

IX^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION
DUSSELDORF — 1902.

II^e Section.
7^e Communication.

Canaux maritimes
aux embouchures du Dnièpre et du Boug.

Communication

par

Mr. V. E. de Timonoff,

Professeur à l'Institut des Voies de Communication de St. Pétersbourg,
Directeur des Voies de Communication de la Région de St. Pétersbourg.

BERLIN.

P. Stankiewicz' Buchdruckerei.

1902.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316151

ZPCB-167/2018



III-307/122

Canaux maritimes

aux embouchures du Dnièpre et du Boug.

Communication

de

M^r V. E. de Timonoff,

Professeur à l'Institut des Voies de Communication de St. Pétersbourg,
Directeur des Voies de Communication de la Région de St. Pétersbourg.

I. Préambule.

Tandis que les travaux de l'embouchure du Danube exécutés sous la direction d'une commission internationale ont été l'objet de publications très détaillées et très nombreuses, les ingénieurs et le public ignorent presque absolument les travaux, exécutés aux embouchures du Dnièpre et du Boug. Cependant ces travaux, quoique moins importants au point de vue du commerce international, présentent de l'intérêt par la simplicité des procédés employés pour obtenir des résultats techniques remarquables, par la justesse du choix dans un grand delta du bras à améliorer et enfin par la rapidité de l'exécution des travaux.

C'est pour combler cette lacune dans l'ensemble des données sur l'amélioration de l'entrée des ports situés aux embouchures des grands fleuves que l'auteur a cru devoir présenter au IX. Congrès de Navigation une description sommaire des canaux maritimes aux embouchures du Dnièpre et du Boug.

Il lui semblait d'ailleurs que le Congrès de Navigation se réunissant en Allemagne où des travaux d'amélioration de l'entrée des ports situés aux embouchures des fleuves sans marée — à l'aide de dragages intensifs viennent de trouver une application très remarquable au *Frische Haff*, pourrait trouver quelque intérêt spécial dans l'examen d'un cas qui présente en partie une analogie marquée avec les conditions où a été créé tout récemment le canal maritime de Königsberg.

II. Esquisse hydrographique des embouchures du Dnièpre et du Boug.

Ayant donné dans un rapport aux VI Congrès de Navigation Intérieure une description hydrographique complète du Dnièpre (voyez „Les Cataractes du Dnièpre par M. V. E. de Timonoff. St. Pétersbourg 1894, 124 pages, 64 dessins, 10 planches photographiques) l'auteur de ce mémoire ne croit pas devoir revenir ici sur l'ensemble de cette question. Il suffirait de rappeler que le bassin du Dnièpre occupe 527 000 kilomètres carrés, que la longueur totale du fleuve et de ses affluents est de 14365,3 kilomètres dont 9666,1 kilomètres sont navigables, que le débit du fleuve à Ekaterinoslav, à plus de 300 kilomètres de la mer, dépasse pendant les crues 20,000 m. cubes par seconde, pour donner l'idée de la puissance de ce fleuve et faire pressentir l'effet de la collision de ses eaux avec la mer.

Sans non plus chercher à pénétrer pour le moment dans les antécédents des phénomènes qui se produisent à l'embouchure du Dnièpre de nos jours et qui ont amené cette embouchure à l'état où nous la trouvons à présent, bornons nous à constater cet état.

Ainsi que le montre la carte jointe à ce mémoire, le Dnièpre a un vaste estuaire commun avec le Boug, son grand tributaire qui unit ses eaux à celles du Dnièpre à une faible distance de la mer. Cet estuaire ou „liman“, d'après le nom que l'on donne à ce genre de golfes de la mer Noire, a 33 milles marins de longueur suivant la direction EzS $\frac{1}{4}$ E et $9\frac{1}{2}$ milles de largeur maximum. Il est séparé de la mer à l'ouest par l'étroite bande de sable du cordon littoral qui laisse près de l'angle NW du liman une ouverture de $2\frac{1}{4}$ milles par laquelle les eaux du Dnièpre et du Boug s'échappent vers la mer.

La côte nord du liman est haute, s'élevant à 21—23 sagènes*) au dessus du niveau de la mer. C'est une falaise plus ou moins ravagée par l'action des eaux pérennes.

La côte Est est formée par le delta du Dnièpre qui se jette dans le liman au milieu d'un grand nombre d'îles basses, couvertes de juncs et parsemées d'arbres.

La côte sud est basse et sabloneuse.

Le Boug n'a pas de delta. Il a un grand estuaire que s'étend sur 26 milles marins entre le point où le Boug reçoit son affluent Ingoul et où est située la ville de Nikolaeff jusqu'à l'estuaire du Dnièpre.

Les vents dominants en été sont le N, NE, S et SW; ils sont souvent assez forts, surtout au printemps. Au printemps et en automne soufflent souvent les vents de ENE, ESE et NW; les vagues

*) 1 sagène = 2^m13356; 1 sagène cube = 9^m2121; 1 verste = 500 sagènes = 1⁰06678.

qu'ils produisent dans le liman du Dnièpre recontraient le courant contraire rendent le stationnement à l'ancre de bateaux de faible tirant d'eau très incommode. Dans l'estuaire du Boug les vagues ne sont jamais grandes et le stationnement à l'ancre est toujours facile.

Le courant dans l'estuaire du Dnièpre se dirige de l'est vers l'ouest, variant beaucoup en intensité suivant les lieux d'observation et les époques de l'année. La vitesse atteint le maximum au printemps lors des crues du Dnièpre. A cette époque à l'entrée de l'estuaire près de l'extrémité du cordon de Kinbourne la vitesse est de 2 à 3 noeuds; vers la fin du mois de mai cette vitesse décroît rapidement et se tient pendant l'été entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{4}$ de noeuds marins.

A l'endroit où le chenal est resserré entre les côtes qui se rapprochent, notamment en face de la ville d'Otchakof, d'Adjiguiol et du cap Stanislas, la vitesse du courant atteint $2\frac{1}{2}$ et même 3 noeuds. Dans les autres parties du liman la vitesse du courant ne dépasse pas 2 noeuds.

Dans l'estuaire du Boug la vitesse du courant est en général faible, variant beaucoup avec la direction des vents. Quelquefois elle devient (à la surface) nulle et même négative, le courant se renversant. Aussi jusqu'à la hauteur de la ville de Nikolaéf l'eau du Boug est souvent salée.

Les variations de niveau de l'eau dans les estuaires du Boug et du Dnièpre sont dues d'une part au changement du débit des fleuves et de l'autre à l'action des vents. La première cause agit au printemps de la mi-avril jusqu'à mi-juin donnant une différence de niveau variable suivant les localités et atteignant son maximum — $3\frac{1}{2}$ pieds — dans la partie Est du liman du Dnièpre près des bouches du fleuve. La seconde cause agit irrégulièrement élevant ou abaissant le niveau de l'eau par rapport au niveau moyen jusqu'à $1\frac{1}{2}$ pieds dans l'estuaire du Dnièpre et jusqu'à $3\frac{1}{2}$ pieds dans l'estuaire du Boug.

Les glaces dans le liman du Dnièpre et du Boug ne sont pas de longue durée. La congélation a lieu généralement vers la fin du mois de Décembre et la débacle à la mi-Mars. Les glaces atteignent souvent une épaisseur qui ne permet pas de naviguer autrement qu'à l'aide d'un puissant bateau briseglace.

Le fond des limans du Dnièpre et du Boug est formé principalement de vase plus ou moins molle, mélangée par places de coquillages. Les bancs et les passes du delta Dnièpre ont un fond de sable. Sous la couche supérieure de ces dépôts récents on trouve généralement un argile assez compact.

La largeur du liman du Dnièpre est en face de l'embouchure

du Boug de $9\frac{1}{2}$ milles, à la hauteur du cap Boublikoff $7\frac{1}{2}$ milles, du cap Stanislas $2\frac{1}{4}$ milles. Les profondeurs sont assez uniformes, variant pour la plupart entre 20 et 25 pieds dans la moitié ouest du liman et tombant ensuite à mesure que l'on se rapproche des bouches du Dnièpre à 17—18 pieds et même à 15 pieds. Par contre sur le banc d'Otchakof la profondeur n'est que de 16 pieds et dans la gorge du liman près du cap Stanislas le courant a creusé une fosse de 42 pieds. Les profondeurs du liman du Boug atteignent isolément jusqu'à 40 pieds.

Le Dnièpre se déverse dans le liman par un grand nombre de bras. Son delta n'a pas de sommet bien nettement défini car sur une grande portion de son cours inférieur le Dnièpre a des bras latéraux nombreux qui sont séparés entre eux par des îles basses formées d'alluvions. Cependant le bras principal ou le Dnièpre proprement dit a un delta assez nettement marqué dont le sommet se trouve à 4,4 kilomètres en aval de la ville de Kherson (voyez la carte du liman). Le fleuve se divise ici d'abord en deux bras le *Sary Dnièpre* et l'*Olkhovoy Dnièpre*. Le *Sary Dnièpre* (ou la *Konka*) se jette dans le liman par la bouche dite *Zbouriev*. L'*Olkhovoy Dnièpre* suit une direction presque rectiligne jusqu'au liman où il se jette, après avoir changé le nom et s'appellant *Bakai*, par la bouche appelée *Bélogroudov*. A 16 verstes en aval de Kherson un puissant bras se détaché l'*Olkhovoy Dnièpre*, portant le nom de *Rvatch* dont la bouche principale dans le liman s'appelle *Kasperov*.

Outre ces trois bras principaux et les bouches navigables qui leur correspondent, tout le delta est parsemé de nombreux bras secondaires qui se jettent dans le liman au milieu d'un grand nombre d'îles basses et marécageuses.

L'importance relative des bras principaux et de leurs passes ressort du tableau suivant:

	Vitesses moyennes		Débit		Profondeur de la passe en eaux basses pieds anglais
	Etiage pieds anglais	Hautes eaux pieds anglais	Etiage sagènes cubes	Hautes eaux sagènes cubes	
Le bras <i>Konka</i> (passe navigable correspondante <i>Zbouriev</i>) .	1,06	2,56	36,05	131,31	7—8
Le bras <i>Bakai</i> (passe navigable correspondante <i>Bélogroudov</i>)	0,71	3,07	75,80	313,94	3—4
Le bras <i>Rvatch</i> (passe navigable correspondante <i>Casperov</i>) .	0,80	2,21	39,59	59,34	5—6

III. Canal maritime d'Otchakoff.

Ainsi que nous l'avons vu au paragraphe précédent la profondeur naturelle du chenal entre la mer et le port de Nikolaéf varie de 20 à 40 pieds, à l'exception du banc d'Otchakoff où la profondeur n'est que de 16 pieds.

L'obstacle que cette barre intérieure présentait au passage des bâtiments de guerre a conduit le gouvernement Russe encore en 1828 à y creuser un chenal artificiel long de $3\frac{1}{2}$ milles marins, large de 25 sagènes et ayant une profondeur, dit on, de 21 pieds*). Les données précises manquent sur ce travail très remarquable pour l'époque où il a été entrepris et exécuté. Ce premier canal maritime d'Otchakoff fut maintenu jusqu'à la guerre de Crimée et en 1858 encore deux bâtiments de guerre cālant 23 pieds purent passer quoique à grande peine par ce canal.

Abandonné ensuite après le Congrès de Paris qui croyait devoir et pouvoir anéantir la flotte de guerre de la mer Noire, le canal maritime d'Otchakoff, se combla peu à peu.

Ce sont les intérêts commerciaux qui rappellèrent ce canal à la vie.

La ville de Nikolaéf, reliée par une voie ferrée au riche bassin de blé de la Russie méridionale, prit un grand essor commercial, l'exportation de grains ayant atteint en 1878 — 35 000 000 pouds.**)

Les bateaux ne pouvant pas prendre tout leur chargement à bord à Nikolaéf, des opérations de transbordements étaient nécessaires après la traversée de la barre d'Otchakoff d'où résultaient des pertes pour le commerce estimées à $\frac{1}{2}$ million de fres. par an.

La comparaison de cette perte au taux de l'intérêt du coût d'un canal maritime de 20 pieds cumulés avec la dépense d'entretien fit ressortir l'avantage de la construction de ce canal.

La direction (v. la carte) choisie d'après les études faites en 1881 par Mr. Gnoussine, Ingénieur, qui plus tard dirigea les travaux, était celle du chenal naturel suivi par les bateaux.

Le canal a une largeur au plafond de 50 à 55 sagènes et une profondeur de 20 pieds. La longueur du canal est de 3600 sagènes.

Le cube à enlever était estimé à 70—80 milles sagènes cubes.

La dépense prévue était environ de 1 million de roubles***) dont la moitié pour l'acquisition des appareils de dragage.

Les travaux commencés en 1885 furent exécutés par l'entreprise.

Le canal a été ouvert à la navigation au mois de Juillet 1887.

*) Voyez Gnoussine, Le canal d'Otchakoff, St. Pétersbourg, p. 2.

**) 1 poud = 16^{kilo}38046.

***) 1 rouble = 2^{fcs}67.

IV. Premiers travaux du canal maritime du Dnièpre exécutés par la ville de Kherson.

Le désir d'améliorer les conditions nautiques et commerciales des embouchures du Dnièpre a conduit le gouvernement à accorder à la ville de Kherson qui par sa situation était la plus intéressée à l'augmentation du mouillage du chenal d'accès de son port, un subside de 427 000 roubles (plus d'un million de frs.). Cet argent était destiné à couvrir les frais de la construction d'un canal maritime de 14 pieds sous zéro, au minimum, à creuser dans la barre du Dnièpre.

Le choix du bras à améliorer et la direction des travaux était confiés à la municipalité de la ville de Kherson.

Une commission nommée à cet effet se prononça en faveur du bras le plus puissant ayant les plus grandes sections, le plus grand débit possible. C'était le bras Bélogroudov.

Le chenal à creuser devait selon l'avis de la commission être le prolongement direct du bras. Or, le bras Bélogroudov rencontrant sous un angle très aigu celui de Zbouriev qui dans l'avant-delta n'en était séparé que par un étroit banc de sable, le canal maritime fut projeté de façon à couper ce banc en travers (voyez la carte du liman).

L'emplacement et la direction du chenal étaient donc très défavorables. Placé dans la partie du delta où se jettent les deux bras les plus puissants et chariant le plus de matières solides et où l'avancement du delta, la formation de barres etc. sont les plus rapides; passant à travers un banc qui séparé les deux bras voisins et s'avance constamment vers la mer; coupant enfin le chenal naturel de la passe Zbouriev, — le canal projeté était exposé à des ensablements très considérables et, une fois achevé, devait exiger des frais d'entretien énormes.

La longueur totale du canal de 14—15 pieds était de plus de 5 verstes, sa largeur 35 sagènes.

Les appareils employés pour exécuter ce travail étaient les dragues suceuses de Bazin.

A cette époque (après 1871) cette invention française*) a réussi à trouver en Russie un fort appui. En 1874—76 une société s'est formée pour exploiter les brevets de M^r Bazin.

Cette société, grâce à l'influence de ses membres, réussit en peu de temps à obtenir des travaux considérables, entre autres le creusement du canal maritime des bouches du Dnièpre.

Les suceuses de Bazin étaient très faibles et ne refoulaient les terres extraites qu'à 30—40 mètres des bords du canal. Ces grands dépôts de produits de dragage, situés à une petite distance du canal

*) Voyez V. E. de Timonoff, Les dragues à succion. Rapport au VII Congrès de Navigation 1898.

et soumis à l'action du courant et des vagues, devaient incontestablement beaucoup contribuer à l'ensablement rapide du canal

Les dragues étant peu puissantes, le travail se faisait lentement et il y avait là encore un élément d'insuccès, l'ensablement venant en notable partie détruire les résultats acquis. Le prix de revient d'un sagène cube de sable dragué et transporté était de 4 à 7 roubles au lieu de 1 r. 55 k. portés au dévis.*)

Malgré toutes les circonstances défavorables que nous venons d'énoncer: situation et direction du canal défectueuses, éloignement des lieux de dépôts insuffisant, travail de creusement lent — en 1881 la profondeur de la passe Bélogroudov était plus grande que celle de la passe Zbouriev.

Le canal n'était pourtant pas achevé, la largeur prévue n'étant pas atteinte, mais le subside de l'Etat était épuisé et, la ville de Kherson ne disposant pas de fonds nécessaires, les travaux furent complètement arrêtés en 1883 sans qu'aucune mesure fût prise pour empêcher le canal de s'ensabler.

Abandonné ainsi à l'action des courants et des vagues, le canal perdit vite ses profondeurs surtout près du banc de séparation entre les bras Zbouriev et Bélogroudov et en 1888 la profondeur du chenal naturel de Zbouriev (8 $\frac{1}{2}$ pieds) était plus grande que celle du canal artificiel (7 $\frac{1}{2}$ pieds). La navigation ne s'y fit plus; on se servait de la passe Zbouriev.

Le canal maritime de Kherson se comblait de plus en plus, disparaissant sur certaines sections complètement sous les sables du fleuve.

V. Etudes du delta Dniéprien et choix du bras pour la création du nouveau canal maritime de Kherson faits par l'auteur de ce memoire.

En 1891 le Ministère des Voies de Communication a confié à M^r V. E. de Timonoff l'étude des embouchures du Dnièpre et le choix du bras à améliorer. L'état des embouchures était à cette époque très défavorable. Le canal creusé dans la passe Bélogroudov était comme nous l'avons vu au § 4 en partie comblé et ne pouvait point être utilisé pour la navigation. Le chenal navigable suivait la passe Zbouriev où cependant les profondeurs tombaient fréquemment à moins de 9 pieds, de sorte que les petits bateaux à voyageurs faisant le service entre Odessa et Kherson ne pouvaient pas toujours circuler librement. Ce chenal était balisé par des signaux de jour et de nuit et un service de remorquage gratuit à l'aide d'un bateau de l'administration des voies de communication était organisé

*) Un rouble par sagène cube — approximativement 0,27 fr. par m. c.

afin d'empêcher les échouages des bateaux à voiles. Les accidents de cette nature sont dans un chenal étroit et sinueux aux embouchures un grand danger pour la navigation dans son ensemble. Un bateau échoué par suite d'une fausse manoeuvre est un obstacle pour ceux qui le suivent. D'autre part il est un obstacle au libre écoulement des dépôts et un banc de sable ne tarde pas à se former autour d'un pareil point. Or, pour empêcher les obstacles de cette nature de se produire, l'expérience l'a démontré, le seul moyen efficace, tant que le chenal est à l'état naturel, est le remorquage gratuit et obligatoire au besoin. C'est à ce moyen qu'on avait recours au Dnièpre.

On avait d'ailleurs cessé tout travail de dragage, considéré désormais comme incapable de donner un résultat utile quelconque, et pour l'entretien du chenal aucune drague n'était mise à la disposition de l'administration. Les profondeurs et la direction du chenal variaient donc au gré du fleuve, l'oeuvre de l'administration se bornant ainsi qu'il a été dit plus haut, au simple balisage du chenal tel qu'il était à un moment donné et à l'indication du minimum de profondeur sur la crête de la passe par un sémaphore.

Les études de M^r de Timonoff en 1891 et en 1892 le conduisirent à la conclusion que l'insuccès des travaux précédents aurait pu être évité si on avait trouvé parmi les bras très nombreux du delta un d'entre eux qui, n'aurait pas les défauts de la passe Bélougroudov.

Les desiderata à réaliser par un tel bras doivent être d'après l'auteur les suivants:

Ce bras doit avoir, entre le point de bifurcation ou le sommet du delta et la barre, des profondeurs naturelles suffisantes pour les plus grands bateaux qui y circuleront après l'amélioration de la passe extérieure.

Les sections mouillées de ce bras et son débit d'eau ne doivent pas dépasser de beaucoup les minima exigés par la navigation afin d'avoir à lutter contre un débit solide aussi faible que possible.

Le bras en question doit se jeter dans la mer en un point du delta où l'avancement des atterrissements est lent et aussi loin que possible des bras principaux à grand débit.

La barre devant ce bras doit être aussi étroite que possible pour que le chenal à creuser et à entretenir soit réduit au minimum de longueur.

Enfin, le bras à améliorer doit avoir une direction telle que le chenal à ouvrir à travers la barre puisse être prolongé au fur et à mesure de l'avancement du delta.

L'ensemble des desiderata que nous venons d'énoncer est loin d'être réalisé dans les deltas de tous les fleuves et on doit sacrifier un avantage à d'autres.

D'ailleurs l'appréciation des qualités que l'on doit demander au bras à améliorer est une chose excessivement délicate, exigeant une profonde investigation des phénomènes de la vie, du delta, non seulement dans le présent, mais aussi dans le passé et dans l'avenir.

Les études du delta Dniéprien ont conduit l'auteur à la constatation que le bras Nord, le „Rvatch“, jusqu'alors tout à fait déconsidéré, réalisait avec un rare bonheur les desiderata qui pouvaient être posés à l'égard d'un bras à améliorer.

En effet, sans avoir un débit aussi considérable que le bras principal, le Rvatch présente partout des profondeurs suffisantes; il est assez droit, se jette dans le liman dans la partie la plus stable du delta; sa barre est courte quoique avec une faible profondeur (5—6 pieds); la passe profonde était facile à ouvrir sur cette barre dans la direction de la partie la plus profonde et le mieux abritée du liman, partie qui servait toujours de rade aux bateaux ne pouvant entrer dans le fleuve, et où se faisaient les opérations de transbordements dont il a été parlé plus haut.

Le point le plus délicat du choix du bras ayant été ainsi heureusement résolu, les études qui suivirent portèrent sur le programme des travaux à exécuter. Ce programme dressé par M^r de Timonoff comprit les éléments suivants:

a) étude détaillée de la partie nord du delta et du liman Dniéprien et du cours du Rvatch, ayant pour but la détermination précise de la direction suivant laquelle un canal maritime peut être ouvert en prolongement de ce bras;

b) création de ce canal avec une profondeur limitée d'abord à 14 pieds, afin de procurer à la navigation des embouchures du Dnièpre des avantages sur la situation préexistante (9 pieds sur la passe Zbouriev) le plus tôt possible.

c) augmentation graduelle de la profondeur du canal maritime à 17—18 pieds de façon à rendre le port de Kherson accessible aux bateaux à vapeur fréquentant les ports de la mer Noire et de la Méditerranée.

d) augmentation ultérieure de la profondeur du canal maritime jusqu'à 22 pieds à mesure que cela sera permis par les moyens dont on pourra disposer à cet effet, soit qu'ils soient accordés par l'Etat, soit que ce soit le produit d'un péage à établir.

Les conclusions ci-dessus eurent l'approbation de M^r le Ministre des Voies de Communication et à l'heure qu'il est le programme est réalisé aussi loin que la création d'un canal de 17¹/₂ pieds de profondeur.

VI. Travaux d'essai et travaux définitifs du canal maritime de Kherson exécutés sous la direction de Mr. Nadporojski.

La réalisation du programme adopté pour l'amélioration des embouchures du Dnièpre et exposé au paragraphe précédant, commença par le lever de plans détaillés et les nivellements du delta accompagnés de travaux d'essai de dragage sur la passe du Rvatch.

Ces études et travaux étaient confiés à Mr. Nadporojski, Ingénieur en chef des Voies de Communication en résidence à Kherson.

Les travaux d'essai avaient pour but principal de lever le doute qui pouvait exister, après l'insuccès des travaux de la passe Bélogroudov, sur la possibilité d'améliorer les conditions nautiques des embouchures du Dnièpre par les dragages; ensuite ces travaux devaient établir le prix de revient des dragages, enfin augmenter, dans les limites des crédits alloués à ces travaux, la profondeur sur une des passes du Rvatch, qui dès lors pourrait être utilisée par les bateaux de préférence à la route plus longue de Zbouriev.

La profondeur minimum sur la barre du Rvatch à l'emplacement choisi pour le canal était $1\frac{1}{2}$ —2 pieds seulement. La drague affectée aux travaux d'essai commencés en 1894 était une vieille drague à godet de 200 IHP desservie par 4 chalands à clapets de 8 sagènes cubes de capacité et de 2 bateaux à vapeur (60 HP à 80 HP).

Cette drague enlevait 9 sagènes cubes par heure dans l'argile et $19\frac{1}{4}$ sagènes cubes dans la vase, en moyenne. En 1894 elle a creusé un canal long de $2\frac{1}{4}$ verstes, large de 25 à 30 sagènes et profond de 9 à 12 pieds. Les matières draguées étaient déposées à 3 verstes de distance près de la côte nord du liman.

Les hautes eaux de 1895 ont déposé dans le canal 4700 sagènes cubes de sable, quantité très faible comparativement à ce que ces mêmes eaux déposèrent dans le chenal de la passe Zbouriev (40 000 sagènes cubes environ).

Les dragages d'essai repris en 1895 firent bientôt disparaître ce dépôt et achevèrent la jonction des profondeurs du bras Rvatch avec celle du liman par un canal continu.

Déjà au mois d'Août 1895, ce canal n'avait nulle part moins de $9\frac{1}{2}$ pieds et dans le liman même 12 pieds, présentant une longueur totale de 1800 sagènes. Le commerce s'empressa de s'en servir et en deux mois par le nouveau canal d'essai passèrent 740 bateaux portant 10 millions de pouds de marchandises.

Les dragages furent donc poursuivis avec intensité et une seconde drague avec 3 chalands à vapeur vint s'adjoindre à la première.

La matière draguée était principalement de l'argile et du sable. La quantité totale draguée en 1895 — atteignit 25 700 sag. cubes mesurés dans la fouille. Le prix de revient d'un sagène cube dragué et transporté à 5 verstes était de 1 r. 36 kop. (sans les réparations des dragues). Vers la fin de la campagne de 1895 le canal a été sensiblement élargi et approfondi, la profondeur dans la partie la plus exposée aux ensablements ayant été portée à 14 pieds. En 1896 la quantité de sable déposé par les hautes eaux dans le canal n'était que 3000 sagènes cubes. Remarquons de suite que, les années suivantes, les hautes eaux étant faibles, ce dépôt était encore moindre.

Les résultats des travaux d'essai ayant parfaitement démontré l'exactitude des prévisions exposées au paragraphe précédent, le projet d'un canal de 17 $\frac{1}{2}$ pieds de profondeur à creuser sur la passe du Rvatch fut définitivement approuvé et un crédit de 2 189 750 roubles alloué par le Conseil de l'Empire pour l'exécution de ce travail.

Les travaux dirigés par M^r Nadporojski se distinguent par leur excellente organisation et une exécution systématique qui permirent en 5 années d'extraire 540 000 sagènes cubes (5 millions de mètres cubes environ) avec une flotte de dragues dont la puissance totale est caractérisée par les chiffres suivants:

	Min.	Max.
Nombre de chevaux indiqués employés pour le dragage	380	— 700
id. pour le transport des déblais	510	— 960
id. pour le refoulement.	0	— 450

Parmi les appareils employés aux travaux des embouchures du Dnièpre, on doit mentionner plus spécialement une drague à godets construite par M. W. Simons & Co. à Renfrew, de 500 IHP et une drague suceuse, refouleuse et aspiratrice en chalands construite par la Société Anonyme „Werf Conrad“ à Haarlem (Hollande).

Les dimensions principales de cette dernière drague sont:

Longueur de la coque entre perpendiculaires	42,—	Mètres
Largeur sur membres	7,—	„
Creux de la quille aux barrots	3,50	„
Tirant d'eau en état de service	2,45	„
Vitesse par heure, à marche libre	9,—	Noeuds
Capacité des soutes à charbons	50,—	Tonnes
Force de la machine principale	300,—	ch. Ind.
Force de la machine auxiliaire	150,—	„ „
Surface de chauffe de la chaudière principale	130,—	M. carrés
Surface de chauffe de la chaudière auxiliaire	9,—	„ „

Capacité de rendement par heure de l'appareil travaillant en aspirant dans les chalands	200,— M. cubes
avec une longueur de la conduite de refoulement de	400,— Mètres
et une hauteur de refoulement en dessus de l'eau	1,5 „
Capacité de rendement par heure en travaillant en aspirant du fond et en refoulant à la longueur et à la hauteur comme ci-dessus	250,— M. cubes;

le rendement en aspirant dans les chalands étant calculé tenant compte de l'emploi de chalands d'une capacité de 150 Mètres cubes.

Le bateau a des formes marines et est construit et équipé pour pouvoir remplir les conditions suivantes de travail:

- servir comme remorqueur,
- servir comme drague aspiratrice aspirant du fond,
- servir comme drague aspirant dans les chalands accostés,
- servir comme refouleur étant accosté à une drague à godet et recevant les déblais de cette drague.

La dépense totale exigée par la création d'un canal de 17¹/₂ pieds se chiffre de la façon suivante:

Acquisition du matériel de dragage etc. . .	864 000 roubles
Exécution des travaux de dragage et réparation des dragues, chalands	728 000 „
Ouvrages fixes: digues, phares etc., expropriation, imprévus etc.	240 000 „
Administration	115 000 „
Economie réalisée sur le devis	243 000 „
Total	2 190 000 roubles
	en chiffre rond.

Le prix moyen d'un sagène cube pour toute la durée des travaux est de 1 r. 35 kop.; ce prix comprend tous les frais sauf l'amortissement du capital et les frais de l'administration supérieure.

L'ouverture officielle du canal de 17¹/₂ pieds a eu lieu en automne 1901, mais, les dragages jusqu'à cette profondeur ayant été achevés sur une moitié de la largeur du canal encore en 1899, les bateaux avec le tirant d'eau correspondant ont fréquenté Kherson bien avant l'ouverture officielle du canal.

Le succès incontestable de ces premiers travaux entrepris à l'embouchure du Dnièpre afin de rendre Kherson un port maritime, travaux qui déjà à l'état actuel amènent un revirement dans les courants commerciaux du midi de la Russie, a formé une base solide

pour l'exécution d'un canal accessible aux bateaux de 22 pieds dont il a été parlé au paragraphe V. et ayant une profondeur de 24 pieds.

Un projet détaillé d'un tel canal a été étudié par M^r Nadporojski et tout le travail est estimé à 4 000 000 roubles, dont 1 400 000 roubles pour l'acquisition de l'ontillage, 600 000 roubles pour les ouvrages fixes et 2 000 000 roubles pour les dragages, la durée de l'exécution prévue est de 8 années.

Le crédit nécessaire à l'exécution de ce travail n'est pas encore alloué.

VII. Travaux d'approfondissement du canal maritime d'Otchakoff et travaux du canal Nikolaéf sous la direction de Mr. Justus.

Les premiers travaux du canal d'Otchakoff décrits au § 3 ont eu pour résultat d'augmenter dans des proportions très considérables l'importance commerciale de la ville de Nikolaéf qui de 15 millions de pouds de blés exportés en 1886 passa à 49 millions de pouds en 1889 et à 93 millions en 1894. En même temps le développement de la marine de guerre russe dans la mer Noire dont le port de Nikolaéf fut le berceau jadis, exigeait un port de construction et de ravitaillement placé aussi loin que possible à l'intérieur du pays, condition si bien remplie par Nikolaéf.

On était ainsi tout naturellement amené à chercher à rendre Nikolaéf accessible aux navires de commerce et de guerre de tout tonnage, de tout tirant d'eau.

Les études ordonnées à cet effet par le Ministère des Voies de Communication et exécutées par Mr. Justus, Ingénieur en Chef du port de Nikolaéf, démontrèrent que, pour obtenir entre la mer et la ville de Nikolaéf un chenal navigable de 30 pieds de profondeur, il faudrait extraire dans les limans de Dnièpre et du Boug 1 750 000 sagènes cubes et devant l'embouchure du liman 120 000 sagènes cubes. La dépense nécessitée par ce travail était estimée à 7 000 000 roubles, si les travaux devaient être exécutés en 9—10 ans, et à 8 200 000 roubles, si la durée des travaux était limitée à 5—6 ans.

Si la profondeur à atteindre n'est que de 25 pieds, le volume à enlever tombe à 700 000 sagènes cubes; la dépense correspondant à une durée des travaux de 5—6 ans est de 2 900 000 roubles.

C'est ce dernier crédit qui a été alloué pour les travaux aujourd'hui en cours d'exécution dans le liman du Dnièpre et du Boug sous la direction de Mr. Justus. Commencés en 1889 les dragages sont déjà achevés sur un parcours de 17 verstes. L'ouverture du canal pourra avoir lieu en 1903.

Les dragues employés à ces travaux sont des dragues à godets et le transport des terres se fait en chalands.

Parmis les appareils de dragage travaillant à Otchakoff une attention spéciale mérite la grande drague à godets „Michael Lissovski“ qui enlève par heure 75 sagènes cubes. Elle est construite par MM. Simons & Co. à Renfrew.

VIII. Conclusion.

En terminant cette courte communication l'auteur croit devoir rappeler au IX. Congrès de Navigation les idées émises au sujet de l'amélioration des embouchures des fleuves sans marée par le V. Congrès de Navigation Intérieure en 1892.

Dans la discussion sur ce sujet Mr. l'Inspecteur Général des Ponts et Chaussées Mengin, président de la 4^{me} section, disait:

„Je traduis ainsi notre pensée: si après études, ou mieux après essais préalables, il est reconnu que l'emploi des dragages doit être écarté, la seule méthode d'approfondir“ les embouchures des fleuves sans marée consiste à prolonger un des chenaux de leur delta.

Mr. Fargue, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, y répondit:

„Ceci nous donne complète satisfaction. J'ajouterai à titre de renseignement qu'il y a longtemps que je drague, et qu'il y a environ vingt cinq ans on avait déclaré, après essais, que le dragage dans la Gironde, au Bec d'Ambès, était impossible, et ne donnait aucun résultat. Pourquoi? Parce qu'on ne mettait pas en oeuvre des moyens assez puissants. Je suis revenu à la charge, j'ai employé des dragues plus puissantes, et j'ai obtenu des résultats considérables en pleine Gironde.“

Ce dialogue entre deux grands maîtres dans l'art de l'hydraulique fluviale caractérise bien les idées dominantes du Congrès de 1892 sur les fleuves sans marée et explique les conclusions adoptées par le Congrès sur ce sujet:

„Si, après études, ou mieux, après essais préalables, il est reconnu que l'emploi des dragages doit être écarté, la seule méthode pour approfondir l'embouchure des fleuves charriant des dépôts et se jetant dans des mers sans marée, consiste à prolonger un des chenaux de leur delta, au moyen de jetées parallèles, jusqu'en dehors de la barre, de sorte que le courant prolongé, concentré au travers de la barre, puisse creuser un chenal plus profond et transporter les dépôts plus avant dans l'eau profonde.

„Il faut choisir l'un des petits bras, si son chenal dans le delta se prête ou peut facilement se prêter aux exigences de la navigation, et il faut se garder d'entraver le débit du fleuve par les autres bras. L'avancement du delta à l'un des petits bras est plus lent et la distance jusqu'à la barre est moindre, d'où moins de frais pour la construction des jetées; d'autre part, si on augmentait le débit en entravant la marche du courant par les autres bras, on augmenterait

en même temps le volume des matières charriées, on accélérerait l'avancement du delta et on rendrait plutôt nécessaire le prolongement des jetées.

„Le succès du système de jetées dépend d'un rapide approfondissement de la mer en face de l'embouchure, de la ténuité et de la légèreté des matières charriées, ainsi que de l'existence d'un courant littoral, de sa vitesse et de la profondeur à laquelle s'étend son action. Toute action érosive des vents et vagues le long des bords du delta est favorable à ce système, de même que toute réduction de la densité de l'eau salée, telle qu'on la rencontre dans une mer intérieure.

„Si le sol sous-marin est plat, si une forte proportion des matières charriées présente une grande densité au point d'être roulées sur le fond du fleuve ou à une faible distance de ce fond, si l'embouchure fait face aux vents dominants dans la région, et enfin s'il n'existe aucun courant littoral, l'amélioration de l'embouchure peut être impraticable, et alors il faut avoir recours à un canal latéral qui doit se séparer du fleuve à quelque distance en amont de son embouchure et pénétrer dans la mer au delà de la zone d'influence des alluvions débitées par la rivière.

„Le système des jetées ne constitue pas une amélioration permanente; tôt ou tard, suivant la mesure dans laquelle les conditions physiques sont défavorables ou favorables, une barre se forme plus au loin et un prolongement des jetées devient nécessaire.“

On voit donc que c'est aux dragages directs sur la barre que le V. Congrès recommandait de demander en premier lieu la solution du problème de l'amélioration des embouchures d'un fleuve. Etudier les conditions locales, choisir le bras et draguer ensuite employant des machines dont le puissance serait en rapport avec la tâche à accomplir, telle est la marche à suivre d'après le Congrès de 1892.

Si par cette marche les résultats désirés ne sont pas atteints, il faut avoir recours à la construction de jetées parallèles dépassant la barre, sans perdre de vue la nécessité de les prolonger indéfiniment à mesure de l'accroissement du delta.

La marche suivie aux embouchures du Dnièpre et du Boug est conforme aux indications du Congrès de 1892 qu'elle a d'ailleurs précédé en grande partie.

Les premiers travaux à l'entrée du Dnièpre en 1828 et en 1875 étaient en effet des travaux de dragage exclusivement. Leur succès incontestable était limité comme durée grâce aux circonstances ne dépendant pas du principe.

Aussi ne se découragea-t-on pas, et on n'hésita pas de demander de nouveau aux dragages l'augmentation de profondeur dans l'estuaire commun du Dnièpre et du Boug près d'Otchakoff, en créant ainsi en

1883 le canal maritime d'Otchakoff profond de 20 pieds qui s'est très bien maintenu depuis.

Revenant ensuite à la charge pour les bouches du Dnièpre proprement dites, c'est en dragant qu'on se proposa de créer ici un canal maritime dans un delta encore très vivant. Seulement pour obtenir un résultat aussi stable que possible, pour l'obtenir vite et le maintenir facilement, on s'est astreint de bien choisir la passe à améliorer et de donner à la flotte des dragues la puissance nécessaire. Le succès qui a déjà couronné cette dernière oeuvre, un canal maritime de $17\frac{1}{2}$ de profondeur ayant été ouvert en cinq années à travers une barre de $1\frac{1}{2}$ pieds, a fait admettre, sans hésitation aucune pour les travaux projetés d'approfondissement du canal d'Otchakof jusqu' à 30 pieds et de la création du canal de Nikolaéf de la même profondeur, les dragages sans aucun ouvrage fixe rétrécissant ou dirigeant le courant.

Constatant ce succès de l'idée des dragages directs des passes aux embouchures du Dnièpre, que de plus de $\frac{3}{4}$ de siècle, date l'auteur de ce mémoire pense que, la puissance des machines à draguer ayant été augmentée pendant ces dernières années dans des proportions inattendues et les procédés de transport des terres par refoulement à de très grandes distances ayant subi des perfectionnements remarquables, les dragages, que d'après le Congrès de 1892, on pouvait être amené à écarter après essai, dans certains cas seront dorénavant le procédé par excellence d'amélioration des embouchures des fleuves.

Dès lors une question importante se pose: comment choisir le bras à améliorer par ce procédé?

Le Congrès de Paris de 1892 a bien indiqué la façon dont le problème doit être traité en ce qui concerne la construction de jetées parallèles sans dire cependant que les mêmes principes étaient applicables pour le cas des dragages directs et exclusifs et sans en indiquer d'autres.

L'auteur voit là une lacune à combler, d'autant plus importante que les dragages s'appliqueront non seulement aux deltas avec une division nette du fleuve en bras, mais aux estuaires, aux limans où le chenal à approfondir n'aura point de rives apparentes et où, pour en trouver la direction, il faudra la lire sur la carte sous marine.

Suivra-t-on les thalvegs ou les évitera-t-on au contraire? Tracera-t-on les chenaux de préférence en lignes droites ou en courbes?

L'auteur pense donc qu'il y aurait lieu de porter sur le programme d'un des prochains Congrès de navigation *la question du choix de la direction d'un chenal à ouvrir et à maintenir par les dragages dans l'embouchure d'un fleuve se jetant dans une mer sans marée.*

Il sera heureux, si lors de cette étude on trouve quelques indications utiles dans la façon dont il lui a été donné de résoudre ce problème pour le cas particulier des embouchures du Dnièpre.

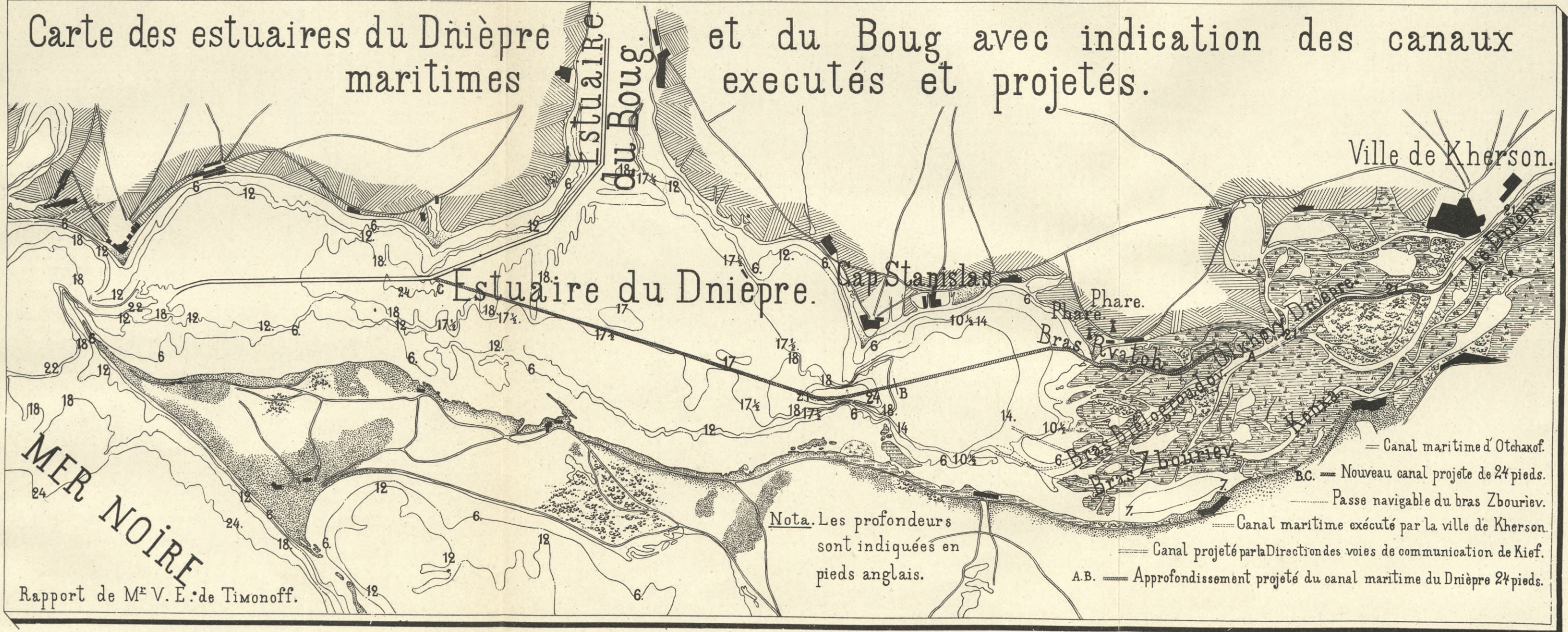
Rapports de M^r V. E. de Timonoff aux Congrès de Navigation précédant :

1889. I. Congrès des travaux maritimes. Paris. *Le port de Libau.*
 1890. IV. Congrès de Navigation Intérieure. Manchester. *Le Volga.*
 1893. II. Congrès des travaux maritimes. Londres. *Les ports en plage de sable dans une mer sans marée.*
 1892. V. Congrès de Navigation Intérieure. Paris. *Les embouchures du Volga.*
 1894. VI. " " " " La Haye. *Les cataractes du Dnièpre.*
 1898. VII. " " " Bruxelles. *Les dragues suceuses.*
 1900. VIII. " " " Paris. *La régularisation des grands fleuves par le dragage et l'appel des eaux.*
 1901. Congrès du Génie Civil. Glasgow. *Création d'une voie maritime intérieure entre la mer Baltique et la mer Blanche.*
-

Carte des estuaires du Dnièpre et du Boug avec indication des canaux exécutés et projetés.

Ville d'Otchakof

Ville de Kherson.



Estuaire du Dnièpre.

Estuaire du Boug.

Cap Stanislas

Phare.

Bras Ipatof

Bras Dniepre

Bras Zouriev

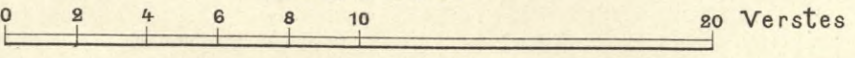
MER NOIRE

Rapport de M^r V. E. de Timonoff.

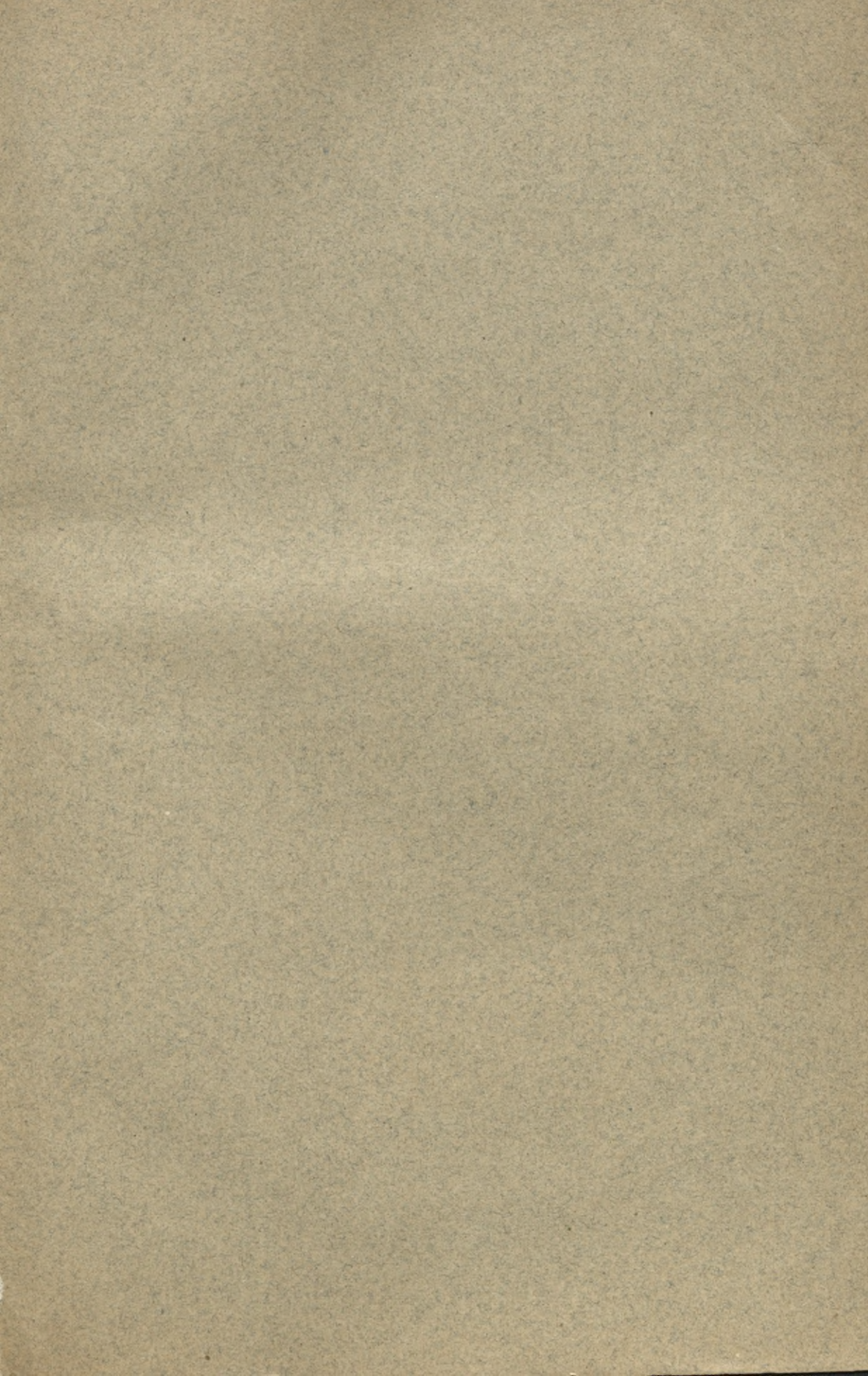
Nota. Les profondeurs sont indiquées en pieds anglais.

- Canal maritime d'Otchakof.
- B.C. — Nouveau canal projeté de 24 pieds.
- Passe navigable du bras Zouriev.
- Canal maritime exécuté par la ville de Kherson.
- ==== Canal projeté par la Direction des voies de communication de Kief.
- A.B. — Approfondissement projeté du canal maritime du Dnièpre 24 pieds.

Echelle.



10.00

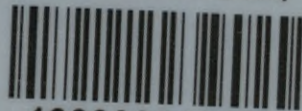


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307122

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316151