

*Auflage 25 zum Gesetz No 42 mit Zusatz
vom 7ten März 1895.*

5426/95

21

VI. INTERNATIONALER BINNENSCHIFFFAHRTS-CONGRESS

HAAG, 1894.

6. FRAGE.

GEGENSEITIGES VERHÄLTNISS

**zwischen dem Traeé der Ufer und dem Zustand
des Fahrwassers bei den Flüssen,**

VON

P. MENGIN-LECREULX,

General Inspector in Paris.

UND

G. GUIARD,

Haupt-Ingénieur des Ponts-Chaussées in Paris.

J. No. 19875



HAAG,

Druck von GEBR. BELINFANTE, A. D. SCHINKEL, Nachf.

PAVELJOENSGRACHT 19.

1894.



II-754126

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000318969

INHALT.

VORWORT.

- § 1. Gegenseitiges Verhältniss zwischen den Biegungen und der Tiefe.
2. Gesetz der Abweichung.
3. Regulirung der Breiten.
4. Tracés durch gerade Linien oder durch Cirkelbogen gezogen.
5. Hohes und niedriges Wasser.
6. Krümmungs-Maximum.
7. Analyse der Seine-Diagramme.

RÜCKBLICK UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.

TAFELN.

1. Diagramm der Breiten, Krümmungen und Tiefe auf der Garonne.
2. Diagramm der Breiten und Tiefen auf der Seine.
3. Diagramm der Breiten, Krümmungen und Tiefen auf der Seine.
4. Karte der Seine.

Sechster internationaler Binnenschiffahrts-Congress.

Im HAAG. — 1894.

Gegenseitiges Verhältniss zwischen dem Tracé der Ufer und dem Zustand des Fahrwassers bei den Flüssen,

VON

Herren MENGIN-LECREULX,

General Inspector in Paris.

UND

GUIARD,

Haupt-Ingénieur des Ponts-Chaussées in Paris.

VORWORT.

In diesen Fragen hat wie in so manchen anderen die Beachtung der Thatsachen allein einen wirklichen Werth. Der Congress bedarf also vor allem der Thatsachen.

Gerne hätten wir davon mehr gebracht, doch erfordert das eingehende Studium eines Flusses grosse Arbeiten, Zeit, Ausgaben etc., was Schwierigkeiten verursacht.

Nachstehend geben wir in der Form von Diagrammen ein vergleichendes Studium der Breiten, Biegungen und Tiefen der Garonne-Mündung zwischen Castets und der Insel Lalande über 51 Kilometer, und der Seine-Mündung von Rouen bis zum Meer über 104 Kilometer.

Der Herr Haupt-Ingenieur GUIARD, unser Nachfolger in Rouen und Mitarbeiter bei dieser Schrift, had die Güte gehabt, diese Diagramme aufzustellen und was die Seine angeht, eine Analyse und eingehende Besprechung der Erfolge auszuarbeiten, welche man nachstehend im Kapitel 7 finden wird. Ueber die Loire-Mündung haben wir einige Mittheilungen bekommen, doch die zahlreichen Pfahlarbeiten, welche in diesem Fluss angebracht sind, machen den Zustand des Bodens zu veränderlich, um daraus die für die Behandlung vorliegender Frage nöthigen Schlussfolgerungen ziehen zu können. Betreffs des Garonne-Flusses, so haben zwei Ingenieure die Freundlichkeit gehabt, die Arbeiten vor zu

bereiten. Der Eine, Herr ESCHBACH hat sich mit dem Studium über eine Länge von 89 Kilometer beschäftigt, zwischen Agen und der Grenze des Gironde-Departements gelegen. Ausser an zwei Stellen wo der Boden felsig ist, hat er das gegenseitige Verhältniss der Biegungen und Tiefen sowie das Abweichungsgesetz bestätigt gefunden. Er sagt jedoch, eine ganze Menge Widersprüche gefunden zu haben, welche er jedoch nicht detaillirt angiebt, sondern sich beschränkt, auf eine Besprechung der von ihm gefundenen Abweichungen in der Form des mittleren Strombettes. Er schlägt ein System von niedrigen Dämmen vor.

Herr MAILLET hat sich mit einer Strecke von 6 Kilometern beschäftigt, wo er ebenfalls die Gesetze des gegenseitigen Verhältnisses und der Abweichung bestätigt gefunden hat.

Wie wichtig, diese beiden Studien auch sein mögen, ist es nicht Sache darauf einzugehen bevor wir einige weitere Bestätigungen gesehen haben; wir behalten uns also vor, die gezogenen Schlussfolgerungen zum folgenden Congress zu untersuchen.

Der Congress hat eine gewisse Anzahl Fragen gestellt. Wir entsprechen seinem Wunsch, indem wir einige derselben in Kürze behandeln und ohne uns die gelegentliche Aeusserung einer persönlichen Meinung zu versagen, haben wir getrachtet im allgemeinen alle rein theoretischen Diskussionen, welche nicht auf den von uns gelieferten Thatsachen beruhen, zu vermeiden.

§ I. GEGENSEITIGES VERHÄLTNISS ZWISCHEN DEN BREITEN UND DEN TIEFEN.

Man weiss schon lang dass die konkaven Stellen zu Gräben Veranlassung geben, welche um so mehr ausgeprägt sind, als jene schärfer sind; die Ausnahmen und Widersprüche, welche man manchmal findet und woraus man in den Polemiken Schlussfolgerungen gezogen hat, sind leicht zu erklären und thun der allgemeinen Regel keinen Abbruch.

Herr FARGUE hat diese Regel festgestellt, indem er zeigte, dass dieses gegenseitige Verhältniss intimer war als man dachte und dass alle Aenderungen der Biegung in einer konkaven Stelle damit correspondirende Variationen in der Tiefe veranlassen. Dies wird durch das Diagramm der Tafel I deutlich bewiesen, welches die Breiten, Biegungen und Tiefen der Garonne über 5 Kilometer oberhalb Bordeaux zwischen Castets und der Insel Lalande angiebt. Dieser Theil, welcher gerade das specielle Studium des Herrn FARGUE bildete, steht unter dem Einfluss von Ebbe und Fluth bis an Castets, doch die Wirkung ist nur über die untere Hälfte der beachteten Zone bemerkbar.

Man sieht aus diesem Diagramm, dass die Linie der Tiefen fast immer die Linie der Biegungen wiedergiebt mit allen ihren Kräuselungen. Die wenigen Widersprüche, welche man bemerken kann, sind leicht zu erklären durch die Breite-Aenderungen, namentlich unterhalb Langoiran oder

durch Unregelmässigkeiten im Tracé und lokale Zustände, welche allein durch Lesen der ausführlichen Pläne verständlich sind. Dieses Studium ist durch Herrn FARGUE mit der grössten Genauigkeit besorgt worden. Wir haben nicht nöthig, darauf zurückzukommen, doch schien es uns nützlich, zur Beantwortung der Fragen des Congress, aufs Neue die hauptsächlichsten Resultate anzuführen, unter einer Gestalt, welche es ermöglicht, durch einfache Anschauung mit einem einzigen Blick das Gesetz des festzustellenden gegenseitigen Verhältnisses zu beweisen.

Was die Seine betrifft, so verweisen wir nach der detaillirten Untersuchung des Herrn GUIARD im nachstehenden Kapitel 7 und beschränken wir uns hier auf allgemeine Bemerkungen.

Im Gegensatz zur Garonne deren Breiten in sehr regelmässiger Reihenfolge auf einander folgen, wenigstens zwischen Castets und Langoiran, und wo demnach das Tracé sowohl wie die Biegungen ihren vollen Einfluss geltend machen können, haben auf der Seine die unaufhörlichen Breite-Änderungen einen hervorragenden Einfluss, welchen das specielle Diagramm Tafel 2, wo man die Breiten und die Tiefen hervorgehoben hat, deutlich zeigt.

Ausserdem machen sich am Boden des Strombettes ziemlich häufig feste oder nur onvollkommen bewegliche Bänke bemerkbar, welche aus Felsen, Torf, Kiesel oder Thon bestehen und die Resultate verändern.

Der Einfluss der Biegungen ist also schwerer zu unterscheiden. Diese Biegungen sind mit den Tiefen auf Tafel 3 in demselben Maassstabe wie bei der Garonne vorgestellt und man hat das Diagramm der Breiten, der Querschnitte und der Abfuhr hinzugefügt.

Wir haben gesagt, dass die Linien-Biegungen der Tiefen gewöhnlich den Linien-Biegungen der Breiten folgen. Wenn man dieselben jedoch genau betrachtet, finden sich zahlreiche Abweichungen, welche nur durch die Krümmungen zu erklären sind.

Wenn man dem Diagramm Punkt für Punkt folgt und ausserdem die Kenntniss des Bodens und der sich zeigenden Widerstandspunkte zu Hülfe nimmt, (siehe nachstehende Diskussion) ist unter den zahlreichen Kräuselungen der Tiefe-Linie, wie launig und zufällig sie auch erst scheinen mögen, kaum eine einzige, welche sich nicht aus der Zusammenfügung der Effekte der Breiten und der Biegungen erklären liesse, welche manchmal in derselben Richtung und andere Male in einander entgegengesetzter Richtung ihren Einfluss geltend machen.

Dies ist ganz natürlich, doch ist es nicht ohne Nutzen, darauf hinzuweisen, und zu zeigen, dass der bewegliche Boden alle Zustände des Strombettes, der Breiten und der Biegungen abspiegelt, sogar wenn man dieselben als zu unbedeutend, geneigt sein sollte ausser Beachtung zu lassen, und dass, um ein bestmöglichstes Resultat zu erzielen, Nichts ausser Betracht bleiben darf.

Betreffs der Biegungsvariationen in derselben Biegung giebt das

Diagramm wenig Aufschluss, indem, im Gegensatz zu der Garonne, wo die natürlichen oder oft durch Menschenarbeit gemachten Biegungen mit steigenden oder fallenden Krümmungen errichtet sind, man auf der Seine fast nur Cirkelbogen oder denselben sehr nahe kommende gebogene Linien findet.

Wenn nun die Tiefen mit den Biegungsänderungen wechseln, so ist doch der umgekehrte Satz nicht richtig, oder wenigstens nicht immer richtig, das heisst dass mit einer constanten Biegung (Cirkelbogen) nicht immer eine constante Tiefe derselben Länge zusammenhängt, sondern ein oder mehrere Maxima.

Das Diagramm der Seine scheint dies festzustellen und werden wir bei der Verhandlung über die cirkelförmigen Tracés darauf zurückkommen. Wenn man jetzt, nachdem das gegenseitige Verhältniss erwiesen ist, sucht, dasselbe in Ziffern und Formeln auszudrücken, so würde man grossen Schwierigkeiten begegnen.

Herr FARGUE hat eine Formel festgestellt, doch hebt er ausdrücklich hervor dass dieselbe nur willkürlich lokale Thatsachen ausdrückt, ohne auf andere Arten ausgedehnt werden zu können.

Die Breite, die Tiefe, die Schnelligkeit haben Einfluss in einem Maasse, welches man wohl vermuthen kann, welches jedoch nicht festgestellt ist. Die Details des Tracé, die Art des Bodens, die Menge der mitgeschleppten Stoffe üben ebenfalls Einfluss aus; kurz, bei dem gegenwärtigen Stadium der Wissenschaft giebt es keine allgemein aufzustellende Formel; höchstens kann man auf jedem Fluss oder Flusstheil einen willkürlichen Zusammenhang suchen.

Nach Obigem geben wir zur Nachricht einige Thatsachen an.

In dem bestudierten Theil der Garonne wechselt die Breite zwischen 150—200 Meter, die mittlere Schnelligkeit schwankt auf ca. 0.80 Meter, die Tiefe in den geraden Strecken bei Sommerzeit ist 1—1.50 Meter. In den Auskolkungen wechselt diese Tiefe von 2—11 Meter; diese letztere Ziffer correspondiert mit einer kilometrischen Biegung am Gipfel von 2,40 Meter, gleichstehend mit einem Biegungsradius von ca. 400 Meter also etwa der doppelten Breite. Eine Biegung am Gipfel von 1 Meter correspondiert mit einem Radius von 1000 Meter oder 5—6 mal der Breite, und giebt Tiefen von 3,50—5 Meter, je nach den Umständen der Breite und des Tracé.

Auf der Seine bei Tancarville, ist die Breite ungefähr 500 Meter; die je nach Fluth oder Ebbe ehr veränderliche Schnelligkeiten erreichen, bei hohem lebhaft strömenden Wasser, bei Fluth ein Maximum von 3 Meter und einen Durchschnitt von 1,60 Meter während drei Stunden, bei Ebbe ein Maximum von 2 Meter und einen Durchschnitt von 1,20 Meter während sieben Stunden.

Die Tiefe an den nahen untiefen Stellen ist 5,50 Meter unter dem mittleren Wasserstand bei Ebbe. Die konkave Biegung ist ein Cirkel-

bogen von 0,40 Biegung und einem Radius von 2500 Meter, also 5 mal der Breite. Die Entwicklung ist 4 Kilometer, sie bildet einen Graben, dessen Maximum-Tiefe 13 Meter ist; die Minimum-Tiefe ist nur ca. 8,50 Meter.

Bei Villequier giebt ein Biegungsradius von 1500 Meter (ebenfalls die fünffache Breite) eine Vertiefung von ca. 3 Meter, aber auf diesem Punkt ist der Durchfluss bei Ebbe und Fluth bei lebhaft strömendem Wasser bereits auf die Hälfte reducirt.

§ 2. GESETZ DER ABWEICHUNG.

Das Gesetz der Abweichung welches mit einem allgemeinen Naturgesetz im Einklang ist, wird nicht bestritten. Es gilt nur, den Werth der Abweichung festzustellen.

Auf dem studierten Theil der Garonne hat Herr FARGUE gezeigt, und man kann es auf dem Diagramm constatiren, dass dieser Werth meistens zwischen $1\frac{1}{2}$ —2 mal die Breite beträgt, und glaubt er das letztere Verhältniss annehmen zu dürfen.

Bei den Experimenten, welche man in 1875 in Bordeaux auf einem künstlichen Fluss von 1,50 Meter angestellt hat, zum Studium der rationellen Tracés, und welche sehr interessante und beweisende Resultate aufgeliefert haben, worüber Herr FARGUE kürzlich Bericht abgestattet hat (Pariser Congress 1892, Annales des Ponts & Chaussées, März 1894) hat man dasselbe Verhältniss von 2 Mal der Breite gefunden.

Auf der Seine wechseln die Abweichungen, wie aus Kapitel 7 ersichtlich, zwischen 400—1200 Meter, indem die Breite von 200—500 Meter wechselt. Es kommt also wieder das Verhältniss von 2 Mal im Durchschnitt heraus, denn in Wirklichkeit ist dieses Verhältniss auf der Seine durchaus nicht konstant.

Es wechselt wahrscheinlich mit der Schnelligkeit und gewiss mit dem Zustand des Tracé's. Man begreift ein solches Tracé mit sehr scharfen Ecken wo die Abweichung eine sehr schwache sein könnte. Die rationellen Tracés scheinen durch richtige Anlage der Konkavitäten und die vernünftige Feststellung ihrer Entwicklung gerade das Resultat zu haben, stromabwärts die Wirkung der Konkavitäten zu verlängern.

Wie dem auch sei, die Kenntniss der Abweichung ist nützlich, um bei der Feststellung der Entwicklung der Biegungen zu dienen und der respectiven Lage der Tangent-Punkte auf dem einen und dem anderen Ufer; nach diesem Gesichtspunkt und unter den gewöhnlichen Schnelligkeits-Bedingungen scheint das Verhältniss 2 der Abweichung von der Breite für jetzt annehmbar zu sein.

§ 3. EINFLUSS DES DURCHFLUSSES UND DER BREITE AUF DIE TIEFE, BEI GLEICHEN BIEGUNGEN.

Diese Frage ist sehr einfach oder sehr complicirt, wie man es auffassen will. Jede Verminderung der Breite bei gleichem Durchfluss, und jede Ver-

mehring von Durchfluss bei gleicher Breite verstärkt die Wirkung der Biegungen.

Alle Ingenieure geben jedoch zu, dass diese Handlungsweise Grenzen hat, welche es gilt, nicht zu überschreiten. Es ist dies eine Frage, welche mit der Frage der Tracés nichts zu thun hat, und auf welche wir hier nicht eingehen können. Die Regulirung der Breiten ist von einer hervorragenden allergrössten Wichtigkeit welche die Lehre von den rationellen gebogenen Tracés keineswegs herabsetzen will. Sie will nur bei gleichen Breiten und gleichem Durchfluss ein tieferes und stabileres Fahrwasser bilden, oder, was auf dasselbe hinauskommt, den Erfolg der Schifffahrt sichern, welche man durch grössere Durchschnitts-Dimensionen und mässigerer Schnelligkeit zu erreichen sucht, was oft von grosser Wichtigkeit ist, namentlich auf Flüssen mit Fluthwechsel.

Auf der Seine hat man von Candebeec ein zu schwaches Erweiterungs-Regim stromabwärts angenommen im Verhältniss zu der Wichtigkeit der Fluth.

Die gefälle und die Schnelligkeiten haben zugenommen, das Flussbett hat sich nur ungenügend gebildet und die Stromschnelligkeit ist ausserordentlich gross geblieben. Es sind daraus ernste Schäden entstanden, mit denen man heute noch zu kämpfen hat.

Es ist, ungeachtet dieser Schnelligkeit und im allgemeinen ungenügender Breite constatirt worden, und das beifolgende Diagramm weist es auch aus, dass an gewissen Punkten wie St. Leonard zum Beispiel, eine locale Erweiterung eine Untiefe hervorruft, obgleich auf dieser Untiefe die Schnelligkeit eine sehr grosse bleibt und der Boden beweglich ist.

Diese sehr wichtige Thatsache zeigt, dass hinsichtlich des Bodenzustandes nicht allein die Ziffern der Schnelligkeit und der Breite in Betracht zu ziehen sind, sondern ebenfalls die Dauer derselben. Wenn das Strombett gerade ist, so wird die Dauer absolut sein, ist es krumm, so wird es allerdings von Dauer doch von anderer Art sein, indem die Breite, aus häufig erörterten sehr wichtigen Gründen, an den Krümmungsgipfeln grösser sein muss, als an den Einbiegungspunkten, doch nur in unbemerkbarer Abstufung variirend, so dass Biegungen, Breiten und Tiefen einander ähnliche Diagramme bilden.

Bei St. Léonard ist die Erweiterung im Gegensatz zu dem was richtig ist, an dem Einbiegungspunkt gelegen; man wird dieselbe verschwinden lassen und dagegen den Strom an den Biegungsgipfeln bei Tancarville und Aizier erweitern.

§ 4. EINFLUSS EINES TRACÉS IN DER GESTALT VON GERADEN STRECKEN UND CIRKELBOGEN IN VERGLEICH ZU EINEM SOLCHEN NACH HERRN FARGUE'S SYSTEM GEZOGEN.

Die von Herrn FARGUE angegebenen Regeln sind zahlreich, und eine grosse Menge derselben, und nicht die wenigst wichtigen sind in Einklang zu bringen mit einem aus geraden Strecken und Cirkelbogen bestehenden

Tracé: Feststellung der Entwicklung der Bogen, Feststellung des Winkels der Tangenten oder auf ein ander folgenden geraden Strecken, Vertheilung der Breiten, Bestimmung der Tangenten-Punkte. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, besteht der Unterschied nur noch in dem Prinzip der Dauer der Biegungen.

Ein Bruch in der Länge am Tangentenpunkte giebt Veranlassung zu einem damit correspondirenden plötzlichen Abbrechen im Relief des Fahrwassers, welches um so bedeutender ist, je nach dem Verhältniss des Bogens zu der Schnelligkeit. Der Elbogen bei Tancarville bildet dafür ein Beispiel; es bilden sich da, oberhalb des Bogens ansehnliche Störungen, welche auf dem Diagramm zu lesen sind, und welche noch mehr hervortreten, in Folge der Breite-Unregelmässigkeiten, welche aus den unregelmässigen Abbröckelungen am konvexen nicht eingedämmten Ufer entstehen, welches den grössten Schnelligkeiten ausgesetzt ist.

Wie ist nun der Sachverhalt zwischen den Tangentenpunkten, den Cirkelbogen entlang? Das Studium auf der Garonne (Annalen der Ponts et Chaussées 1868) die oben erwähnten Versuche, welche in 1875 bei Bordeaux angestellt wurden, die Beobachtung der Vorgänge bei Tancarville an der Seine scheinen festzustellen, dass man einem cirkelförmigen Bogen entlang nicht eine mit der constanten Biegung correspondirende constante Tiefe findet, sondern wie oben gesagt eine oder mehrere Maxima-Tiefen, deren Stellung veränderlich ist je nach den Schnelligkeiten, welche Maxima-Tiefen wenn sie häufig vorkommen das Resultat haben, fortwährende Bodenänderungen hervorzurufen und die Verschiebung fester Stoffe in einer für den allgemeinen Zustand schädlichen Weise zu befördern.

Dies ist eine sehr wichtige Frage, welche es gelten würde, durch mehr Thatsache noch mehr zu erläutern.

Für uns ist es schon jetzt zur Gewissheit geworden, dass die Cirkelbogen ein um so weniger gutes Resultat geben werden, als die Schnelligkeiten grösser sind, und namentlich wechselnder, wie zum Beispiel auf einer Flussmündung mit starkem Fluthwechsel der Fall ist.

Wenn man bei einem solchen Fluss das geradlinige System verlässt und Biegungen einführt, wird die Dauer dieser Bogen von besonderer Wichtigkeit. Unserer Meinung nach wird man jedoch, namentlich bei einem ruhigen und regelmässigen Strom, bei einem bereits bestehenden, aus Cirkelbogen zusammengesetzten Tracé welches von allen anderen Gesichtspunkten aus gut eingerichtet ist, ein genügendes Resultat erzielen können, doch für ein neues Tracé empfiehlt es sich stets die graduirten Bogen anzuwenden.

§ 5. EINFLUSS DES HOHEN UND NIEDRIGEN WASSERS AUF DIE TIEFE DES FAHRWASSERS AN DEN BIEGUNGSSTELLEN.

Das hohe Wasser vermehrt die Tiefe, die Stromschnelligkeit und die Menge der mitgeführten festen Stoffe.

Nach den beiden ersteren Gesichtspunkten müssen die Buchten dadurch tiefer werden, doch kann es bei manchen schlecht combinirten Tracés vorkommen, dass dieses Resultat aufgehoben wird durch die Mitschleppung fester Stoffe.

Zu diesem Gegenstand gehört eine sehr interessante Bemerkung. Das Tracé der Linie der grössten Wirkung welche das Fahrwasser bestimmt hängt von dem der Ufer ab, doch auch von den Wasserstandsverhältnissen und den Schnelligkeiten, mit welchen jene Linie nothwendig wechselt. Bei den empfohlenen Tracés stellt man sich vor, durch die anhaltenden Biegungen und die zweckmässige Entwicklung der Bogen, die Schwankungen der Linie warum es sich handelt, auf ein Minimum zu beschränken. Dies schliesst sich an das oben gesagte betreffs der Cirkelbogen an; es ist ein Punkt zum Studiren.

Wir erinnern noch, dass die Erweiterungen am Biegungsgipfel in Verbindung mit einer passenden Ausprägung der konkaven und konvexen Bogen neben anderen Zwecken auch die Bildung von schwächer strömenden Zwischenräumen befördert, welche von genügender Bedeutung sind, um eine Ablagerungsstelle zu bilden, für die durch das hohe Wasser mitgeschleppten und durch das niedrige Wasser zum Stillstand gebrachten Stoffe, so dass diese ihren Weg stromabwärts von einer konvexen Stelle zur anderen nehmen, ohne sich im Fahrwasser aufzuhalten.

Es ist dies die Theorie der Unterbrechungen welche Herr FARGUE entwickelt hat, und welche sehr wichtig ist, wegen der Vergleichung der geraden mit den gebogenen Tracés.

Wir bringen dieselbe in Erinnerung ohne näher darauf einzugehen, während uns auch andererseits keine besonders genauen Thatsachen zu Gebote stehen. Es würde intressant und nützlich sein, diese Theorie auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen, was möglich wäre, durch an nahe zusammengelegenen Stellen Messungen vorzunehmen und an den konvexen Stellen sogar den Kubikinhalte festzustellen.

Leider sind diese Operationen von langer Dauer und erfordern grosse Genauigkeit, welche man nicht immer Zeit und Lust hat, zu unternehmen.

§ 6. MAXIMUM VON KRÜMMUNG.

Die Garonne und die Seine haben sehr viele Krümmungen.

Auf dem für Seeschiffe befahrbaren Theil der Garonne oberhalb Bordeaux zeigt das Diagramm, dass man an den besten Passagen sehr starke Krümmungen findet, welche Winkel bis zu 120° bilden mit Biegungsradien deren Verhältniss zur Breite bis auf 2 am Gipfel sinkt, oder 4 für eine mittlere Biegung. Die Breite ist ungefähr 200 Meter; der mittlere jährliche Durchfluss per Meter Breite und per Secunde beträgt 3—4 Meter.

Auf der Seine, oberhalb Candebeac bei ähnlichen Breite und Durchflusszuständen findet man Krümmungen derselben Art, welche, abgesehen von

den Unregelmässigkeiten in der Breite und in dem Tracé, keine ernstlichen Beschwerden aufliefen, und gute Resultate geben würden wenn sie gut bewirthschaftet würden. Unterhalb Caudebec nimmt die Schnelligkeit rasch zu und die Situation ist eine andere.

Bei Tancarville giebt ein Cirkelbogen, welcher ca. 90° beschreibt mit einem Radius von 2500 Metern, also der 5 fachen Breite mit augenblicklichem Durchfluss, welcher in ausgedehntester Weise veränderlich ist, von 6—8 Meter per Meter Breite und per Secunde bei mittelmässiger Strömung und bei lebhafter Strömung 10 Meter bei Ebbe und 18 bei Fluth erreichend, Veranlassung zu unangenehmen Störungen und bildet also ein Beispiel übertriebener Krümmung.

Diese Thatsachen sind zu selten um uns zu festen und allgemeinen Schlussfolgerungen Veranlassung zu geben. Wir wollen nur bemerken, dass der Fall von Tancarville ganz vereinzelt da steht und abnormal ist; er hängt mit einer fehlerhaften Feststellung der Breiten zusammen. Im allgemeinen kommen die in der Praxis üblichen Verhältnisse denen der Garonne näher.

Wenn man für den Winkel der Krümmungen 80 — 100° annimmt, so wird man in den meisten Fällen für die Praxis einen guten Zustand bekommen.

Die auf Tancarville Bezug habenden Thatsachen zeigen ausserdem, dass man bei einem dem Flutwechsel unterworfenen Fluss sich nicht nach niedrigem Wasser, auch nicht nach mittlerer Strömung sondern nach hohen Wasserständen zu regeln hat.

Dies hebt also die allgemeine Frage wegen der Rolle der Krümmungen auf bei Flüssen, welche dem Flutwechsel unterworfen sind. Viele Ingenieure behaupten, dass es sich empfiehlt die Krümmungen zu vernichten indem dieselben den Eintritt der Fluth zurückhalten und dem Flutwechsel sowie der hydraulischen Kraft des Flusses schaden.

Was die Füllung betrifft, so besteht kein Zweifel; doch muss ausserdem der gute Zustand des Fahrwassers und die Wirkung der Ebbe beachtet werden. Wenn man nun mit uns zugiebt, dass in dieser Hinsicht die zu geraden oder zu schwach oder unregelmässig gebogenen Tracés Nachteile zeigen, so befindet man sich zwischen zwei entgegengesetzten Prinzipien, welche schwer zu vereinigen sind; dies ist jedoch möglich, indem man die Biegungen mildert und sie so gut wie möglich herstellt mittelst graduirter Krümmungen und durch eine zweckmässige Breite-Eintheilung, wodurch man, wie auf der Garonne bewiesen ist, sogar für die Fluth die Verluste an Kraft sehr beschränken und die Füllung erhalten kann. Bei Tancarville ist, obgleich die übertriebene Krümmung ein Hinderniss bildet, die ungenügende Breite der Hauptfehler.

Im Ganzen bleibt hier eine offene Frage; doch welches Verlangen man auch haben möge, um die Krümmungen abzuschaffen, so wird dies nicht immer leicht sein; es wird sogar selten leicht sein, und wird man falls

man genöthigt ist sie bestehen zu lassen, danach zu trachten haben, sie so gut wie möglich anzubringen.

In dieser Hinsicht wenigstens bleibt das Studium der rationellen Krümmungen wichtig und nöthig für Flüsse sowohl mit als ohne Fluthwechsel.

Eine der vom Congress gestellten Fragen betrifft die praktischen Regeln welche für die Auswahl der Tracés und die Herstellung des Flussbettes von Flüssen mit und ohne Fluthwechsel anzunehmen sind; sie ist so ausgedehnt, dass es für uns sehr unvorsichtig sein würde, darauf einzugehen.

§§ 7. ANALYSE DER DIAGRAMME DER NIEDER-SEINE.

Zum Vergleichungs-Niveau haben wir den mittleren Wasserstand bei Ebbe angenommen, also das Niveau, welches man bekommt, wenn man die Fläche einer Krümme dessen Abscissen die Zeiten und dessen Ordinaten die damit correspondirenden Wasserhöhen sind, durch die ganze Dauer der Ebbe dividirt, mit anderen Worten, wenn die Dauer der Ebbe T und h die Höhe an jedem Augenblick ist, so beträgt die mit dem mittleren Ebbe-Niveau gleichstehende Wasserhöhe:

$$H = \int_0^T \frac{h \cdot dt}{T}$$

Wir haben alle Diagramme, welche auf dieses Studium Bezug haben, auf dieses Niveau zurückgebracht.

Tafel III giebt die graphischen Vorstellungen:

- 1°. Der Durchschnitte (Querschnitte);
- 2°. der Breiten;
- 3°. des Durchflusses;
- 4°. der konkaven Krümmen (diese sind auf eine gleiche graphische Linie gebracht, ob sie sich auf dem einen oder dem anderen Ufer befinden);
- 5°. derselben Tiefen im Verhältniss zum Nullpunkt der Wasserkarten;
- 6°. der Maximum-Tiefen im Vergleich mit dem Ebbe-Niveau.

Wir wollen gleich hinzufügen dass, indem der Boden an vielen Punkten der Seine nicht abbröckelt, die Schwellen bestehen bleiben welche Wehre bilden, an welchen die Anwendung einer jeglichen auf Beweglichkeit des Strombettes basirte Theorie scheitert.

Ausser diesen Schwellen hat die Seine über ihre ganze Länge sehr verschiedenene Breiten, was eine Complication gegenüber den auf dem Theil der Garonne festgestellten Gesetzen bildet, wo die Breite eine regelmässige ist. Es war also sehr intressant, den Einfluss der Biegungsänderungen und den der Breiteänderungen zum Ausgangspunkt zu wählen.

In diesem Sinne haben wir vorliegendes Studium vorbereitet.

Wir müssen auch bemerken dass, indem die Bedeutung der eingeführten Wassermassen gleichsteht mit $\frac{75}{100}$ der ausströmenden und andererseits die Dauer der Fluth $\frac{5}{7}$ der Dauer der Ebbe beträgt, daraus folgt, dass

das Flussbett der Seine betrachtet werden kann, als bei jedem Fluthwechsel, wenigstens in den unteren Theilen, zwei in entgegengesetzter Richtung laufenden Strömen von ungefähr gleicher Bedeutung Raum zu geben.

Unter diesen Umständen, bei gegebenem Einfluss der Biegungen muss das Gesetz der Abweichung sich geltend machen in den beiden Richtungen mit einer mehr oder weniger grossen Intensität je nach den betrachteten Punkten und je nach dem Widerstand, welchen die Biegungen der Fluth oder der Ebbe bieten.

Wir werden der Seine jetzt Schritt für Schritt von Tarcanville bis nach Rouen folgen: wir lassen den unteren Theil ausser Betracht wo die Veränderungen des Fahrwassers in der Bucht einen Einfluss ausübt welcher mit dem uns beschäftigenden Studium nichts zu thun hat.

Auf Tafel 2 geben wir ein specielles Diagramm worauf wir nur die Tiefen bei mittlerem Ebbe-Niveau und die Breiten angeben.

Diese Vergleichung zeigt in schlagender Weise das gegenseitige Verhältniss der Breite und der beobachteten Tiefe.

Es scheint, dass in der grossen Hauptsache die beiden über einander gezogenen Linien ziemlich paralell laufen.

Diesen Punkt wollen wir im Auge behalten und Tafel 3 beachten.

Der Einfluss der Breiten zwischen den Kilometerzeichen 331 und 334 ist auf der graphischen Aufstellung der Tiefen durch den Einfluss der Biegung ausgeglichen, welche die erste Zacke 1000 Meter unterhalb des Biegungsgipfels sehr ausbildet und dagegen den Eselsrücken, welcher mit Breiten von 1000 Meter oberhalb dieses Gipfels correspondirt, abschleift.

Zu gleicher Zeit macht der Einfluss der Einbiegung am Kilometerzeichen 332,5 sich sehr genau bemerkbar mit mindestens 500 Meter Abweichung stromabwärts. Die Wirkung stromaufwärts ist nicht bemerkbar, in Folge unter Wasser gelegener Bänke, welche die Vertiefungen an den Kilometerzeichen 332 und 333 verursachen; est ist dies ein lokaler Einfluss, welcher für unser Studium ausser Beachtung bleiben muss.

Der Einfluss der Erweiterung bei St. Leonard bei dem Kilometerpunkt 330 und der darauffolgenden Verengerung tritt sehr deutlich hervor.

Dasselbe gilt von der Erweiterung in der Nähe des Kilometerzeichens 327.

Der Einfluss der Biegung von Vieux Port zeigt sich mit 500 Meter Abweichung stromaufwärts und 700 Meter stromabwärts.

Was die Vertiefung zwischen den Kilometerzeichen 323 und 324 angeht, so entsteht dieselbe durch die Bank von Flaques, welche ein wirkliches Wehr bildet, wogegen die Fluth sich bricht, indem die den Boden am Fusse desselben aufgräbt.

Der Effekt der nächsten Biegung zeigt sich auf 600 Meter stromaufwärts und 900 Meter stromabwärts.

Die Biegung zwischen den Kilometerzeichen 315 und 316 zeigt ihren

Einfluss stromabwärts nur schwach, doch stromaufwärts sehr deutlich mit einer Abweichung von 250 Meter, was zu der Annahme führen würde, dass ein kurzer scharfer Bogen auf die Fluth eine stärkere Wirkung als auf die Ebbe hat. Die 3 Zählungen in den Breiten von Villequier findet man zurück in den Tiefen, doch geändert was ihre Lage betrifft und gemildert durch die Biegung der Kilometerzeichen 313 und 314; es scheint dass die der Biegung zuzuschreibenden Abweichungen 400 Meter stromabwärts und 800 Meter stromaufwärts betragen.

Die Biegung am Kil. 311 macht sich 700 Meter stromaufwärts bemerkbar. Die Wirkung stromabwärts zeigt sich in sofern, als die Schrägheit des Thalwegs steiler ist, als sie sein würde, wenn nur die Breitenänderung in Betracht käme.

Der Einfluss der Einbiegung zwischen Kil. 310/11 veranlasst einen Höcker stromaufwärts, wozu die Breite keine Veranlassung giebt, mit 400 Meter Abweichung.

Ebenso ist zwischen Kil. 309/308 der combinirte Einfluss der Biegung und der Breite sehr bemerkbar und correspondirt mit einer Abweichung von 400 Meter stromaufwärts und 600 Meter stromabwärts.

Wir wollen uns nicht bei den Löchern der Kil. 304, 305 und 306 aufhalten, welche mit überschwemmten Wehren zusammenhängen. Der Effect der Biegung Kil. 305/306 macht sich stromabwärts mit einer Abweichung von ca. 800 Meter bemerkbar.

Wir finden danach den Einfluss der Erweiterung von Malacouis in sehr genauer Weise auf 5—600 Meter stromabwärts durch die Biegung von Kil. 302 aufgehoben.

Die Senkung zwischen Kil. 300/301 rührt von einer überschwemmten Bank her und nicht von der Biegung zwischen diesen beiden Kilometerzeichen, deren Einfluss sich mit 700 Meter Abweichung stromabwärts zeigt.

Die Biegungen zwischen Kil. 300 und 295 combinirt mit den Breiten geben fast genau die Tiefen und Untiefen an, nach der Theorie des Herrn FARGUE mit 700 Meter Abweichung stromabwärts.

Die starke Vertiefung, welche am Kil. 296 bemerkbar ist, kommt von der Existenz eines Kap's unter Wasser; sie hängt weder von der Biegung noch von der Breite am Ebbe-Niveau ab.

Der Einfluss des Loches von Hogues fällt zusammen mit einer geraden Strecke und bedingt eine Untiefe wonach der Thalweg ebenfalls wieder dem Gesetz der Breiten mit den aus den Biegungen entstehenden Correctionen unterliegt.

Das Tiefeminimum bei Kil. 291 hängt zusammen mit dem Biegungsminimum an einem Punkt, wo die Breite ebenfalls ihren kleinsten Werth erreicht, mit einer Abweichung von ca. 500 Meter stromabwärts.

Ebenso macht der Einfluss der Biegungen Kil. 285 und 283 sich 400 Meter stromabwärts deutlich bemerkbar in Gestalt eines Höckers verursacht durch übergrosse Breite (Siehe Tafel II).

Zwischen den Kil. 283 und 274 zeigt sich derselbe Effekt mit Abweichungen von 3—400 Metern stromabwärts.

Wir finden noch dieselben Resultate an der Bank von Bardonville obgleich sehr abgeschwächt durch die geringe Beweglichkeit des Bodens und etwas gefälscht durch in letzter Zeit ausgeführte Baggerarbeiten.

Von Kil. 265 an finden wir die grosse Tiefe von Caumont, welche ihr Entstehen der Verengung und einer starken Biegung mit Abweichung von 800 Meter stromaufwärts und 1100 Meter stromabwärts verdankt.

Danach finden wir Tiefen, welche der graphischen Linie der Breiten ungefähr folgen.

Der Einfluss der Biegung zeigt sich auch sehr deutlich zwischen Kil. 258 und 254. Doch ist es in dieser Gegend in Folge der zahlreichen Inseln zwischen welchen das Fahrwasser hindurch gezogen ist, unmöglich Schlussfolgerungen zu ziehen.

Vorstehende Untersuchungen beweisen, dass die Tiefewechselungen auf der Seine sehr genau von der Breite, verbunden mit den Biegungen abhängen.

Ueberall, wo nur Variationen in der Breite sind, scheint die Tiefe des Fahrwassers mit zu folgen und zwar ohne bemerkbare Abweichung: überall wo sich die Breiten in einer verhältnissmässig anhaltenden Art ändern, richtet sich die Tiefe nach der Biegung und dem Tracé. Es scheint sogar, dass bei wenig abbröckelndem Terrain die vorhergesehenen Wirkungen sich anhaltend bemerkbar machen, wenn auch mit beschränkter Intensität.

Ueberall wo vergrösserte Breite mit ermässiger Biegung zusammenwirken, kann man auf Untiefen rechnen.

Obleich die Feststellung der Abweichungen eine ziemlich unsichere Sache ist, und leicht zu Streitigkeiten führen kann, ist es bemerkenswerth, dass die Abweichungen stromaufwärts von Tancarville bis zum Trait gehen um danach zu verschwinden.

Genau am Trait hört „le mascaret“ auf, sich bemerkbar zu machen. Die stärksten Abweichungen stromaufwärts sind bei Tancarville in der Gegend von Villequier, d. h. an den Punkten wo die Breite geringer ist.

Man hat noch eine ausnahmsweise Abweichung stromaufwärts gefunden; dieselbe steht in Verband mit der abnormalen Verengung bei Caumont.

Wenn wir diese Resultate vergleichen mit den aus den Durchflusslinien gezogenen Mittheilungen, so finden wir, dass die eingeführte Masse von Tancarville bis zum Trait sehr schnell abgeschwächt wird. Von da ab bis nach Caumont bleibt sie ungefähr konstant, um danach wieder bis Rouen sehr schnell zu vermindern.

Alle Verengungen und Biegungen hindern den Eintritt der Fluth und beeinflussen mehr oder weniger die hydraulische Kraft des Flusses.

RÜCKBLICK UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.

A. Das gegenseitige Verhältniss der Biegungen und der Tiefen ist erwiesen durch die Garonne und Seine, soweit für Seeschiffe befahrbar. Auf der Garonne, wo die Breite eine im verhältniss sehr regelmässige ist, und die Biegungen gradwärt sind, folgen die Schwankungen der Tiefe genau den Biegungen. Auf der Seine, wo die Breite eine sehr unregelmässige ist, wirken die beiden Faktoren zusammen und durch die Annäherung der Diagramme kann man Punkt für Punkt den respectiven Einfluss der beiden Ursachen auseinandersetzen.

B. Die Wirkung der Biegungen nimmt zu mit der Breite, der Tiefe und der Schnelligkeit d. h. dem Durchfluss, und hängt noch von anderen Zuständen ab, der Art des Tracés, des Bodens u. s. w., alles in einem Verhältniss, welches nicht genau angegeben werden kann.

Es ist natürlich, den wahrscheinlich proportionellen Einfluss der Breite auszudrücken durch Berechnung der Biegungen, nach dem Verhältnisse des Biegungsradius zu dieser Breite. Auf der Garonne mit einem mittleren Durchfluss von 3—4 Meter per Meter Breite und per Secunde kann das Verhältniss des Biegungsradius zur Breite ohne Bedenken für das Fahrwasser, und wie es scheint, sogar mit Vortheil für dasselbe, auf 4 für die mittlere Biegung, oder 2 für den Gipfel derselben heruntergehen. Die Seine oberhalb Candebeac ist in ähnlichen Verhältnissen.

Unterhalb Candebeac bis Tancarville bei einem mittleren Durchfluss per Meter Breite von circa der doppelten Grösse, welche bei lebhafter Strömung sogar das dreifache und bei Fluth in Folge des reichlichen Fluthwechsels und ungenügender Breite sogar das vierfache erreichen kann, verursacht das Verhältniss 5 für einen Cirkelbogen ernste Störungen und ist erwiesenermassen übergraben.

C. Das Gesetz der Abweichung, welches bei Flüssen, welche dem Fluthwechsel unterworfen sind, in beiden Richtungen wirkt, ist allgemein gültig. Die Abweichung, welche mit dem Zustand des Tracé und dem Durchfluss in einem noch nicht genau festgestellten Verhältniss wechselt, hängt hauptsächlich von der Breite ab.

Für die Feststellung des Tracés kann man in der Praxis zwischen der Abweichung und der Breite das Verhältniss 2 annehmen.

D. Die Regulierung der Breite ist von allererster und vorwiegender Wichtigkeit, welche die Lehre der gebogenen Tracés niemals zu verdrängen beabsichtigt hat. Dieselbe will nur bei gleichen, als richtig vorausgesetzten Breiten die besten Resultate geben.

Die vergleichenden Vortheile der geraden und der gebogenen Tracés bilden noch eine offene Frage; da jedoch in den meisten Fällen Krümmungen unvermeidlich sind gilt es jedenfalls zu studieren, wie dieselben am besten herzustellen sind um nach der einen Meinung am nützlichsten oder nach der anderen am wenigsten schädlich zu sein; dies kommt in der Praxis auf dasselbe heraus.

E. Dieselbe Bemerkung gilt auch für die Anwendung von Biegungen auf Flüssen mit Fluthwechsel.

Dieselben bedingen stets, je nach ihrer Bedeutung, einen Verlust an Kraft welche dem Eintreten der Fluth und der hydraulischen Kraft des Flusses schädlich ist.

Aus diesem Grunde wollen viele Ingenieure die Krümmungen abschaffen; die Frage ist bestreitbar und schwierig, doch wird man dieselben in vielen Fällen wenn nicht einführen, doch bestehen lassen müssen; es ist also auch auf den Flüssen mit Stromwechsel, noch mehr als auf den anderen nöthig, die Behandlung derselben zu studieren.

F. Die Tracés, welche aus geraden Strecken bestehen, welche durch Cirkelbogen verbunden sind, können annehmbare Resultate geben, wenn sie gut hergestellt sind, hinsichtlich der Wahl der Bogen, ihrer Entwicklung der Position der Tangentenpunkte und der Reihenfolge der Breiten; doch der Ersatz der graduirten Biegungen durch Cirkelbogen, welche nur eine Vereinfachung ohne praktischen Nutzen bedeutet, kann nur Schwierigkeiten verursachen. Um dieselben zu beurtheilen, wäre es nützlich, über die Tiefeverhältnisse den Cirkelbogen entlang Observationen zu machen namentlich bei verändertem Durchfluss.

G. Alle Aenderungen im Durchfluss, hohes und niedriges Wasser bei gewöhnlichen Flüssen und stilles Wasser bei dem Fluthwechsel unterworfenen Flüssen, machen die Einrichtung complicirter, indem dieselbe um so leichter ist je regelmässiger der Fluss ist. Die von Herrn FARGUE vorgeschlagenen Tracés bezwecken, möglichst wenig von der wirksamsten Linie welche der Thalweg liefert abzuweichen, und an den konvexen Stellen Haltepunkte zu bilden, welche die Stoffe bei abwechselnden Steigen und Fallen aufnehmen. Diese Gesichtspunkte sind von lebhaftem Interesse doch bedürfen der Bestätigung, und sind ohne Zweifel noch dem Widerspruch ausgesetzt.

H. Der Gebrauch der synoptischen Diagramme, welche bestimmt sind, alle Elemente welche auf das Wesen eines Flusses Bezug haben und Einfluss auf einander ausüben einander gegenüber zu stellen, ist sehr nützlich und sogar nothwendig, nicht nur um die Wissenschaft zu befördern, sondern hauptsächlich und abgesehen von aller Theorie, um den Verbesserungsarbeiten als Leitfaden zu dienen und deren Resultate allmählich zu controliren.

Paris, 6. Juni 1894.

Inscriptions des Planches. Inchriften der Zeichnungen. Description of the Plates.

PLANCHE I.

Diagramme des largeurs.
 Diagramme des courbures concaves des rives.
 On a porté en ordonnées au-dessous de l'axe des abscisses, les valeurs de
 Diagramme des profondeurs d'eau maxima au-dessous des zéros des échelles.
 Passes et lieux dits:

PLANCHE II.

Diagramme des largeurs au niveau moyen de jusant.
 Axe de la rivière développée.
 Lieu géométrique des profondeurs d'eau maxima au-dessous du niveau moyen de jusant.
 Digue basse.
 Rescindement projeté de la convexité.
 Digue détruite.
 Trou.
 Sable fin, fond mobile.
 Sable vaseux.
 Fonds non mobile, quelques roches.
 Sable vaseux mélangé de quelques galets, assez mobile.
 Gravier et galets, quelques roches.
 Cailloux, gravier et sable.
 Vase et argile très dure.
 Cailloux et vase très dure.
 Tourbe.

BLATT I.

Breitendiagramme.
 Diagramm der Krümmungen der concaven Ufer.
 Man hat die Werthe von in Ordinaten unter der Abscissenachse eingetragen.
 Diagramm der Maximalwassertiefen unter den Nullpunkten der Pegel.
 „Pässe" und Stellen, genannt:

BLATT II.

Breitendiagramm bei mittlerem Ebbe-Wasserstande.
 Achse des entwickelten Flusses.
 Geometrischer Ort der Maximalwassertiefen unter dem mittleren Ebbe-Wasserspiegel.
 Niedriger Deich.
 Geplante Abänderung der convexen Form.
 Zerörter Damm.
 Loch.
 Feiner Sand, beweglicher Boden.
 Schlammiger Sand.
 Nicht beweglicher Boden, einige Felsköpfe.
 Ziemlich beweglicher schlammiger Sandboden, mit etwas Flusskiesel vermischt.
 Grand und Flusskiesel, einige Felsköpfe.
 Kieselsteine, Grand und Sand.
 Schlamm und sehr harter Thon.
 Kieselsteine und sehr zäher Schlamm.
 Torf.

PLATE I.

Diagram of widths.
 Diagram of concave curves of the banks.
 The values have been represented by ordinates below the axis of the abscissae.
 Diagram showing maximum depths of water below the zero marks of the scales.
 Passages and places called:

PLATE II.

Diagram of width at the mean level of the ebb.
 Tracing of the course of the river.
 Locus of maximum depths at the mean level of the ebb.
 Low dike.
 Projected modification of the convexity.
 Ruined dike.
 Hole.
 Fine sand, unstable bottom.
 Slimy sand.
 Constant bottom, a few rocks.
 Slimy sand mixed with pebbles, rather unstable.
 Gravel and pebbles, some rocks.
 Stones, gravel and sand.
 Slime and very hard clay.
 Stones and tenacious mud.
 Turf.

Sable vaseux mélangé de coquillages minuscules.	Schlammiger Sand mit ganz kleinen Muscheln vermischt.	Slimy sand mixed with minute shells.
Argile compacte et argile sableuse.	Massiger Thon und mit Sand vermengter Thon.	Hard clay and sandy clay.
Argile, sable et marne.	Thon, Sand und Mergel.	Clay, sand and marl.
Sable et gravier.	Sand und Grand.	Sand and gravel.

PLANCHE III.

Diagramme des largeurs de la rivière au niveau moyen de jusan.

Diagramme des sections au niveau moyen de jusan.

Diagramme des courbures concaves des rives des fleuves.

On a porté en ordonnée la valeur de

Sur ce diagramme est indiqué la valeur de la courbure kilométrique.

Diagramme des profondeurs d'eau maxima au dessous du niveau moyen de jusan.

Diagramme des débits totaux de jusan.

Diagramme des cubes introduits en amont des diverses stations de la Seine.

Rive droite.

„ gauche.

Le développement de l'axe de la rivière est représenté à l'échelle de

Zéros des diagrammes des largeurs, sections, courbures et profondeurs.

Zéro des diagrammes des débits.

Le niveau moyen de jusan au-dessus du zéro des cartes marines au Havre est

(Pour les autres inscriptions, voir les traductions Pl. II.)

Inscriptions souvent répétées.

Digue.

Echelle.

Légende.

Pont.

BLATT III.

Breitendiagramm des Flusses bei mittlerem Ebbe-Wasserstande.

Querschnittsdiagramm bei mittlerem Ebbe-Wasserstande.

Diagramm der concaven Krümmungen der Stromufer.

Man hat den Werth von als Ordinate eingetragen.

Auf diesem Diagramme ist der Werth der kilometrischen Krümmung angegeben.

Diagramm der Maximal-Wassertiefen unter mittlerem Ebbe-Wasserspiegel.

Diagramm der Gesamt-Wasserabfuhr bei Ebbe.

Diagramm der oberhalb der verschiedenen Seinstationen eingeführten Wasserinhalte.

Rechtes Ufer.

Linkes „

Die Entwicklung der Stromachse ist im Maasstabe von wieder gegeben.

Nullpunkte der Breiten-, Querschnitts-, Krümmungs- und Tiefen-Diagramme.

Nullpunkte der Wasserabfuhr-Diagramme.

Der mittlere Ebbe-Wasserspiegel über Null auf den Marinekarten in Havre liegt

(Die anderen Ausdrücke, siehe Uebersetzungen zu Blatt II.)

Häufig vorkommende Inschriften.

Deich, Damm.

Maasstab.

Zeichenerklärung.

Brücke.

PLATE III.

Diagram showing width of river at the mean level of the ebb.

Diagram of sections at the mean level of the ebb.

Diagram of the concave curves of river-banks.

The value has been represented by the ordinate.

On this diagram is indicated the value of the curve a kilometre in length.

Diagram showing the maximum depths below the mean level of the ebb.

Diagram showing the total discharges at low water.

Diagram showing amount of water received above certain places on the Seine.

Right bank.

Left „

The diagram showing the form of the river-bed is represented on a scale

Zero lines of the diagrams showing the widths, sections, curves and depths.

Zero lines of the diagrams showing the discharges.

The mean level of the ebb above the zero mark of the naval charts at Havre is

(For other references see the translations under plate II.)

Words frequently repeated.

Dike.

Scale.

References.

Bridge.

LEGENDE

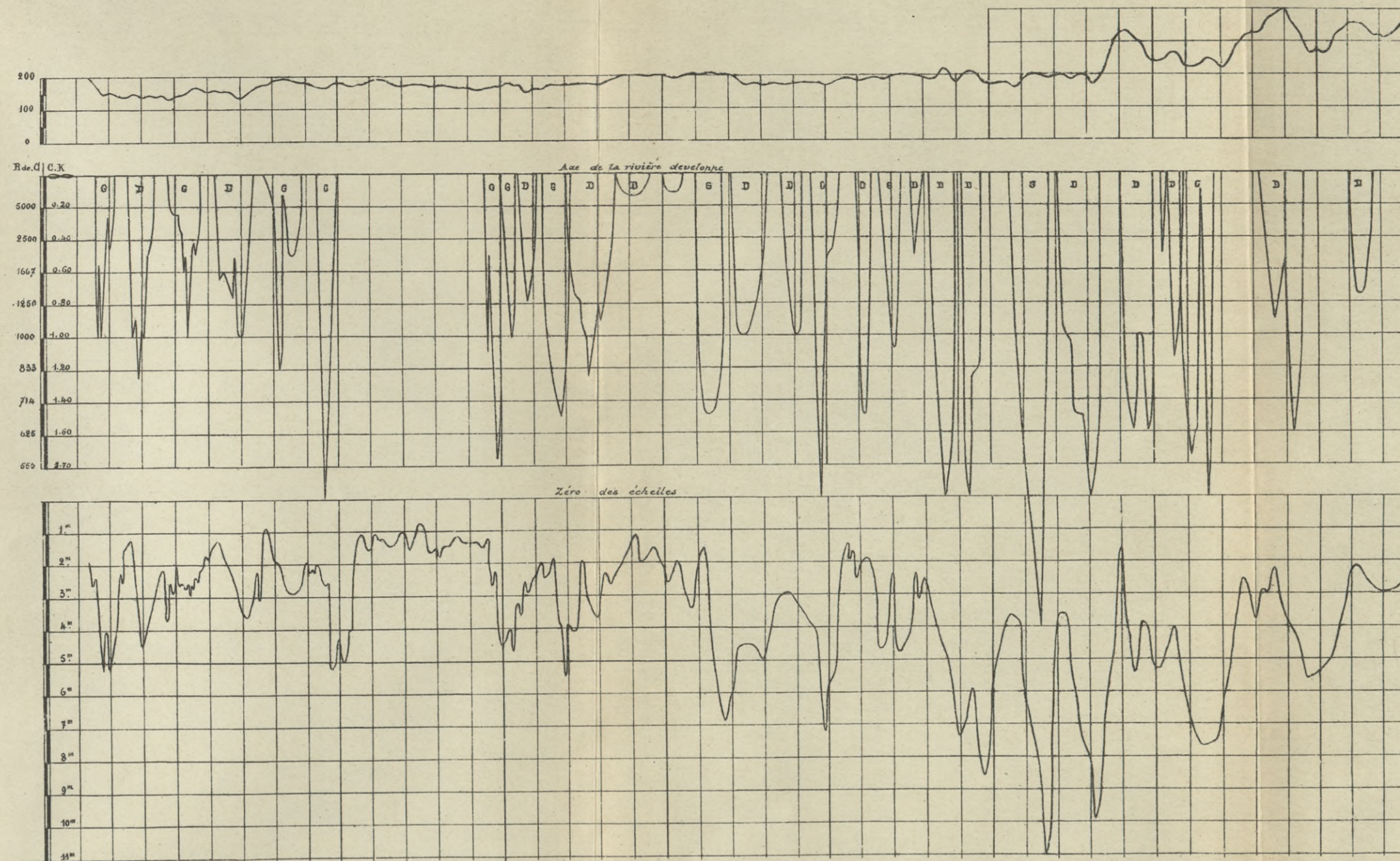
Diagramme des largeurs (Echelle 0.01 p. mètre)

Diagramme des courbures concaves des rives

On a porté en ordonnées au-dessous de l'axe des abscisses, les valeurs de $\frac{1}{\rho}$ (ρ Rayon de courbure en un point considéré)
(Echelle 0.05 p. ρ = Kilomètre)

NB. Les dessins originaux ont été réduits à 2/3. On doit en tenir compte en consultant les échelles inscrites, qui sont celles de l'original.

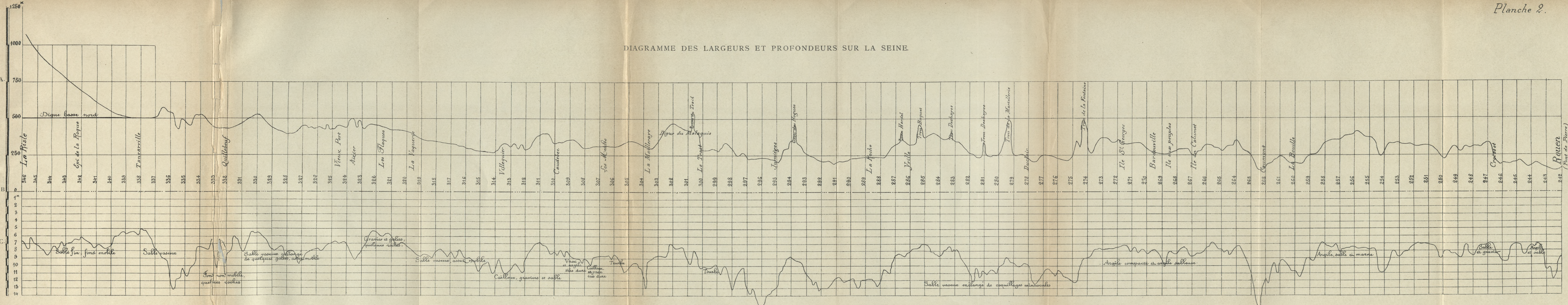
Diagramme des profondeurs d'eau maxima au-dessous des zéros des échelles
(Echelle 0.01 p. mètre)



Echelle 0.01 p. Kilom.

Kilométrage	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Passes et lieux dits	Port de Castels	Passé de Castels	Passé de Pit. Beune	Passé de S. Macaire	Passé de Izargon	Passé de Toulouse	Passé de S. Martin	Passé de la Maison seule	Passé de Nègnes	Ciron	Passé de Barzac	Passé de Vièle	Passé de Lempdes	Passé de Orens	Foussenc	Passé de Guierles	Izangoiras	Portels	Passé de Bessières	Isle S. Georges	Isle Zelande																		

DIAGRAMME DES LARGEURS ET PROFONDEURS SUR LA SEINE.



A. Diagramme des largeurs ou niveau moyen du jasant (Echelle de M. 0.01 pour 100 mètres.)

B. Axe de la rivière développée (Echelle de M. 0.01 par kilomètre)

C. Lieu géométrique des profondeurs d'eau maxima au-dessous du niveau moyen du jasant (Echelle de M. 0.005 par mètre.)

Nota: Le niveau moyen de jussant au-dessous du zéro des cartes marines au Haro est:

à la Riote	3.60	à Caudebec	5.70
à Cancurville	3.90	à Duclair	6.20
à Aizier	5.00	à Rouen	6.80
à Villeguier	5.50		

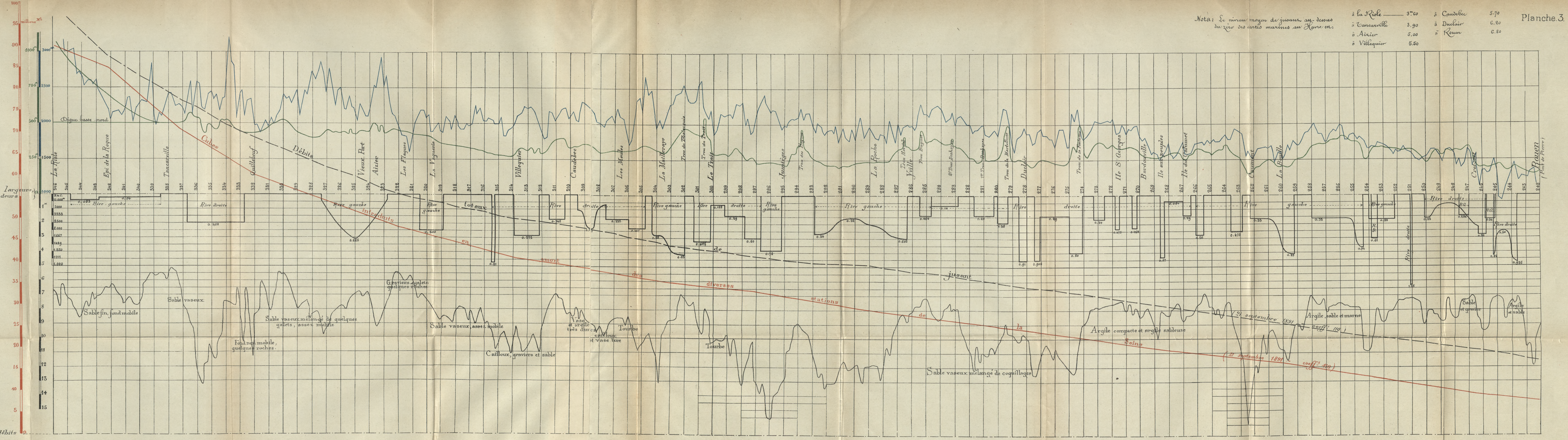
Légende.

- Diagramme des largeurs de la rivière au niveau moyen de jussant. (Echelle de 0.01 pour 100 mètres de largeur).
- Diagramme des sections au niveau moyen de jussant. (Echelle de 0.005 pour 100 m.g.).
- Diagramme des courbures concaves des rives du fleuve. On a porté en ordonnée la valeur de $\frac{1}{p}$ (p. rayon de courbure) à l'échelle de 0.05 pour p = 1 kilomètre. Sur ce diagramme est indiquée la valeur de la courbure kilométrique.
- Diagramme des profondeurs d'eau maxima au-dessous du niveau moyen de jussant (Echelle de 0.01 pour 1 mètre).
- Diagramme des débits totaux de jussant. (Echelle de 0.03 pour 10 millions de mètres cubes).
- Diagramme des cubes introduits en amont des diverses stations de la Seine. (Echelle de 0.05 pour 10 millions de mètres cubes).

Zéro des diagrammes des largeurs, sections, courbures et profondeurs

Zéro des diagrammes des débits

Nota: Le développement de l'axe de la rivière est représenté à l'échelle de 0.01 pour 1 kilomètre.



29 septembre 1891
 20 septembre 1891
 coeff. 110
 coeff. 140



SEINE INFÉRIEURE.



CARTE DE LA SEINE ENTRE ROUEN ET LA MER.

Echelle de 0^m005 pour 1 kilomètre $\frac{1}{200.000}$

