

REVUE GÉNÉRALE
DES

Sciences Appliquées

1957 - N° III
TOME III

2328

G. WILLEMS

L'Ecluse Baudouin.

TECHNIQUE
CONSTRUCTION DES
ARTIS DE
LIBRE DE
(A.I.Br.)

SOMMAIRE

L'Ecluse Baudouin

INSTITUT DES CONSTRUCTIONS CIVILES

BIBLIOGRAPHIE

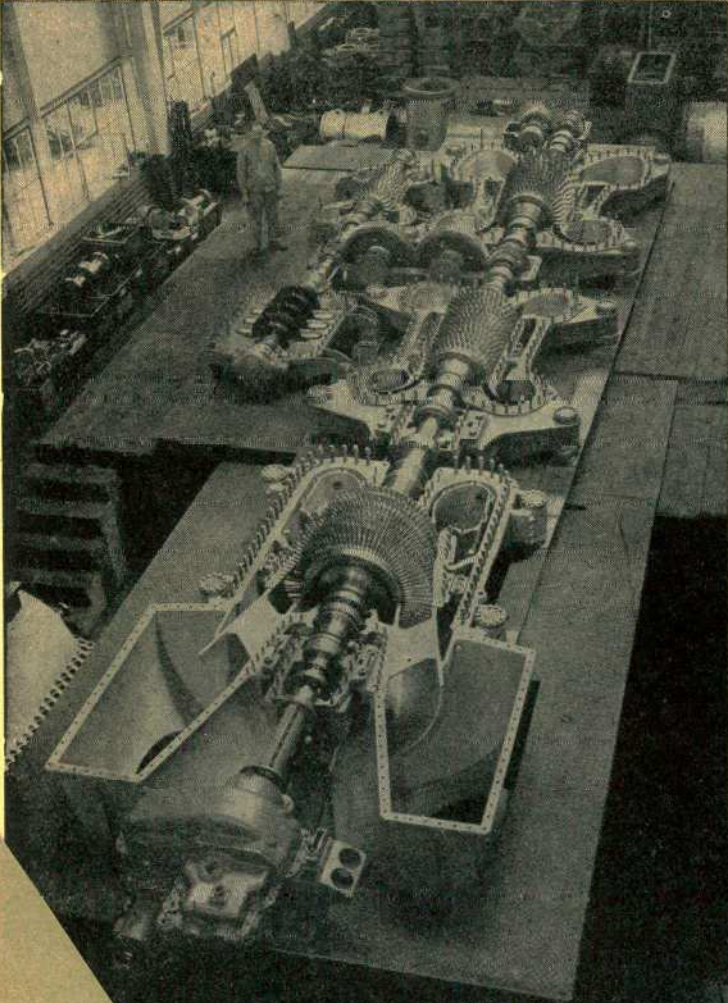
BRUXELLES — 50, AVENUE F. D. ROOSEVELT

TURBINES A GAZ ET TURBO-SOUFFLANTES

SULZER

*particulièrement
appréciées
pour leur*

- HAUT RENDEMENT
- CONSTRUCTION SOIGNÉE
ET ROBUSTE
- FACILITÉ DE RÉGLAGE
ET DE CONDUITE



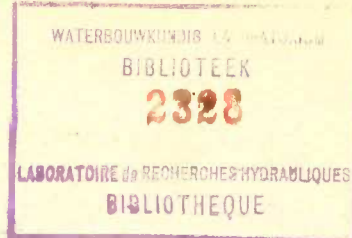
Turbine à Gaz Sulzer 7.500 KW,
Alimentée en Gaz de Haut Poudreau;
Vues prises pendant le Montage
dans nos Ateliers de WINTERHUR.

le Grand-Duché de Luxembourg et le Congo Belge
vill, 85, RUE DE LINTHOUT, BRUXELLES — TEL. 34.31.61

L'Écluse Baudouin

par G. WILLEMS

Directeur Général des Ponts & Chaussées
Professeur à l'Université



0307 009 2064



I. INTRODUCTION

Le port d'Anvers est à la fois un grand port maritime et un grand port fluvial (fig. 1).

Il est équipé, pour les besoins de la navigation

3 m à marée basse. A l'heure actuelle, cette écluse n'est plus utilisée que pour la navigation intérieure.

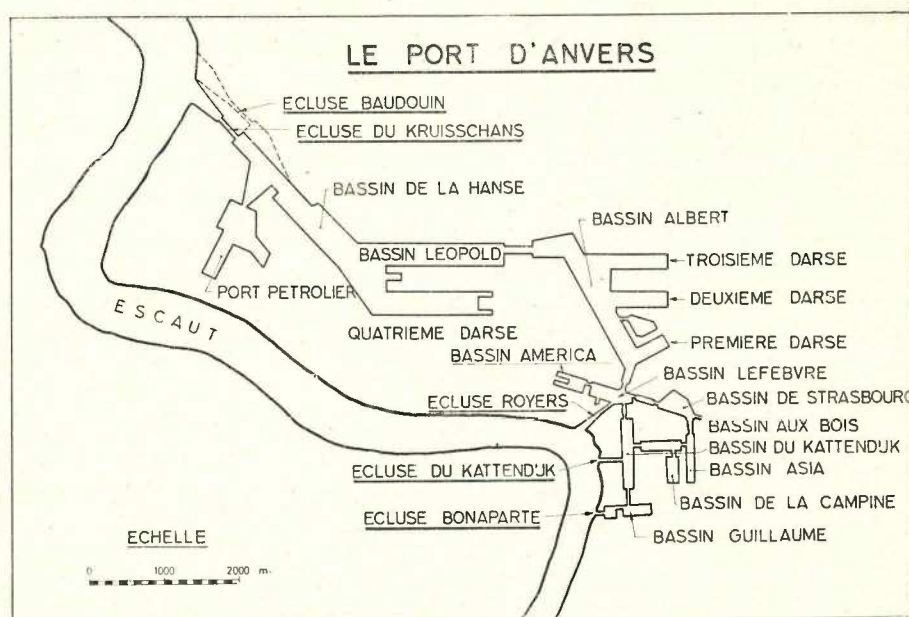


Fig. 1.

maritime, de 5,5 km de murs de quai le long de l'Escaut et d'une série de bassins avec une longueur totale de 40 km de murs de quai. Les bassins sont fermés par des écluses, ce qui permet d'y maintenir un plan d'eau à peu près constant, alors que l'Escaut subit, entre la marée haute et la marée basse une différence de niveau de 4,72 m en temps normal.

L'extension continuelle du port a nécessité successivement la construction des écluses suivantes:

1) L'écluse Bonaparte.

Elle date de 1811, comporte une seule tête de 18 m de large; le mouillage sur le busc est de

2) L'écluse du Kattendijk.

En service depuis 1860, est pourvue de deux têtes de 24 m de large séparée par un bassin-sas; le mouillage sur le busc est de 3 m à marée basse. Pratiquement, cette écluse ne sert plus, elle aussi, qu'à la navigation intérieure.

3) L'écluse Royers.

Construite de 1905 à 1909, a 180 m de long, 22 m de large et environ 6,60 m de mouillage sur le busc à marée basse. Cette écluse sert surtout à l'éclusage des petits navires touchant les anciens bassins, c'est-à-dire le bassin du Kattendijk, le bassin aux Bois, le bassin de la Campine, le bassin Asia, le bassin Lefebvre et le bassin Ame-

rica. Les navires ne peuvent y pénétrer qu'au moment de la marée haute et pour autant que leur tirant d'eau ne soit pas supérieur à 9 m.

à marée basse moyenne. Cette écluse sert surtout à la navigation maritime ainsi que, dans la mesure du possible, à l'éclusage des grands ba-

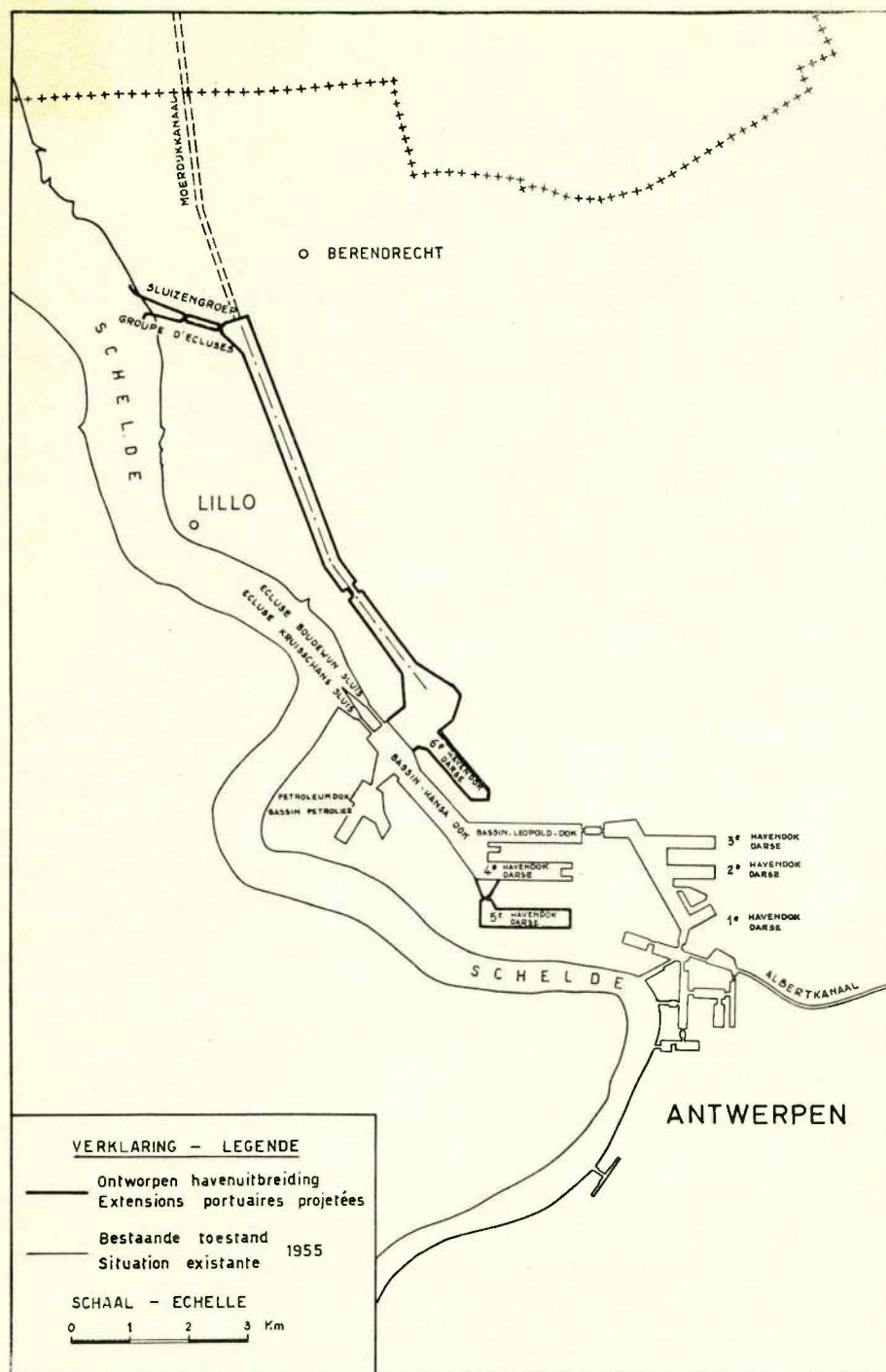


Fig. 2.

4) L'écluse du Kruisschans.

Construite de 1920 à 1928, a 270 m de long, 35 m de large et 10 m de mouillage sur le busc

teaux rhénans à destination ou en provenance des bassins situés plus au nord.

La longueur de 270 m est comprise entre les

portes extérieures; lorsqu'on fait usage d'une des portes de réserve situées vers l'intérieur du sas cette distance est ramenée à 247,50 m. Il en est ainsi lorsqu'on doit procéder, pendant un temps plus ou moins long, à des travaux d'entretien des portes extérieures.

Normalement, deux navires de 130 m de long et de 17 m de large placés l'un derrière l'autre, peuvent être admis simultanément dans le sas. Cette possibilité est naturellement exclue lors de la mise en service de l'une des portes de réserve.

Or, 30% des navires, empruntant l'écluse du Kruisschans, parmi lesquels les très nombreux navires des types « Liberty » ou « Victory », ont une longueur comprise entre 135 m et 160 m.

Les possibilités d'éclusage sont donc très limitées en ce qui concerne les gros navires et fréquemment ceux-ci doivent attendre longtemps leur tour d'éclusage, soit dans les bassins, soit sur le fleuve, où le brouillard et les courants de flux et de reflux les exposent à des accidents et à des abordages.

En outre, la navigation maritime sur l'Escaut se fait en général, à la marée. Certains seuils présentent à marée basse une profondeur insuffisante pour le passage des bateaux à fort tirant d'eau. Il en résulte que la fréquence des éclusages est maximum au moment de la marée haute.

D'autre part, la tendance actuelle d'augmenter sans cesse le tirant d'eau des grands navires impose, non seulement d'augmenter la capacité d'éclusage, mais également d'augmenter le mouillage sur le busc.

Depuis longtemps déjà, les milieux maritimes d'Anvers ont toujours insisté pour que des bateaux de tonnage de plus en plus fort puissent atteindre le port. A ce sujet, il s'est avéré que les possibilités d'amarrage des bateaux sur le fleuve sont les plus favorables vers l'aval. C'est en tenant compte de cette circonstance que l'extension du port prévue par la loi du 5-7-56 a été envisagée vers Fort

Frédéric, avec à cet endroit, établissement d'une liaison nouvelle avec l'Escaut (fig. 2).

* * *

Au début du siècle déjà, le problème de la « grande coupure » a été mis à l'étude. Ce problème, très délicat du point de vue hydraulique, consistait à étudier le redressement du cours de l'Escaut entre Anvers et le Kruisschans.

Avant 1914, les travaux les plus urgents (construction des première, deuxième et troisième darses) furent réalisés. A cette occasion le Gouvernement décida de tenir compte de l'éventualité de l'exécution de la « Grande Coupure » et créa une Commission spéciale chargée de l'étude de l'amélioration de l'Escaut.

La commission déposa son rapport en 1911. Il concluait au rejet du projet de la « Grande Coupure »; il préconisait la réalisation d'un canal de liaison des bassins déjà existants à la courbe du Kruisschans où un complexe d'écluses pourrait être construit. Cette commission estimait qu'il y avait lieu de construire au Kruisschans, deux écluses dont la plus petite aurait 270 m de long sur 35 m de large, et la plus grande (l'actuelle écluse Baudouin) 400 m sur 40 m. Ces chiffres n'étaient pas basés sur les dimensions d'un navire de l'avenir; ils avaient été fixés en tenant compte des dimensions des plus grandes écluses maritimes existant à l'époque, notamment les écluses de Panama (405 m de long sur 33,55 m de large) et l'écluse de Tilbury Rocks, sur la Tamise, dont la construction était envisagée (320 m de long sur 39,65 m de large).

Progressivement, au fur et à mesure des besoins, de nouveaux bassins pourraient être raccordés au canal qui remplacerait la grande coupure.

Le programme ainsi conçu fut immédiatement mis à l'étude; les premiers travaux (exécutés de 1920 à 1928) comportèrent le creusement du bassin de la Hanse, du bassin Léopold et la construction de l'écluse du Kruisschans.

II. EMPLACEMENT ET DESCRIPTION DE LA NOUVELLE ECLUSE

Emplacement et dimensions.

L'emplacement et les dimensions de l'écluse Baudouin ont été fixés par une commission instituée à cet effet en 1947 et chargée entre autres d'étudier les nécessités économiques et techniques susceptibles de justifier la construction d'une nouvelle écluse.

C'est une tâche particulièrement ardue que de déterminer l'emplacement et les dimensions principales d'une écluse à sas destinée à la navigation maritime.

se ou en sortant; cette dernière condition est primordiale.

A ces considérations s'ajoutent le fait que les navires ne peuvent, à proximité de la tête de l'écluse, être exposés à de forts courants de marée. Le chenal doit donc avoir une certaine longueur proportionnelle à la longueur des navires.

Dans le cas considéré, le chenal aval est tourné vers l'aval et sa longueur, mesurée entre la tête d'écluse et le chenal du fleuve, est de quelque 560 m. Sa largeur atteint 220 m au droit de l'extrémité de sa rive sud; celle-ci est pourvue

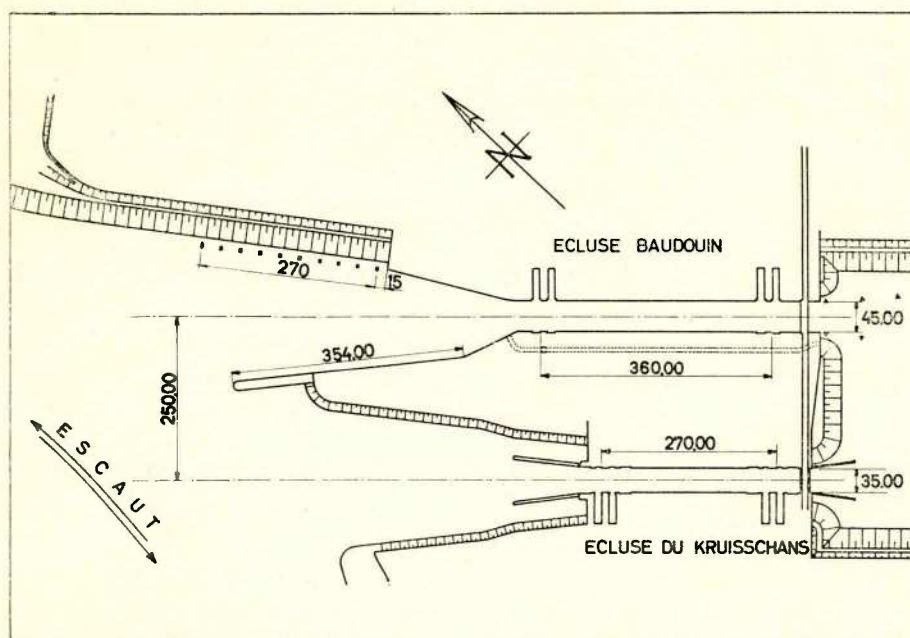


Fig. 3.

En raison des exigences en matière de mouillage, les écluses sont toujours construites sur la rive concave, laquelle doit être profondément entamée pour réaliser le chenal d'accès; ce fait peut provoquer le déplacement du chenal du fleuve.

La fixation du gabarit des chenaux profonds creusés dans la rive est soumise à des impératifs contradictoires, d'une part, ils sont exposés à un envasement constant et il est donc souhaitable de limiter leurs dimensions, d'autre part, ces dimensions doivent être suffisantes pour permettre la manœuvre aisée des navires pénétrant dans l'éclu-

d'un mur qui peut être utilisé comme poste d'attente sur une longueur de 360 m (fig. 3).

Les dispositions adoptées permettent d'éviter que le navire quittant l'écluse à marée haute ne soit surpris par le courant de flot. La direction générale du chenal permet d'autre part au navire d'aborder le courant sensiblement de front.

Tels sont les avantages inhérents à l'emplacement de la nouvelle écluse, qui se trouve à 250 m en aval de l'écluse du Kruisschans. Si on avait construit l'écluse Baudouin en amont de l'écluse du Kruisschans, on n'aurait pas bénéficié des mē-

mes avantages, car le chenal d'accès aurait été plus court et un poste d'attente n'aurait pu être prévu.

Ces dispositions furent adoptées en tenant compte des exigences du service de Pilotage.

La commission avait également exprimé le vœu que les chenaux aval des deux écluses (l'écluse du Kruisschans et l'écluse Baudouin) soient séparés par une bande de terre qui devait se prolonger jusqu'à la rive de l'Escaut et permette de prévoir un poste d'attente dans le chenal d'accès. Cette disposition a évidemment eu pour effet d'améliorer le rendement de l'écluse.

Le chenal d'accès est pourvu, sur la rive nord, d'un mur de guidage de 200 m de long environ, prolongé sur une longueur de 300 m par une rangée de ducs d'Albe reliés par une passerelle.

Pour déterminer les dimensions principales de l'écluse, la commission s'est basée sur les dimensions des navires du type « Liberty » dont 4 unités devaient pouvoir être éclusées simultanément. La longueur de ces navires étant de 150 m et leur largeur de 19 m, on a adopté 360 m comme longueur du sas (compte tenu d'une sécurité de 20%) et 45 m comme largeur de l'écluse.

Pour tenir compte de l'accroissement ultérieur du mouillage sur les seuils du fleuve, le mouillage sur le busc de la nouvelle écluse a été fixé à 10,50 m par basses eaux moyennes, soit à 0,50 m de plus que pour l'écluse du Kruisschans. La nouvelle écluse est accessible à des navires de dimensions supérieures à ceux admis dans l'écluse du Kruisschans et notamment aux pétroliers de 35.000 tonnes.

Avant de clore le chapitre des dimensions de l'écluse, il a paru intéressant de donner, à titre comparatif, les dimensions des quelques unes des plus grandes écluses maritimes existant actuellement.

Ecluses	Longueur	Largeur
Panama	305 m	33,53 m
Nordschleuse	372 m	45 m (60 m dans le sas)
IJmuiden	400 m	50 m
Ecluse Baudouin	360 m	45 m

Il faut noter que les dimensions de l'écluse d'IJmuiden sont des dimensions hors tout et que les dimensions utiles sont inférieures à celles signalées ci-dessus. Une longueur de sas de 35 m n'est pas utilisable; les dispositifs de protection des bajoyers, d'un encombrement total de 3 m, ramènent la largeur utile à 47 m.

L'écluse Baudouin a donc pratiquement les mêmes dimensions utiles que celle de l'écluse d'IJmuiden.

Chute (fig. 4).

En raison du niveau variable de l'Escaut les portes ont été conçues pour résister à des poussées

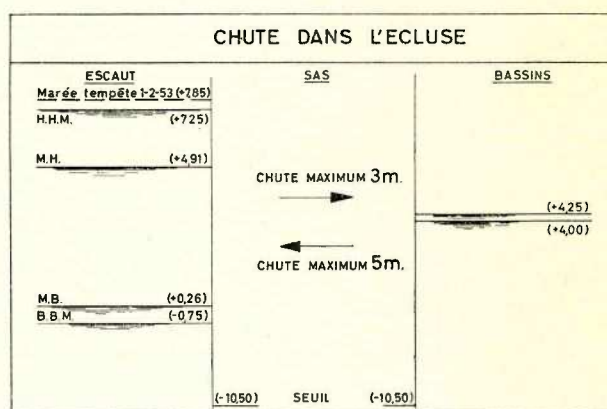


Fig. 4.

hydrostatiques agissant indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Dans les bassins du port, la flottaison normale est de (4,00) à (4,25) tandis que dans l'Escaut le niveau moyen de marée haute est de (+ 4,91) et celui de marée basse de (+ 0,26).

Lors de la marée tempête du 1-2-1953 qui ravagea les côtes de la mer du Nord, on enregistra une hauteur exceptionnelle du niveau de l'Escaut (+ 7,85); mais en général on peut estimer que le niveau des plus hautes mers est d'environ (+ 7,25) et celui des plus basses mers (- 0,75). Dans l'hypothèse où le niveau des bassins est maintenu à (+ 4,25), la chute maximum est donc de 5 m vers l'Escaut et de 3 m vers les bassins. Ordinairement, l'éclusage des plus grands navires s'effectue avec une chute réduite (1,50 m à 2,00 m) puisqu'ils ne se présentent à l'écluse qu'au moment de la marée haute.

DESCRIPTION DE L'ECLUSE

1) Ecluse proprement dite : (fig. 5).

L'écluse comporte deux têtes entre lesquelles s'étend le sas.

Les têtes sont des constructions indépendantes, soumises à l'action de poussées hydrostatiques agissant dans les deux sens; elles doivent s'opposer à l'infiltration des eaux sous les fondations. Le radier du sas consiste en un simple dallage en béton.

A ce niveau, le terrain est constitué par du sable fin compact dont la résistance à la pénétration est de plus de 250 kg/cm².

Les fondations des têtes sont entourées d'une enceinte de palplanches métalliques, enfoncées dans le sol jusqu'à 5,25 m sous le niveau de fondation.

Des deux côtés de la tête aval, à hauteur des enclaves des portes, on a battu un rideau transversal profond, atteignant le niveau (+ 6,00) et destiné à empêcher les infiltrations latérales qui

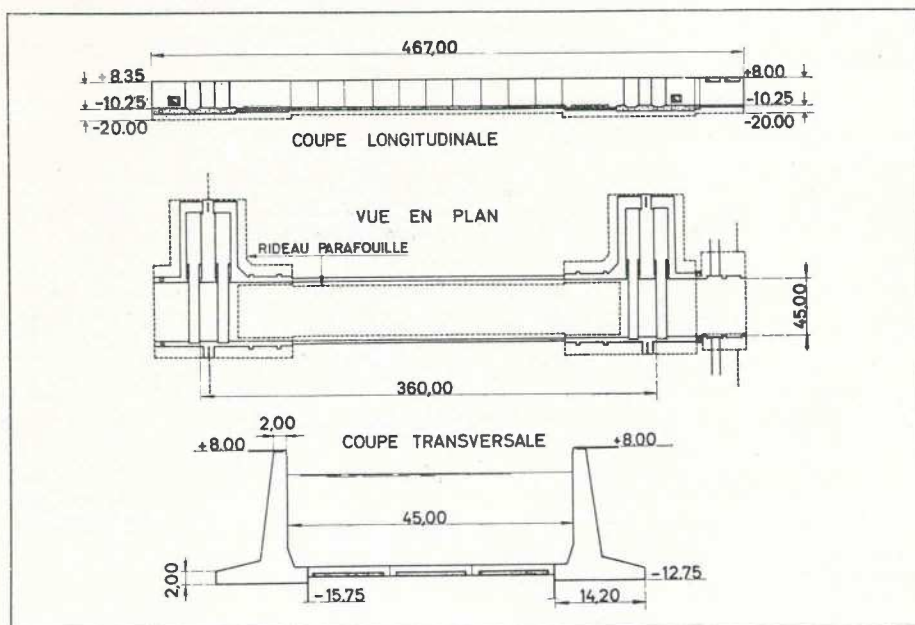


Fig. 5.

Chaque tête est pourvue de deux portes roulantes, dont une de réserve. Les portes roulantes se logent dans des enclaves latérales lorsqu'un navire doit pénétrer dans le sas ou en sortir.

Des battées verticales ont été prévues aux abords des enclaves — côté sas — en vue de permettre l'installation d'un bateau-porte. Les enclaves peuvent ainsi être mises à sec pour procéder à l'entretien ou la réparation de la porte.

2) Fondations :

Les fondations des têtes atteignent le niveau (— 14,75).

pourraient se produire du fait des remblais derrière les bajoyers.

Le radier du sas est constitué par des dalles en béton d'environ 10 m × 10 m et de 1 m d'épaisseur totale de 0,60 m.

Afin de soustraire ce revêtement à l'action de sous-pressions éventuelles, les dalles ont été percées de cheminées de 0,20 m de diamètre, remplies de gravier. Ce système est avantageux et a pu être appliqué parce que la mise à sec du sas ne doit pas être envisagée.

Le chemin de roulement des portes consiste en deux rails Burchach n° 5, entredistants de 6,14 m.

Pour l'entretien du chemin de roulement sous eau, il est possible d'utiliser un caisson métallique. Ce caisson peut être raccordé à l'enclave de porte mise à sec, de sorte qu'on peut y travailler sans devoir recourir à l'air comprimé. D'autre part, grâce à la hauteur réduite de ce caisson, l'écluse pourra rester en service.

Ces dispositions sont telles que seuls les radiers des enclaves de portes et les quatre bandes de radier sous les chemins de roulement doivent pouvoir résister à la sous-pression totale.

4) Bajoyers :

Les bajoyers en béton armé sont du type « mur en équerre », sans contrefort. Ils ont une hauteur de 18,25 m au-dessus du radier du sas. Leur semelle de fondation a 14,20 m de large. Les bajoyers sont construits sur le sol naturel, au niveau (- 12,75 m).

Ils sont constitués de tronçons de 21,50 m de long, séparés par des joints de dilatation. La crête des bajoyers est protégée par un profil arrondi en acier.

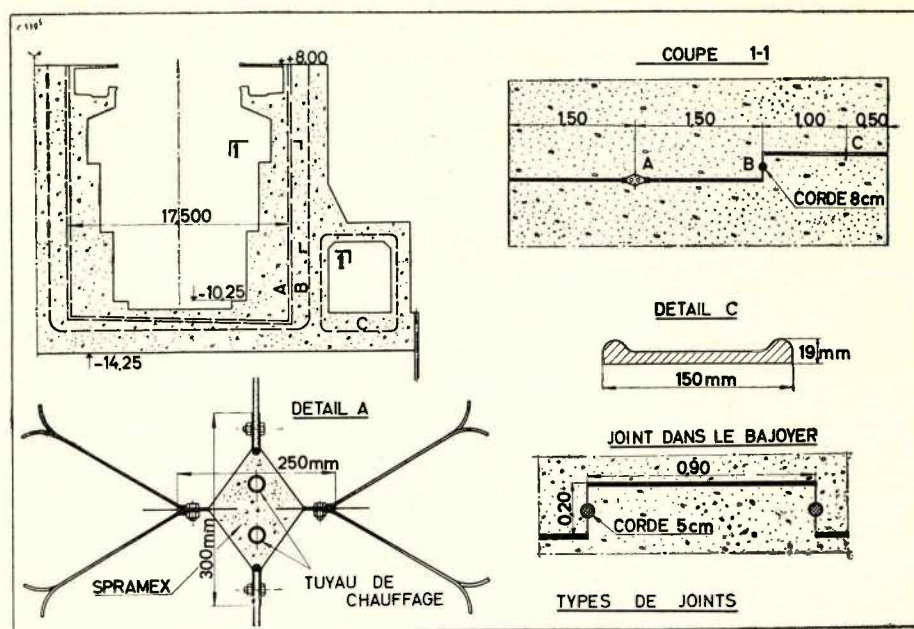


Fig. 6.

L'épaisseur maximum du radier en béton armé est de 4,50 m.

3) Enclaves des portes :

Les enclaves des portes ont 51 m de long, 8,60 m de large à l'entrée et 10, 50 m de large sur presque toute la longueur.

Dans chaque tête, les enclaves des deux portes voisines sont séparées par un mur en béton de 12 m de largeur à la base et dans laquelle est aménagé un puits de pompage de 6 m de diamètre contenant les pompes centrifuges nécessaires pour assurer la mise à sec et l'enlèvement de la vase des enclaves.

Les bajoyers ne sont pas pourvus d'un revêtement spécial, mais les battées des portes sont en granit. En outre, ils sont pourvus d'échelles, d'organeaux, de bollards, etc.

5) Joints (fig. 6).

L'ouvrage est divisé en blocs, de façon à éviter la formation de fissures de retrait. Les joints entre les blocs sont pourvus de dispositifs spéciaux d'étanchéité. La figure indique les types de dispositifs d'étanchéité employés, ainsi que les endroits où ils ont été appliqués.

Joint A. — Etanchement à l'aide d'une masse plastique entourée de tôles.

Des tuyauteries de circulation de vapeur ont permis de porter la masse à la température voulue lors de la mise en place et serviront aussi lors de réparations ultérieures.

Joint B. — Double garniture à cordage.

Joint C. — Garniture en plaques de caoutchouc, du type « Englebert ».

6) Système de remplissage et vannes (fig. 7).

Les dispositifs de remplissage appliqués aux écluses maritimes modernes consistent soit en aqueducs longitudinaux à larrons, soit en aque-

Afin de pouvoir établir le projet en connaissance de cause, il a été procédé à des essais en laboratoire sur modèle réduit, le but de ces essais était de :

1) Déterminer (et si possible annuler) la longueur de la partie du sas situé à proximité du débouché des aqueducs dans laquelle la stabilité des navires n'est pas assurée;

2) Déterminer les phénomènes se produisant dans le sas et en dehors de celui-ci; par exemple, les efforts longitudinaux et transversaux exercés

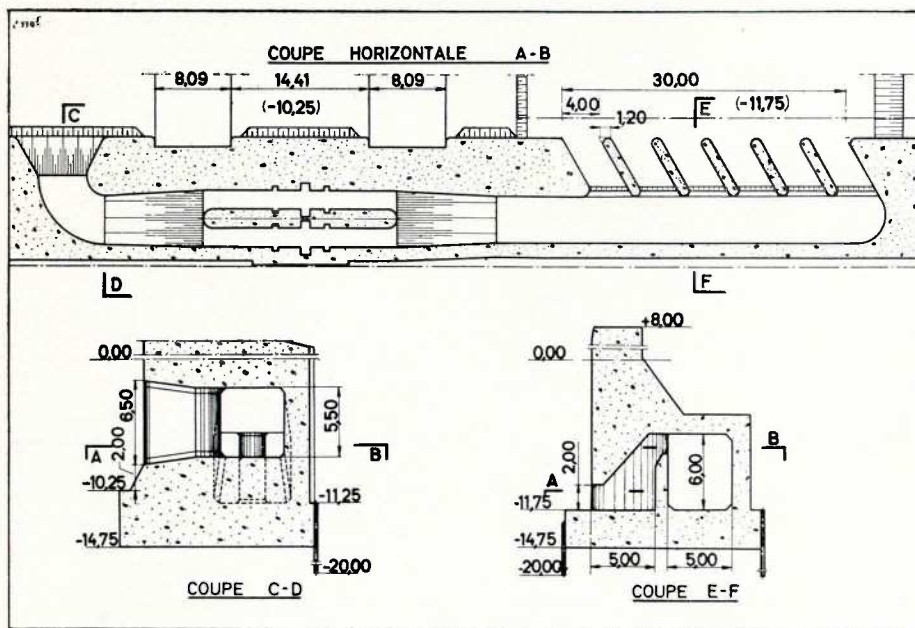


Fig. 7.

ducs contournant les têtes. Pour séduisante qu'elle soit, la solution qui consiste à ménager des ventelles dans les portes n'est guère applicable, en raison de l'importance du caisson à air à prévoir à un endroit bien déterminé, ce caisson devant avoir les dimensions nécessaires pour assurer à la porte la flottabilité voulue.

D'autre part, il est indiqué de ne pas lier le fonctionnement des portes de l'écluse à celui des autres parties, afin de ne pas compliquer la construction et la réparation des portes en les alourdissant de vannes et de mécanismes.

Pour la nouvelle écluse, on a donné la préférence aux aqueducs contournant les têtes.

La suppression des aqueducs longitudinaux et des nombreux larrons simplifie en effet dans une large mesure, la construction des bajoyers.

sur les navires, les ondes qui se forment en dehors de l'écluse dans les bassins, par suite du remplissage et de la vidange, etc.;

3) Etudier la vitesse à laquelle les vannes des aqueducs peuvent être levées sans qu'il se produise des efforts d'amarrage exagérés;

4) Etudier les conditions de remplissage par un seul côté;

5) Etudier les prévisions quant aux envaselements et à leur répercussion sur le système de remplissage.

Les essais furent effectués par le Laboratoire d'Hydraulique des Ponts et Chaussées, sur un modèle construit à l'échelle de 1/25.

Les nombreux essais ont abouti à l'adoption du système de remplissage indiqué sur la figure.

Lors du remplissage du sas, l'eau est amenée par un aqueduc de 5 m × 5,50 m de section, dans une chambre d'amortissement de 30 m de long, 5 m de large et 6 m de haut.

Six ouvertures rectangulaires sont ménagées dans le mur de cette chambre, côté sas, près du plafond. L'eau s'engouffre dans ces ouvertures et tombe dans des évidements pratiqués dans le mur, évidements dont la forme et l'orientation contribuent à la destruction de l'énergie de l'eau. Le courant est dirigé vers la porte et pour assurer une répartition aussi uniforme que possible de l'eau introduite dans le sas, les trois ouvertures les plus éloignées ont une hauteur de 1 m et les trois autres 1,50 m.

Le débouché d'un aqueduc dans le sas comporte 6 ouvertures de 4 m de large et de 2 m de haut; à hauteur de ce débouché, le radier du sas est surbaissé de 1,50 m sur toute sa largeur. Cette disposition a pour effet de réduire les forces transversales agissant sur les navires qui se trouvent dans le sas.

La tête de la prise d'eau a 9 m de large sur 6,50 m de haut; les contours en sont arrondis, pour s'opposer à la « contraction » du courant; le bord inférieur se trouve à 2 m au-dessus du radier, de façon à éviter l'aspiration de vase lors du remplissage.

La chute adoptée pour les essais a généralement été de 4 m et les vannes ont été levées à une vitesse uniforme; un temps de remplissage de 14 à 15 minutes a été considéré comme acceptable. La réduction du temps de remplissage a pour effet de soumettre le navire à des efforts plus importants et d'autant plus qu'un gain de quelques minutes représente fort peu de chose par rapport à la durée des opérations d'éclusage.

Des calculs ont démontré que le remplissage simultané des deux écluses situées au Kruisschans, ne donne lieu, pas plus, dans le bassin Hansa, que dans le chenal de raccordement aux bassins qui y aboutit, à des phénomènes hydrauliques gênants pour la navigation.

Une pile a été prévue dans l'aqueduc, au droit des vannes, de sorte que les dimensions de celles-ci se trouvent ramenées à 2,25 × 5,61 m. Les vannes ont des dimensions réduites et au cas où l'une d'elles serait immobilisée, l'ensemble du système d'aqueducs pourrait continuer à fonctionner.

Des rainures ont été ménagées en amont et en aval des vannes, afin de pouvoir les isoler en cas de nécessité. Les vannes sont du type vannes-wagons, elles sont en acier soudé et à double bordé.

Les traverses des vannes sont pourvues d'ouvertures afin de faciliter leur levage d'une battée double.

7) Les portes :

Les quatre portes sont des portes roulantes du type « brouette », exécutées en acier soudé. Leurs dimensions principales sont les suivantes : longueur 47 m, largeur hors tout 8,58 m.

Pour ce qui concerne la hauteur des portes, il existe une légère différence entre les portes amont et les portes aval. En effet, eu égard aux niveaux atteints lors de la marée-tempête du 1er février 1955, on a jugé nécessaire de porter le niveau supérieur de la tête aval et des portes aval à 8,35 m, c'est-à-dire à 0,50 m au-dessus du niveau atteint par les hautes eaux au cours de la marée-tempête. Les 4 portes restent néanmoins interchangeables.

Chaque porte doit résister à la pression de l'eau dans les deux sens.

Une porte est constituée par six maitresses-poutres, des aiguilles et des pièces auxiliaires; le bordé est double. Celui-ci est constitué de tôles embouties, sauf sur les faces d'about de la porte et sur le caisson à air, où les exigences en matière de rigidité imposaient l'utilisation de tôles ordinaires (fig. 8).

Les organes de roulement se composent d'un chariot inférieur à l'avant de la porte, et d'un chariot supérieur du côté des chambres de portes.

La porte est suspendue au chariot supérieur au moyen de deux palonniers; cette disposition permet un certain mouvement latéral.

Pendant son déplacement, la stabilité de la porte est assurée par un lest d'eau approprié.

Les maitresses-poutres qui se trouvent à la partie inférieure et à la partie supérieure du caisson à air sont des poutres en treillis du type indiqué par la figure (fig. 9). Le plafond et le fond du caisson à air, la troisième et la quatrième entretoises, forment des poutres à âme pleine.

La caisse à air est divisée en 24 compartiments accessibles par un couloir central; on y accède par une cheminée de 1 m de diamètre. Ce couloir est

accessible en tout temps; on en a profité pour y loger toutes les canalisations d'eau et d'air. A partir de là des trous d'homme donnent accès aux différents compartiments.

Il peut être procédé dans ce même couloir au relevé des niveaux d'eau existant dans les com-

partiments; Le chariot inférieur placé sous une coupole avec cheminée d'accès et sas à air, peut être visité en tout temps.

La porte n'est pas fixée au chariot inférieur sur lequel elle repose par l'intermédiaire de deux galets. Le système d'appui et de galets a été

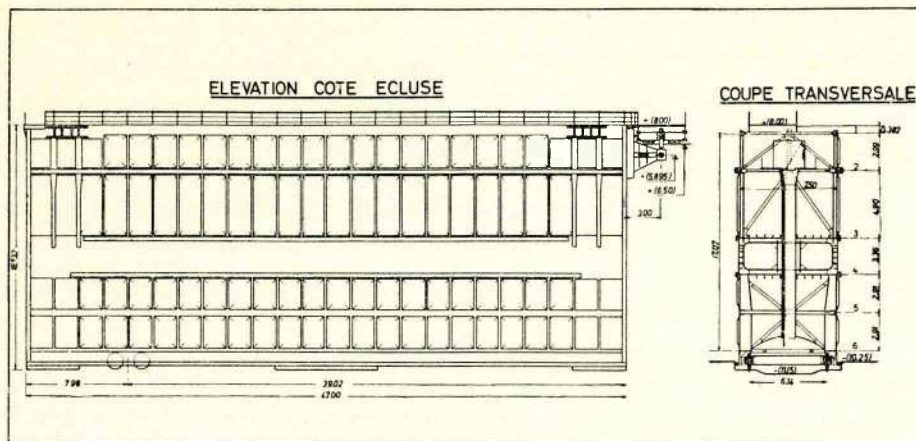


Fig. 8.

partiments; ceci a permis de supprimer des ouvertures dans le plafond des caissons à air, ces ouvertures constituant des points faibles.

Un groupe compresseur fixe fournit l'air comprimé nécessaire pour assurer la vidange des

conçu de telle sorte que, selon le sens de la pression de l'eau, la porte puisse se déplacer légèrement vers la gauche ou vers la droite de façon à venir s'appuyer contre les battées et assurer ainsi une bonne étanchéité. Dès que la pression

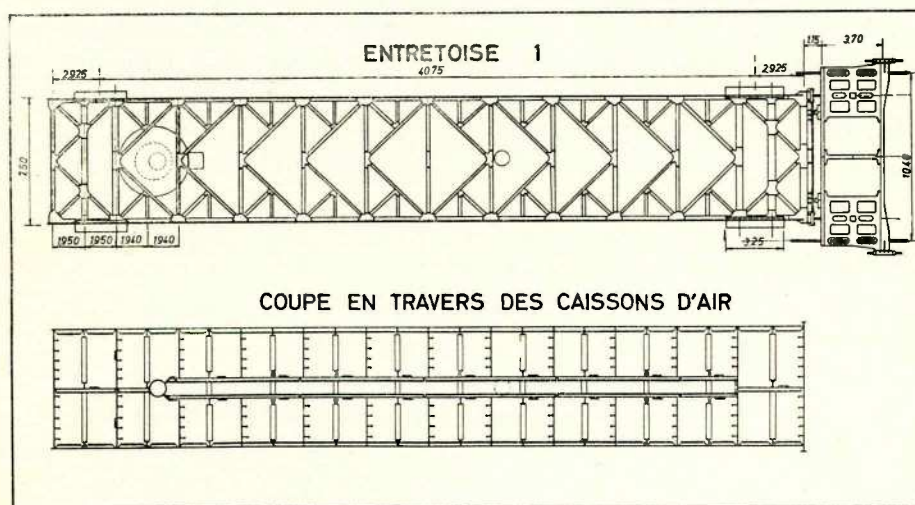


Fig. 9.

compartiments. Les portes ne contiennent donc ni pompes, ni moteurs.

La figure 8 donne une coupe transversale de la porte.

Elle indique les six maîtresses-poutres dont il vient d'être question et le caisson à air.

latérale cesse la porte revient, de par son propre poids, à sa position normale (fig. 10).

Du côté du seuil, l'étanchéité est assurée par une tôle faisant ressort, pourvue d'une fourrure en bois.

Il est possible de dégager la porte du chariot

inférieur en la délestant et en la faisant flotter. Le chariot peut alors être enlevé à l'aide d'une grue flottante et remplacé, au besoin, par un chariot de réserve.

c) la porte supporte un dépôt de vase de 80 tonnes, qui s'est formé sur le toit des caissons à air.

d) le lest permanent est de 32 tonnes.

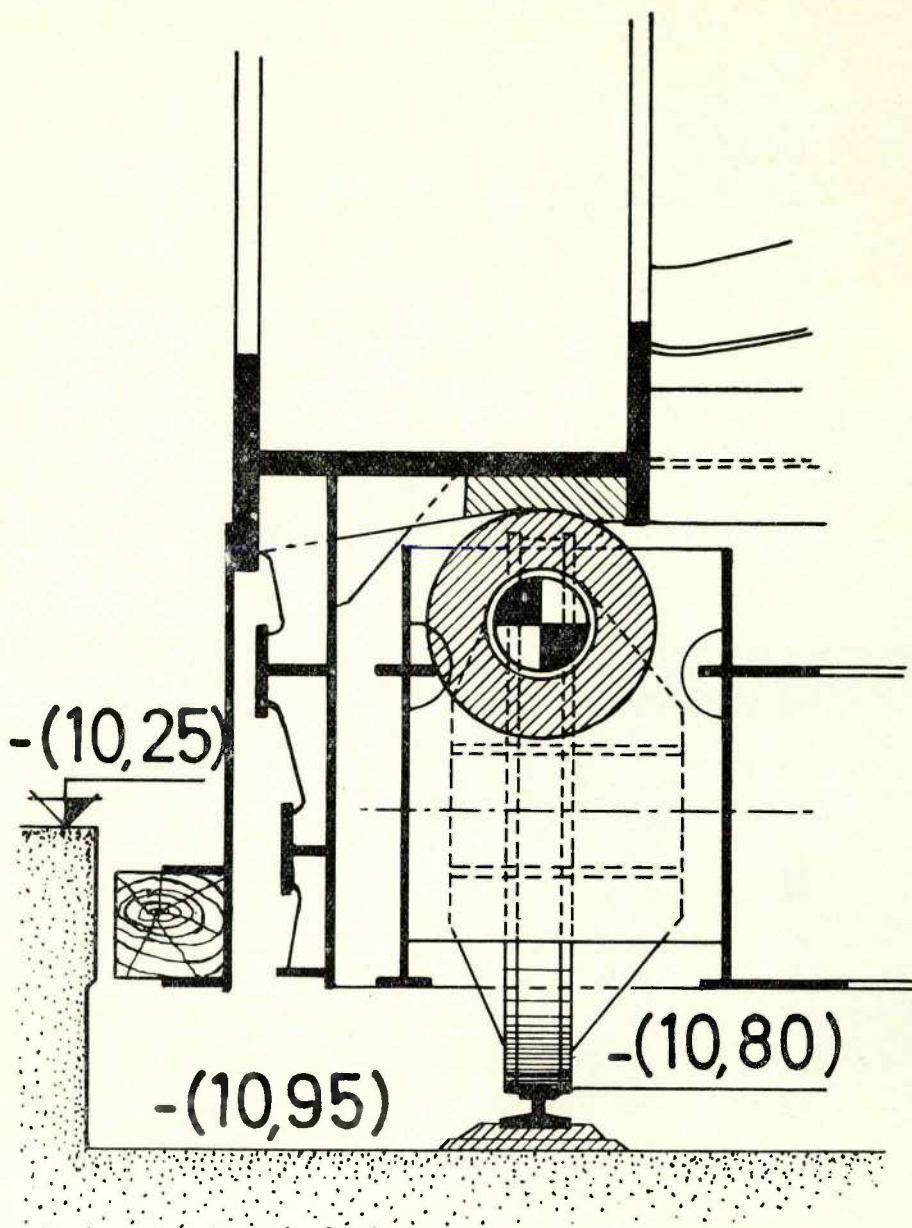


Fig. 10.

La flottabilité des portes a été étudiée de façon à permettre leur maintien en service dans les conditions défavorables suivantes :

a) deux compartiments des caissons à air ont été endommagés par un navire.

b) les 2 compartiments symétriques ont été remplis d'eau de façon à maintenir la porte dans la position verticale.

e) le niveau d'eau est fixé à $(-0,75)$.

Le soudage des portes.

L'application de la technique du soudage aux portes de l'écluse a permis d'améliorer considérablement la conception générale des nœuds.

La rivure nécessite l'emploi de goussets, de couvre-joints et de fourrures, alors qu'une appli-

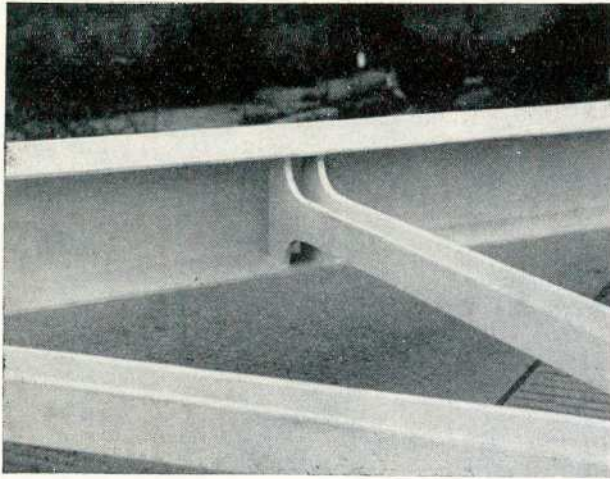


Fig. 11.

cation rationnelle de la technique du soudage permet des assemblages directs, sans nécessiter ces organes alourdissant la construction.

Les fig (11, 12, 13) illustrent très clairement cet avantage.

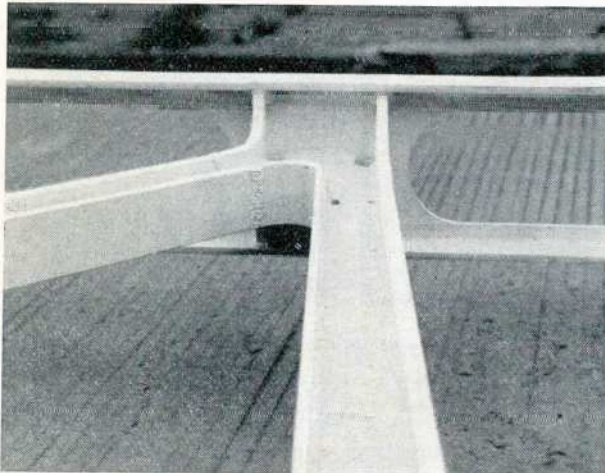


Fig. 12.

Le métal de base des ouvrages soudés a été choisi avec soin et la préférence a été donnée à l'acier de la nuance 37 de haute soudabilité et d'un degré de pureté élevé (A. 37. H.S.m).

Il a été fait usage d'électrodes ordinaires, et d'électrodes à forte pénétration.

La soudure entre les poutres des éléments de treillis et les nœuds, consistant en assemblages de tôles, a été réalisée par des joints en K et, ce afin d'éviter l'usinage des extrémités des poutres, de sérieuses économies ont pu être ainsi réalisées.

Essais exécutés sur un élément de porte.

L'importance de l'ouvrage justifiait un essai sur modèle, afin de contrôler l'efficacité des principes appliqués. Un des éléments d'entretoise, comportant le maximum de nœuds, a été soumis à des charges statiques et dynamiques (fig. 14).

Divers appareils de mesure ont été placés sur cet élément, ainsi que le montrent la figure 15. notamment des strain-gages, cordes vibrantes, des clinomètres et des fleximètres.

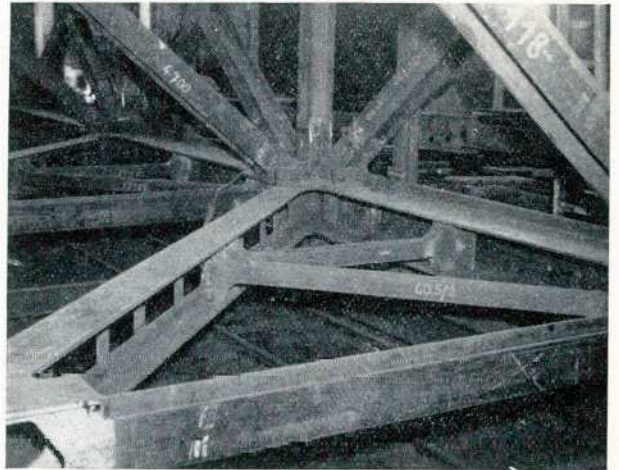


Fig. 13.

Ces essais ont permis d'améliorer le tracé des nœuds et d'assurer ainsi une résistance accrue à la fissuration.

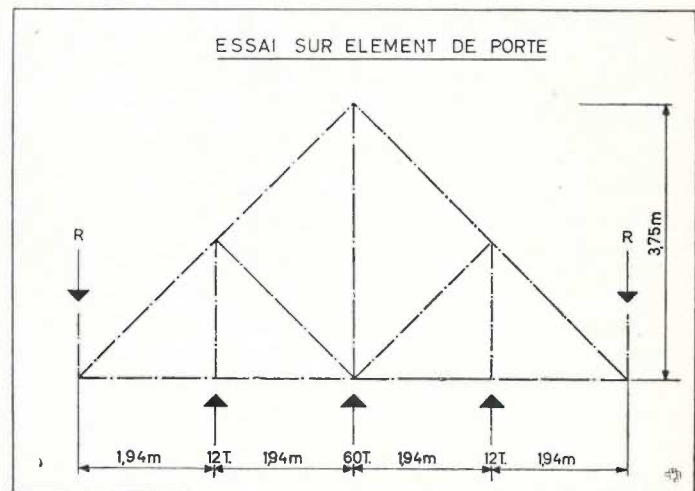


Fig. 14.

Montage préliminaire et montage proprement dit.

La construction des portes s'est effectuée en 2 phases :

- le montage préliminaire
- le montage proprement dit.

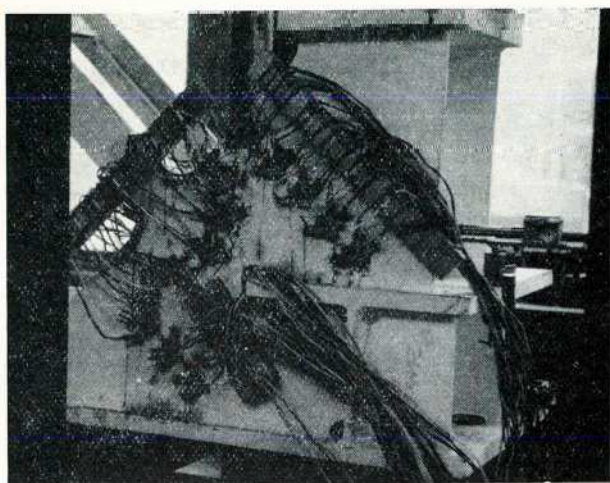


Fig. 15.

Le montage préliminaire a été réalisé en atelier. Il consistait dans l'assemblage des divers éléments en un ensemble de $8\text{ m} \times 4\text{ m} \times 4\text{ m}$, d'un poids maximum de quelque 25 tonnes.

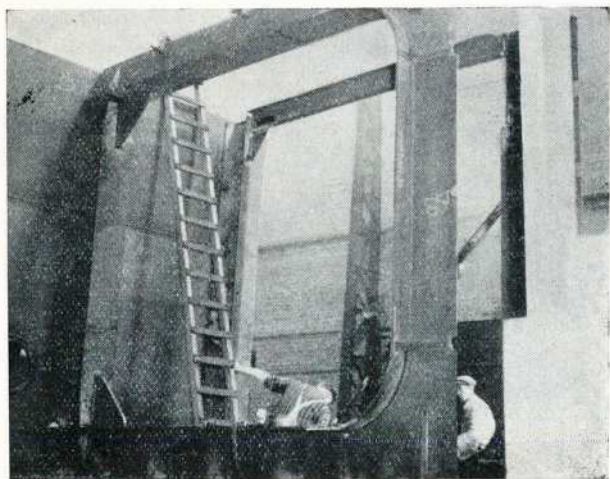


Fig. 16.

Les figures 16, 17, 18 montrent successivement les montages préparatoires d'un caisson à air.

Le montage proprement dit consiste dans l'as-

semblage des éléments de 25 tonnes dont il vient d'être question (fig. 19, 20).

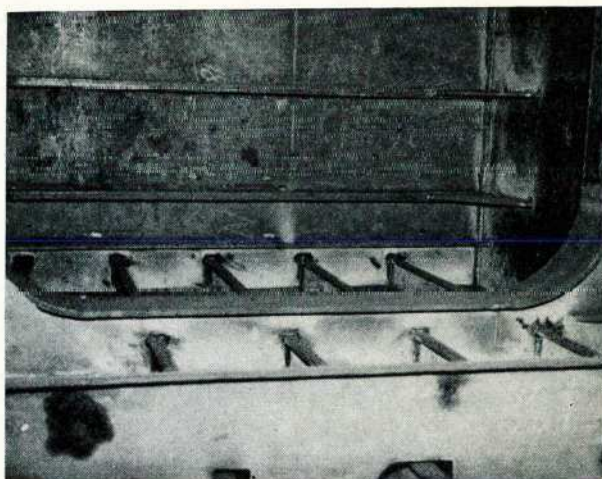


Fig. 17.

Ce travail est effectué en chantier naval. Rendue provisoirement étanche, la porte est ensuite mise à l'eau comme un bateau, puis remorquée jusqu'à l'écluse (fig. 21, 22, 23, 24, 25).

Chenaux d'accès à l'Escaut (fig. 3).

Nous avons déjà parlé de l'emplacement et des dimensions principales de ses chenaux. L'extrémité de la bande de terre, comprise entre les deux chenaux, a été aménagée en môle; elle comporte essentiellement des piles de béton, entourées d'un rideau de palplanches. Ces piles sont reliées entre

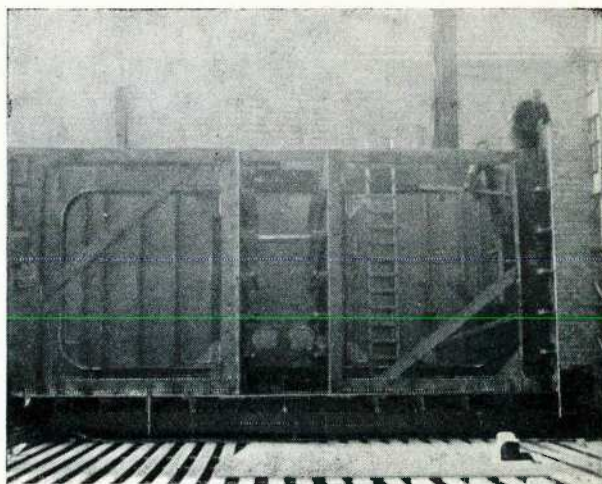


Fig. 18.

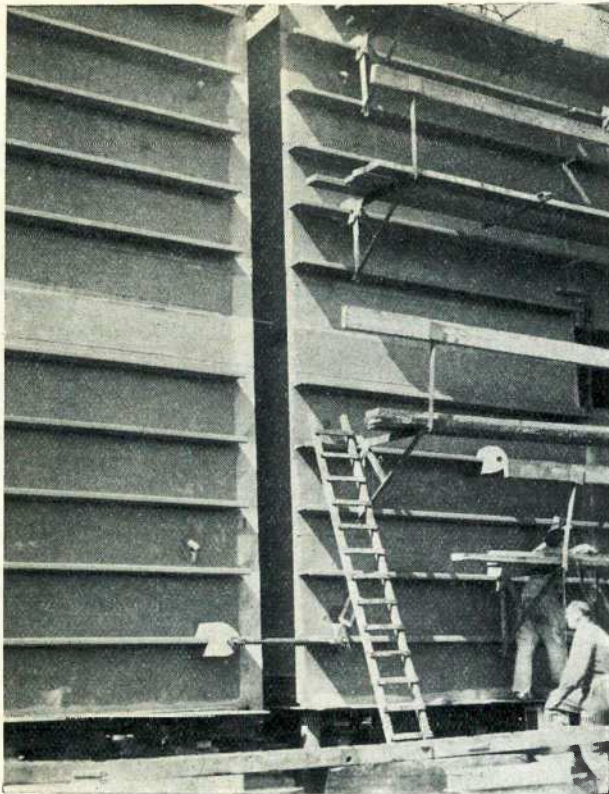


Fig. 19.

elles par une passerelle en béton et pourvues, du côté de l'eau, d'un écran en béton allant du niveau $(-1,00)$ à $(+8,00)$.

Les murs de chenal sont protégés par des flotteurs en bois.

Le lit du chenal est établi au niveau $(-10,00)$ a proximité de la tête aval, il est protégé par un revêtement en béton sur une longueur de 20 m,

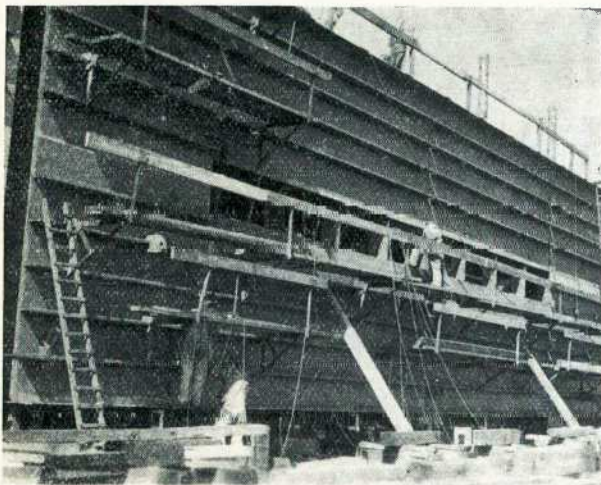


Fig. 20.

lequel est prolongé sur une longueur de 60 m, par un matelas de fascines.

Les organes d'amarrage sont en béton; ils sont protégés par une ceinture flottante en bois.

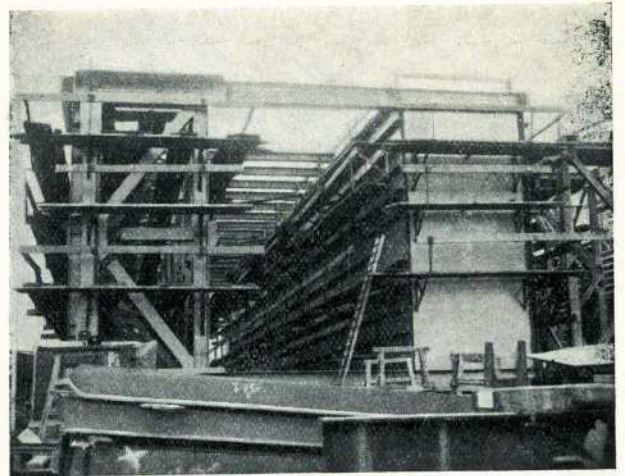


Fig. 21

Les travaux accessoires ont été exécutés en même temps que l'écluse :

1) un aqueduc régulateur en béton armé comportant 2 galeries de $2,30 \times 3$ m d'une longueur

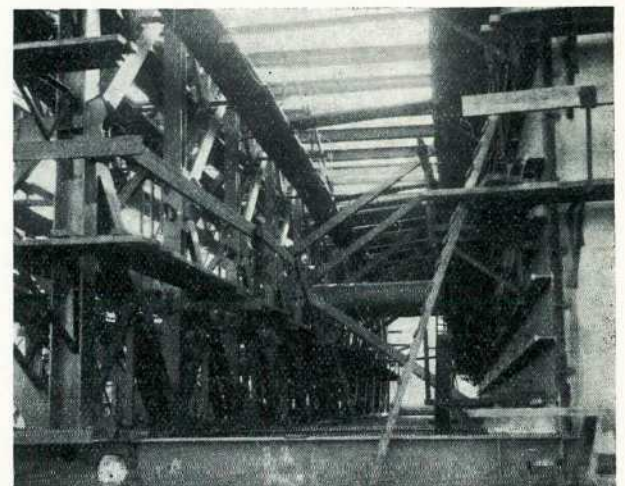


Fig. 22.

de 500 m reliant le chenal d'accès au bassin Hansa;

2) un pont-basculant du type Strauss, établi sur la tête amont de l'écluse et livrant passage au trafic routier et ferroviaire. Ce pont a une

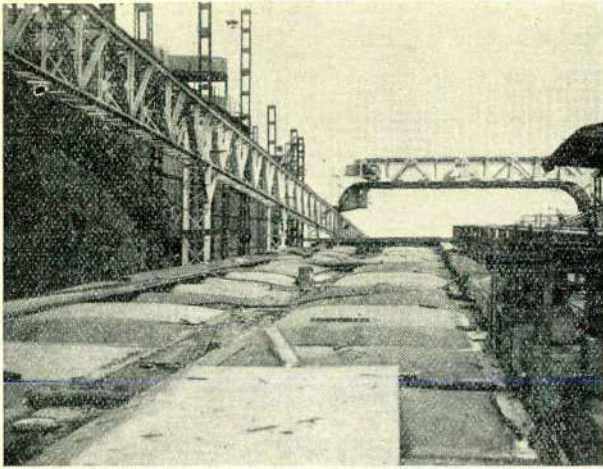


Fig. 23.

chaussée de 7 m; sa longueur entre culées est de 45 m. Les culées ont été prévues pour supporter un deuxième pont.

3) deux galeries pour câbles.

4) les bâtiments de service, les chambres des machines et des logements du personnel de l'écluse.

Équipement électromécanique de l'écluse.

L'équipement électromécanique de l'écluse a été étudié en respectant les principes suivants :

1. Les mécanismes ont été installés au-dessus du terre-plein de l'écluse, dans des locaux fermés; ils sont soustraits à l'action des

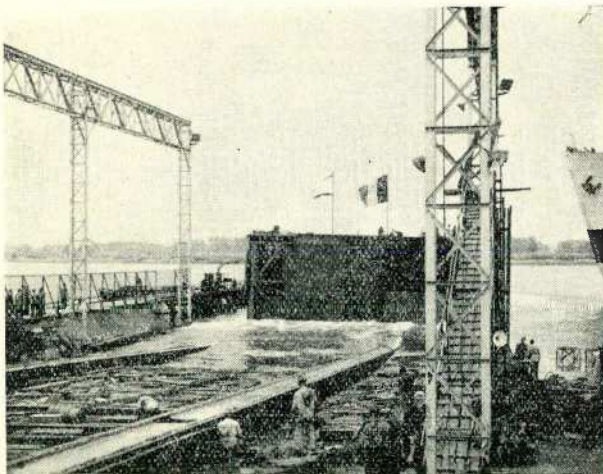


Fig. 24.

agents atmosphériques; leur usure sera réduite et leur entretien plus facile.

2. La manœuvre de l'écluse et du pont Strauss au droit de la tête amont s'opère de la cabine centrale, située sur la rive nord, derrière les enclaves des portes amont.

3. Les pièces-maîtresses de l'équipement électrique (groupe Ward-Leonard, moteurs, etc) ont été prévues en double, de façon à réduire au minimum, les risques d'immobilisation de l'écluse.

Tous les mécanismes et les appareils électriques sont logés dans des bâtiments spacieux sur la rive nord, en amont et en aval de l'écluse. Des



Fig. 25.

bâtiments abritant les portiques de manœuvre des vannes ont été construits sur la rive sud.

La figure 26 donne une coupe en plan, au niveau du rez-de-chaussée du bâtiment d'amont, avec vue sur la tête amont.

Elle donne une représentation schématique de la manœuvre de la porte.

Les portes sont manœuvrées au moyen de câbles en acier. Une paire de câbles pour l'ouverture et une paire de câbles pour la fermeture ont été installées de part et d'autre des portes.

Les câbles d'ouverture de la porte sont fixés par l'intermédiaire d'un raccord extensible, au chariot supérieur auquel la porte est suspendue. Les câbles s'enroulent sur un tambour installé derrière les enclaves de portes.

Lors de la manœuvre d'ouverture, ces câbles, par l'intermédiaire du chariot supérieur, exercent sur la porte une traction qui l'amène dans son en-

rieur et passent sur une poulie de renvoi fixée au bajoyer, à l'extrémité de l'enclave de porte. Lors de la fermeture, le chariot fait pénétrer la

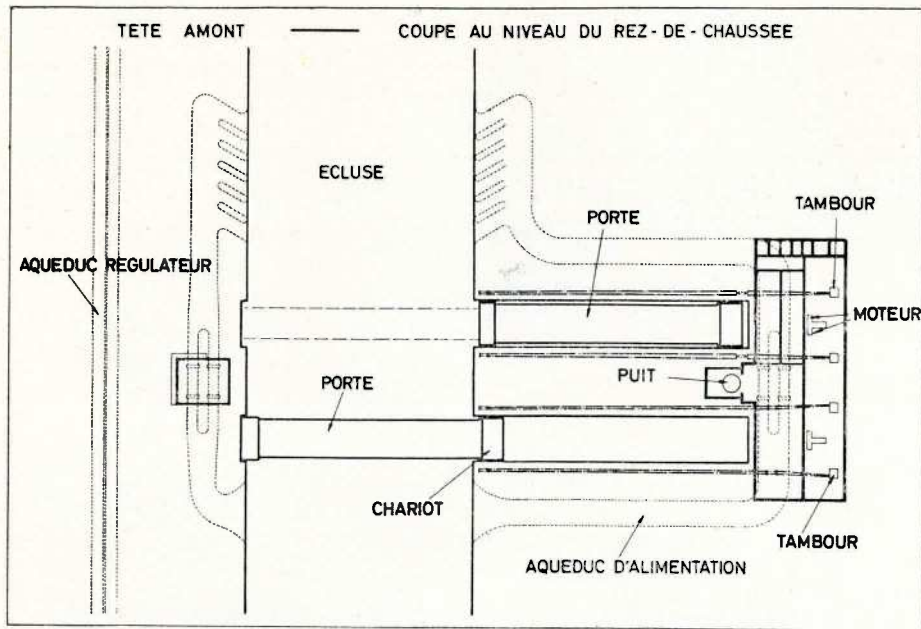


Fig. 26.

clave. Pendant ce temps, l'autre paire de câbles se déroule du tambour (fig. 27).

Ces câbles sont également fixés par l'intermédiaire d'un raccord extensible au chariot supé-

rieur et passent sur une poulie de renvoi fixée au bajoyer, à l'extrémité de l'enclave de porte, les câbles reposent sur des galets de guidage.

Les tambours des câbles sont actionnés par

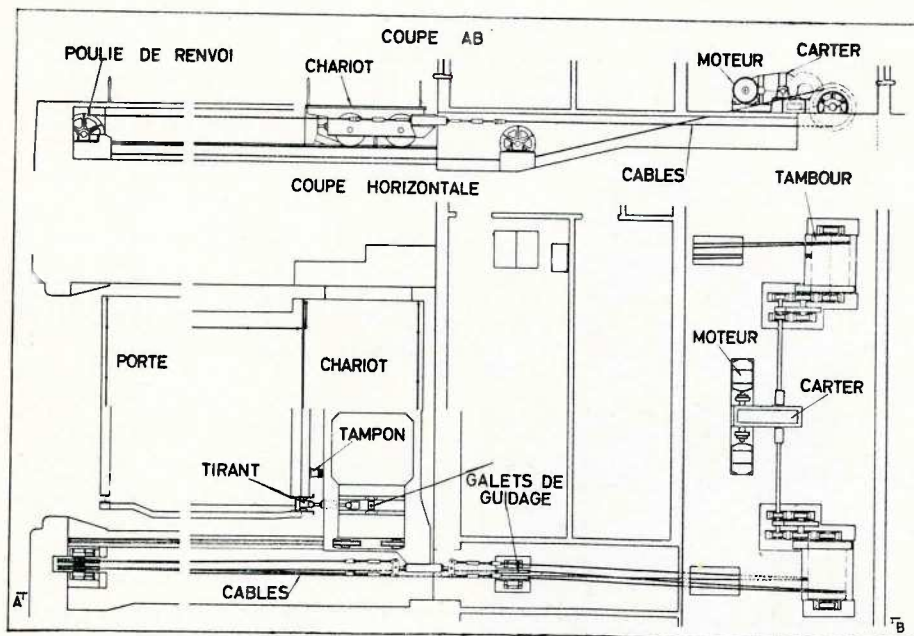


Fig. 27.

un moteur à courant continu alimenté par une groupe Ward-Leonard. La manœuvre dure environ 200 secondes et se fait donc à une vitesse

en cas de panne de courant. La même précaution a été prise pour ce qui concerne le pont Strauss. La figure 28 donne une coupe, au niveau de

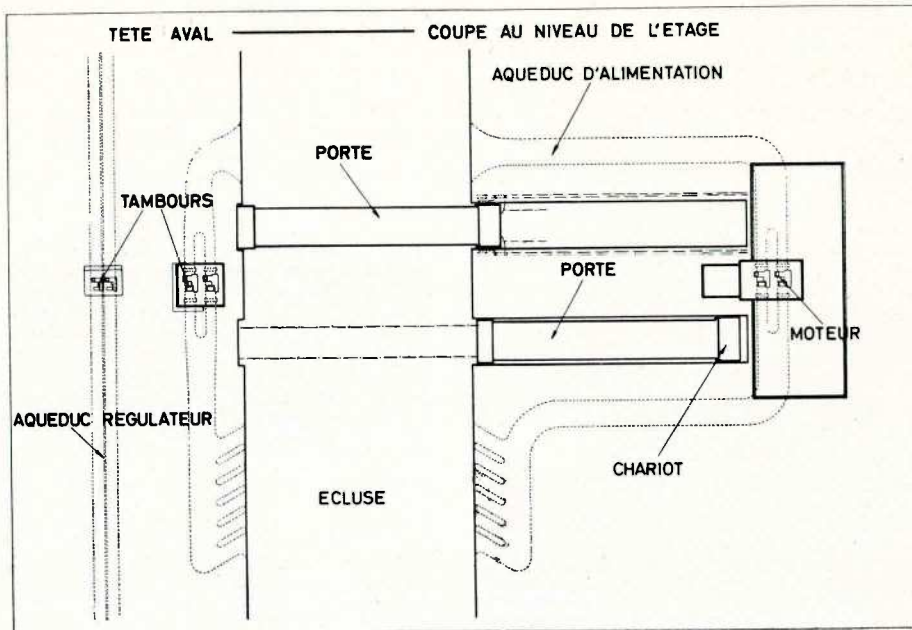


Fig. 28.

moyenne de 0,25 m/sec. Les moteurs sont exactement les mêmes que ceux du pont Strauss établi sur la tête amont. Ces derniers sont d'ailleurs

l'étage de la cabine de manœuvre de la tête aval, et une représentation schématique de la manœuvre des vannes y installées.

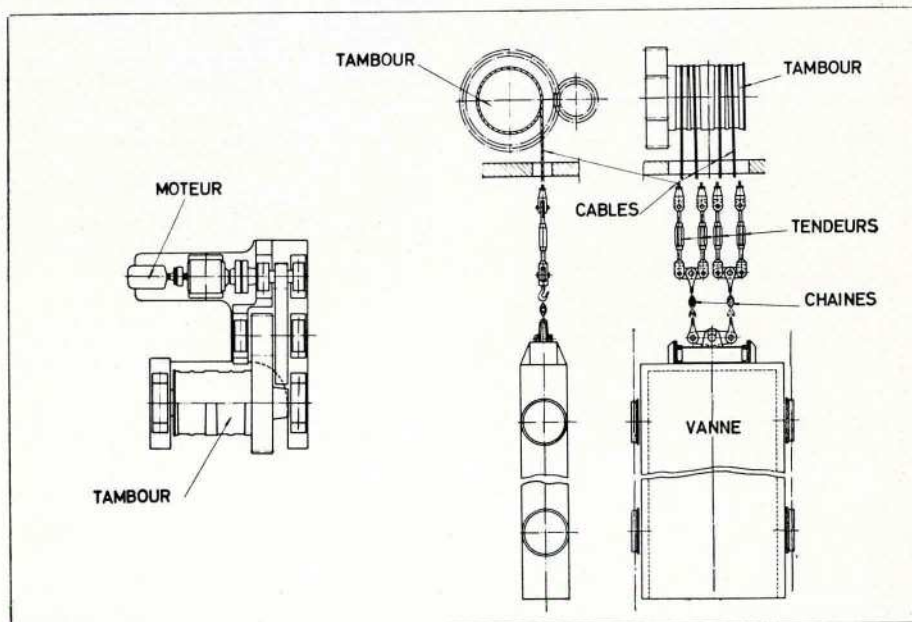


Fig. 29.

également alimentés par les groupes Ward-Leonard. Un petit moteur à essence a été prévu pour assurer la manœuvre, à vitesse réduite toutefois,

Le mécanisme de manœuvre des vannes est établi à un niveau suffisamment élevé pour permettre le levage des vannes jusqu'à un niveau

supérieur à celui du bajoyer. La manœuvre s'effectue au moyen de câbles en fil d'acier. Pour éviter que les câbles ne plongent dans l'eau, une chaîne a été intercalée entre la vanne et les câbles (fig. 29).

Les figures 30, 31 donnent une vue du pupitre de commande des mécanismes suivants :

- les mécanismes du pont Strauss de la tête amont;

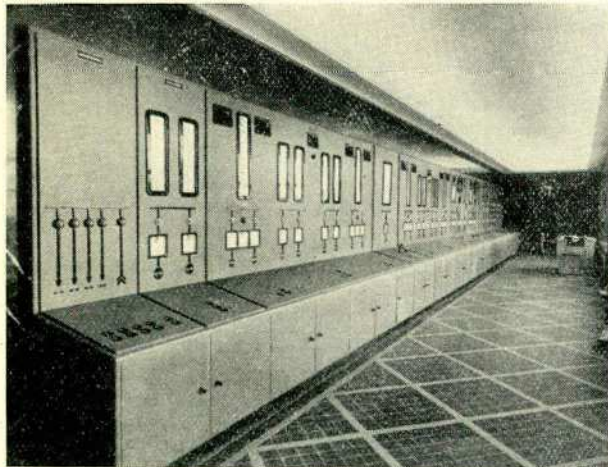


Fig. 30.

- les mécanismes des quatre portes d'écluse;
- les mécanismes des huit vannes des aqueducs d'alimentation;
- les mécanismes des deux vannes des aqueducs de vidange.

Le pupitre comporte également :

- les indicateurs de position des ponts, portes et vannes;
- les indicateurs du niveau d'eau dans les bassins, dans le sas et dans l'Escaut;
- les commandes de l'éclairage et de l'écluse.

Installation de pompage.

Une installation de pompage a été prévue en amont et en aval, pour permettre, en cas de réparation d'une porte, la mise à sec de l'enclave correspondante.

Les pompes sont installées au fond d'un puits ménagé dans les murs en béton séparant les deux enclaves de portes. Le fond du sas et des enclaves de portes étant soumis à un envasement continu, l'installation suivante a été prévue :

1. une pompe de 1.200 m³/h destinée à fonctionner à un niveau où il n'y a pas lieu de craindre que l'eau pompée ait une forte teneur en sable;

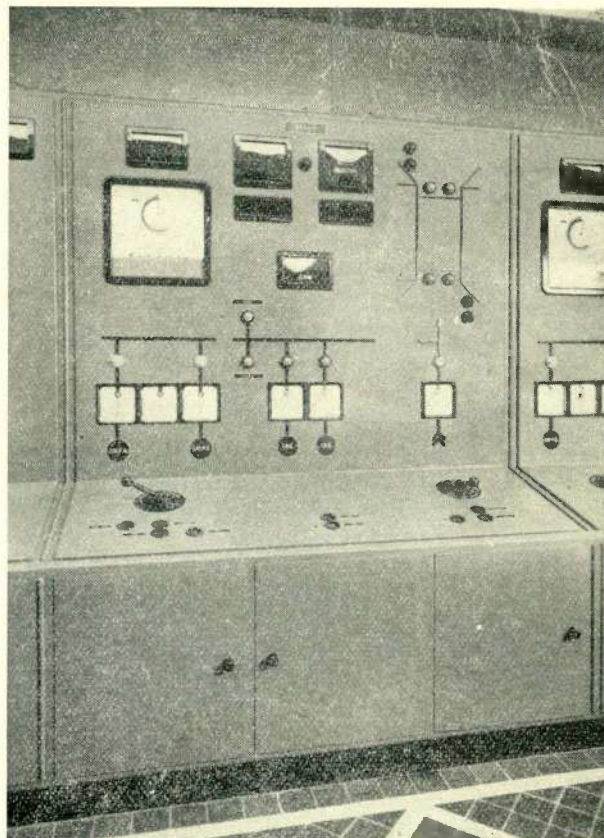


Fig. 31.

2. une pompe à vase de 300 m³/h pour la vidange de la dernière partie de l'enclave de porte, où l'on peut s'attendre à trouver une grande quantité de vase;
3. une pompe à forte pression, de 15 kg/cm² capable de projeter sur les bouches d'aspiration et dans les conduites d'aspiration des autres pompes, un jet d'eau suffisamment puissant pour les débarrasser de la vase qui s'y est accumulée. Des lances à eau peuvent également être branchées sur les conduites de la pompe à haute pression, pour chasser la vase des enclaves des portes.

Les pompes à haute pression sont établies au niveau du bajoyer, de même d'ailleurs que les moteurs des pompes principales et des pompes à vase, qui actionnent ces dernières par l'intermédiaire d'un long arbre vertical.

Production et distribution d'air comprimé :

Un groupe compresseur est établi sur chaque tête d'écluse. Il envoie de l'air comprimé dans des canalisations longeant les enclaves des portes, ca-

Installation de téléphonie :

Enfin, les différents bâtiments, postes de manœuvre, bureaux, etc. du complexe éclusier sont reliés entre eux par un réseau téléphonique.

Exécution des travaux (fig. 32).

Pour exécuter les travaux, il a fallu tenir compte du fait que le sol naturel se trouve au niveau (47,50), la nappe aquifère à environ (+ 2,50),

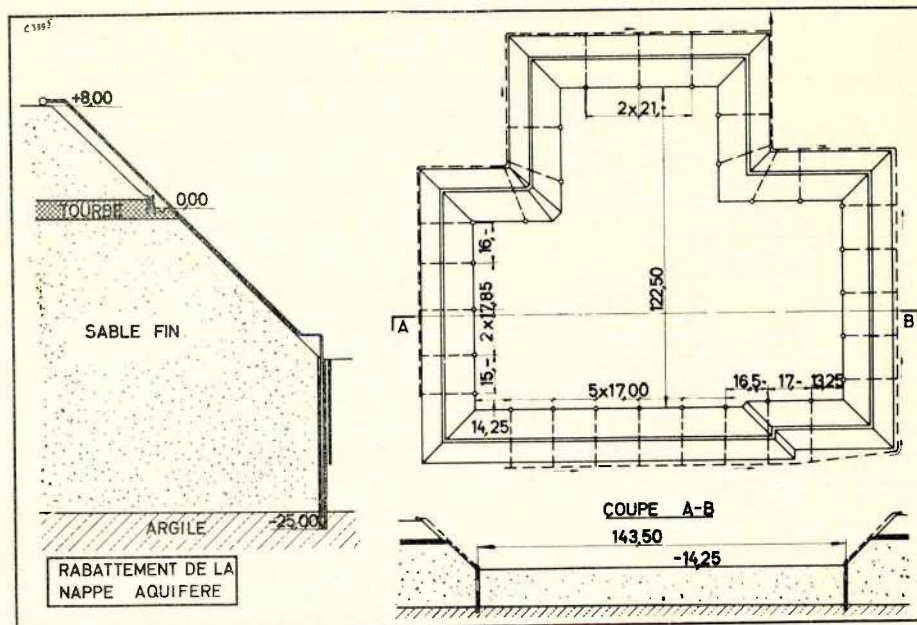


Fig. 32.

nalisations sur lesquelles une conduite souple aboutissant aux caisses à air des portes peut être branchée.

Eclairage de l'écluse :

L'installation complète d'éclairage du complexe éclusier a été réalisée. Elle couvre le terre-plein, les abords immédiats et les chenaux d'accès de l'écluse. Au total, quelque 160 lampes à vapeur de sodium de 140 W ont été installées.

Signalisation :

Une importante installation de signalisation a également été réalisée avant la mise en service de l'écluse. On s'est montré très exigeant en matière de visibilité. Celle-ci est de 2 km au moins.

L'installation de signalisation comprend, au total, 30 lampes au néon à filament en spirale, de 700 mm de diamètre chacune.

tandis que les fondations atteignaient le niveau (- 14,75).

Le terrain consiste en sable fin compact. Une couche de tourbe de 1 m à 1,50 m d'épaisseur se trouve au niveau (- 1,00). On trouve l'argile de Boom au niveau (- 25,00).

En raison de ces caractéristiques du terrain, il a fallu donner à la fouille de fondation, une profondeur de 22,50 m et la nappe aquifère a dû être rabattue de plus de 17 m.

La fouille a été exécutée à sec, au moyen de puits filtrants. Les puits atteignaient l'argile de Boom (- 25) et l'épuisement a été assuré par des pompes immergées. L'assèchement de la fouille de la tête amont a exigé la construction de 28 puits ayant chacun un débit de 2 à 3 l/sec.

Les eaux provenant des couches de terrain situées au-dessus de la couche de tourbe ont été absorbées par un drain de gravier ménagé dans les talus de la fouille.

Les déblais ont été effectués au moyen de draglines dont les plus importantes étaient la « Momighan » (280 tonnes) et la « Marion » (180 tonnes) ayant une capacité de godet respectivement de 5 m³ et de 3 m³.

Le transport des déblais s'est fait par camions.

Le cube total des déblais s'est élevé à environ 1.100.000 m³.

Le béton (fig. 33).

La quantité de béton mis en œuvre est d'environ 300.000 m³. Le ciment a été fourni en vrac, trans-

locotraceurs, des camions, etc. Tous les ingrédients du béton ont été pesés automatiquement.

Les parements vus de l'écluse ont été exécutés au moyen de coffrages métalliques très rigides et relevés au fur et à mesure de l'avancement du bétonnage.

Le béton a été vibré et exécuté selon un programme de bétonnage fixant la situation des joints.

Aux endroits où les joints étanches devaient être réalisés il a été fait usage de couvre-joints en tôles d'acier.

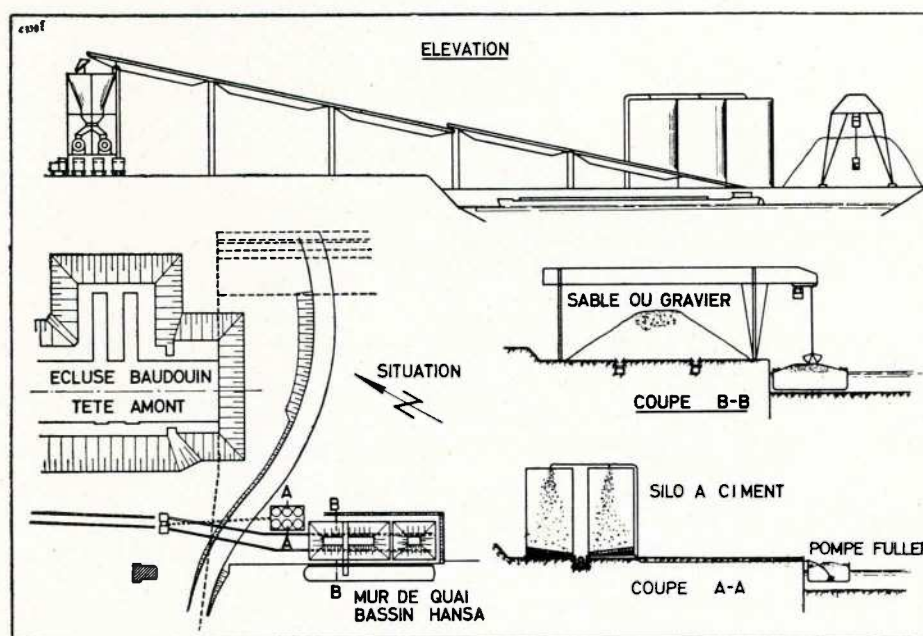


Fig. 33.

porté par bateau et emmagasiné dans deux silos métalliques, chacune d'une capacité de 1.500 t. Le ciment a été déchargé au moyen d'une pompe Füller transportable.

Le sable et le gravier ont été transportés du dépôt aux silos installés au-dessus de la centrale de malaxage, au moyen de deux courroies transporteuses. Le déversement sur les courroies s'est fait dans deux tunnels de 100 m de long, construites sous les tas de sable et de gravier.

Le matériel de bétonnage comprenait 4 bétonnières de 1.000 litres, des grues à tourelles, des

Installation générale des chantiers.

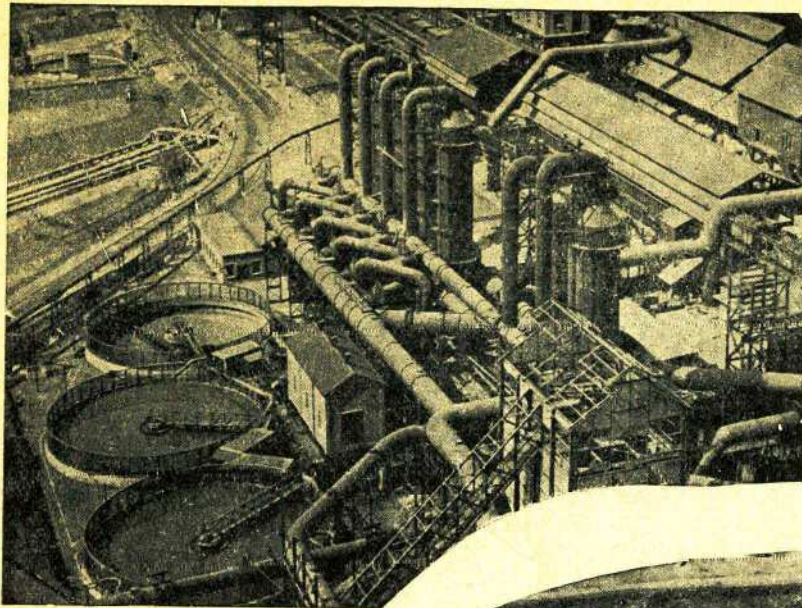
Le déchargement des matériaux a nécessité la construction d'un mur de quai de 150 m de long, équipé d'une grue de 30 mètres de portée.

En plus de centrales de malaxage fondées sur pieux Franki, l'équipement des chantiers comprenait des cabines à haute et basse tension, des bureaux, des dortoirs pour les ouvriers, des réfectoires et des pavillons pour la direction des travaux.

* * *

Les travaux furent entamés le 2 mai 1951 et inaugurés le 22 octobre 1955 en présence de S.M. le Roi Baudouin. Depuis lors, l'écluse remise pour exploitation au Port d'Anvers a rempli son rôle sans aucune défaillance.

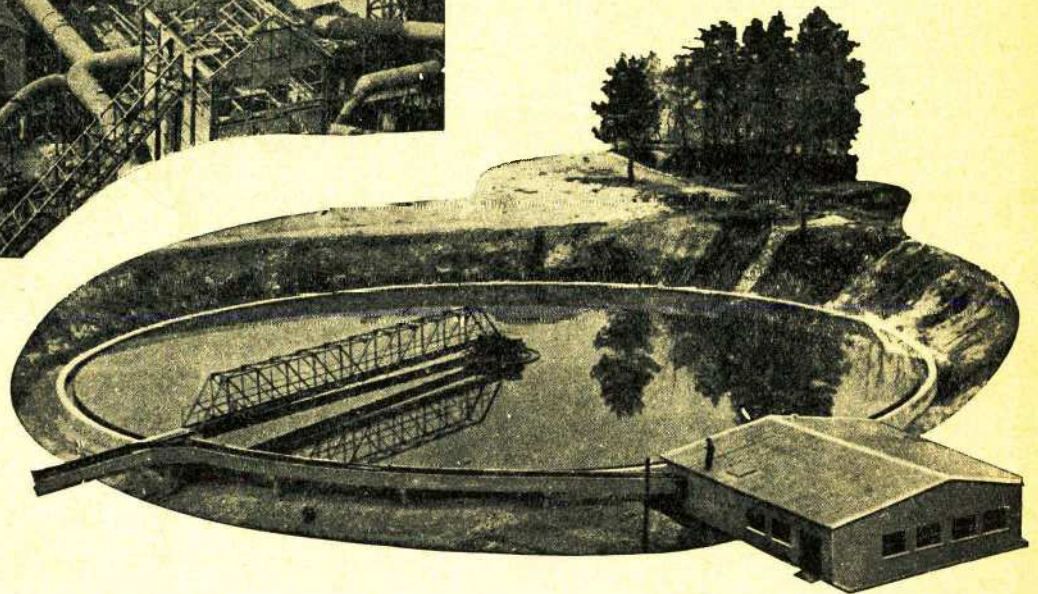
EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES INDUSTRIELLES



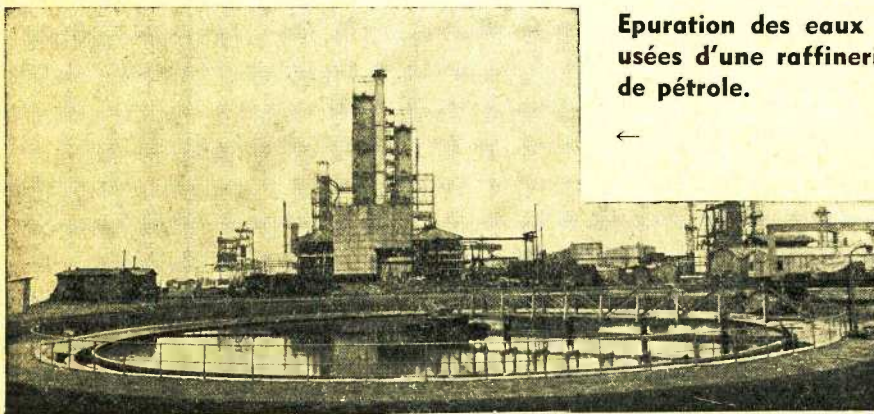
Clarification des eaux
de lavage des gaz
de hauts fourneaux.



Traitement des eaux
résiduaires de
charbonnages.



Epuration des eaux
usées d'une raffinerie
de pétrole.



DOCUMENTATION SUR DEMANDE A



DORR-OLIVER S.A.

6, Bd. DE BERLAIMONT - BRUXELLES - TÉL. 18.02.07 (2 lig.)

Research engineering equipment available through the worldwide Dorr and Dorr Oliver organization
STAMFORD U.S.A. — LONDRES — PARIS — AMSTERDAM — MILAN — WIESBADEN
et OMNIUM D'ASSAINISSEMENT - 20, rue d'Athènes, Paris - Téléphone : TRinité 37-44