

V. INTERNATIONALER BINNENSCHIFFFAHRTS-CONGRESS

ZU PARIS — 1892

II. FRAGE

5.

SPEISUNG

DER

CANÄLE BELGIENS

BERICHTERSTATTER :

LEBOUCQ

Ingénieur des Ponts et Chaussées, zu Ypres

F. Nr. 19383



PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

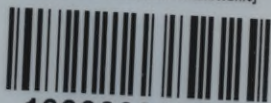
9, RUE DE FLEURUS, 9

1892



II-354150

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316747

SPEISUNG DER CANÄLE BELGIENS

BERICHTERSTATTER :

LEBOUCQ

Ingénieur des Ponts et Chaussées, zu Ypres.

I. — DARLEGUNG DES GEGENSTANDES

Das gesammte Netz der Canäle Belgiens weist eine Entwicklung von etwa 960 Kilometer auf, wovon 750 Kilometer auf die grossen und 250 Kilometer auf die kleinen Schifffahrtstrassen entfallen. Der grössere Theil dieses Netzes befindet sich innerhalb der drei Flussgebiete der Ufer, der Schelde und der Maas, und die Canäle durchbrechen so zu sagen nur ausnahmsweise die Wasserscheiden ersten oder zweiten Ranges. In Folge dieser Verhältnisse geschieht die Speisung des grössten Theils der Canäle auf natürliche Weise durch directe Benützung der Flüsse und Bäche, welche sich in die Hauptwasserläufe ergiessen und welche zu geeigneter Zeit mittelst einfacher Speiseschleusen in die Canäle geleitet werden. Abgesehen vom Charleroi-Brüssler Canal, dessen künstliche Speisung zudem gering ist und sich nur auf einen Theil des ganzen Laufes erstreckt, wie weiter unten ersichtlich ist, haben die gegenwärtig in Betrieb befindlichen künstlich gespeisten Canäle eine Ausdehnung, welche im Ganzen nur etwa 87 Kilometer ausmacht und bilden also nur 9 Prozent des ganzen Netzes. Dabei erhalten diese Canäle noch während eines Theils des Jahres einen mehr oder weniger bedeutenden Zuwachs von den Gewässern, welche sie auf ihrem Lauf antreffen.

Das Studium der Speisung der Canäle Belgiens ist also nur von untergeordneter Wichtigkeit; doch bietet es vielleicht immerhin ein gewisses Interesse durch die summarische Beschreibung der Mittel, welche angewendet worden, einerseits um den ausschliesslich durch natürliche Mittel gespeisten Canälen Wasser zuzuführen und andererseits um die in der Gegend verfügbaren Hilfsquellen zu vervollständigen oder dem vollständigen Mangel dieser Hilfsquellen bei den durch künstliche Mittel gespeisten Canälen abzuhelpen. Dies soll in thunlichster Kürze durch gegenwärtigen Aufsatz dargelegt werden.

II. — AUF NATUERLICHE WEISE GESPEISTE CANÆLE

Die natürliche Speisung der Canäle Belgiens hat nirgends die Herstellung bedeutender Kunstbauten nöthig gemacht. In der Regel werden die Canäle durch Bäche gespeist, welche die Gewässer der angrenzenden Gelände successive in die Canäle ergiessen. Manchmal werden die Gewässer der unterwegs angetroffenen Flüsse und Bäche teilweise oder ganz in die zu speisende Wasserstrasse mittelst einfacher Sperrungen durch kleine Balken oder Schützen, welche keine Besonderheit aufweisen, aufgenommen. Manchmal ist auch der Fluss mit dem zu speisenden Canal ohne regulierende Sperrung in Verbindung; so strömen z. B. in Gent die Gewässer der Lys und der Schelde frei in den Gent-Ostender Canal; seinerseits speist dieser schiffbare Wasserstrassen, mit welcher er in directer Verbindung steht. Man begreift, dass es unter diesen Umständen nicht möglich ist, auch nur annähernd den Wasserverbrauch dieser Canäle zu bestimmen, besonders da in ziemlich vielen Fällen und namentlich bei den Wasserstrassen des Ysergebietes die Schifffahrtscanäle während der nassen Jahreszeit dazu benutzt werden, das überschüssige Wasser der Gegend abzuführen.

Immerhin ist eine Eigenthümlichkeit zu bemerken, welche die Speisung der Schifffahrtsstrassen des Ysergebietes betrifft. In der trockenen Jahreszeit kommt es nämlich oft vor, dass die Quellen der Yser ganz versiegen. In diesem Falle geschieht die Speisung dieses Flusses und der dazu gehörigen Canäle durch die Gewässer des Scheldegebietes, vermittelt des Gent-Ostender Canals; diese Speisung geschieht durch Benützung der Höhenunterschiede bei niedrigem Wasserstand. Mittelst eines einfachen Sperrverfahrens ist es demnach möglich, die Gewässer aus einem Flussgebiete in das andere zu leiten, Dank dem Dasein des Gent-Ostender Canals, der sich in den Tiefen von Nordflandern ausdehnt und die Wasserscheide zwischen dem Yser- und dem Scheldegebiete umschreibt.

Es ist zwecklos auf die Einzelheiten bezüglich der Stelle, wo die Speisungsvorrichtungen für die verschiedenen Canäle der drei Flussgebiete Belgiens anzubringen sind und die Art und Weise des Betriebs dieser Wasserwerke näher einzugehen. Bei der Einfachheit der Mittel, allein durch die vorhandenen Gewässer die Canäle zu speisen, ist es leicht begreiflich, dass der Kostenpreis des nöthigen Wassers ausser Acht gelassen werden kann, und dass man sich mit dieser Frage nicht weiter zu beschäftigen braucht.

Diese natürliche Speisung, die zwar ein sehr in hohem Grade vortheilhaftes System bildet, ist in Folge ihrer Unregelmässigkeit nicht ohne gewisse Uebelstände; so kommt es vor, dass im Sommer, wenn die Ergiebigkeit der Quellen in Folge einer Dürre nachlässt, die Canäle viel Wasser einbüßen und der Wasserspiegel bis auf einen der Schifffahrt hinderlichen Stand fällt. Im Winter wird die Schifffahrt auch in hohem Maasse durch den hohen Wasser-

stand und durch die Nothwendigkeit, denselben rasch zu beseitigen, beeinträchtigt. Dieser doppelte Uebelstand ist besonders bei den schiffbaren Wasserstrassen des Ysergebietes und bei einigen des Scheldegebietes fühlbar; bei andren Canälen ist er nicht vorhanden, namentlich nicht bei dem Canalnetz der Campine und auf dem Herzogenbusch-Mastrichter Canal. Diese Canäle werden mittelst einer Speiseschleuse, die bei der Maas in Maastricht angebracht ist, gespeist, aber sie werden nicht zur Ableitung der Gewässer benutzt.

Das Netz der durch die Maastrichter Schleuse gespeisten Canäle beträgt etwa 564 Kilometer, einschliesslich etwa 112 Kilometer Canäle in Holland; es bildet einen Wasserspiegel von etwa 580 Hectaren. Die Erfahrung hat gelehrt, dass der Verbrauch aller dieser Canäle etwa 4,5 Kubikmeter in der Sekunde¹, also etwas über zwölf Liter per Secunde und Kilometer beträgt; dieser Verbrauch entspricht also einer flüssigen Fläche von 6 bis 7 Centimeter Stärke für die ganze Ausdehnung des Netzes in einem Zeitraum von 24 Stunden. Genaue Angaben fehlen darüber, wie sich dieser Gesamtverbrauch unter die verschiedenen Elemente aus denen er besteht, vertheilt und welches Wasservolumen nöthig ist, um dem einerseits durch die Schifffahrt und andererseits durch die fortwährenden Abgänge, welche von der Verdunstung, von dem Durchsickern durch die Deiche u. s. w. herrühren, veranlassten Verbrauch gerecht zu werden.

III. — KUNSTLICH GESPEISTE CANÄLE

Allgemeines. — Die genaue vorgängige Feststellung der verschiedenen Elemente, aus denen der Wasserverbrauch der Canäle besteht, ist eine Frage, die keine allgemeine Beantwortung zuzulassen scheint. Es scheint demnach unausweichlich zu sein, dass man, wenn es sich darum handelt einen Canal künstlich zu speisen, eine vorübergehende Periode von Versuchen durchmachen muss, ehe man zur genauen rationellen Lösung der Aufgabe gelangt. Diese Unsicherheit, in welcher man sich befindet, kommt von der Schwierigkeit, den genauen Werth jedes der Verbrauchelemente in dem besonderen Fall, den man zu erledigen hat, zu bestimmen.

Die verschiedenen Elemente, aus denen sich der Wasserverbrauch der Canäle zusammensetzt, kann man in zwei grosse Categorien eintheilen.

1, in den unregelmässigen oder durch die Schifffahrt verursachten Verbrauch.

2, in den ständigen Verbrauch.

Zur ersten Categorie gehören die durch den Durchgang der Schiffe durch die Schleusen veranlassten Abgänge; die verschiedenen Factoren, welche

1. Siehe *Voies navigables de la Belgique, Recueil de renseignements*, Band I, Seite 213.

dazu beitragen diese Abgänge zu verursachen sind bei jedem Canal in hohem Grade veränderlich : sie hängen ab von der Anzahl der Schiffe welche die schiffbare Wasserstrasse benutzen, von ihrem Tonnengehalt, vom Kreuzungspuncte, von der Oertlichkeit der Häfen und der Ein- und Ausladestellen sowie davon ob die Schifffahrt durch getrennte Boote oder in Schiffszügen betrieben wird; ferner hängen sie noch von der Anzahl und dem Abstand der Schleusen, sowie von der für jede derselben nöthigen Wassermenge ab.

Dieser Categorie ist noch der Wasserverbrauch beizuzählen, der durch Unfälle, welche den Dämmen und Kunstbauten zustossen, und die eine theilweise oder gänzliche Senkung eines öder mehreren Haltungen erfordern, sowie der Verbrauch der zur Füllung des Canals nach den periodischen Sperren nöthigen Wassers.

Zur zweiten Categorie gehören die durch ungenügende Dichtung der Schleusenthore, der Wehre, Dämme u. s. w. verursachten Abgänge und eintretenden Falles die durch die zugestandenen Speiseschleusen vorbrauchten Wassermengen, sowie endlich diejenigen Abgänge, welche durch Verdunstung und durch das Aufsaugen des Erdreichs veranlasst werden.

Diese Aufzählung zeigt wie unbestimmt die Aufgabe der künstlichen Speisung der Canäle ist; denn wenn es einerseits schwer ist den voraussichtlichen Verkehr einer neuen schiffbaren Wasserstrasse zu schätzen und die Veränderungen und Verbesserungen zu berechnen, welche nach einander im Betrieb der Schifffahrt eingeführt werden können, so ist es ganz ebenso schwierig mit einiger Sicherheit die Wichtigkeit des beständigen Verbrauchs zu bestimmen, der wesentlich von dem besonderen Zustand, in welchem sich die schiffbare Wasserstrasse befindet, von ihrer Orientation, von der Beschaffenheit des durchschnittenen Grundbodens u. s. w. abhängt.

Wenn man die künstliche Speisung eines Canals studirt, muss man, nachdem man sich nach Massgabe der besonderen Umstände, in denen man sich befindet, einen Begriff von den verschiedenen Bedürfnissen des Verbrauchs gemacht hat, die Herstellung der Hilfsquellen projectiren, deren man bedarf um diese Bedürfnissen zu decken; dieses bildet einen besonders kitzlichen Punkt, denn, wenn man sich mit der Schaffung der nöthigen und hinreichenden Hilfsquellen zu beschäftigen hat, muss man sich sehr davor hüten, in die Uebertreibung zu verfallen, zu der man wegen der Unbestimmtheit der Aufgabe und des geringen Vertrauens geneigt ist, welches die vorgängigen Berechnungen einflössen.

In diesem Ideengang ist es vor allem angezeigt, sich zu fragen, ob man bei der annähernden Berechnung des unregelmässigen Verbrauchs den ganzen Umfang des Verkehrs der schiffbaren Wasserstrasse, oder nur einen beschränkten Verkehr, wie er sich aus den besonderen Verhältnissen der durchfahrenen Gegend ergibt, zur Grundlage nehmen soll. Wenn man von Anfang an alle Hilfsquellen schafft, welche nöthig sind um den grösstmöglichen Verkehr zu entsprechen, so schützt man sich natürlich vor jedem Zufall und sichert von vorn herein die Zukunft der schiffbaren Wasserstrasse;

nun ist zu untersuchen, ob eine solche Lösung der Frage nicht zu starke Ausgaben mit sich bringt und ob man ein bedeutendes Capital nicht auf zu lange Jahre hinaus festlegt. Diese Erwägung gewinnt namentlich eine grosse Bedeutung, wenn man sich vornimmt, die Speisung mittelst Pumpwerken zu bewirken. Wenn man von Anfang an die Leistungsfähigkeit der Maschinen zu hoch greift, kann man in die Lage kommen den Betrieb lange Jahre hindurch unter Umständen zu führen, die vom Standpunkte der Nützlichkeit aus betrachtet mangelhaft sind, und wenn dann der Verkehr nach diesem Zeitraum die vorausgesehene Entwicklung erlangt hat, Apparate zu besitzen, die entweder in Folge eines langen Gebrauchs in hohem Masse abgenutzt sind und unbedingt erneuert werden müssen, oder im entgegengesetzten Falle auf die Anwendung eines neuen verbesserten, wohlfeileren und gleichzeitig der zu leistenden Arbeit angemesseneren Systems verzichten zu müssen.

Wir werden nur kurz darlegen, was für die künstliche Speisung einiger Canäle Belgiens geschaffen wurde oder in Aussicht genommen ist.

Die künstlich gespeisten Canäle sind 7 an der Zahl :

1. Der Canal von Pommerœl nach Antoing.
2. Der Canal von Ath nach Platon.
3. Der belgische Theil des Espierres-Canals.
4. Der Canal von Bossuyt nach Courtrai.
5. Der Canal von Roulers zu Lys.
6. Der Charleroi-Brüsseler Canal.
7. Und endlich der noch im Bau begriffene Canal von der Lys zur Yperlee.

Alle diese Canäle, den von Roulers nach der Lys ausgenommenen, sind mit Scheitelhaltungen versehen.

Die unter N^o 2, 3 u. 4 bezeichneten Canäle werden wir ausser Acht lassen; die beiden ersteren gehören concessionirten Gesellschaften und der dritte ist erst kürzlich verstaatlicht worden.

A. Canal von Pommerœl nach Antoing.

§ 1. *Beschreibung.* — Dieser mit einer Scheitelhaltung versehene Canal durchschneidet die Wasserscheide zweiten Ranges, welche die Flussgebiete der Schelde und der Haine trennt und verbindet den Canal von Bergen nach Condé mit der Schelde, ohne die Grenzen des belgischen Gebietes zu überschreiten. Seine ganze Länge beträgt etwa 22 Kilometer, von denen 15 auf die Scheitelhaltung kommen; der Tiefgang in dieser Haltung hält sich 2,40 Meter über der Grundfläche; er ist im Jahre 1826 der Schifffahrt übergeben worden.

Die erste Haltung des Canals ist in freier Verbindung mit dem Bergen-Condéer Canal; der Unterschied des Wasserspiegels zwischen dieser Haltung

und der Scheitelhaltung wird mittelst vier Schleusen, die etwa 400 Meter von einander entfernt sind, ausgeglichen. Die Speisung ist während des grössten Theils des Jahres, die Fälle der Dürre und der Wiederfüllung nach den Sperren ausgenommen, durch Quellen gesichert, welche bei der Ausgrabung der Scheitelhaltung in dem kalkhaltigen Gelände zwischen Blaton und Permevelz durchgebrochen sind.

§ 2. *Maschinen von Harchies.* — Wenn die natürliche Speisung ungenügend wird, wird sie durch Pumpwerke ersetzt, die in Harchies bei der dritten Schleuse aufgestellt sind. Für diese Speisung bedient man sich der Wasser des Bergen-Condéer Canals; eine Leitungsrinne von etwa 800 Meter Länge führt das Wasser an den Fuss der Maschinen; sie werden sodann in die Höhe gepumpt und ergiessen sich in eine andere obere Ableitungsrinne von gleicher Länge wie die vorige, welche sie zur Scheitelhaltung führt. Es ist übrigens zu bemerken, dass der Bergen-Condéer Canal immer reichlich durch die Wasser mehrerer Flüsse gespeist wird.

Die alten Speisungswerke aus der Zeit der Eröffnung des Canals sind 1881 durch neue, die in den gleichen Gebäuden untergebracht wurden, ersetzt worden. Tafel I gibt ein Gesamtbild der getroffenen Einrichtungen. Bezüglich des Speisungsbedarfs dieses Canals hatte die Erfahrung gelehrt, dass Pumpen, welche 12 Kubikmeter in der Minute liefern, in normalen Zeiten vollkommen genügen um den vorgeschriebenen Wasserstand aufrecht zu halten. In Folge dessen sind zwei Druckpumpen mit Tauchkolben aufgestellt worden, welche zusammen oder getrennt arbeiten können und deren jede die vorbemerkte Wassermenge zu heben im Stande ist. Die gesammte Hebung beträgt, abgesehen vom passiven Widerstand, 9,50 Meter.

Jede Pumpe wird von einer direct und einfach wirkenden Dampfmaschine, welche senkrecht über ihr aufgestellt ist, in Thätigkeit gesetzt; der Tauchkolben und der Dampfkolben sind an dem gleichen Schaft befestigt und die Laufbahn dieser Kolben beträgt 2,50 Meter. Die Anzahl der Kolbenstösse ist auf 6 in der Minute festgesetzt, so dass jeder Stoss ein Volumen von 2 Kubikmetern hebt.

Der ganz aus Guss bestehende Pumpenkörper besitzt wellenförmige durch Rippen verstärkte Oberflächen; die Wandungen haben eine gleichmässige Dicke von 55 Millimeter; die Rippen des Pumpenkörpers ragen um 14 Centimeter hervor; sie haben eine Dicke von 45 Millimeter an der Basis und von 35 Millimeter an der Spitze; diejenigen der Dickelkasten ragen um 7 Centimeter hervor und weisen eine Dicke von 36 u. 32 Millimeter auf. Die Riegelbolzen sind aus Schmiedeeisen von 50 Millimeter Durchmesser. Die Ventile zwischen dem Pumpenkörper und der senkrechten Leitung sind mit Klappen versehen; die Ventilkammer hat flache Wände; sie ist 1,75 Meter hoch und 1,60 Meter breit. Die Klappen, 21 an der Zahl, sind aus Leder mit Eisenblech beschlagen, und fallen auf den gusseisernen Rahmen; in der Richtung des Scharniers beträgt die Länge der Klappen 50 Centimeter und

ihre Höhe 20 Centimeter. Der Schnitt der vereinigten Klappen, senkrecht an der flüssigen Ader gemessen, ist gleich dem Schnitt des Fauchkolbens, der einen Durchmesser von 1.10 Meter hat. Die Dichtung des Kolbens mit dem Pumpenkörper ist durch ansgebauchte Lederstücke gesichert. Auf dem Pumpenkörper ist ein Ventil zur Luftentleerung angebracht um während dem Niedergang des Fauchkolbens Luftstösse zu verhindern.

Der Dampf wird durch drei Dampferzeuger System Naeyer von 50 Pferdekraft, die in der Nähe der Maschinen aufgestellt sind, geliefert.

Das Wasser steigt beim Austritt aus jeder Pumpe in einer besonderen gusseisernen Leitung von 1,10 Meter Durchmesser zum oberen Fahrwasser empor.

Diese Art Maschinen scheint ziemlich platzraubend zu sein, und damit ist der Uebelstand verbunden, dass die Pumpen sich in einem Keller befinden, wo sie fortwährend unter Wasser sind; ausserdem ist es schwer sie zu leiten und namentlich ist grosse Vorsicht nöthig um Stösse zu vermeiden, wenn sie in Gang gesetzt werden.

Die Aufstellung dieser Maschinen und die Herrichtung der alten Gebäude haben etwa 80 000 fr. gekostet; sie im Stand zu halten kommt auf etwa 500 fr. jährlich. Bei den Versuchen hat sich ein Verbrauch von 3,64 kilo u. 4,15 kilo Brennmaterial per Stunde u. Pferdekraft, bei Auspumpung des Wassers gemessen, ergeben; doch ist der Verbrauch bei der laufenden Arbeit grösser. So hat sich in den letzten 10 Jahren die Menge des aufgepumpten Wassers auf 4 768 824 Kubikmeter belaufen und der Kohlenverbrauch betrug in diesem Zeitraum 967 600 Kilogramm, was einem Verbrauch von 5,77 Kilo p. Stunde u. Pferdekraft bei Aufpumpung des Wassers entspricht. Dieser grössere Verbrauch liegt wahrscheinlich zum Theil daran, dass die Arbeit nicht fortdauernd war und das Feuer in den Kesseln oft wieder angezündet wurde; dieser Umstand ist geeignet nachtheilig auf die Ziffer des Verbrauchs an Brennmaterial einzuwirken. Die Gesamtkosten des Brennmaterials während des gleichen Zeitraumes betragen 16 581 fr.; somit kommt der Kubikmeter Wassers auf 0,004 fr. und der Preis von 1000 Kubikmeter, die um 1 Meter in die Höhe gehoben wurden, beläuft sich auf 0,43 Fr.

B. Canal von Roulers nach der Lys.

§ 1. *Beschreibung* — Dieser Canal durchschneidet keine Wasserscheide; er folgt von Roulers aus dem Thal des Flüsschens Mandel und läuft dann fast in grader Linie zur Lys, die er bei dem Dorfe Oyghem erreicht. Ursprünglich enthielt er nur eine Haltung mit horizontaler Grundfläche etwa 11 1/2 Kilometer lang, welche nach der Lys zu in eine Schleuse mit dreifachem Fall endigt, die einen Sturz von etwa 7,10 Meter ausgleicht; die Breite an der Grundfläche beträgt 6 Meter und die vorschriftsmässige Tiefe 2,50 Meter.

Dieser Canal wird etwa während zwei Dritteln des Jahres durch das Wasser

der Mandel, das sich bei Roulers frei in ihn ergiesst, gespeist. Wenn die Leistung dieses Flusses ungenügend wurde, wurde dem Mangel bis in die letzte Zeit mittelst einer Centrifugalpumpe abgeholfen, welche durch Dampf betrieben wurde und das Wasser aus der Lys schöpfte, um es in den Canal zu leiten.

§ II. *Die alte Maschine zu Oyghem.* — Diese Einrichtung befand sich in einen an der Mündung des Canals nahe bei der Lys errichteten Gebäude, an der Stelle, wo sich gegenwärtig noch die neuen Maschinen befinden. (Siehe Tafel N° II, fig. 1). Die Centrifugalpumpe und die Dampfmaschine nach System Ingliss, die sie in Thätigkeit setzen soll, sind übrigens heute noch als Reserveapparate bei den neuen Einrichtungen beibehalten. Das mittelst einer Wasserleitung in eine Senkgrube, die sich ausserhalb des Gebäudes der Centrifugalpumpe gegenüber befindet [diese Senkgrube ist jetzt demolirt und durch eine andre ersetzt] geleitete Wasser der Lys, wird in eine zweite Senkgrube und von da mittelst einer zweiten Wasserleitung den Canal getrieben. Diese Anordnung, die jetzt nach aufrecht erhalten wird, ist auf Tafel II fig. 2 dargestellt.

Die alte Centrifugalpumpe saugt das Wasser in einer Höhe von etwa 1,17 Meter mittelst eines gusseisernen Rohres von 55 Centimeter Durchmesser und 10 Meter Länge, das mit einer Fussklappe versehen ist, auf; sie stösst es in einer Höhe von etwa 5,95 Meter durch ein Gussrohr von 60 Centimeter Durchmesser und 61 Meter Länge aus.

Bei der regelmässigen Gangart der Maschine, im Verhältniss von 65 Drehungen in der Minute, liefert diese Pumpe 228 Liter in der Secunde, was durch directe Messung ermittelt wurde. Der Pumpe wird die Bewegung durch ein Getriebe mitgetheilt, wobei der Flügel der Maschine als Zahnrad dient. Die Zähne des Flügels und des Triebrads sind aus Holz. Um jeden nachtheiligen Stoss zu verhindern, den die Einführung eines fremden Körpers in die Pumpe der Maschine verursachen könnte, ist das Triebrad nicht auf den Stamm gekeilt, sondern zieht ihn mittelst Friction mit; die Reibung wird durch eine Feder geregelt.

Trotz dieser Vorsicht ist dieses Uebertragungssystem keineswegs zu empfehlen und veranlasst ziemlich bedeutende Unterhaltungskosten. Diese Einrichtungen sind 1874 beendet worden; die Kosten der ersten Einrichtung beliefen sich auf 86 800 Franken, mit Einschluss der Speiseschleuse, der Wasserleitungen und der Senkgruben zur Ansaugung und Ausstossung der Leitungsrohre, der Gebäude, zweier Kessel mit Geräth, der Maschine, der Pumpe, des Kamins u. s. w. Die Unterhaltung der Maschinengebäude, der Pumpe und der Generatoren, sowie Lieferung von Kohlen, Oel, Fett u. s. w., mit einem Wort, die Anlagen aller Art erreichten während des Zeitraums von 1880 bis 1891 einen durchschnittlichen Betrag von jährlich 4420 Franken. Andererseits betrug die durchschnittliche Menge des jährlich auf eine Höhe von 7,10 Meter gehobenen Wassers 1165536 Kubikmeter, so dass

sich der Preis des Kubikmeters aufgepumpten Wassers auf 0,0038 Franken und der Preis von 1000 Kubikmeter auf einen Meter Höhe gehobenen Wassers auf durchschnittlich 0,53 Franken stellte.

§ III. *Das Hebrad zu Cachtem.* — Von den ersten Jahren des Betriebs des Canals an, beschloss man die Schiffbarkeitsverhältnisse zu verbessern. Die einzige Haltung wurde durch Herstellung einer neuen Schleuse in Cachtem, 4 Kilometer vom Anfang des Canals entfernt, in zwei Haltungen getheilt. Die Wasserlinie der oberen Haltung wurde auf 72 Centimeter oberhalb derjenigen der Haltung, die sich zwischen Cachtem und der Lys erstreckt, festgesetzt, so dass die Maximaltiefe des Wassers in der ersten Haltung auf 3,25 Meter über der Grundfläche gebracht wurde, während sie in der zweiten Haltung 2,50 Meter blieb, wie oben bemerkt.

Die örtlichen Verhältnisse erlaubten diese Erhöhung der Wasserfläche leicht, da der Canal auf dieser Strecke grossentheils ausgeräumt war. Diese Aenderung bot übrigens die folgenden Vortheile: es war seit der Herstellung des Canals festgestellt worden, dass die auf eine gewisse Länge vom Ursprung aus in den Schwimmsand gegrabene Grundfläche eine fortwährende Tendenz hatte, sich unter der Einwirkung von Quellen zu erheben, da sich die wasserhaltige Fläche oberhalb des ursprünglichen Fahrniveau's befand; daher die Nothwendigkeit oft Baggerungen vorzunehmen. Dadurch dass man die Wasserfläche um 75 Centimeter erhöhte, gelang es leicht den Gegendruck der Quellen auszugleichen und diesen lästigen Umstand zu beseitigen. Da andererseits diese Haltung an der Grundfläche nur 6 Meter breit ist und der bedeutendste Hafen sich in Roulers, grade am Ursprung des Canals befindet, so begegneten sich die Schiffe am meisten in dieser Haltung und waren genöthigt, sich in die Ausweichbuchten zu flüchten, um einander vorbeizulassen; dies veranlasste Verspätungen und um so ernstere Unannehmlichkeiten für das Schiffsgewerbe als die Schifffahrt lebhafter wurde; die Erhöhung der Wasserfläche hat diesem Zustand ein Ende gemacht, indem sie es ermöglichte, dass die Boote einander an jeder beliebigen Stelle der Haltung ausweichen.

Damit jederzeit die neue Wasserlinie in der ersten Haltung gesichert sei, ist es noch nöthig gewesen, mechanische Einrichtungen zur Erhöhung des Wassers zu Hilfe zu nehmen.

Es ist beabsichtigt worden, das Wasser aus der zweiten Haltung zu schöpfen, um es in die obere zurückströmen zu lassen; mit Rücksicht auf den geringen Niveau-Unterschied schien ein Schaufelrad, das in ein kreisförmiges Gerinne eingefügt ist und in das Wasser der unteren Haltung eintaucht, diejenige Hebemaschine zu sein, welche den Vorzug verdiente; die Drehung des Rades, welches das Wasser in das Gerinne hebt und in die obere Haltung befördert wird, durch eine Dampfmaschine bewirkt.

Die im Ganzen und im Einzelnen für die Einrichtung des Pumpwerks getroffenen Anordnungen sind auf Tafel III angegeben.

Das Gebäude ist am linken Ufer des Canals längs der Cachtemer Schleuse errichtet und begreift die Radkammer, die Maschinenkammer, den Raum für die Generatoren und ein Kohlenlager.

Das Rad ist ganz aus Eisen und Guss; es hat 4,40 Meter äusseren Durchmesser, die Schaufeln 20 an der Zahl haben in der Richtung des Radius 1,20 Meter Länge und 1,60 je nach ihrer Ausdehnung; sie sind, 0,55 Meter breit; sie bestehen aus 5 Millimeter dicken Eisenblechen, welche auf platten, an einer gusseisernen Krone befestigten Eisen genietet sind.

Ihr Profil ist gebogen, damit der Stoss beim Eintauchen ins Wasser möglichst abgeschwächt wird.

Das Gerinne ist aus Werkstein von kleinem Granit und der Spielraum zwischen dem Rad und dem Rand des Gerinnes fast gleich Null. Damit dieser Spielraum möglichst vermindert werden kann, können die Unterlagen, welche die Radachse tragen, einigermaßen durch Vorstrecker in die Höhe gehoben werden und sind die Aussenseiten der flachen Schaufeleisen mit Holzlatten besetzt. Man wird bemerken, dass das Gerinne sich nicht bis zur Höhe des oberen Spannung erhebt; ein selbstthätiges Thor, das bergwärts aufgeht, hindert das Zurückströmen des Wassers, wenn das Rad in Ruhe ist; es öffnet sich, sobald das Rad sich in Bewegung setzt. Diese Einrichtung bietet den Vortheil zu verhindern, dass das Wasser zu hoch steigt, indem man die durch die Strömung in der Ablaufs-Wasserleitung erzeugte Niveau-Veränderung benutzt.

Die Bewegung wird durch ein Zahnrad von 5 Meter Durchmesser übertragen; dieses Zahnrad wird durch ein Triebrad in Bewegung gesetzt, das auf der Achse einer Welle angebracht ist, welche ihrerseits durch einen am Flügel der Maschine befindlichen Riemen getrieben wird.

Die Dampfmaschine hat horizontal eine Stärke von 6 Pferdekraften Condensation und veränderlicher Expansion; der Cylinder hat 225 Millimeter Durchmesser, die Bahn des Stempels beträgt 45 Centimeter, dessen Geschwindigkeit 1,20 Meter in der Sekunde und die normale Anzahl der Drehungen der Maschine 80 in der Minute. Die Anzahl der Drehungen des Heberads ist die Zahl der Drehungen der Maschine im Verhältniss von 1 zu 10.

Die Speisungspumpe der Generatoren ist fortwährend in Thätigkeit und der Maschinist kann mittelst eines bei den Kesseln befindlichen Hahns ihre ordnungsmässige Speisung regeln, ohne genöthigt zu sein, sich in die Maschinenkammer zu begeben.

Die auf 6 Atmosphären geachten Generatoren sind zwei an der Zahl, jeder mit einer Heizfläche von 14 Quadratmeter, so dass sie allein den ganzen zur normalen Thätigkeit der Maschine nöthigen Dampf liefern können; sie sind mit Flammenrückschlag und demontirbarem inneren Herde versehen.

Die gesammte Einrichtung, einschliesslich der Gebäude, des Kamins, der Zu- und Abführungs-Wasserleitungen, der Geräthe und des Hauses des Aufsehers der Leitung, der Maschine belief sich auf die runde Summe von 68 000 Fr.

Diese Arbeiten sind 1885 ausgeführt worden.

Während des Zeitraums von 1884 bis 1891 hat die Maschine durchschnittlich während 488 Stunden im Jahr gearbeitet, wobei sie ein Minimum von 500 Liter in der Secunde mit einer Normalgeschwindigkeit von 80 Drehungen in der Minute hob. Die Unterhaltungskosten der Einrichtungen, die Ausgaben für Oel, Fett, Brennmaterial u. s. w. beliefen sich durchschnittlich auf 558 Fr. jährlich; der Preis der Kubikmeter Wassers auf 75 Centimeter Höhe kommt also auf 1,02 Millimen.

Es ist zu bemerken, dass die Unterbrechung der Arbeit der Maschine einen anormalen Verbrauch an Brennmaterial verursacht und also den Preis des Kubikmeter gehobenen Wassers erhöht. Directe Beobachtungen haben ergeben, dass die Maschine bei einer regelmässigen Geschwindigkeit von 80 Drehungen 20 Kilogramm Kohlen in der Stunde verbraucht, während sich dieser Verbrauch, in Folge des vielfacher Wiederanzündens des Kessels, thatsächlich auf etwa 50 Kilogramm beläuft.

Das Gesammtergebniss der Einrichtung, d. h. das Verhältniss zwischen der thatsächlichen Leistung an gehobenem Wasser und der mittelst des Diagramms am Cylindcr aufgenommenen Arbeit ist 0,70.

Die Nutzbarkeit des Rades, d. h. das Verhältniss zwischen der thatsächlichen Arbeit an gehobenem Wasser und der auf das Rad übertragenen Arbeit beträgt 84 Procent.

Somit erscheint diese Einrichtung für geringe Hebungen, wie in gegemärtigem Fall, als sehr empfehlenswerth.

§ IV. *Die neuen Maschinen zu Oyghem.* — Seit der Ausführung der Arbeiten zur Erhöhung der Wasserlinie der oberen Haltung des Canals und Angesichts des gesteigerten Schifffahrtsverkehrs konnte die alte in Oyghem aufgestellte Maschine nicht mehr in gehöriger Weise die Speisung des Canals sichern. Da die Erfahrung gelehrt hat, dass diese alte Maschine, in Folge der Transmissionen durch Eingreifen mittelst Holzzähnen (ein System, das sich schwer mit der Rationsgeschwindigkeit des Pumpe vereinigen lässt) bedeutende Unterhaltungskosten verursacht, so ist beschlossen worden, ganz neue Einrichtungen zu treffen.

Zur Grundlage ist nachstehender voraussichtliche Verbrauch angenommen worden: die Gesamtausdehnung der flüssigen Fläche beträgt seit der Ausführung verschiedener Verbesserungsarbeiten 27 H. 75. A. 79 Ca.

1. Ständige Abgänge:

| | |
|--|------------------------------|
| Verdunstung: $277\,579^{\text{m}^2},00 \times 0^{\text{m}},005$ | 852,157 Kubikmeter. |
| Aufsaugung, Einsickerung, u. s. w., $277\,579^{\text{m}^2},00$ $\times 0^{\text{m}},05$ | 8 521,520 — |
| Abgänge durch die Schleusenthore, Ueberfälle (Ergebniss einer directen Messung) | 2 500,000 — |
| <i>Zusammen</i> | <hr/> 11 653,507 Kubikmeter. |

2. Durch die Schifffahrt veranlasste Abgänge.

Es ist angenommen worden, dass das Maximum des Verkehrs mit einer täglichen Durchfahrt von 10 Schiffen von 90 Tonnen, was der gegenwärtig beobachtete mittlere Tonnengehalt ist, erreicht sein würde. Da der Verbrauch wechselt, je nachdem die Schiffe beladen oder leer und je nachdem sie zu Berg oder zu Thal fahren, ist nach der Schifffahrtsstatistik beobachtet worden, dass von M täglich die Oyghemer Schleuse passirenden Schiffen $\frac{M}{2}$ zu Thal und $\frac{M}{2}$ zu Berg fahren; unter den $\frac{M}{2}$ zu Berg befinden sich $\frac{M}{2} \times \frac{4}{5}$ beladene und $\frac{M}{2} \times \frac{1}{5}$ leere; unter den $\frac{M}{2}$ zu Thal sind $\frac{M}{2} \times \frac{2}{5}$ beladene und $\frac{M}{2} \times \frac{3}{5}$ leere. Ferner hat man, um die Dauer der Durchfahrt durch die dreifache Schleuse abzukürzen längst, darauf verzichtet, von Sparbecken Gebrauch zu machen.

Unter diesen Umständen wird ein täglicher Verkehr von 10 Schiffen die folgenden Wassermengen nöthig machen, vorausgesetzt, dass die Schleusenkammern Zeit haben, sich zwischen der Durchfahrt zweier Schiffen gänzlich zu entleeren und ungerechnet der Zusammentreffens von zu Berg und zu Thal fahrenden Schiffen :

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 4 beladene Schiffe zusammen. | 12 310,500 Kubikmeter. |
| 1 leeres Schiff zu Berg. | 2 987,625 — |
| 2 beladene Schiffe zu Thal | 5 460,555 — |
| 1 leeres Schiff zu Thal. | 5 460,825 — |
| <i>Zusammen.</i> | <u>24 219,505 Kubikmeter.</u> |

Der gesammte Wasserverbrauch wäre also im Maximum $11655,507 + 24219,505 = 55875,012$ Kubikmeter oder rund 56,000 Kubikmeter.

Die Figuren 3, 4, 5, 6 u. 7 der Tafel II zeigen die Anordnungen, welche für die mechanischen Einrichtungen getroffen worden sind. Die alten Gebäude, welche die erste Speisungsmaschine enthielten, sind vergrößert und zur Aufnahme der neuen Apparate eingerichtet worden.

Der Dampf wird durch drei auf 8 Atmosphären geaichte Multitubular-Generatoren, System Naeyer erzeugt, von denen jeder eine Heizungsfläche von 102 Quadratmeter hat, welche genügt um in der Stunde 1 100 Kilogramm Dampf unter einem Druck von sieben Atmosphären zu erzeugen. Jeder Generator hat seinen Dampfzulasshahn, so dass jeder Kessel jedem Motor den Dampf liefern kann. Eine gemeinschaftliche Dampfleitung speist die alte Maschine sowie die beiden neuen.

Die Speisung der Kessel geschieht mittelst einer kleinen Worthington Pumpe, welche das zur Speisung nöthige Wasser in einen Wärmer treibt, ehe es in die Kessel kommt.

Die Feuerzüge der drei Kessel münden in einen gemeinschaftlichen Kamin.

Die Pumpen sind sogenannte « Centrifugalpumpen mit doppeltem Lager » ;

eine jede derselben kann etwa 550 Liter in der Secunde auf 7,10 Meter Höhe bei einer Geschwindigkeit von 340 Drehungen in der Minute heben. Der Durchmesser der Schreibe beträgt 890 Millimeter und die Breite der Oeffnung 40 Millimeter. Eine jede Pumpe ist mit einem Saugrohr, das aus dem Saugreservoir kommt und mit einem Ablaufrohr, das in das Ablaufreservoir mündet, versehen. Ein Dampfauswerfer der an jeder Pumpe angebracht ist, ermöglicht in 8 Minuten den Anschlag. Ein an der Spitze des Siphons angebrachter Hahn kann die ganze Wassersäule stürzen, wenn die Maschinen in Ruhe gesetzt sind.

Der Motor einer jeder Pumpe ist eine Compoundmaschine; er enthält einen kleinen senkrechten und einen grossen wagrechten Cylinder; die beiden Treibstangen wirken auf das gleiche Knierohr; das Rohr, welches die beiden Cylinder verbindet, dient als Dampfreservoir.

Die hauptsächlichsten Dimensionen sind bei dem grossen Cylinder : Durchmesser 550 Millimeter, Lauf 45 Centimeter; und beim kleinen Cylinder : Durchmesser 55 Centimeter, Lauf 45 Centimeter : die Zahl der Drehungen ist 135 in der Minute. Die aus der Verwendung von 2 Cylindern sich ergebende Ersparniss hat es gestattet, den Condensator wegzulassen.

Die Uebertragung der Bewegung vom Motor auf die Pumpe geschieht durch einen Riemen von 40 Centimeter Breite und 15 Millimeter Dicke.

Die gesammte Einrichtung der Maschinen ist 1891 beendigt worden; die Kosten beliefen sich auf einen Betrag von 88 500 Fr. einschliesslich der Abbruchsarbeiten, welche nöthig waren um die neuen Apparate aufzustellen und die Grundmauern aufzuführen. Andererseits haben der Wiederaufbau und die Herrichtung der Gebäude, der Kamin, die neue Senkgrube und einige andere Arbeiten 45 066 Fr. 34 Ctm. gekostet. Die Gesammtkosten der Einrichtungen beliefen sich also auf Fr. 131 566 Fr. 34 Ctm.

Herr Ingenieur Bouchaert, der den Dienst des Canals unter sich hat und dem wir diese Nachrichten verdanken, hat sehr eingehende Versuche angestellt, welche ergeben haben, dass diese Einrichtungen unter sehr befriedigenden Umständen hergestellt und geeignet sind, auf lange Jahre hinaus die Speisung der schiffbaren Strasse zu sichern.

Nach diesen Versuchen, zu deren Aufzählung im Einzelnen uns hier der Raum fehlt, beträgt der Verbrauch an Kohlen per Stunde und angezeigte Pferdekraft 1,45 Kilo; der Verbrauch in gehobenem Wasser beträgt per Stunde und Pferdekraft 5,25 Kilo; das Gesammtergebniss der Einrichtung, d. h. das Verhältniss der durchschnittlichen Arbeit in gehobenem Wasser zur angezeigten Arbeit ist 0,44.

Die Aichung der Abgabe der Pumpen ist durch Messung des Wassers bewirkt worden, welches eine versenkte Mündung passirte, die in einer Sperrung angebracht war; und konnte mit grosser Genauigkeit vorgenommen werden.

Kurz, der tägliche Wasserverbrauch ist auf 56 000 Kubikmeter geschätzt worden; unter den ungünstigsten Umständen können die drei Centrifugal-

pumpen zusammen leicht 900 Liter in der Secunde und also in etwa 11 Stunden das ganze Wasser liefern, welches, um diesem voraussiehlichen Bedarf gerecht zu werden, nöthig ist.

Da übrigens die Wasserlinie der unteren Haltung 2,50 Meter, also etwa 50 Centimeter mehr beträgt, als für die Schifffahrt nöthig ist, so kann also forwährend die durch die « Mandel » gelieferte Menge aufgespeichert werden, was gestattet um soviel die Arbeit der Maschinen zu verringern.

C. Charleroi-Brüsseler Canal.

§ 1. *Beschreibung.* — Der Charleroi-Brüsseler Canal verbindet die Sambre mit dem Canal von Brüssel nach dem Rupel, er ist mit Theilungshaltung versehen und durchschneidet die Wasserscheide, welche die Flussgebiete der Schelle und der Mass trennt; seine Länge beträgt etwa 74 Kilometer.

Als er der Schifffahrt übergeben wurde, war er gänzlich mit kleinem Querschnitt; bald zeigte die Bedeutung dieser Verkehrsstrasse, dass ihre Verwandlung in einen Canal mit grossem Querschnitt nöthig sei.

Die grossentheils natürliche Speisung dieses Canals ist noch was sie ursprünglich war, aber die bedeutenden Veränderungen, welche diese schiffbare Wasserstrasse erfahren hat, sowie die Herstellung des Centrums-canals, welcher mittelst Abzweigungen den Charleroi-Brüsseler mit dem Bergen-Condéer Canal verbinden soll, haben die ersten Speisungsbedingungen gänzlich verändert und gezeigt, dass die zu beschaffenden Speisungshilfsquellen wesentlich verbessert und vermehrt werden müssen.

Folgendes ist der Stand der Frage nach einer Notiz, welche wir dem Herrn Ingenieur Lefebvre, der mit dem Studium der bei dieser schiffbaren Strasse vorzunehmenden Verbesserungen betraut ist, verdanken.

Zum Zweck des Studiums der Speisung ist der Canal mit Rücksicht auf die vorgefundenen Wasserläufe, welche benutzt worden oder werden können, in fünf Sektionen getheilt worden (Siehe Tafel IV, Fig. 1).

Gegenwärtig ist der Canal von der Sambre bis ausschliesslich der Schleuse 15 mit grossem Querschnitt, ebenso verhält es sich mit den Abzweigungen des Centrums, welche sich von oberhalb der Schleuse 13 bis zu den Becken von Bellecourt, der Croyère, der Louvière und von Houdeng ausdehnen und ausserdem bis an den Aufzug der Louvière am äussersten Ende oberhalb des Centrums-canals reichen. Die Wasserlinie in Höhe von 2,40 Meter welche für grosse Schiffe mit 2,10 Meter Tiefgang nöthig ist, wird vom September 1892 ab für diese ganze Strecke ausgeführt sein. Die Schleusen N° 4 bis 12 haben 5,20 Meter Breite, 45,50 zwischen den Spitzen der Stemmgeschwelle und 40,80 Meter nützliche Länge; sie sind mit Zwischenthoren versehen, welche gestatten Schleusenfälle von 19 Meter nützlicher Länge und 25,64 Meter zwischen den Spitzen der Stemmgeschwelle zu bewirken, um Schiffe von

70 Tonnen durchzulassen, welche gegenwärtig den noch unveränderten Theil benutzen,

Von der Schleuse N° 15 an bis nach Brüssel haben die Schleusen 2,70 Meter Breite, 21,50 Meter zwischen den Spitzen der Stemmgeschwelle und 19 Meter nützlicher Länge (abgesehen von der Schleuse N° 54 bei der die Arbeiten um sie in grossen Querschnitt zu bringen im Gang sind), und gestatten nur Schiffen von 70 Tonnen den Durchgang; die Fallhöhe ist durchschnittlich 2 Meter in der 2. Section, 2,40 Meter in der 3. und 4. Section und 2,80 in der 5. Section. Die Schleusen von 2,40 Meter in der 3. Section sind mit Becken versehen, welche etwa $1/4$ des Schleusenwassers ersparen.

a. Unregelmässiger Verbrauch.

§ II. Wasserverbrauch. — Um zu bestimmen welcher Wasserverbrauch durch den Durchgang der Schiffe durch die Schleusen verursacht wird, hat man, da es sich hier um einen im Betrieb befindlichen Canal handelt, die Statistik der Schifffahrtbewegung benutzen können um die Zahl und den Tonnengehalt der Schiffe, die Richtung ihrer Fahrt, die Ladungs- und Lösungsplätze u. s. w. zu bestimmen. Nachstehende Tafel bezeichnet den Maximalverkehr zur Zeit, wo die Schifffahrt am lebhaftesten ist; dieser Maximalpunkt wird gegen den Monat Mai erreicht.

| NUMMERN DER SCHLEUSEN | DURCHGELASSENE GROSSE SCHIFFE | | | | | | DURCHGELASSENE KLEINE SCHIFFE | | | | | | BEMERKUNGEN. |
|-----------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|-------------------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|--|
| | ZU BERG. | | | ZU THAL. | | | ZU BERG. | | | ZU THAL. | | | |
| | Leer. | Beladen. | Zusammen. | Leer. | Beladen. | Zusammen. | Leer. | Beladen. | Zusammen. | Leer. | Beladen. | Zusammen. | |
| 5 | 5 | 5 | 8 ¹ | 4 | 7 | 8 ¹ | 4 | 6 | 10 | 2 | 8 | 10 | Die Abzweigungen des Centrums beginnen unmittelbar oberhalb der Schleuse 15. |
| 9 | „ | 4 | 4 ¹ | „ | 4 | 4 ¹ | 1 | 15 | 16 | 6 | 10 | 16 | |
| 11 | „ | 4 | 4 ¹ | „ | 4 | 4 ¹ | 1 | 15 | 16 | 6 | 10 | 16 | |
| Thalungshaltung. | ZU THAL. | | | ZU BERG. | | | ZU THAL. | | | ZU BERG. | | | |
| 12 | „ | 4 | 4 ¹ | „ | 4 | 4 ¹ | 1 | 15 | 16 | 6 | 10 | 16 | |
| 15 | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 25 | 25 | 10 | 15 | 25 | |
| 54 | 1 [*] | 1 ² | 2 [*] | „ | 2 [*] | 2 ² | „ | 25 | 20 | 5 | 15 | 20 | |

1. Diese Ziffern begreifen die Vermehrung des Verkehrs, welche von der Benutzung des Canals des Centrums entstehen wird; die Schifffahrt dieses Theils ist auf 4 beladene Schiffe in jeder Richtung geschätzt.

2. Wenn die Schleuse 54 mit grossem Querschnitt sein wird, so wird die tägliche Anzahl der grossen Schiffe auf 2 in jeder Richtung geschätzt sein.

Bemerkung : Hinsichtlich des Zusammentreffens der Schiffe bei ihrem Durchgang durch die Schleusen ergeben die Beobachtungen, dass man der Wahrheit sehr nahe kommt, wenn man annimmt :

1. Für die grossen Schleusen eine Gesamtzahl von Durchlassen, die sich zwischen $1/2$ und $2/3$ der Gesamtanzahl der durchgelassenen Schiffe hält.

2. Für die kleinen Schleusen eine Gesamtzahl von Durchlässen, welche wesentlich $3/4$ der Gesamtzahl der durchgelassenen Schiffe gleich kommt,

3. Für die Schleusen mitt grossem Querschnitt, dass die Zahl der kleinen zu zweien durchgelassenen Schiffe gewöhnlich $3/4$ der Gesamtzahl der kleinen Schiffe ist.

Wenn man mittelst dieser Angaben den von dem Durchschieben der Schiffe herrührenden Wasserverbrauch auf dem Abfall der Sambre bei Schleuse N° 11, und auf dem Abfall der Senne bei Schleuse N° 12 berechnet, so findet man die bei den Diagrammen der Tafel IV angegebenen Zahlen,

Ausserdem ist zu bemerken dass :

| | |
|---|-----------------------------|
| 1° Die Wassermenge einer vollen Schleuse in der grossen Schleusenammer : $40\ 50 \times 5\ 20 \times 2$ | 473,200 Kubikmeter beträgt. |
| 2° Die von einem grossen befrachteten Schiffe verdrängte Wassermenge beträgt : $55 \times 5 \times 2\ 10$ | 567,500 — |
| 3° Die von einem grossen leeren Schiffe verdrängte Wassermenge beträgt : $55 \times 5 \times 0\ 50$. . . | 52,500 — |
| 4° Die durch die Schliessung der Zwischenthore gebildete Wassermenge eines Schleusengehaltes in der kleinen Schleusenammer stromaufwärts beträgt : $25\ 64 \times 5\ 20 \times 2$ | 245,856 — |
| 5° Die von einem kleinen befrachteten Schiffe verdrängte Wassermenge beträgt : $17 \times 2\ 60 \times 1\ 80$ | 79,560 — |
| 6° Die von einem kleinen leeren Schiffe verdrängte Wassermenge beträgt : $17 \times 2\ 60 \times 0\ 50$. . | 12,560 — |

Wie man sich davon überzeugen kann, indem man nach Speisungsabteilungen und nach Schleusen berechnet, ist der Verlust bei den Schleusen N° 11 und 12 an den äussersten Enden der Scheitelhaltung am grössten, und sind demnach die so sich ergebenden Zahlen bei Berechnung des muthmasslichen Verbrauchs in Betracht zu ziehen.

b. Ständiger Verbrauch.

Man nimmt an, dass täglich eine Wasserschicht von 11 Millimeter während der Monate Mai bis October, von $2\ 1/2$ Millimeter während der Monate November bis Januar, und 5 Millimeter von Februar bis April verdunstet.

Für die durch Filtration und Einsaugen verursachten Verluste rechnet

Herr Lefebvre auf einen Wasserschnitt von täglich 5 Centimeter, wobei er sich auf die auf den Verzweigungen des mittleren Theiles¹ gemachten Beobachtungen stützt. Die Verluste durch die Schleusenthore wurden auf 1500 Kubikmeter für je ein Paar Thore festgesetzt, nach den unmittelbaren, auf den acht ersten erweiterten Haltungen gemachten Beobachtungen.

IV. — GEGENWÄRTIGE WASSERMITTEL

Die Bäche welche in den Canal fließen und zu dessen Speisung dienen wurden in den Jahren 1885 bis 1888 gemessen und so konnte man den durchschnittlichen täglichen Verbrauch dieser Gewässer während eines mittelmässigen und während eines trockenen Jahres bestimmen.

Es gibt nur eine Quelle künstlicher Speisung, nämlich die Speisung von « La Rampe » deren Wasser in die Scheitelhaltung mittelst einer Archimedischen Wasserschraube gehoben werden; die durch eine in Luttre, an der Stelle wo sich die Schleuse N° 41 befindet², angebrachte Dampfmaschine getrieben wird.

Die Speisungsbedingungen des Canals von Charleroi nach Brüssel sind durch die Diagramme der Tafel N° IV dargestellt; für jede Speisungsabtheilung wurden einerseits die Speisungsmittel nach dem Resultate der Ausmessungen in einem mittelmässigen un in einem trockenen Jahre, und andererseits der Wasserverbrauch angegeben. Diese Diagramme wurden in der Voraussetzung gezeichnet, dass der tägliche Wasserverbrauch der 2. Abtheilung um 9000 Kbmtr für die Speisung des Centrumcanals vermehrt würde.

1. Nachstehend das Resultat der Beobachtungen welche i. J. 1888 auf einem aufgegebenen und durch eine Ableitung ersetzten Kanaltheil gemacht wurden. Der aufgegebene Theil dehnte sich auf eine Länge von etwa 1 Kilometer aus, und war vollständig gedämmt auf der Hälfte seiner Länge; diese Dämme erreichten sogar auf beiden Ufern eine Höhe von 6 bis 7 Meter.

Das Austrocknen dieses schiffbaren Theiles der Wasserstrasse war nach 2 1/2 Monaten (vom 15. September bis 50. November) fast vervollständigt. Die allmähigen Senkungen der Wasseroberfläche, welche allein von Ausdunstungen, Einsaugen und Filtration herrührten, waren folgende :

| 2,14 Meter auf 1,90 Meter betrug die tägliche Senkung | | 60 Millimeter |
|---|--------|---------------|
| von 1,90 | — 1,50 | — 50 — |
| von 1,50 | — 1,10 | — 40 — |
| von 1,10 | — 0,80 | — 30 — |
| von 1,80 | — 0,15 | — 15 — |

2. Der Dampf wird durch zwei cylinderförmige Generatoren erzeugt, in welchen der Druck per Quadratcentimeter nicht über eine Atmosphäre geht; die Maschine ist nach dem Schwengelsystem und mit niederem Druck; die Geschwindigkeit beträgt 50 Doppelstöße in der Minute; die Archimedische Schraube misst 8,00 Meter Länge; sie hat 1,80 Meter im Durchmesser und ist mit drei Schraubenlinien versehen.

Die Kosten für Betrieb und Unterhalt dieser Apparate betragen 75 Franken (60 Mark) für 24 Stunden Arbeit, was unter gegenwärtigen Umständen 4 Centimes für einen Kubikmeter gehobenen Wassers ausmacht, und demnach der Preis für 1000 Kubikmeter auf 1 Meter gehoben 1,67 Fr. beträgt, während die Hebungshöhe 2,60 misst,

Die Untersuchung dieser Diagramme zeigt, dass wenige Ausnahmen abgerechnet die zweite Abtheilung des Canals an und für sich allein ungenügende Mittel bietet; während der durchschnittlichen Jahre kann man den Bedürfnissen des Canals Genüge leisten durch das gänzliche oder theilweise Heben der Wasser von « La Rampe », und während mehrerer Monate, der zur Verfügung stehenden Wasser der 1. Abtheilung; aber in den trockenen werden diese Mittel ungenügend, und es mangeln in den Monaten Juli, August, September und October resp. 16789 Kubikmeter, 19572 Kubikmeter, 8467 Kubikmeter, und 5555 Kubikmeter per Tag in der 2. Abtheilung.

Aus den bei Trockenzeit gemachten Beobachtungen und den in den Jahren 1884 und 1885 stattgehabten Versuchen geht hervor, dass die gegenwärtige Maschine in Lustre, bei ununterbrochener Arbeit Tag und Nacht und unter bestmöglichen Umständen in der Zeit der Trockenheit den ganzen Wasserabsatz von La Rampe heben kann, ohne jedoch einen Ertrag von mehr als 720 Kubikmeter per Stunde zu geben. Das grösste bis in die Scheitelhaltung auf einer mittleren Höhe von 2,60 Meter gehobene Wasservolumen beträgt also 17280 Kubik-Meter. Um dieses Resultat zu erzielen, verlangt die Maschine einen Kohlenverbrauch von 125 Kilogramm per Stunde, demnach 18 Kilogramm per Stunde und per Pferdekraft, bei gehobenem Wasser gemessen. Dies beweist die Notwendigkeit, diese Maschine zu ersetzen, welche ungenügend ist, um den für die meisten Monate durch die Diagramme angegebenen täglichen Wasserbedarf zu heben.

Ausserdem ist zu bemerken, dass es, — da die auf den Diagrammen angegebenen Wassermengen den monatlichen Durchschnitt der täglichen Wassermengen darstellen — von Wichtigkeit ist, — damit die eingeschriebenen Wassermengen in die Scheitelhaltung gehoben werden — dass die Maschine sogar im Stande sei, in einem Tage eine grössere Wassermasse als die durchschnittliche zu heben, weil diese erstere bei der Berechnung in Betracht gezogen wird.

Uebrigens ist die von La Rampe gelieferte Wassermasse wesentlich veränderlich in den verschiedenen Zeiten eines und desselben Tages, und wird von zwei mit Wasser getriebenen stromaufwärtsliegenden Hüttenwerken beeinflusst, und ausserdem lässt die Anordnung der Zugänge der Wasserhebemaschine nicht zu, dass man einen Behälter zum Aufbewahren des Wassers und folglich zur Erlangung einer regelmässigen und fortdauernden Arbeit der Maschine einrichte.

Solches ist die Sachlage bei dem gegenwärtigen Zustand der Wasserstrasse; da noch keine Bestimmung getroffen wurde behufs der Verbesserung ihrer Speisung, so gehen wir nicht in's Einzelne der zu diesem Zwecke empfohlenen Mittel ein.

D. Canal von der Lys nach der Yperlée.

Dieser Canal durchschreitet die Wasserscheide, welche die Gebiete der Schelde und der Yser von einander trennt; seine Länge misst $15 \frac{1}{2}$ Kilometer ungefähr, seine Breite der Grundfläche 10 Meter und sein Tiefgang wurde auf 2,10 Meter festgesetzt.

Die Bauten dieser Wasserstrasse sind noch in Ausführung begriffen. Sie wurden ehemals von einer Concessionsgesellschaft angefangen und darnach aufgegeben, infolge der grossen Schwierigkeiten welche sich darboten beim Graben der Scheitelhaltung; sie wurden vom Staate wieder aufgenommen, und voraussichtlich wird die Schiffahrt auf diesem Canal gegen Ende des Jahres 1895 eröffnet werden.

Die Speisung dieses Canals wird ausschliesslich auf künstlichem Wege bewirkt werden müssen, da sich kein bedeutender Bach in seinem Laufe findet und die Drainirwasser des Scheitelhaltung-Durchstiches nicht genügen, um in Betracht gezogen zu werden.

§ 1. Für die Speisung angenommene Einrichtung.

Figur 2 der Tafel N° IV zeigt das für die Grundfläche der verschiedenen Haltungen angenommenen Längenprofil; da alle Schleusen von der früheren Concessionsgesellschaft gebaut waren, sah man sich genöthigt, dies Profil beizubehalten.

Der Canal wird in seinem ganzen Laufe durch die Wasser der Lys gespeist werden; eine erste, seitwärts von der doppelten am äussersten Ende der ersten Haltung gelegenen Schleuse N° I, II errichtete Hebungsmaschine, die frei mit dem Flusse in Verbindung steht, wird in die zweite Haltung alles zur Canalspeisung nöthige Wasser heben. Zu diesem Zwecke wurde in dem Maurerwerk der Schleuse eine kreisförmige Wasserleitung angebracht, welche die Wasser der Lys in eine erste kreisförmige Sauggrube A mit 1,75 Meter im Durchmesser leiten soll.

Die zweite Haltung wird von ihrem Ende bei der Schleuse N° III an mittelst einer Seitenleitung auf einer Länge von 3 000 Meter bis zum Punkte B verlängert werden, wo er in eine zweite Sauggrube von gleichem Inhalte wie die erste münden wird.

Diese Seitenleitung ist theils offen und halbcylinderrförmig mit 1,50 Meter im Durchmesser, theils gewölbt in Aquäducsform mit 1,50 Meter an der Oeffnung, und zeigt schliesslich auch noch einfach die Form eines Seitencanals mit Erdwänden, alles jedoch nach den Localumständen. Der Abfall dieser verschiedenen Haltungen ist, je nach dem vorliegenden Fall, nach den Formeln von Bazin so berechnet, dass das zur Speisung des Canals nöthige Wasservolumen bis zum Punkte B geleitet wird, mit Ausnahme des für die zweite Haltung benutzten Wassers.

Damit dieser Seitencanal, der sich sonst in einer durchschnittlichen Tiefe

von 7 Meter unter der Bodenfläche und in schlechtem Boden befunden hätte, nicht übermässig tief zu liegen kommt, wird das Wasser mittelst einer zweiten Hebmachine wieder aufgenommen, und mit Hilfe einer Kraftleitung bis zum Punkte C stromaufwärts von der Schleuse N° V auf einer Länge von ungefähr 500 Meter zurückgetrieben werden: an diesem Punkte wird es von Neuen in eine halbkreisförmige zu Tage liegende Rinne aufgenommen, welche es in die Scheitelhaltungen führt. Die Localumstände haben in gewissem Grade dieses Speisungssystem nothwendig gemacht: Die Schwierigkeit besteht besonders darin, dass diese Wasserstrasse nur eine einzige Speiseschleuse hat, die sich am äussersten Ende eines Abfalles in ziemlich grosser Entfernung von der Scheitelhaltung befindet.

Für die Speisung des Abhanges der Yser ist es also unumgänglich nothwendig, alles Wasser bis zur Scheitelhaltung zu heben, und es dann je nach den Bedürfnissen wieder fallen zu lassen¹.

Für den Abhang der Lys lässt die beabsichtigte Einrichtung zu wünschen übrig, indem das zur Speisung der 3., 4. und 5. Haltung nötige Wasser unnützerweise bis zur Scheitelhaltung gehoben wird. Dieser Uebelstand wird jedoch vermieden werden können betreffs der 4. und 5. Haltung, durch Anordnung besonderer Speiseschleusen in B und in C, für die Bedürfnisse dieser Haltungen.

In dem besonderen Falle um welchen es sich hier handelt, hätte überdies die Errichtung in A einer einzigen Hebmachine, welche das Wasser mittelst einer Kraftleitung bis zur Scheitelhaltung zurückgetrieben hätte, bedeutend grössere Kosten verursacht, als die, welche die angenommene Lösung der Frage verursachen wird, und zwar wegen der Entfernung der Scheitelhaltung von dem Wasserfang.

a. Ständiger Verbrauch.

§ II. *Wasserverbrauch.* — Die Verluste durch Verdunstung wurden durchschnittlich auf 4 Millimeter täglich während des ganzen Jahres angeschlagen. Was die Verluste durch Einsaugen und Filtration betrifft, so ist der Boden, obschon der Kanal auf einem grossen Theile seines Laufes gedämmt ist, überall thonig oder vegetabilisch; daher ist es billig, dass die Zahlen des von dieser Seite herrührenden Verbrauchs nicht übertrieben werden; wir haben diese Wasserverluste auf 36 Millimeter täglich angeschlagen, was nebst den Verlusten durch Verdunstung für den täglichen Verbrauch eine Wasserschicht von 4 Centimeter auf der ganzen Wasserfläche des Kanals voraussetzt.

Wenn übrigens im Anfang die Verluste grösser sein mögen, so würden

1. Es kann keine Rede davon sein, das zur Speisung dieses Abhanges nötige Wasser dem Ypres-Yser-Kanal zu entnehmen, der die Verlängerung des Kanals von der Lys nach der Yperlée bildet, denn diese schiffbare Strasse ist so schon ungenügend gespeist, und kann ihren eigenen Bedürfnissen nicht decken.

sie leicht ausgeglichen durch den Ueberschuss verfügbaren Wassers, der sich aus dem für die Durchfahrt der Schiffe berechneten Ausfluss ergibt, so lange die Schifffahrt nicht ihre höchste Entwicklung erreicht hat.

Zum ständigen Wasserverbrauch gehört noch ein der Scheitelhaltung zu lieferndes Wasservolumen von 1000 Meter, das die Verluste durch die Schleusenthore, nämlich 500 Kubikmeter für je ein Paar Thore auszugleichen hat.

Die gesammte flüssige Fläche, auf welcher die ständigen Verluste stattfinden, beträgt etwa 25 Hectare, was einen Totalverbrauch von $250\,000^{\text{m}^3} \times 0^{\text{m}}\,04 + 1000^{\text{m}^3} = 11\,000$ Kubikmeter in 24 Stunden ausmachen wird.

b. Unregelmässiger, von der Schifffahrt herrührender Verbrauch.

Die Darstellung A auf Seite 22 zeigt den Wasserverbrauch, den der Durchgang eines den Kanal in jeder Richtung durchfahrenden Schiffes verursacht. Dieser Verbrauch ist ausgleichend bestimmt, indem man den in einer Haltung durch die Durchfahrt eines Schiffes erzielten Gewinn benutzt, um den Verlust, den dies selbe Schiff der unmittelbar darunter liegenden Haltung verursacht hat, auszugleichen und werden dabei die Schleusenkammern im niedrigsten Wasserstand stromabwärts gedacht.

Spalte 6 zeigt also das jeder Haltung nach dem Durchgang eines Schiffes zu liefernde Volumen.

Beim Anschlag der von der Schifffahrt herrührenden Verluste ist ein in der neunten Haltung befindlicher Ausladungskai in Betracht zu ziehen: die Wasserverluste, welche durch Schiffe veranlasst werden, die befrachtet den Abfall der Yser hinauf und unbefrachtet wieder herabfahren, sind in Spalte 8 berechnet.

Ueberdies ist zu bemerken, dass man, um die letzten Haltungen des Abfalles zu speisen, nur über eine einzige, sehr entfernte Speiseschleuse verfügt, nämlich über die Schleuse No. VII am äussersten Ende der Scheitelhaltung. Da das Wasser durch die Klappen aller Schleusenthore nacheinander fließen muss, wird die Speisung unterbrochen, so oft sich ein hinauffahrendes Schiff in der Schleusenkammer befindet; überdies könnte es geschehen, wenn zwei oder mehrere Schiffe hintereinander in einer kurzen Haltung des Endtheiles des Yserabfalles aufwärts fahren würden, dass das Wasser nicht rasch genug in diese Haltung käme; dann müsste man aus der unmittelbar höher befindlichen Haltung das mehr oder weniger bedeutende ergänzende Wasservolumen nehmen, um die Schiffe flott zu erhalten, und zwar auf Kosten der unmittelbar höher befindlichen Haltung, in welcher auf solche Weise ein mit den Bedürfnissen dieser Haltung unvereinbarer, abnormer Wassermangel entstehen würde.

In vorliegendem Falle könnten sich derartige Uebelstände besonders in den Haltungen Nos. 11, 10 und 9 für die hinauffahrenden Schiffe erzeugen, wie man sich leicht durch directe Berechnung überzeugen kann; deshalb ist es gerathen, sich von der Möglichkeit zu überzeugen, in diesen

Haltungen einen genügenden Wasservorrath zu halten, so dass eine jede sich selbst genügen möge, welches auch der Betrieb der Schifffahrt sei, ohne zu warten, um ihren Wasserstand zu erhöhen, bis das hinauffahrende Schiff durch die ganze Haltung gelangt ist.

Da der Abfluss der Schleusenklappen wenigstens 5 Kubikmeter in der Sekunde beträgt, was mehr als genügend ist, so beschränkt sich die Frage darauf, der Scheitelhaltung rasch genug das nöthige Wasservolumen zuzuführen, um in den drei letzten Haltungen einen fortwährenden hinreichenden Wasserstand zu erhalten, welches auch die Bewegung der Schifffahrt sein mag.

Spalte (7) der Tabelle A zeigt den unter diesen Umständen durch die Fahrt eines Schiffes durch den ganzen Kanal verursachten Wasserverbrauch, und Spalte (9) den, welchen ein Schiff verursacht, das befrachtet bis zur neunten Haltung hinauf und leer wieder herabfährt.

Um den täglichen durch die Durchfahrt der Schiffe verursachten Verbrauch zu schätzen, haben wir angenommen, dass, wenn die Schifffahrt ihre höchste Entwicklung erreicht hätte, der tägliche Verkehr zehn Schiffe begreifen würde (fünf in jeder Richtung) nebst zwei befrachteten bis zur neunten Haltung hinauf und leer wieder herabfahrenden Schiffen.

Indem man die in den Spalten (7) und (9) der Tabelle A angegebenen Kubikzahlen annimmt, findet man einen folgendermassen sich ergebenden Gesamtverbrauch :

| | | | |
|--|---|------------------------|--------|
| 1° Ständige Verluste | | 11 000,000 Kubikmeter. | |
| 2° 5 von Comines nach Ypres fahrende Schiffe. | $5 \times 1\,694 =$ | 8 470,000 | — |
| 3° 5 von Ypres nach Comines fahrende Schiffe | $5 \times 3\,451 =$ | 17 255,000 | — |
| 4° 2 Schiffe, die befrachtet bis zur neunten Haltung hinauffahren } Und die leer wieder herabfahren } | $2 \times 2\,552 =$ $2 \times 527 =$ | 5 104,000 1 054,000 | — — |
| Zusammen. | | 42 883,000 | — |

Dies ist die Wassermenge, welche täglich mittelst der ersten Hebungsmaschine in die zweite Haltung zu treiben ist. Eine 12 Stunden lang arbeitende Pumpe müsste 995 Liter in der Sekunde, also in runder Zahl einen Kubikmeter in der Sekunde heben, um diese Verbrauchsmenge zu liefern.

Diese Voraussetzungen wurden unter den ungünstigsten Hypothesen gemacht; die Bewegung der Schiffe wurde als sehr bedeutend angenommen und vernachlässigte man gänzlich die durch das unvermeidliche Zusammenreffen der Schiffe an den Schleusen bewirkte Ersparniss.

Eine einzige Pumpe zu errichten, welche als normale Leistung einen Kubikmeter in der Sekunde hätte liefern können, hätte geheissen, sich unter sehr ungünstige ökonomische Bedingungen stellen, da dieser grösste Abgang sich vielleicht blos in ganz ausserordentlichen Fällen ergeben wird;

da es andererseits von Wichtigkeit ist, Apparate zum Wechseln zu haben, wurde beschlossen, in der ersten Hebungshütte zwei Pumpen zu errichten, deren jede als normale Leistung die Hälfte dieses höchsten Volumens, nämlich 500 Liter in der Sekunde geben kann.

Wie man sich leicht mittelst des Verzeichnisses davon überzeugen kann, wird bei verschiedenen Verkehrcombinationen eine einzige Pumpe fast immer hinreichend sein, um die Speisung unter bestmöglichen Bedingungen zu sichern.

Die Lieferung der in der zweiten Hebungshütte einzurichtenden Pumpen wurde nach gleichem Maasstabe berechnet.

Anmerkung. — In den vorhergehenden Berechnungen wurde die Anwendung der Sparbecken für die Schleusen vorausgesetzt : es fragt sich, ob diese Art der Berechnung für den Abhang der Yser annehmbar ist, da man fortwährend die Wässer der Scheitelhaltung abfließen lassen muss, um die unteren Haltungen speisen zu können. Unserer Ansicht nach genügt es bei derartigen Berechnungen, auf ein Wasservolumen zählen zu können, womit man allen Voraussetzungen gegenüber Stand halten kann. Folglich genügt es in vorliegendem Falle, die Kraft der Maschinen so zu berechnen, dass sie ein bestimmtes Wasservolumen in einer gegebenen Zeit zur Scheitelhaltung zu leiten im Stande seien.

§ III. *Untersuchung eines besonderen Falles.* — Es ist hier am Platze, den Einfluss der Ungleichheit der Schleusenfälle eines Kanals mit Scheitelhaltung auf den Verbrauch hervorzuheben.

In dem besondern Falle des Kanals von der Lys nach der Yperlee möge man bemerken, dass alle Schleusenfälle ungleich sind. Wenn auch diese Ungleichheit keinen Einfluss auf den ständigen Verbrauch hat, so ist dem nicht so hinsichtlich der durch die Schifffahrt verursachten Verluste. Indem wir uns also in dieselben Umstände betreffs der für die Speisung angenommenen Einrichtungen versetzen und indem wir dieselben Hypothesen wie oben annehmen in dem was den Verkehr betrifft, setzen wir voraus, dass die für die Schifffahrt der 2., 6. (Scheitel-) und 9. Haltung festgesetzten Wasserstände Bedingungen sind, von denen wir nicht abweichen können; indem wir den Wasserstandsunterschied zwischen der 6. und 2. Haltung in vier gleiche Theile, und den zwischen der 6. und 9. Haltung in drei gleiche Theile zerlegen, so finden wir, dass die Schleusen No. III, IV, V, VI, statt Fälle von 2,047, 2,393, 2,89 und 2,831 Meter zu haben, je einen gleichmässigen Fall von 2,54 Meter hätten haben können; ebenso hätten die Schleusen VII, VIII, IX, statt Fälle von 2,474, 2,898 und 2,558 Meter, einen gleichförmigen Fall von 2,643 Meter haben können.

Das Verzeichniss B auf Seite 25 bestimmt unter diesen Voraussetzungen das für die Durchfahrt der Schiffe unter denselben Bedingungen, wie auf Verzeichniss A nöthige Wasservolumen.

B

Bestimmung der für die Durchfahrt eines Schiffes nöthigen Wassermenge.

| ZAHL DER HALTUNGEN | VERLUST | | GEWINN | | UNTER- SCHIEDE | | WASSERVERBRAUCH JEDER HALTUNG bei der Durchfahrt eines Schiffes durch den Canal | | ERGÄNZUNGS- VERBRAUCH für den Betrieb der neunten Haltung | |
|--------------------------|------------------------|--|------------------------|--|-------------------|--------|---|--|---|--|
| | JEDER HALTUNG | | JEDER HALTUNG | | VERLUST | GEWINN | bei Aus- gleichung für alle Haltungen | bei Erhaltung einer beständ. Tiefe in den Haltungen 9-10-11 | bei Aus- gleichung für alle Haltungen | bei Erhaltung einer beständ. Tiefe in den Haltungen 9-10-11 |
| | BEIM DURCHSCHLEUSEN | | BEIM DURCHSCHLEUSEN | | | | | | | |
| 1 | 2 | | 5 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

I. Richtung von Comines nach Ypres.

| | | Bergfahrt. | | | | | | | | | | |
|----------------------|----|----------------|---------|----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| | | M ² | M | M ³ | M ³ | M ² | M ³ | M ³ | M ³ | M ³ | M ³ | |
| Lys- Seite. | 2 | 2/3 × 237 × | 7.588 = | 1167 | 3/4 × 237 × 2.540 = | 452 | 715 | » | 715 | 715 | » | |
| | 3 | | 2.540 = | 452 | | 452 | » | » | » | » | » | |
| | 4 | | 2.540 = | 452 | | 452 | » | » | » | » | » | |
| | 5 | 3/4 × 237 × | 2.540 = | 442 | | 452 | » | » | » | » | » | » |
| | 6 | | 2.540 = | 452 | | » | 452 | » | 452 | 452 | » | » |
| Scheitel- haltung | 6 | Thalfahrt. | | | | | | | | | | |
| Iser- Seite | 7 | | 2.645 = | 470 | 3/4 × 237 × | 2.645 = | 470 | » | » | » | » | |
| | 8 | 3/4 × 237 × | 2.645 = | 470 | | 2.645 = | 470 | » | » | » | » | |
| | 9 | | 2.587 = | 460 | | 2.645 = | 470 | » | 10 | » | » | 460 |
| | 10 | | 2.965 = | 527 | | 2.587 = | 460 | 67 | » | 57 | 57 | 67 |
| | 11 | | 2.674 = | 475 | | 2.965 = | 527 | » | 52 | » | » | » |
| Zusammen. | | | | | | | | 1694 | 1694 | 527 | 527 | |

II. Richtung von Ypres nach Comines.

| | | Bergfahrt. | | | | | | | | | | |
|----------------------|----|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------------|-----|
| | | M ² | M | M ³ | M ³ | M ² | M ³ | M ³ | M ³ | M ³ | M ³ | |
| Iser- Seite | 11 | | 5.221 = | 928 | 3/4 × 237 × | 2.965 = | 527 | 401 | » | 51 | 928 | |
| | 10 | | 2.965 = | 527 | | 5.050 = | 897 | » | 570 | » | 527 | 527 |
| | 9 | 3/4 × 237 × | 5.050 = | 897 | | 2.645 = | 470 | 427 | » | 427 | 897 | 897 |
| | 8 | | 2.645 = | 470 | | 2.645 = | 470 | » | » | » | » | » |
| | 7 | | 2.645 = | 470 | | 2.645 = | 470 | » | » | » | » | » |
| Scheitel- haltung | 6 | Thalfahrt. | | | | | | | | | | |
| Lys- Seite | 6 | | 2.540 = | 452 | 3/4 × 237 × | 2.540 = | 452 | » | » | » | » | |
| | 5 | 3/4 × 237 × | 2.540 = | 452 | | 2.540 = | 452 | » | » | » | » | |
| | 4 | | 2.540 = | 452 | | 452 | » | » | » | » | » | |
| | 3 | | 2.540 = | 452 | | 452 | » | » | » | » | » | |
| | 2 | 2/3 × 237 × | 3.694 = | 584 | | 452 | 152 | » | 152 | 152 | » | » |
| Zusammen. | | | | | | | | 1312 | 3406 | 928 + 200 1128 | 2532 + 200 2532 | |

Die Prüfung dieses Verzeichnisses zeigt, dass die durch die erste Hebungsmaschine unter den oben vorhergesehenen Bedingungen zu hebende Wassermasse folgende ist :

| | | | |
|---|-------------------|--------|-------------|
| 1° Für 5, von Ypern nach Comines fahrende Schiffe. | $5 \times 1694 =$ | 8 470 | Kubikmeter. |
| 2° Für 5, von Ypern nach Comines fahrende Schiffe. | $5 \times 3406 =$ | 17 050 | — |
| 3° Für 2 Schiffe, welche mit Ladung bis zur 9. Haltung fahren | $2 \times 2552 =$ | 5 104 | — |
| Und welche leer wieder herabfahren | $2 \times 527 =$ | 1 054 | — |
| <i>Zusammen.</i> | | <hr/> | 31 658 — |

Bei ungleichen Wasserfällen betrug diese oben (Seite 000) angegebene Wassermenge 31 883 Kubikmeter; da nun die Fälle ungleich sind, muss die erste Hebungsmaschine täglich 225 Kubikmeter mehr heben, als wenn sie gleich wären, zwischen der 2. Haltung und der Scheitelhaltung, und zwischen dieser letzteren und der 9. Haltung.

Wenn wir den Einfluss der ungleichen Wasserfälle auf die Leistung der zu errichtenden 2. Hebungsmaschine betrachten, indem wir bemerken, dass diese Maschine das zur Versehung aller Haltungen nöthige Wasser heben soll, mit Ausnahme der zweiten Haltung, so wird das zu hebende Wasservolumen mit Hilfe des Verzeichnisses A für den Fall der ungleichen Wasserfälle in folgender Weise bestimmt :

| | | | |
|---|---------------------------|--------|-------------|
| 1° Für 5 Schiffe, die von Comines nach Ypres fahren. | $5 \times (1694 - 653) =$ | 5 205 | Kubikmeter. |
| 2° Für 5 Schiffe, die von Ypres nach Comines fahren. | $5 \times (3451 - 70) =$ | 16 905 | — |
| 3° Für zwei Schiffe, die bis zur 9. Haltung hinauffahren, u. s. w. (Verkehr wie oben) | | 6 158 | — |
| <i>Zusammen.</i> | | <hr/> | 28 268 — |

und mit Hilfe des Verzeichnisses B, für den Fall der gleichförmigen Schleusenfälle :

| | | | |
|--|---------------------------|--------|-------------|
| 1° Für 5 Schiffe, die von Comines nach Ypres fahren. | $5 \times (1694 - 715) =$ | 4 895 | Kubikmeter. |
| 2° Für 5 Schiffe, die von Ypres nach Comines fahren | $5 \times (3406 - 152) =$ | 16 370 | — |
| 3° Für 2 Schiffe, die bis zur 9. Haltung hinauffahren, u. s. w. (Verkehr wie oben) | | 6 158 | — |
| <i>Zusammen.</i> | | <hr/> | 27 423 — |

Die zweite Maschine wird also täglich im ersten Falle 845 Kubikmeter mehr als im zweiten Falle heben müssen.

Die obigen Erwägungen können in gewissen besonderen Fällen von grosser Bedeutung sein, und unserer Meinung nach ist es von grösstem Nutzen, und

zwar von verschiedenen Standpunkten aus, soviel als möglich die Schleusenfälle eines Kanals mit Scheitelhaltung gleichförmig zu machen; denn, wenn auch die Ersparniss bezüglich des Wasserverbrauchs nicht immer gross ist, so wird doch dadurch wenigstens die Notwendigkeit eines fortwährenden Manövrrens der Schleusenschützen zur Ausgleichung des Wasserstandes in den Haltungen nach der Durchfahrt der Schiffe vermieden.

Wir fügen hinzu, dass die, aus einer Scheitelhaltung zum Dienste der Schifffahrt, im Transit, wie in dem geprüften Falle, zu ziehende Wassermenge die möglichst kleinste sein wird, und dass folglich der Verbrauch des Kanals auf ein Minimum zurückgeführt sein wird, wenn alle Schleusenfälle aller Schleusen der beiden Abhänge gleich sind, da man um eine Quantität in zwei Factoren zu zerlegen, deren Summe ein Minimum sei, dieselbe in zwei gleiche Factoren zerlegen muss.

V. — ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUESSE

Wir haben der Reihe nach auseinandergesetzt, was gethan wurde um die künstliche Speisung zweier in Betrieb befindlichen Kanäle zu sichern; dann haben wir die neuen Voranschläge des Verbrauchs für einen Kanal untersucht, dessen Weiterausdehnung und Umgestaltung im Werke ist, und schliesslich die in Vorschlag gebrachten Anordnungen betreffs einen Kanals der noch in Ausführung begriffen ist.

Es mangelt an allgemeinen Methoden, den Wasserverbrauch der Kanäle *a priori* zu bestimmen, und dem kann auch nicht anders sein, da die Elemente, aus welchen dieser Verbrauch zusammengesetzt ist, veränderlich sind für jede schiffbare Wasserstrasse. Die ständigen Verluste können nicht anders als durch directe Beobachtung bestimmt werden: die Verdunstung scheint von dem Klima der Gegend abzuhängen, sowie von der Orientation der Wasserstrasse, der mehr oder weniger bedeutenden Entwicklung der Wasserpflanzen; die Filtrationen werden ausschliesslich von der Beschaffenheit des Bodens, u. s. w. bedingt. Die von der Schifffahrt verursachten Verluste sind nicht weniger unsicher, da die Schätzung des wahrscheinlichen Verkehrs einer neuen Strasse immer eine grosse aleatorische Seite bietet.

Die Frage wird viel weniger unbestimmt, wenn es sich darum handelt, die Verbesserung eines schon bestehenden Kanals zu studiren; man kann so aus den gemachten Erfahrungen Nutzen ziehen und die Berechnungen sind sicherer. Die Unbestimmtheit, welche diese ganze Frage der künstlichen Speisung der Kanäle beherrscht, muss notwendigerweise die Erbauer bestimmen, in der Wahl der Hebungsmaschinen sehr umsichtig zu Werke zu gehen und manchmal kann man ein sehr gutes Resultat erzielen, indem man mit dem Kapital der ersten Grundeinrichtung sparsam ist und sich dabei hinreichende Hilfsmittel schafft, den Betrieb zu sichern; es ist das eine

Frage des richtigen Mittelweges, die man nicht immer mit Leichtigkeit klarlegen kann.

Sobald ein neuer künstlich gespeister Kanal der Schifffahrt eröffnet wird, wäre es wünschenswerth, sorgfältig die ständigen Verluste der Haltungen aufzuzeichnen; wenn es sich dann später darum handeln würde, das erste Speisungssystem zu verbessern oder zu erweitern, hätte man ein sicheres Element, nach welchem man berechnen könnte. Die genaue Bestimmung des auf die ständigen Verluste bezüglichen Factors ist von grosser Wichtigkeit, denn es handelt sich vor Allem darum, einen bestimmten Wasserstand aufrecht zu halten; wäre einmal dieses Resultat erzielt, so stände es vollkommen frei, über den zweiten Factor des Verbrauchs, nämlich den auf die von der Schifffahrt herrührenden Verluste bezüglichen zu verfügen, indem man die Leistungskraft der Maschinen im Verhältniss zu dem Verkehr vermehrt, auf welchen man die Ausdehnung der Wasserstrasse beschränken will.

Wenn man von Hebemaschinen Gebrauch macht, scheint es vorsichtig gehandelt zu sein, denselben eine solche Kraft zu geben, dass man sie unter den besten Gebrauchsbedingungen, für welche sie gebaut wurden, benützen möge und dass während der Gebrauchsperiode die tägliche Arbeit regelmässig und ununterbrochen sei; denn Unregelmässigkeit in der Arbeit der Maschinen bringt bedeutende Kosten mit sich für Brennmaterial, Putzen, Unterhalt, u. s. w., und verursacht überdies mancherlei Uebelstände hinsichtlich der mit der Handhabung der Maschinen und der Wasser-Manipulirung betrauten Personal.

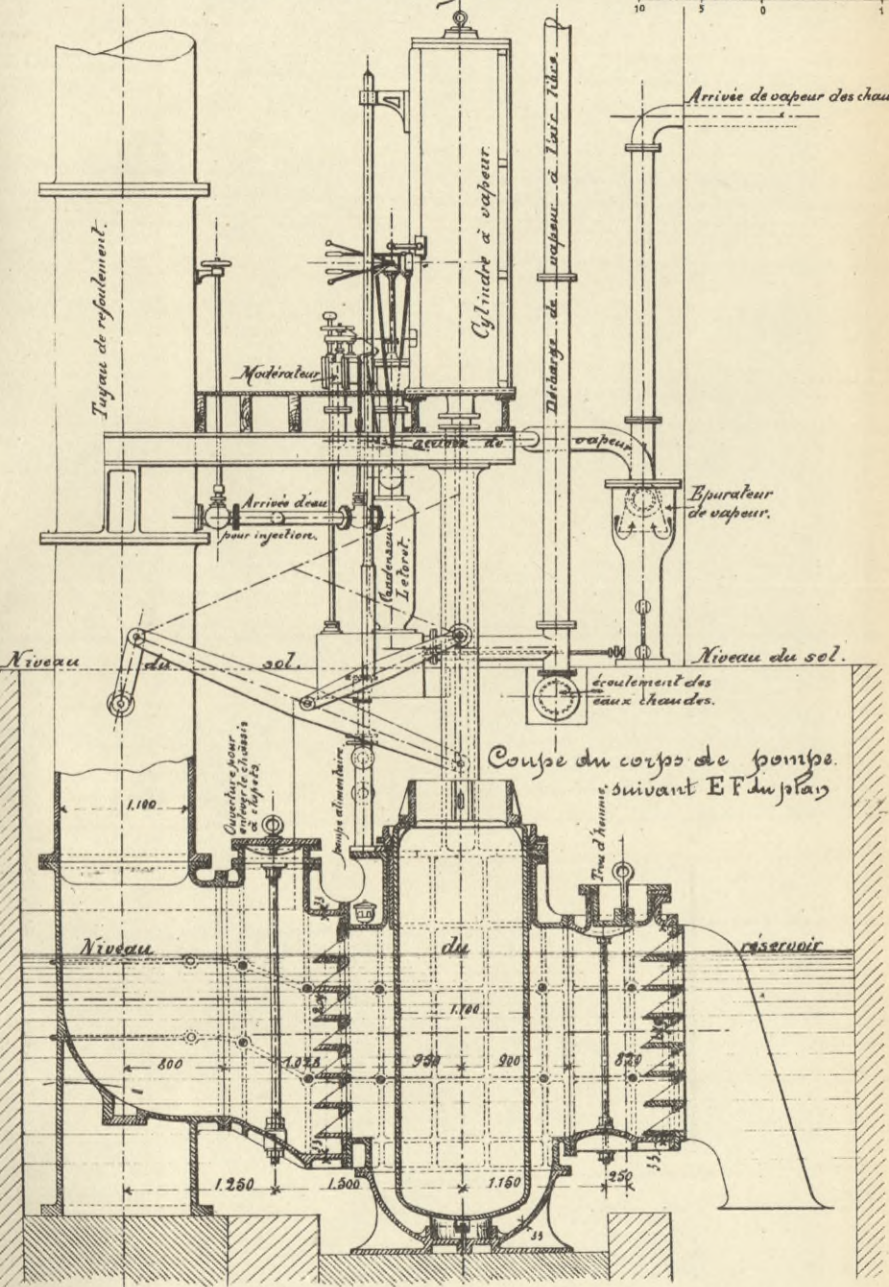
In diesem Gedankengang ist es von Nutzen, die für den Verkehr im höchsten Grade unter den ungünstigsten Umständen berechnete Gesamtkraft der Maschine zu fractionniren, so dass eine einzige Maschine durch ununterbrochene Arbeit den gewöhnlichen Bedürfnissen Genüge leisten kann; auf diese Weise sichert man sich Apparate zum Wechseln.

Schliesslich ist beim Studium der Tracirung eines Kanals auf den Einfluss zu achten, den das Längeprofil auf die Speisungsbedingungen ausüben kann; in einem Kanal mit Scheitelhaltung nämlich kann der Fallunterschied der aufeinanderfolgenden Schleusen grosse Abhängigkeit für die Speisung gewisser Haltungen verursachen. Eine einsichtsvoll ausgesuchte Stelle für die Stauungsarbeiten kann die Speisungsverhältnisse sehr erleichtern und in ansehnlichem Maasse die Betriebskosten der Wasserstrasse vermindern.

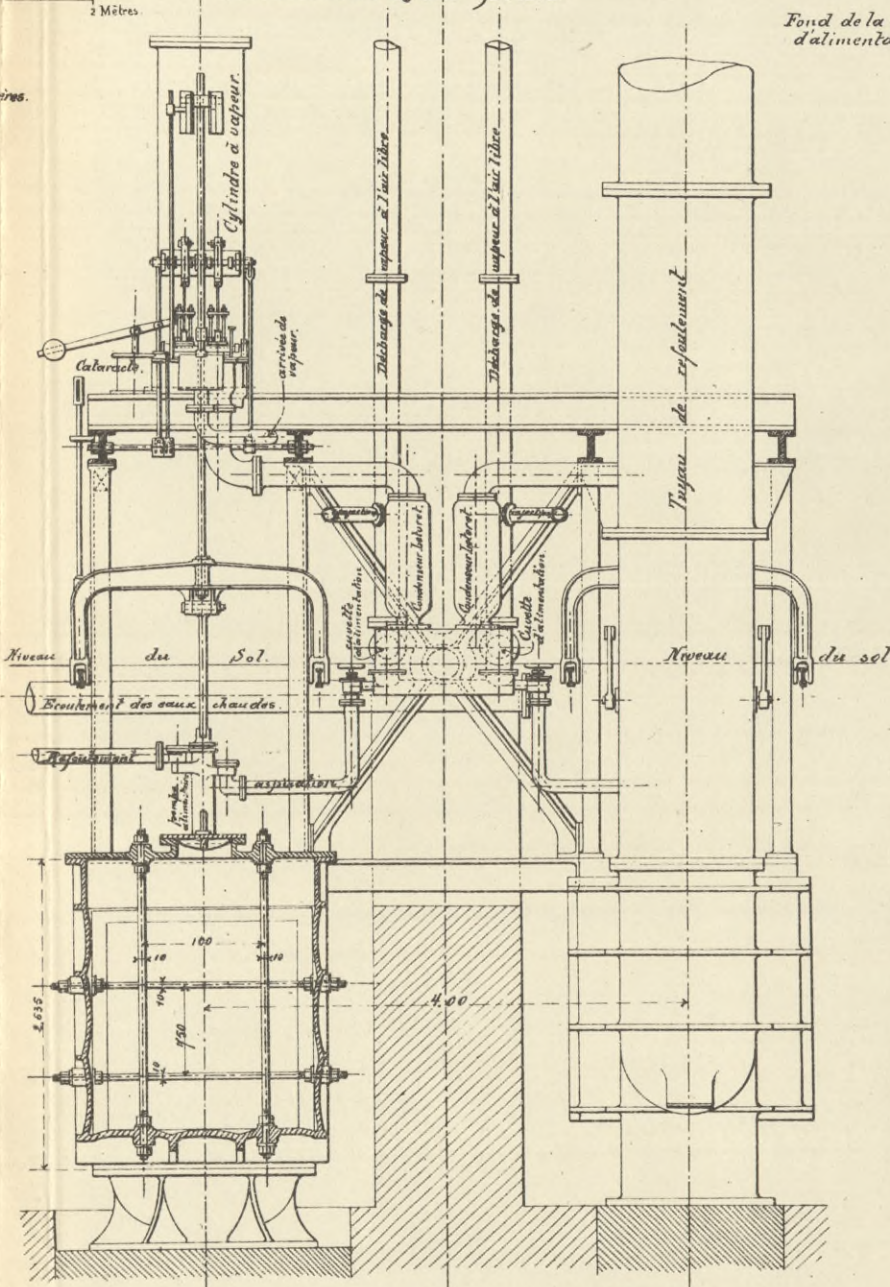
Ypres, den 15. Januar 1892.

(FLAISSIÈRE, beedigter Uebersetzer, Paris.)

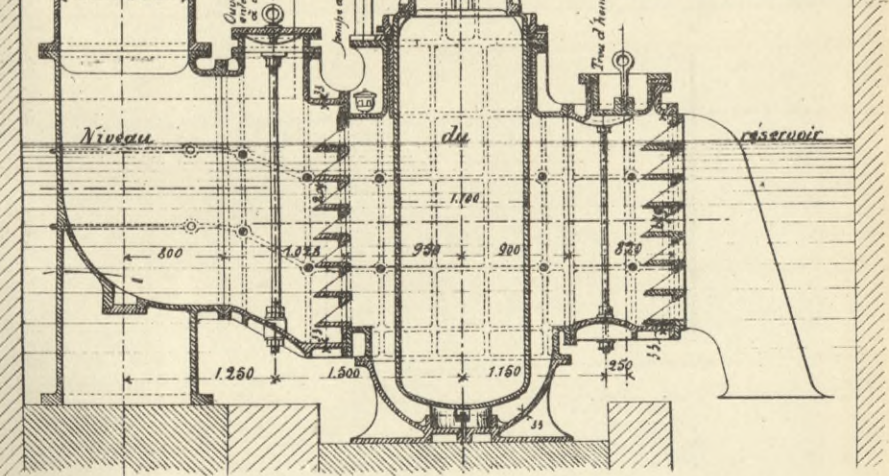
Elevation
suivant A.B du plan



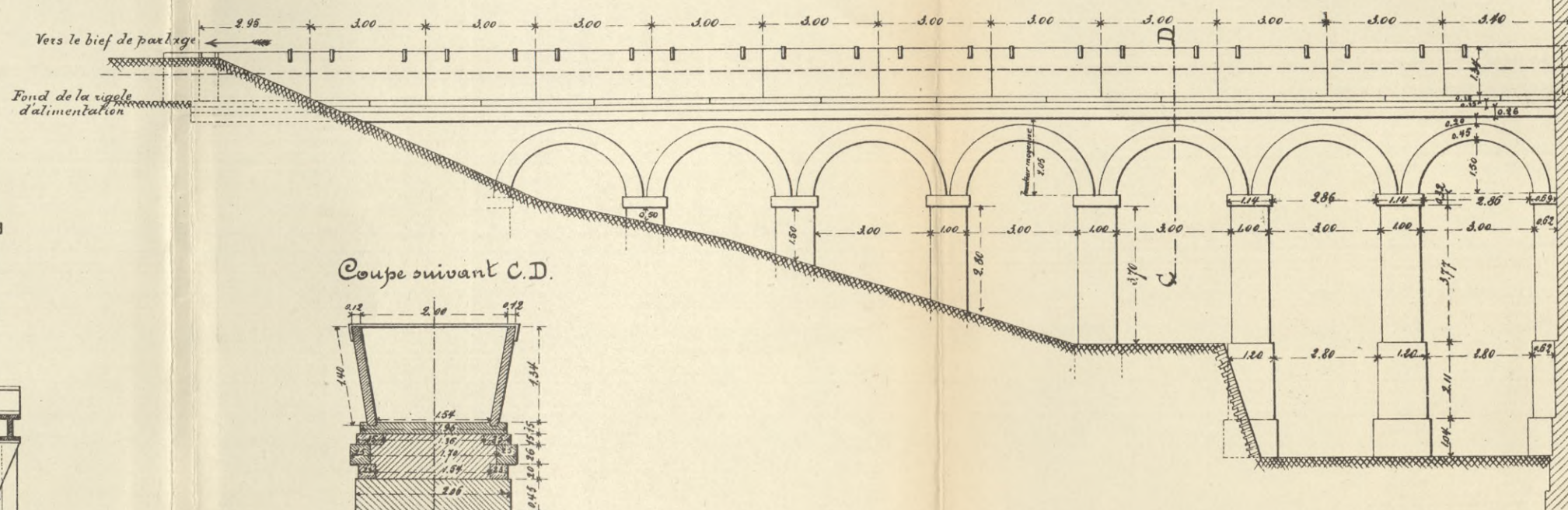
Profil
suivant MNPQ du plan



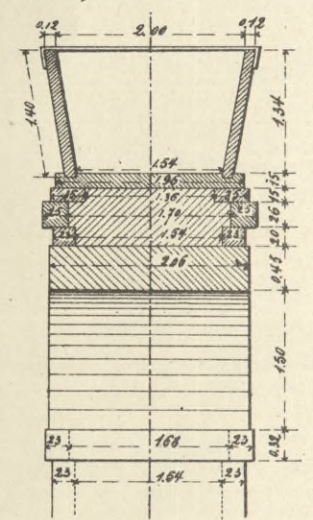
Coupe du corps de pompe
suivant EF du plan



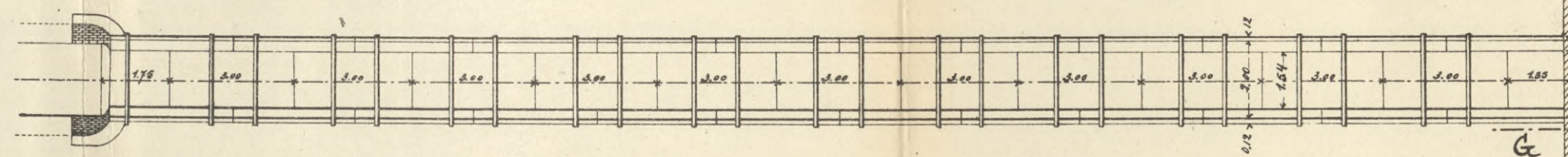
Elevation du viaduc supportant la rigole d'alimentation.



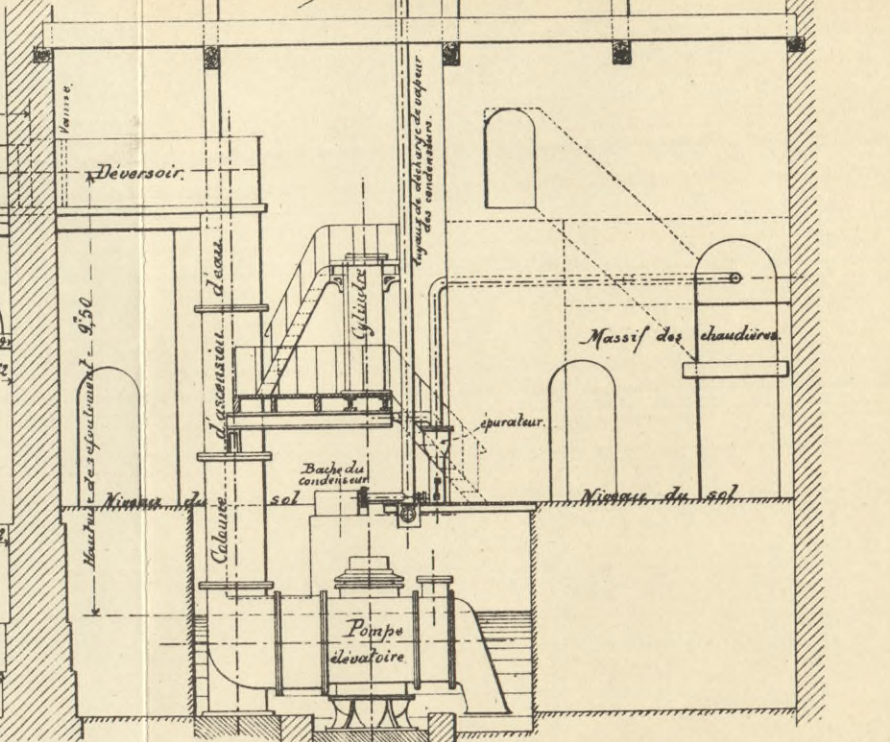
Coupe suivant C.D.



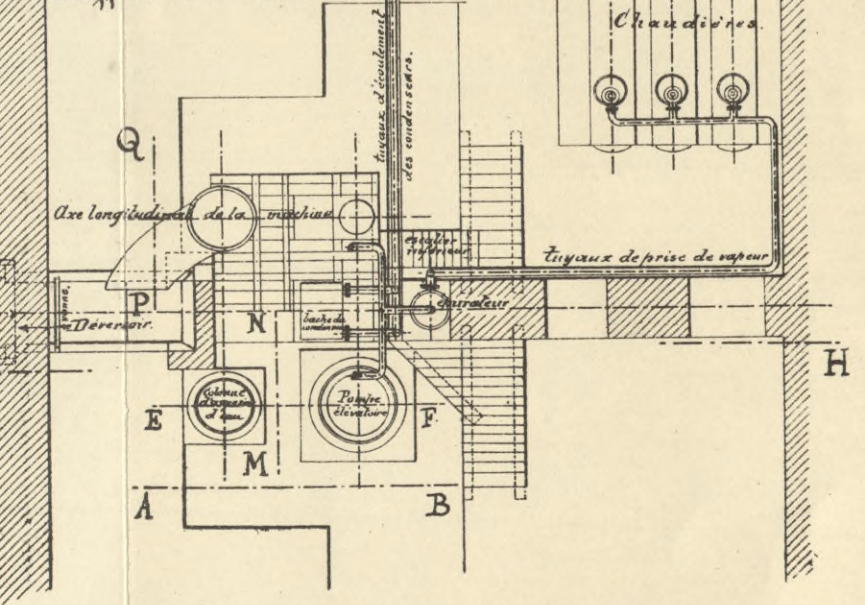
Plan de la rigole d'alimentation.



Coupe suivant G.H.



Plan de situation
à différents niveaux.



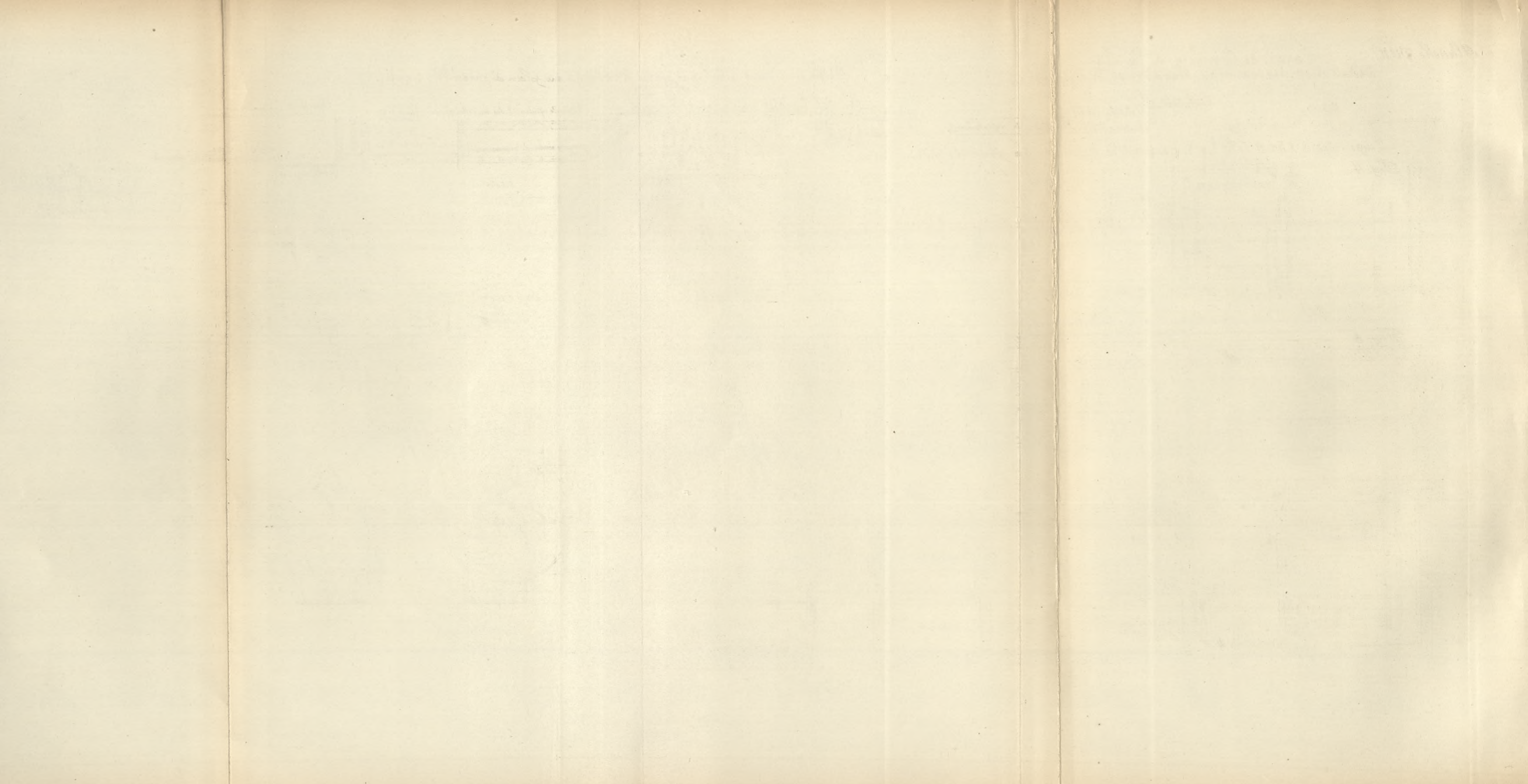
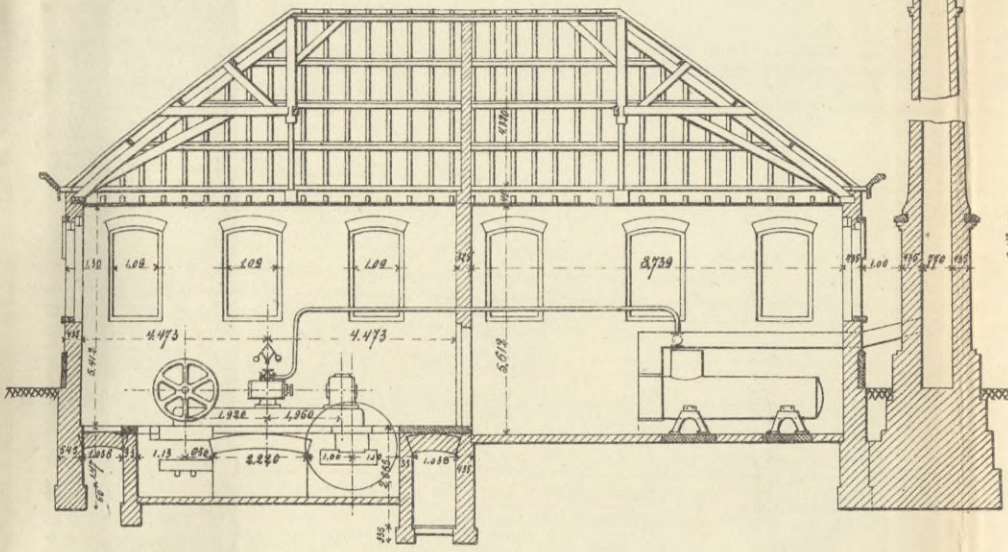
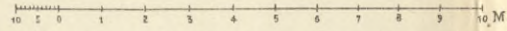


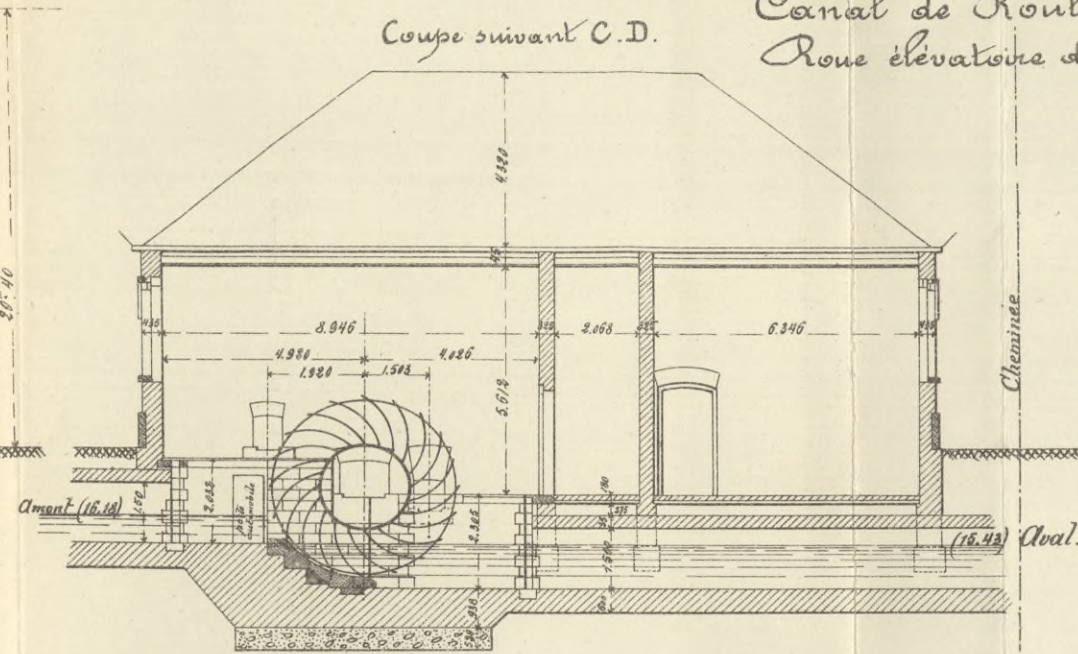
Planche N° III. Coupe suivant A.B.



Echelle.

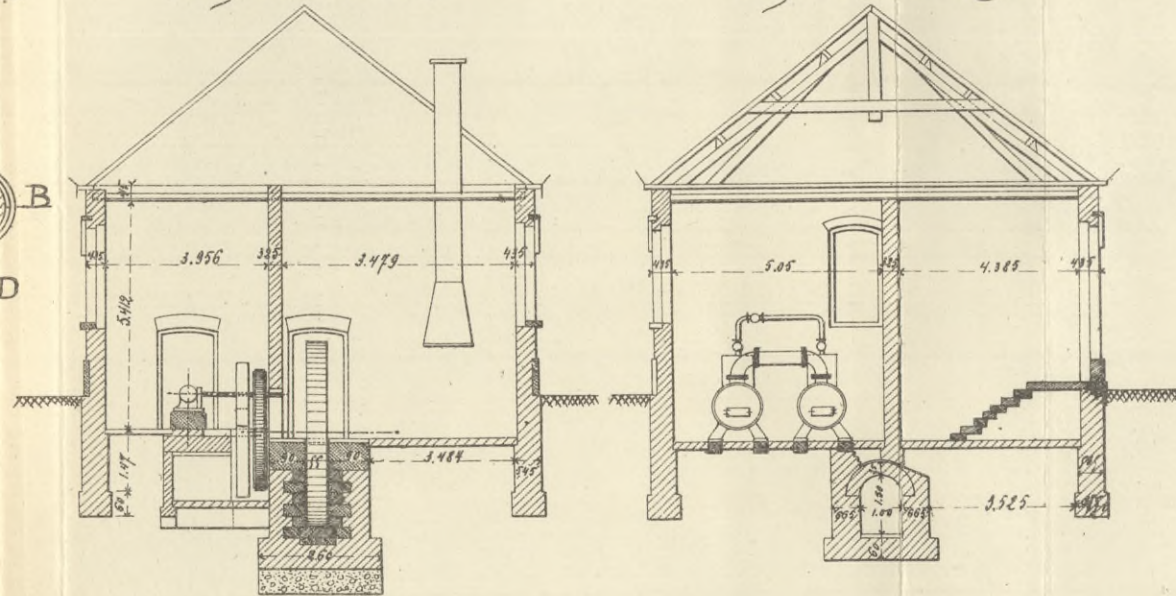


Canal de Roulers à la Lys. Coupe suivant C.D. Roue élévatoire de Cachtien.

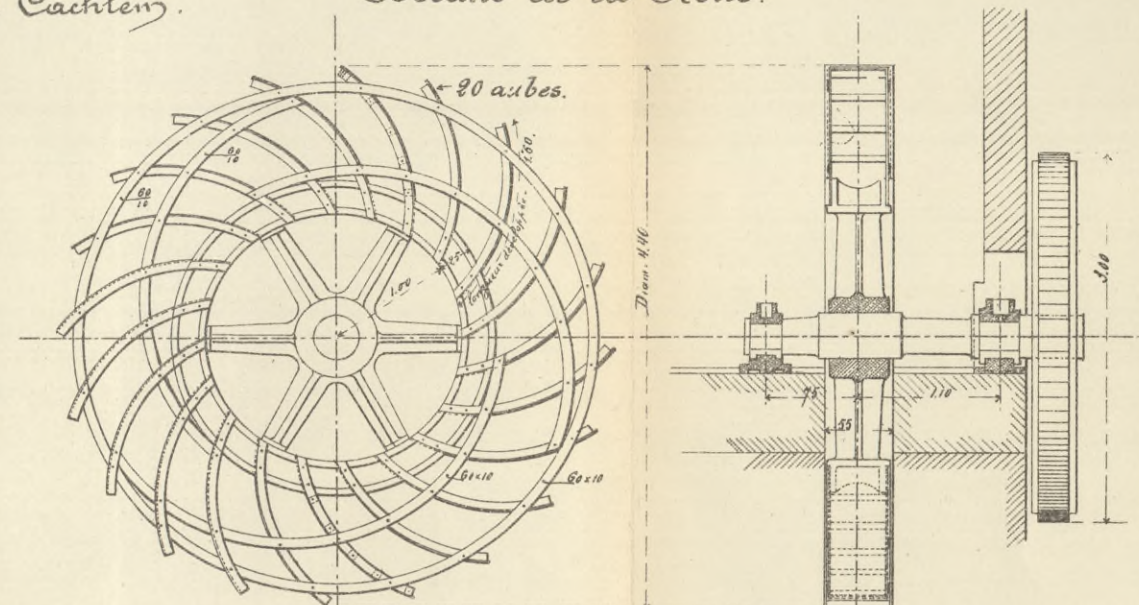


Coupe suivant E.F.

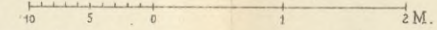
Coupe suivant G.H.



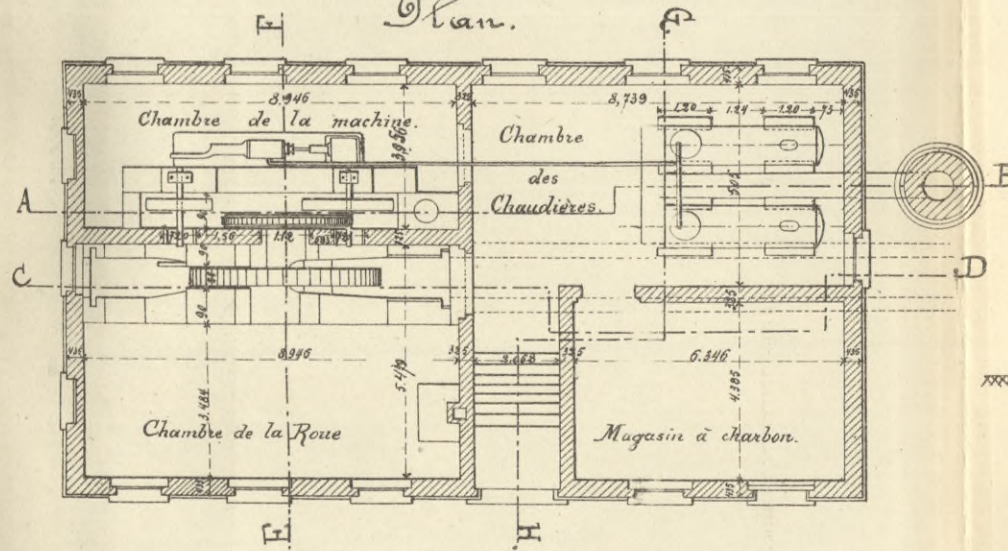
Détails de la Roue.



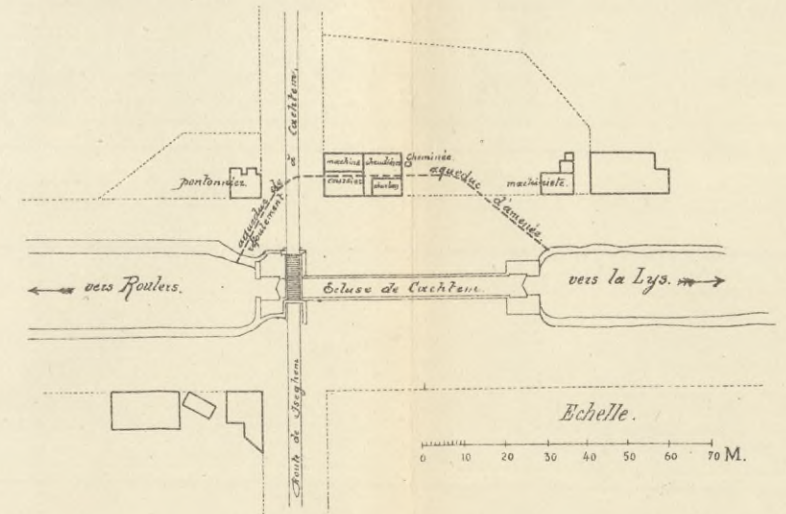
Echelle.



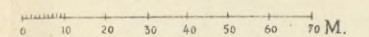
Plan.



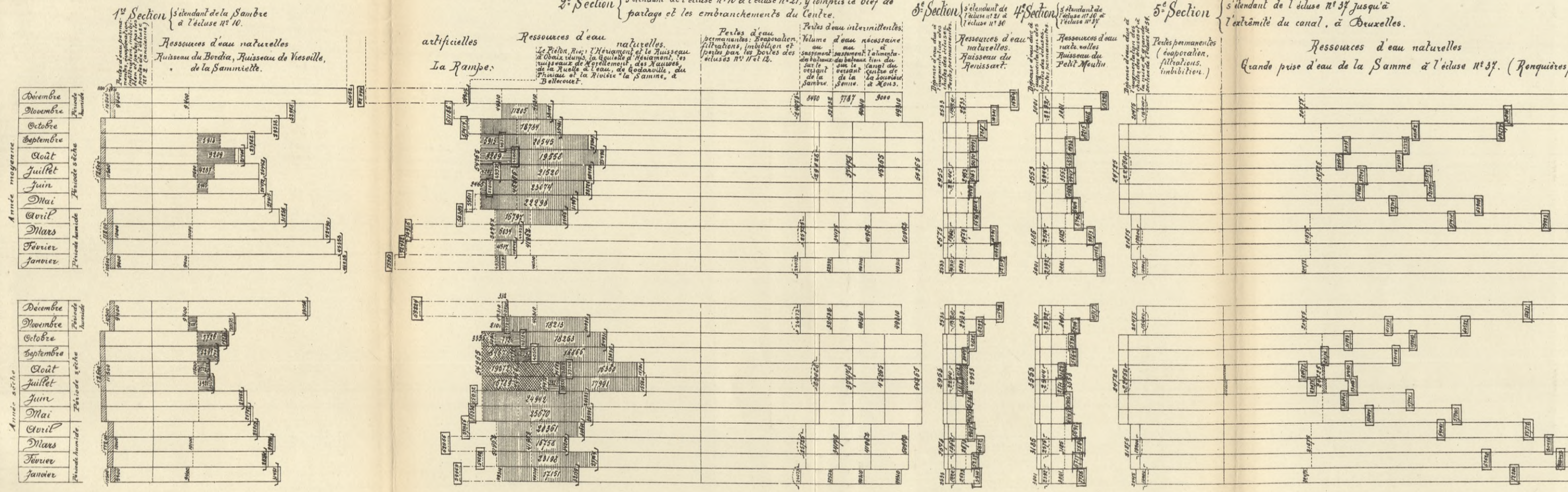
Plan de situation.



Echelle.



Diagrammes relatifs aux conditions d'alimentation du canal de Charleroi à Bruxelles et des embranchements du Centre, dans la situation actuelle de la voie navigable.



1° Section s'étendant de la Sambre à l'écluse n° 10. Ressources d'eau naturelles: Ruisseau du Bordet, Ruisseau de Vesaille, de la Sammielle. Ressources d'eau artificielles: La Rampe. Pertes d'eau permanentes: Evaporation, infiltrations, imbibition et pertes par les bords des écluses n° 11 et 12. Volume d'eau nécessaire au fonctionnement des bassins à équilibre sur le canal de partage de la Sambre.

2° Section s'étendant de l'écluse n° 10 à l'écluse n° 21, y compris le bief de partage et les embranchements du Centre. Ressources d'eau naturelles: Le Rillon, Riv. l'Herminon et le Ruisseau de Oude, Riv. la Siquette, l'Herminon, les ruisseaux de Mollin, des Hautes, de la Sambre à l'eau, de Rodanville, du Prunay et la Rivière de la Samme, de Bellecourt. Ressources d'eau artificielles: La Rampe. Pertes d'eau permanentes: Evaporation, infiltrations, imbibition et pertes par les bords des écluses n° 11 et 12. Volume d'eau nécessaire au fonctionnement des bassins à équilibre sur le canal de partage de la Sambre.

3° Section s'étendant de l'écluse n° 21 à l'écluse n° 30. Ressources d'eau naturelles: Ruisseau de la Samme. Pertes d'eau permanentes: Evaporation, infiltrations, imbibition et pertes par les bords des écluses n° 22 et 23. Volume d'eau nécessaire au fonctionnement des bassins à équilibre sur le canal de partage de la Sambre.

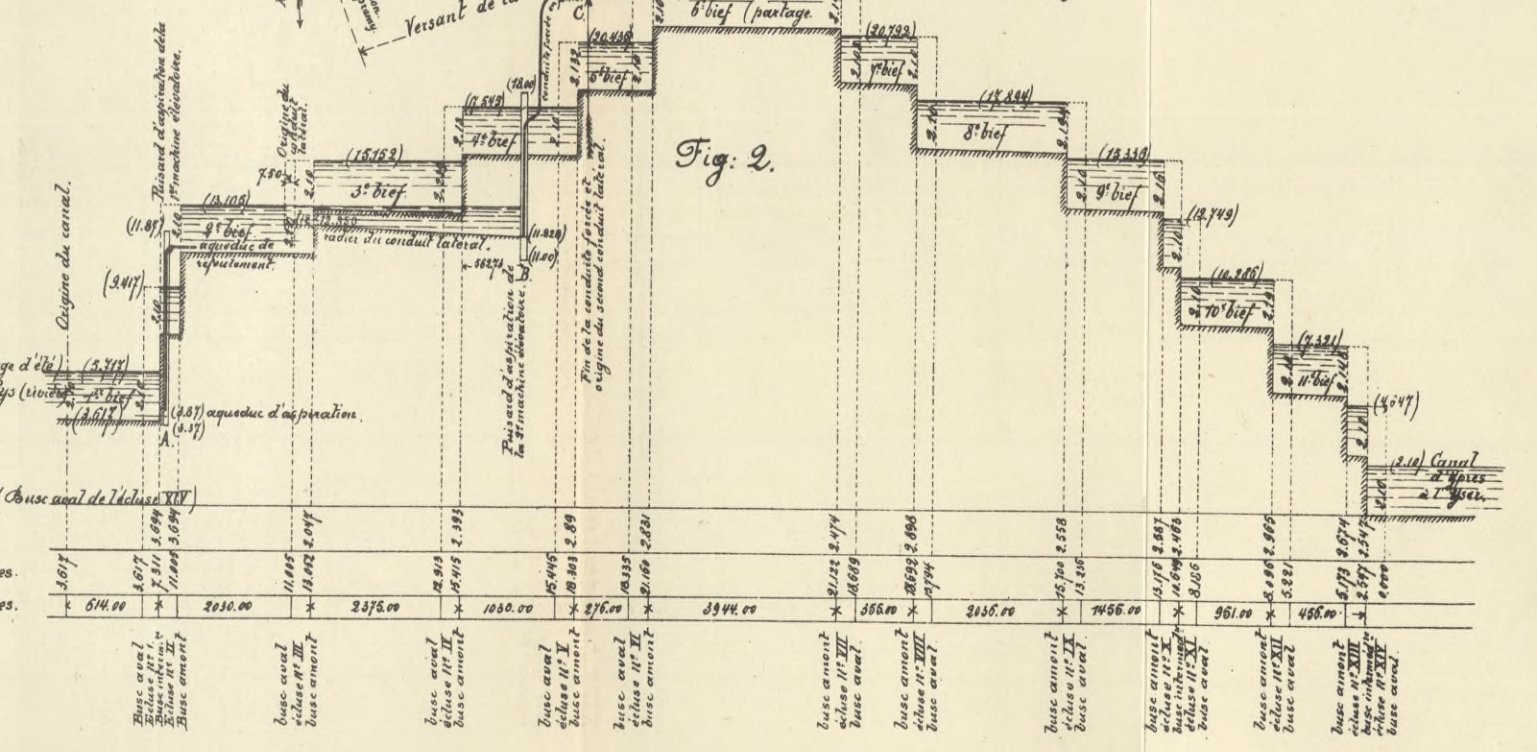
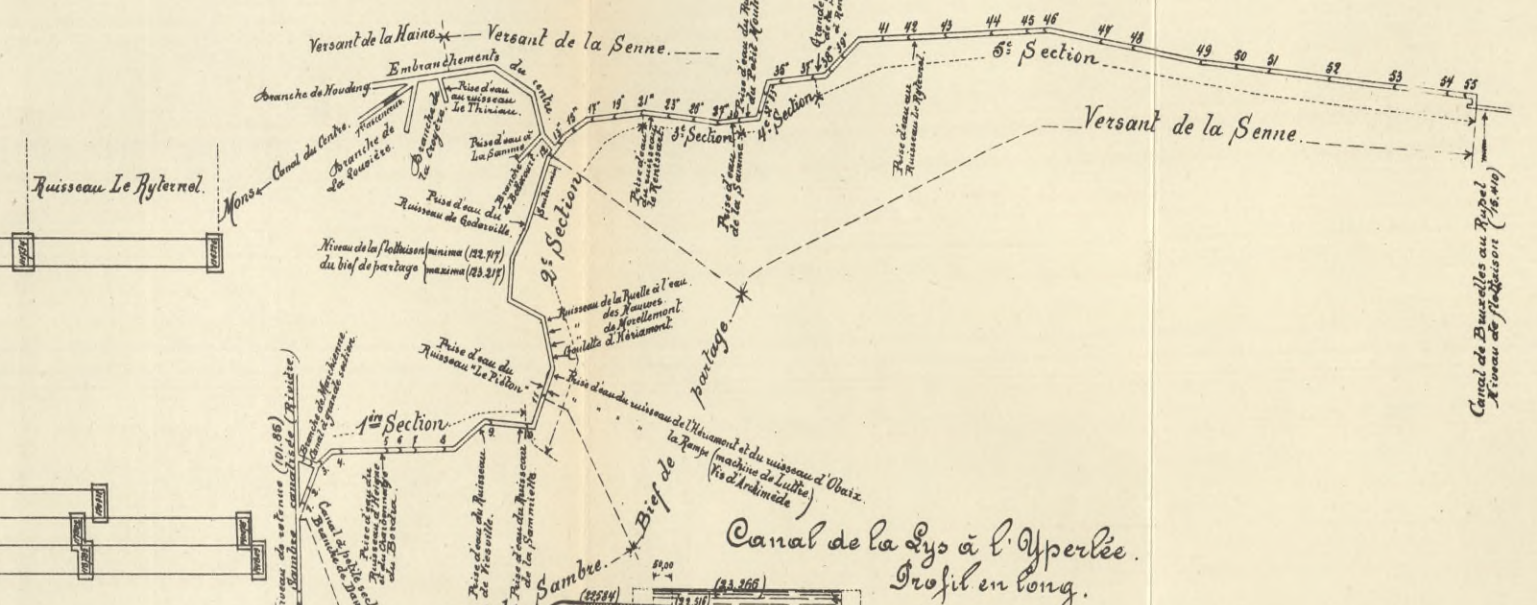
4° Section s'étendant de l'écluse n° 30 à l'écluse n° 37. Ressources d'eau naturelles: Ruisseau de la Samme. Pertes d'eau permanentes: Evaporation, infiltrations, imbibition et pertes par les bords des écluses n° 31 et 32. Volume d'eau nécessaire au fonctionnement des bassins à équilibre sur le canal de partage de la Sambre.

5° Section s'étendant de l'écluse n° 37 jusqu'à l'extrémité du canal, à Bruxelles. Ressources d'eau naturelles: Grande prise d'eau de la Samme à l'écluse n° 37. (Rouquières). Pertes permanentes: (Evaporation, infiltrations, imbibition).

NB Les parties hachurées représentent le volume d'eau fourni par les écluses de la seconde section en sus du volume d'eau nécessaire au passage des bateaux dans les écluses de la 1° Section. Les parties hachurées indiquent les parties des ressources disponibles qui pourraient être relevées dans le bief de partage. Les parties hachurées indiquent les insuffisances des ressources après le relèvement des eaux de la rampe et des eaux disponibles sur la 1° Section. Les nombres inscrits dans un rectangle indiquent les cubes totaux des ressources de la 2° Section; Les parties hachurées indiquent les ressources d'eau fournies par la Rampe, et à relever mécaniquement dans le bief de partage. Les parties hachurées indiquent les ressources disponibles de la 1° Section et à relever mécaniquement dans le bief de partage. Les parties hachurées indiquent les insuffisances des ressources après le relèvement des eaux de la rampe et des eaux disponibles sur la 1° Section. Les nombres inscrits dans un rectangle indiquent les cubes totaux des ressources de la 2° Section; Les parties hachurées représentent les excédants des dépenses sur les ressources naturelles de ces sections. Pour la 3° Section, les excédants peuvent être réduits au maximum à 341 m³ en faisant fonctionner les bassins à équilibre accolés aux écluses n° 24 à 29. Pour la 4° Section il est suppléé à l'insuffisance des ressources, même dans le cas de fonctionnement des bassins à équilibre dont il est question ci-dessus, à l'aide des eaux de la Samme, captées près de l'écluse n° 29. Les parties hachurées représentent les emprunts d'eau faits à la Samme près de l'écluse n° 29 pour les besoins de la 4° Section.

NB Les nombres inscrits sous le signe indiquent les pertes permanentes dans chaque section. Les nombres inscrits sur le signe indiquent les cubes d'eau se déversant naturellement dans chaque section.

Canal de Charleroi à Bruxelles. Plan de situation indiquant les sections d'alimentation. Fig. 1.



Plan de comparaison. (Cote canal de l'écluse XIV)

| Chutes des écluses | Cotes des buses des écluses. | Distances entre les écluses. |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Chute de l'écluse XIV | 6.017 | 514.00 |
| Chute de l'écluse XV | 6.017 | 2030.00 |
| Chute de l'écluse XVI | 6.017 | 2376.00 |
| Chute de l'écluse XVII | 6.017 | 1000.00 |
| Chute de l'écluse XVIII | 6.017 | 276.00 |
| Chute de l'écluse XIX | 6.017 | 3944.00 |
| Chute de l'écluse XX | 6.017 | 568.00 |
| Chute de l'écluse XXI | 6.017 | 2050.00 |
| Chute de l'écluse XXII | 6.017 | 1530.00 |
| Chute de l'écluse XXIII | 6.017 | 7456.00 |
| Chute de l'écluse XXIV | 6.017 | 961.00 |
| Chute de l'écluse XXV | 6.017 | 458.00 |

