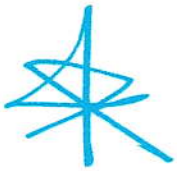
BULLETIN TECHNIQUE DES CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE

N° 7
MAI
1967

Le 1er Juillet 1968

IL N'Y AURA PLUS D'AIDE FRANÇAISE A LA CONSTRUCTION NAVALE FRANÇAISE...



Le 1er juillet 1968, c'est-à-dire dans un peu plus d'un an seulement, le régime d'aide nationale à la Construction Navale française aura vécu.

Ce régime, créé en 1951, aura, pendant 15 ans, permis aux Chantiers français de vivre pendant qu'une véritable révolution se produisait, marquée par le développement extrêmement rapide de la taille des navires, une transformation profonde des méthodes de construction, une internationalisation chaque jour plus poussée du marché de la Construction Navale.

Le 1er juillet 1968 il n'y aura plus de loi française d'aide à la Construction Navale française, il n'y aura plus de loi italienne d'aide à la Construction Navale italienne, il n'y aura plus d'aides des laender allemands à la Construction Navale allemande.

Il n'y aura plus qu'une aide commune, la même pour tous les pays de la Communauté Européenne — et cette

aide, qui continuera à être mise en œuvre par des fonctionnaires français, cessera d'être fixée par le seul Gouvernement français. Son taux et ses conditions d'application seront fixés à Bruxelles par le Conseil des Ministres de la Communauté, statuant sur proposition d'une Commission où les différents pays sont représentés.

En quoi ce régime modifiera-t-il la situation de fait actuelle ?

La différence porte essentiellement sur deux points :

— d'une part, l'aide européenne sera par définition identique pour tous les pays européens. Nous ne pourrons donc plus espérer une aide spécifiquement française plus élevée que celle de nos voisins et venant compenser les disparités de notre structure industrielle ou de notre structure économique et sociale.

A l'intérieur du Marché Commun, tous les Chantiers de Construction Navale seront désormais (s'ils ne l'étaient déjà) sur le même pied.

— d'autre part, bien qu'elle ne soit encore définie ni dans son montant, ni dans ses modalités, l'aide communautaire de demain sera certainement réduite de façon très importante par rapport à l'aide française appliquée jusqu'à la fin de 1966.

Deux problèmes vont donc se poser le 1er juillet 1968 :

✳ celui de notre compétitivité à l'intérieur du Marché Commun, par rapport à nos concurrents allemands, hollandais, belges et italiens ;

✳ celui de notre compétitivité à l'extérieur du Marché Commun, c'est-à-dire essentiellement vis-à-vis des Japonais.

Pourrons-nous produire au même prix que nos concurrents du marché commun ?

Français, Allemands, Hollandais, Belges et Italiens vont donc se trouver recevoir la même aide.

Sur le plan de la compétitivité interne au Marché Commun, c'est exactement comme si nous ne recevions, les uns et les autres, aucune aide.

La question qui se pose est donc parfaitement simple et claire :

« Le prix de revient de la Construction Navale dans les Chantiers français, et plus particulièrement à Saint-Nazaire, pourra-t-il s'établir au même niveau que le prix de

revient réalisé par les Chantiers allemands, par les Chantiers hollandais, belges ou italiens ? »

Avant de répondre, une autre question se pose :

« Les Chantiers français sont-ils placés dans des conditions équivalentes à celles des autres Chantiers européens ? »

Les plus dangereux de nos concurrents sont incontestablement les Chantiers allemands. Pourrons-nous, à Saint-Nazaire, atteindre les mêmes prix de revient que les Chantiers de Kiel et de Hambourg ?

Il est certain que ces derniers ont sur nous trois avantages importants :

- Ils ont, tout d'abord, derrière eux une industrie mécanique extrêmement puissante (3 ou 4 fois plus puissante que l'industrie mécanique française), qui met à leur portée des moyens de production et de conception plus importants que ceux dont nous pouvons nous-mêmes disposer.

  Bien entendu, nous pouvons nous-mêmes avoir accès au Marché allemand et acheter certains matériels en Allemagne. Mais nous ne pouvons pas évidemment obtenir la même coopération et la même souplesse d'intervention.

- Ils sont, d'autre part, aux portes de leur Sidérurgie et de leur industrie lourde, alors que 4 des 5 grands Chantiers français en sont à plus de 700 kilomètres, ce qui se traduit, toutes choses égales d'ailleurs, par une augmentation de prix des principales matières premières.

- Enfin, les Chantiers allemands se trouvent dans des zones fortement industrialisées (Kiel et Hambourg), offrant un marché du travail beaucoup plus souple que celui que les Chantiers français peuvent trouver dans l'isolement de leurs régions respectives.

  Il y est beaucoup plus facile d'adapter les effectifs des Chantiers à leur carnet de commandes, aussi bien en nombre qu'en qualification professionnelle, suivant l'évolution des types de navires et des techniques.

Ces trois avantages sont très importants.

Cependant, lorsque l'Administration française nous a demandé si nous pensions pouvoir être compétitifs à l'intérieur du Marché Commun, une fois disparu le régime d'aide propre à la Construction Navale française, nous avons répondu **« oui »**.

Nous avons en effet admis que le Marché Commun parviendrait à trouver un état d'équilibre assurant une compensation naturelle des disparités constatées.

Trignac
Bert
Bout de Bert
Bout d'Aine
la Mezelan
le Pierre Blanche
les Grimaudières
ILE DE FAUGARET
Aucard
Trembly
les Grenouillères
la Prévôté
les Daguets
Certé
la Menée Landais
la Menée Lambourg
la Butte de Certé
le Bouillon
la Croix de Méan
Méan
Bellevue
Gron
le Bossin
l'Isle
le Grand Hervé
la Providence
les Rivières
la Gagnerie
Ancnes Forges
Abattoir
Parc à Matériel
Canal Sout.
le Bras
les Longues Lèches
le Petit Savine
Trefféac
la Butte de Savine
Savine
les Grs Champs
les Mares
la Croix Amisse
Herbins
Prézégat
Cité du Pré Gras
Penhoët
Ateliers de Constn Aérque
le Plateau
Brivet
Balises
Feu du Brivet (postérieur)
Feu du Brivet (antérieur)
le Gr Tourteau
Formes de Radoub
Bin DE PENHOËT
Chantiers de Constn
Roches de Penhoët
Tlt de Penhoët
Chantiers
St-NAZAIRE
Pte Rade N. E.
Chenal de Donges
Chenal Donge, Aval Tribord
Basse Nazaire
Basse Nazaire E
Bacs
Embarcadère
Jonction
Entrée Couverte
Bin DE St-NAZAIRE
Formes Joubert
Criée
Gare
la Belle Hautière
la Berthauderie
Toutes Aides
le Plessis
la Bernerie
Caporal
le Menaudoux
la Briandais
Scolaire
Parc Paysager
Trélan
Gâtignets
Sautron
le Pertuis Chaud
Ville-es-Martin
Phare de Ville-es-Martin
Plet DU PETIT TRAICT
Plet DU GRAND TRAICT
Direction du Port
AVANT-PORT
Tlt des Vignettes
Vignettes
Marégraphe
Entrée Sud
Bifurcation
Phare du Vt Môle
RADE DE St-NAZAIRE
Banc de Mindin
Roches de Vila
Mindin
le Nez de Chien
Ancn Fort
EMBOUCHURE
Banc de Mindin

Vue générale du nouveau chantier dans l'estuaire de la Loire

Nous avons porté, sur la carte de l'estuaire de la Loire, en rouge, l'emplacement du nouveau Chantier.

On constate que son extrémité se situe exactement sur le prolongement de la digue de Montoir, en bordure immédiate du chenal.

La surface ainsi gagnée sur la mer s'élève à 20 hectares.

A noter que cette carte n'est pas à jour en ce qui concerne le Chantier. On y voit toujours figurer les anciennes cales 5 et 6 et la petite forme n° 2, qui ont toutes trois été détruites. Manque, par contre, l'atelier de mécanique n° 2.

Si cette hypothèse ne se trouvait pas réalisée, des mesures de sauvegarde s'imposeraient au Gouvernement français.

Serons-nous compétitifs vis-à-vis des Japonais ?

Ce n'est pas parce que nous avons répondu « oui » à la première question que le problème est résolu.

Il ne sert en effet à rien à Saint-Nazaire, à Dunkerque ou à La Ciotat, de produire aux mêmes prix que Kiel et Hambourg si le nouveau prix de revient aussi obtenu — compensé cette fois-ci par l'aide communautaire — ne nous permet pas de vendre aux niveaux de prix de nos concurrents extérieurs au Marché Commun.

En n'évoquant que le marché des grands navires, nous pouvons dire que le prix de vente du marché international est actuellement le prix japonais, et la question qui se pose est donc la suivante :

« Pourrons-nous atteindre, avec l'aide communautaire, les niveaux de prix japonais ? »

L'aide communautaire n'étant pas fixée, il est évidemment impossible aujourd'hui de répondre à cette question.

On peut penser d'autre part que Bruxelles aura la sagesse de fixer précisément l'aide communautaire à un niveau qui permette, au moins aux meilleurs Chantiers européens, de vendre, sur le marché international, aux prix japonais.

Ce problème est donc théoriquement soluble.

Il est cependant certain que le taux de l'aide communautaire qui sera fixé à Bruxelles sera très nettement inférieur au taux qui était pratiqué en France jusqu'à la fin de 1966 — or, à cette époque, nous avions de grandes difficultés à parvenir aux niveaux de prix japonais.

Et cependant, le programme d'investissements que nous avons en cours doit nous placer au niveau des grands Chantiers japonais.

✳ Le Chantier de Saint-Nazaire de demain aura une capacité de production équivalente à celle des plus grands et des plus modernes Chantiers japonais.

Cette capacité de production peut s'exprimer le plus facilement en tonnes de coque métallique mensuelles. Les Chantiers japonais les plus modernes (I.H.I. - Yokohama, Hitachi - Sakaï, notamment) ont une capacité de production de 10 000 à 12 000 tonnes par mois. Ce sera exactement la capacité de production du nouveau Chantier de Saint-Nazaire.

Les équipements de ce nouveau chantier seront, dans l'ensemble, plus lourds, plus mécanisés, plus automatisés que ceux des Chantiers japonais les plus modernes.

Pourquoi, dans ces conditions, ne sommes nous pas compétitifs avec les Japonais ?

Une récente mission au Japon nous a confirmés dans les conclusions que nous avions déjà tirées : la main-d'œuvre japonaise est d'une qualité physique et intellectuelle remarquable et son niveau moyen de salaires est beaucoup plus bas que le nôtre. L'écart est encore plus important sur l'encadrement et sur les ingénieurs.

Ce handicap fondamental est compensé dans une certaine mesure, par l'endettement de la plupart des Sociétés japonaises et par le taux élevé du crédit à l'intérieur du Japon. Mais la situation est aggravée, par contre, par le fait que l'énorme production de la Construction Navale japonaise permet de développer une industrie sous-traitante à un niveau inconnu en Europe ; par exemple, le plus important constructeur de moteurs Diesel lents européen produit 250 000 chevaux de moteurs par an ; le plus important constructeur japonais en sort 800 000. De tels niveaux de production ne peuvent pas ne pas conduire à des prix de revient intrinsèquement beaucoup plus bas, qui viennent à leur tour aider la Construction Navale japonaise.

Le programme d'investissements de Saint-Nazaire vient donc extraordinairement à son heure :

— l'heure du Marché Commun,

— l'heure de la cessation de toute protection des Chantiers français par rapport à leurs concurrents européens,

— l'heure où la protection commune de tous ces Chantiers européens par rapport au reste du monde va être réduite de façon très importante.

En décembre 1968, quand l'ensemble de notre programme d'investissements aura été achevé, quand, en ce même mois de décembre 1968, le premier navire de 200 000 tonnes entièrement construit avec les nouveaux outils de production sortira de la nouvelle forme pour prendre la mer, nous aurons fait tout ce que nous pouvions pour donner à Saint-Nazaire les moyens physiques d'être compétitifs vis-à-vis de tous nos concurrents européens.

Il restera à ce que le travail de chacun s'inscrive lui aussi dans ce même cadre européen.

Les investissements, en effet, ne suffisent pas : il y faut encore la volonté et l'intelligence de tous.

Ce numéro de notre Bulletin Technique est consacré au programme spécial d'investissements "Construction Navale" actuellement en cours.

Ce programme d'investissements, au moment où la domination japonaise s'accentue, où l'aide à la Construction Navale Française se réduit au niveau d'une aide communautaire, est le signe de notre volonté d'assurer la permanence à Saint-Nazaire d'un grand Chantier Naval.

Un Chantier Naval apte, par sa modernisation et l'accroissement de son efficacité, à rester compétitif dans les années à venir.

3 objectifs...

Le programme d'investissements 1966-1968 a un triple objectif :

1. Adaptation du Chantier à l'évolution de la taille des navires

Au cours des 10 dernières années, le Chantier de Saint-Nazaire s'est orienté — sans pour autant accepter une spécialisation totale — vers les navires du type pétrolier-minéralier.

Or le marché des pétroliers s'est brutalement déplacé de la zone des 100 000 tdw (navires Suez) à celle des 170 000 - 200 000 tdw (navires Suez sur lest seulement).

Sur un total d'environ 24 millions de tonnes tdw de pétroliers en commande au début de 1967, on compte environ 70 navires de la classe 170 - 200 000 tdw.

Quelques commandes pour des navires plus grands (qui ne sont plus susceptibles de passer par Suez, même sur lest) ont été également passées : 6 pétroliers de 276 000 tdw.

Au total, 76 navires de 170 000 tdw et près de 14 millions de tonnes environ, soit près de 60 % du total des pétroliers en commande.

Enfin, des projets de navires de 500 000 tdw sont à l'étude dans plusieurs pays, sans qu'il soit possible de dire encore actuellement si de tels navires ne posent pas de problèmes de construction susceptibles d'entraîner des augmentations de prix de revient — ou des problèmes d'exploitation susceptibles de réduire leur intérêt.

Ces pétroliers constituent actuellement la limite des navires pris en compte dans les programmes d'investissements des Chantiers mondiaux comme navires susceptibles d'être construits dans des formes de construction.

Même si l'évolution vers des navires de plus de 175 000 - 200 000 tdw ne devait pas se produire, il est certain que le marché des grands pétroliers s'est déplacé et exige maintenant que les Chantiers constructeurs disposent de formes modernes d'une largeur d'environ 54 mètres permettant la construction de navires de 50 - 52 mètres de largeur.

Or les installations actuelles du Chantier de Saint-Nazaire ne permettent pas de construire des navires de cette classe.

La largeur de la Forme Jean Bart (44 m) limite, en effet, la taille des navires susceptibles d'y être construits, à 130 000 tdw environ.

Des dispositions exceptionnelles nous permettront cependant de construire les deux premiers pétroliers de 175 000 tdw actuellement en commande (construction jusqu'à 44 m de largeur dans la forme Jean-Bart et achèvement dans la forme Joubert), mais cette solution conduit à un prix de revient très élevé et à des délais de construction anormalement longs et elle ne peut donc être retenue qu'à titre provisoire en attendant la nouvelle forme.

2. Rétablissement de la capacité de production du Chantier

L'augmentation de la taille des navires pétroliers et minéraliers a eu pour effet de **réduire la capacité de production** du Chantier, sur le plan du montage de la coque métallique d'une part, des ateliers d'usinage et de préfabrication d'autre part.

- En ce qui concerne le montage de la coque métallique, la forme Jean-Bart, du fait de sa largeur et de la longueur de la plateforme de construction, voit sa capacité diminuer lorsque la taille des navires augmente.
- En ce qui concerne les ateliers, ils ne sont absolument pas adaptés au tonnage de coque métallique des grands navires — encore moins au poids unitaire des éléments constituant les structures.

Le programme d'investissements a donc eu pour second objet de rétablir la capacité de production du Chantier.

3. Réduction de prix de revient

Enfin, la perspective d'un alignement à court terme de l'aide française à la Construction Navale sur une aide européenne d'un niveau réduit oblige les Chantiers à rechercher les moyens d'une réduction **considérable** de prix de revient.

Les transformations nécessaires pour réaliser les deux premiers objectifs ont donc été conduites de façon à permettre la réalisation de prix de revient compétitifs avec ceux des autres Chantiers européens, notamment Suédois et Allemands.

Les grandes lignes du programme d'investissements

Les grandes lignes du programme spécial d'investissements 1966-1968 de la Division Construction Navale sont les suivantes :

Concentration des opérations de montage de la coque métallique sur une « plateforme de construction »

En 1955, lors de leur création, les Chantiers de l'Atlantique utilisaient, pour la construction de leurs navires :

— la plateforme de la Forme Jean-Bart,

— la souille profonde de la même Forme,

— une cale de 310 m (cale n° 1),

— trois cales de 190, 200 et 235 m,

— un bassin de 135 m.

La réduction des délais de construction et l'amélioration de l'utilisation de la Forme Jean-Bart ainsi que la diminution du nombre des navires en construction (du fait de l'augmentation de leur taille), ont permis de supprimer successivement le bassin de 135 m et les trois cales de 190, 200 et 235 m.

Demeurent donc actuellement trois zones de construction des coques métalliques :

— la cale n° 1,

— la plateforme de la Forme Jean-Bart,

— la souille profonde de cette même Forme.

L'objectif du programme d'investissements est de concentrer la totalité de la construction des coques de navires sur la plateforme de la Forme Jean-Bart, la construction sur la cale n° 1 et dans la souille profonde étant en principe supprimée.

Ceci suppose :

— d'une part, une très importante augmentation des cadences de construction des coques métalliques. Cette augmentation de cadence est obtenue par l'ensemble des autres dispositions du programme d'inves-

tissements, et plus particulièrement par la création d'une plateforme de prémontage (voir paragraphe 2 ci-après) ;

— d'autre part, une extension en largeur et en longueur de la plateforme de montage de la Forme Jean-Bart.

L'extension **en largeur** a été rendue possible pratiquement sans dépense. La Forme Jean-Bart disposait en effet d'une plateforme de 90 m, dont 45 m étaient affectés à la circulation de la grue de 250 tonnes. Le remplacement de cette grue, pour le montage sur cale des navires, par un portique a permis de réduire l'emprise de la grue de 250 tonnes et de porter la largeur utilisable de la plateforme à 70 mètres.

L'extension **en longueur** était indispensable pour permettre d'assurer suivant la formule dite « semi-tandem », la construction des grands navires.

Cette formule (utilisée à Saint-Nazaire une dizaine d'années avant le Japon), suivant laquelle on construit simultanément l'arrière d'un navire et l'avant du navire précédent, nécessite une longueur de cale égale à 1,5 fois la longueur du navire maximum.

L'extension a été fixée à 150 m, pour porter à 470 m la longueur totale de la plateforme.

Ceci permet d'assurer la construction, en semi-tandem, sur la plateforme de navires de 310 m de long (pétroliers de 175 000 tdw).

Au-delà, il a été prévu d'achever l'avant des navires dans la nouvelle Forme constituant, sur une longueur de 100 m, un prolongement de la plateforme de montage.

L'ensemble permettant de construire des navires de 310 + 100 = 410 m.

***

Après la réalisation du programme d'investissements, **le montage des coques métalliques sera donc essentiellement effectué sur la plateforme de construction de la Forme Jean-Bart,** agrandie comme il vient d'être dit, et à laquelle sera accolée une zone de prémontage (qui fait l'objet du paragraphe 2 ci-après) et qui sera équipée, conjointement avec cette zone de prémontage, d'un portique de 750 tonnes.

Création d'une « plateforme de prémontage » pour l'assemblage, avant montage sur cale, des blocs sortant des ateliers de préfabrication.

Actuellement, les moyens dont dispose le Chantier de Saint-Nazaire lui permettent une préfabrication d'éléments jusqu'à 120 tonnes et, exceptionnellement (5 %) 240 tonnes.

Les panneaux ainsi constitués sont ensuite assemblés directement sur la cale de construction.

RENAISSANCE

EMBARKANCE

Nous nous sommes orientés vers une solution différente :

— préfabrication de panneaux primaires jusqu'à 100 - 200 tonnes (préfabrication dite « à deux dimensions »),

— assemblage de ces panneaux primaires sur une zone dite « de prémontage » en blocs jusqu'à 500 - 750 tonnes, selon le plan de découpage du navire (préfabrication dite « à trois dimensions »),

— montage sur cale des blocs ci-dessus.

Le programme d'investissements comporte donc pour le prémontage et le montage sur cale des coques métalliques les dispositions suivantes :

a) allongement de la plateforme Jean-Bart de 150 m pour porter sa longueur totale à 470 m ;

b) installation le long de la plateforme de construction ainsi allongée, d'une plateforme de prémontage de blocs jusqu'à 750 tonnes.

Cette plateforme n'a pas besoin d'être mise en eau et, par conséquent, peut être réalisée à la cote du sol général du Chantier (+ 7), ce qui la différencie de la plateforme de construction à la cote + 3.

c) équipement de la plateforme de prémontage et de la plateforme de construction d'un portique de 750 tonnes enjambant l'ensemble des deux zones et permettant le transfert sur les navires en construction des blocs assemblés sur la zone de prémontage.

Cet ensemble a pour effet :

— de diminuer les nombres d'heures de montage de la coque métallique en simplifiant les opérations d'assemblage de blocs effectuées sur la plateforme de prémontage,

— de diminuer d'un tiers les délais de séjour sur cale, par suite du transfert sur la plateforme de prémontage d'opérations précédemment effectuées sur cale.

Il en résulte que l'outil ainsi constitué est capable d'assurer (sauf cas particuliers) la **totalité** de la construction des coques sur la nouvelle plateforme allongée et, réciproquement, de faire bénéficier la totalité de la construction des coques des avantages découlant du prémontage.

Mécanisation de la fabrication des panneaux plans.

Actuellement, la préfabrication est répartie en trois ateliers distincts :

— préfabrication primaire (jusqu'à 5 - 10 t),

— préfabrication moyenne (jusqu'à 50 t),

— préfabrication lourde (jusqu'à 120 - 240 t).

Le premier de ces ateliers ne permet pas la manipulation des éléments primaires des grands navires dont le poids unitaire moyen dépasse 10 tonnes. Il doit donc être déclassé.

Au lieu de construire un atelier de préfabrication du même type, il a été jugé préférable de créer un atelier spécialisé dans la fabrication des panneaux plans.

Les panneaux plans (correspondant à la partie cylindrique du navire) représentent, pour les pétroliers et minéraliers, quelle que soit pratiquement leur taille, de 50 à 60 % du tonnage total de coque métallique (soit, pour les Chantiers de l'Atlantique, environ 50 000 tonnes).

Ce chiffre est suffisant pour permettre l'implantation d'un atelier spécial, équipé de portiques de soudage automatiques et d'une chaîne de fabrication améliorant les conditions de travail.

Après exécution du programme d'investissements, l'ensemble des ateliers de préfabrication se trouvera groupé en abord immédiat des plateformes de prémontage et de montage.

Mécanisation de la fabrication des profilés

L'augmentation de la taille des navires entraîne une augmentation des raidisseurs entrant dans la constitution des coques, d'une part en poids, d'autre part en dimensions géométriques.

Or, les hauteurs maxima des profilés laminés sont d'environ 450 mm et les raidisseurs dépassant cette dimension doivent être constitués par soudure (profilés « synthétiques »).

La proportion de profilés de plus de 450 mm dans le tonnage total de raidisseurs, qui était encore récemment d'environ 25 %, passe pour les grands pétroliers à 75 et même 80 %.

Le tonnage de ces profilés à mettre en œuvre par les Chantiers de l'Atlantique (plus de 25 000 t par an) est suffisant pour permettre l'implantation d'une ligne de fabrication mécanisée.

1. Concentration des postes d'armement.

Les opérations d'armement des navires sont actuellement effectuées en trois endroits :

— souille de la Forme Jean-Bart,

— Quai de Penhoët et son prolongement (quai des Formes),

— Quai de Méan.

Ces deux derniers emplacements se trouvent dans le port, séparés du Chantier par une voie publique. Les quais d'armement correspondants sont mal équipés et devraient être modernisés.

Une fois le programme d'investissements achevé, l'armement des navires sera assuré, en principe, exclusivement dans les deux formes du nouvel ouvrage :

— souille profonde de la Forme Jean-Bart (qui sera réservée aux navires de moins de 40 mètres de largeur et plus spécialement aux navires comportant un armement de longue durée tels que paquebots, méthaniers, car-ferries,...),

— nouvelle Forme (en principe réservée à l'armement de grands navires : pétroliers et minéraliers).

Cette disposition présente deux avantages essentiels :

— le regroupement dans la partie nord du Chantier de la totalité des opérations de construction navale,

— la possibilité d'utiliser pour l'armement des navires les moyens de levage lourds destinés essentiellement à la construction (grue de 250 tonnes et portique de 750 tonnes), ce qui évite le remplacement de la grue d'armement de 120 tonnes du quai de Penhoët, dont le déclassement définitif doit obligatoirement intervenir en 1970.

Toutefois, le Quai de Penhoët sera conservé à titre de Quai d'armement auxiliaire pour l'achèvement de l'armement des navires qui ne pourraient rester le temps nécessaire en forme ancienne ou nouvelle — et pour les navires en retour d'essais.

2. Regroupement des ateliers d'armement.

La concentration des opérations d'armement permet à son tour le regroupement des ateliers d'armement.

Actuellement, les principaux ateliers d'armement (et les magasins directement rattachés) sont installés dans des ateliers séparés, dispersés dans le Chantier :

— Tuyauterie	Quai de Penhoët
— Magasin à tubes	Ancienne tôlerie de Penhoët
— Serrurerie mécanique	
— Serrurerie tôlerie I	Quai de Penhoët
— Serrurerie tôlerie II	Quai de Méan
— Petite tôlerie - Electricité	Quai des Formes
— Ventilation	Forme Jean-Bart
— Prémontage	Quai de Penhoët
— Magasins intermédiaires (Coques et appareils propulsifs).	Quai de Penhoët

Le programme d'investissements prévoit le regroupement partiel de ces ateliers et magasins.

Et la Cale 1 ?

Nous avons admis, dans ce qui précède, que la cale 1 sera mise en réserve. Nous pensons, en effet, pouvoir assurer la totalité de la production du chantier dans le nouveau chantier Nord.

La cale 1 constitue toutefois un élément de souplesse pour l'exécution de programmes comportant notamment de très grands navires occupant une fraction trop importante de la plateforme de construction.

La cale n° 1 sera donc conservée. Elle va d'ailleurs être utilisée pendant la période transitoire 1968-1969.

Ce cargo de 7 500 tdw pour la Compagnie Générale Transatlantique quitte la forme Jean-Bart pour gagner un quai d'armement dans le Port. Il passe devant les gabions constituant le mur Nord de la nouvelle forme. Ces gabions ont été remplis de sable et n'ont pas encore reçu leur superstructure en béton.

Lorsque les nouvelles installations auront été mises en service, l'armement d'un tel navire sera, sauf cas particulier, effectué dans la forme Jean-Bart (ancienne forme) et c'est un navire partant en essais qui, dans l'avenir, passera devant le mur Nord de la nouvelle forme.

Plan d'ensemble du nouveau chantier

Le plan ci-joint donne l'implantation d'ensemble du chantier après réalisation du programme d'investissements.

L'aspect général du chantier a été transformé par l'extension des terrains gagnés sur la Loire. Ceux-ci représentent au total 20 hectares (en grisé sur le plan ci-joint).

Ces 20 hectares se répartissent en gros comme suit :

— 6 hectares pour l'extension de la plateforme de construction et pour la nouvelle forme.

— 1 hectare et demi pour la plateforme de prémontage (la surface totale de prémontage, environ 3 hectares, est prélevée pour moitié sur le terrain existant entre forme Jean-Bart et atelier de préfabrication).

— 3 hectares pour l'atelier de panneaux plans et ses dépendances.

— 9 hectares et demi pour les stockages (blocs, matériels d'armement, échafaudages) et pour les circulations.

Le nouveau chantier comprendra :

le chantier naval proprement dit, regroupé autour de la forme Jean-Bart dans un rectangle de 1 km de long et 400 m de large, soit 40 hectares.

les parcs et ateliers à tôles et profilés, regroupés dans le Sud du chantier, sur un rectangle de 800 m sur 140 m, soit 11 hectares.

Seront effectuées dans le Sud les opérations suivantes :

— stockage, grenaillage et peinture des tôles, profilés laminés, plats et larges plats pour la constitution des profilés synthétiques ;

— découpage des tôles sur machines au 1/10e ;

— soudage des profilés synthétiques et usinage de l'ensemble des profilés.

l'immeuble où seront regroupés l'ensemble des Services Techniques de la Division Construction Navale (études, préparation, traçage au 1/10e...)

Resteront en dehors du regroupement : la tuyauterie (Quai de Penhoët) et la serrurerie (Quai de Méan et Quai de Penhoët). Ces deux ateliers resteront provisoirement là où ils sont actuellement.

***

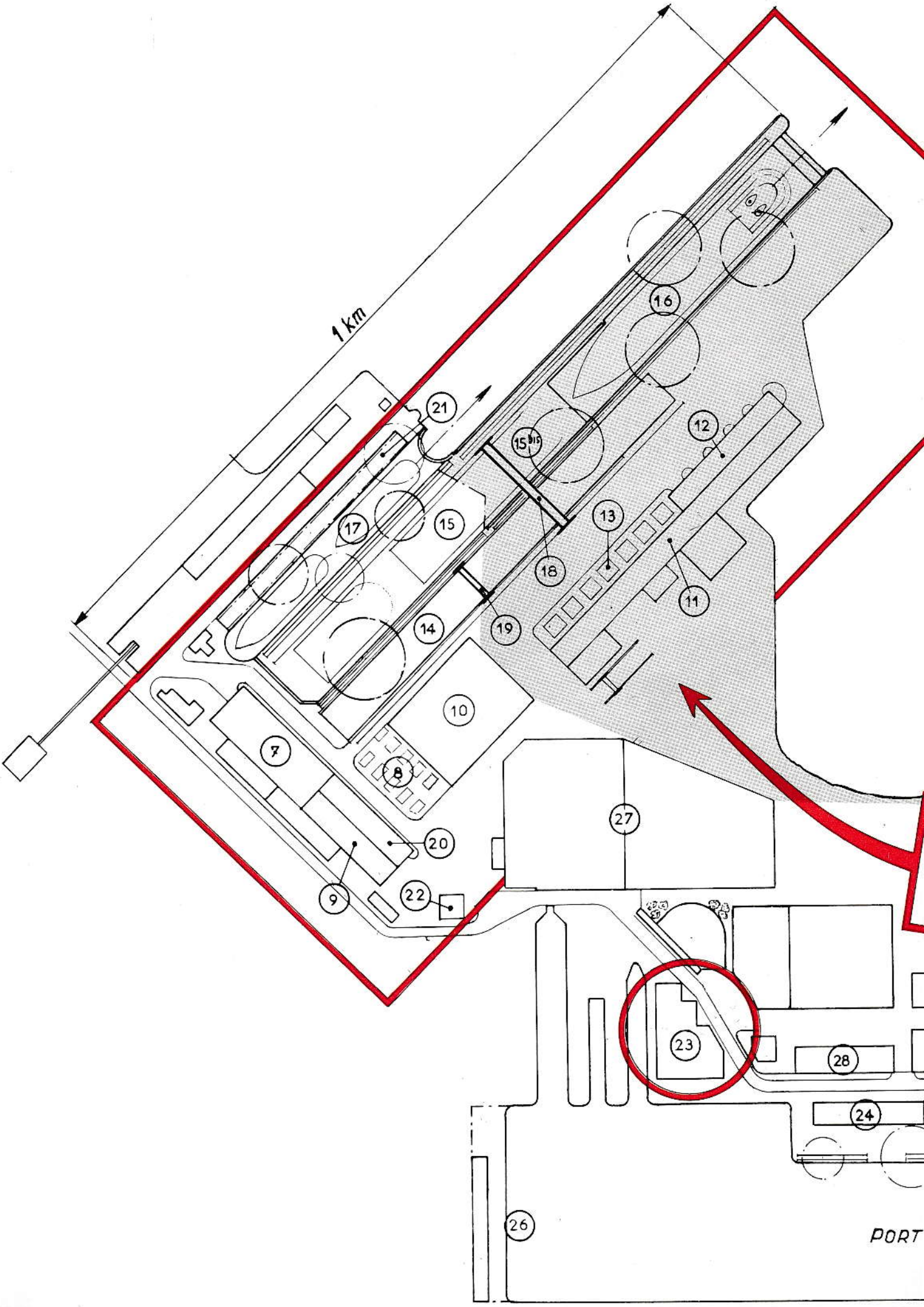
Ce plan d'ensemble aurait eu une apparence plus géométrique si nous avions pu implanter les parcs et ateliers à tôles et profilés en tête du nouveau chantier. Par exemple, à l'emplacement de l'actuel parc à profilés Nord.

Une telle implantation était, tout d'abord, impossible : nous ne pouvions trouver nulle part dans le Nord les 11 hectares nécessaires.

Si elle avait été possible, son prix de revient aurait été beaucoup plus élevé puisque la solution Sud réutilise le parc à tôles et surtout l'ensemble des ateliers existants.

Enfin, l'apparence géométrique est, en la circonstance, tout à fait secondaire : le transport du Sud au Nord des tôles et profilés préparés dans le Sud représente une dépense très faible.

On peut d'ailleurs noter que les Chantiers Japonais ne fabriquent pas eux-mêmes leurs profilés synthétiques et les font venir d'ateliers sous-traitants très éloignés.


1 km
7
8
9
10
11
12
13
14
15
15 bis
16
17
18
19
20
21
22
23
24
26
27
28
PORT

1. — *Parc à tôles.*

2. — *Parc à profilés.*

3. — *Atelier de grenaillage et de peinture des profilés laminés et des plats et larges plats destinés à la fabrication des profilés synthétiques.*

4. — *Installation de grenaillage et de peinture des tôles.*

5. — *Atelier de découpage des tôles.*

6. — *Atelier de fabrication des profilés synthétiques et d'usinage et formage de l'ensemble des profilés.*

7. — *Atelier de préfabrication moyenne (éléments d'habillages secondaires.*

8. — *Stockage des habillages secondaires.*

9. — *Atelier de formage des tôles.*

10. — *Atelier de préfabrication des blocs gauches. (Cet atelier est actuellement un atelier de préfabrication pour l'ensemble des blocs gauches et des panneaux plans. Il sera spécialisé dans la préfabrication des seuls blocs gauches).*

11. — *Atelier de panneaux plans. (Cet atelier assurera exclusivement la préfabrication des panneaux plans.)*

12. — *Cabines de peinture pour les panneaux plans.*

13. — *Stockage des panneaux plans*

14. — *Zone de prémontage (assemblage des blocs provenant de l'atelier 10 et de l'atelier 12 jusqu'à 750 t).*

15. — *Plateforme de montage actuelle des coques métalliques.*

15 bis. — *Extension de 160 m de cette plateforme de construction.*

16. — *Nouvelle forme d'armement.*

17. — *Ancienne forme de construction (qui ne sera utilisée qu'en forme d'armement).*

18. — *Portique de 750 tonnes.*

19. — *Portique de 240 tonnes.*

20. — *Atelier et magasin montages-bord appareils propulsifs. (Cet atelier est l'ancien atelier à profilés.)*

21. — *Atelier de menuiserie métallique et d'électricité (regroupement de l'atelier de menuiserie métallique déjà existant et de l'atelier d'électricité antérieurement au rez-de-chaussée des bureaux d'études.)*

22. — *Vestiaires entièrement affectés à la Division Construction Navale.*

23. — *Bureaux d'études et de préparation de la Division Construction Navale.*

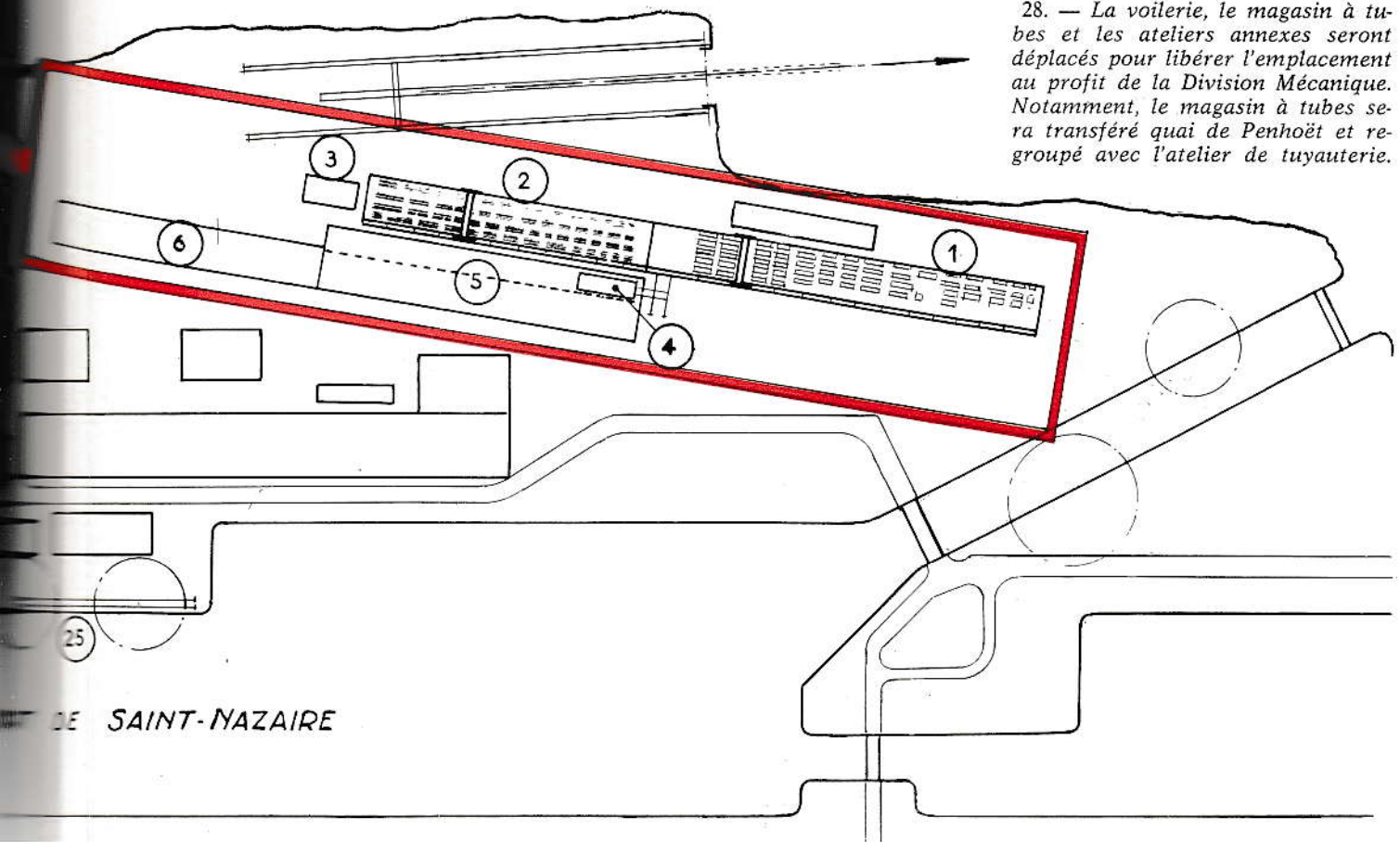
24. — *Tuyauterie (bien que sa situation soit devenue excentrique, il n'est pas actuellement prévu de modifier l'emplacement de cet atelier).*

25. — *Quai d'armement de Penhoët. (Maintenu à titre de quai auxiliaire.)*

26. — *Quai d'armement de Méan. (Ce quai sera désaffecté.)*

27. — *L'ébénisterie et la menuiserie seront déplacées. (Emplacement définitif non encore fixé) pour permettre à la chaudronnerie de disposer de capacité d'extension et d'un parc.*

28. — *La voilerie, le magasin à tubes et les ateliers annexes seront déplacés pour libérer l'emplacement au profit de la Division Mécanique. Notamment, le magasin à tubes sera transféré quai de Penhoët et regroupé avec l'atelier de tuyauterie.*



Une nouvelle forme capable de pétroliers de 500.000 tdw

La nouvelle forme n'est pas à proprement parler une forme de construction, mais essentiellement une forme d'armement. Elle sera toutefois utilisée pour achever le montage de l'avant des navires de plus de 310 m de long.

La construction proprement dite des navires est en effet concentrée sur la plateforme de construction.

Cette plateforme, comme la nouvelle forme, a été calculée pour pouvoir recevoir des navires jusqu'à 500 000 tdw, sans pour autant augmenter d'une façon appréciable le prix de revient des navires de dimensions moins importantes.

L'ensemble de la plateforme et de la nouvelle forme aura une longueur de 875 m et une largeur d'environ 68 m.

Dans la région intéressée par la construction projetée, le sol est constitué de rocher situé à une profondeur de — 5 à — 25 m et surmonté d'une couche d'un produit argileux résultant de la décomposition de la roche qui, sur une épaisseur de 5 à 10 m, constitue un véritable matériau la « cosse ».

Cette structure de terrain est identique à celle sur laquelle a été construite, il y a 30 ans, la forme Jean-Bart. Il a donc été posible de se référer à l'expérience ainsi acquise sur un point fondamental :

La cosse présente une étanchéité naturelle remarquable.

Il était donc possible de construire, au lieu de la forme-poids classique (exemple : Brest et Marseille) dont l'étanchéité est réalisée par un ouvrage en béton et dont la stabilité est assurée par le poids, une forme simplement constituée de deux murs implantés dans le sol naturellement étanche, cette étanchéité naturelle du sol assurant l'étanchéité de la forme (voir croquis).

Cette solution suppose naturellement que la cote de la cosse (ou éventuellement du rocher) ne soit pas sensiblement inférieure à la cote du fond de la forme (soit — 6 m).

Or, il se trouve que sur toute la surface intéressée cette condition est remplie, ainsi que le montre la carte des sondages ci-jointe.

Cette nature très particulière de terrain a une double conséquence :

1. *Le prix du Génie Civil de la nouvelle forme (non compris la porte, l'équipement en fluides et les engins de manutention) s'élève à environ la moitié du prix d'une forme-poids classique (35 millions de nouveaux francs contre 70).*

S'il avait été nécessaire d'adopter une forme-poids, la différence considérable de prix aurait augmenté d'un tiers le coût total du programme d'investissements dont le financement n'aurait plus été réalisable.

2. *Un écart de 10 mètres sur la largeur de la forme (à longueur constante), y compris l'augmentation de largeur du portique, de la portée des grues et des dimensions de la porte, représente un sur-prix de 3,5 millions de francs, chiffre négligeable au regard de l'ensemble de l'investissement.*

Il a donc été possible d'adopter pour la nouvelle forme une largeur voisine de celle des grandes formes en construction dans le monde et permettant de construire, s'il en était besoin, des pétroliers d'environ 500 000 tdw — sans pour autant faire peser sur les pétroliers de 175 000 tdw actuellement en commande un amortissement supplémentaire excessif.

Les murs latéraux de la forme pouvaient être constitués suivant deux solutions :

(a) Murs en béton,

(b) Murs constitués de gabions de palplanches.

Les deux solutions ne présentent pas de différence de prix majeure.

Le choix a été essentiellement dicté par les considérations suivantes :

1. Les murs de béton supposent la réalisation préalable d'une enceinte étanche enveloppant l'ouvrage.

Pour le mur Nord de la nouvelle forme, il était totalement impossible de prévoir une telle enceinte qui aurait interdit la sortie de la forme Jean-Bart.

2. La solution « palplanches » est d'autre part plus souple que la solution de béton : l'enfoncement de la palplanche s'adapte en chaque point à la consistance très variable de la cosse.

3. La solution « palplanches » est également beaucoup plus rapide et était la seule permettant la réalisation en temps voulu de l'ensemble de l'ouvrage.

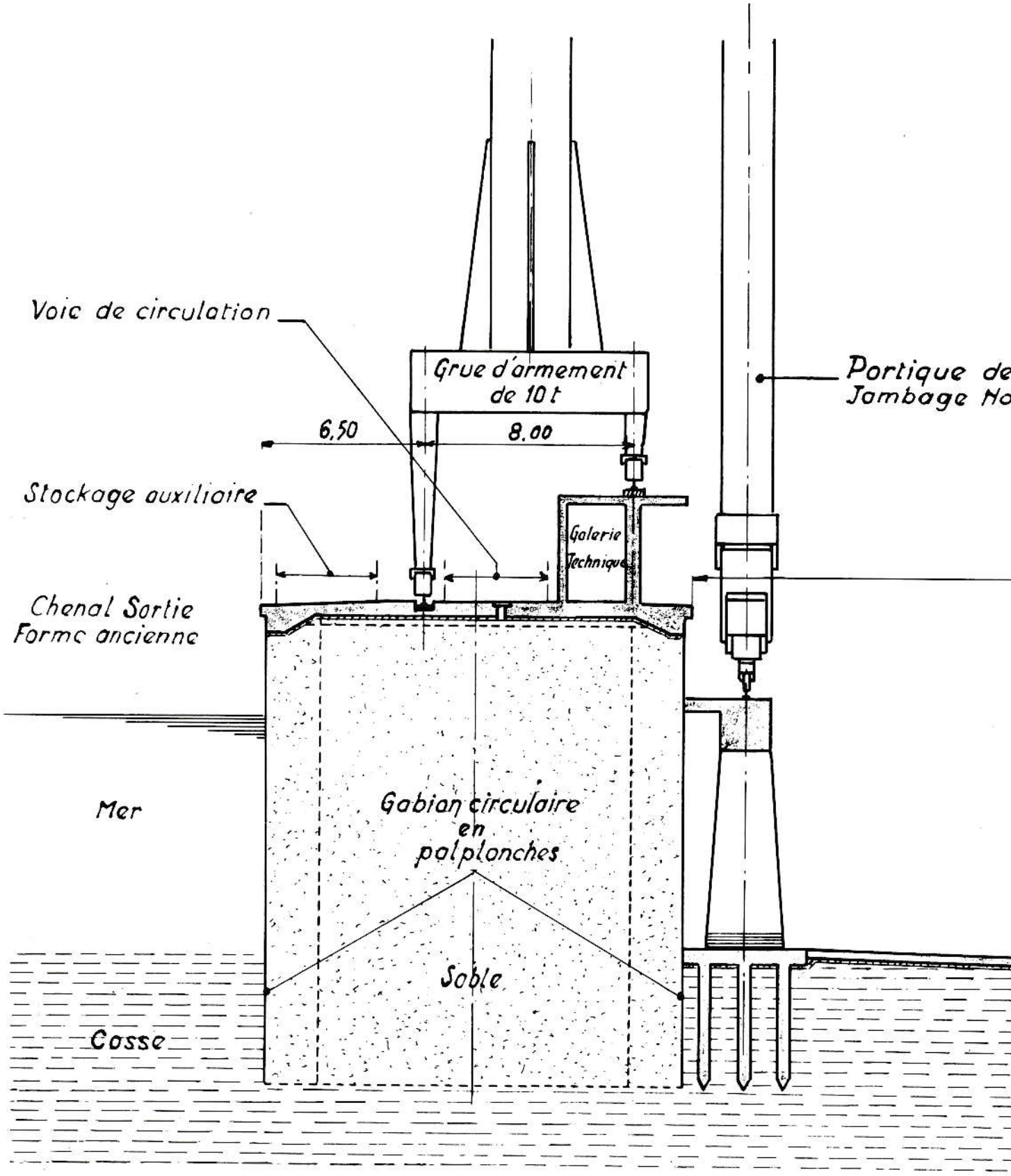
La solution « palplanches » ne présente sur la solution « béton » qu'un seul inconvénient : le risque de corrosion.

Ce risque a été très attentivement étudié :

— La forme Jean-Bart a été construite en palplanches. Si celles-ci ont été recouvertes postérieurement, dans la plus grande partie de l'ouvrage, par du béton, pour des raisons qui n'ont rien à voir avec la corrosion, l'examen des parties où les palplanches sont restées en contact avec la mer montre qu'après trente ans la corrosion est très faible (de l'ordre d'un millimètre pour des palplanches de 11 mm d'épaisseur).

— Les ouvrages en palplanches sont à présent chose courante dans le monde entier ; pour la France, le port de Dunkerque est, pour sa plus grande partie construit en palplanches.

— Au cas où la corrosion s'avérerait avoir une certaine importance, les précautions ont été prises (possibilité d'ausculter l'intérieur des gabions comme l'extérieur) pour pouvoir ajouter en connaissance de cause, une protection cathodique.


Voie de circulation
Grue d'armement
de 10 t
6,50
8.00
Portique de
Jambage Ho
Stockage auxiliaire
Galerie
Technique
Chenal Sortie
Forme ancienne
Mer
Gabian circulaire
en
palplanches
Sable
Cosse

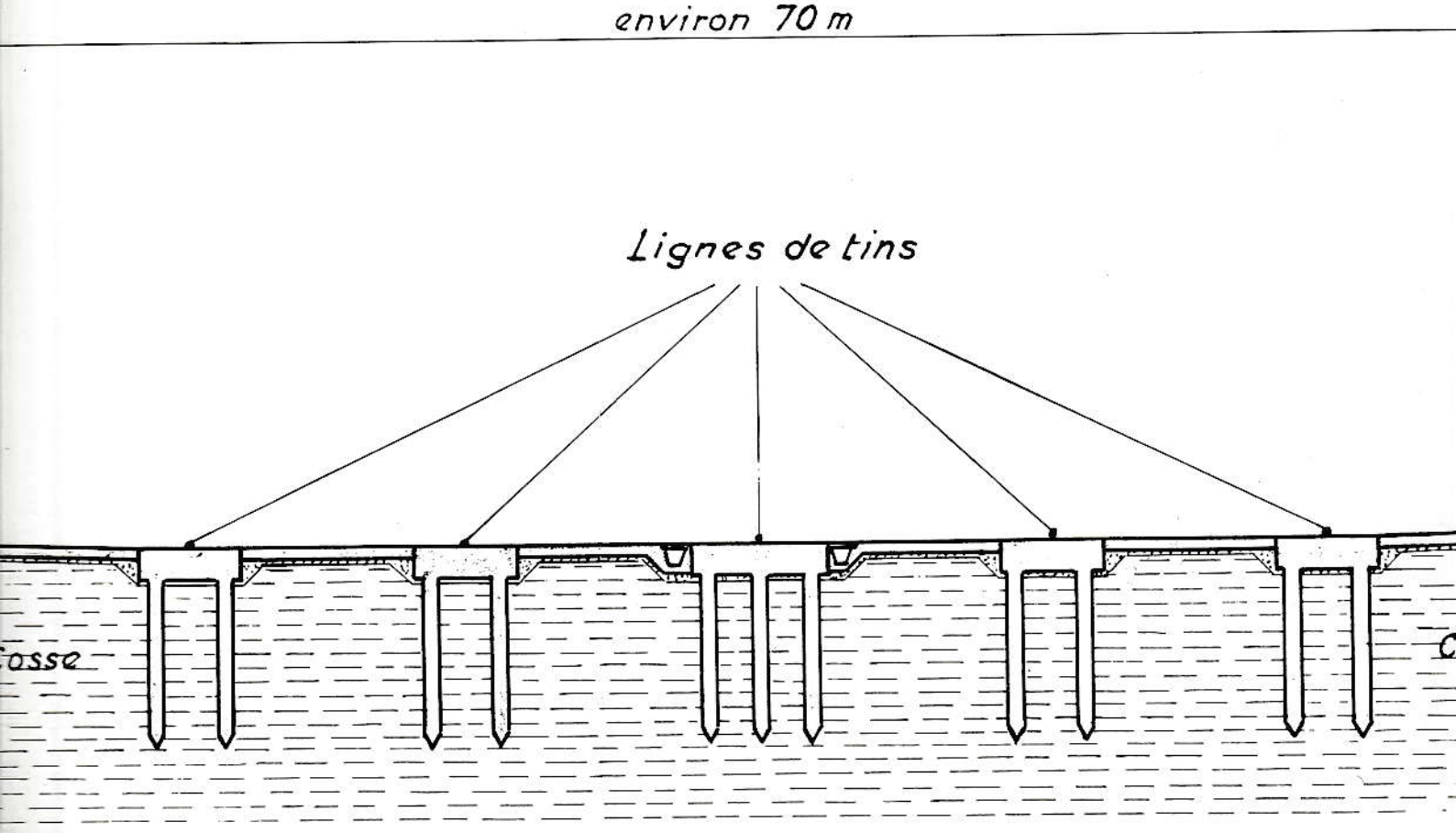
Coupe schématique de la nouvelle forme

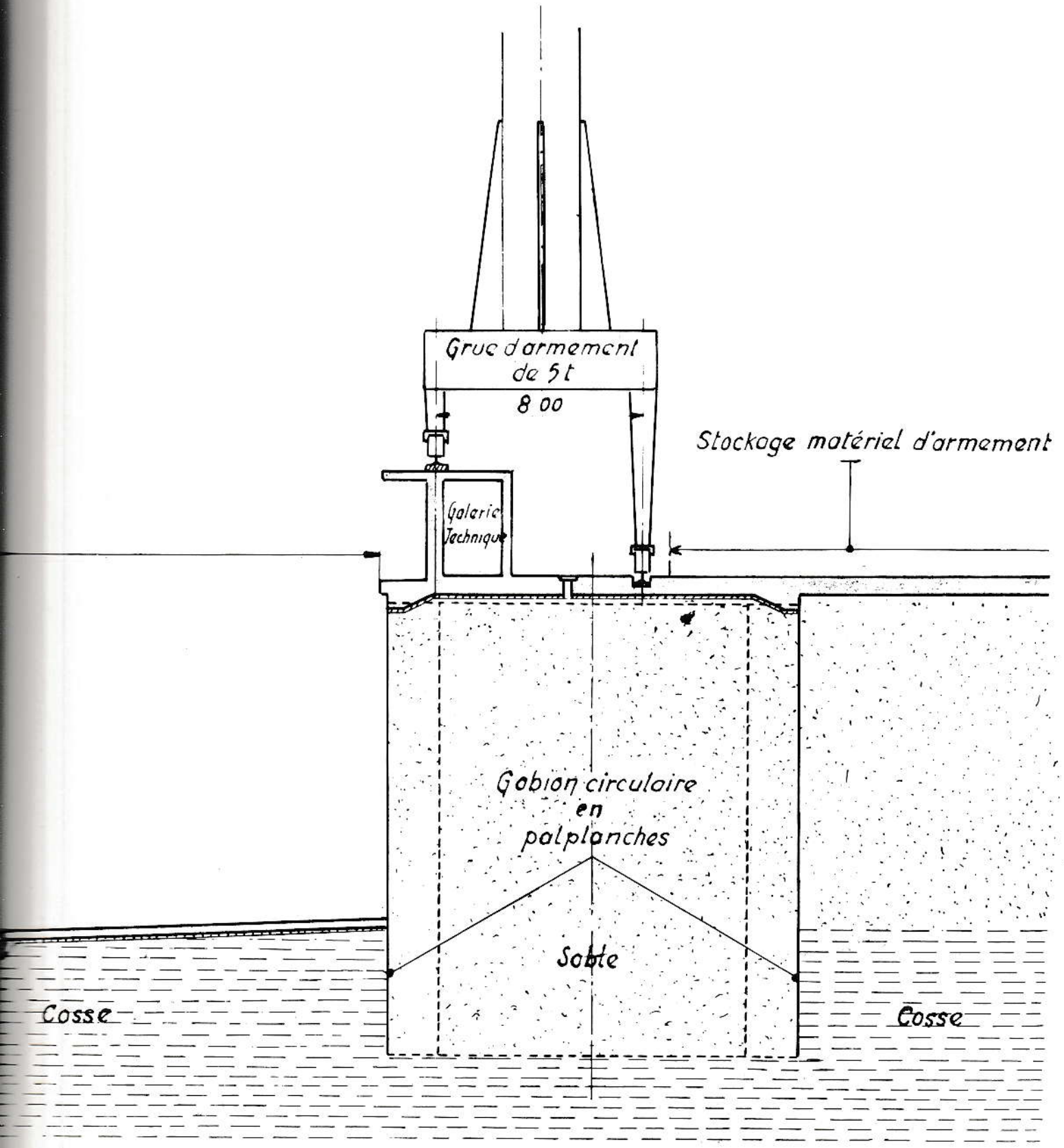
Cette coupe en travers montre le type de construction adopté.

Les deux murs sont constitués par une suite de gabions circulaires d'environ 16 m de diamètre, eux-mêmes constitués par une couronne de palplanches remplie à l'intérieur de sable. Les palplanches ont environ 18 m de hauteur et sont enfoncées dans la « cosse » d'environ 4 m.

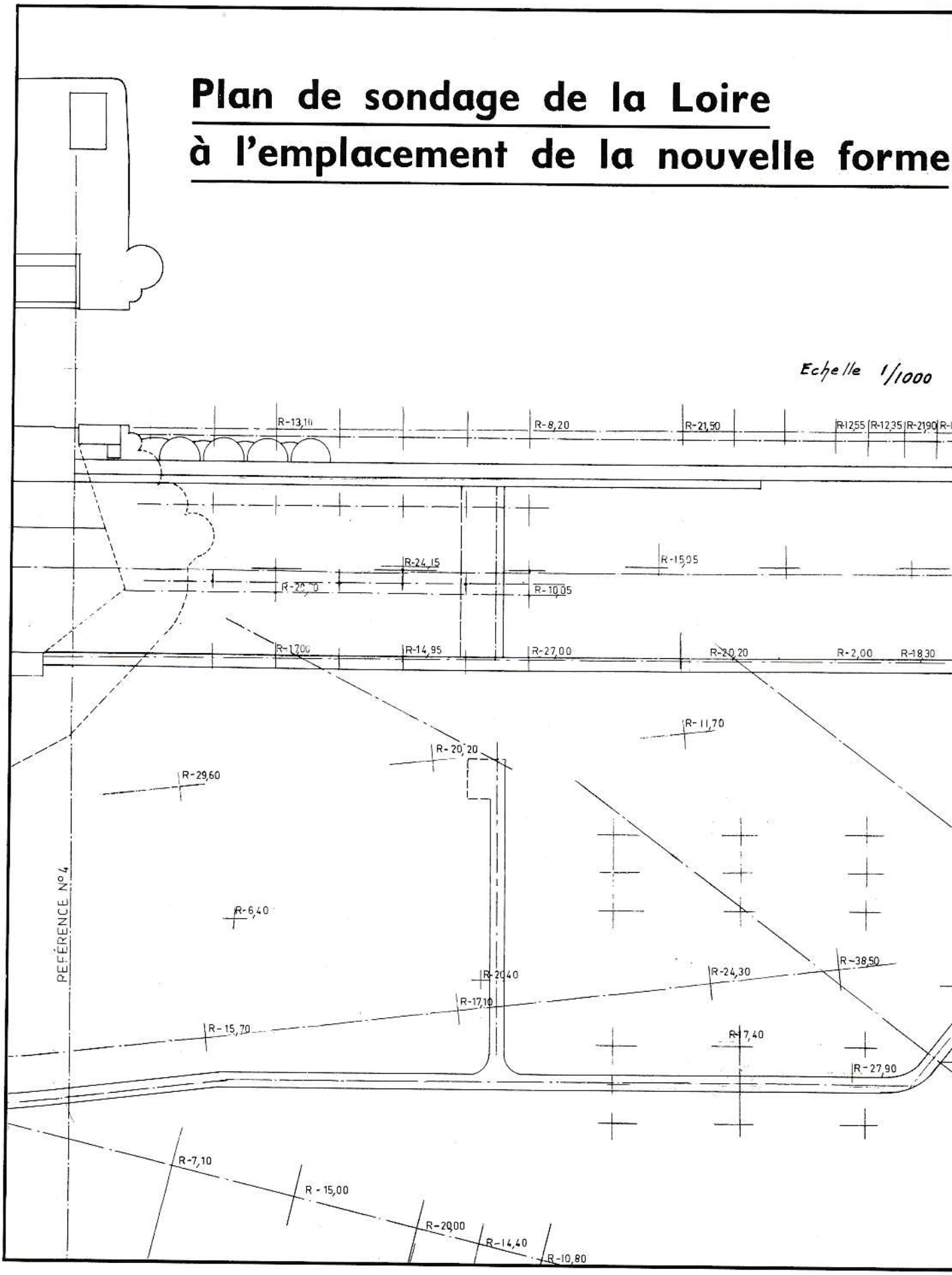
L'étanchéité de l'ouvrage est réalisée grâce à l'étanchéité naturelle de la cosse.

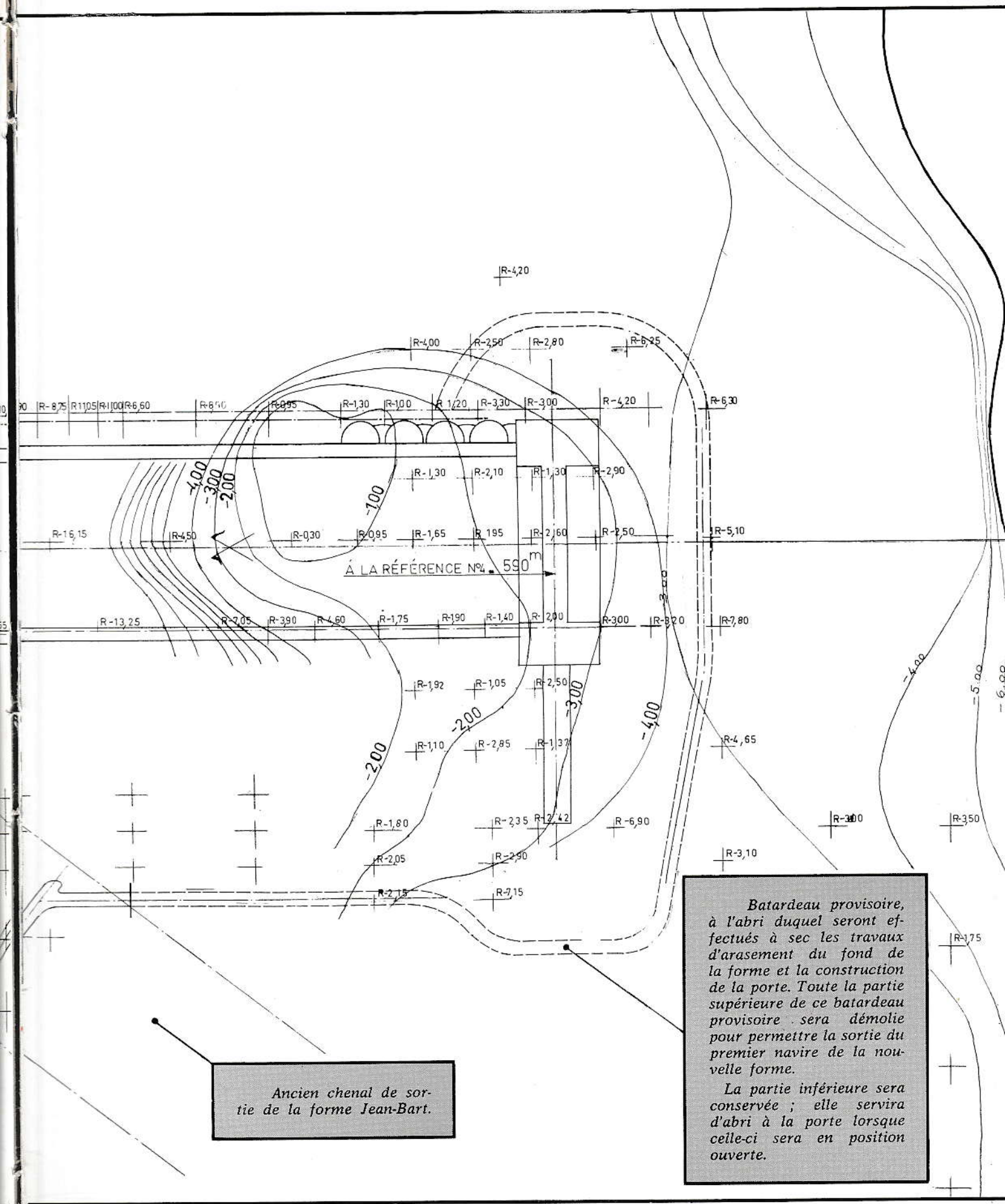
Les gabions sont fermés à leur partie supérieure par une dalle de béton, à la cote + 7. Sur cette dalle est construit un mur creux de 4 m de haut destiné à permettre la mise en eau de la forme et le transfert par flottation des navires de la plate-forme de montage (cote + 3) à la nouvelle forme.




Grue d'armement
de 5 t
8 00
Stockage matériel d'armement
Galerie
Technique
Gabion circulaire
en
palplanches
Sable
Cosse
Cosse

Plan de sondage de la Loire à l'emplacement de la nouvelle forme

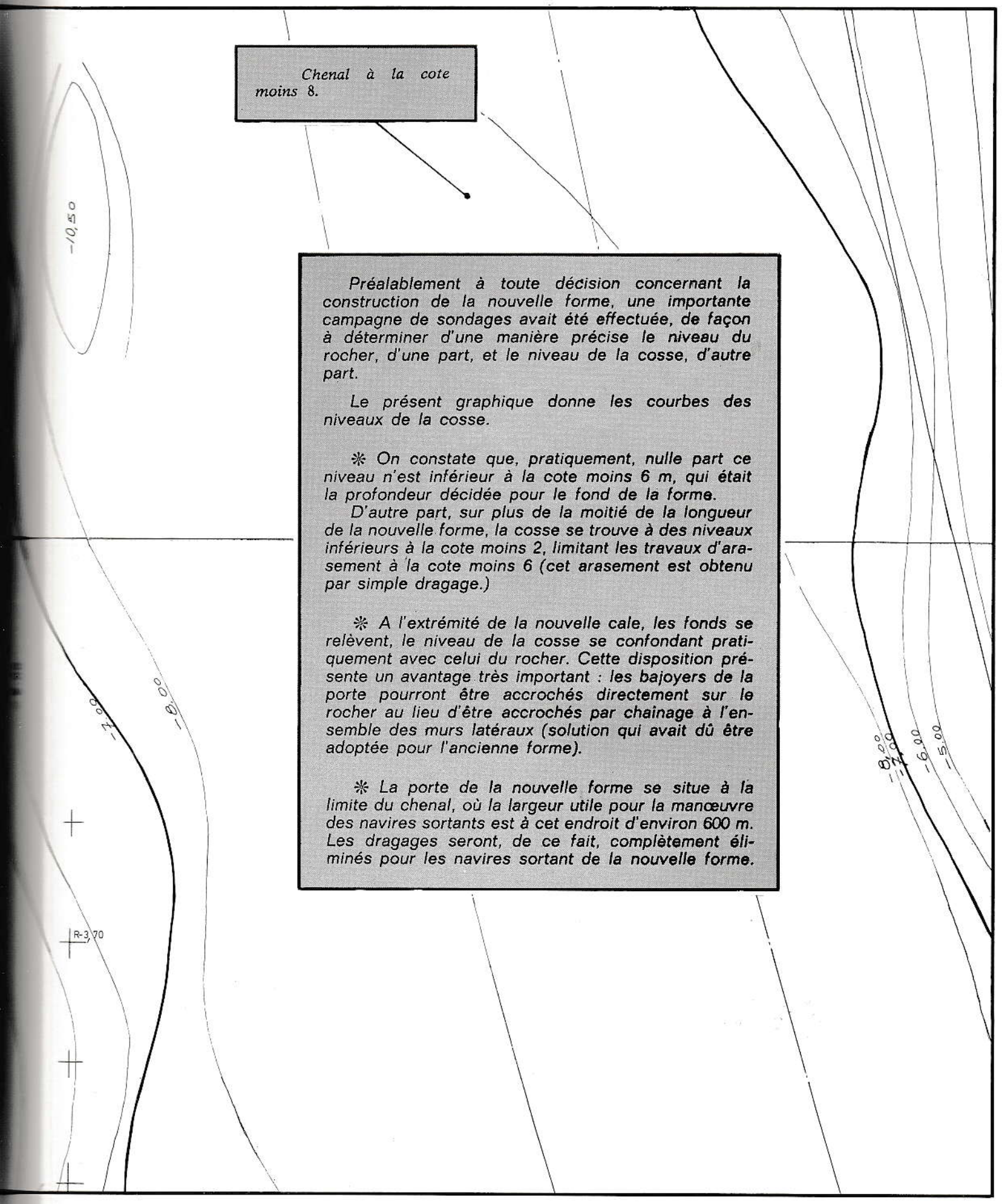




Ancien chenal de sortie de la forme Jean-Bart.

Batardeau provisoire, à l'abri duquel seront effectués à sec les travaux d'arasement du fond de la forme et la construction de la porte. Toute la partie supérieure de ce batardeau provisoire sera démolie pour permettre la sortie du premier navire de la nouvelle forme.

La partie inférieure sera conservée ; elle servira d'abri à la porte lorsque celle-ci sera en position ouverte.



Préalablement à toute décision concernant la construction de la nouvelle forme, une importante campagne de sondages avait été effectuée, de façon à déterminer d'une manière précise le niveau du rocher, d'une part, et le niveau de la cosse, d'autre part.

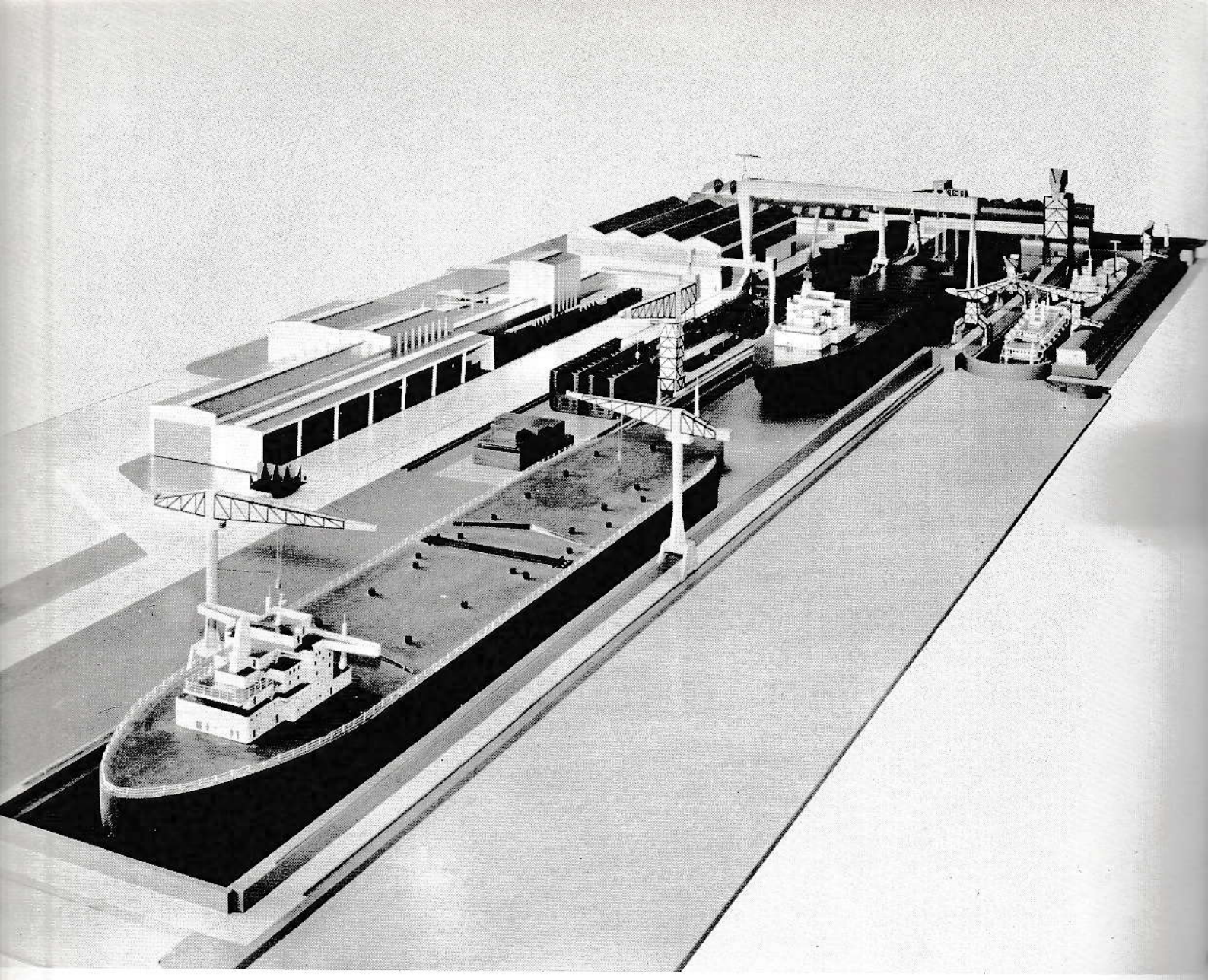
Le présent graphique donne les courbes des niveaux de la cosse.

❊ On constate que, pratiquement, nulle part ce niveau n'est inférieur à la cote moins 6 m, qui était la profondeur décidée pour le fond de la forme.

D'autre part, sur plus de la moitié de la longueur de la nouvelle forme, la cosse se trouve à des niveaux inférieurs à la cote moins 2, limitant les travaux d'arasement à la cote moins 6 (cet arasement est obtenu par simple dragage.)

❊ A l'extrémité de la nouvelle cale, les fonds se relèvent, le niveau de la cosse se confondant pratiquement avec celui du rocher. Cette disposition présente un avantage très important : les bajoyers de la porte pourront être accrochés directement sur le rocher au lieu d'être accrochés par chainage à l'ensemble des murs latéraux (solution qui avait dû être adoptée pour l'ancienne forme).

❊ La porte de la nouvelle forme se situe à la limite du chenal, où la largeur utile pour la manœuvre des navires sortants est à cet endroit d'environ 600 m. Les dragages seront, de ce fait, complètement éliminés pour les navires sortant de la nouvelle forme.



... vue de gauche

On voit, au premier plan, la nouvelle forme d'armement (dans laquelle se trouve un pétrolier d'environ 350 000 tdw).

Au deuxième plan, à droite, la plateforme de construction (sur laquelle se trouvent les deux tiers arrière d'un pétrolier de même type et le tiers arrière d'un pétrolier plus petit).

Au deuxième plan, à gauche, on voit très distinctement les cabines de peinture accollées à l'atelier de panneaux plans et, un peu plus loin, le stockage des blocs en provenance de l'atelier de panneaux plans.

Maquette du nouveau chantier...

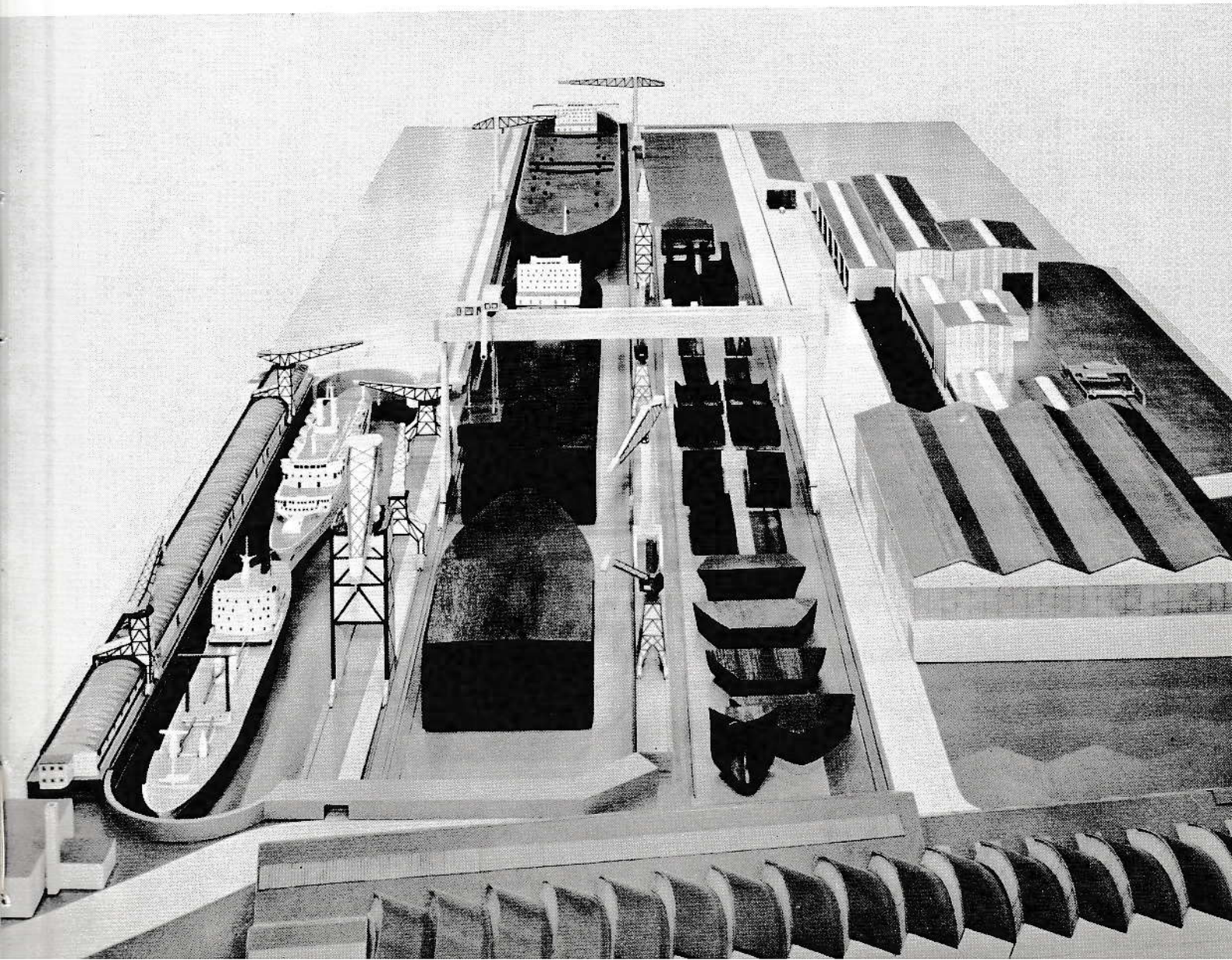
... vue de droite

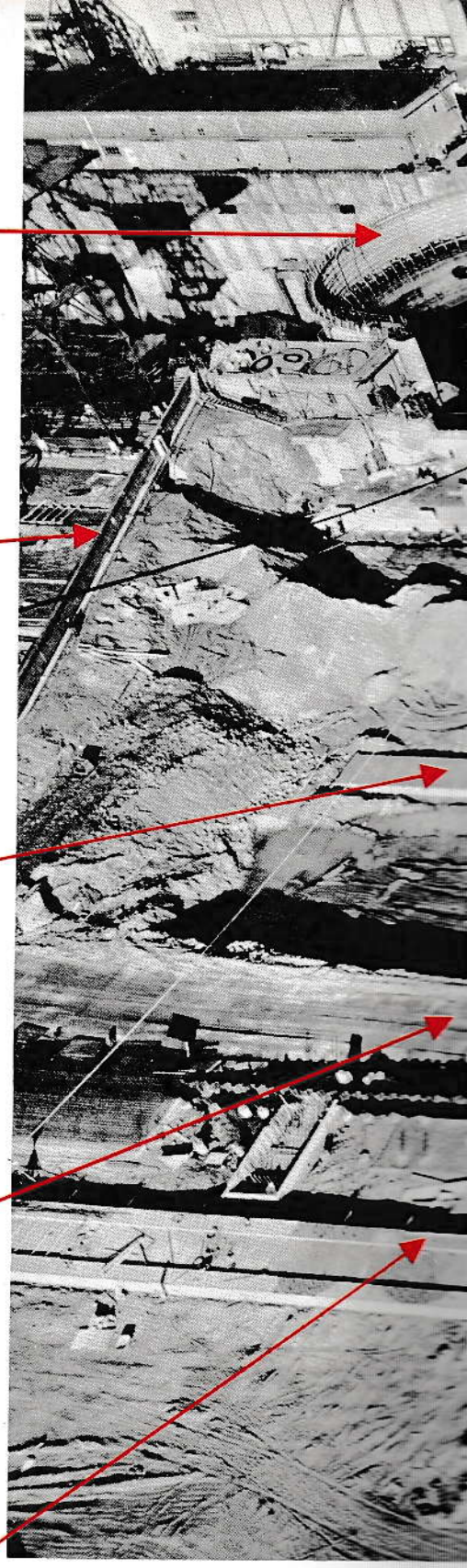
Au premier plan, l'atelier de préfabrication moyenne actuel.

A droite, l'actuel atelier de préfabrication lourde, qui deviendra l'atelier de préfabrication des blocs gauches.

Au deuxième plan, à droite, l'atelier de panneaux plans.

Au premier plan, à gauche, la forme de construction actuelle, dans laquelle on voit un paquebot type "Renaissance" et un cargo ; au centre, la plateforme de construction et, à droite de cette plateforme, la zone de prémontage jusqu'à 750 t.





● *Porte circulaire de la forme Jean-Bart actuelle.*

● *Mur d'enceinte constituant actuellement l'extrémité de la plateforme de montage.*

● *Poutre de béton sur laquelle reposera la ligne de tins centrale.*

● *Plan incliné servant à l'acheminement des camions pour l'évacuation des déblais.*

● *Poutre de béton sur laquelle sera installé l'un des rails de roulement des grues d'armement (l'autre rail sera installé sur le mur d'enceinte).*

● *Poutre de béton sur laquelle sera installé le rail de roulement Nord du portique de 240 tonnes.*

● *Le bétonnage du mur dier de l'extension de la plateforme est déjà très avancé.*

● *Emplacement réservé pour l'installation d'un bolard.*

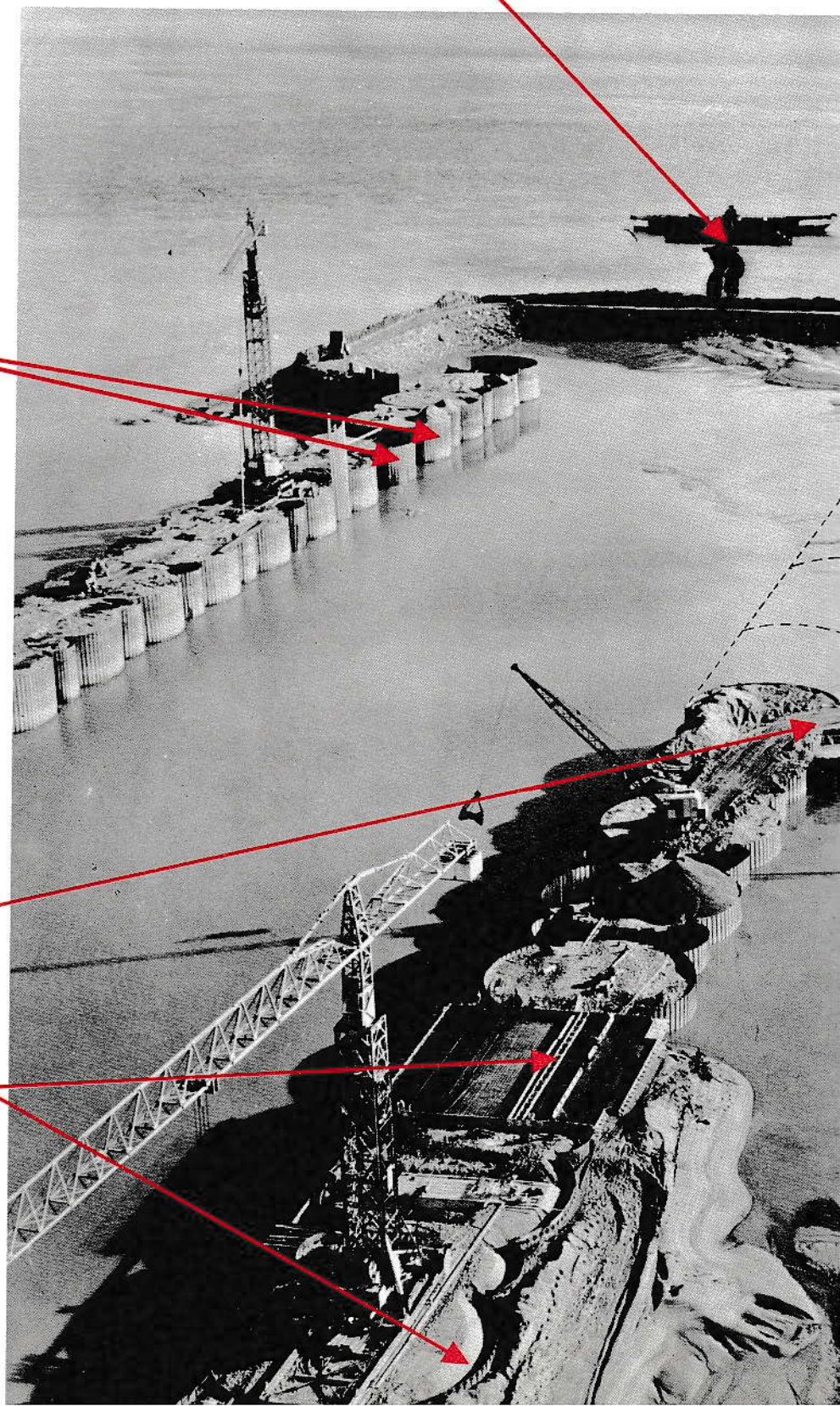
● *Cette grue est utilisée par la Société qui assure le montage du portique de 750 t. C'est une grue tout à fait remarquable et unique en son genre en Europe. Sa flèche peut en effet se déployer jusqu'à atteindre une hauteur d'environ 120 m. Sa capacité de levage varie, suivant la hauteur et la portée de 5 à 150 tonnes.*

● *Tubes constituant le jambage Nord du portique de 750 tonnes, en attente de montage.*

● *Rideau de palplanches assurant provisoirement l'étanchéité de l'extension de la plateforme de construction.*

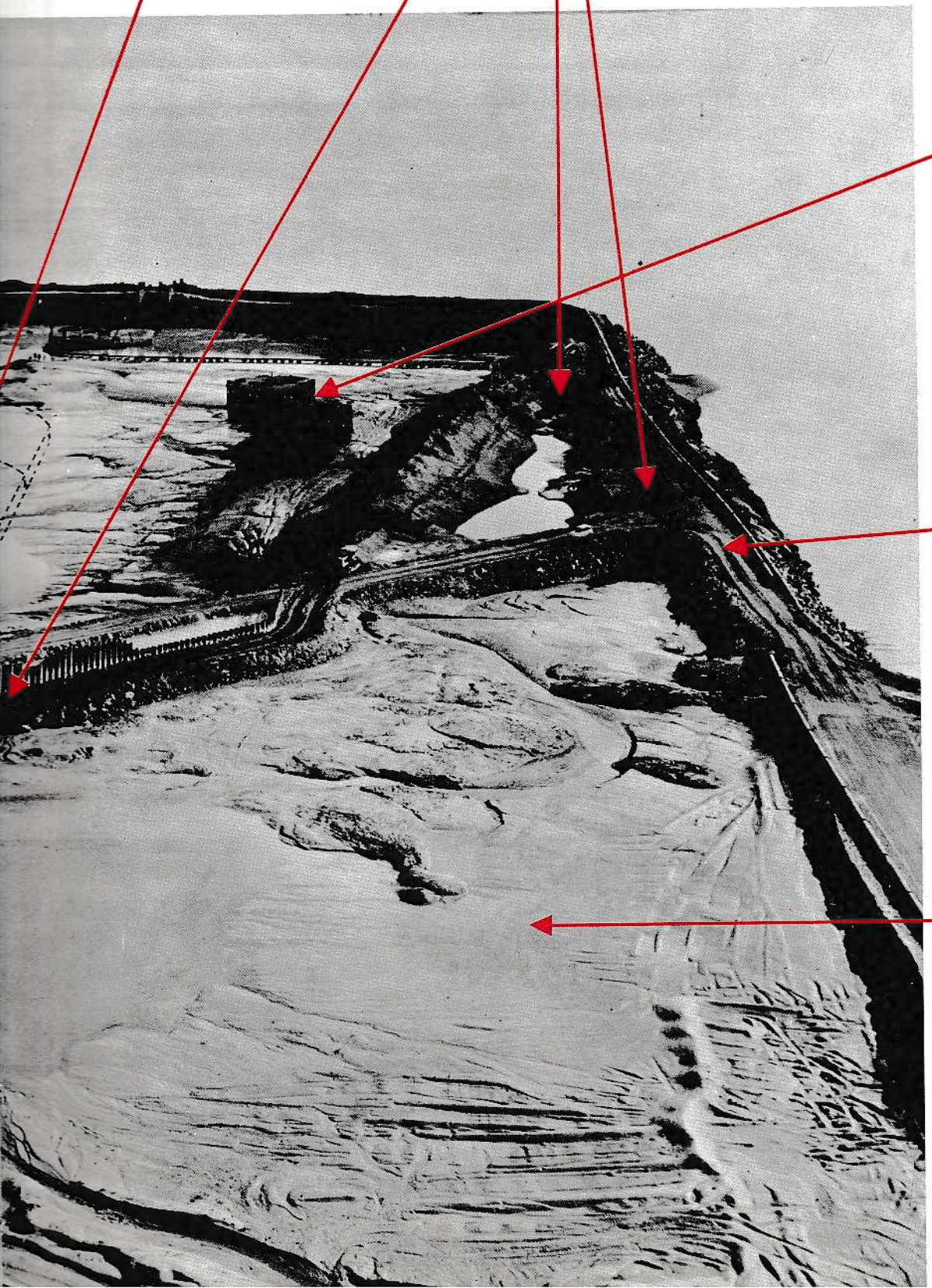
● *Le terrain gagné sur la mer est constitué par du sable. Ce sable est amené par le procédé dit « du remblai hydraulique » (mélange d'eau de mer et de sable). Ce mélange est amené par des dragues, qui viennent accoster au ponton que montre cette photographie, et amené du ponton à l'intérieur des digues par canalisation flottante.*

● *Les derniers gabions ont été mis en place, mais li reste à assurer l'étanchéité définitive. En effet il manque encore deux arcs de raccordement entre gabions. Ces arcs seront mis en place en période de mortes eaux, pour avoir une période d'étale aussi longue que possible.*



● *On voit bien la méthode de construction des gabions.*

1. *Les palplanches ont été enfoncées dans la cosse et l'on remplit le gabion de sable.*
2. *Le gabion plein de sable est fermé par une couche mince de béton de propreté.*
3. *On prépare, au sommet du gabion, le ferraillage de la dalle.*



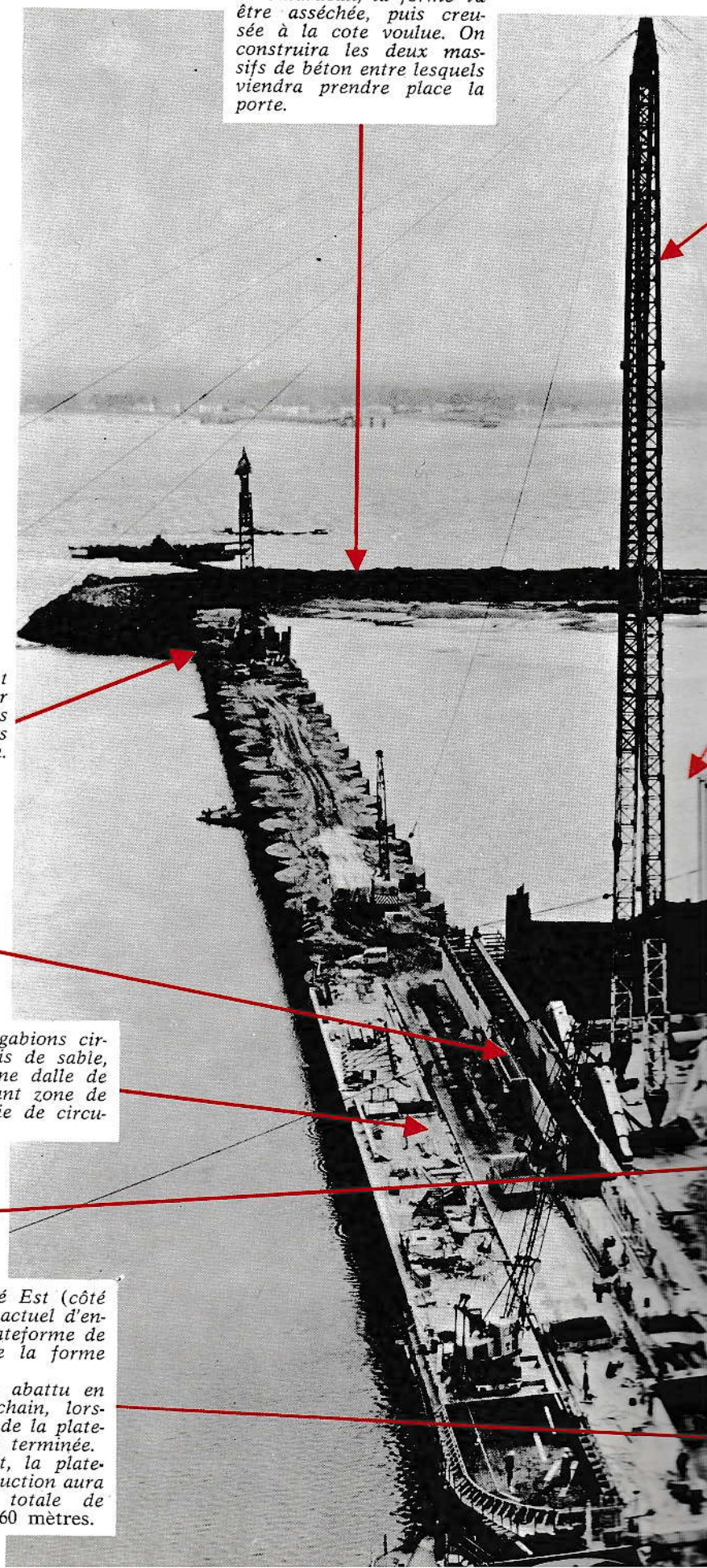
● *Cette digue, doublée d'une ligne de palplanches, a pour objet d'assurer l'étanchéité côté Sud.*

● *Sur les deux cents derniers mètres, le mur Sud sera constitué en béton. La cosse, en effet, se trouve à un niveau trop élevé et les palplanches ne pourraient pas être enfoncées.*

● *On voit là les gabarits circulaires ayant servi à l'enfoncement des palplanches des gabions. Ils ont terminé leur travail et seront démolis.*

● *Digue constituée par un enrochement. Cette digue n'est pas étanche par elle-même.*

● *Préparation du sol gagné sur la mer. Le remblai hydraulique a amené du sable. L'eau qui a amené le sable s'écoule par les orifices prévus à cet effet. L'ensemble sera remblayé à la cote générale du chantier, soit à la cote + 7 m.*



● *Batardeau provisoire fermant l'extrémité de l'ouvrage (ce batardeau est constitué par une digue de rocher avec, à l'intérieur, un rideau de palplanches d'étanchéité). A l'abri de ce batardeau, la forme va être asséchée, puis creusée à la cote voulue. On construira les deux massifs de béton entre lesquels viendra prendre place la porte.*

● *Les gabions Nord ont été terminés le 4 février en avance de près de trois mois sur le planning. Ils ont rejoint le batardeau.*

● *Au-dessus de cette dalle de béton, on voit s'élever un mur qui constituera le nouveau mur d'enceinte permettant la mise en eau de la plateforme et de la forme. Ce mur a une hauteur de 4 m. Il est construit en utilisant un coffrage métallique roulant qu'on aperçoit sur la photographie.*

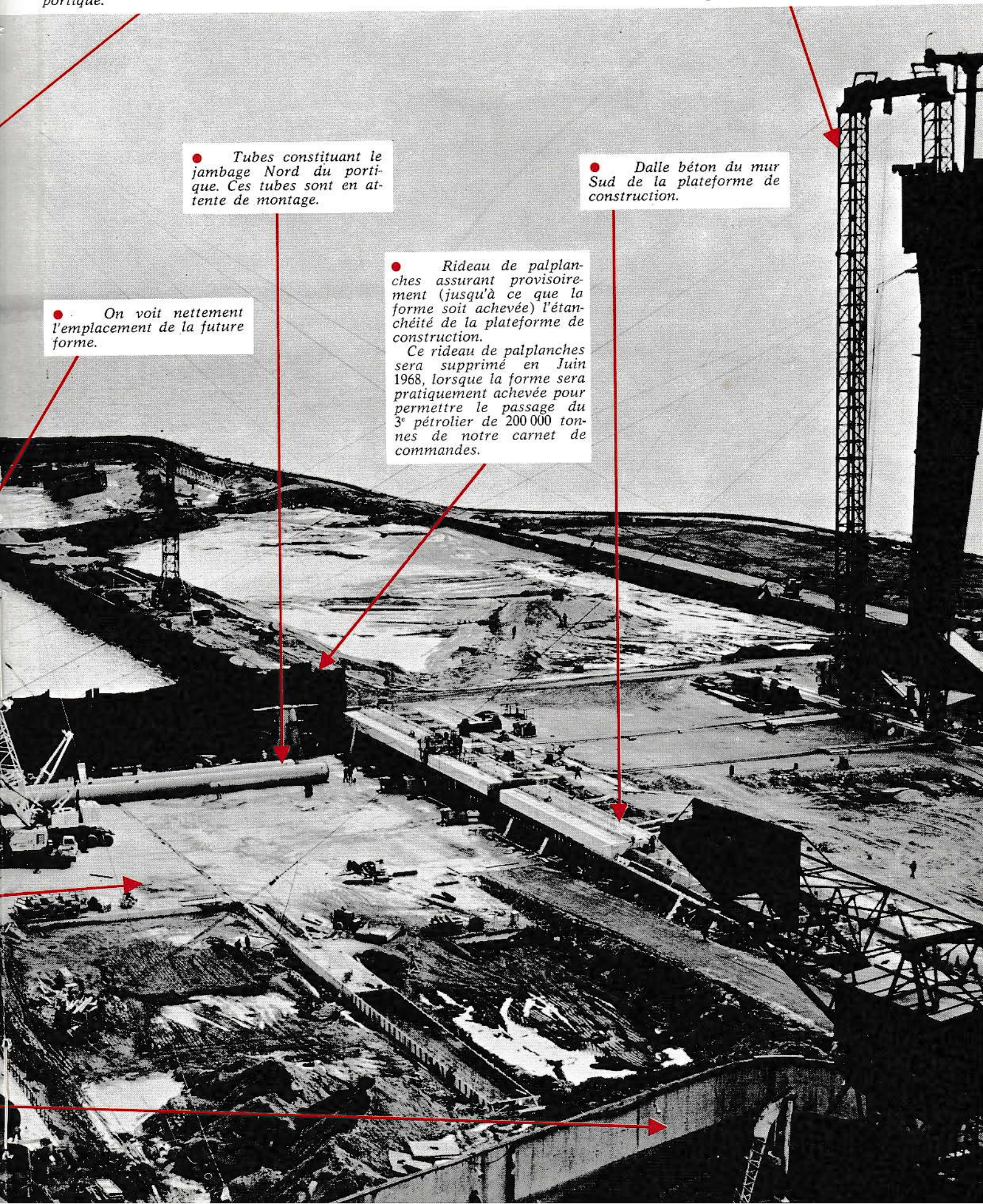
● *Sur les gabions circulaires, remplis de sable, on construit une dalle de béton constituant zone de stockage et voie de circulation.*

● *On voit ici l'extension de la plateforme de construction. Le radier de béton est déjà très avancé. On voit également très bien la poutre en béton constituant le support de la ligne de tins centrale.*

● *Extrémité Est (côté Loire) du mur actuel d'enceinte de la plateforme de construction de la forme Jean-Bart.*

Ce mur sera abattu en septembre prochain, lorsque l'extension de la plateforme aura été terminée.

A ce moment, la plateforme de construction aura une longueur totale de 310 + 150 = 460 mètres.


Mât de montage du jambage Nord du portique de 750 tonnes (hauteur 81 m).
On aperçoit en bas le train de boggies déjà en place sur le rail Nord du portique.
Portique de montage du jambage Sud du portique (hauteur 62 m). Ce portique sera ensuite amené le long de la forme pour assurer le montage de la poutre horizontale du portique.
Tubes constituant le jambage Nord du portique. Ces tubes sont en attente de montage.
Dalle béton du mur Sud de la plateforme de construction.
Rideau de palplanches assurant provisoirement (jusqu'à ce que la forme soit achevée) l'étanchéité de la plateforme de construction.
Ce rideau de palplanches sera supprimé en Juin 1968, lorsque la forme sera pratiquement achevée pour permettre le passage du 3e pétrolier de 200 000 tonnes de notre carnet de commandes.
On voit nettement l'emplacement de la future forme.

Un atelier spécial

Jusqu'ici, l'assemblage par soudure des tôles découpées et des profilés pour constituer des panneaux (préfabrication) était assuré dans trois ateliers :

1. PREFABRICATION LEGERE

Nous disposions, dans le Sud, d'un atelier d'environ 8 000 m² où s'effectuait (jusqu'au début de 1966) la soudure des éléments légers (pré-préfabrication).

Cet atelier était équipé de ponts de 5 tonnes permettant la manipulation d'éléments de 5 tonnes et, exceptionnellement, en jumelant deux ponts, de 9 tonnes.

2. PREFABRICATION MOYENNE

Nous disposons, au Nord-Ouest, d'un atelier d'environ 9 000 m², équipé de ponts de 30 tonnes, permettant la manipulation de blocs de 30 tonnes et, exceptionnellement, par jumelage de deux ponts, de 50 tonnes.

3. PREFABRICATION LOURDE

La préfabrication lourde est assurée dans l'atelier de préfabrication, d'une surface totale de 13 000 m².

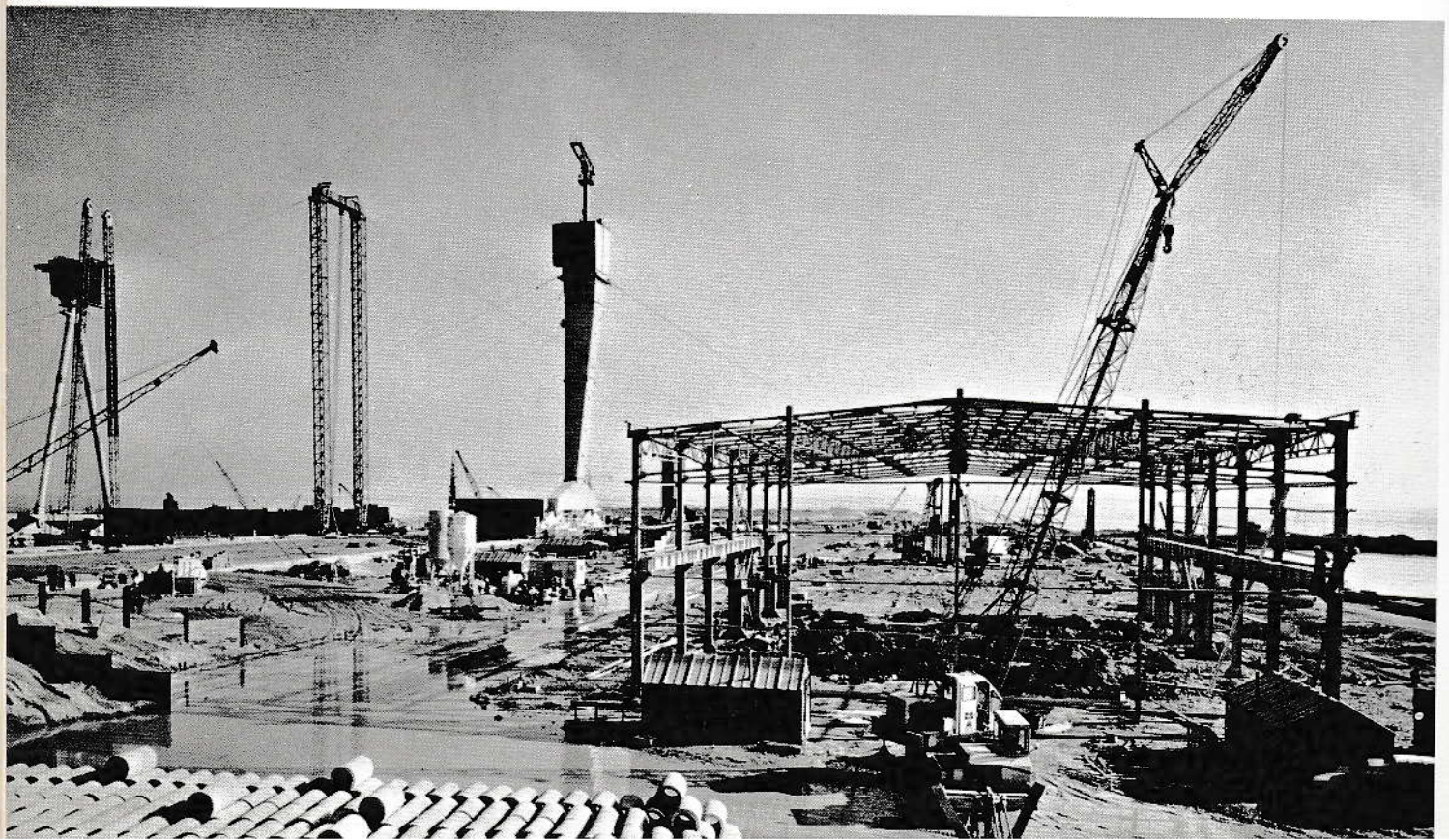
Cet atelier est équipé de ponts de 60 tonnes jumelables, assurant par conséquent une capacité de levage :

— normale de 60 tonnes,

— après jumelage de deux ponts, de 100 tonnes,

— tout à fait exceptionnellement, après jumelage de quatre ponts, de 200 tonnes.

Les travaux de construction de l'atelier de panneaux plans ont commencé en janvier 1967 (fondations). Le 28 février, une partie de la charpente était déjà montée.



our la préfabrication des panneaux plans

Ces moyens étaient parfaitement adaptés à des pétroliers jusqu'à 50 000 tdw.

Ils sont devenus inadaptés pour des pétroliers de 130 000 et surtout 200 000 tdw.

Pourquoi ?

L'atelier de pré-préfabrication est équipé, comme il vient d'être indiqué, de ponts de 5 tonnes, permettant exceptionnellement, par jumelage, la manipulation d'éléments de 9 tonnes.

Or, les éléments constituant les blocs ont vu leur poids augmenter considérablement.

C'est ainsi, par exemple, qu'un élément de carlingue centrale voit son poids passer :

— de 7 tonnes pour un pétrolier de 50 000 tdw,
— à 10 tonnes pour un pétrolier de 80 000 tdw,
— et 31 tonnes pour un pétrolier de 170 000 tdw.

Pour ce dernier navire, la répartition en poids des sous-éléments préfabriqués est la suivante :

— moins de 5 tonnes	25 %
— 5 à 10 tonnes	30 %
— 10 à 15 tonnes	25 %
— 15 à 20 tonnes	15 %
— plus de 20 tonnes	5 %

Ainsi, 75 % en poids des éléments excèdent la puissance unitaire des ponts et 45 % la capicté maxima de levage.

Cette situation serait, bien entendu, considérablement aggravée pour des navires de plus de 170 000 tonnes.

NECESSITE D'UN NOUVEL ATELIER

Nous nous sommes ainsi trouvés dans l'obligation d'abandonner l'atelier Nord et de retrouver ailleurs les 9 000 m² correspondants.

Parallèlement, l'évolution du carnet de commandes vers les grands navires impliquait une augmentation des surfaces d'ateliers nécessaires pour assurer la préfabrication.

Le déficit total a été évalué, à partir de 1968, à environ 15 000 m², dont un peu moins de 5 000 m² ont été fournis par la deuxième nef de l'atelier Nord-Ouest (ex-chaudronnerie moyenne).

Il fallait donc construire un nouvel atelier d'environ 10 000 m².

Au lieu de construire un atelier **classique** de préfabrication, utilisable indifféremment pour tous les éléments du navire, il a été estimé préférable de construire un atelier **spécialisé** dans la fabrication **des panneaux plans.**

Cette solution n'est évidemment intéressante que si les panneaux plans présentent un tonnage suffisant, judiciable d'une chaîne spécialisée.

Le tableau ci-après donne, pour un certain nombre de navires, le pourcentage en poids et en surface des panneaux plans.

	Poids total C.M.	Dont panneaux plans		Nombre total m² panneaux	Dont panneaux plans	
	t	t	%	m²	m²	%
Pétrolier de 80 000 tdw	14 250	9 800	68 %	43 500	25 500	59 %
Pétrolier de 100 000 tdw	16 700	11 500	68 %	45 500	28 000	61,5 %
Pétrolier de 175 000 tdw	25 500	17 000	67 %	63 000	42 500	67,5 %
Minéralier de 80 000 tdw	15 450	7 400	48 %	47 500	23 900	50 %
Minéralier de 38 000 tdw	5 700	2 750	48 %	19 100	8 500	44,5 %
Paquebot type N. 23 (1)	3 100	600	19 %	17 950	2 600	14,5 %
Cargo type R. 21 (1)	3 750	720	19 %	14 300	2 250	15,5 %

(1) Ponts avec bouges polygonaux.

UN ATELIER SPECIALISE ET MECANISE

La capacité de production du nouveau chantier étant au minimum de 120 000 tonnes de coque métallique, les panneaux plans représenteront, suivant que les carnets de commande comportent plus ou moins de grands navires, entre 50 000 et 65 000 tonnes.

Ce tonnage permet la réalisation d'une ligne de fabrication mécanisée : mécanisation de l'oxycoupage des panneaux et du positionnement des profilés primaires, mécanisation des soudures de la nappe et des profilés, suppression de l'agrafage des profilés.

Le nouvel atelier permettra en outre de réduire les délais de fabrication et d'accroître la précision géométrique des panneaux.

En outre des avantages différentiels résultant, toutes choses étant égales d'ailleurs, du remplacement d'un atelier de préfabrication de type classique par un atelier spécialisé pour la construction de panneaux plans,

le nouvel atelier (qu'il soit un atelier classique ou un atelier spécialisé) présente deux autres avantages.

ALLONGEMENT DES PANNEAUX

A l'heure actuelle, les panneaux maxima qu'il est possible de sortir des ateliers de préfabrication ont une largeur de 17 m (correspondant à une largeur maximum utilisable de l'atelier de 17 m).

Une augmentation de largeur entraîne une augmentation de longueur des blocs et une diminution du nombre des joints transversaux.

La largeur du nouvel atelier a été fixée à 20 m utiles.

Cette augmentation de longueur diminue le nombre de joints transversaux dans la proportion de 12,5 %, entraînant une nouvelle réduction de prix de revient et de délai.

DIMINUTION DU PRIX DES GRANDES TOLES

Enfin, les barêmes de prix des Aciéries comportent, pour les tôles, des suppléments de prix (écarts de classes) très importants pour les longueurs supérieures à 11 m et les poids supérieurs à 3 t.

C'est ainsi que :

— une tôle de 15 m × 3,60 m × 30 mm (pesant 12,8 t) a un prix supérieur de 2,65 % à 2 tôles de même épaisseur, de même largeur et de chacune 7,50 m de long,

— une tôle de 20 m × 3,60 m × 30 mm (pesant 17 t) a un prix supérieur de 4 % à 2 tôles de même épaisseur, de même largeur et de chacune 10 m de long.

La soudure de deux tôles de longueur moitié ne représente, en contrepartie, qu'environ 0,6 % du prix des deux tôles.

Le remplacement d'une tôle de 15 à 20 m par deux tôles de 7,50 m à 10 m représente donc un gain net de :

2 % pour des tôles de 15 m,

3,4 % pour des tôles de 20 m.

Cette opération était théoriquement réalisable avec les ateliers actuels, mais dans la limite de 17 m (largeur maximum de l'atelier de préfabrication) et pour des tôles ne pesant pas, après raboutage, plus de 13,5 t (capacité nette des ponts de l'atelier) — ce qui en limitait considérablement l'intérêt.

Il a, au contraire, été possible d'implanter, en tête du nouvel atelier de panneaux plans, un atelier permettant de réaliser **systématiquement** l'opération de fabrication de tôles « synthétiques » à partir de tôles de longueur moitié et jusqu'à une longueur maximum de la tôle synthétique de 20 m.

Certaines des opérations qui seront désormais effectuées dans cet atelier (usinage des tôles rectangles) sont actuellement effectuées dans l'atelier d'usinage Sud. La mise en service du nouvel atelier permettra en conséquence de dégager une surface d'atelier de 2 000 m² environ, qui pourra être ultérieurement affectée à l'Atelier ds Profilés.

Schéma de l'atelier de panneaux plans

Le plan schématique ci-contre permet de comprendre le fonctionnement de cet atelier.

La chaîne de fabrication proprement dite est constituée par une série d'ateliers, d'une longueur totale de 350 m, où les postes de travail sont numérotés en chiffres romains de I à XII.

Poste I :

Assemblage de la nappe de tôles et soudure première face avec une machine automatique.

Poste II :

Retournement de la nappe ainsi soudée sur une première face et soudage deuxième face avec une seconde machine automatique.

Poste III :

Traçage et oxycoupage de la nappe ainsi soudée définitivement. Eventuellement, pivotement de la nappe lorsque les profilés primaires doivent être disposés perpendiculairement aux soudures.

Poste IV :

Poste d'attente pour permettre d'équilibrer les opérations des postes I - II - III et des postes suivants.

Poste V :

Mise en place et soudage des raidisseurs primaires (profilés laminés ou profilés synthétiques). Ce poste est équipé d'une machine très importante, qui assure la mise en place, le positionnement et le soudage automatique des profilés.

Poste VI :

Nouveau poste d'attente.

Postes VII et VIII :

A partir du poste VII, les panneaux plans sont pris sur une chaîne au sol qui assure leur transfert jusqu'à la sortie de l'atelier.

Sur les deux postes VII et VIII, mise en place et agrafage des grands éléments d'habillage secondaires préfabriqués dans l'atelier de préfabrication moyenne (porques, carlingues, pieds de cloisons, etc.).

Postes IX, X, XI, XII, XIII, XIV :

Soudage des éléments précédents, habillage d'armement (tuyauteries, commandes à distance, vannes, équerres d'échafaudages...).

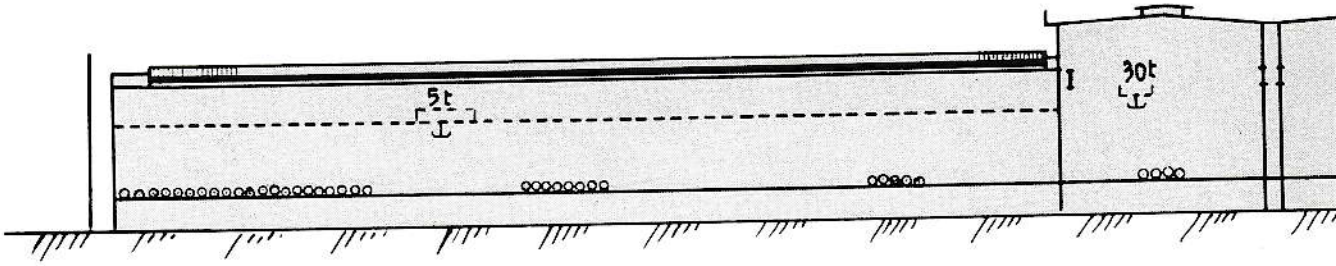
Accolés à l'atelier de panneaux plans, on trouve :

1. à l'entrée, la section de fabrication des tôles synthétiques par soudure automatique de tôles de longueur moitié (y.c. traçage et découpage),

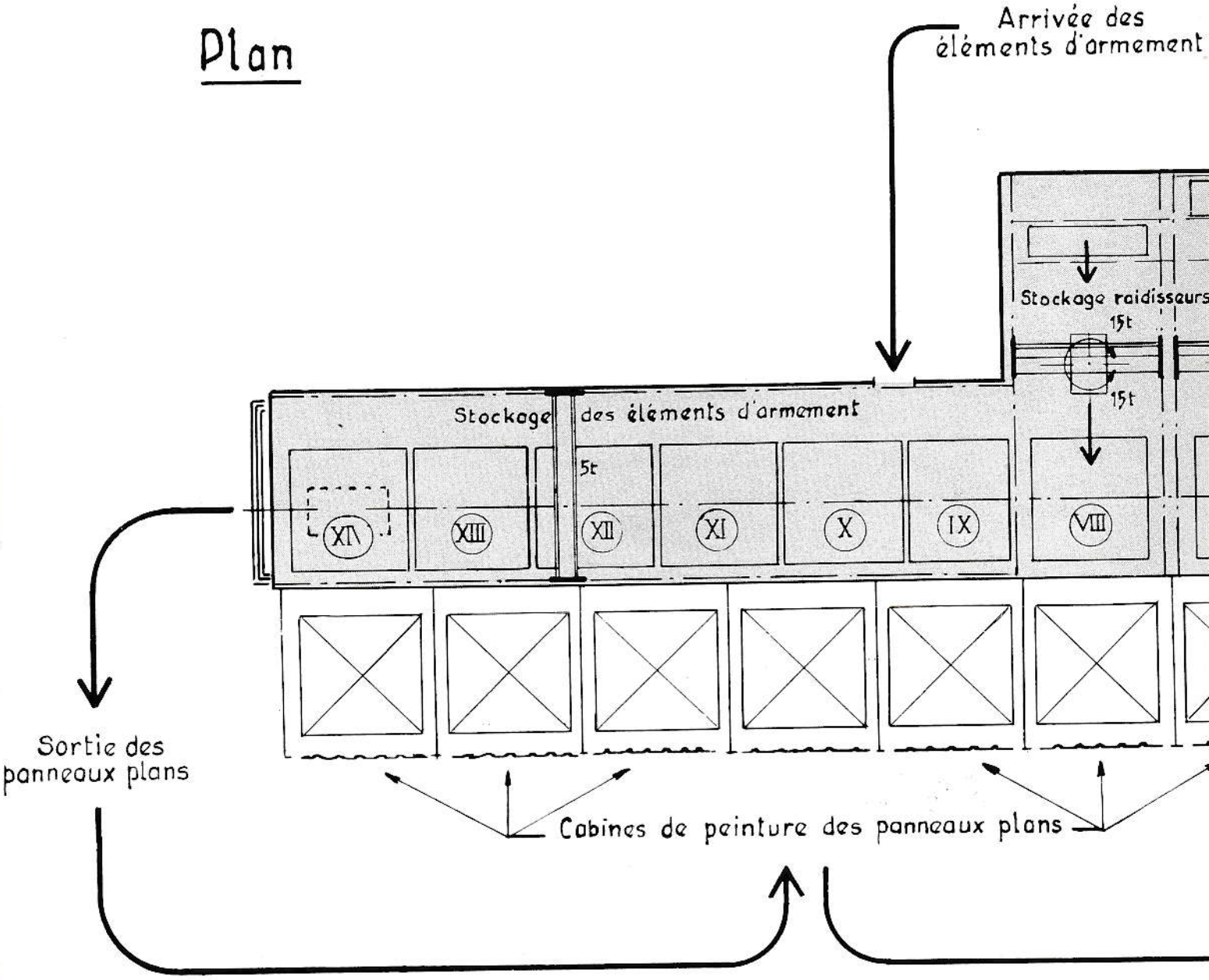
2. à la sortie, des cabines de peinture. (En effet, lorsque l'armateur exige une peinture du type Epoxy, il est préférable de peindre, dans un délai aussi court qu possible après la peinture primaire les éléments constituant le bloc (tôles et profilés). Il est donc nécessaire de ne pas attendre l'achèvement du navire et de peindre les blocs à la sortie de l'atelier.)

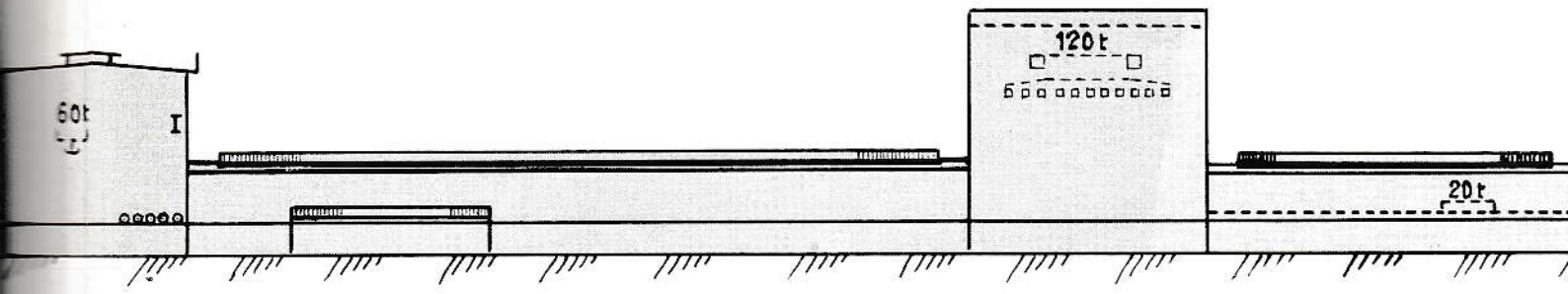
La manipulation des panneaux plans entre la sortie du poste XIV, les cabines de peinture, les stockages et la mise à poste sur l'aire de prémontage est effectuée par des remorques élévatrices de 250 tonnes.

Elévation



Plan





Arrivée des raidisseurs secondaires

Arrivée des profilés

Arrivée des tôles unitaire

Stockage des tôles

Transfert

20t

secondaires

30t

30t

Stockage des profilés

4t

4t

Batterie de positionneurs pour soudures et usinage automatique des tôles

60t

20t

VII

VI

V

IV

III

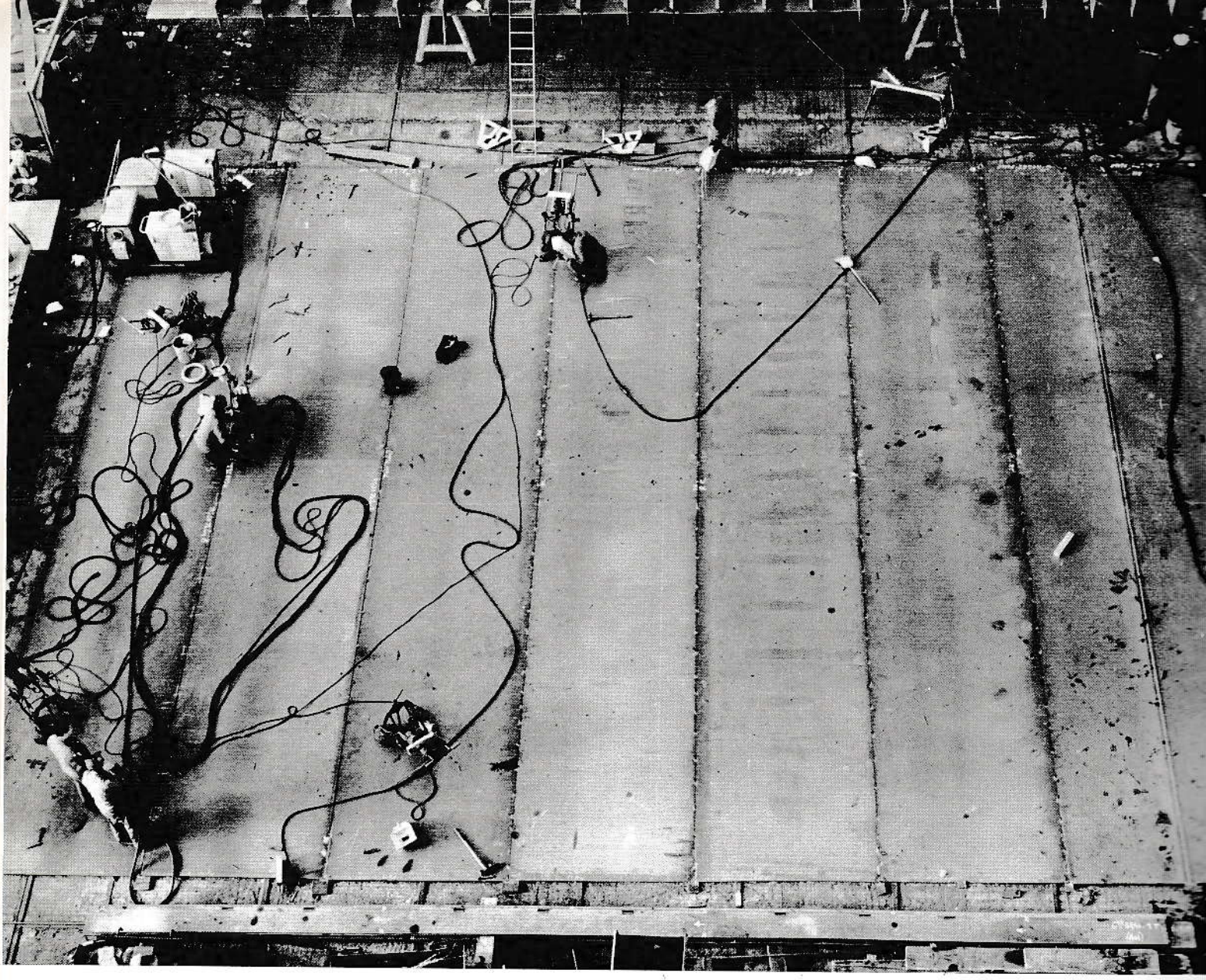
II

I

0

Stockage des panneaux plans après peinture

Vers plateformes de prémontage

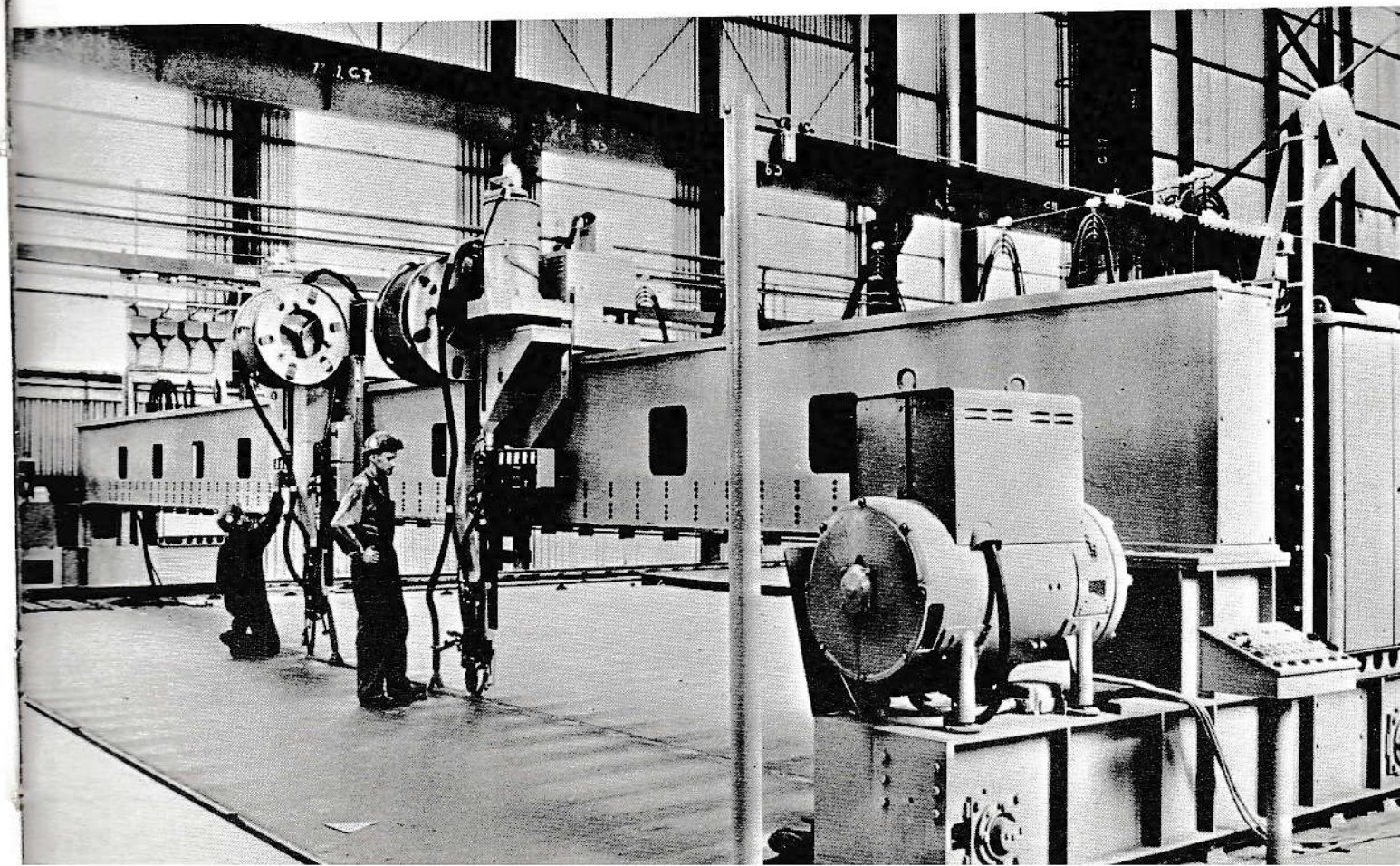


AVANT...

Ces deux photographies représentent la soudure de la nappe de tôles :

- *telle qu'elle est actuellement pratiquée dans l'atelier de préfabrication,*
- *telle qu'elle sera pratiquée dans le nouvel atelier de panneaux plans.*

APRÈS...



AVANT...

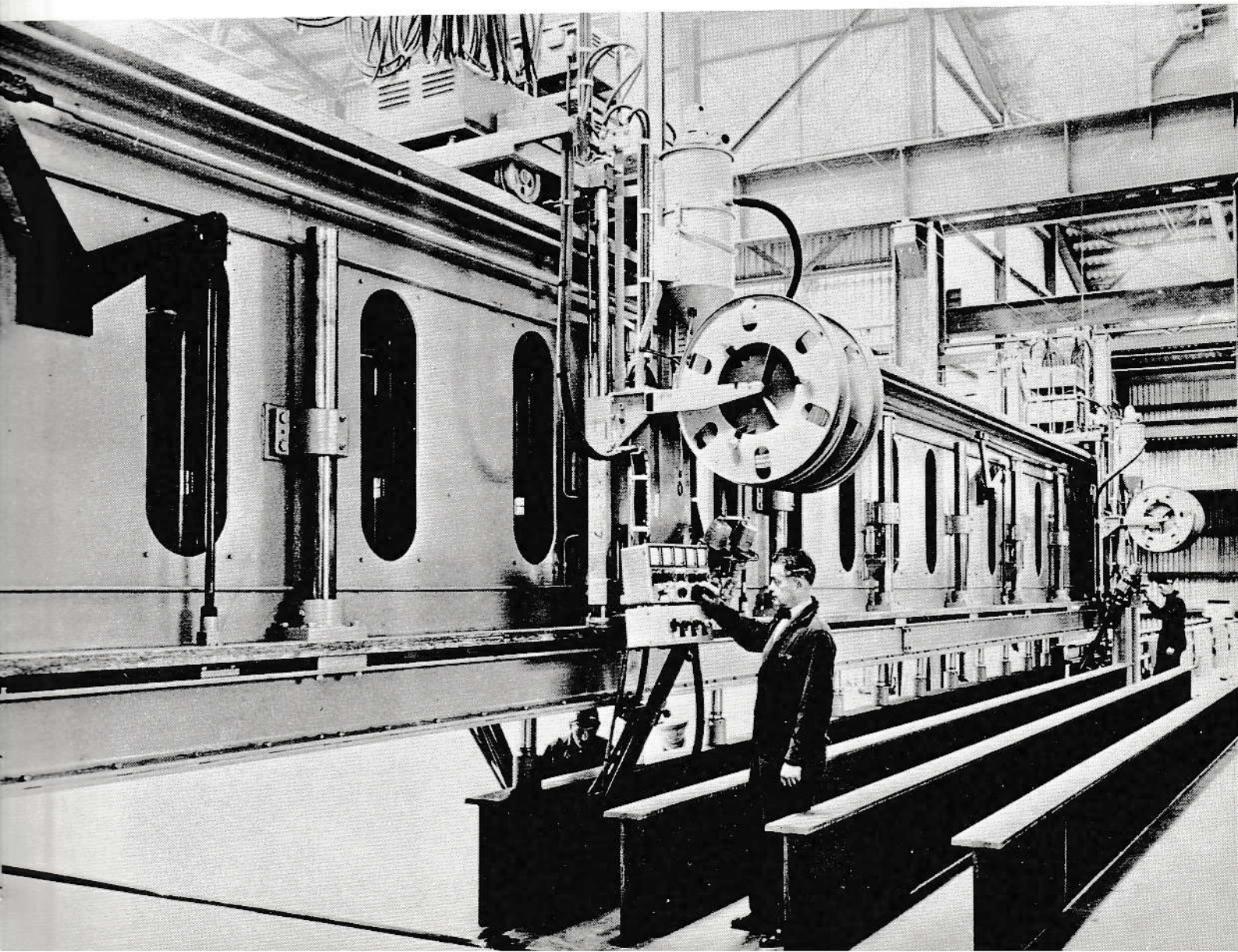
Ces deux photographies représentent, comme les deux précédentes, la mise en place et la soudure des profilés sur la nappe de tôles :

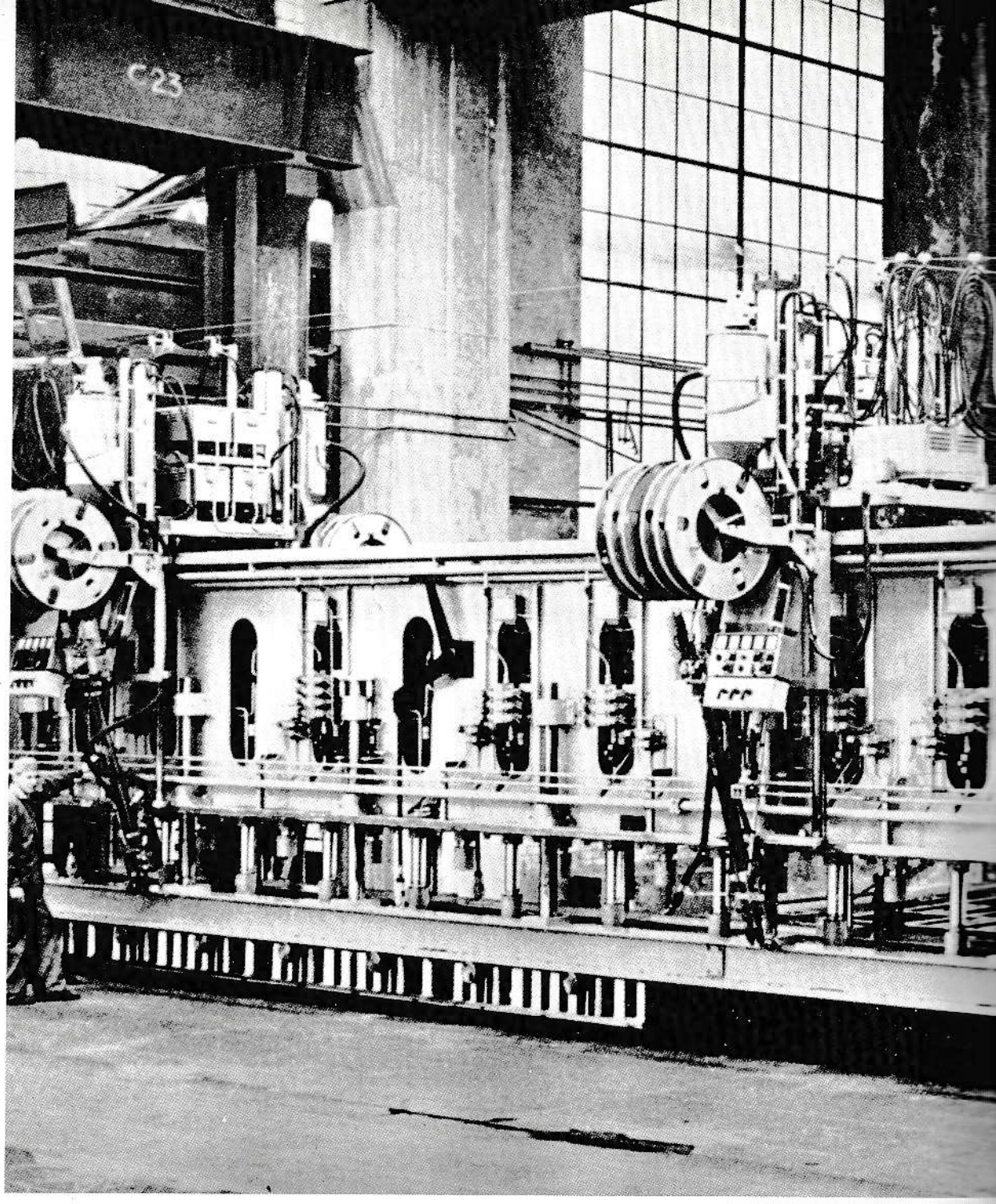
— à gauche, telle que cette opération est actuellement pratiquée dans l'atelier de préfabrication ;

— à droite, telle que cette opération sera pratiquée dans l'atelier de panneaux plans.

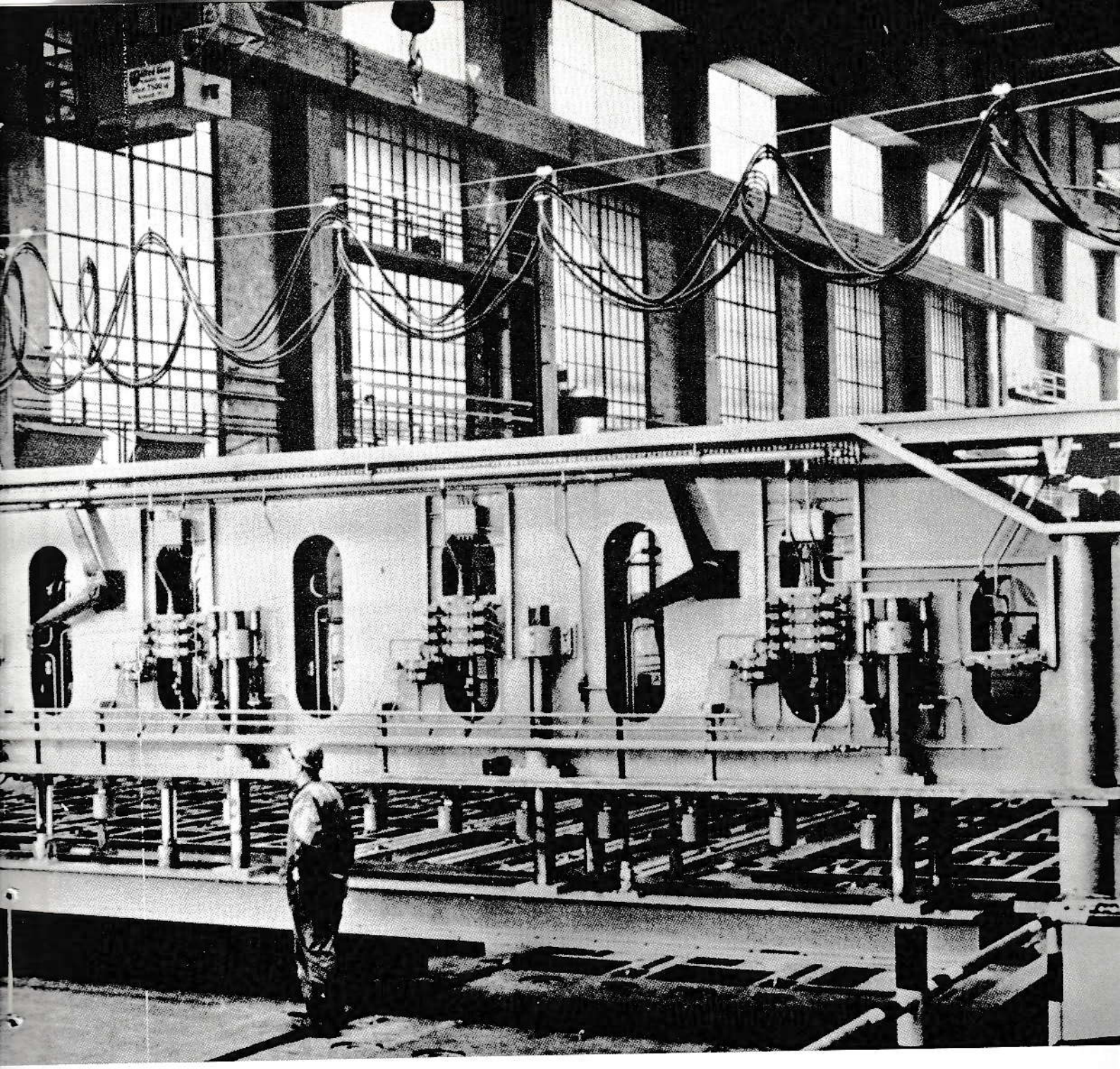
On voit, au premier plan, les profilés dont les trois premiers ont été soudés par la machine automatique et le quatrième vient d'être positionné et bloqué par les vérins que l'on aperçoit au-dessous de la poutre soutenant le poste automatique de soudure.

APRÈS...





Vue d'ensemble du portique de soudure automatique et de positionnement des profilés.



SOUDURE AVEC OU SANS RETOURNEMENT ?

La liste des postes de travail de l'atelier de panneaux plans comporte un poste intitulé "retournement de la nappe de tôles et soudage sur la deuxième face".

Certains s'en étonneront peut-être ? On parle beaucoup en effet, actuellement, de méthodes de soudure permettant de souder deux tôles en opérant d'un seul côté. Pourquoi, dans ces conditions, prévoir un poste de retournement, qui nécessite une tour de grande hauteur et un pont-roulant de 120 tonnes ?

Il est bien exact que de nombreux chantiers ont cherché à mettre au point un procédé de soudure des tôles en opérant d'un seul côté et permettant, par conséquent, d'éviter le retournement. Mais aucun de ces procédés n'est encore parfaitement au point. Il résulte d'une enquête récente au Japon que le pourcentage de reprises à l'envers des soudures effectuées d'un seul côté atteint couramment 5 à 10 %.

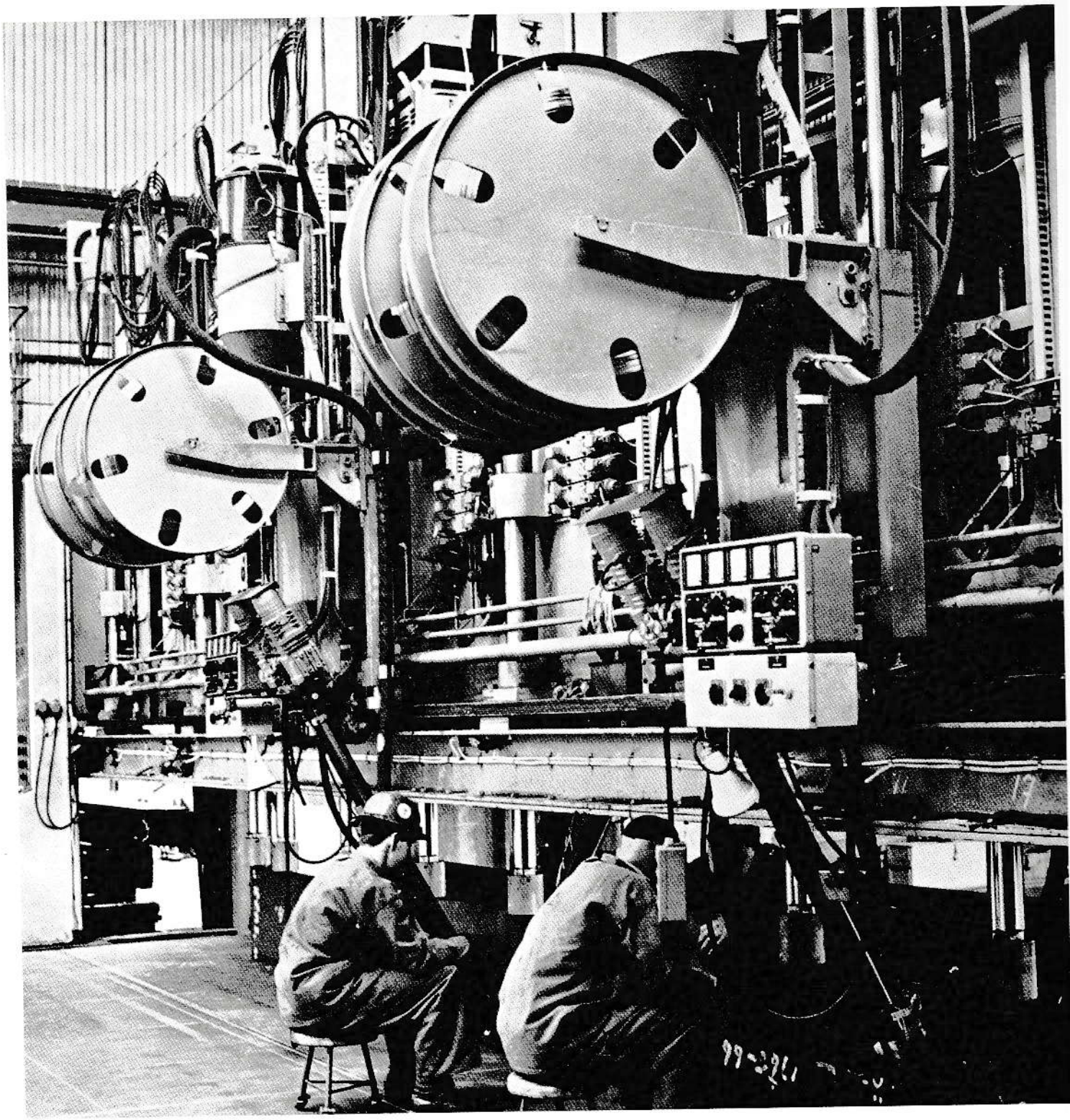
Le procédé n'étant par conséquent pas sûr à 100 %, il est nécessaire de contrôler à l'envers toutes les soudures et de procéder à la réparation de celles qui font apparaître des défauts.

Il est donc nécessaire de stocker les panneaux avant montage sur cale et à une hauteur suffisante au-dessus du sol pour permettre une vérification à l'envers des soudures et la reprise des soudures défectueuses (environ 10 % de la longueur totale).

Après étude approfondie, il nous est apparu que la pratique de la soudure des deux côtés était finalement plus commode à mettre en œuvre et nous avons donc maintenu dans l'atelier de panneaux plans un poste de retournement.

Nous poursuivons, bien entendu, l'étude des procédés de soudure d'un seul côté, pour tenter de parvenir à mettre au point un procédé donnant 100 % de sécurité.

D'ores et déjà, nous avons mis au point un procédé de soudure d'un seul côté, valable pour les tôles d'épaisseur inférieure à 25 mm, et nous utilisons ce procédé depuis six mois pour la fabrication des cloisons.



Détail de la machine spéciale à souder les profilés.

En dehors des améliorations considérables de précision et de rapidité, l'ensemble de ces machines apportera au personnel des conditions de travail meilleures.

Une nouvelle méthode d

d

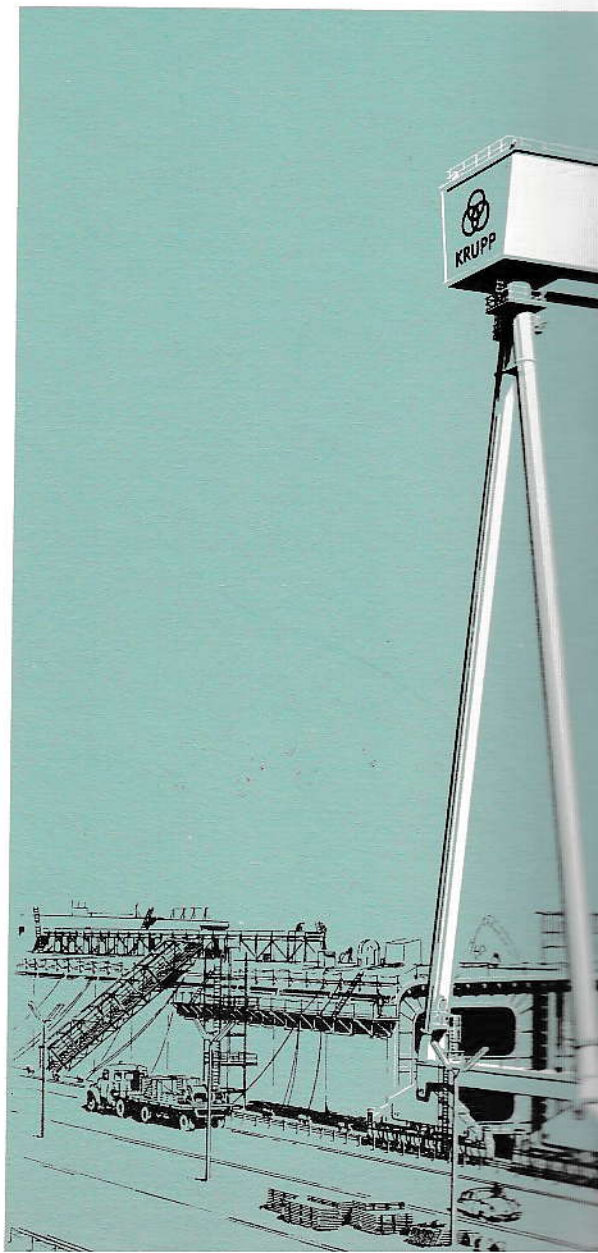
Actuellement, les ateliers de préfabrication des Chantiers de l'Atlantique sortent des blocs d'un poids moyen d'une centaine de tonnes (exceptionnellement 200 tonnes). Ces blocs doivent être assemblés sur le navire, dans des positions souvent difficiles (hauteur sur le navire, position des soudures, difficultés d'accès, etc.).

La nouvelle méthode de construction résultant du programme d'investissements comporte l'assemblage des blocs élémentaires (dont le poids moyen sera compris entre 100 et 200 tonnes) en blocs plus importants, jusqu'à 750 tonnes. Les soudures correspondantes seront faites au sol, dans de bien meilleures conditions.

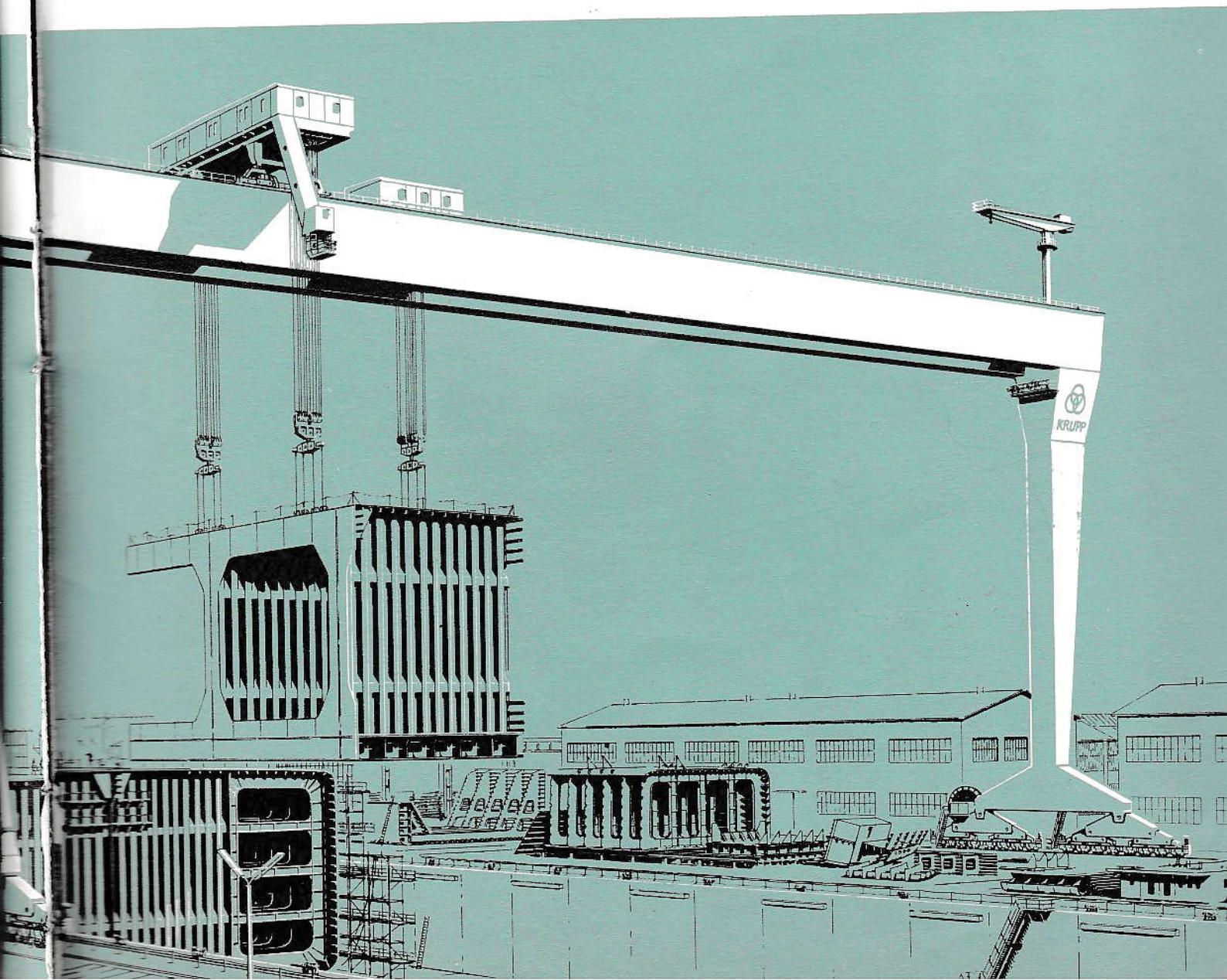
Mais il était nécessaire, pour que l'opération soit rentable, que le portique puisse être utilisé pour la totalité de la production du Chantier. C'est ce qu'il a été possible de réaliser avec la combinaison de l'extension de la plateforme de montage des coques métalliques et l'adjonction d'une plateforme de prémontage.

Ceci explique la largeur inhabituelle d'un tel portique (130 m).

Le schéma ci-contre a été dessiné par le constructeur du portique (la Société Krupp-Ardelt) qui a fourni les plus grands portiques de construction navale en service à ce jour.



construction des navires avec prémontage au sol blocs jusqu'à 750 tonnes



Quelques caractéristiques du portique de 750 tonnes

L'instrument essentiel pour la mise en œuvre de la nouvelle méthode de construction est un portique de caractéristiques exceptionnelles.

Il est tout d'abord exceptionnel par sa portée (130 m). Cette portée était nécessaire pour lui permettre de desservir à la fois la plateforme de construction et la plateforme de prémontage. Cette disposition permet de limiter au maximum les déplacements du portique en charge. En effet, le prémontage des blocs sera effectué au voisinage immédiat de leur emplacement de montage sur le navire.

Il est également exceptionnel par sa capacité de levage (un seul portique de même capacité a été actuellement commandé dans le monde, par le Chantier Suédois Kockums) : le portique dispose en effet de 3 crochets de 250 t., permettant le levage d'un bloc de 750 t. et le retournement des blocs jusqu'à 500 t.

La méthode de retournement est précisée ci-contre.

Dans la conception d'ensemble comme dans la conception de détail, on a recherché à la fois la précision des mouvements et la sécurité de fonctionnement.

Voici quelques-unes des caractéristiques notables du portique à cet égard :

— Le portique est doté d'une commande automatique. Le conducteur pourra afficher par clavier un déplacement déterminé dans les trois axes (levage, translation parallèle et translation transversale). Les mouvements ainsi affichés seront exécutés avec une précision de ± 1 mm.

— L'alimentation en courant continu des moteurs est obtenue par des thyristors contrôlés : à chaque fonction (levage d'un croc, mouvement d'un chariot, etc) correspond un thyristor. Le remplacement d'un thyristor est obtenu par le simple remplacement d'un tiroir débrochable.

— Pour les circuits de contrôle également, à chaque fonction correspond un tiroir débrochable. Chaque tiroir est lui-même composé de plaquettes de circuits imprimés standards et débrochables.

— Les fonctions sont toutes indépendantes. Un incident quelconque ne peut affecter qu'une seule fonction.

L'entrée et la sortie de chaque fonction sont munies d'appareils de mesure indépendants. Des broches permettent l'injection de signaux d'essais prédéterminés, permettant ainsi la vérification indépendante de chaque fonction.

— Possibilité d'affichage pour chacun des trois crochets de la charge maxima prévue au cours de l'opération — le dépassement de cette charge entraînant l'arrêt automatique du levage.

— Le mouvement des deux jambages est synchronisé par asservissement électronique.

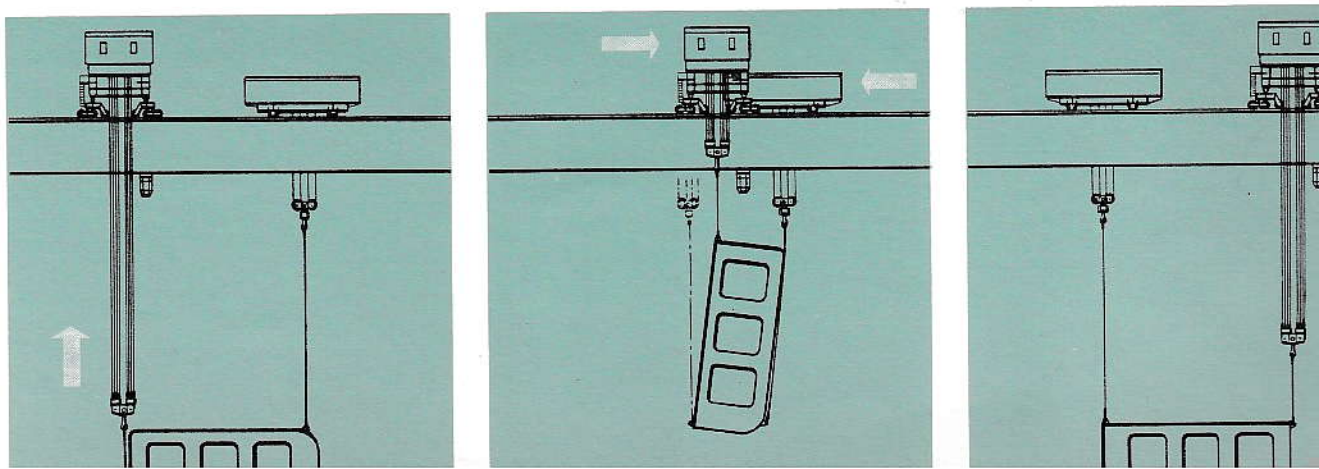
— Le démarrage de chaque mouvement des blocs est automatiquement programmé pour éviter des chocs et le balancement des charges.

Le portique comprend trois crochets de 250 tonnes commandés individuellement.

L'ensemble peut donc porter un poids de 750 tonnes.

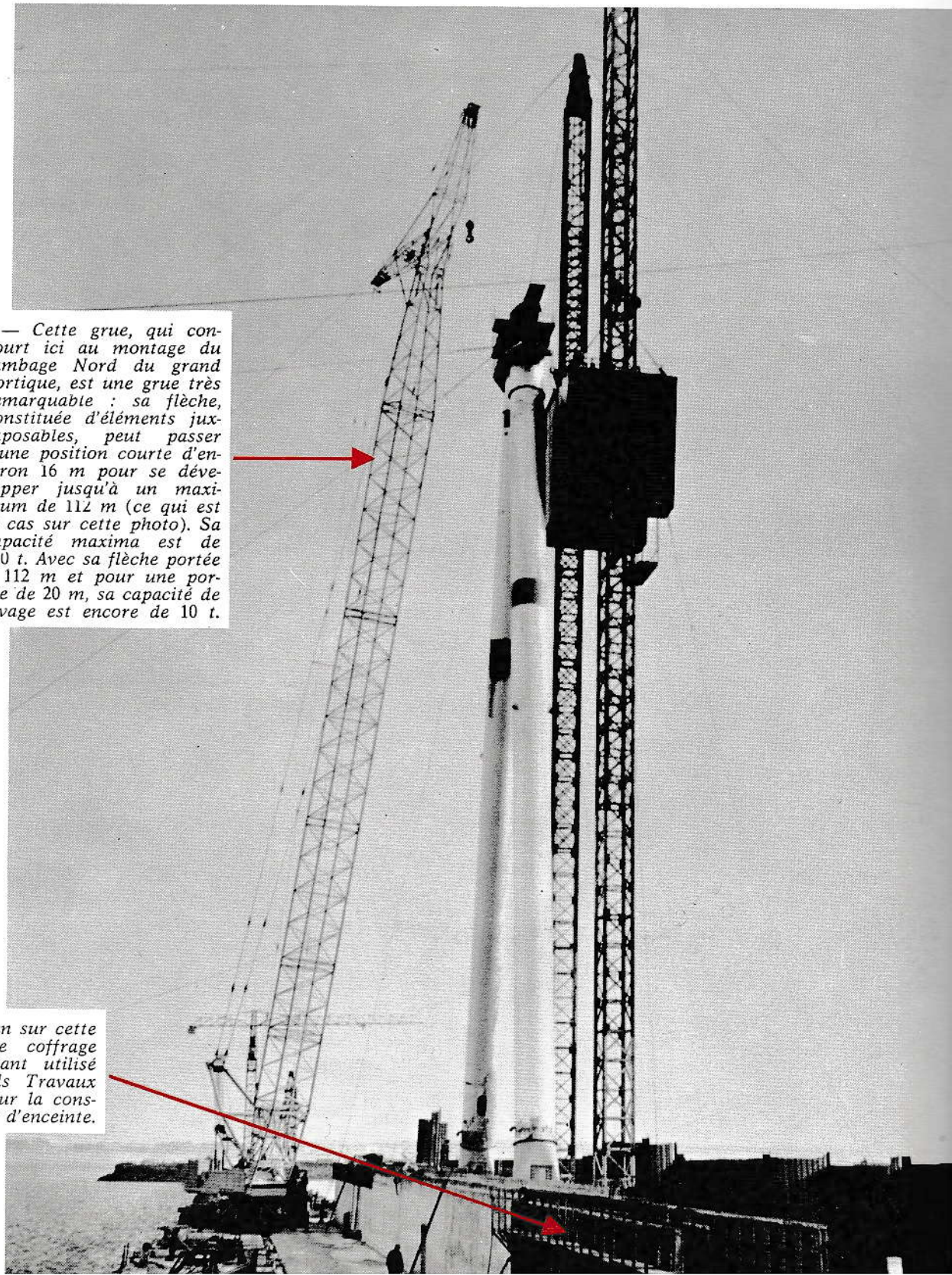
Pour assurer le retournement d'un bloc, celui-ci ne repose, à un certain moment, que sur deux crochets, et la limite des blocs susceptibles d'être retournés est donc de 500 tonnes.

Schéma de principe du retournement des blocs.



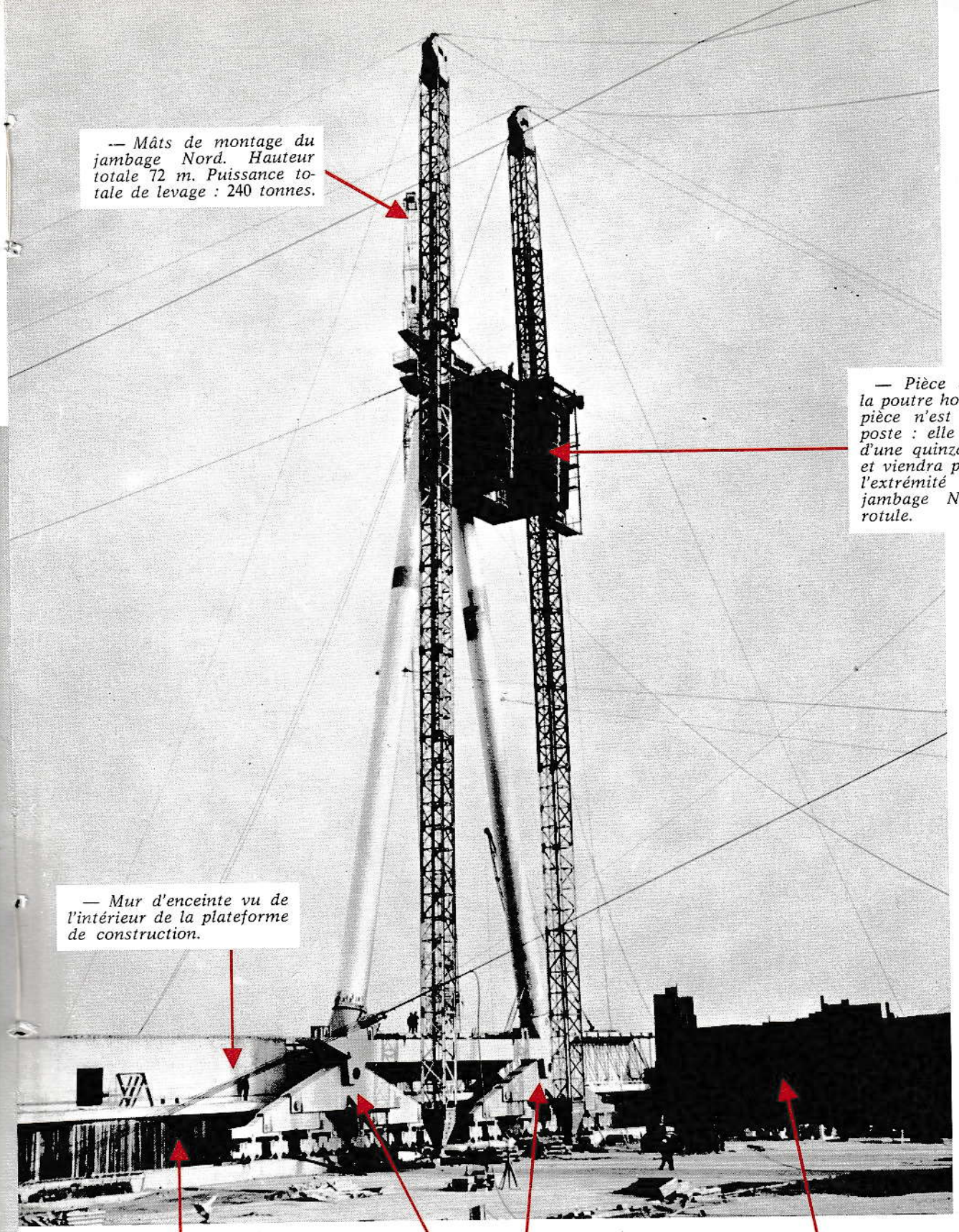
Le portique de 750 tonnes est constitué de 3 éléments :
— le jambage Sud,
— le jambage Nord (que l'on voit ici en cours de montage),
— la poutre horizontale.

La poutre horizontale est encastrée à son extrémité sur le jambage Sud et repose sur le jambage Nord par l'intermédiaire d'une rotule.



— Cette grue, qui concourt ici au montage du jambage Nord du grand portique, est une grue très remarquable : sa flèche, constituée d'éléments juxtaposables, peut passer d'une position courte d'environ 16 m pour se développer jusqu'à un maximum de 112 m (ce qui est le cas sur cette photo). Sa capacité maxima est de 150 t. Avec sa flèche portée à 112 m et pour une portée de 20 m, sa capacité de levage est encore de 10 t.

— On voit bien sur cette photographie le coffrage métallique roulant utilisé par Les Grands Travaux de Marseille pour la construction du mur d'enceinte.



— *Mâts de montage du jambage Nord. Hauteur totale 72 m. Puissance totale de levage : 240 tonnes.*

— *Pièce d'extrémité de la poutre horizontale. Cette pièce n'est pas encore à poste : elle va être élevée d'une quinzaine de mètres et viendra prendre appui à l'extrémité supérieure du jambage Nord, sur une rotule.*

— *Mur d'enceinte vu de l'intérieur de la plateforme de construction.*

— *Extrémité supérieure des palplanches constituant les gabions.*

— *Le jambage Nord (comme le jambage Sud) roule sur deux trains de 16 roues chacun.*

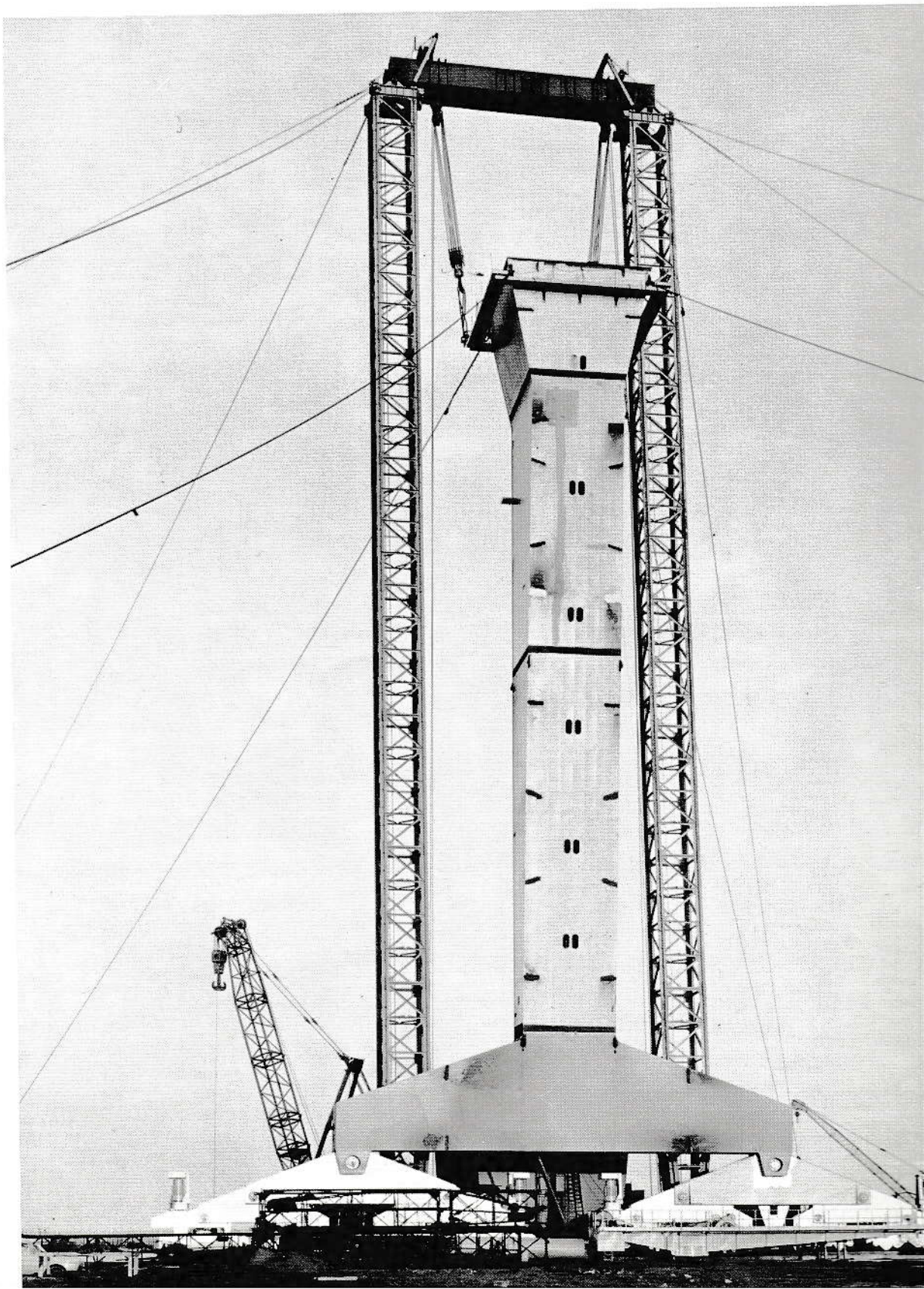
— *... et toujours le rideau de palplanches assurant provisoirement, jusqu'en septembre 1968, l'étanchéité de la plateforme de montage.*

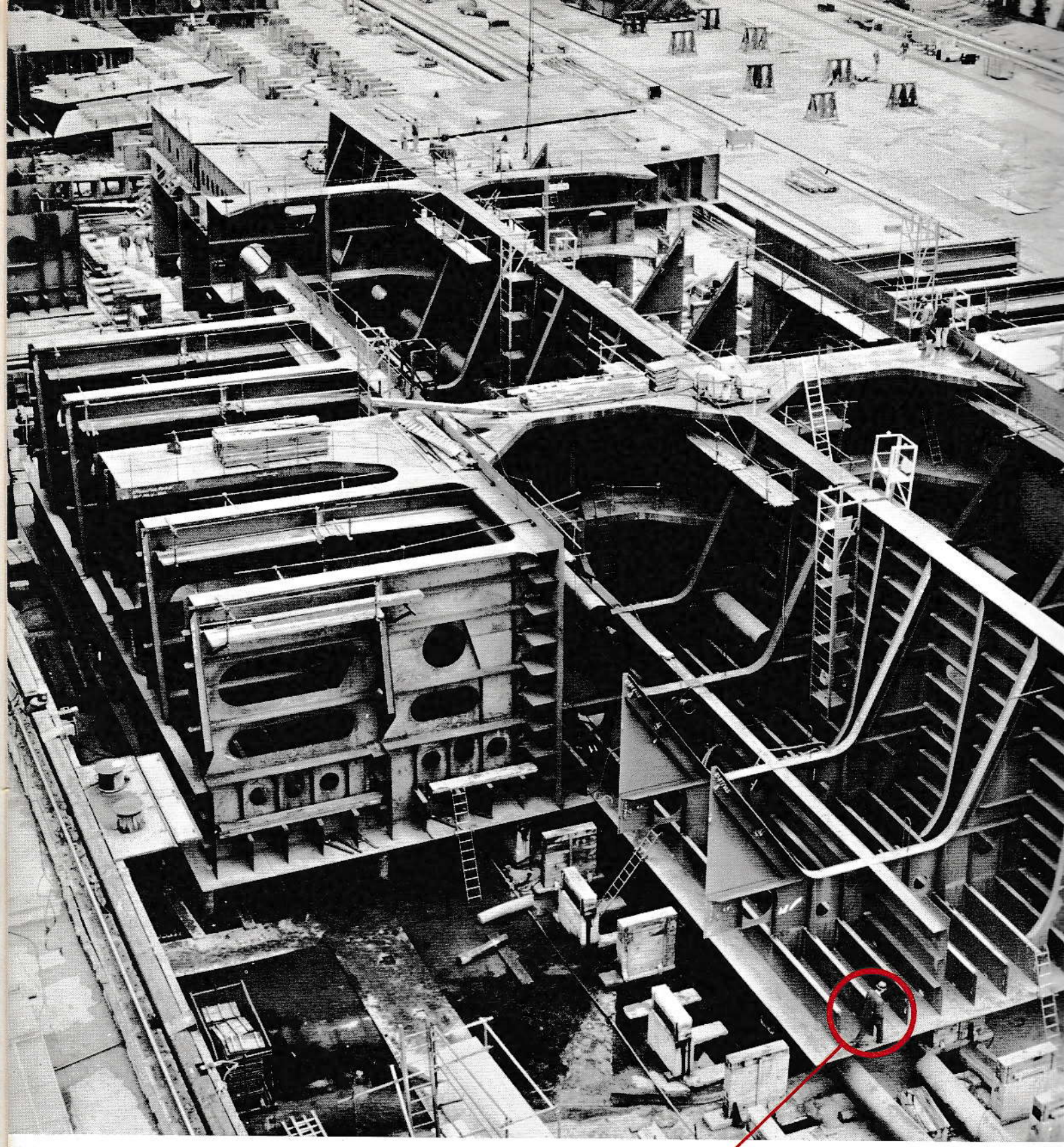
La pièce d'extrémité de la poutre horizontale du portique vient d'être mise à poste sur la rotule au sommet du jambage Nord.

La photographie ci-dessous montre le jambage Sud en cours de montage.

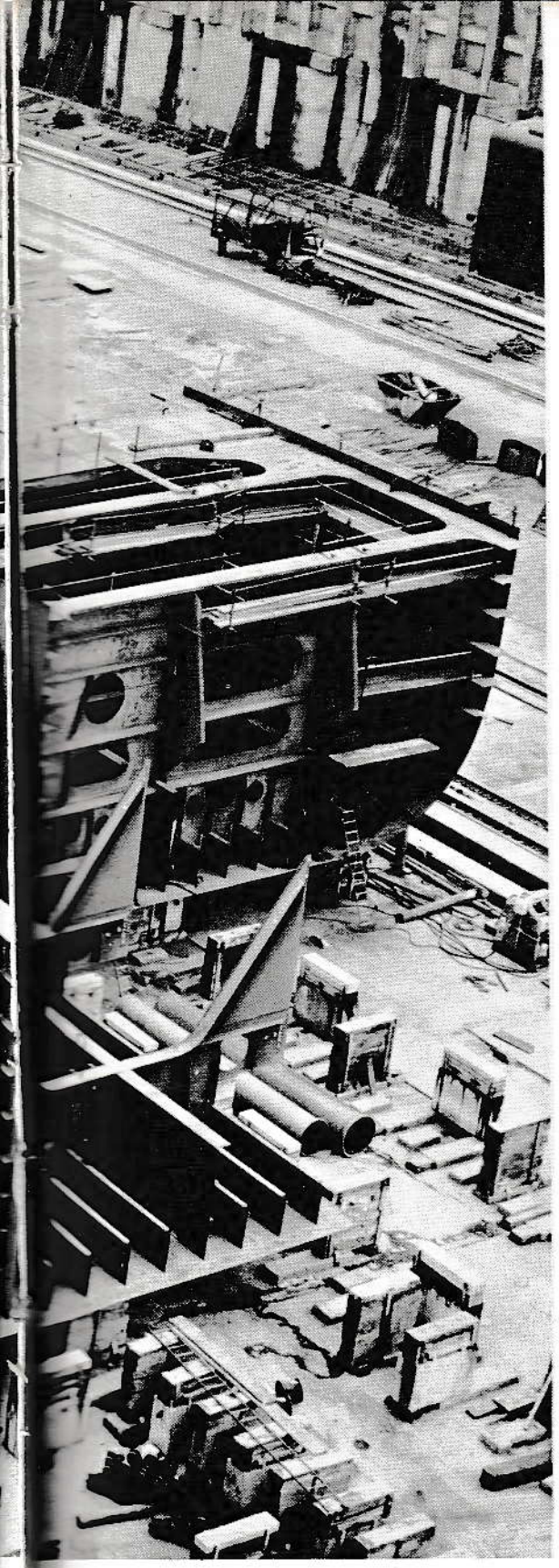
Ce jambage est constitué de 5 blocs préfabriqués pesant, au total, 370 tonnes.

Il comporte un ascenseur qui dessert la partie supérieure et la cabine.





Ce contremaître donne l'échelle des panneaux de fonds d'un pétrolier de 200 000 tdw. La carlingue centrale (arête verticale au centre du panneau) a une hauteur de 7,40 m.



Le tronçon de navire ci-contre est un tronçon du premier pétrolier de 200 000 tonnes en construction à Saint-Nazaire.

Ce tronçon pèse 1 100 tonnes.

Avec notre équipement actuel, ce tronçon a été constitué par la soudure sur la zone de prémontage de 10 tronçons (5 panneaux de fond axiaux, 4 panneaux de fond latéraux, 1 panneau de bouchain), pesant entre 60 et 150 tonnes chacun.

Après le programme d'investissements, 9 de ces 10 panneaux (panneau de bouchain excepté) proviendront de l'atelier de panneaux plans.

Ils seront assemblés sur la plateforme de prémontage en un bloc de 750 tonnes (qui n'aura pas tout à fait la même configuration). Ce tronçon, soudé sur la plateforme de prémontage, aura été amené sur la plateforme de montage par le grand portique.

Un atelier moderne de préparation et d'usinage des profilés

Les installations de Saint-Nazaire comprenaient, en 1966 :

— un parc à profilés situé dans une zone extérieure au Chantier (12 000 m²),

— un atelier d'usinage des profilés de 4 000 m²,

— un atelier de formage des profilés d'une surface de 1 500 m²,

— une zone d'assemblage des profilés synthétiques, dans l'atelier de pré-préfabrication, d'une surface de 850 m².

CES INSTALLATIONS DOIVENT ETRE ABANDONNEES POUR LES DIFFERENTES RAISONS CI-APRES.

1. Transformation de la nature des profilés

La Construction Navale utilisait, il y a encore quelques années, exclusivement des profilés « laminés » livrés directement par la Sidérurgie.

Ces profilés laminés ont une hauteur d'âme maxima de 430 mm. Au-delà, il est nécessaire d'avoir recours à des profilés dits « synthétiques », obtenus par soudure de plats et de larges plats.

La ligne de démarcation se situe d'ailleurs en-dessous de 430 mm, les profilés synthétiques s'avérant sensiblement moins chers que les profilés laminés dans la zone 300 - 430 mm.

L'augmentation des dimensions des navires conduit à une augmentation très importante des hauteurs d'âme des profilés, qui atteignent actuellement le mètre pour des pétroliers de 175 000 tonnes et pourront atteindre, pour des navires plus grands, jusqu'à 1,400 mètre.

La proportion des profilés synthétiques dans le total augmente donc considérablement avec la taille des navires.

C'est ainsi que cette proportion, qui était de 25 % pour un pétrolier de 50 000 t, passe , pour des pétroliers de 100 000 tdw et plus, à des chiffres compris entre 60 et 80 %, suivant le type de structure retenu.

Or, les profilés synthétiques, qui demandent, en outre des opérations d'usinage classiques, des opérations de soudure, nécessitent une surface d'atelier plus importante.

Par ailleurs, la manipulation de profilés ayant une hauteur d'âme de l'ordre du mètre et un poids unitaire compris entre 3 et 6 tonnes, nécessite une modification profonde des moyens de manutention utilisés jusqu'ici pour des profilés ne dépassant pas 0,45 m de hauteur d'âme et dont les poids étaient compris entre 1 et 3 tonnes.

2. Augmentation du tonnage total de profilés

Nous nous trouvons actuellement en face d'une augmentation relative du tonnage des profilés par rapport au tonnage total de Coque Métallique (augmentation de l'importance des profilés par rapport aux tôles).

Vue générale de la première moitié
du nouvel atelier de profilés

Au fond, l'entrée des éléments en provenance du parc (après grenaillage et peinture).

Deux lignes de convoyeurs alimentent deux lignes de fabrication :

— l'une à gauche, pour les profilés comportant des anguillers ;

— l'autre à droite, pour les profilés ne comportant pas d'anguillers.

Une série de postes de fabrication situés à gauche et à droite de l'atelier.

Trois ponts spéciaux (dont deux sont visibles sur la photographie) assurent les transferts entre les différents postes de travail, ainsi qu le chargement et le déchargement aux extrémités de l'atelier.

Le transfert entre les deux lignes de convoyage est assuré par des chariots transversaux (au centre de la photographie).

La proportion de profilés dans le poids total de la Coque Métallique est en effet très variable suivant les types de navires :

Navires	Poids total coque métallique (nouvelle définition)	dont profilés	%
Cargo type M. 23	3 050	550	18
Minéralier de 27 000 tdw	5 700	900	16
Minéralier de 80 000 tdw	15 400	2 500	16
Pétrolier de 100 000 tdw	16 500	5 200	31
Pétrolier de 175 tdw, type Shell	25 000	7 000	28
Pétrolier de 175 000 tdw, type Esso.	26 900	8 600	32

En gros, la proportion de profilés varie du simple au double lorsque l'on passe :

— d'un cargo, d'un bulk ou d'un minéralier (même de grande taille) 16 - 18 %

— à un pétrolier de 100 000 à 200 000 tdw, 28 - 32 %.

L'augmentation de la proportion de grands pétroliers dans le Carnet de commandes entraîne donc une augmentation relative très importante des profilés.

La capacité actuelle du parc et des ateliers à profilés est d'environ 19 000 tonnes (ancienne définition). Compte tenu de l'allègement dû à l'utilisation des aciers HR et de la classification en corrosion limitée, ce tonnage correspond à peu près à 16 000 tonnes (nouvelle définition).

On voit qu'elle ne permettrait même pas de construire deux pétroliers de 175 000 tdw du type Esso, par an.

L'étude montre que la capacité de l'atelier devait être portée de 16 000 tonnes à un chiffre compris entre 25 000 et 35 000 tonnes, soit environ le double.

3. Grenaillage et peinture

L'évolution des spécifications armateurs, en ce qui concerne la peinture des navires, conduit à prévoir systématiquement l'application d'un primaire à la sortie du parc, avant usinage des profilés.

La grenailleuse en service jusqu'en 1966 présentait les caractéristiques suivantes :

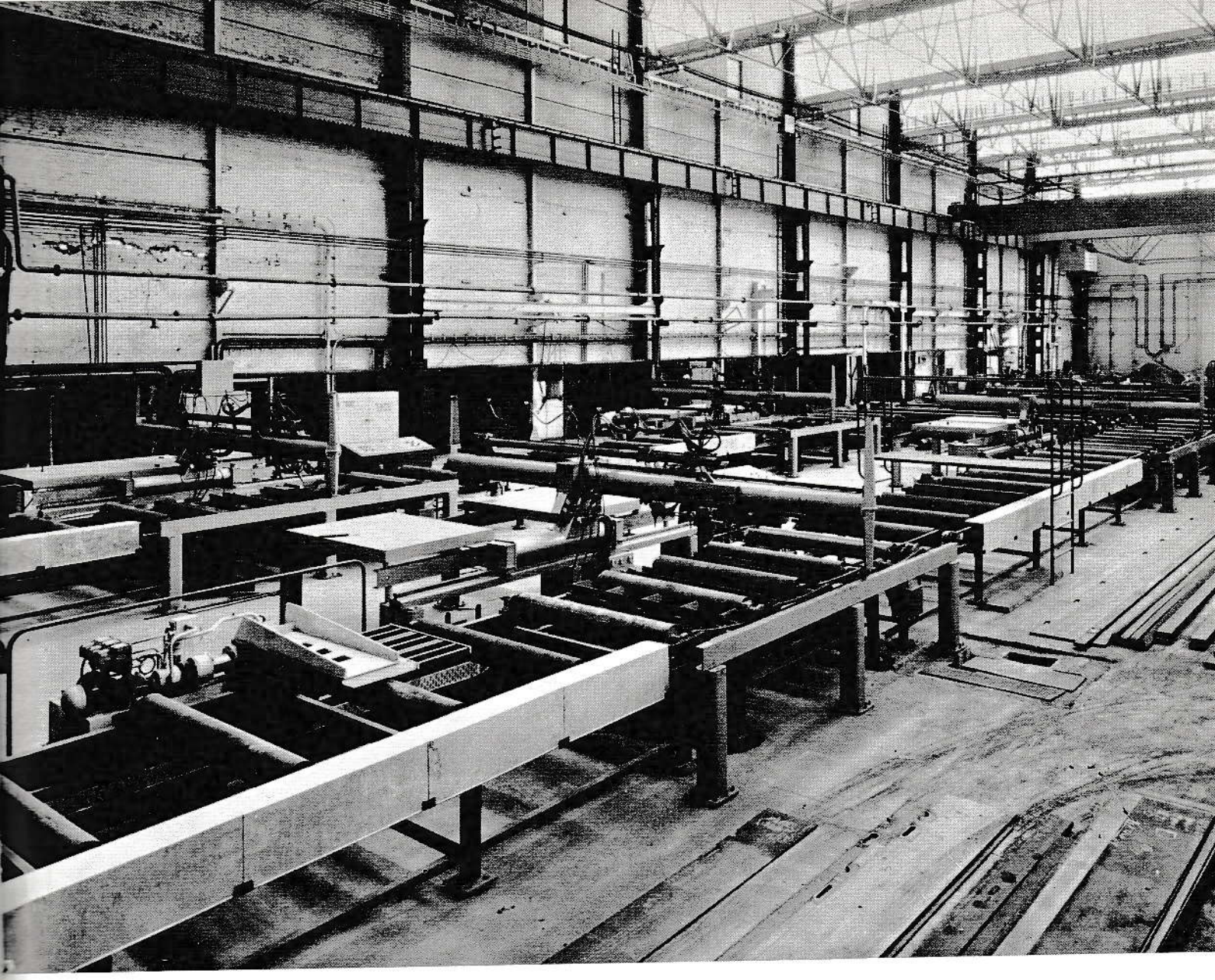
— usure généralisée rendant son remplacement, de toute façon, inéluctable à brève échéance ;

— gabarit de passage insuffisant (600 mm, alors que les dimensions atteindront jusqu'à 1 400 mm) ;

— capacité insuffisante : la machine actuelle ne permet **à trois quarts** que 150 barres par jour (environ 17 000 t) ;

— puissance de grenaillage insuffisante : la machine actuelle ne permet de réaliser qu'un indice de grenaillage Q1, alors que l'indice requis pour la peinture est Q4 — correspondant pratiquement à une augmentation de capacité de la machine de 200 %.

Il était donc indispensable de remplacer la grenailleuse et d'y ajouter une installation de peinture.



Postes d'oxycoupage des extrémités. Ces postes comportent un positionnement automatique des profilés.

4. Vétusté des installations

Dans leur ensemble, les installations existantes ont un degré de vétusté très élevé, notamment :

— le parc à profilés est équipé d'une grue dont le déclassement doit intervenir au plus tard en 1968 ;

— l'atelier de cintrage des profilés est lui-même vétuste et, se trouvant de surcroît sur le passage du grand portique, a dû être démoli en juillet 1966.

5. Dispersion géographique

L'ensemble ainsi analysé étant enfin dispersé en quatre emplacements, sans possibilité d'établir entre eux des lignes de transfert, avec tous les inconvénients d'une telle dispersion, tant sur la production que sur l'encadrement.

Les indications qui précèdent expliquent la nécessité absolue dans laquelle nous étions de trouver pour l'ensemble parc et atelier à profilés, une implantation complètement nouvelle.

La solution retenue consiste à utiliser, pour l'atelier à profilés, l'atelier de pré-préfabrication qui (pour des raisons exposées dans une autre note) s'est trouvé libéré.

Il était, dans ces conditions, nécessaire de transférer le parc à profilés au voisinage immédiat du nouvel atelier. Cette solution a pu être obtenue en allongeant le parc à tôles et en réservant aux profilés la partie nord de ce parc, le jumelage du parc à profilés et du parc à tôles présentant d'ailleurs des avantages non négligeables de souplesse.

Sept solutions ont été comparées qui différaient entre elles par l'extension plus ou moins grande de la mécanisation :

— d'une part, des manutentions,

— d'autre part, des postes de travail.

La solution retenue comporte :

— une mécanisation complète des postes de travail,

— une semi-mécanisation des manutentions.

L'atelier comprend :

— un poste d'usinage des abouts,

— un poste de poinçonnage mécanique des anguilliers,

— un poste de soudure automatique des profilés synthétiques,

— un poste de chargement des containers à la sortie,

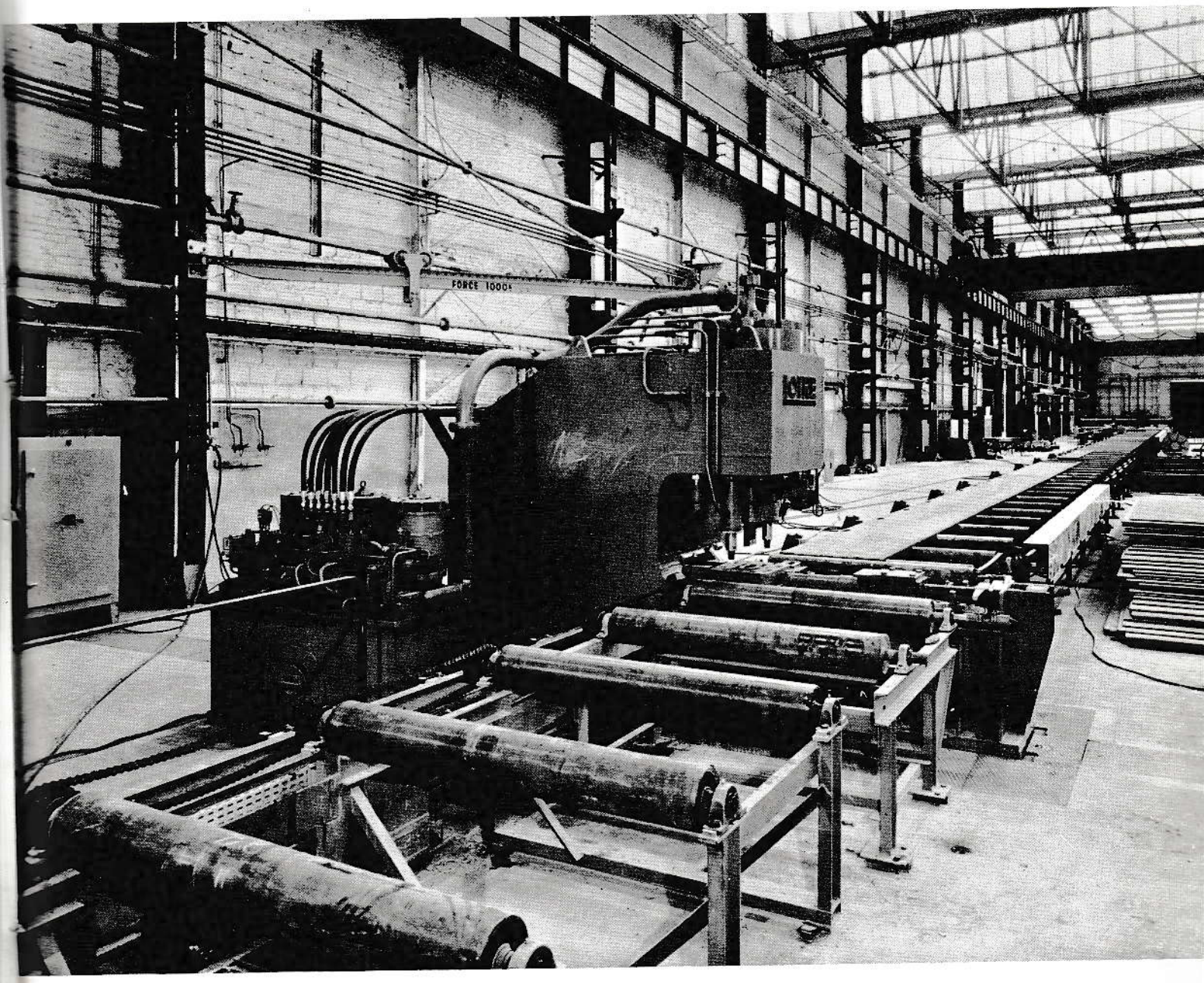
— des transferts longitudinaux assurés par des convoyeurs asservis,

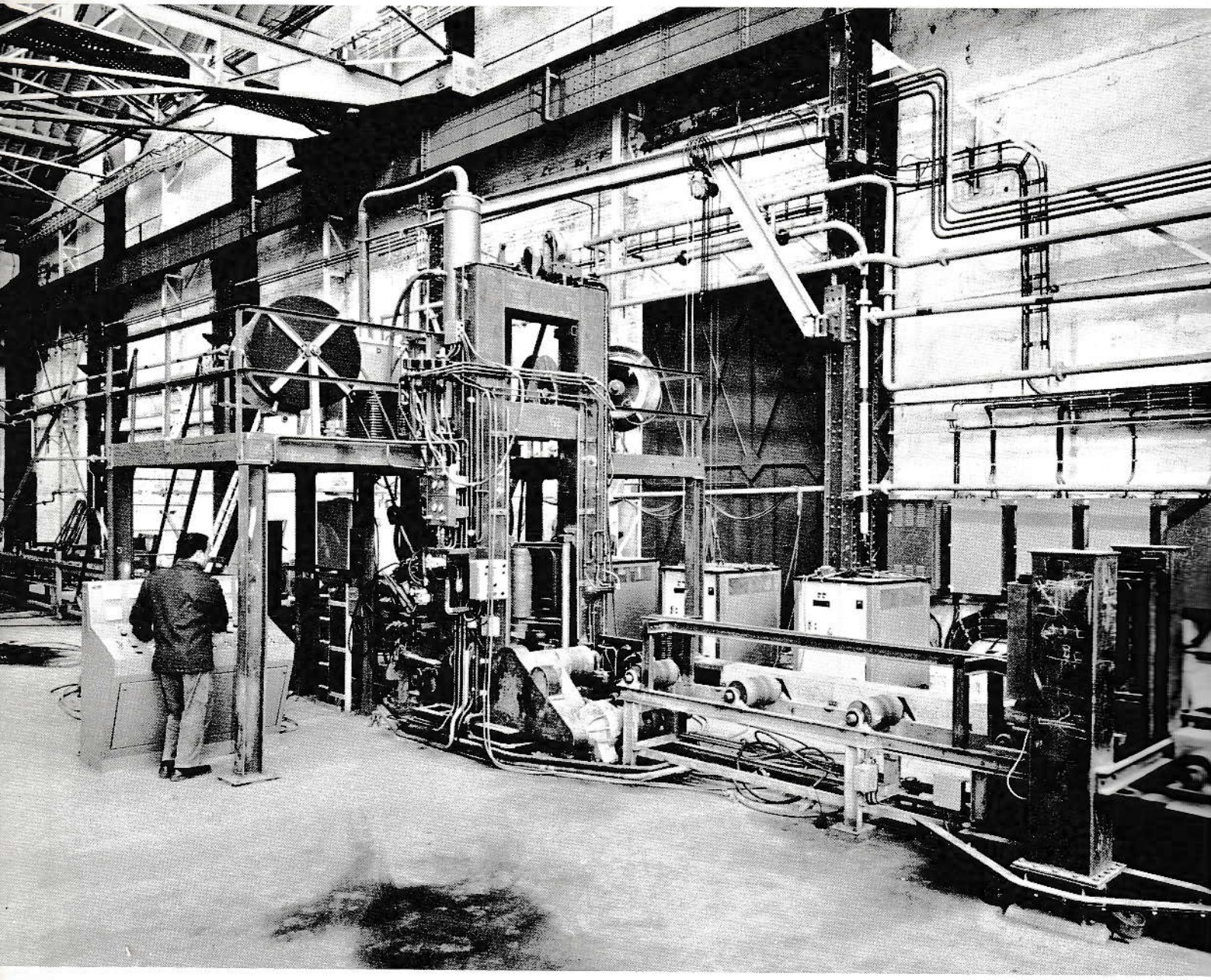
— des transferts transversaux assurés par des ponts à sommier magnétique,

— pas de mécanisation (pour l'instant) du poste de formage.

Poste de travail de poinçonnage des anguillers

Ce poste comprend une presse dotée d'une commande numérique. La position des anguillers est définie par ruban perforé.





Machine spéciale à souder les profilés synthétiques.

Le navire le plus extraordinaire du siècle

le paquebot de 27.400 tonneaux LEVIATHAN lancé en... 1858

Il y a un peu plus de 100 ans, un navire qui était en avance de 50 ans sur son époque : le « Leviathan », rebaptisé à son lancement « Great Eastern ».

A cette époque, les « grands navires » avaient entre 50 et 100 m de long et jaugeaient 2 000 à 3 000 tonneaux.

« Leviathan », dont la construction fut décidée en juillet 1851 — et réalisée avec d'énormes difficultés de 1854 à 1860 — devait avoir 208 m de long, jauger 27 400 tonneaux et emmener 4 000 passagers (avec un confort évidemment réduit puisqu'il devait s'agir essentiellement d'immigrants vers l'Australie).

Il faudra attendre une cinquantaine d'années pour retrouver un navire de dimensions comparables.

L'architecte naval qui assura la conception de ce navire, absolument extraordinaire pour l'époque, était un homme non moins extraordinaire : M. Isambard, Kingdom Brunel, un anglais.

Construction en « fer »

Une première révolution fut l'introduction du fer dans la construction du navire.

A cette époque, les plus grands navires étaient encore construits en bois. C'est ainsi que le paquebot « Great Western » construit en 1837 par le même Isambard Brunel, navire de 71 m de long et jaugeant 1 340 tonneaux, était en chêne.

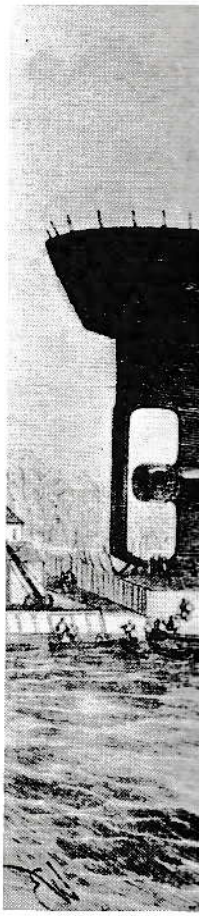
Cependant, Isambard Brunel avait déjà construit, en 1840, un paquebot en fer : le « Great Britain » de 97 m de long, de 3 440 tonneaux de jauge.

L'extrapolation pour passer au « Leviathan » (208 m de long, 27 400 tonneaux de jauge) était, on le voit, gigantesque.

La sidérurgie était encore à ce point dans l'enfance que les deux hommes qui devaient lui donner sa structure moderne :

l'inventeur de l'acier Martin (M. Pierre Martin) et l'inventeur de l'acier Thomas (Sir Sidney Gilchrist Thomas) avaient, l'un 20 ans, l'autre... 1 an, lorsque Isambard Brunel commença la construction du « Leviathan ».

A cette époque, les usines sidérurgiques ne pouvaient encore fabriquer (par le procédé du puddlage) que des tôles de moins de 250 kg et Isambard Brunel dût utiliser environ 30 000 tôles assemblées par 3 millions de rivets.



Une coque en avance de 40 ans...

La structure de la coque était tout à fait remarquable et comportait notamment des innovations essentielles :

— un double fond renforçant la semelle de la poutre que constitue le navire. Ce ballast permettait en outre de loger des liquides (eau douce ou ballast) ; enfin, il protégeait le navire contre les voies d'eau en cas d'échouement ;

— une double coque allant du ballast jusqu'au pont principal ; cette double coque avait des raidisseurs longitudinaux avec, de place en place, des porques. Cette double coque s'étendait jusqu'à 3 mètres au-dessus de la flottaison ;

— des cloisons transversales étanches.

La machine était encore « préhistorique »

Par contre, le progrès n'avait pas suivi pour l'appareil propulsif.

Un tel navire aurait dû recevoir un appareil propulsif de quelque 20 000 ch. En 1850, Isambard Brunel ne pouvait disposer d'une puissance unitaire supérieure à 5 000 ch. L'hélice elle-même était toute nouvelle : elle avait fait son apparition quelques années plus tôt.

Isambard Brunel dût, par conséquent, avoir recours à deux systèmes de propulsion :

— d'une part, une ligne d'arbre à hélice, équipée d'un moteur à vapeur de 4 890 ch (4 cylindres de 2,10 m de diamètre !), attaquant une hélice à 4 pales de 7,20 m de diamètre, pesant 36 t et tournant à 38 tours/minute ;

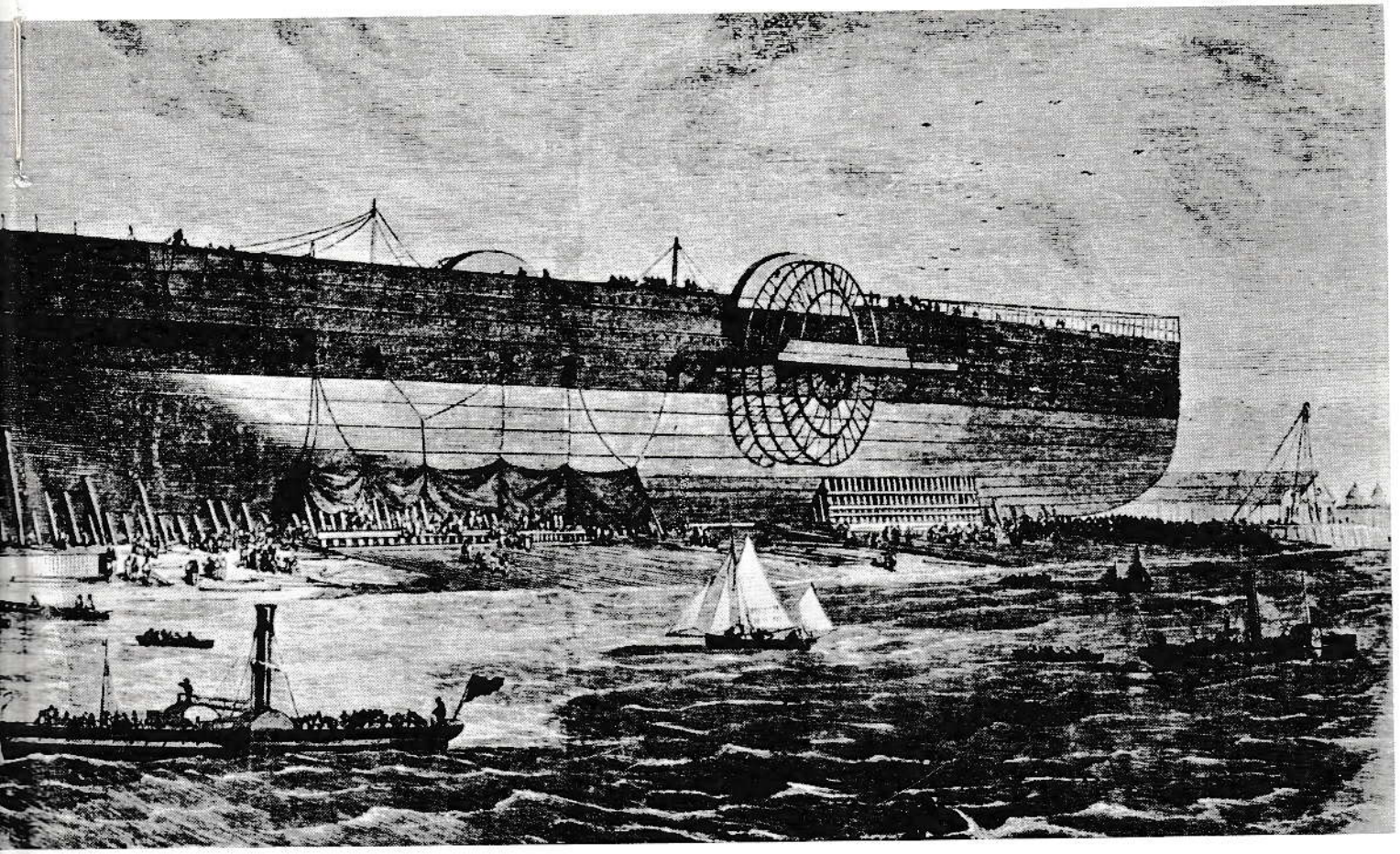
— d'autre part, une ligne de roues à aube, équipée d'un moteur à vapeur de 3 400 ch (4 cylindres de 1,85 m de diamètre), attaquant 2 roues à aubes de 17 m de diamètre et tournant à 11 tours/minute.

Le navire devait théoriquement atteindre, avec ce double système propulsif, une vitesse de 15 nœuds.

On y avait toutefois ajouté, à titre de sécurité, 6 mâts... et 6 000 m² de voiles.

Pas d'électricité

Une autre infériorité essentielle de ce navire est qu'il n'était pas électrifié — et pour cause — puisque l'électricité n'existait pratiquement pas encore.



Or l'électricité est un intermédiaire pratiquement obligé pour toute une série de transmissions (transmission d'ordres, contrôle à distance, servo-mécanisme...).

Les servo-mécanismes à vapeur n'existaient pratiquement pas encore et ce n'est que quelques années plus tard qu'il fut possible d'en installer un pour la commande de la barre qui, pendant les premières années, était mue exclusivement à main.

Un lancement difficile

La construction du navire fut entreprise en mai 1854, au Chantier John Scott Russel, situé près de Londres, dans une île de la Tamise, « l'Ile aux Chiens ».

Les cales étant trop courtes et le bras de rivière à cet endroit insuffisamment large, il fallut construire le navire sur un slipway, parallèlement à la rivière.

On imagine la difficulté de mettre à l'eau une coque qui, au moment du lancement, pesait 12 000 tonnes.

En prévision du lancement, Brunel rédigea un plan de travail minutieux, et il fixa exactement sa tâche à chacun des participants. L'opération devait s'effectuer dans le silence le plus

complet, afin que puissent être entendus les ordres transmis par porte-voix, et elle fut annoncée pour le 3 novembre 1857.

La déception fut amère. Le chantier envahi par la foule, le silence rompu par les rires et les cris, le désordre semé chez les ouvriers : Brunel désespéré contempla ce tableau et prévit le drame. La fille du président de la compagnie brisa une bouteille de champagne sur l'étrave et baptisa le « Leviathan », puis Brunel s'efforça en vain de se faire entendre. Le navire ne bougea pas. Les engins hydrauliques ébranlèrent seulement le sol et la coque, et un câble cassa, projetant au-dessus de la foule le corps mutilé d'un spectateur.

L'accident causa une émotion profonde, qui eut pour conséquence... de débaptiser le « Leviathan », qui fut désormais appelé « Great Eastern ».

Le 19 novembre on fit un autre essai, qui ne réussit pas plus que le premier ; on en fit un troisième le 28 ; l'immense coque craquait et frémissait, mais ne bougeait pas. Le 30, pourtant, on parvint à la déplacer de dix mètres, pendant que, dans la presse, l'indignation faisait place à l'ironie. Alors jour par jour, remplaçant progressivement ses vérins par des engins plus puissants, Brunel força le « Great Eastern » à glisser peu à peu sur son plan incliné.

Le 31 janvier 1858, en présence de sa femme et de son fils, il réussit enfin à le faire flotter.

46 passagers pour 4 000 places

Les difficultés rencontrées pendant la construction et, semble-t-il, également des malversations du chantier constructeur, ruinèrent l'armateur, qui dût vendre la coque 165 000 livres sterling à une nouvelle compagnie qui décida la poursuite de la construction.

Enfin, le travail toucha à sa fin. Il fut décidé que, le 7 septembre 1859, le « Great Eastern » lèverait l'ancre pour ses essais. Brunel s'embarqua, s'installa dans sa cabine... et ce fut le dernier coup : une attaque de paralysie le foudroya et il fut ramené mourant à son domicile.

Quelques jours plus tard, une explosion de chaudière causait des avaries graves au navire.

Le 15 septembre Isambard Brunel mourait.

Le « Great Eastern » fut envoyé de son côté en réparation et, le 17 juin 1860, pouvait enfin prendre la route de New-York.

Sur 4 000 places, on comptait seulement 46 passagers.

Il fit brillamment le voyage de New-York en 10 jours, puis revint à Southampton, où il arriva... pour être saisi par un huissier et vendu aux enchères.

Il fut adjugé 25 000 livres sterling à une Société qui devait ultérieurement l'utiliser pour poser le premier câble télégraphique transatlantique... et y perdre beaucoup d'argent.

Le navire termina sa vie... comme palace flottant, avec salles de danse et attractions, sur les bords de la Mersey, et fut finalement démoli en 1888.

CÉPI les impressions paris 10e