

# NOTICE

SUR LE PONT ROULANT ÉTABLI SUR

## L'ÉCLUSE MARITIME DU KATTENDYK

A ANVERS

PAR

M. J. VAN GANSBERGHE,

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

---

Nous nous proposons de donner quelques renseignements sur le pont roulant mû à la pression hydraulique, qui a été construit récemment sur l'écluse maritime, à Anvers, donnant accès de l'Escaut au grand bassin du Kattendyk.

Les détails d'exécution de la partie métallique des ouvrages ont été étudiés par la maison Armstrong, de Newcastle. Les appareils hydrauliques de manœuvre ont été construits par ses soins ; le tablier a été confectionné par la Société anonyme des ateliers de construction de la Meuse, à Liège.

Nous avons élaboré le projet des maçonneries de fondations du pont et des travaux d'aménagement des abords.

Enfin tout le travail a été exécuté sous notre surveillance.

Nous diviserons cette notice en quatre parties :

- I. Renseignements généraux ;
- II. Ouvrages en maçonnerie ;
- III. Tablier du pont ;
- IV. Mécanismes de manœuvre.

### I. — RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.

Depuis la conclusion du traité international du 16 juillet 1863, décrétant l'affranchissement de l'Escaut, le mouvement commercial du port d'Anvers n'a cessé de progresser.

Les établissements maritimes devenus insuffisants ont reçu et continuent à recevoir une extension en rapport avec le trafic considérable du port.

L'écluse du Kattendyk, construite en 1858, interceptait les communications du quai du Rhin avec les cales sèches et les ouvrages du Nord.

Les travaux d'agrandissement du bassin du Kattendyk, la construction de nouvelles formes de radoub et l'extension prochaine des établissements maritimes vers le nord, firent comprendre l'impérieuse nécessité de créer un passage au dessus de cette écluse.

En 1873, le gouvernement et la ville d'Anvers, s'engagèrent à supporter par moitié les frais de construction d'un pont mobile.

On songea d'abord à établir un pont tournant, mais cette solution dut être abandonnée à cause de la situation des abords de l'écluse. On rechercha ensuite le moyen d'établir un pont roulant semblable aux ponts de cette espèce établis dans beaucoup de ports anglais et l'on proposa de le manœuvrer au moyen de la pression hydraulique produite par l'accumulateur Armstrong.

Le projet définitif du tablier et des mécanismes de manœuvre fut approuvé le 8 décembre 1879, par le

Collège des bourgmestre et échevins de la ville d'Anvers et le 25 décembre 1879 par M. le Ministre des travaux publics.

Le projet des ouvrages de fondation reçut l'approbation ministérielle le 17 avril 1880.

Le pont fut livré à la circulation le 11 septembre 1881.

## II. — OUVRAGES EN MAÇONNERIE.

Les parties du pont qu'il a fallu établir et raccorder avec les bajoyers existants de l'écluse sont indiquées par la planche X.

Elles ont été projetées en tenant compte du poids considérable qu'elles ont à supporter et des actions dues à la manœuvre du tablier du pont.

La manœuvre d'ouverture du pont comporte d'abord l'élévation du tablier au dessus du niveau du quai, puis le recul de ce tablier sur les rouleaux fixés dans le terre-plein. Les mêmes mouvements doivent être reproduits en sens inverse pour la fermeture.

Le mouvement ascensionnel est obtenu par deux presses verticales établies sur les maçonneries du bajoyer et le déplacement sur les rouleaux par deux autres presses disposées horizontalement et agissant sur des chaînes de traction attachées au tablier.

Les pressions au droit des appuis ont été reportées sur le terrain résistant par l'intermédiaire de massifs de fondation dont le dispositif est indiqué dans la figure 1 de la planche X. L'action de bas en haut développée par la corne, dont il sera question plus loin et que porte l'extrémité de volée du pont, est de 4,800 kilogrammes; elle est due à l'excès de contre-poids placé à la culasse; elle est reportée sur les massifs de pierres convenablement ancrées.

L'effort qui s'exerce dans les chaînes de traction

du pont et partant, sur la maçonnerie est de près de 19 tonnes. Cet effort est détruit par la résistance de la maçonnerie et par celle d'un système d'ancrage consistant en poutrelles jumelées à section double T.

Les piles d'arrière sur lesquelles porte partiellement le poids du pont ouvert, sont fondées par l'intermédiaire d'un coffre de béton, sur le bon sable vert, à la cote de 1<sup>m</sup>,85 au-dessous du zéro du nivellement général du royaume.

L'emplacement des autres piles se trouve dans l'ancienne fouille ouverte en 1858 pour la construction de l'écluse et pour ce motif on a été obligé de fonder ces piles sur pieux de support surmontés d'un grillage. Le tout est noyé dans un massif de béton.

Au moment du soulèvement du pont tout le poids du tablier est porté sur les presses verticales et partant sur les anciennes maçonneries du bajoyer sud de l'écluse, fondées sur pilotis.

Chacune des pierres de taille établies sous les cylindres élévateurs pèse 10,000 kilogrammes.

Le mortier employé dans les maçonneries est en trass bâtard composé de trois parties de chaux éteinte, de deux parties de sable et d'une partie de trass.

Les eaux pluviales qui tombent dans les puits de manœuvre et dans l'encuvement sont conduites dans l'aqueduc larron qui traverse tout le bajoyer de l'écluse ; les eaux de la marée qui ont accès dans cet aqueduc, se trouvent interceptées à l'entrée des puits par une boîte à clapet en bronze.

### III. — TABLIER.

Le pont est établi au dessus des enclaves des portes d'ebbe d'aval de l'écluse et couvre une passe de 27<sup>m</sup>,50 de largeur.

La longueur totale du tablier mobile est de 48<sup>m</sup>,36 dont 30<sup>m</sup>,28 pour la volée et 18<sup>m</sup>,08 pour la culasse, ces longueurs étant comptées à partir de l'axe des presses verticales.

La partie métallique se compose de deux poutres en garde-corps à âme pleine, d'une hauteur uniforme de 2<sup>m</sup>,74, réunies par les entretoises distantes de 3<sup>m</sup>,66 entre lesquelles sont rivées les longrines.

Un plancher en bois de chêne formé de madriers jointifs avec interposition de languettes en fer est fixé sur les longrines. Ce plancher porte un pavage en bois de sapin créosoté, posé debout sur une couche d'asphalte de 0<sup>m</sup>,01 d'épaisseur. Les pavés en bois sont serrés en bouts et en rives. Les joints dans le sens normal à l'axe du pont ont 0<sup>m</sup>,01 d'épaisseur et sont remplis de bitume.

Des chasse-roues sont disposés sur le plancher du pont en vue de protéger les tables et les fers raidisseurs des longerons contre les chocs des véhicules.

Un trottoir de 1<sup>m</sup>,40 de largeur est établi à l'extérieur de chacun des longerons.

Des gueuses de fonte pesant ensemble 106,239 kilogrammes et formant contre poids, sont placées à l'extrémité de la culasse, de manière à ramener de 0<sup>m</sup>,39 à l'arrière des plongeurs verticaux le centre de gravité du pont.

Cette disposition est nécessaire pour empêcher que le tablier ne bascule du côté de la volée. Pour ramener le centre de gravité du pont au droit des presses il suffirait de placer à l'extrémité de volée une charge de 4,800 kilogrammes.

C'est un effort de cette importance qui agit pendant la manœuvre du pont sur la corne rivée à l'extrémité de la volée. Cette corne en venant prendre appui sur une roulette fixée dans la maçonneries de la culée de

volée produit une action de bas en haut sur celles-ci.

Le tablier se déplace sur les deux rouleaux des cylindres élévateurs et sur les quatre rouleaux fixés sur la rive par l'intermédiaire de rails en acier de 0<sup>m</sup>,029 d'épaisseur et de 0<sup>m</sup>,23 de largeur, rivés à tête fraisée contre la face inférieure des longerons. A cet effet on doit conserver sur toute la longueur des poutres et sur 0<sup>m</sup>,23 de largeur une épaisseur uniforme de tôles, celle donnée par le calcul pour obtenir la résistance voulue au droit du plus grand moment fléchissant.

Le pont fermé repose sur six appuis, trois sous chaque longeron, dont un à chacune des extrémités du longeron et le troisième à 1<sup>m</sup>,53 en avant de l'axe des cylindres élévateurs.

La superstructure est calculée pour résister à une charge roulante d'épreuve de trois locomotives à marchandises de 54<sup>t</sup>,5 chacune, ou de quatre locomotives-tenders de 27<sup>t</sup>,4 chacune, remorquant un train de wagons de 20 tonnes ou de 10 tonnes.

La voie ferrée ne pouvant dans l'état actuel des abords, être prolongée au-delà du pont, on a dû se borner, pour les essais, à laisser reposer la charge sur le tablier pendant deux heures et demie.

On a observé les flexions suivantes :

|                     | LONGERONS.          |                       | ENTRETOISES.        |                   |                          | LONGRINES.          |                   |                          |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
|                     | Milieu de la volée. | Milieu de la culasse. | Milieu de la volée. | Près des presses. | Extrémité de la culasse. | Milieu de la volée. | Près des presses. | Extrémité de la culasse. |
| Flèche en millimèt. | 3 1/2               | 1/2                   | 3                   | 1                 | 1                        | 3                   | •                 | 2                        |

Après l'enlèvement du poids d'épreuve les diverses pièces sont revenues à leur état primitif à l'exception

de celles des colonnes 3 et 6 qui ont conservé une flèche de un millimètre.

#### IV. — MÉCANISMES DE MANŒUVRE.

Les appareils qui servent à faire manœuvrer le pont sont actionnés par l'eau sous pression fournie par l'accumulateur Armstrong, installé par la ville d'Anvers.

L'eau arrive au pont par des conduites de 1,200 mètres environ de longueur avec une pression de 50 atmosphères, produite dans l'accumulateur, diminuée des pertes de charge.

Les appareils de manœuvre comprennent divers organes que l'on peut classer comme suit :

- 1° L'appareil moteur de levage ;
- 2° L'appareil moteur de traction ;
- 3° Les organes de transmission ;
- 4° Divers organes accessoires.

##### APPAREIL MOTEUR DE LEVAGE.

Il comprend (fig. 1, pl. XI) deux cylindres en fonte, dont les axes sont placés verticalement sous les longerons dans l'axe transversal du pont, à 2<sup>m</sup>,13 en arrière du fond de l'enclave sud des portes d'ebbe.

Chacun des cylindres est muni d'un plongeur de 0<sup>m</sup>,793 de diamètre qui y pénètre en traversant un presse-étoupes.

Les fourreaux cylindriques sont fixés dans le socle d'appui au moyen de doguets à clef.

Les têtes des plongeurs sont coiffées chacune d'un chapeau ou siège en fonte qui porte l'axe d'un rouleau de 1<sup>m</sup>,10 de diamètre extérieur. Cet axe de 0<sup>m</sup>,23 de diamètre est en fer et tourne dans des coussinets

en bronze. Le rouleau est en fonte à l'exception du bandage extérieur qui est en acier.

La course des plongeurs est de 0<sup>m</sup>,965.

#### APPAREIL MOTEUR DE TRACTION.

L'appareil moteur de traction comprend deux presses en fonte, de mêmes dimensions, placées horizontalement, l'une à côté de l'autre, sous la culasse du pont dans l'encuvement ménagé dans la maçonnerie. Le plongeur de ces presses a 0<sup>m</sup>,61 de diamètre.

Les presses sont venues de fonte avec leurs supports; ceux-ci sont scellés dans les maçonneries. La culasse des presses est formée d'une plaque de fonte boulonnée sur l'enveloppe cylindrique. Les têtes des plongeurs et les culasses des presses portent chacune quatre poulies en fonte de 1<sup>m</sup>,10 de diamètre, disposées sur un même axe de 0<sup>m</sup>,126 de diamètre.

La course des plongeurs horizontaux est de 3<sup>m</sup>,66.

#### ORGANES DE TRANSMISSION.

L'un des plongeurs horizontaux commande l'ouverture, l'autre la fermeture du pont. A cet effet une chaîne fixée à une de ses extrémités passe successivement sur les huit poulies de chaque presse, de manière à former une moufle.

Cette chaîne traverse un massif de maçonnerie, passe sur une poulie de 0<sup>m</sup>,90 de diamètre scellée dans un socle de pierre et revient sur elle-même pour s'attacher au tablier du pont.

Les chaînes des deux appareils se meuvent en sens inverse et transmettent ainsi au tablier les mouvements en avant ou en arrière, nécessaires pour la manœuvre du pont.

Le fer des maillons des chaînes a un diamètre de 0<sup>m</sup>,035.

Les poulies mobiles de chacun des deux plongeurs sont guidées par deux cours de glissières portées par des supports en fonte scellés dans la maçonnerie.

Lorsque l'eau sous pression agit dans un cylindre, l'eau renfermée dans l'autre cylindre peut s'échapper. Il suit de là, que si l'un des plongeurs sort de la presse d'une certaine longueur  $L$ , l'autre plongeur pénètre dans la presse correspondante de la même quantité; en même temps le bout libre de la chaîne de la première moufle se raccourcit d'une longueur  $8L$ , tandis que le bout de la chaîne de l'autre moufle se déroule sur la même longueur.

Le déplacement horizontal du tablier se fait sur les rouleaux installés dans le terre-plein de la chaussée qui conduit au pont. Ces rouleaux au nombre de quatre, sont semblables à ceux que portent les plongeurs verticaux.

L'eau sous pression circule à partir de l'accumulateur jusqu'au pont, dans un conduit en fonte de 0<sup>m</sup>,075 de diamètre intérieur, placé sous terre. Lorsqu'on ouvre le robinet à clef établi sur le tuyau de conduite, l'eau sous pression arrive aux soupapes de distribution disposées sur les tuyaux qui conduisent, d'une part, aux appareils de levage, et, d'autre part, aux appareils de traction. Un levier spécial commande chacune des manœuvres d'ascension ou de descente et de déplacement horizontal.

Dans la position verticale, le levier des presses de levage intercepte toute communication de l'eau motrice avec les plongeurs de ces presses et indique l'arrêt; retiré du côté de la culasse il ouvre la soupape et permet l'introduction de la pression sur les plongeurs verticaux et l'ascension du tablier; dans l'autre position

extrême il permet l'évacuation des eaux et conséquemment la descente du tablier.

Dans la position verticale, le levier de manœuvre du déplacement horizontal intercepte également l'introduction de l'eau motrice sur les plongeurs de traction ; retiré en arrière il permet, d'une part, l'arrivée de l'eau dans l'une des presses cylindriques sur la face antérieure du plongeur, et, d'autre part, l'évacuation de l'eau contenue dans l'autre presse. On provoque ainsi l'ouverture du pont.

Dans l'autre position extrême du levier, la distribution inverse se produit dans les presses cylindriques et elle commande ainsi la fermeture du pont.

Le plus petit effort suffit pour opérer le déplacement de ces leviers et les manœuvres du pont se font avec une aisance parfaite de la manière suivante :

Après avoir tourné un robinet à clef on ouvre la soupape placée sur le tuyau qui conduit aux presses verticales, de manière à provoquer le mouvement d'ascension du pont. La culasse reste appuyée sur les supports extrêmes à raison de l'excédant de son poids sur celui de la volée, jusqu'à ce que la corne attachée à l'extrémité de celle-ci vienne prendre appui sur la roulette fixée dans la maçonnerie. Les presses continuant à agir la culasse se lève jusqu'à hauteur des rouleaux fixés dans le pavage. On ferme ensuite la soupape en amenant le levier dans la position verticale et l'on ouvre la valve d'admission de la force motrice sur le plongeur horizontal d'ouverture. Le pont recule aussitôt ; la corne glisse sur la roulette mais ne la quitte que lorsque l'extrémité de la culasse est déjà appuyée sur les premiers rouleaux de la rive. Le tablier continue à rétrograder en passant sur les autres rouleaux jusqu'à la complète ouverture du pont.

Les mouvements sont inverses pour la manœuvre de fermeture.

En prévision de la flèche que prend nécessairement le tablier et qui s'accroît par les fortes chaleurs, il convient que la culasse soit levée un peu plus haut que les rouleaux sur lesquels elle doit porter, pour éviter des difficultés de manœuvre.

Pour qu'il ne se produise pas de choc au moment où la culasse va s'appuyer sur les rouleaux, la face de la corne de volée en contact avec la roulette est disposée en plan incliné. Lorsque le mouvement de recul commence, le plan incliné de la corne glisse sur la roulette en même temps que l'extrémité de la culasse descend légèrement, tout en se déplaçant dans le sens horizontal jusqu'au moment où elle s'appuie sur les rouleaux.

Il a été reconnu nécessaire, en vue de prévenir des accidents que pourrait provoquer une négligence du préposé à la manœuvre du pont, d'appliquer certains mécanismes spéciaux aux appareils dont l'ensemble a été décrit plus haut. C'est ainsi que la prudence commande de caler les plongeurs verticaux pendant la période du roulement. A cet effet, un verrou *a* (fig. 1, 2 et 3, planche XI) vient au moment où le mouvement ascensionnel est opéré complètement, s'engager dans chacune des deux glissières *b* guidant le chapeau monté sur les plongeurs verticaux.

Pour que ce calage se fasse automatiquement, les mécanismes décrits ci-après ont été établis :

Un levier *c* oscille autour d'un axe fixé au siège des rouleaux montés sur les plongeurs verticaux.

A l'une de ses extrémités est adaptée une petite roulette *r* qui roule pendant le déplacement du pont sur la face inférieure de ses longerons entre deux lignes de rivets. A l'autre extrémité du levier se trouvent disposées les bielles et manivelles *d*, *e*, *f*, *g*, en connexion avec les verrous de calage. Un taquet *h* boulonné à la table inférieure des longerons au droit de l'axe des

presses verticales, assure et limite la course des verrous.

Dans la manœuvre d'ouverture, la roulette quitte le taquet par derrière lorsque le tablier commence à se déplacer ; au même moment toutes les bielles obéissant à l'effort du contrepoids suspendu à des tiges spéciales, impriment aux verrous l'impulsion nécessaire pour opérer le calage.

Lors de la fermeture du pont, le taquet disposé en plan incliné force la roulette à s'abaisser et ce mouvement provoque le décalage des verrous.

Un point important à considérer dans les manœuvres du pont c'est que par inadvertance du pontonnier le tablier ne puisse reculer trop loin. A cette fin, un petit taquet boulonné aux longerons vient, au moment opportun, agir sur une manivelle montée sur l'axe *m*, fig. 3, planche II, qui ferme automatiquement la lumière d'introduction de l'eau sous pression et provoque l'arrêt.

*Durée des manœuvres.* — D'après plusieurs constatations faites, l'ouverture complète du pont dure 3',20", dont 1',35" pour l'ascension et 1',45" pour le recul.

La fermeture prend 2',10", dont 1',40" pour le déplacement horizontal du tablier et 30" pour la descente.

En vue d'atténuer le choc que pourrait produire le tablier contre les maçonneries de volée on a scellé dans celles-ci en face de chaque longeron du pont un buttoir composé de rondelles en caoutchouc.

L'importance de ce choc peut être appréciée de la manière suivante :

Le travail mécanique auquel donnerait lieu une masse  $m = \frac{P}{g}$  tombant avec une vitesse  $v$  a pour valeur  $1/2 \frac{P}{g} v^2$ .

Il est proportionnel au carré de la vitesse. Dans l'hypothèse que le pont se déplace pendant toute la période de roulement avec une vitesse uniforme, celle-ci résulterait de la proportion  $\frac{20-20}{100''}$  ou  $\frac{\text{longueur du déplacement}}{\text{durée du déplacement}}$  = 0<sup>m</sup>,292 par seconde. Mais d'une part, la vitesse avec laquelle se déplace le tablier à la fin de la période de fermeture est fort réduite par les frottements de la corne sur la roulette, d'autre part le mécanicien ferme en partie la lumière d'admission de l'eau ; l'on obtient ainsi une vitesse modérée qui évite presque complètement le choc. Cette vitesse n'est plus que de 0<sup>m</sup>,10 et l'importance du choc se réduit de 1607<sup>k.m.</sup>,90 à 188<sup>k.m.</sup>,58.

On peut aussi se demander ce qui arriverait si un tuyau de la conduite allant aux presses verticales venait à se briser pendant la manœuvre. Quelle serait l'importance du choc si le pont tombait de toute sa hauteur de 0<sup>m</sup>,965 égale à la course des plongeurs.

La vitesse d'écoulement par l'orifice pratiqué à travers l'épaisseur du corps de la presse, pour l'introduction et l'évacuation de l'eau, est donnée par la formule

$$\frac{v^2}{2g} = H + \frac{P}{\pi} ; g = 9^m,81 ; H = 0^m,965.$$

$P = 374,800$  kilogrammes. C'est la pression par unité de surface qui résulte des données suivantes :

Chaque plongeur de 0<sup>m</sup>,793 de diamètre, ce qui correspond à une section de 0<sup>m2</sup>,49364465, porte un poids de 185,000 kilogrammes.

Le calcul donne pour valeur de  $v$  un chiffre de 85<sup>m</sup>,86 par seconde. La quantité d'eau qui s'écoulera, par seconde, à l'orifice de la presse de 0<sup>m</sup>,05 de diamètre, en ne tenant pas compte des contractions et des frottements, sera donc égale à

$$85^m,86 \times \frac{3,14 \times 0,05^2}{4} = 0^m3,1685, \text{ soit } 168^{\text{litr.}},50$$

Le volume d'eau contenu dans la presse lorsque le pont est soulevé de  $0^m,965$ , est de  $0^m,965 \times 0^{m^2},49364465 = 0^{m^3},4763688$ , soit  $476^{litre},37$ .

Le pont mettra donc

$$\frac{476,37}{168,50} \text{ ou } 2'' \frac{5}{6}$$

à descendre de la hauteur de  $0^m,965$ .

Il arrivera sur ses appuis avec une vitesse égale à

$$\frac{0^m,965}{2'' \frac{5}{6}} = 0^m,34$$

par seconde, ce qui donnerait lieu à un travail mécanique de

$$\frac{1}{2} \frac{p}{g} v^2 = \frac{1}{2} \frac{370,000^k}{9^m,81} \times (0,34^2) = 2180^k \cdot m.$$

Ce travail est égal à celui d'un poids de 2180 kilos, tombant de 1 mètre de hauteur ; dans le cas qui nous occupe il faut remarquer que les appuis du pont sont au nombre de six.

#### DÉTAILS COMPLÉMENTAIRES.

On devait s'attendre à une circulation considérable par le nouveau pont et, de ce chef, il y avait lieu d'étudier un système de plancher supérieur demandant le moins d'entretien et, par conséquent, le moins d'entraves à la circulation. Ce point important du projet pouvait d'autant moins être perdu de vue, que l'on connaît le peu de durée des planchers en bois tendre des autres ponts du port et les frais élevés qu'occasionnent des réparations incessantes. Le système appliqué ici consiste, comme il a été indiqué, en un pavage formé de petits blocs en sapin créosoté, posés debout dans l'asphalte. Le coût de ce pavage est assez élevé, 20 francs

environ par mètre carré, mais on présume que l'économie sur les frais d'entretien des planchers ordinaires compensera largement les frais plus élevés de premier établissement. Depuis dix mois que le pont est en service, on ne remarque pas la moindre trace d'usure ou de détérioration des pavés en sapin, malgré les lourdes charges qui passent fréquemment sur le pont.

Un point que l'on ne peut pas perdre de vue dans l'usage des appareils mus par la pression hydraulique, c'est qu'il faut éviter d'une manière absolue la congélation de l'eau dans les engins, sinon toute manœuvre serait forcément interrompue et les appareils se briseraient. Cet inconvénient ne se présente pas pour la conduite enterrée à une certaine profondeur sous le pavage du quai, mais il existe aux points où cette conduite sort de terre et passe dans les puits où s'opère la distribution de l'eau sous pression. C'est en ces endroits que des moyens spéciaux doivent être mis en usage pour entretenir autour des appareils une température suffisamment élevée pour que l'effet redouté ne se produise pas. Au pont roulant du Kattendyk on a placé sur le parcours des divers tuyaux, seize becs de chauffage, du système Bünsen, alimentés par le gaz d'éclairage qui, à l'approche des gelées, réchauffent les tuyaux et empêchent toute congélation.

Pour compléter les renseignements qui précèdent, nous donnons ci-après quelques indications relatives au poids de certaines pièces du pont ainsi que le prix de revient de l'ouvrage.

*Poids du tablier mobile.*

| NATURE DES OUVRAGES.  | POIDS.<br>Kilog.              |
|---|-------------------------------|
| Longerons . . . . .   | 122,131,76                    |
| Entretoises . . . . .   | 19,287,49                     |
| Longrines et corne . . . . .  | 19,133,49                     |
| Consoles pour trottoirs . . . . .   | 5,704,13                      |
| Longrines pour trottoirs . . . . .  | 2,977,81                      |
| Attaches de chaînes . . . . .   | 374,69                        |
| Passerelles extérieures, côté de la culasse . . . . .                                 | 1,045,45                      |
| Contrepoids en fonte . . . . .  | 106,239,00                    |
| Rails en acier . . . . .  | 7,163,50                      |
| Mains courantes de trottoirs. . . . .   | 1,016,10                      |
| Boulons, vis, tire-fonds, languettes pour la voie carrossable . . . . .               | 4,064,40                      |
| Plats aux extrémités de volée et de culasse, chasse-roues, le tout en fonte . . . . . | 7,620,70                      |
| Plancher inférieur en chêne. . . . .  | 35,580,00                     |
| Longrines en chêne pour voie carrossable et pour trottoirs. . . . .                   | 14,762,00                     |
| Plancher en chêne des trottoirs. . . . .  | 4,608,00                      |
| Remplissage des espaces compris entre les chasse-roues et les longerons . . . . .     | 705,60                        |
| Pavage en blocs de sapin créosoté . . . . .   | 15,500,00                     |
| Asphalte . . . . .  | 2,725,74                      |
| <b>POIDS TOTAL DU TABLIER. . .</b>  | <b>370,000<sup>k</sup>,00</b> |

*Prix du pont.*

Les prix fixés par le forfait sont les suivants :

| NATURE DES OUVRAGES.   | PRIX      |            |
|--|-----------|------------|
|  | PARTIELS. | TOTAUX.    |
| 1° Pour le tablier métallique et les mécanismes le prix est de fr. 193,375, somme qui se décompose comme suit :              | Francs.   | Francs.    |
| A. — <i>Tablier métallique.</i>  |           |            |
| Tôle de fer, 169,609 <sup>k</sup> ,37 à fr. 0,48 le kilog.   | 81,412 50 | "          |
| Contre-poids en fonte à fr. 0,1454 "   | 15,450 "  | "          |
| Rails en acier à fr. 0,246 "   | 1,762 50  | "          |
| Mains-courantes à fr. 0,861 "  | 875 "     | "          |
| Boulons, vis, etc., à fr. 0,738 "  | 3,000 "   | "          |
| Plats en fonte et chasse-roues à fr. 0,344 le kilog . . . . .  | 2,625 "   | "          |
| Bois de chêne à fr. 220,73 le mètre cube.  | 10,000 "  | "          |
| Pavage en sapin, y compris l'asphalte à 25 francs le mètre carré . . . . .   | 7,500 "   | "          |
| b. Mécanismes, chaînes et rouleaux . . . . .   | 70,750 "  | "          |
| Total du littéra 1° . . . . .  | "         | 193,375 "  |
| 2° Pour les maçonneries de fondation, pavages, aménagement des abords, etc . . . . .   | "         | 68,344 "   |
| 3° Plus-value pour modifications . . . . .   | "         | 21,493 91  |
| 4° Placement de becs de chauffage et des conduites à gaz. . . . .  | "         | 351 36     |
| 5° Remplacement de mécanismes de manœuvre des ventelles de portes d'écluse au dessus desquelles le pont est établi . . . . . | "         | 850 "      |
| 6° Fournitures diverses non prévues par le marché . . . . .  | "         | 3,051 25   |
| 7° Frais d'épreuves du pont. . . . .   | "         | 969 38     |
| TOTAL. . . . . FR.   | "         | 288,434 90 |

Cette dépense de fr. 288,434-90 a été supportée moitié par l'État et moitié par la ville d'Anvers. Celle-ci a établi à ses frais le tuyautage reliant le pont à la conduite générale du bassin.

Anvers, 26 juin 1882.