

La Société « Nederland » exigea la construction des hangars à 4^m.50 du parement du mur; une partie des fondations de ces entrepôts prend donc appui sur le hourdis du mur.

Les pilots ne sont pas répartis régulièrement sous ce hourdis, mais groupés en faisceaux; on ne pouvait mettre à sec ces faisceaux de pilots comme nous l'avons dit plus haut; on fut donc forcé de battre devant le mur une paroi en palplanches métalliques permettant d'abaisser le niveau des eaux de 0^m.50 en vue de récupérer les pieux et de confectionner les tenons.

Les pieux d'amarrage ont également été remplacés par des bollards, qui ont reçu une forme différente de ceux établis au « Coenhaven », parce qu'il était nécessaire d'imposer à la traction exercée par les navires une limite nettement déterminée.

Le hourdis forme, en effet, partie intégrante des fondations des entrepôts, de sorte que l'on ne peut admettre en aucune façon que, par une traction trop forte, des mouvements se produisent dans le mur et provoquent ainsi des fissures dans les bâtiments.

Pour ces raisons, le bollard est constitué par une plaque d'ancrage sur laquelle la borne d'amarrage est fixée par cinq boulons; le diamètre de ces boulons est choisi de telle façon que lorsque l'effort de traction dépasse 75 tonnes les boulons se brisent et le bollard tombe à l'eau.

La composition du béton mis en œuvre est la même que celle du mur construit dans le « Coenhaven ».

Le coût du mur de quai dans la partie Nord s'est élevé à 1.800 florins par mètre courant.

*
* *

Nous sommes redevables des renseignements concernant les travaux exécutés dans le port d'Amsterdam et la construction de la cale sèche dans le Noorder Y-Polder à M. Köhler, ingénieur en chef des travaux communaux et à son adjoint M. l'ingénieur van Heemskerk van Beest, qui nous ont très obligeamment guidés lors de notre visite à Amsterdam.

D'autre part, M. Redeker, ingénieur en chef du Waterstaat, nous a fourni des renseignements très intéressants au sujet du Noordzeekanaal et du port d'Ymuiden au cours du voyage qu'il a bien voulu faire avec nous d'Amsterdam à Ymuiden.

Nous leur exprimons ici tous nos remerciements et notre vive gratitude.

Gand, juin 1923.

L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

DES VILLES

DES FLANDRES ET DU LITTORAL

NOTE

DE

M. VAN MEENEN

Ingénieur en Chef de la Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux.

PL. VII. (v. p. 518-519)

Le 23 septembre dernier, une cérémonie inaugurale, présidée par M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Hygiène, réunissait à Ostende et à Blankenberghe, les édiles des principales villes des deux Flandres et des communes de l'agglomération bruxelloise.

Il convenait de marquer d'une date l'achèvement des travaux d'adduction de l'eau potable aux villes des Flandres et du Littoral en soulignant le couronnement de la grande œuvre d'hygiène qui vient d'être accomplie par la Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux.

En observant les eaux pures et limpides amenées de Modave, jaillissant à leur point terminal et se jouant sous les feux d'illumination d'Ostende et de Blankenberghe, il est difficile de concevoir les innombrables difficultés qu'il a fallu vaincre dans la réalisation de cette vaste entreprise.

Aussi nous a-t-il paru intéressant, en attendant la publication prochaine d'une description générale plus amplement détaillée, d'esquisser, dès aujourd'hui, à grands traits, un résumé des travaux de la Compagnie Intercommunale bruxel-

loise des Eaux dont on vient de célébrer l'heureux achèvement.

*
* *
*

La Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux avait mis ses travaux en adjudication en 1913 et leur achèvement était prévu pour la fin de l'année 1916. Les travaux, répartis en diverses entreprises, étaient à peine entamés, que leur exécution rencontrait les plus graves difficultés par suite de la nature des terrains traversés. Cette situation faisait entrevoir de très sérieuses complications au moment où la guerre a suspendu totalement le travail des chantiers.

Les conditions économiques résultant de la crise traversée par le pays devaient infailliblement aboutir à la résiliation des contrats d'entreprise.

La Compagnie Intercommunale s'est ainsi trouvée dans l'obligation de poursuivre en régie l'exécution de son programme de travaux.

Pour en apprécier l'importance, il suffira de remarquer que les capitaux nécessaires à leur établissement se chiffrent à une centaine de millions de francs. Il semble utile de souligner également que les eaux distribuées par la Compagnie Intercommunale bruxelloise doivent desservir une population d'environ un million d'habitants.

CAPTAGES.

Chacun sait déjà que les eaux nécessaires ont été captées dans les calcaires carbonifères de la région de Modave. Les eaux pluviales s'infiltrant d'abord dans une épaisse couche de terrain argilo-sableux parviennent ensuite aux gisements calcaires qui se présentent sous forme de roches finement fissurées dont les joints sont remplis de matières terreuses filtrantes. Les eaux circulant dans ces terrains descendent jusqu'au contact des schistes et des grès imperméables et réapparaissent sous forme de sources dans le fond de la vallée.

Pour recueillir ces eaux en évitant toute cause d'altération il a fallu établir en tunnel des galeries de captage au travers de ces masses rocheuses, à un niveau supérieur à celui du Hoyoux dont le cours sillonne le fond de la vallée. Ces galeries souterraines ont un développement de plus de quatre kilomètres. Leur section transversale est de 1^m.95 × 0^m.90; elles sont

munies de passerelles de circulation qui en permettent la visite. Les eaux du terrain y pénètrent par des ouvertures pratiquées au pied de la galerie du côté opposé de la rivière (fig. 1).

De distance en distance, des barrages permettent de relever à volonté la hauteur du plan d'eau et des regards de visite donnent accès à la surface. Pour éviter toute possibilité de contamination des captages, une large zone de protection a été acquise dans toute la partie correspondant au tracé des galeries.

AQUEDUC MODAVE-MAZY.

Les eaux captées à Modave sont adduites par une conduite d'amenée de 51 kilomètres de longueur jusqu'à Mazy où elles se déversent dans l'ancien aqueduc du Bocq qui les dirige vers l'agglomération bruxelloise. Le tracé de la conduite est représenté sur la carte jointe à la présente notice. (Voir pl. VII.)

Les 51 kilomètres du parcours comprennent 24 k. 8 d'aqueduc en tunnel; 17 k. 2 d'aqueduc en tranchée et 9 kilomètres de siphons.

Les sections transversales des aqueducs et des siphons sont représentées par les figures 2 et 3 ci-après.

Pour le percement des tunnels il a fallu procéder à l'installation de vingt-un chantiers. Le mode d'attaque employé était la perforation mécanique des trous de mines à l'aide de marteaux perforateurs pneumatiques.

L'installation mécanique d'un chantier comportait en général un moteur à gaz pauvre de soixante chevaux actionnant un

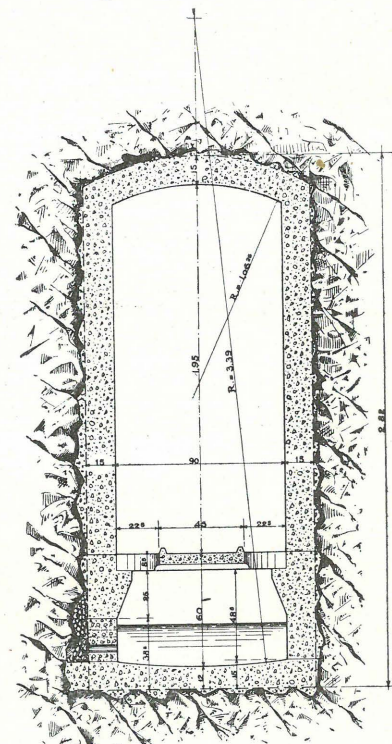


Fig. 1. — Aqueduc de captage section transversale.

compresseur d'air desservant un treuil pour la manœuvre d'un monte-charges, deux marteaux perforateurs à l'avancement, une dynamo pour l'éclairage en souterrain et en surface, une pompe d'exhaure et un ventilateur.

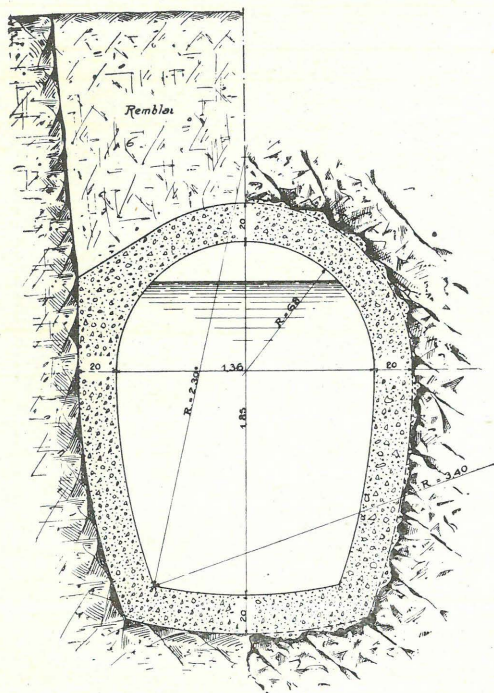


Fig. 2. — Aqueduc d'amenée section transversale
En tranchée. -- En tunnel

compartiments, l'un réservé à la circulation de la cage du

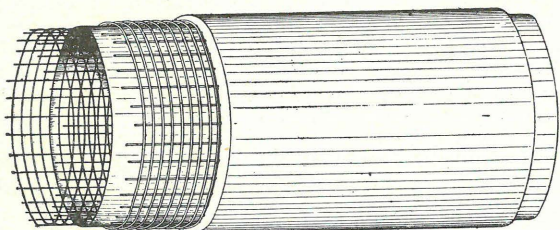


Fig. 3. — Canalisation des Flandres et siphon d'amenée.
Fragment de tuyau.

monte-charges et de son contrepoids, l'autre servant à loger

les tuyauteries et les échelles d'accès pour le personnel. Les parois de ces puits, de même d'ailleurs que celles des galeries en creusement étaient solidement étançonnées par de puissants blindages en bois. Ce blindage a été exécuté en béton armé pour deux puits de service devant ultérieurement être utilisés comme regards de visite.

Par suite de l'infiltration des eaux du terrain dans les galeries en creusement, on a dû généraliser pour les mines l'emploi d'explosifs à base de nitroglycérine. Pour le tir des mines, on a utilisé parfois l'allumage à la mèche et, parfois, le tir électrique.

Pour éviter l'accumulation des eaux au front d'attaque des galeries en creusement vers l'aval, inconvénient résultant de la pente à donner aux galeries, on a établi sous le radier un dalot d'évacuation en pente inverse de celle de la galerie. De cette manière, les eaux à exhauser étaient recueillies dans un puisard creusé à la base du puits de service, en assurant ainsi une grande facilité aux opérations de pompage et en évitant l'encombement des tunnels, de faible section, par les travaux de pose de longues tuyauteries.

Pour l'évacuation des déblais ainsi que pour l'approvisionnement du matériel et des matériaux nécessaires au bétonnage des parois, des voies Decauville à écartement de 40 centimètres pour wagonnets à basculement ont été établies dans tous les tunnels. Ces wagonnets chargés de déblais étaient amenés directement à la plate-forme du monte-charges, remontés à la surface et conduits par un plan incliné au versage, puis, chargés d'approvisionnements, ils étaient redescendus dans la galerie. De distance en distance, une sur-largeur ménagée pendant le creusement des tunnels permettait le croisement des wagonnets circulant en sens inverse.

Le bétonnage des parois des galeries a été exécuté au moyen de cintres en bois fixés sur des cadres métalliques articulés permettant le décoffrement.

Le béton, convenablement damé entre ces coffrages et le terrain, était confectionné au dosage de : 900 litres de plaquettes de grès de 5 x 20 millimètres pour 450 litres de poussier et 300 kilogrammes de ciment.

Pour activer les travaux, le bétonnage des galeries était effectué au fur et à mesure de l'avancement du creusement. Le cimentage des parois a suivi immédiatement l'achèvement du bétonnage.

Des chantiers de concassage ont été installés aux endroits où la roche extraite des tunnels en creusement présentait les qualités requises pour fournir la pierraille et le poussier nécessaires à l'approvisionnement des chantiers. Ce fut le cas à Marchin, Gelbressée, Marchëvelette et Emines. Néanmoins, pour satisfaire aux besoins des travaux, la Compagnie intercommunale a dû mettre en exploitation des carrières complémentaires à Tramaka et à Rhisnes.

Le matériel des chantiers de concassage comportait un gros concasseur à mâchoires actionné par une locomobile, un trommel pour le triage, des wagonnets et voies Decauville amenant les matériaux aux trémies ou au quai de chargement.

Les aqueducs en tranchée ont été exécutés en béton au même dosage que celui des tunnels. Le bétonnage suivait immédiatement l'ouverture des tranchées. Le creusement de celles-ci était dirigé de manière à respecter autant que possible le profil à réaliser.

On a fait usage de cadres métalliques de fixation des cintres comme dans le cas des tunnels. Le cimentage des parois intérieures était complété par l'application d'un enduit au ciment sur l'extrados de l'aqueduc.

Les ouvrages sont établis de telle manière que l'eau s'écoule par la simple gravité depuis Modave jusqu'au littoral. La dénivellation du sol entre Modave et Boitsfort est de 58 mètres; elle est de 110 mètres entre Boitsfort et le littoral.

Vu la faible valeur de la pente kilométrique, il a fallu apporter le plus grand soin aux opérations de nivellement.

A la traversée des vallées, l'aqueduc à écoulement libre a nécessairement été remplacé par des conduites sous pression, c'est-à-dire des siphons. Ceux-ci ont été exécutés en tuyaux de ciment armé du système Bonna. Pour la fabrication et la pose de ces tuyaux on a procédé de la même manière que pour la canalisation des Flandres dont il sera question ci-après.

Pour approvisionner en tuyaux la section Modave-Mazy. de grands chantiers de moulage ont été installés à Bruxelles-Ouest, à Sombreffe et à Mazy.

A l'entrée et à la sortie des siphons on a établi de petits pavillons dits têtes de siphon dans lesquels sont installées les vannes réglant l'écoulement de l'eau; au départ, de l'aqueduc, à Vyle, ainsi qu'à son extrémité à Mazy sont installées les

chambres de jauge comportant un déversoir et un indicateur à diagrammes enregistrant le débit

Dans cette description sommaire, nous ne citerons que les grands ouvrages d'art qui ont été exécutés à la traversée des cours d'eau et des chemins de fer.

La traversée de la Meuse à Bas-Oha (1) a été réalisée par l'immersion d'un siphon de 127 mètres de longueur composé de trois files de tuyaux de 75 centimètres de diamètre, en tôle d'acier de 10 millimètres d'épaisseur.

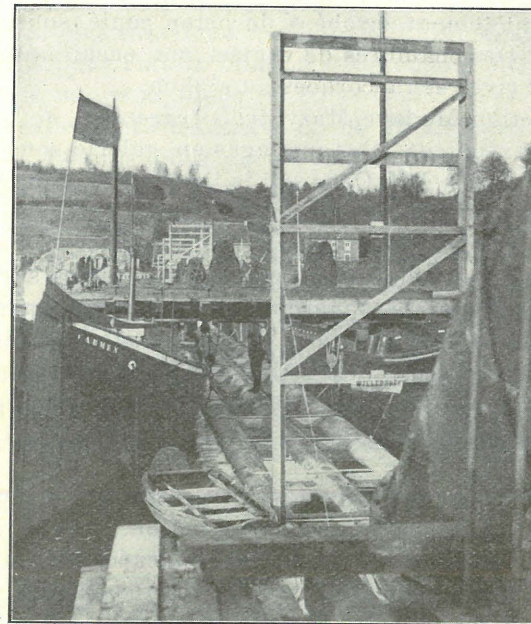


Fig. 4.

La fourniture et le montage des parties métalliques du siphon ont évidemment été confiés à une usine spécialiste, la Compagnie Intercommunale se chargeant elle-même des opérations d'immersion.

Le siphon étant entièrement assemblé sur la rive, les trois files de tuyaux rendues solidaires pour former un ensemble rigide, a été descendu sur l'eau en *le faisant glisser* sur des

(1) V. *Annales des Travaux publics*, année 1922, p. 123.

supports disposés en plan incliné. La descente était réglée de la rive au moyen de treuils. Le siphon flottant sur l'eau a été amené par conversion à l'emplacement de l'immersion. Il a ensuite été solidement amarré à l'aide de deux groupes de bateaux jumelés, les extrémités étant soutenues par des portiques établis sur les rives. La descente contrôlée sur des mires était commandée par des treuils placés sur les bateaux et sur les berges. Une cunette draguée au fond du lit du fleuve avait été préalablement bétonnée au niveau voulu pour recevoir le siphon. Après l'immersion, les trois files de tuyaux ont été complètement enrobées de béton coulé sous eau dans des trémies. Des chambres de vannes ont ensuite été établies sur les deux rives et raccordées au siphon.

Sur la section Modave-Mazy trois traversées de chemin de fer ont été exécutées. Des passages en galerie sous les voies ont été réalisés : à Bas-Oha, sur la ligne de Namur-Andenne ; à Rhisnes, sur la ligne Bruxelles-Namur et à la gare de Mazy, sur la ligne de Mazy-Gembloux. Les passages de Bas-Oha et de Mazy ont été exécutés en supportant les voies sur un pont provisoire composé de longerons réunis par des traverses.

La pose des longerons sous les rails a été opérée dans les intervalles du passage des trains. La tranchée a ensuite été creusée et on a construit la galerie en plein cintre, en maçonnerie de briques au mortier de ciment, destinée à livrer passage aux canalisations.

La traversée du chemin de fer à Rhisnes est le seul de tous les ouvrages similaires où la construction de la galerie a été effectuée en ripant les voies. Ce mode d'exécution était rendu possible par la disposition des lieux. Un tronçon de voie provisoire a été établi à côté des voies principales. On disposait ainsi de trois voies parallèles qui, par raccordements successifs, permettaient en tout temps d'utiliser une double voie, au cours de l'avancement du travail.

DÉRIVATION

DE L'AQUEDUC SOMBREFFE-MARBAIS.

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, les eaux canalisées depuis Modave se déversent à Mazy dans l'ancien aqueduc du Bocq, qui leur livre passage jusqu'au réservoir de Boitsfort. Lors de

la construction de cet ancien aqueduc, dans la traversée de Marbais, les travaux avaient dû s'exécuter au prix de grandes difficultés dans un terrain absolument inconsistant et l'aqueduc avait ainsi été établi en pleine nappe aquifère. Depuis quelques années, il devenait nécessaire de consolider cette section de l'aqueduc d'amenée. Pour effectuer ce travail il était indispensable de mettre l'aqueduc hors service. La Compagnie Intercommunale a été amenée ainsi à établir un aqueduc de dérivation à section ovoïde de 1^m.70 × 1^m.05, dont la capacité de débit était déterminée pour permettre l'alimentation de l'agglomération bruxelloise pendant la durée des travaux. On en a profité pour établir ce nouvel aqueduc à un niveau plus élevé que la nappe aquifère.

Après exécution des travaux de la dérivation, l'ancien aqueduc a été mis hors de service et il a été consolidé par l'application contre sa paroi interne d'un revêtement en béton armé de 10 centimètres d'épaisseur.

TRIPLEMENT DES SIPHONS OU CONDUITES FORCÉES DE LA SECTION MAZY-BOITSFORT.

Les eaux de Modave venant s'ajouter à Mazy à celles qui sont amenées de Spontin par l'aqueduc du Bocq, il a fallu pour les canaliser jusqu'à l'agglomération bruxelloise, établir une troisième file de tuyaux aux siphons compris entre Mazy et Boitsfort.

Ce travail a été exécuté en tuyaux de ciment armé système Bonna comme pour les siphons de la ligne Modave-Mazy. La Compagnie Intercommunale a posé ainsi, entre Modave et Boitsfort, 15.200 mètres courants de canalisation d'un diamètre variant de 0^m.60 à 1^m.25.

RÉSERVOIR D'UCCLE ET CONDUITE DE JONCTION BOITSFORT-UCCLE.

Un réservoir de 25.000 mètres cubes de capacité a été établi à Uccle Verrewinkel pour créer une réserve d'eau à l'origine de la conduite d'alimentation des Flandres.

La construction ultérieure d'un second compartiment analogue au premier, portera à 50.000 mètres cubes la capacité

de ce réservoir. Cet ouvrage a été exécuté entièrement en béton armé. Sa section horizontale rectangulaire est de 109 mètres × 43^m.60. Les parois latérales sont consolidées par des contreforts. Les poutres nervures de la couverture prennent appui sur 216 piliers de 0^m.34 × 0^m.34. Les parois intérieures sont recouvertes d'un enduit au ciment de 2 centimètres d'épaisseur. La hauteur d'eau est de 5^m.70. Le réservoir est commandé à l'entrée et à la sortie par des robinets-vannes de 800 millimètres d'ouverture. Un trop-plein et deux bondes de vidange communiquent avec une galerie de décharge passant sous le réservoir.

Le trop-plein est établi au même niveau que celui du réservoir de Boitsfort.

Un pavillon, donnant accès à un escalier, permet la visite du réservoir. Des lanterneaux et cheminées d'aérage sont établis sur la couverture et celle-ci est recouverte d'une couche de terre de 70 centimètres d'épaisseur. Les hauteurs d'eau sont enregistrées par un diagramme et un compteur d'eau de 700 millimètres de diamètre mesure à la sortie les débits dirigés vers les Flandres. Une conduite en ciment armé de 1^m.25 de diamètre et de même système que précédemment relie les réservoirs d'Uccle et de Boitsfort.

CONDUITE D'ALIMENTATION DES VILLES DES FLANDRES ET DU LITTORAL.

La canalisation des Flandres doit assurer l'alimentation en eau potable des villes et localités suivantes : Alost-Gand-Bruges-Ostende-Blankenberghe-Wetteren-Gentbrugge-Termonde-Saint-Gilles-lez-Termonde Saint-Nicolas. Elle a été exécutée en file unique, en tuyaux de ciment armé système Bonna. Sa longueur totale de 174 km. 600 se répartit de la manière suivante :

Tronçons.	Longueurs.	Diam. intérieur.
Uccle-Assche	21.648,27	1 ^m .00
Assche-Gand	40.519,16	0 ^m .90
Gand-Bruges	45.989,68	0 ^m .70
Bruges-Ostende	23.226,45	0 ^m .50
Bruges-Blankenberghe	12.470,66	0 ^m .40
Assche-Termonde	13.630,25	0 ^m .40
Termonde Saint-Nicolas	17.116,25	0 ^m .30

Les dimensions de la conduite ont été déterminées de manière à assurer pour l'ensemble des localités à desservir un débit total journalier de 36.000 mètres cubes.

La fabrication des tuyaux en ciment armé a été exécutée sur les chantiers de moulage établis par la Compagnie Intercommunale à Bruxelles-Ouest, Erembodegem, Quatrecht et Bruges.

Les tuyaux se composent d'un tube médian en tôle d'épaisseur variable suivant la pression, généralement 2 à 3 millimètres. Ce tube de 4^m.20 de longueur pour les tuyaux de la canalisation des Flandres est formé de viroles assemblées par soudure. Il est enrobé dans un double revêtement en ciment muni d'armatures intérieures et extérieures par rapport à la tôle, armatures comprenant des spires et des génératrices. Ces divers éléments sont déterminés de manière à ce que la canalisation puisse résister à la pression intérieure, à l'écrasement résultant des poussées du terrain, ainsi qu'à la flexion longitudinale après la pose.

La fabrication des tuyaux comprend donc :

Le découpage, le cintrage et la soudure autogène des tôles ; le découpage, le cintrage et l'assemblage des armatures ; le moulage proprement dit, c'est-à-dire la confection du double revêtement en ciment.

Le découpage et le cintrage se font à l'aide de cisailles et de cintreuses actionnées par moteur. La soudure a été exécutée au chalumeau acétylénique. La production de l'acétylène nécessaire était réalisée sur les chantiers à l'aide de puissants générateurs fonctionnant automatiquement et composés d'une cuve pour l'immersion du carbure de calcium, d'un réservoir pour l'emmagasinement du gaz et d'un appareil laveur. La tuyauterie d'alimentation des postes de soudeurs était munie d'une soupape de sûreté pour chaque prise de gaz. Les chantiers étaient approvisionnés en bonbonnes d'oxygène du commerce. Le moulage des tuyaux a été réalisé sur chaque chantier au moyen de deux et même trois installations de moulage. Chacune de celles-ci se compose d'une charpente métallique sur roues, désignée sous le nom de chariot de moulage, circulant sur une voie à large écartement pour assurer la stabilité de l'appareil. De part et d'autre de cette voie se trouvent établis parallèlement à celle-ci et bien de niveau, deux planchers ou deux surfaces planes bétonnées. Ces surfaces sont

destinées à recevoir les tuyaux dont la coulée se fait verticalement. Le chariot de moulage porte un plancher de travail où se fait la confection des mortiers de ciment. Les matériaux sont montés à ce plancher à l'aide d'un treuil faisant partie du chariot. L'eau nécessaire aux mélanges est amenée par une canalisation établie sur toute la longueur de la voie. Les moules pour tuyaux sont composés d'un mandrin intérieur amovible et d'une coquille extérieure entre lesquels se place l'armature du tuyau. Avec un chariot de moulage on effectue la coulée verticale de deux lignes de tuyaux parallèles à la voie de roulement de l'appareil.

Pour activer la prise et éviter par conséquent l'emploi d'un nombre considérable de moules on incorpore dans les mélanges une certaine quantité, variable suivant la saison, de ciment à prise rapide.

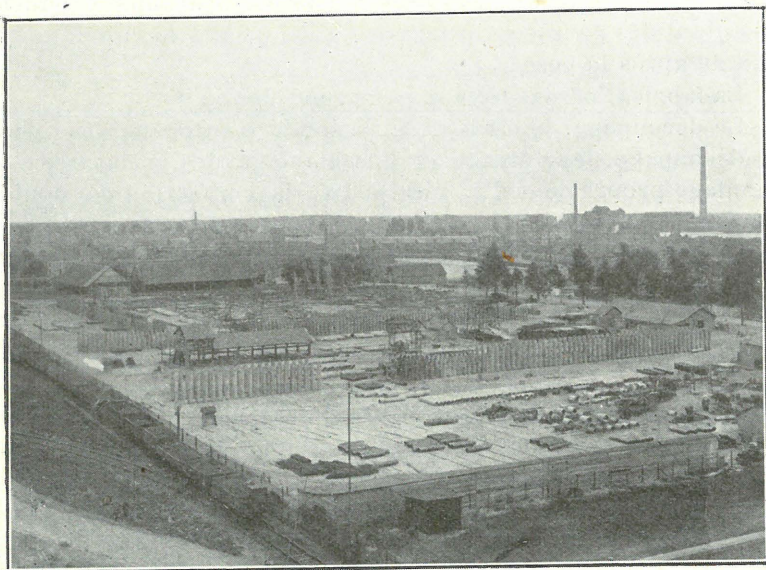
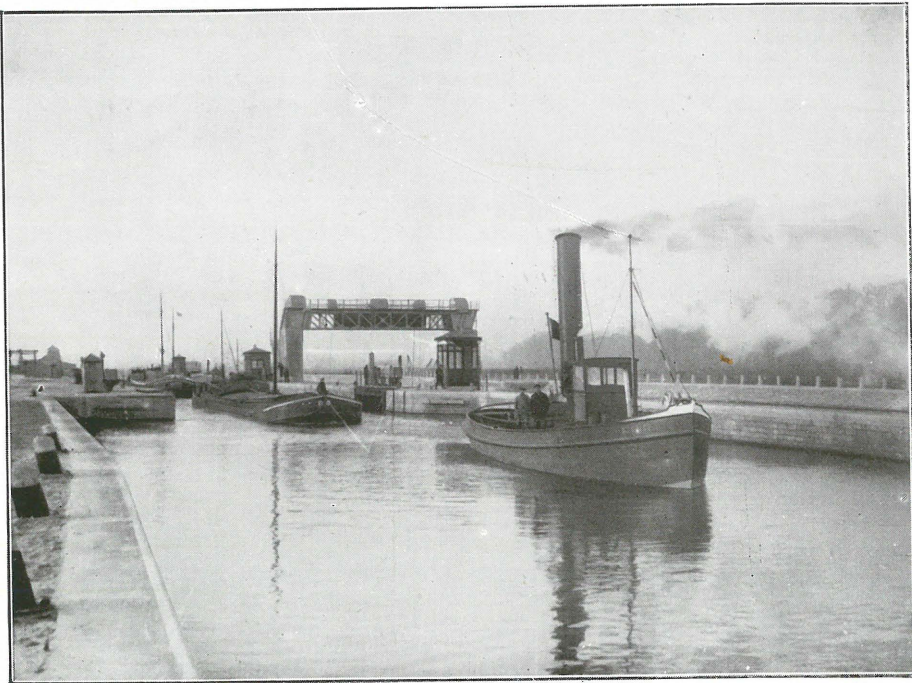


Fig. 5.

Après la prise du ciment, on retire le moule du tuyau à l'aide d'un pont-roulant installé à la partie supérieure du chariot. Lorsque le durcissement a atteint un degré suffisant, les tuyaux sont couchés et mis en dépôt sur le chantier.

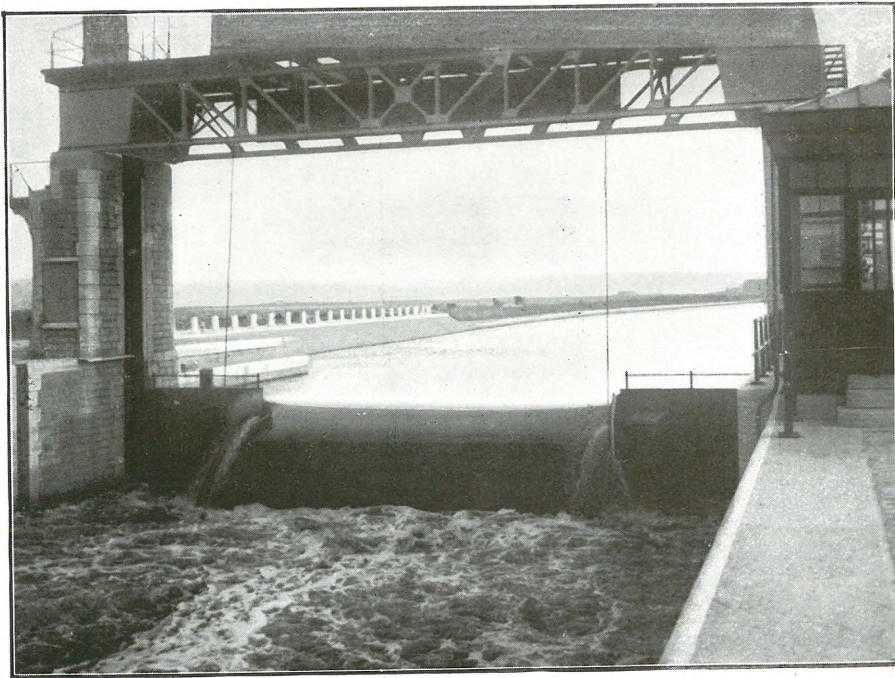
La figure 5 ci-dessus donne une vue d'ensemble du chantier de Bruges.



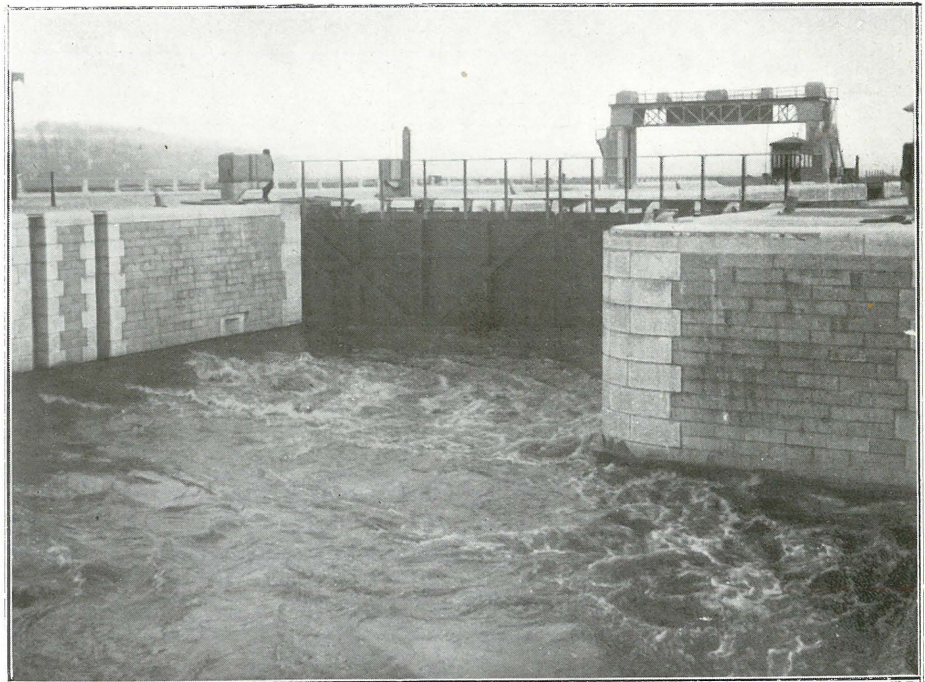
ÉCLUSE D'ASPER. ENTRÉE AMONT.



ÉCLUSE D'ASPER-SAS.



ÉCLUSE D'ASPER. DÉVERSOIR DU BARRAGE.



ÉCLUSE D'ASPER. PORTE AVAL. VIDANGE DU SAS.

La Compagnie Intercommunale a également confectionné, à son chantier de Bruges, la paroi en ciment des tuyaux en utilisant un nouveau procédé Bonna qui réalise le *moulage par centrifugation*. Dans ce système, qui a donné d'excellents résultats, le moule est placé horizontalement sur un châssis et on lui imprime un mouvement de rotation à l'aide d'un moteur. Le mélange est introduit dans le moule et le revêtement intérieur du tuyau se forme automatiquement par l'action centrifuge résultant du mouvement de rotation de l'appareil. Le revêtement extérieur est coulé sous pression et soumis, en outre, à un effort de compression par la vapeur ou l'air comprimé.

Les tuyaux fabriqués sont ensuite amenés à un plan incliné de chargement et transportés aux équipes de pose. Les *tranchées de pose* sont creusées à profondeur suffisante pour que la canalisation soit recouverte d'une couche de terre d'un mètre d'épaisseur environ en pose normale. Les tuyaux descendus dans la tranchée au moyen d'une chèvre de pose sont placés bout à bout. Les joints sont exécutés par un matage au plomb entre la tôle laissée libre aux abouts des tuyaux pendant la fabrication et une frette extérieure en acier strié. Une frette intérieure solidaire du tube en tôle du tuyau empêche toute déformation de la tôle pendant le matage. Le joint est, en outre, renforcé par une armature identique à celle du tuyau et composée d'une tôle, de spires et de génératrices intérieures et extérieures. Le joint est ensuite enrobé dans une bague au ciment de même épaisseur que la paroi du tuyau et de 30 centimètres au minimum de largeur coulée au moyen d'un moule approprié. Enfin les joints sont soumis intérieurement à un cimentage soigné, puis la canalisation reçoit un nettoyage intérieur rigoureux au fur et à mesure de l'avancement du travail.

Les coudes horizontaux et verticaux, les raccordements pour prises d'eau, les chambres de vannes, les passages sous les ruisseaux, etc., ont nécessité l'exécution d'un nombre considérable d'*ouvrages spéciaux*. Ce travail a été souvent compliqué par suite de la haute pression statique à laquelle la conduite doit résister. Cette pression est de 10 à 12 atmosphères sur une grande partie du tracé de la canalisation. A certains endroits les butées des coudes sont soumises à des efforts atteignant 80.000 kilogrammes. On est amené, par

conséquent, à construire ainsi des massifs de maçonnerie importants, ce qui est souvent malaisé le long des routes et, en particulier, dans la traversée des agglomérations. On a évité autant que possible ces maçonneries importantes par la construction de poutres en béton armé, travaillant par flexion, pour neutraliser les poussées de deux coudes voisins, de sens inverse et situés dans un même plan. Cette disposition qui a donné d'excellents résultats, a été exécutée à la plupart des traversées de ruisseau. Dans certains cas où l'emplacement faisait défaut, pour exécuter les massifs de butée des coudes simples, il a fallu augmenter la densité de ces massifs pour pouvoir réduire leurs dimensions. A cet effet, on a incorporé, dans le béton de ces maçonneries, des pepins, c'est à-dire des déchets métalliques provenant du perçage des trous de rivets dans les usines métallurgiques. La conduite est munie de ventouses aux points hauts, de vidanges aux points bas et de robinets-vannes d'arrêt de distance en distance, généralement tous les 2 1/2 kilomètres. Tous ces appareils sont logés dans des chambres souterraines en maçonnerie avec enduit au ciment.

A l'emplacement de toutes les vannes d'arrêt, la canalisation est dédoublée de manière à permettre périodiquement la manœuvre des vannes sans devoir interrompre la distribution d'eau.

LES OUVRAGES D'ART DE LA CANALISATION DES FLANDRES.

L'établissement de la canalisation de Bruxelles au littoral et de sa ramification partant de Assche et desservant Termonde et Saint-Nicolas, a nécessité la traversée de toute une série de chemins de fer et de cours d'eau.

Nous ne citerons ici que les ouvrages importants, c'est-à-dire :

1° Pour les chemins de fer :

La traversée à :

Uccle,	du chemin de fer Schaerbeek-Hal (ligne projetée);
Ruysbroeck,	— Bruxelles-Mons;
Anderlecht,	— Bruxelles-Midi-Gand-Saint-Pierre (ligne en cours d'exécution);
Dilbeek,	— Bruxelles-Gand;
Alost-Est,	— —

Erpe-lez-Alost,	du chemin de fer Alost-Sottegem;
Quatrecht,	— Bruxelles-Gand;
Gentbrugge,	— Gand-Eecloo;
Ste-Croix-lez-Bruges,	— Eecloo-Bruges;
Ostende,	— Bruges Ostende quai;
Opwijk,	— Alost-Londerzeel;
Termonde-ville,	— Bruxelles-Termonde;
Termonde Est,	— Termonde-Saint-Nicolas.

2° Pour les cours d'eau :

La traversée de la Senne à Droogenbosch;
— du canal de Charleroi à Ruysbroeck;
— de la Dendre à Alost;
— de l'Escaut à Ledeborg-Gand;
— du canal de Gand-Bruges à Meerendré;
— du canal de dérivation de la Lys à Somergem;
— du canal du Sud à Bruges;
— du canal de Damme à Bruges;
— de l'écluse maritime à Bruges;
— de l'Avant-Port à Ostende;
— de l'écluse du bassin au Bois à Ostende;
— de l'Escaut à Termonde;
— de la Durme à Hamme.

En ce qui concerne les *chemins de fer*, tous les ouvrages indiqués au tableau qui précède, sont des passages sous les voies. Les traversées de Ruysbroeck, Dilbeek, Alost-Est, Quatrecht et Ostende, ont dû s'exécuter sous les lignes parcourues par des trains internationaux. Et tous ces ouvrages ont été exécutés sans un seul déplacement de rail et sans un seul arrêt de train.

Pour exécuter le travail en terrain aquifère, on a commencé par établir autour de l'ouvrage à construire une installation d'assèchement du terrain par tubes filtrants, à écartement d'environ 3 mètres, de manière à entourer l'emplacement de la tranchée à ouvrir, d'une véritable ceinture d'aspiration. Un pont provisoire, composé de longerons métalliques et de traverses, était ensuite monté sous les voies et appuyé sur des massifs de support en béton descendus jusqu'au niveau inférieur des fondations.

Sous ce pont, on creusait ensuite la tranchée en étançonnant solidement les parois. Après exécution, au fond de la fouille, d'un radier général en béton armé, on élevait les piédroits et

la voûte en plein cintre en maçonnerie de briques au mortier de ciment.

A l'exception des deux passages de Termonde et de celui de Dilbeek, tous ces ouvrages ont dû s'exécuter en terrain aquifère. Les galeries de Ruysbroeck, Gentbrugge et Sainte-Croix, notamment, devaient s'exécuter en plein sable bouillant. Les dimensions des tranchées à ouvrir sous les voies étaient en section transversale $5^m.50 \times 4^m.10$.

La figure 6 représente le travail en cours d'exécution sous la ligne Paris Bruxelles, à Ruysbroeck.

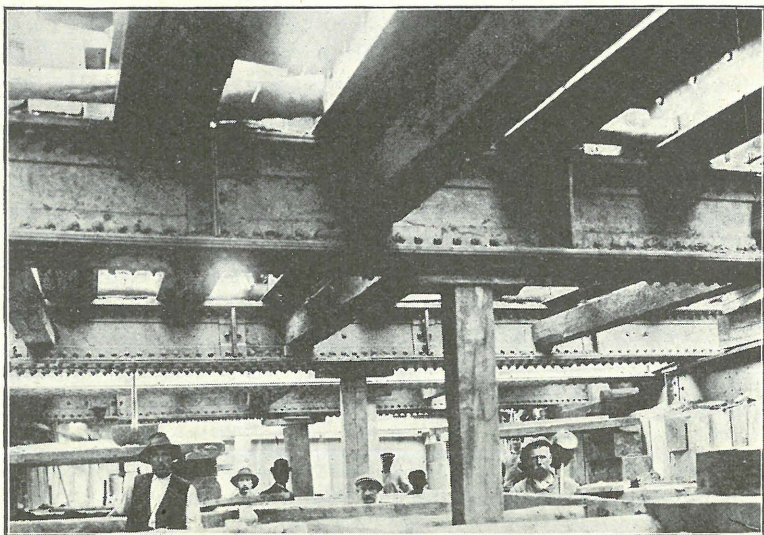


Fig. 6.

A tous les passages de chemin de fer, la canalisation a été dédoublée, et des robinets-vannes d'arrêt ont été installés à l'entrée et à la sortie de chacune de ces traversées.

Pour le passage des cours d'eau, les procédés d'exécution ont varié suivant les circonstances locales et les conditions prescrites dans les autorisations administratives se rapportant à l'exécution des ouvrages. C'est ainsi que, pour effectuer la traversée du canal de Charleroi, à Ruysbroeck, la Compagnie Intercommunale bénéficiait d'une période de chômage de la navigation, ce qui lui a permis d'exécuter cet important travail dans un délai de dix jours. Il est à noter que la double cana-

lisation devait être posée à 3 mètres en contrebas du fond du lit du canal existant, de manière à permettre les travaux ultérieurs prévus par le Département des travaux publics pour réaliser l'abaissement du plan d'eau du canal de Charleroi.

Le siphon construit à cet endroit par la Compagnie Intercommunale se compose de deux files de tuyaux en ciment armé de 70 centimètres de diamètre intérieur enrobés dans un massif de béton renforcé par des armatures de manière à constituer une poutre à section rectangulaire.

Profitant de l'arrêt prévu de la navigation, on a exécuté cet ouvrage entre deux batardeaux formés chacun de deux lignes de palplanches entre lesquelles on a damé des terres argileuses.

Pendant l'exécution du travail, on a mis en action une installation d'assèchement du sol analogue à celle dont il a été question ci-dessus.

Tous les passages de cours d'eau sont constitués par un dédoublement de la canalisation muni à l'amont et à l'aval, sur chacune des deux files, de vannes d'arrêt et de trous d'homme ou regards de visite, suivant le diamètre de la canalisation.

La traversée de la Dendre à Alost a été réalisée par un passage supérieur. Ce pont-siphon, entièrement construit en béton armé, est constitué par deux longerons en treillis réunis à la base et au sommet par des traverses et des diagonales de contreventement. Les culées, également en béton armé, reposent sur des pilots battus sous le niveau de la nappe aquifère. Le pont a $32^m.70$ de portée entre appuis. Il repose sur des rotules fixes vers l'amont et sur des chariots de dilatation vers l'aval. Le siphon est composé de trois files de tuyaux en tôle d'acier de 400 millimètres de diamètre. Ces tuyaux sont supportés par les traverses du pont avec interposition de galets de roulement. A l'extrémité aval, chaque file de tuyau est munie d'un joint de compensation. Cette disposition résulte du fait que la dilatation des canalisations n'est pas la même que celle du pont, les températures excessives étant atténuées pour les tuyaux par la présence de l'eau à laquelle ils livrent passage.

Ce pont-siphon est représenté ci-après (fig. 7).

La traversée de l'Escaut à Ledeborg, limite de l'agglomération gantoise, a été réalisée au moyen d'un siphon comportant une double canalisation en tôle d'acier de 70 centimètres de

diamètre intérieur. L'une de ces canalisations, fixée dans une ossature métallique formant poutre tubulaire a été immergée suivant le même procédé que les autres siphons de la section

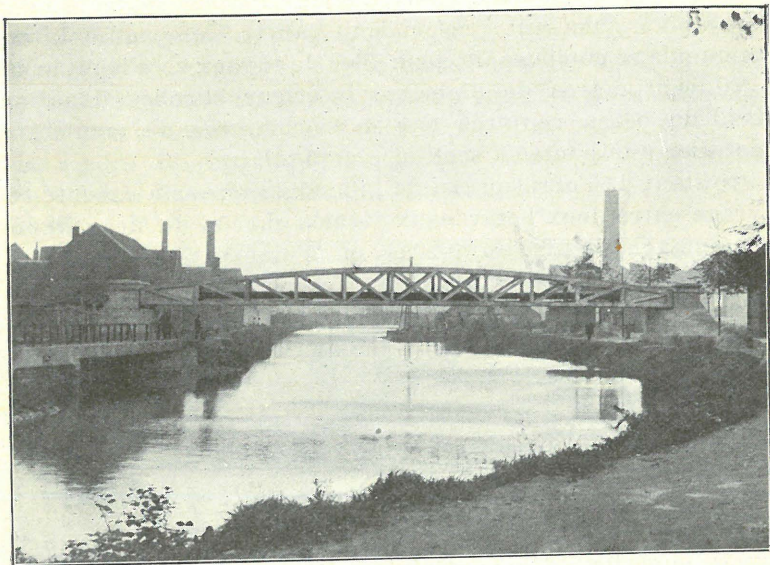


Fig. 7.

des Flandres. La seconde canalisation a été posée à l'intérieur d'un tunnel exécuté sous le lit de l'Escaut. Comme pour tous les autres ouvrages, les deux canalisations sont munies des vannes nécessaires pour pouvoir les mettre en service ensemble ou séparément. Pour construire le tunnel, on a monté un tube en tôle de 2 m/m $3/4$ d'épaisseur et de 1^m.83 de diamètre intérieur, consolidé de distance en distance par des cornières circulaires et longitudinales dans une cale sèche réalisée par une simple tranchée creusée perpendiculairement au cours du fleuve. Le tube en tôle épouse la forme du profil théorique du cours d'eau. Il se compose par conséquent d'une partie centrale horizontale et de deux parties latérales relevées suivant l'inclinaison des berges. Après achèvement du montage des viroles constituant ce tube, on a fait flotter celui-ci en laissant pénétrer l'eau du fleuve dans la cale sèche. Le barrage en terre séparant celle-ci du fleuve ayant été supprimé, on a amené le tube dans sa position d'immersion en guidant son mouvement

entre deux files de pilots dont les têtes étaient réunies par des moises.

Le tube amarré ensuite à des palans a été graduellement rempli d'eau à mesure de l'avancement de l'immersion. Le tube a été descendu dans une cunette préalablement draguée et la descente était réglée au moyen de règles graduées. Les parties latérales du tube étaient de longueur suffisante pour émerger encore à la fin de l'immersion. Le tube a été ensuite entièrement enrobé dans un massif de béton coulé sous eau à l'aide de trémies. Après la prise du béton, les eaux remplissant le tube ont été exhaurées et la pose de la canalisation a pu s'effectuer, absolument à sec à l'intérieur de ce tunnel. Le vide compris entre la canalisation du siphon et la paroi du tunnel a ensuite été rempli de béton damé.

La figure 8 représente le tube flottant se rendant à son emplacement d'immersion.

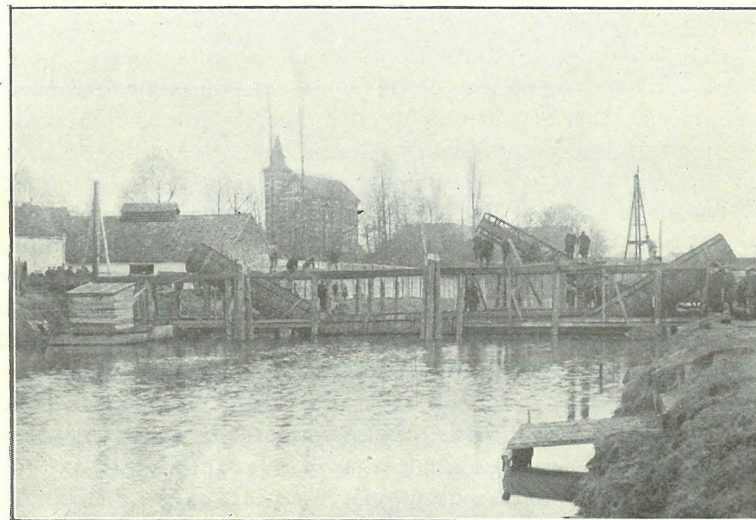


Fig. 8.

Les traversées du canal Gand-Bruges, du canal de dérivation de la Lys et du canal de Damme à Bruges, ont été réalisées au moyen de siphons immergés. Chacun de ces siphons comporte deux canalisations jumelées en tôle d'acier de 50 centimètres de diamètre intérieur, montées dans une arma-

ture métallique en forme de poutre tubulaire. Chacun de ces siphons comprend une partie centrale horizontale et deux parties latérales inclinées suivant le profil théorique des berges. La partie métallique établie de manière à pouvoir flotter avant remplissage des canalisations, a été montée sur un plancher provisoire construit le long de la berge; après dragage de la cunette sous le lit du cours d'eau, deux files de pilots portant un plancher de travail ont été battues en travers du canal à l'emplacement de l'immersion. Une passe centrale était laissée libre pour permettre la navigation. Il est à remarquer que ces siphons, de même d'ailleurs que celui de l'Escaut, à Ledeborg, ont été entièrement exécutés sans chômage de navigation.

La partie métallique du siphon, achevée sur le plancher provisoire, était descendue sur l'eau et amenée à sa position d'immersion. La descente obtenue par remplissage d'eau était réalisée au moyen de palans et contrôlée par des règles graduées.

Après l'immersion, toute la partie métallique était complètement enrobée de béton coulé sous eau dans des trémies appropriées. Les opérations de dragage, d'immersion et de bétonnage étaient contrôlées par un service de scaphandriers.

Le siphon de l'écluse maritime de Bruges a été immergé par un procédé similaire. Les opérations étaient ici plus compliquées. Le siphon devait, en effet, présenter une partie oblique pour pouvoir se raccorder aux canalisations du quai Saint-Pierre, en passant devant l'entrée de l'écluse maritime et sous le lit du canal maritime Bruges-Ostende. Le siphon à vide était ici plus lourd que l'eau et ne permettait pas le déplacement par flottage. En outre, l'ensemble à immerger comportait deux canalisations de 400 millimètres de diamètre intérieur, renforcées par une ossature métallique sur laquelle était fixé un tuyau de 300 millimètres de diamètre de la Société du Gaz de Bruges qu'il s'agissait d'échouer en même temps. Après la descente à la position prévue, la partie métallique a été également enrobée de béton.

La figure 9 ci-après représente le siphon de l'écluse maritime en cours d'exécution.

Le passage du canal du Sud à Bruges, a été réalisé en établissant pour la pose des conduites, un nouveau tablier en béton armé à l'ancien pont existant à cet endroit.

Au siphon de l'Avant-Port à Ostende, la canalisation est suspendue sous le pont existant.

Au passage sous le pertuis du pont-tournant, le siphon a pu se poser dans la galerie avec revêtement métallique aménagée dans la fondation de cet ouvrage.

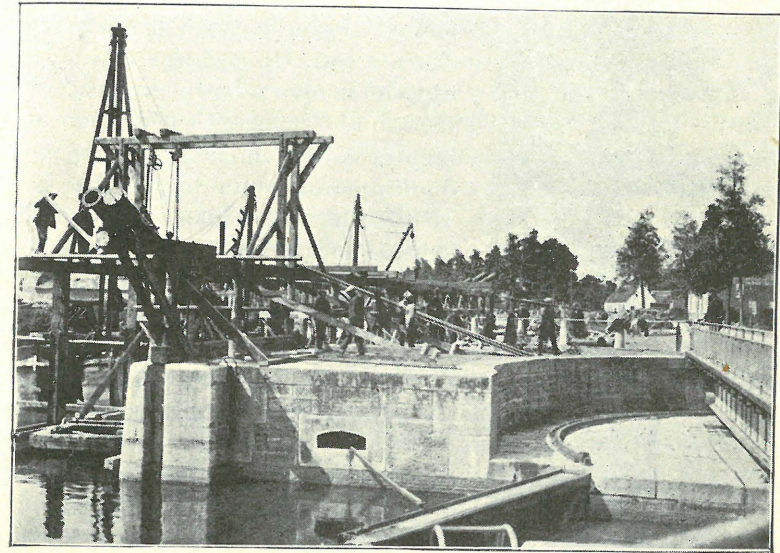


Fig. 9.

Le passage de la Senne à Droogenbosch, est constitué par deux canalisations de 70 centimètres de diamètre intérieur en ciment armé. Ces deux conduites sont placées de part et d'autre du pont existant à cet endroit. Ces conduites, qui sont en réalité des poutres tubulaires, se supportent d'elles-mêmes en prenant simplement appui sur des consoles engagées dans les maçonneries des culées du pont.

Enfin, les traversées de l'Escaut à Termonde et de la Durme à Hamme, présentaient également de très sérieuses difficultés.

Ces siphons, qui avaient 120 mètres de longueur pour l'Escaut et 100 mètres de longueur pour la Durme, étaient composés chacun de deux files de tuyaux de 150 millimètres de diamètre en acier galvanisé. La hauteur d'eau à marée haute dépassait 10 mètres au droit des cunettes à draguer.

L'amplitude des marées étant généralement d'environ

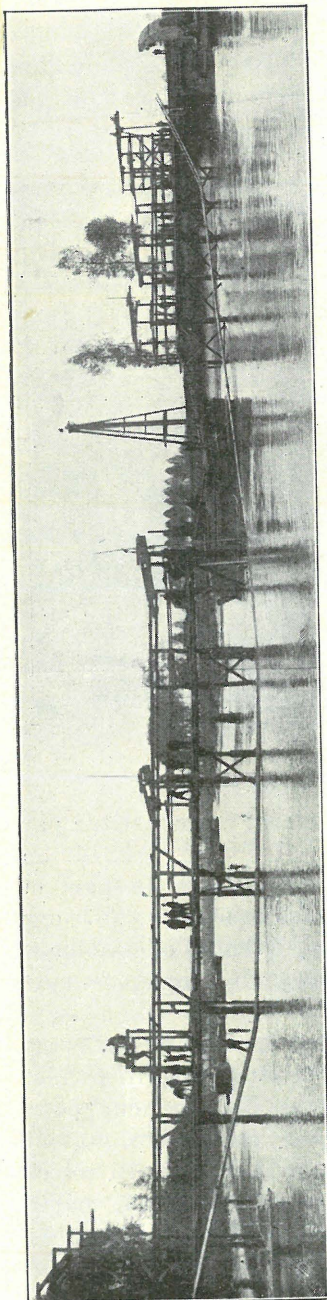


Fig. 10.

4^m.50, il en résultait des courants extrêmement violents qui compliquaient sérieusement le travail.

Deux files de pilots reliées par des chapeaux et des traverses et portant un plancher de travail en encorbellement ont été battues en travers du cours d'eau. Un passage était laissé libre au centre pour permettre la navigation. Les canalisations ont été montées directement à l'emplacement de l'immersion sur le plancher provisoire, le raccordement du tronçon central étant réservé pour s'effectuer en dernier lieu. Le dragage de la cunette a été effectué en même temps que les travaux de montage de la charpente en bois et des tuyauteries, car il s'agissait ici de combattre le comblement de la cunette, résultant du mouvement des marées. Les opérations d'immersion se sont effectuées comme pour les autres siphons dont il a été question ci-dessus. Pour tous les siphons, la fourniture des parties métalliques et les travaux de dragage ont été confiés à des firmes spécialistes, la Compagnie se chargeant elle-même de toutes les autres opérations.

La vue ci-contre (fig. 10) représente le siphon à la traversée de l'Escaut à Termonde, au moment de l'immersion.

*
* * *

Il importe de remarquer que ce vaste programme de travaux a dû s'accomplir à une époque où l'industrie n'avait pas encore repris sa marche normale et où les aspira-

tions de la classe ouvrière allaient modifier les bases de l'organisation du travail.

Si l'on songe que, malgré l'instabilité du marché des matériaux et de la main-d'œuvre, il fallait assurer les approvisionnements nécessaires au travail de plus de 3.000 ouvriers, composant le personnel des chantiers de la Compagnie, on pourra se rendre compte de la complexité du problème.

Les travaux se sont néanmoins effectués sans un seul conflit sérieux avec les ouvriers. Les grosses canalisations, qui, pour amener l'eau au littoral, traversent aujourd'hui une bonne partie du pays, ont été posées, à certains moments, à raison de plus d'un kilomètre d'avancement par journée de huit heures. Ce chiffre correspond à plus de deux mètres courants par minute, de grosse canalisation fabriquée et posée, tous travaux accessoires compris. Les tuyaux nécessaires à l'approvisionnement des équipes de pose étaient transportés à pied d'œuvre par chemin de fer, par vicinal, par bateaux et par 41 auto-camions composant le charroi automobile de la Compagnie Intercommunale.

Il est peut-être intéressant de signaler également que les dates d'immersion des siphons de Meerendré, de Somergem, du canal de Damme et de l'écluse maritime, sont comprises dans un intervalle de quarante jours seulement, et, qu'en outre, pendant l'exécution de ces grands ouvrages d'art, il y avait simultanément en cours d'exécution trois traversées de chemin de fer.

Il convient de dire aussi que, malgré les nombreuses difficultés que présentaient les travaux de la section des Flandres et l'activité exceptionnelle apportée à leur terminaison, tous ces grands travaux et ouvrages d'art ont été exécutés non seulement sans le moindre accident aux ouvrages, mais encore sans avoir eu à enregistrer un seul accident grave d'ouvrier.

Aussi, il est légitime de reconnaître que c'est au prix de leur persévérance et de leur initiative que les artisans de cette grande œuvre d'intérêt national et à leur tête MM. Latour, président de la Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux; Robert, vice-président; Lekeu, administrateur-délégué, ont pu mener à bonne fin cette remarquable entreprise exécutée en régie.

Bruxelles, octobre 1923.