyens de traitement importants et qui ne peuvent être effectués dans de bonnes conditions sur l'ordinateur 1130 dont il sera question plus loin ;

— pour la préparation des tracés d'exécution de la coque métallique et la commande des machines de découpage des tôles ;

— enfin, pour le contrôle de la production (ce dernier point étant actuellement à l'étude).

2. un ordinateur IBM 1130, exclusivement affecté au Centre de Calculs Scientifiques du Bureau d'Etudes.

3. des « directors », petits ordinateurs chargés de commander la table traçante et, dans les ateliers, les machines d'oxycoupage à partir d'une bande perforée.

Ordinateur IB

Utilisation classique pour les calculs scientifiques...

Ce domaine est classique. L'idée de confier aux ordinateurs le soin de faire des calculs beaucoup plus rapidement qu'il n'était possible de les faire à la main est déjà ancienne et n'est évidemment pas particulière à la Construction Navale. Cependant, l'importance des recherches d'optimisation est particulièrement grande dans une industrie qui n'opère que sur de très grands ensembles et, de ce fait, l'intérêt de la Construction Navale pour les ordinateurs s'est très rapidement développé.

Tout a commencé en 1959 avec le paquebot « France ». L'importance des calculs de carène (éléments hydrostatiques et calculs de stabilité après avaries) a conduit Saint-Nazaire à utiliser pour la première fois un ordinateur : celui de l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique de Nantes.

A partir de 1962, Saint-Nazaire eut recours à un ordinateur plus puissant (ordinateur IBM 7094 de l'Institut Européen de Calcul Scientifique à Paris), auquel furent confiés de nombreux calculs (dépouillement des résultats d'essai, vibrations de torsion des lignes d'arbres, bilans thermiques des appareils propulsifs vapeur, etc.).

Depuis l'installation des ordinateurs à Saint-Nazaire et plus particulièrement depuis l'installation dans le Bureau d'Etudes de l'ordinateur IBM 1130 qui lui est spécialement affecté, les calculs scientifiques ont pris un développement beaucoup plus rapide.

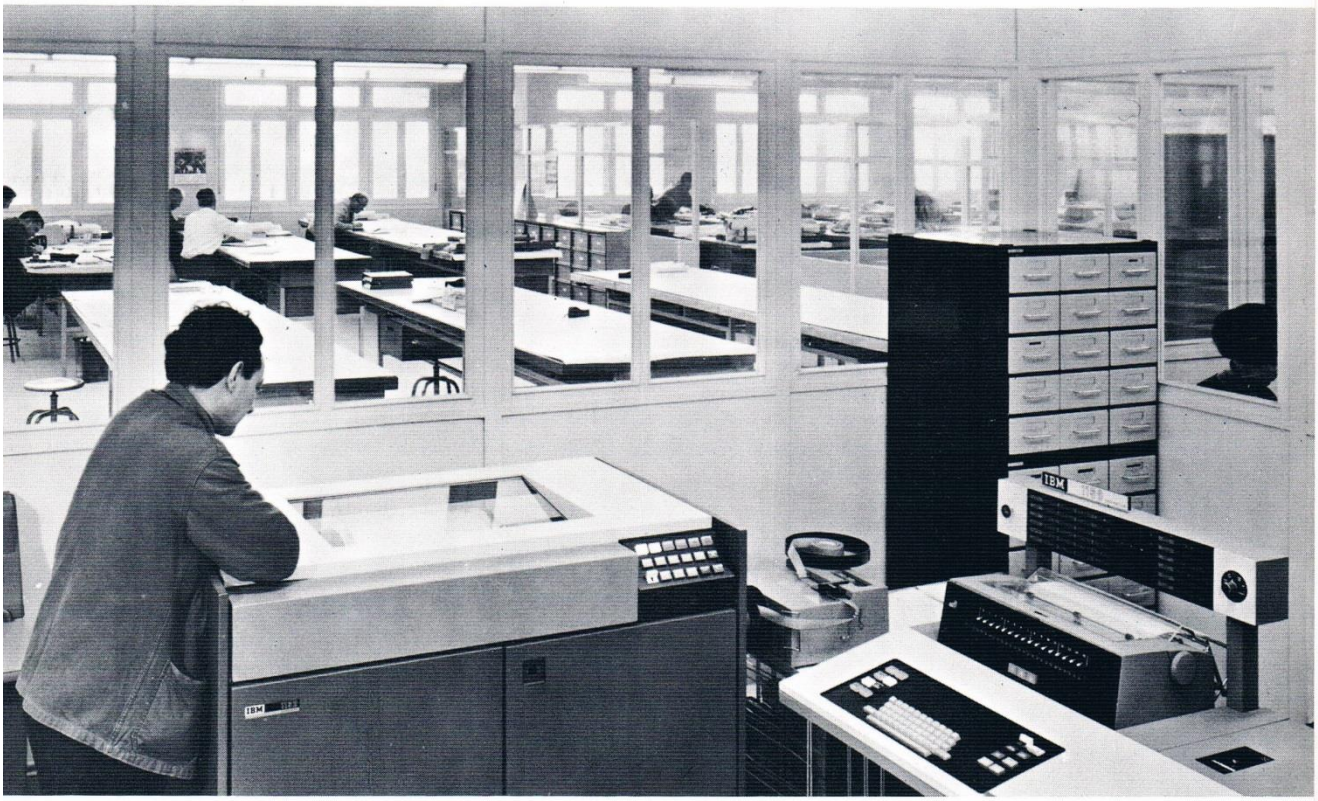
Le local de l'ordinateur est devenu l'endroit où se rencontrent toutes les personnes des trois Etablissements, Construction Navale, Mécanique et Chaudronnerie, s'intéressant aux calculs scientifiques. L'enrichissement et l'émulation qui en résultent sont considérables.

De nombreux ingénieurs et dessinateurs apprirent le langage Fortran et de nombreux programmes furent mis au point en quelques mois.

La bibliothèque des Programmes Généraux augmente rapidement dans les domaines les plus divers.

Une mention spéciale doit être faite des calculs de structure : La mise en service des premiers grands pétroliers de 200 000 tonnes en Europe a montré la nécessité de procéder à une analyse beaucoup plus fine que par le passé des contraintes développées dans ces navires et plus particulièrement des contraintes locales dans différents points de la structure. Les calculs correspondants ne peuvent être effectués que par ordinateur. La transcription visuelle sur la coupe du navire, grâce à la table traçante, des contraintes ainsi calculées permet une lecture beaucoup plus facile et constitue un progrès très notable.

au d'Etudes



Les ordinateurs au travail d'exécution (études et production)

Ce rôle se situe actuellement sur deux plans distincts :

— d'une part, l'opération qui porte le nom de « balancement de la carène », c'est-à-dire la réalisation du tracé définitif des sections transversales du navire (couples définissant complètement la carène) ;

— d'autre part, la suppression des dessins d'exécution des éléments métalliques constituant la structure et la commande directe en atelier des machines à découper.

BALANCEMENT DES FORMES DE CARENE

Le « balancement » des formes de carène s'appelle également le « lissage » de la carène. Ce dernier terme se comprend de lui-même : la surface constituée par la carène doit, pour des raisons hydrodynamiques, être « lisse ». La définition mathématique plus précise étant la suivante : toutes les lignes tracées sur la carène (et notamment les lignes d'eau) doivent avoir des pentes et des courbures continues (dérivées premières et secondes continues).

Au stade du projet, la carène du navire est définie par une vingtaine de couples seulement, répartis sur l'ensemble de la longueur. On procède, à ce stade, à un « balancement » (ou lissage) approximatif sur des plans au cinquantième.

Ce premier « balancement » est suffisant pour effectuer les essais au bassin et arrêter l'architecture hydrodynamique du navire.

A partir de là, s'effectue une seconde opération consistant à définir complètement et de façon précise la forme de la carène par des couples, au nombre de 150 pour un pétrolier et de 2 ou 300 pour un navire fin comme un cargo ou un paquebot.

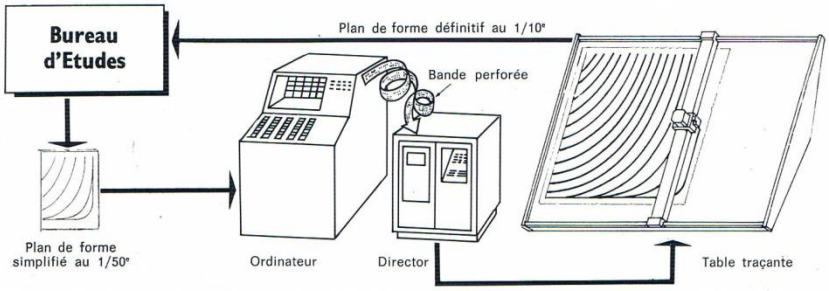
Le « lissage » de la carène ainsi défini doit être parfaitement précis et aboutir à un plan au dixième sur lequel sont portés l'ensemble des couples (ce plan étant appelé le « vertical »).

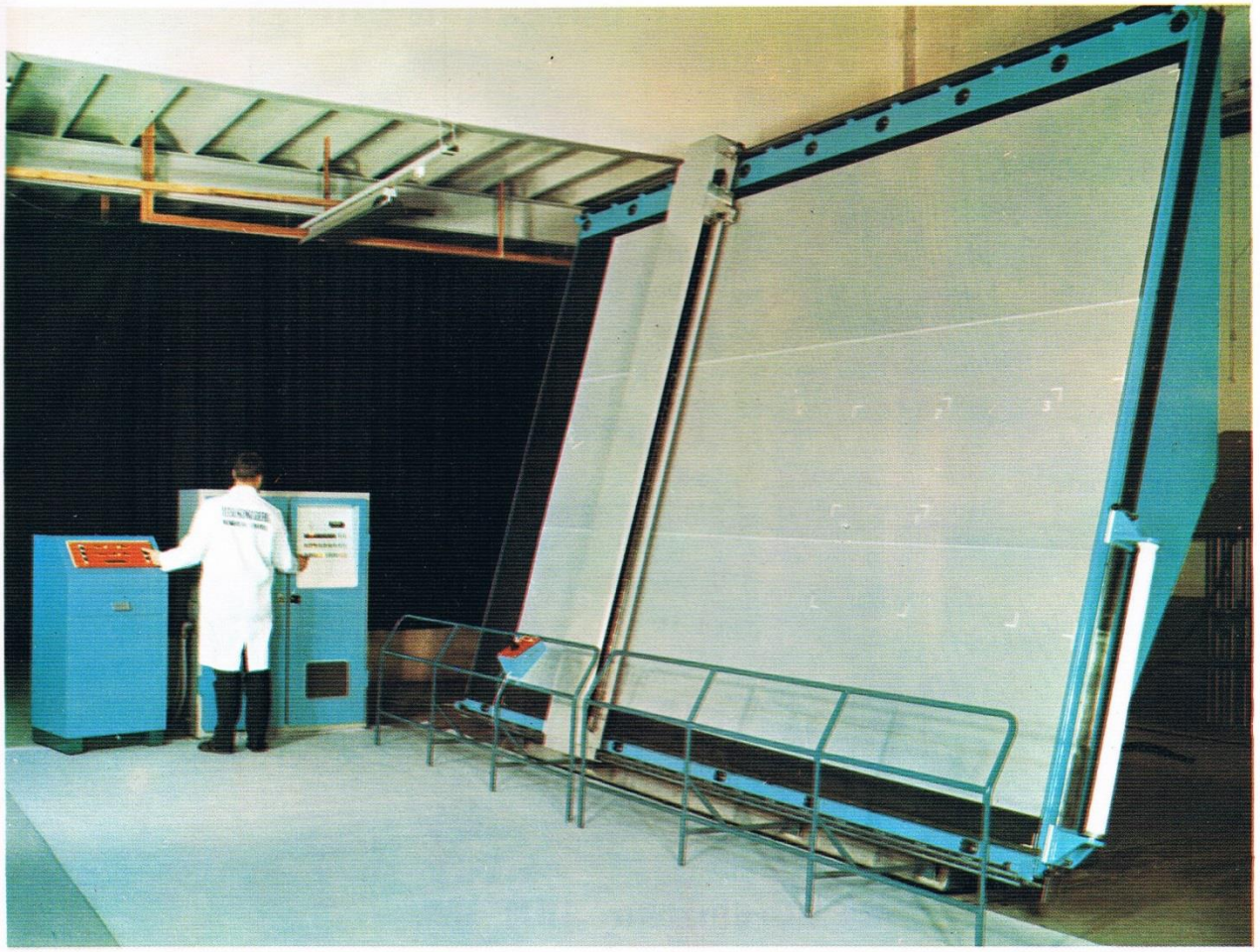
Cette opération s'effectuait jusqu'ici à la main.

Il a été possible d'en confier l'exécution à une « table traçante » commandée par l'ordinateur IBM 360.

Celui-ci, partant des cotes numériques relevées sur le projet, procède au « lissage » définitif de la carène, puis à l'interpolation d'autant de couples que l'on désire.

L'ordinateur traduit le plan correspondant sur une bande perforée.





La table traçante est une table à dessin dont le tire-ligne est commandé par un petit ordinateur, le « director ». Cet ordinateur reçoit du bureau d'études un ruban perforé qui lui donne, par une série de points et la définition mathématique des courbes entre ces points, les instructions nécessaires. A partir de ces indications discontinues, le director transmet au « tire-ligne » de la table traçante les instructions continues correspondantes.

Saint-Nazaire a été équipé d'une table provisoire horizontale (qui apparaît dans le dépliant page 36). La table définitive sera une table verticale que l'on voit ci-dessus en montage.

Cette bande perforée, introduite dans un director (petit ordinateur), commande la table traçante qui trace automatiquement sur calque le plan du vertical (c'est-à-dire l'ensemble des couples définissant la carène) à l'échelle choisie (jusqu'au 1/10e).

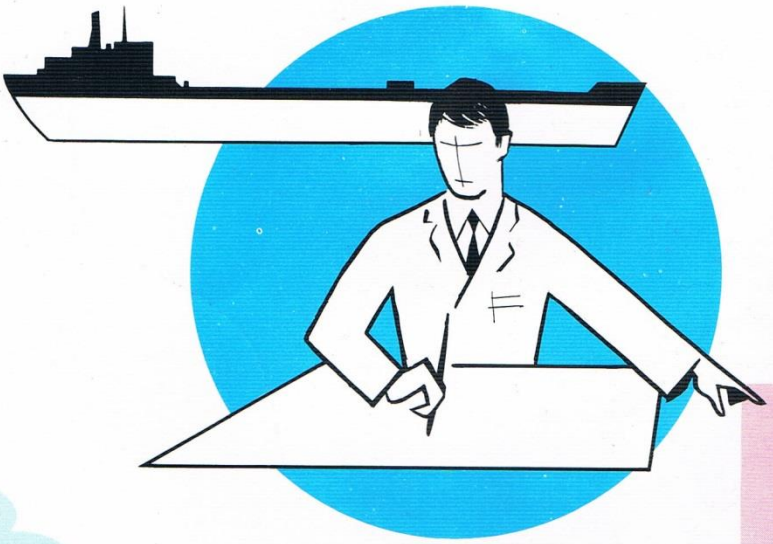
L'intérêt de l'opération est triple :

— d'une part, la rapidité (le délai est réduit de 4 à 6 semaines à moins d'une semaine) ;

— d'autre part, l'obtention immédiate de tout couple supplémentaire désiré ;

— enfin, la possibilité de stockage en mémoire pour la définition des éléments secondaires, ainsi qu'il sera dit plus loin.

Bureau d'Etudes



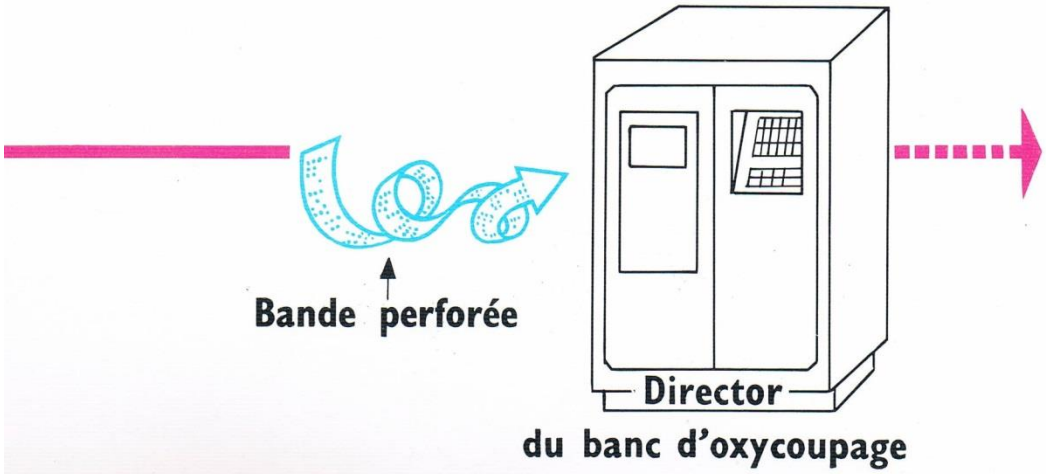
Plan de la carène
(vertical au 1/50e)
mis en mémoire

Fich
descrip
(en co
des pi
élément
constit
la coc
du nav

Ordinateur IBM 360

Director
de la table traçante

Table traçante



Sur cette planche se trouvent rassemblés :

— à gauche, *l'ordinateur principal ;*

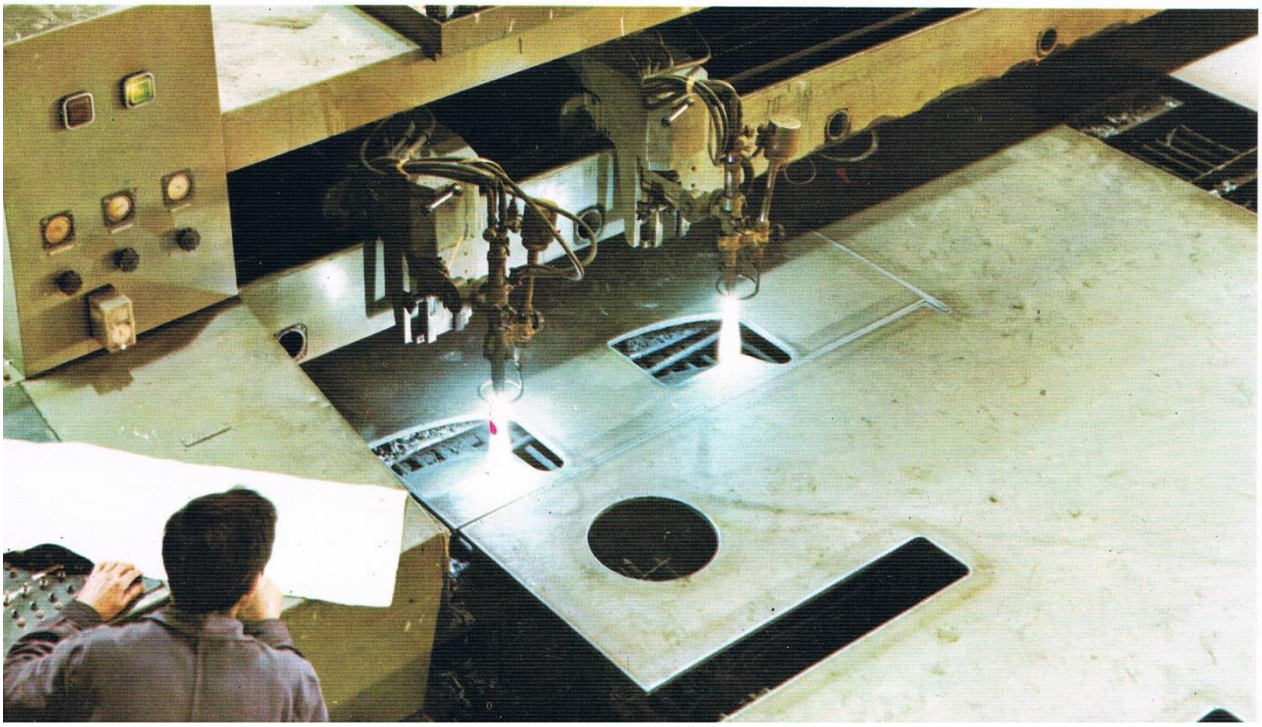
— au centre, *la table traçante (provisoire) et son petit ordinateur de commande ;*

— à droite, *le banc d'oxycoupage et, schématiquement représenté, son petit ordinateur de commande (du même type que le précédent).*

L'ensemble étant animé par le Bureau d'Etudes et la Salle à tracer.

Le fonctionnement de ce circuit est expliqué pages 40 et 41. Disons seulement ici que l'ordinateur principal n'intervient que lorsqu'il s'agit des parties non cylindriques des navires (Avant et Arrière pour des pétroliers ou minéraliers). Pour les parties cylindriques, la « fiche descriptive » est directement transformée en bande perforée introduite successivement dans les Directors de la table traçante et du banc d'oxycoupage.

Banc d'oxycoupage

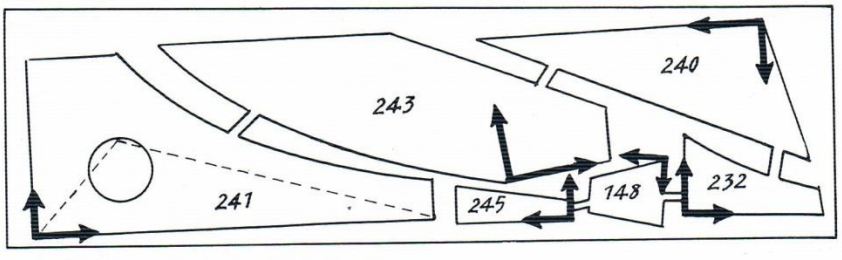


Bien entendu, il faut disposer ces pièces élémentaires dans la tôle de telle manière qu'elle en tienne le plus possible et que les chutes soient minimum.

Aussi étonnant que ce soit, l'ordinateur s'avère jusqu'ici incapable de réaliser cette opération (plus exactement, il n'a pas été jusqu'ici possible de déterminer de façon mathématique, pour en permettre le traitement par l'ordinateur, l'opération en question).

Seuls l'œil et le cerveau humain (qui constituent un director et un ordinateur remarquables) peuvent résoudre de façon relativement simple ce problème d'optimisation.

Mais une fois la disposition des pièces élémentaires dans la tôle effectuée, l'ordinateur reprend l'ensemble ainsi constitué et le recode de façon à pouvoir commander directement par bande perforée la table traçante et la machine d'oxycoupage.



QUELS SONT LES AVANTAGES DE L'INTERVENTION DE L'ORDINATEUR DANS LA PRODUCTION ?

Ces avantages sont au nombre de quatre :

- En tout premier lieu, la **précision.**

Le traçage manuel au dixième est une opération qui est très sensible à la fatigue du dessinateur et à la sûreté de sa main. A quoi il faut ajouter les variations dues aux instruments de dessin et au papier et l'imprécision de la cellule photo-électrique assurant la lecture, sur la machine d'oxycoupage, du plan tracé au dixième.

La précision obtenue par l'ordinateur (c'est-à-dire par la bande perforée) est très supérieure. Des relevés comparatifs ont établi que l'écart type passait de 3 à 1. Si l'on considère qu'un écart de + 3 mm est l'écart maximum tolérable sans reprise d'usinage, on constate qu'aucune pièce ne dépasse cet écart avec la commande numérique, alors que 30 % des pièces découpées en lecture optique le dépassent.

Or, la précision est indispensable pour éviter le maximum de reprises au montage.

- En second lieu, la **rapidité** : le temps qui s'écoule entre la « description des pièces » au Bureau d'Etudes et le découpage effectif de la tôle peut être réduit avec le nouveau système d'environ moitié.

- En troisième lieu, la **permanence** des informations : toutes les pièces peuvent être stockées en mémoire dans l'ordinateur et ressorties à volonté, sans limite de temps. On peut les ressortir de la mémoire rigoureusement dans leur état initial, sans que le temps ait altéré en quoi que ce soit leur précision.

- Enfin, le déploiement d'**intelligence** nécessaire pour utiliser l'ordinateur, l'obligation de procéder à des analyses très fines de tous les problèmes, ne peuvent pas ne pas conduire, de façon souvent peu visible, à des progrès.

La peinture s'anoblit pour devenir la "protection des surfaces"

Une autre révolution dans la Construction Navale qui, pour être discrète, n'en est pas moins importante concerne ce qu'on appelait autrefois la « **peinture** » et qui reçoit aujourd'hui le nom plus neuf (et plus exact) de « **protection des surfaces** ».

La protection des surfaces des navires se subdivise en trois catégories :

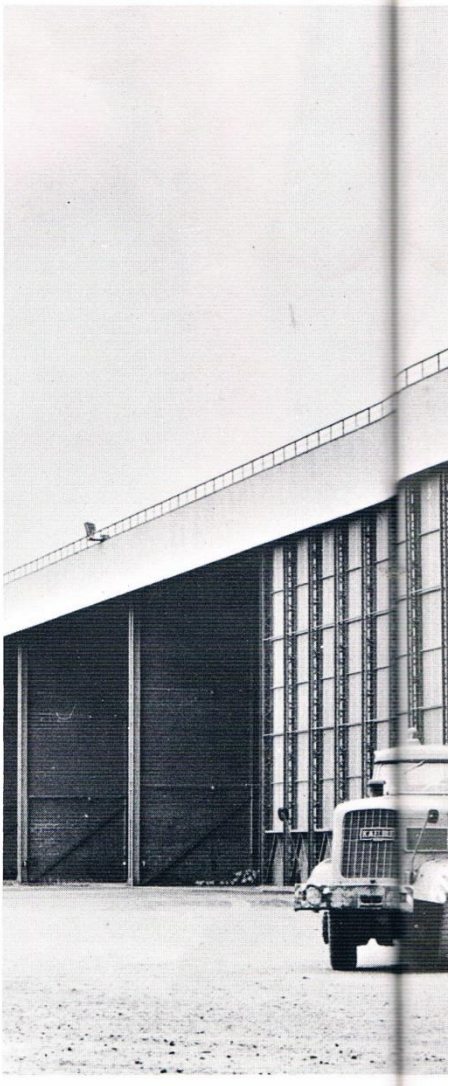
— la protection de la carène contre la corrosion marine et la salissure marine,

— la protection des citernes contre la corrosion chimique des produits transportés,

— la protection des œuvres mortes contre les corrosions atmosphériques.

Cette triple protection a pris une acuité particulière au cours de ces dernières années pour trois raisons :

1. d'une part (et essentiellement), en raison de la diminution du nombre des carénages (corrélative d'une augmentation de la disponibilité du navire et par conséquent de sa rentabilité). Cette durée entre deux carénages, qui était il y a quelques années de 6 à 9 mois, est passée à 12 mois au minimum, le plus souvent à 18 mois et parfois à 2 ans.
2. d'autre part, en raison de la diminution des effectifs qui ne permet pas l'entretien de la protection des surfaces des œuvres mortes. La silhouette familière du matelot armé d'un pinceau et d'un pot de peinture a totalement disparu.
3. enfin, en raison de l'évolution dans le sens de la réduction de l'échantillonnage des tôles et profilés (toute réduction de poids de la coque métallique présentant l'intérêt évident pour l'Armateur d'augmenter le port en lourd).

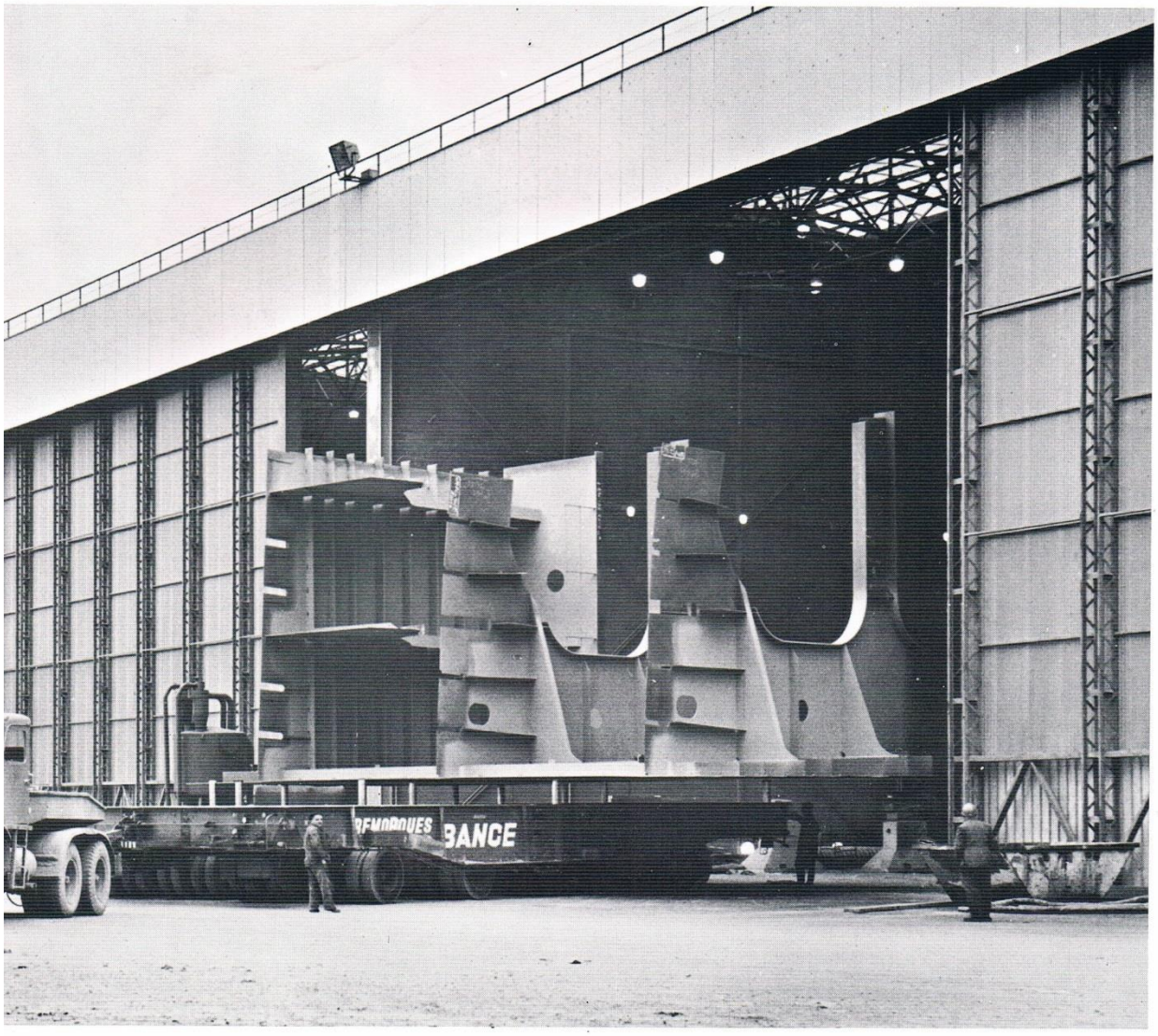


Vue générale des cellules de peinture. Le mouvement des blocs est effectué par une remorque élévatrice de 250 t.

DES PEINTURES NOUVELLES...

Les préoccupations qui précèdent se sont traduites par une extension des surfaces peintes (c'est ainsi que certains Armateurs préfèrent aujourd'hui appliquer une protection, généralement partielle, dans les citernes destinées à recevoir les produits pétroliers bruts).

Mais surtout il a fallu rechercher des systèmes de peinture ayant des durées très supérieures à celles jugées jusqu'alors satisfaisantes. Pour y arriver, il a été nécessaire de changer complètement les bases même des



revêtements. En effet, les peintures classiques avaient été perfectionnées petit à petit et avaient atteint pratiquement un plafond en ce qui concerne leur résistance.

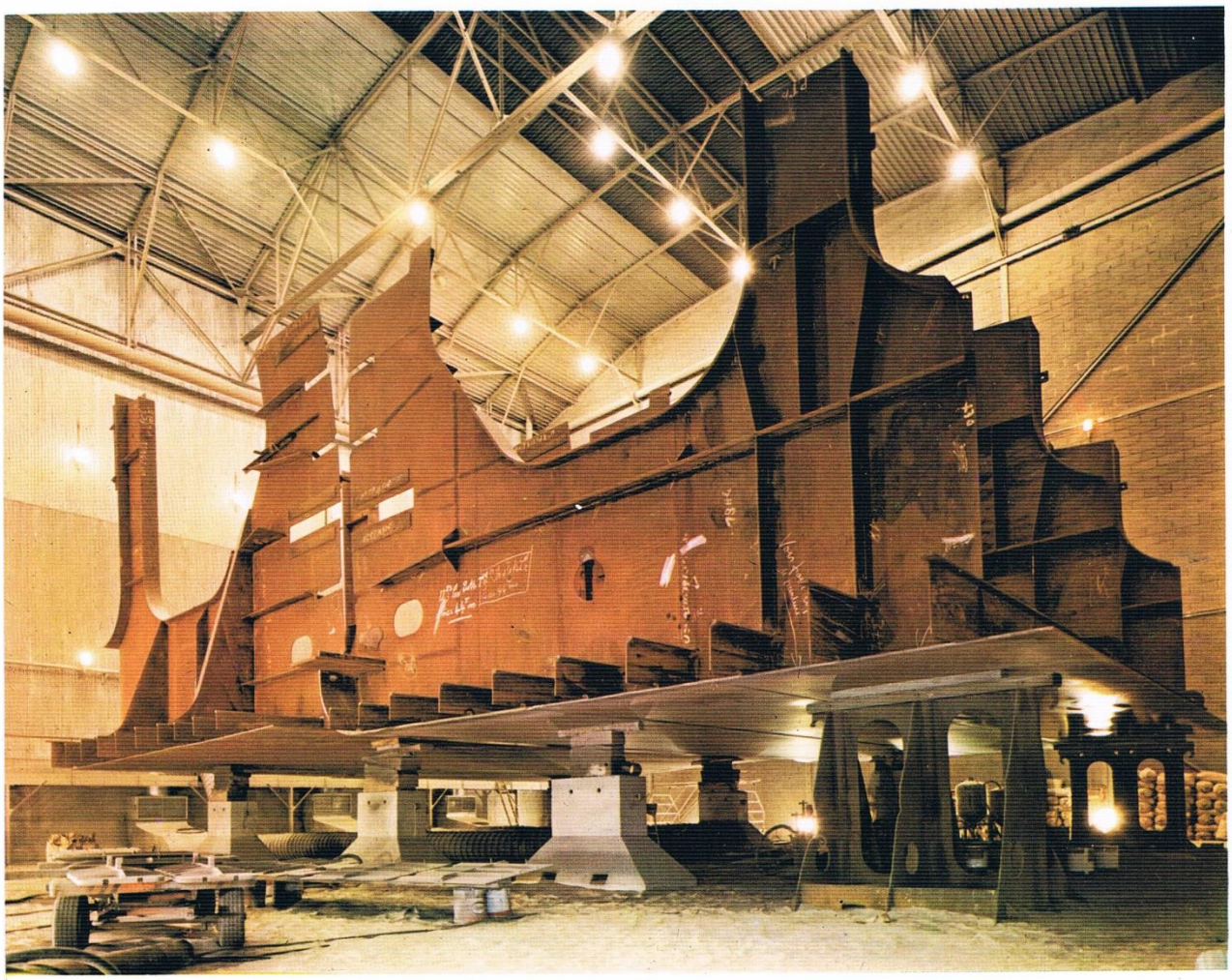
Les nouvelles peintures sont assez nombreuses mais peuvent se résumer en quelques familles :

1. Les peintures à base de **résines époxy** sont celles qui ont eu la plus large diffusion. Combinées à des brais de houille ou des bitumes, ces résines constituent la meilleure protection sous-marine actuelle.

Elles sont très utilisées comme revêtement de citerne. Les peintures à base de ces résines sont très solides mais ne conviennent pas pour des superstructures car ou elles jaunissent, ou elles « farinent » selon les cas.

2. Les résines **polyuréthane** sont moins utilisées, car elles sont très délicates d'application mais elles donnent de très beaux résultats. Les peintures restent très blanches et brillantes.

3. Les résines **vinyliques** et **acryliques** commencent à être d'un emploi courant à la satisfaction des Armateurs.



Bloc en cours de peinture dans l'une des cellules.

... MAIS D'APPLICATION DIFFICILE

Les Chantiers de Construction Navale ne pourraient que se féliciter de cette évolution, si ces nouvelles peintures ne posaient pas de problèmes d'application, souvent fort difficiles à résoudre. Elles sont, en effet, très exigeantes en ce qui concerne, d'une part, la préparation des surfaces et, d'autre part, les conditions de température et de degré hygrométrique à respecter pendant leur mise en œuvre.

Quelques exemples :

— Le silicate de zinc donne en première couche une protection absolument remarquable, mais il impose une surface sablée blanche, brillante et parfaitement sèche et, pendant sa polymérisation, une température d'au moins 18°.

— Les peintures à base d'époxy-brai ou d'époxy pur nécessitent un bon sablage, une surface parfaitement sèche, une température supérieure à

zéro de plusieurs degrés et un degré hygrométrique inférieur à 85 - 90 selon les cas.

Il ne peut donc plus être question de procéder, comme autrefois, à l'application des peintures classiques à l'extérieur, application qu'on n'interrompait qu'en cas de fortes pluies ou de températures inférieures à — 5°.

Quant à l'application à l'intérieur, les plus petites condensations empêchent toute utilisation de ces revêtements.

LES PROTECTIONS « PRIMAIRES »

Ainsi qu'il vient d'être dit, les peintures nouvelles nécessitent un sablage extrêmement fin. Cette opération est chère, lente et nécessite de sévères précautions pour préserver tant le personnel que le matériel.

On a pu diminuer considérablement le sablage en déposant sur les tôles et profilés, dès leur entrée dans le processus de fabrication, une protection primaire représentée par un film mince d'un produit qui a pris le nom de « primaire d'atelier ».

Ces primaires sont appliqués aussitôt après décalaminage et dérouillage des tôles par grenaillage à l'entrée dans les ateliers. Il existe deux principaux types de primaires :

— Epoxy avec poudre de zinc,

— Wash Primer avec oxyde de fer.

Ces produits ne résolvent pas toutefois entièrement le problème : ils ne peuvent, en effet, être appliqués partout, et notamment à l'emplacement des soudures entre blocs. Un sablage partiel reste donc de toute façon indispensable.

Enfin, ces primaires doivent évidemment être recouverts de la peinture définitive et ne peuvent modifier les sujétions d'application de ces peintures qui réclament, comme il a été dit plus haut, des conditions de température et d'hygrométrie déterminées.

PEINDRE LE NAVIRE...

Une première solution consiste à assurer la peinture de l'ensemble du navire au dernier stade de la construction, c'est-à-dire sur le navire dont la tôlerie est pratiquement terminée.

Cette méthode a l'avantage de pouvoir effectuer la peinture pratiquement en une seule fois, avec un nombre limité de retouches terminales.

Elle a, par contre, de nombreux inconvénients :

— Le sablage opéré à bord est une opération difficile (protection du personnel et du matériel).

— Les conditions de température et d'hygrométrie sont évidemment difficiles à respecter.

L'application de peinture époxy dans les citernes demande au moins un bon réchauffage accompagné d'une ventilation puissante, mais s'il s'agit de silicate de zinc, un réchauffeur-déshumidificateur s'impose. Cet engin est très onéreux, lourd et encombrant. L'application hivernale de certains produits implique des abris, aussi étanches que possible, sis sur le pont ou accrochés au bordé et dans lesquels on souffle de l'air chaud.

... OU LES BLOCS ?

Une autre solution consiste à peindre en cabine des blocs entiers avant assemblage dans la forme de construction et à reprendre ensuite les raccords entre blocs.

Cette façon d'opérer n'est évidemment intéressante que si la surface des blocs est très importante par rapport aux surfaces de reprise. Ceci est le cas lorsque les blocs préfabriqués sont des blocs de grandes dimensions.

C'est la solution choisie à Saint-Nazaire, qui dispose maintenant de 7 « cabines » de peinture dont chacune reçoit un bloc de très grandes dimensions. Ces cabines, de 600 m2 de surface chacune, permettent de traiter des blocs jusqu'à 13 m de hauteur.

Ces cabines sont dotées d'un conditionnement d'air (chauffage et ventilation) très important.

L'application des peintures les plus difficiles peut y être effectuée dans les meilleures conditions possibles.

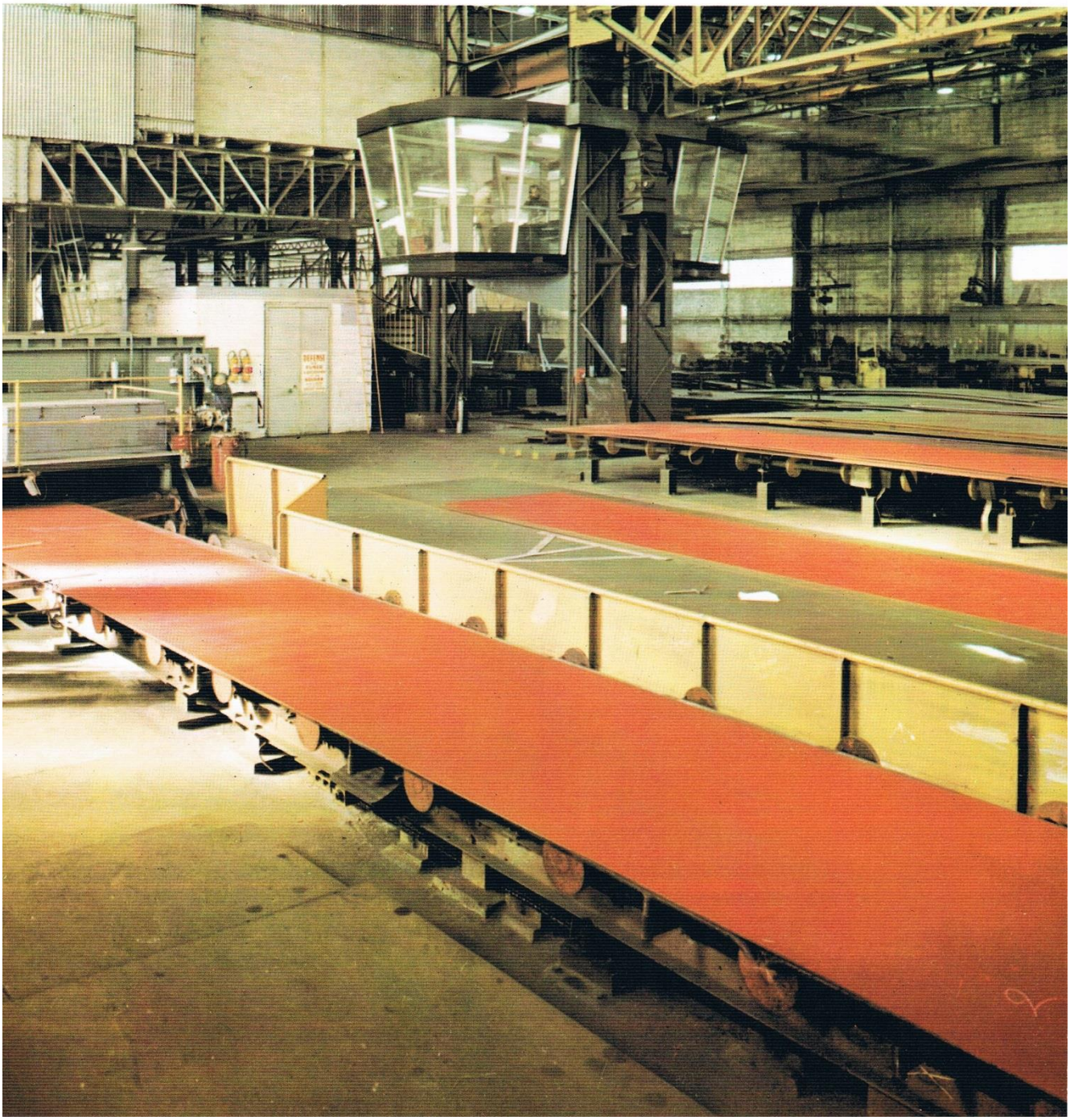
Les tôles sortant du parc passent par une grenailleuse, puis par une machine à peindre (photo ci-dessous) où elles reçoivent une couche de peinture primaire, soit à base d'oxyde de fer, soit à base de zinc.

Ces machines doivent permettre de déposer un film d'une épaisseur très faible (10 à 20 microns).

Les opérations de soudure qui sont effectuées sur ces tôles brûleront en effet la couche de peinture primaire en dégageant des produits dont la teneur dans l'air immédiatement ambiant doit rester inférieure à des seuils fixés par les Services d'hygiène et de sécurité.

Cette teneur étant évidemment proportionnelle à l'épaisseur du film, ceci conduit à la fois à limiter cette épaisseur et à la contrôler régulièrement.

Des épaisseurs trop grandes conduiraient également à des imperfections dans la réalisation des soudures et même à l'oxycoupage.



Les pétroliers de 500 000 tdw sont-ils pour demain ?..

Le prix de revient de la tonne de fuel transportée par un pétrolier varie de façon très importante avec l'augmentation de capacité du navire : d'une part, certains éléments des charges d'exploitation restent pratiquement constants (équipage notamment), d'autre part, le prix de construction du navire diminue rapidement avec l'augmentation du tonnage.

Le graphique ci-contre rend compte de l'évolution du coût du transport d'une tonne de pétrole du Golfe Persique au Havre en fonction de la taille du pétrolier (en prenant comme base 100 le pétrolier de 50 000 tdw) et en fonction de la route suivie (Suez aller et retour, Suez aller et Cap retour, Cap aller et retour).

Ce graphique ne prétend pas à une grande précision. Un certain nombre d'éléments sont actuellement inconnus ou mal connus (quel sera le prix d'un pétrolier de 500 000 tdw ou de 1 000 000 de tdw ? Quelle sera demain la redevance perçue par le Canal de Suez ?...).

Le graphique se borne en conséquence à donner l'ordre de grandeur de l'évolution déjà réalisée et à esquisser les perspectives ouvertes sur l'avenir.

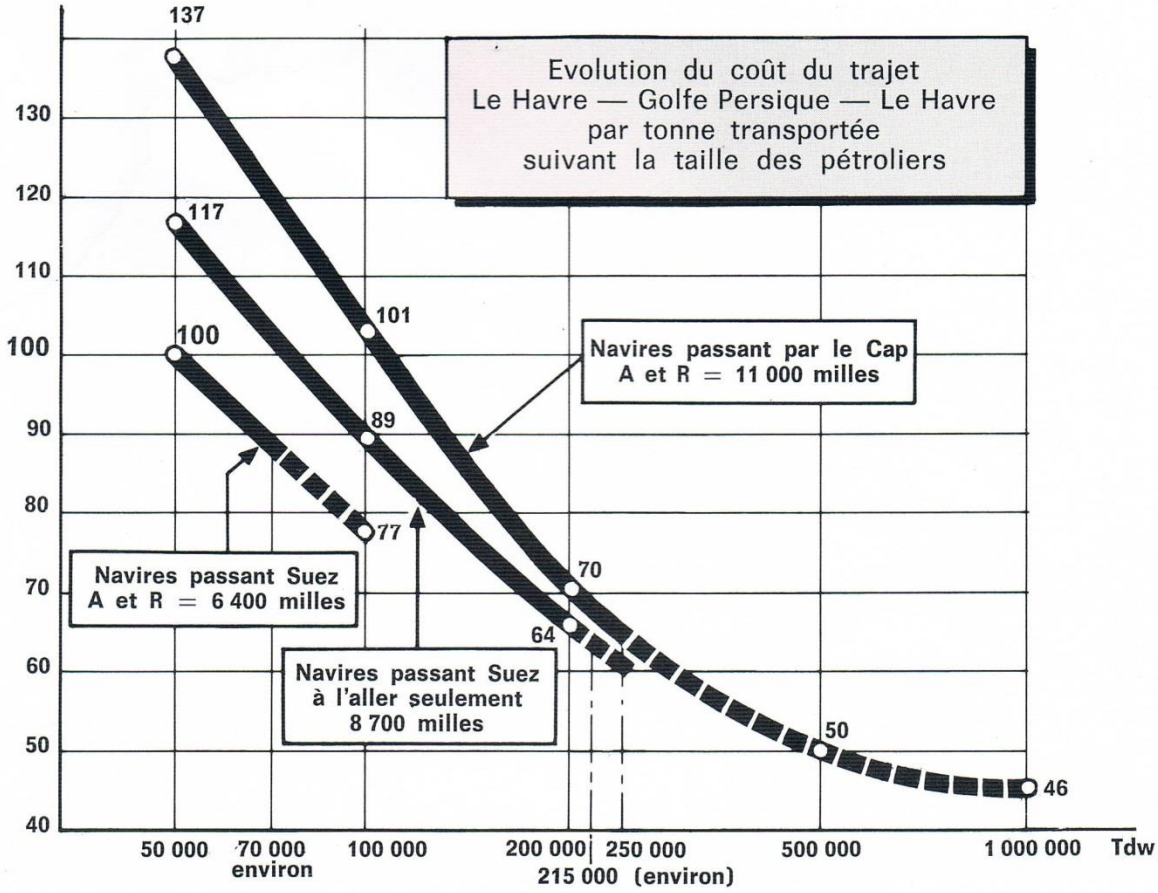
Le chemin parcouru entre le pétrolier de 50 000 t et le pétrolier de 200 000 t environ est certainement très important.

DE 50 000 à 200 000 tdw, REDUCTION D'UN TIERS

Entre le pétrolier de 50 000 t passant Suez aller et retour (indice 100) et le pétrolier de 200 000 t passant Suez à l'aller et le Cap au retour (indice 64), le gain réalisé est de 36 %. Le gain reste encore de 30 % si le pétrolier de 200 000 t passe par Le Cap aller et retour (indice 70).

Le pétrolier de 500 000 t s'inscrit approximativement à l'indice 50, soit par conséquent la moitié du coût énoncé pour le pétrolier de 50 000 t.

Le pétrolier de 1 000 000 de t se situe vers l'indice 46, soit 8 à 10 % de moins que le pétrolier de 500 000t — mais la réduction ne représente plus que 4 % du coût du pétrolier de 50 000 t.



Mais, dans le choix de la taille du navire, d'autres éléments entrent en jeu dont nous énumérons les principaux ci-après.

LES CONTRAINTES DU CANAL DE SUEZ

Tous les navires dits de 200 000 tdw (dont le port en lourd réel varie entre 175 000 et 240 000 tdw) actuellement en commande sont des navires dont les caractéristiques ont été définies de façon à permettre le passage de Suez à vide, compte tenu des projets d'agrandissement du Canal.

Quelles sont les limitations imposées par le Canal de Suez ?

Ces limitations portent sur les trois dimensions : tirant d'eau, longueur et largeur du navire.

Tirant d'eau :

Le tirant d'eau maximum pour un transit normal par le Canal avant sa fermeture, en mai 1967, était de 38 pieds. D'autres travaux étaient prévus qui devaient porter le tirant d'eau en 1972 vers 62 pieds.

Deux conclusions :

— d'une part, même compte tenu des travaux prévus pour 1972, le Canal ne pouvait autoriser le passage à pleine charge que de pétroliers d'environ 120 000 tdw (tirant d'eau en charge d'environ 49 1/2 pieds) ;

— d'autre part, les pétroliers de 250 000 tdw sur lest ont un tirant d'eau d'environ 36 pieds, ce qui leur permet de passer le canal même aux cotes de 1967.

La limitation de tirant d'eau n'interviendrait que pour des navires nettement plus gros.

Longueur :

Sur certains points de son parcours, le Canal présente des courbes qui limitent la longueur des navires du fait de leur rayon de giration. Avant la fermeture du Canal, la longueur maxima autorisée à la flottaison était de 1 000 pieds (305 m). Cette longueur maxima devait être portée, vers 1972, à 1 080 pieds (329,20 m).

Largeur :

La largeur est la limitation la plus importante dans les circonstances actuelles.

Il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une limitation de largeur, mais d'une limitation de la section transversale immergée du navire qui ne doit pas dépasser le quart de la section droite du Canal.

Au début de 1967, cette section était d'environ 1 800 m² ; ainsi, les pétroliers de 200/220 000 t, dont le tirant d'eau sur lest, est au minimum d'environ 9 m (hélice immergée aux 3/4) et dont la largeur est voisine de 50 m, se situaient à la limite de ces conditions.

Les autorités du Canal de Suez avaient fait savoir que dès 1972, la surface transversale du Canal serait portée à 2 400 m², ce qui aurait permis le passage à vide de navires ayant une largeur de 55 à 60 mètres pour un tirant d'eau ne dépassant pas 10/11 mètres.

***

En résumé, le passage du Canal, dans l'état où il se trouvait avant sa fermeture, impliquait des navires ayant une largeur entre perpendiculaires de 305 mètres et une largeur inférieure à 50 mètres. En 1972, ces dimensions auraient été portées respectivement à 330 mètres et 55/60 mètres.

En fait, les navires de 330 m de long ne peuvent pas avoir, pour des raisons de prix de revient, une largeur supérieure à 55 m et c'est donc la limite de longueur qui joue. Or cette longueur correspond à des navires d'environ 300 000 tdw.

En conclusion, les navires d'environ 300 000 tdw paraissent être les plus grands susceptibles de passer Suez à vide dans un délai minimum de 5 ans (les travaux du Canal ont d'ores et déjà plus d'un an de retard et ne seront peut-être pas repris à la réouverture avec la même cadence, ni même peut-être les mêmes objectifs).

Bien entendu, les armateurs peuvent décider de s'affranchir complètement du Canal et accepter l'allongement de la route maritime qui en résulte.

LA LIMITE DES FORMES DE REPARATION...

Une autre considération joue un rôle important. Les grands pétroliers doivent bien entendu, comme les autres navires, être carénés régulièrement et réparés. Or, compte tenu de leurs dimensions en largeur et en longueur, il n'y a dans le monde que 7 formes de réparation susceptibles de recevoir des pétroliers de 210 000 t type Shell.

Ces formes sont les suivantes :

— Marseille (320 m × 50 m).
— Sasebo (323 m × 51,2 m).
— Scaramanga (328 m × 54,5 m).
— Hambourg (334 m × 55,8 m).
— Brest (338 m × 55 m).
— Saint-Nazaire (350 m × 50 m).
— Lisbonne (350 m × 54 m).

Sur ces 7 formes, 2 seulement sont certainement susceptibles de recevoir des pétroliers de 250 000 t type Esso (Brest et Lisbonne).

Les pétroliers de 250 000 t type Esso représentent à peu de chose près la limite des navires susceptibles d'être reçus dans une forme de réparation existante.

Bien entendu, des formes plus grandes peuvent être ultérieurement construites, mais le prix d'une forme est élevé et se répercuterait, bien entendu, sur le coût des carénages et des réparations des grands navires.

L'une des principales routes pétrolières, celle qui dessert l'Europe du Nord (Le Havre et Rotterdam), passe par la Manche. La profondeur d'eau à marée basse y est de 23 à 24 mètres.

Compte tenu de l'enfoncement du navire dû à la vitesse sur petits fonds (près d'un mètre), du roulis (50 centimètres environ pour un grand navire) et de quelques autres considérations, le tirant d'eau limite est de 19 à 20 mètres (62 à 65 pieds).

De leur côté, les ports européens ne sont pas sensiblement mieux partagés.

En 1969, les tirants d'eau maxima autorisés seront approximativement les suivants :

— Fos (nouveau port pétrolier de Marseille)	20 m
— Le Havre	19 à 20 m
— Rotterdam	19 m

Or, un navire dont le tirant d'eau en charge est de 20 m ne peut pas dépasser un port en lourd de 250 000 t sans voir son prix de revient à la tonne dw augmenter de façon très importante.

On peut tourner la difficulté par des ports relais en eau profonde, mais il n'est pas certain que cette solution soit applicable à tous les cas et il reste, bien entendu, la limitation des formes de radoub et les considérations relatives au Canal de Suez qui ont été exposées ci-dessus.

LA TAILLE DES NAVIRES DOIT ETRE PROPORTIONNEE A LA TAILLE DES RAFFINERIES

Une dernière contrainte apparaît enfin être l'une des plus importantes : la taille des navires doit être proportionnée à la taille des raffineries.

La Société BP, dans un article récent, donne les indications suivantes :

« La règle pratique pour la capacité d'un navire desservant directement une raffinerie est qu'elle ne doit pas excéder le tiers ou le quart de sa capacité mensuelle de traitement, soit la moitié de sa capacité de stockage de brut. Sinon, on perd en souplesse d'exploitation de la raffinerie et du navire ce que l'on gagne sur les coûts de celui-ci. On peut tourner cette règle en répartissant la cargaison entre plusieurs raffineries, en utilisant un stockage portuaire ou en construisant de nouveaux stockages en raffineries, mais les coûts sont élevés.

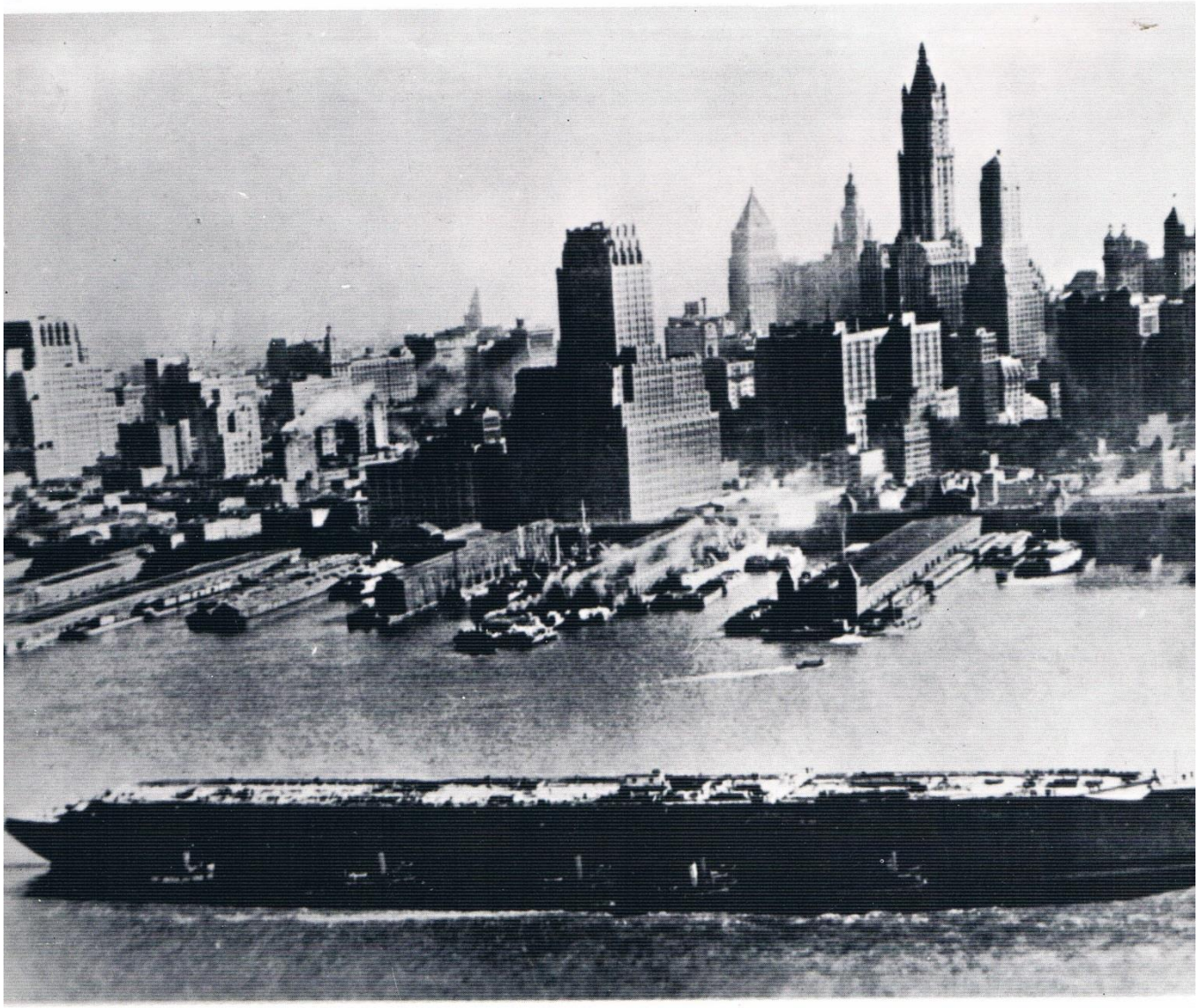
« A titre d'exemple, les 150 000 m³ du pétrolier « Montsoreau » (125 000 tdw) seraient trop pour la raffinerie de Vernon à son stade initial de 3 millions de tonnes par an, mais s'y adapteront après un futur agrandissement, comme ils conviennent déjà à Lavéra.

« Le navire de 200 000 - 250 000 t est « fait » pour une raffinerie de 7 à 8 millions de tonnes. Or, il n'y en a actuellement que deux en France qui dépassent cette taille et on prévoit qu'en 1970 il n'y en aurait pas plus de vingt en Europe. »

Et la conclusion de la Société BP est la suivante :

> *« Pour ces raisons, le navire de 500 000 t est encore loin. Il reste aux raffineries à rattraper le retard qu'elles semblent prendre, dans cette course à la grandeur, relativement aux tankers. »*

La fin



du "Normandie"

LE 9 Février 1942, à 14 heures, le paquebot « Normandie », à quai à New York, était ravagé par un incendie, puis chavirait.

Les images extraordinaires qui suivent nous ont été communiquées par les Services Photographiques du Centre Culturel Américain de Paris.

Réquisitionné par le gouvernement américain, le 16 décembre 1941, et destiné à devenir, sous le nom de « Lafayette », un transport de troupes, « Normandie » était en cours de reconversion lorsqu'il chavira dans le port de New York, le 9 février 1942, sous le poids de l'eau déversée pour combattre un grave incendie qui s'était déclaré à son bord.

On sectionnait au chalumeau les quatre grandes colonnes du hall-salon à proximité de matières inflammables : balles de kapok entourées de toile d'emballage. Trois colonnes étaient déjà enlevées et l'on travaillait à la quatrième quand un jet d'étincelles atteignit les objets entassés que rien ne protégeait.

Incident bénin en soi. Mais nul service d'incendie n'était prêt à intervenir. Aucun des dispositifs anti-feu si généreusement prodigués à bord du « Normandie » n'était, du fait des travaux, en état de fonctionner. L'épaisse fumée dégagée par le kapok en combustion paralysait l'action des hommes prêts à agir qui, avec quelques seaux d'eau, auraient sans doute, dans les premières secondes, conjuré la catastrophe. Aspirée par le ventilateur qu'on n'avait pas pris la précaution élémentaire de stopper, cette fumée mit en fuite le personnel qui se trouvait dans la machine. Le sauve-qui-peut général vidant en quelques instants le navire, le laissait la proie des flammes.

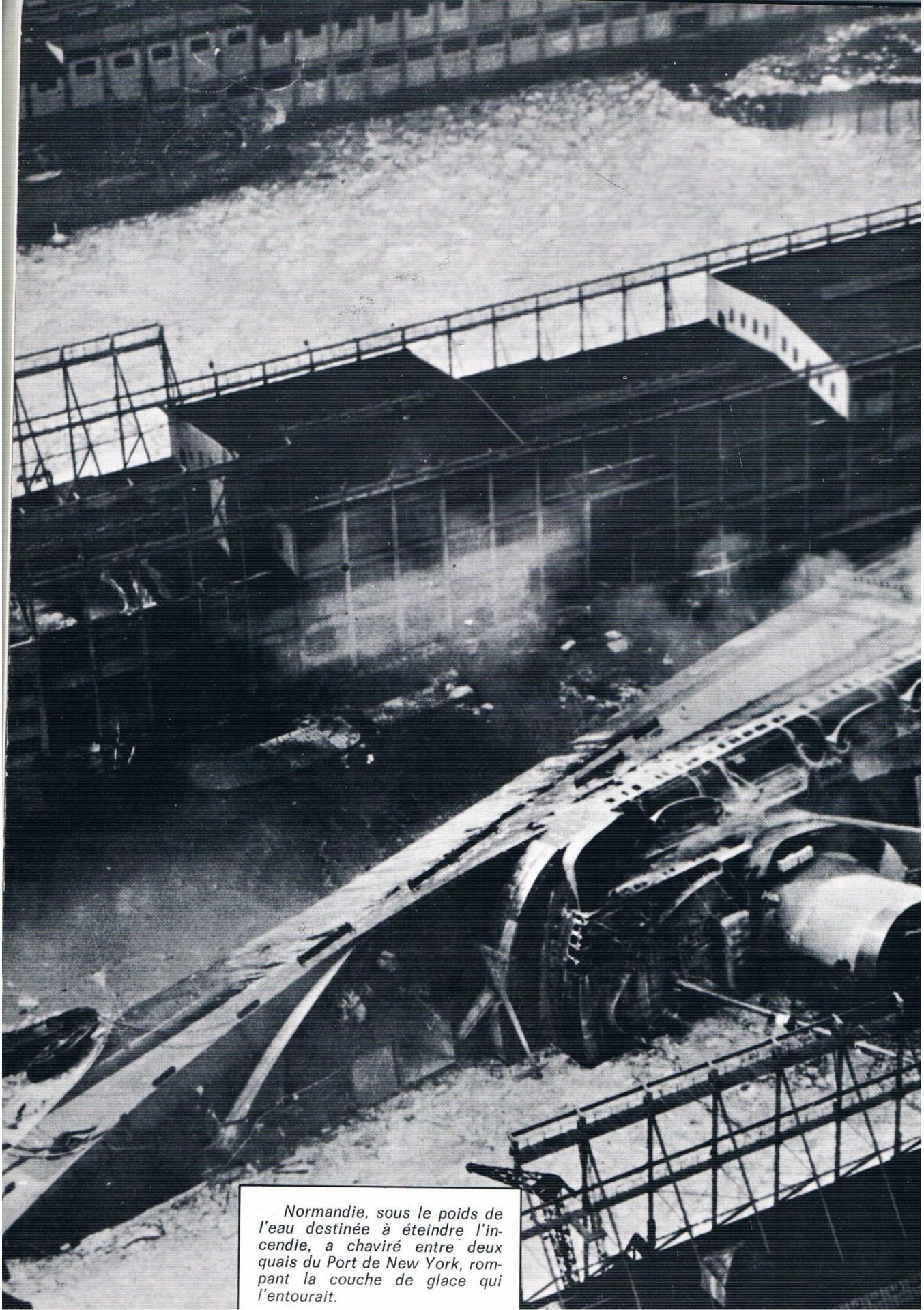
Quand les pompiers du port intervinrent toutes les superstructures brûlaient. Ils les noyèrent sous des tonnes d'eau. Le feu s'éteignit, mais l'eau emmagasinée dans les parties hautes du navire constituait un danger aussi redoutable : elle le déséquilibrait. Il s'inclina à babord. A la marée montante sa position devint critique. Il chavira vers deux heures, le matin du 10 février.

Renfloué plus tard, il fut jugé inutilisable et livré aux démolisseurs.

Ainsi finissait ce qui fut le premier paquebot du monde.

Normandie, les superstructures rasées, est remorqué du quai du Port de New York, où il a pris feu et où il a chaviré, jusqu'au chantier où il sera ferraillé.

Normandie en flammes dans le Port de New York.



Normandie, sous le poids de l'eau destinée à éteindre l'incendie, a chaviré entre deux quais du Port de New York, rompant la couche de glace qui l'entourait.

CA