

33a
Siegfried

MÉMOIRE

SUR LES

TRAVAUX D'AMÉLIORATION

EXÉCUTÉS AUX EMBOUCHURES DU DANUBE

PAR LA

COMMISSION EUROPÉENNE

INSTITUÉE EN VERTU DE L'ARTICLE 16 DU TRAITÉ DE PARIS DU 30 MARS 1856.

Accompagné d'un Atlas de 40 Planches.



GALATZ.

IMPRIMERIE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE DU DANUBE.

M DCCC LXVII.

№
Schränk
Fach

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300499

MEMBER

1890

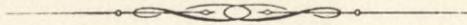
THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

x
1890

MÉMOIRE

SUR LES

TRAVAUX D'AMÉLIORATION EXÉCUTÉS AUX BOUCHES DU DANUBE.



M É M O I R E

SUR LES

TRAVAUX D'AMÉLIORATION

EXÉCUTÉS AUX EMBOUCHURES DU DANUBE

PAR LA

COMMISSION EUROPÉENNE.

INSTITUÉE EN VERTU DE L'ARTICLE 16 DU TRAITÉ DE PARIS DU 30 MARS 1856.

Accompagné d'un Atlas de 40 Planches.



9451.



GALATZ.

IMPRIMERIE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE DU DANUBE.

M DCCC LXVII.

1867

VII 6. 4^{te}

299



III 16773

MÉMOIRE

SUR LES

TRAVAUX D'AMÉLIORATION EXÉCUTÉS AUX BOUCHES DU DANUBE.

L'Article 16 du Traité de Paris, du 30 Mars 1856, porte qu'une Commission composée des Délégués des sept Puissances signataires de cet acte serait chargée de désigner et de faire exécuter les travaux nécessaires pour écarter les obstacles qui depuis de longues années entravaient la navigation aux embouchures du Danube. Il fut stipulé que la tâche spéciale de cette Commission consisterait à mettre la partie du fleuve située en aval d'Isaktcha, ainsi que ses bouches et les parties de la mer y avoisinantes, dans les meilleures conditions possibles de navigabilité.

Les Délégués nommés par chacune des Puissances représentées au Congrès de Paris se réunirent, en conséquence, le 4 Novembre 1856, et la Commission Européenne du Danube se trouvant ainsi constituée, fixa son siège à Galatz, le plus important des ports du fleuve fréquentés par la navigation maritime.

Avant de mettre la main à son œuvre et d'appliquer le remède au mal qu'elle était appelée à faire disparaître, la Commission Européenne avait à reconnaître la nature et l'étendue des entraves dont la navigation souffrait; il lui fallait étudier, tout d'abord, au triple point de vue technique, commercial et financier, le mode d'amélioration qu'il conviendrait d'employer, et après s'être prononcée en faveur du système le plus avantageux, arrêter les projets et pourvoir à l'exécution des travaux devenus l'objet d'une entente unanime.

Son activité devait se partager ainsi entre plusieurs tâches spéciales, réclamant chacune des connaissances et des soins particuliers, et dont l'accomplissement simultané pouvait seul la conduire au but que ses Commettants lui avaient assigné.

Au point de vue purement technique¹, on peut diviser les travaux de la Commission en trois catégories :

- 1°. Etudes et travaux préparatoires ;
- 2°. Choix de la branche du Delta la plus avantageuse pour la navigation ; élaboration des projets pour l'amélioration de cette branche ;
- 3°. Travaux provisoires exécutés dans le but de faciliter autant que possible la navigation, en attendant l'effet des améliorations définitives.

I.

ETUDES ET TRAVAUX PRÉPARATOIRES.

Pour apprécier l'étendue des études et des observations qui durent précéder les opérations techniques de la Commission, il suffit de se rappeler qu'à l'époque où fut signé le Traité de Paris, le Delta et les embouchures du Danube étaient, au point de vue scientifique, pour ainsi dire inexplorés, et qu'il n'existait pour ces régions ni cartes exactes, ni travaux de nivellement, ni données hydrographiques. L'Arpenteur et le Géomètre durent précéder l'Ingénieur et lui ouvrir la voie dans les plaines inhabitées et marécageuses qui s'étendent entre les différents bras du fleuve et dont le sol disparaît sous les eaux pendant la saison des grandes crues.

C'est dans ces conditions difficiles que furent levés successivement les plans détaillés des embouchures de Soulina et de S^t Georges, avec sections transversales et sondages, ainsi que les grandes cartes des deux bras qui se déversent par ces embouchures et la carte générale du Delta, avec le profil longitudinal des deux bras méridionaux et celui de la côte, entre les bouches d'Otchakof et de S^t Georges. Le bras de Kilia ne fut point l'objet de travaux préliminaires aussi complets ; le choix de cet embranchement, comme voie principale de navigation, offrait, dès l'origine, peu de probabilité, en raison de l'état particulièrement défavorable de tous ses nombreux orifices, et la Commission disposait, d'ailleurs, pour ce bras, comme pour les deux autres, des cartes levées sur une plus petite échelle, en 1856 et 1857, par M^r le Capitaine Spratt, de la Marine Royale Britannique.

Tandis que se poursuivaient ces travaux, des recherches spéciales étaient entreprises pour constater le volume d'eau débité par chacune des trois branches du fleuve, ainsi que l'inclinaison du lit fluvial et la rapidité du courant, les niveaux respectifs de l'étiage et des crues, la direction des vents dominants et du courant littoral, la nature et la quantité des apports fluviaux, le progrès des attérissements sur la plage sous-marine du Delta et les causes

¹ La Commission a été chargée, indépendamment de sa tâche technique et en vertu d'une entente établie entre les Cabinets postérieurement au Traité de Paris, d'organiser et d'exercer la police de la navigation sur la partie du fleuve comprise dans son ressort.

compliquées de la formation des barres devant les embouchures. Ces études étaient dirigées par Sir Charles Hartley, Ingénieur en chef de la Commission, dans le sens des instructions qu'il recevait du Comité technique, et leurs résultats généraux se trouvent consignés dans le rapport qu'il présenta sous la date du 17 Octobre 1857¹. On y joignit les observations hydrographiques de M^r le Capitaine Spratt, les avant-projets élaborés en 1856, pour l'amélioration des bouches de Soulina et de S^t Georges par M^r Wex, et par M^r le Chevalier de Passetti, Ingénieurs Autrichiens, ainsi que les mémoires techniques et les projets d'amélioration de M^r Nobiling, Directeur des travaux du Rhin, à Coblenze, adjoint temporairement au Commissaire de son Gouvernement, et qui avait exploré les trois embouchures pendant l'été de l'année 1857.

Ces rapports, mémoires et projets, accompagnés d'un nombre considérable de plans et dessins, forment un recueil intéressant de données techniques sur le régime du Danube inférieur.

Indépendamment des études techniques proprement dites, des recherches ont dû être faites sur les ressources qu'offraient les Pays voisins pour les approvisionnements de matériaux nécessaires à l'exécution de travaux étendus. On fit visiter les forêts de la Dobrudcha, de la Bulgarie, des Principautés Danubiennes et des Confins militaires autrichiens, afin de s'assurer en quelle quantité et à quels prix on pourrait en tirer les bois de construction; on examina, en même temps, les collines rocheuses situées aux alentours de Toultscha, en vue de l'extraction des pierres; des carrières y furent ouvertes par des ouvriers engagés en Europe, et l'on fit des essais pour préparer des ciments hydrauliques avec les matériaux trouvés sur les lieux.

L'activité de la navigation et les conditions dans lesquelles elle s'exerçait faisaient, d'un autre côté, le principal objet des travaux d'un comité spécial chargé de préparer les bases du tarif dont le produit devait couvrir plus tard les dépenses consacrées à l'accomplissement de la tâche de la Commission. Les études de ce comité se portèrent sur le prix des nolis, sur les frais d'allège et, en général, sur les causes multiples des retards, des abus, des vexations et des pertes que la navigation avait à subir; elles comprirent également la statistique du mouvement annuel des bâtiments à l'embouchure de Soulina.

La Commission se mit en rapport, à cet effet, avec les Consuls résidant dans les principales échelles du Bas-Danube et qui dès longtemps avaient signalé les obstacles matériels et les entraves de toute nature dont les navigateurs avaient à se plaindre. Les chancelleries Consulaires offraient seules, d'ailleurs, les données nécessaires pour constater l'importance et les progrès de la navigation danubienne, car aucuns renseignements n'avaient été publiés encore, à l'époque où la Commission se constitua, sur le mouvement du commerce aux bouches du fleuve, et l'on peut ajouter que les éléments statistiques existants, pour les différents pavillons en particulier, n'avaient même jamais été réunis de manière à faire connaître exactement le chiffre total des bâtiments entrés et sortis chaque année.

Les états détaillés communiqués par les Consulats, avec une obligeance que la Commission Européenne se fait un devoir de reconnaître, et les renseignements puisés directement

¹ Voir Appendice *M. I.*

dans les registres tenus par les Capitaines de port, à Galatz et à Braïla, constituèrent ainsi une précieuse ressource et permirent de dresser les tableaux statistiques du mouvement de la navigation, pour les dix années qui ont précédé 1857.

A partir de cette dernière année inclusivement, le mouvement des entrées et des sorties du port de Soulina fut relevé avec soin sur les registres tenus par le Capitaine du port, et les éléments de la statistique furent ainsi recueillis sous la surveillance directe de la Commission. Les tableaux dressés au moyen de ces éléments, pour les années 1847—1865, comprennent une période de dix-neuf années consécutives¹; la série en sera continuée, pour l'avenir, et développée au moyen des données recueillies sous la direction de l'agent-comptable préposé à la perception des droits de navigation à l'embouchure de Soulina, et ils offriront, par conséquent, des garanties d'exactitude de plus en plus complètes.

Au nombre des études préliminaires de la Commission, il convient de ranger encore les essais de dragage entrepris, en 1857, sur la barre de Soulina. D'après une opinion généralement répandue, les embouchures du Danube auraient pu être dégagées en peu de temps et à peu de frais, par le moyen d'un simple curage, des sables et des autres matières qui les obstruaient. Cette opinion avait été développée dans plusieurs mémoires et brochures publiés par des personnes étrangères à l'art technique, et il paraît même qu'elle a contribué à faire naître la supposition énoncée dans l'Article 18 du Traité de Paris, que la Commission Européenne du Danube accomplirait sa tâche dans un espace de deux ans.

Une connaissance plus approfondie de l'état de la passe de Soulina et des causes qui amènent en général la formation d'attérissements considérables, désignés sous le nom de barres, à l'orifice des grands fleuves et notamment de ceux qui débouchent dans les mers sans marées, met hors de doute l'insuffisance d'un simple curage pour écarter un obstacle que d'énormes quantités de matières alluviales, charriées par le fleuve et arrêtées par les eaux relativement immobiles de la mer, renouvellent incessamment.

Désirant toutefois éviter le reproche d'avoir recouru à des moyens lents et coûteux, en négligeant le remède simple et prompt que réclamait l'opinion publique, la Commission se décida à faire travailler, à titre d'essai, sur la barre de Soulina, un dragueur à vapeur que le Gouvernement Ottoman avait bien voulu mettre à sa disposition. Cette expérience se fit pendant l'été de l'année 1857, et fut poursuivie jusque dans l'automne, malgré le vote contraire de quelques uns des Membres de la Commission; elle démontra que la machine à draguer, employée dans un chenal ouvert de tous côtés à l'action des vents et de flots, est impuissante à produire une amélioration proportionnée à la dépense de temps et d'argent qu'elle entraîne.

Afin d'utiliser les longs délais qu'amenaient forcément toutes ces études, la Commission résolut d'entreprendre les travaux préparatoires qui devaient la mettre en mesure d'exécuter rapidement ses projets définitifs, une fois que le choix de celle des trois embouchures qui serait reconnue la plus avantageuse pour une amélioration permanente aurait permis de les arrêter.

¹ Voir, à l'appendice *N. III*, un résumé de ces données statistiques.

La ville de Toultscha fut prise, à cet effet, comme point central; elle se recommandait par les ressources qu'elle pouvait offrir pour l'alimentation des ouvriers, par sa situation à une distance à peu près égale des trois embouchures entre lesquelles la Commission avait à se prononcer, par la nature du terrain qui l'environne et qui promettait de fournir des pierres, au moins pour les enrochements à la mer, enfin, par la proximité des forêts dont on pouvait espérer de tirer une partie des bois durs nécessaires pour les travaux. Un établissement technique fut, en conséquence, fondé à Toultscha et placé sous la direction de M^r le Colonel de Malinowski, appartenant à l'Etat-Major de l'Armée Ottomane et mis par l'obligeance du Gouvernement Impérial à la disposition de la Commission. Cet établissement contenait, outre le dépôt des matériaux et ustensiles, différents ateliers et chantiers pour les serruriers et forgerons, menuisiers, charpentiers et charrons, et une scierie à vapeur construite sur la rive du Danube que l'on relia par une chaussée à l'établissement, situé sur une partie plus élevée et à l'abri des crues du fleuve.

Indépendamment de l'établissement de Toultscha, des ateliers furent ouverts à Soulina, où l'on pressentit, dès l'origine, la nécessité d'entreprendre, sur une échelle assez étendue, des travaux d'amélioration provisoire.

Enfin, dans le but de suppléer à l'insuffisance et à la lenteur des communications dans le Delta, et pour rendre, en même temps, service au commerce et à la navigation, la Commission entreprit la construction d'une ligne télégraphique reliant Soulina, Toultscha et Galatz, sur un parcours d'environ 200 Kilomètres. Cette ligne, ouverte à la correspondance le 2 Novembre 1857, fut reliée plus tard à Ismaïl, au moyen d'un embranchement partant de Toultscha; elle a été administrée par la Commission, en propre régie, jusqu'au 1^{er} Octobre 1858, époque à laquelle elle fut remise à l'autorité territoriale qui prit à sa charge les frais que la construction de la ligne avait occasionnés.

Tous ces travaux furent exécutés par les Ingénieurs de la Commission, au moyen d'ouvriers dont une partie avait été engagée en Autriche et en Angleterre, et l'autre recrutée sur les lieux mêmes. On employa également aux travaux de l'établissement de Toultscha, et notamment à la construction de la chaussée reliant cet établissement à la rive du fleuve, une centaine de forçats mis à la disposition de la Commission par le Gouvernement Valaque, pendant les années 1857 et 1858, mais on dut renoncer à utiliser plus longtemps le travail des condamnés, dont les résultats furent trouvés moins avantageux que ceux du travail des ouvriers libres.

Ainsi poursuivie en propre régie, l'exécution des travaux exigeait un système complet de dispositions administratives, parmi lesquelles il convient de mentionner spécialement l'organisation d'un service sanitaire. Il eût été impossible, sans une pareille mesure, d'amener un nombre suffisant d'ouvriers étrangers à se fixer sous le climat du bas-Danube, où les fièvres paludéennes sont endémiques, et deux hôpitaux, les premiers qui eussent jamais été fondés dans le pays, durent être créés, l'un à Toultscha et l'autre à Soulina. Le premier a pu être fermé depuis; le second a reçu une organisation permanente, dans l'intérêt des matelots de la marine marchande qui y reçoivent des soins gratuits, en cas de maladie, et les premiers secours en cas de naufrage.

On se demandera sans doute quels sont les motifs par lesquels la Commission a été détournée de recourir aux entreprises particulières qui lui auraient épargné bien des embarras.

Elle s'était décidée, à plusieurs reprises, dans ses premiers essais, à confier à des entrepreneurs l'exécution de certains travaux ou la fourniture de matériaux tels que les bois de construction et les pierres d'enrochement. Ces expériences furent, en général, peu satisfaisantes et il est facile d'en indiquer la cause.

Les pays riverains du bas-Danube sont encore très-arriérés sous le rapport industriel; le capital y est rare, partant cher, et entièrement absorbé par les besoins d'un commerce encore primitif; les indigènes ne peuvent dès-lors s'adonner à des opérations qui seraient d'ailleurs audessus de leur portée, et les entrepreneurs étrangers doivent, ou succomber devant des difficultés pour ainsi dire insurmontables, ou imposer des conditions exorbitantes.

Se trouvant placée dans un état de choses où tout était à créer, la Commission était contrainte d'entreprendre, à ses propres risques, les expériences indispensables pour constater le prix des matériaux, des transports et des mains d'œuvre. Ces expériences ont seules pu servir de base à ses projets et devis, et les évaluations de tous les avant-projets élaborés précédemment se ressentent de l'incertitude dans laquelle se trouvaient leurs auteurs sur les ressources locales. Au surplus, il est encore permis de douter aujourd'hui que l'exécution des grands travaux nécessaires pour dégager définitivement l'une des bouches du Danube, si on la confiait à une entreprise générale, fût moins coûteuse que sous la régie directe de la Commission Européenne, à laquelle son caractère international, l'assistance efficace de la Puissance territoriale, l'expérience acquise et la coopération d'un personnel éprouvé assurent de grands avantages.

Les études préliminaires et les travaux préparatoires ont exigé des dépenses considérables. Ces dépenses s'élèvent à une somme de plus d'un million de francs, y compris les frais de construction des bâtiments et de la scierie à vapeur de l'établissement de Toulcha.

Les frais des levés et des études techniques proprement dites sont pleinement justifiés, on peut dire même que sous un rapport, les données recueillies par la Commission ne sont pas encore complètes; il reste, en effet, à opérer la triangulation et un levé général du Delta avec nivellement du bras de Kilia. La proposition d'entreprendre ce travail, dont l'utilité serait incontestable, mais dont les frais seraient très-élevés, a été faite à plusieurs reprises, au sein de la Commission, et le défaut de ressources pécuniaires a seul empêché d'y donner suite.

En ce qui concerne les travaux préparatoires, il importe de ne pas perdre de vue que si on leur a donné une extension considérable dès le début, c'était dans la supposition que le choix à faire entre les trois embouchures serait l'objet d'une décision prochaine, immédiatement suivie de l'exécution d'un projet définitif d'amélioration. Il est hors de doute que s'il avait été possible de prévoir les longs délais que l'élaboration de ce projet a éprouvés, les premières expériences de la Commission se seraient faites dans des conditions différentes, et que certains travaux auraient pu être accomplis, notamment les constructions de l'établissement

de Toulcha, avec moins de hâte et de dépenses. Cet établissement n'a concouru, en effet, qu'à l'exécution des travaux provisoires entrepris à l'embouchure et dans le bras de Soulina, travaux pour lesquels il a été d'ailleurs d'une grande utilité, en ce qui concerne l'exploitation des pierres d'enrochement et le façonnage des bois de construction. Son organisation primitive aurait répondu à de plus grands besoins; aussi les dépenses qui lui étaient affectées furent-elles successivement réduites jusqu'à la clôture complète de l'établissement, qui eut lieu à la fin de l'année 1865.

II.

CHOIX DE L'EMBOUCHURE ET ÉLABORATION DU PROJET DÉFINITIF.

Les études techniques et économiques, les levés et les travaux préparatoires avaient été poussés avec assez d'activité pendant l'année 1857 et les diverses branches de l'administration avaient reçu un développement suffisant pour que la Commission fût prête à entrer en campagne dès le printemps de 1858 et à entreprendre l'exécution des travaux jugés nécessaires pour écarter d'une manière permanente les obstacles physiques qui entravaient l'accès des bouches du Danube. Il ne lui restait dès lors qu'à faire choix, entre les trois branches du Delta, de celle à l'embouchure de laquelle ces travaux devaient être exécutés et à arrêter ensuite un projet définitif d'amélioration.

Ainsi qu'il a déjà été indiqué, le bras de Kilia avait été écarté tout d'abord, comme par un accord tacite, malgré les avantages qu'il présente à la navigation, par son volume d'eau bien plus considérable que celui des bras de Soulina et de Saint-Georges et par la direction plus favorable de son cours intérieur. Ces avantages sont, en effet, entièrement annulés par les mauvaises conditions dans lesquelles se trouvent les huit orifices par lesquels ce bras débouche dans la mer; les attérissements de formation récente sillonnés par ses nombreuses bifurcations terminales n'opposent qu'une résistance insuffisante à l'action du courant fluvial, et la configuration du Delta secondaire que la Kilia forme à son embouchure a subi, de mémoire d'homme, des modifications telles¹, que l'on ne saurait songer à y créer, sans d'immenses sacrifices pécuniaires, un régime offrant quelque chance de stabilité. Il convient d'ajouter que l'embouchure de Kilia, lors même qu'elle serait placée dans les meilleures conditions de navigabilité, présenterait toujours, par suite de sa situation septentrionale, le grave inconvénient d'obliger les bâtiments qui se rendent du Bosphore dans le Danube à prolonger de 18 milles marins (ou de 38 milles en partant de l'embouchure de S^t Georges) la route dangereuse qu'ils suivent parallèlement à une côte bordée de bas fonds et située sous le vent régnant.

¹ Voir ci-après la Planche 2 jointe au rapport de Sir Ch. Hartley. Appendice *M.* I.

Le choix de la Commission se trouvait ainsi restreint entre les bras de Soulina et de S^t Georges et des projets détaillés, avec plans et devis, avaient été élaborés pour l'amélioration de l'embouchure de chacun de ces bras, par Sir Charles Hartley, par M^r Nobiling et par MM. Wex et Passetti. Ces projets, divergents sous plusieurs rapports, étaient tous basés d'ailleurs sur le même principe, celui de l'endiguement des bouches, au moyen de jetées parallèles destinées à conserver au courant fluvial sa vitesse et sa force, au moment de sa rencontre avec les eaux tranquilles de la mer, et à lui permettre ainsi de s'ouvrir un passage facilement praticable jusqu'à la ligne des sondages de 18 à 20 pieds de fond.

De puissantes raisons se firent valoir en faveur de l'une et de l'autre embouchure et un résumé complet des arguments qui furent produits de part et d'autre ne saurait trouver place dans ce mémoire.

Le choix de la Soulina se recommandait par la circonstance que son embouchure était la seule qui fut déjà pratiquée par la navigation, qu'il suffisait par conséquent d'y entreprendre des améliorations qui seraient beaucoup moins coûteuses que des créations nouvelles; qu'un succès sûr, rapide et facile paraissait devoir être préféré aux éventualités et aux risques d'une entreprise plus séduisante dans ses promesses, mais dont l'achèvement se ferait attendre plus longtemps et pouvait exiger des dépenses hors de proportion avec les avantages que la navigation en retirerait. Le bras de S^t Georges était reconnu, au contraire, comme évidemment supérieur à la Soulina par son cours plus large et plus profond, et l'amélioration de son embouchure devait être considérée comme nécessaire si l'on admettait la perspective d'un développement considérable de la navigation et du commerce des pays Danubiens. Cette embouchure une fois ouverte, les bâtiments de mer ne rencontreraient plus aucun obstacle sérieux pour remonter jusqu'aux ports de Galatz et de Braïla, centres commerciaux des Principautés-Unies, et la navigation à vapeur surtout pourrait prendre une extension illimitée.

Les opinions se trouvèrent ainsi partagées au sein de la Commission, lorsque les débats s'ouvrirent au mois de Décembre 1857, sur la base principale des rapports et mémoires techniques qui étaient soumis à l'appréciation des Commissaires. La discussion se prolongea jusqu'au mois d'Avril 1858, sans qu'il fût possible d'arriver à une entente, et il dut en être référé aux Puissances signataires du Traité de Paris. Quelques uns des Gouvernements intéressés se résolurent alors à soumettre la question au nouvel examen d'une Commission technique spécialement formée dans ce but. Les conclusions de cette Commission, formulées à la suite d'un rapport qui porte la date du 25 Août 1858, furent unanimes en faveur du choix de l'embouchure de S^t Georges, mais elles rejetaient absolument le système d'endiguement considéré jusqu'alors comme seul praticable et sur lequel étaient basés les projets soumis à la Commission, et recommandaient l'ouverture d'un canal artificiel, débouchant du bras de S^t Georges dans la mer, à une certaine distance de l'orifice naturel de ce bras, et fermé par des écluses à son point de dérivation. Cette proposition nouvelle était fondée sur l'opinion que l'endiguement des bouches d'un fleuve n'arrêtant point les apports fluviaux qui forment les barres en se précipitant dans les eaux tranquilles, il ne constituait qu'un remède palliatif, et que le

seul moyen d'ouvrir à la navigation un passage d'une profondeur permanente consistait à établir entre le fleuve et la mer une communication artificielle dont on écarterait le courant fluvial.

Ainsi modifiée dans un de ses principaux éléments, la question se reproduisit dans les délibérations de la Commission Européenne, au mois de Décembre 1858, et l'amélioration définitive de l'embouchure de S^t Georges devint l'objet d'un vote unanime. Il restait toutefois à s'entendre sur le système d'amélioration; six des Gouvernements intéressés s'étaient prononcés déjà pour l'ouverture d'un canal à écluses, mais l'unanimité nécessaire ne s'était pas encore établie à cet égard, lorsque des circonstances nouvelles firent ajourner pour un temps indéterminé l'exécution des travaux définitifs.

Dans un rapport présenté à la Commission, le 31 Janvier 1859, accompagné de plans et devis détaillés, Sir Charles Hartley évaluait à dix-sept millions et demi de francs, environ, les dépenses nécessaires pour améliorer l'embouchure de S^t Georges, au moyen d'un canal artificiel. On pouvait prévoir d'ailleurs dès ce moment que la Commission devrait probablement se créer elle-même les ressources nécessaires pour l'exécution de ses travaux, et la possibilité de trouver une somme aussi considérable était d'autant plus douteuse que le succès même de l'entreprise à laquelle elle devait être consacrée ne pouvait encore être tenu pour absolument certain. Le Danube aurait offert, en effet, le premier exemple d'un fleuve n'ayant avec la mer qu'une communication fermée par des écluses, pour donner passage à un mouvement annuel de 6,000 bâtiments au moins. D'un autre côté, la Compagnie Anglaise du chemin de fer de Tchernavoda à Kustendjé, en ouvrant à l'exportation des céréales une voie nouvelle entre le bas-Danube et la Mer Noire, se préparait à faire à la navigation des embouchures une concurrence dont il était prudent d'apprécier les effets probables, avant de s'engager dans l'exécution de travaux d'une importance considérable. Une enquête spéciale fut ouverte sur cette question, enquête à la suite de laquelle la Commission reconnut que sous certaines conditions et notamment si l'on s'arrêtait pour l'amélioration de l'embouchure de S^t Georges au système compliqué d'un canal à écluses indépendant de l'orifice naturel, la navigation du bas-Danube éprouverait une concurrence sérieuse de la part du chemin de fer alors en construction. Il fut entendu, par ce motif, que chaque Commissaire solliciterait de nouvelles instructions de son Gouvernement sur l'opportunité et sur les moyens d'améliorer l'embouchure choisie d'un commun accord.

La plupart des Gouvernements intéressés se prononcèrent aussitôt pour un ajournement provisoire des travaux jusqu'à l'époque où il serait possible de connaître exactement les effets produits par l'ouverture de la voie rivale, et peu après, cet ajournement devint l'objet d'une résolution unanime. Cette mesure présentait alors (Mai 1860) d'autant moins d'inconvénients, que les travaux provisoires en cours d'exécution à l'embouchure de Soulina, dont il sera parlé au chapitre suivant, commençaient à produire leurs effets et devaient ainsi permettre à la navigation d'attendre, dans des conditions déjà beaucoup plus favorables, l'ouverture de sa voie définitive.

Postérieurement à l'achèvement des travaux provisoires de Soulina, la question de l'ouverture de l'embouchure de S^t Georges se reproduisit sans qu'il fût possible de s'entendre sur l'opportunité de commencer les travaux, et il fut décidé, en conséquence, le 2 Novembre 1865, que les travaux provisoires de Soulina seraient convertis en ouvrages permanents, conformément aux projets élaborés dans ce but par Sir Charles Hartley.

III.

TRAVAUX PROVISOIRES DE L'EMBOUCHURE ET DU BRAS DE SOULINA.

TRAVAUX A L'EMBOUCHURE.

Les obstacles physiques contre lesquels la navigation avait à lutter à l'embouchure et dans le bras de Soulina étaient si considérables et la nécessité de les écarter ou de les réduire tout au moins le plus tôt possible était si généralement reconnue, que la Commission Européenne dut s'occuper, dès ses premières séances, de satisfaire à cette nécessité urgente, sans attendre que les projets définitifs fussent arrêtés. Elle admit ainsi dès le lendemain de sa constitution l'idée d'entreprendre dans la passe de Soulina des travaux provisoires ayant pour but de soulager la navigation d'une partie de ses charges, pendant le laps de temps qui devait s'écouler jusqu'à l'ouverture de la bouche de S^t Georges, dans le cas, qui s'est réalisé, ainsi qu'on vient de le voir, où cette branche aurait été préférée aux deux autres. Ces travaux provisoires devaient d'ailleurs être exécutés suivant un plan tel qu'il n'y eût plus qu'à les consolider et à les développer, si le choix définitif se fixait, au contraire, sur le bras de Soulina.

Dès le printemps de l'année 1857 et avant l'achèvement des études techniques, une décision formelle fut prise dans ce sens, mais l'exécution dut en être ajournée par suite de la divergence des opinions sur le plan des travaux projetés. Au printemps de l'année suivante, toute probabilité d'une entente prochaine sur le choix de l'embouchure ayant disparu, la question de l'amélioration provisoire de la passe de Soulina se reproduisit avec un caractère d'urgence. Il fut décidé au mois d'Avril 1858 que des ouvrages d'une nature temporaire seraient construits à l'embouchure de Soulina, dans le but d'y obtenir une augmentation de profondeur de deux pieds au moins, assurée pour une période de 6 à 8 années; on adopta, à cet effet, les plans élaborés par Sir Charles Hartley, Ingénieur en chef de la Commission, et d'après lesquels la passe devait être endiguée entre deux jetées parallèles, construites en pilotis ou en caissons de bois tendre, et protégées par des enrochements; on résolut, enfin,

de consacrer à ces travaux une somme de 80,000 ducats ou d'environ un million de francs, tout en se réservant de porter les dépenses à 156,000 ducats, dans le cas où les travaux faisant l'objet du premier devis ne produiraient pas les résultats jugés nécessaires. Les dépenses du devis supplémentaire ne tardèrent pas d'ailleurs à être votées définitivement, avec d'autant plus de raison que l'ajournement positif des travaux de l'embouchure de S^t Georges fit attacher plus d'importance au succès des travaux provisoires de Soulina, et que les Puissances avaient admis l'ajournement sous la condition expresse que ces derniers travaux recevraient tout le développement dont ils étaient susceptibles.

La direction des travaux fut confiée à Sir Ch. Hartley, et il fut entendu qu'il pourrait être apporté dans les plans primitifs¹ telles modifications dont l'expérience acquise pendant l'exécution viendrait à démontrer l'utilité. C'est ainsi, que pour donner aux ouvrages plus de solidité, on substitua, auprès des extrémités des digues, des pilotis de bois dur aux pilotis de sapin, de six en six pieds de distance, et que l'emploi des caissons, bien qu'il offrit au point de vue de la solidité d'incontestables avantages, fut abandonné comme trop coûteux pour être souvent pratiqué; en effet, les caissons n'ont été employés que pour protéger successivement les têtes des digues pendant les hivers, qui amenaient forcément la suspension des travaux, de telle sorte que les jetées ne consistent, en général, qu'en un triple rang de pilotis reliés entre eux par de fortes traverses et dont le pied est protégé contre les affouillements par des talus de pierres perdues. Le corps même des digues est comblé jusqu'à la ligne d'eau d'un remblai de pierres de moindre dimension que celles des enrochements extérieurs.

L'exécution fut commencée et poursuivie en propre régie, avec d'autant plus de raison que la Commission avait à utiliser les ressources déjà réunies par elle en ouvriers, machines et matériel; l'exploitation des carrières de Toulcha et le transport des pierres furent seuls adjugés à un entrepreneur, encore fallut-il revenir sur cette mesure dès l'année 1859, le fournisseur s'étant trouvé hors d'état de remplir les conditions de son marché, bien qu'elles fussent très-onéreuses pour la Commission. La régie directe fut en conséquence également étendue à cette importante branche des travaux; elle amena une réduction de trente pour cent sur le prix des pierres d'enrochement rendues à Soulina. Les bois de sapin furent achetés, en majeure partie, sur le marché de Galatz, toujours abondamment approvisionné; quant aux bois de chêne, on les tira des forêts de la Dobrudcha, et une certaine quantité de pilotis de grandes dimensions fut achetée à Vucovar en Esclavonie, où l'on se procura également les barques et les chalands nécessaires.

Commencés le 21 Avril 1858, les travaux furent continués pendant les années 1859, 1860 et 1861², sans autre interruption que celles qu'amenaient forcément les saisons d'hiver et les tempêtes, pendant lesquelles les travaux sont impossibles sur une rade aussi exposée que celle de Soulina. Malgré le grand nombre d'ouvriers employés et qui appartenaient à tant de nationalités différentes, que souvent les ordres étaient donnés en dix langues, les chefs n'eurent aucun désordre à réprimer et l'on n'eut à regretter aucun accident grave. Les digues

¹ Planches XIV et XV de l'Atlas. — ² Levés Nos 2 à 9. Planches III, IV et V.

étaient terminées le 31 Juillet 1861, six mois avant l'expiration du terme que l'Ingénieur en chef avait primitivement jugé nécessaire. Celle de gauche ou du Nord a une longueur de 4631 pieds anglais, étant de 291 pieds plus longue qu'elle n'avait été proposée d'abord; elle se termine vers le large par un musoir portant un phare de 5^{ème} ordre éclairé d'un feu rouge. La digue du Sud est longue de 3000 pieds et dépasse ainsi de 100 pieds le point fixé dans le devis primitif. Il a été employé à la construction de ces deux ouvrages 12,000 pilotis et 68,000 mètres cubes de pierres d'enrochement; peu solides en apparence, ils ont résisté jusqu'à présent au choc des plus grosses mers, sans éprouver aucun dommage de quelque gravité et ils ont fourni ainsi pour l'établissement des projets définitifs une donnée précieuse, en démontrant que le mode de construction en maçonnerie, si lent et si dispendieux, que l'on croyait seul praticable pour les jetées à élever en mer, pouvait être remplacé sans inconvénient par un système beaucoup plus économique, aux embouchures du Danube.

Les sommes employées à la construction des deux digues, y compris les longueurs additionnelles mentionnées ci-dessus, se sont élevées à environ 178,000 ducats ou 2,100,000 francs.

La navigation n'eut point à attendre l'entier achèvement des travaux provisoires pour en éprouver les bons effets.

Au commencement de la campagne de 1860, la digue du Nord s'avancait à une distance de 3,000 pieds de la plage, tandis que la digue du Sud n'avait atteint encore qu'une longueur de 500 pieds, et ne pouvait dès lors contribuer en rien à diriger le courant fluvial. La profondeur de la passe, qui au commencement des travaux¹ n'était que de 9 pieds anglais et de 10 pieds au mois de Novembre 1859, s'éleva cependant au mois d'Avril suivant à 14 pieds², et ce résultat dut être exclusivement attribué à l'effet de la digue du Nord. On pouvait espérer ainsi que la construction d'une seule digue suffirait pour améliorer l'état de la passe, mais ces espérances ne tardèrent pas à être déçues; les crues du printemps et de l'été de 1860, qui atteignirent une hauteur extraordinaire, amenèrent à l'embouchure une telle quantité de matières alluviales, qu'au mois d'Août³ et bien que la digue du Nord eût été portée à une longueur de 4600 pieds, la profondeur du chenal navigable se réduisit à 9 pieds. L'insuffisance d'une seule digue pour maintenir une passe profonde se trouva ainsi péremptoirement démontrée, et pendant les trois derniers mois de la campagne de 1860, tous les moyens dont disposait l'Ingénieur furent consacrés à pousser la construction de la digue du Sud, qui atteignit à la fin du mois d'Octobre⁴, un développement de 2,700 pieds, dont 2,000 pieds environ étaient déjà protégés par des enrochements. La tête de ces enrochements était arrivée d'ailleurs au point où la digue du Sud prend sa direction parallèlement à la digue du Nord et à une distance de 600 pieds de cette dernière, correspondante à la largeur normale du fleuve, de telle sorte que la force du courant, concentrée sur la barre, ne tarda pas à produire ses effets. Le 30 Novembre il s'était formé un bon chenal de 12 pieds de fond⁵, le 31 Décembre

¹ Levés Nos 10 et 11. Pl. V et VI. — ² Levés Nos 12, 13 et 14. Pl. VI et VII. — ³ Levés Nos 15 à 19. Pl. VII, VIII et IX. — ⁴ Levés Nos 20 et 21. Pl. IX et X. — ⁵ Levés Nos 22 et 23. Pl. X.

la profondeur était de 13 pieds et le 28 Février 1861, de 14 pieds¹. C'est à ce moment que se produisirent à Soulina les effets de la crue exceptionnelle d'hiver² qui causa de si grands dommages à Galatz; cette fois, les eaux grossies mais maintenues dans une bonne direction, loin de surélever le fond de la barre, l'enlevèrent complètement pour la rejeter sur le banc du Sud et dans les grandes profondeurs du large. La profondeur de la passe se trouva portée à 17 pieds et demi, mais cet approfondissement rapide, qui dépassait toutes les espérances, n'a pas été tout d'abord profitable à la navigation à cause des obstacles que présentaient les débris d'un grand nombre de bâtiments naufragés depuis longtemps et enfouis dans le sable du fond, tristes témoins des sinistres, pour ainsi dire périodiques, que la navigation éprouvait autrefois à l'entrée même du Danube. Ce n'a été qu'après de grands efforts que l'on est parvenu à faire sauter par la mine ces dangers sous-marins récemment découverts, et que les changements favorables amenés par l'effet des travaux dans les conditions de la navigation Danubienne ont pu être publiquement constatés par la Commission dans la fête d'inauguration célébrée à Soulina le 3 Septembre 1861.

A partir de l'achèvement des travaux jusqu'au mois de Décembre 1862³, la profondeur de la passe s'est maintenue généralement à 17 pieds et ce n'a été qu'à la fin de ce dernier mois⁴ qu'elle a commencé à décroître sensiblement par suite de la faiblesse du courant fluvial. Cette diminution de la vitesse du courant s'étant prolongée pendant toute la durée de l'année 1863⁵ a facilité l'accroissement rapide du banc du sud vers le large, sous l'abri de la digue du Nord, à tel point, qu'en Octobre la profondeur du chenal navigable était tombée à 15 pieds et demi et se réduisit, au mois de Décembre, à 13 pieds et demi⁶.

En Janvier 1864, grâce à la pureté des eaux du fleuve et à un fort vent d'Ouest d'une longue durée, la profondeur de la passe remonta jusqu'à 15 pieds trois quarts⁷ et pendant les crues fluviales de Mars, d'Avril et de Mai, sa largeur continua à s'étendre par la même cause.

Au commencement de Juin toutefois, les progrès de cette amélioration s'arrêtèrent⁸, bien que le courant n'eût point diminué de vitesse. Ce temps d'arrêt survenu au moment des plus hautes eaux ayant donné la preuve que la profondeur de la passe avait atteint son maximum pour l'année, l'Ingénieur en chef recommanda de prolonger la digue du Sud, aussitôt que l'état de la passe, alors stationnaire, recommencerait à se détériorer.

Les motifs exposés par Sir Charles Hartley à l'appui de cette proposition étaient les suivants:

1°. L'expérience avait démontré qu'entre les digues, le chenal se maintient à sa profondeur normale de 17 à 18 pieds, par l'action ordinaire du courant fluvial.

2°. Elle avait démontré également que les crues ordinaires d'été ne produisent pas un affouillement suffisant pour enlever les dépôts formés durant les eaux basses, au delà du parallélisme des digues.

¹ Levés Nos 24 et 25. Pl. XI. — ² Levés Nos 26, 27 et 28. Pl. XII et XIII. — ³ Levés Nos 29 à 36. Pl. XIV à XVIII. —

⁴ Levé No 37. Pl. XIX. — ⁵ Levés Nos 38 à 42. Pl. XIX à XXII. — ⁶ Levés Nos 43, 44 et 45. Pl. XXIII et XXIV. —

⁷ Levés Nos 46 à 50. Pl. XXIV, XXV et XXVI. — ⁸ Levé No 51. Pl. XXVI.

3°. Il était prouvé, de même, que l'action des courants marins, pendant les tempêtes, en dehors de la tête de la digue du Nord, détruit les bancs de sable de formation récente déposés pendant le temps calme, ainsi qu'on en avait eu un exemple remarquable par l'entière disparition du banc qui au mois de Mars 1861 s'étendait à près d'un demi-mille au large des digues.

4°. L'accroissement du banc du Sud était alors si considérable, que les bâtiments qui entraient dans le port n'étaient plus que faiblement protégés par la digue du Nord pendant les vents dominants, et l'excédant de longueur de 650 pieds, donné à cette digue sur celle du Sud, dans le but principal de produire cet abri, n'était plus d'un grand avantage.

5°. Le banc du Sud lui-même se trouvait tout autant sous la route des bâtiments, à l'entrée et à la sortie du port, que le serait un ouvrage solide, en pierre et en bois, que l'on construirait en ligne droite, à partir de la tête de la digue du Sud, jusqu'à un point situé directement en face de la tête de la digue du Nord.

C'est en considération de ces faits, que Sir Ch. Hartley était arrivé à l'opinion que l'on devait être préparé à prolonger la digue du Sud de 500 pieds, de telle sorte que l'excédant de longueur de la digue du Nord se trouvant réduit à 150 pieds, les dépôts fluviatiles alassent s'attérir en dehors de la tête de cette digue, au lieu de s'arrêter sous son vent, du côté du Sud. Au moyen de cette disposition, les bancs nouvellement formés seraient exposés à l'influence favorable des vents du Nord et du courant littoral, et il serait permis d'espérer avec raison qu'un bon chenal navigable se conserverait encore pour quelques années.

A cette recommandation l'Ingénieur en chef ajoutait: « je ne dois pas dissimuler que « l'exécution de ce plan pourrait amener, dans le cas où les tempêtes de la mer ne seraient « point assez fortes pour emporter les nouveaux attérissements, la formation d'un banc qui « s'étendrait assez loin vers le Nord pour menacer la sécurité de l'entrée. Dans un pareil cas, « et la nécessité ayant ainsi démontré qu'il est prudent de maintenir la digue du Nord avec « une avance considérable sur sa voisine, cette digue demanderait à être immédiatement pro- « longée jusqu'à ce que son musoir eût atteint, au large du musoir de la digue du Sud, la « même distance relative qu'aujourd'hui.»

A la suite de ces explications, il fut décidé que la digue du Sud serait prolongée de 500 pieds vers le large, au moment où la baisse des eaux en aurait effectivement amené l'urgence, et que l'Ingénieur en chef pourvoirait immédiatement à la commande de tout le bois nécessaire pour l'achèvement de l'ouvrage.

Ces mesures ayant été prises dans le but d'empêcher la réapparition des obstacles que la navigation avait éprouvés durant l'année précédente, à cause de l'ensablement graduel de l'entrée, la Commission attendit, non sans quelque inquiétude, l'effet des dernières crues d'été sur l'état de la passe.

Elles produisirent fort heureusement toute l'amélioration¹ voulue et le 5 Novembre l'Ingénieur en chef s'exprimait ainsi, dans un rapport adressé à la Commission sur l'état de l'embouchure:

¹ Levés Nos 52 à 57. Pl. XXVII, XXVIII et XXIX.

« Je suis heureux d'avoir à diriger votre attention sur les excellentes conditions de la bouche de Soulina, telles que les indique le levé ci-joint pris le 21 du mois dernier.

« Il ne se passe, pour ainsi dire, point de jour, en ce moment, sans que des bâtiments ne sortent du port, tirant de 16 à 17 pieds d'eau, tandis qu'au mois de Novembre de l'année passée, il leur était impossible de franchir la barre avec un tirant d'eau de plus de 13 pieds et demi. Cette importante amélioration s'est produite, ainsi que vous le savez, sans aucun moyen artificiel; elle doit être attribuée d'abord à la hauteur des crues fluviales, et en second lieu, au bienfaisant curage opéré par des eaux comparativement claires.

« Jusqu'au 26 Juin dernier, époque à laquelle il existait un statu-quo marqué dans les conditions du chenal navigable, j'avais l'honneur de vous prévenir que peut être vous auriez à prolonger la digue du Sud de 500 pieds, afin de prévenir la nouvelle formation du banc du Sud, dont le développement avait atteint, il y a sept ou huit mois seulement, alors que les eaux du fleuve étaient extraordinairement basses, une rapidité telle, que l'attérissement de la passe avait augmenté de plus de deux pieds en moins de quinze jours. J'exprimais, en même temps, l'opinion qu'il n'était point à espérer de voir la passe revenir à ses excellentes conditions de 1861—1862, à moins que le courant fluvial ne reprît une vitesse de 3 à 4 nœuds par heure, ce qui était à considérer comme une occurrence exceptionnelle.

« Fort heureusement qu'une deuxième série de crues se fit sentir dès les premiers jours du mois de Juillet, et comme le courant atteignit alors pendant quelques jours et dépassa même une fois la vitesse de trois nœuds, assisté d'ailleurs par un fort vent d'Ouest, son effet immédiat fut de produire une amélioration considérable dans la largeur et dans la profondeur du chenal. Cette seconde crue n'eût pas plutôt commencé à baisser, que les eaux, d'abord lourdement surchargées de matières terreuses, devinrent comparativement claires, et l'absence de détritits tenus en suspension fut de plus en plus remarquable à mesure que la saison avança.

« Ce phénomène s'explique par le fait que les grands réservoirs des lacs du Delta et du Danube supérieur agissent comme autant de bassins d'attérissement pour les eaux débordées pendant la longue durée des crues, et qu'à l'époque de la baisse, les masses d'eau accumulées dans ces bassins s'en échappèrent peu à peu, libres en grande partie de leur impureté première. C'est ainsi que les eaux décroissantes, au lieu de détériorer l'état du chenal, ainsi qu'il arrivait jusqu'à présent, l'ont au contraire grandement amélioré, comme il est facile de le voir en comparant les derniers levés que j'ai eu l'honneur de vous transmettre.

« Partant du principe qu'il ne faut pas déranger ce qui est bien (*Well should be let alone*), proverbe strictement applicable aux travaux hydrotechniques, je ne voudrais point conseiller de prolonger la digue du Sud aussi longtemps que le chenal conservera sa largeur et sa profondeur actuelles, mais je suis toujours de l'avis qu'il conviendra de tenir à pied d'œuvre les matériaux de construction, dès le commencement de l'année prochaine, de telle sorte que l'on soit prêt à exécuter, aussi rapidement que possible, le prolongement proposé, au moment où la détérioration du chenal recommencera à prendre une extension de quelque gravité.»

Depuis le mois de Novembre 1864 jusqu'aujourd'hui¹, la profondeur de la passe n'est plus descendue audessous de 17 pieds; elle atteignit même, au mois de Mars dernier, 18 pieds et demi. Cet état excellent et exceptionnel de l'embouchure de Soulina est dû uniquement aux effets des grandes crues fluviales peu chargées d'alluvions dans leur première période. Toutefois vers la fin de la crue, la quantité de vase qu'elle entraîna fit de nouveau redescendre la profondeur à 17 pieds, mais les eaux étant restées basses durant les six derniers mois de cette année, la passe regagna graduellement la profondeur de 18 pieds sur 400 pieds de large, conditions dans lesquelles elle se trouve en ce moment et qui sont les plus favorables qu'elle ait présentées depuis l'exécution des travaux provisoires.

Les tableaux d'observations météorologiques qui accompagnent ce Mémoire (Appendice N° 2), aussi bien que le diagramme des variations du niveau fluvial aux Argagnis², ont été dressés dans le but d'éclaircir les causes des changements qui ont eu lieu de temps en temps dans l'état du chenal navigable à l'embouchure de Soulina, depuis l'année 1859.

En résumé, il est possible de suivre et de constater exactement les progrès que les attérissements ont faits en face de l'embouchure de la Soulina pendant les trente-sept dernières années.

Le premier levé existant (sur l'exactitude duquel on puisse compter) est le levé Russe de 1829. En comparant ce levé avec celui que la Commission a pris en 1857³, on trouve qu'au Nord de la passe, bien que la plage se soit retirée de 600 pieds dans l'intervalle des vingt-neuf années qui séparent ces deux levés, la ligne des fonds de 2 toises et demie (15 pieds) s'est avancée de 1000 pieds au large, et celle de 5 toises (30 pieds), de 2,900 pieds, tandis qu'au Sud, le contour de la plage étant resté le même, l'extrémité du banc de 2 toises et demie (15 pieds) s'est avancée de 700 pieds au large, et celle du banc de 5 toises (30 pieds), de 3,400 pieds.

Une comparaison du levé de Juillet 1857 avec celui de Juillet 1865⁴ démontre que l'avancement total du Delta, vers la mer, vis-à-vis de Soulina, pendant le laps des huit années qui viennent de s'écouler, n'a pas été plus considérable qu'il ne l'était avant la construction des digues; qu'au contraire, au Nord de la passe, le long et au Nord de la digue de gauche, à partir de sa racine jusqu'à son extrémité, la mer est plus profonde aujourd'hui qu'elle ne l'était en 1857, et que si au Sud, on tire une ligne droite à l'Est, en partant du grand phare, on trouve que les lignes de 18, 24 et 30 pieds de fond occupent aujourd'hui presque la même position qu'avant le commencement des travaux.

L'accroissement des bancs du Sud dans la direction NE peut seul donner quelques inquiétudes pour l'avenir. Dans cette direction et durant le même laps de huit ans, la plage du Sud et les lignes des fonds de 15, 18 et 24 pieds ont avancé, respectivement, de 1,600, 1,700, 1,300 et 600 pieds, et bien que ce progrès ne puisse être considéré comme un danger formidable, il est cependant plus que suffisant pour appuyer l'opinion émise si fréquemment

¹ Levés Nos 58 à 63. Pl. XXX à XXXIII. — ² Planche II. — ³ Levés Nos 1 et 2. Pl. III. — ⁴ Levés Nos 2 et 62. Pl. II et XXXII.

par les partisans du système d'amélioration adopté à Soulina, que l'extension d'un Delta est inévitable et que le seul moyen d'entretenir le chenal en état permanent de navigabilité, jusque dans la mer, est de prolonger les jetées au fur et à mesure que les attérissements font des progrès.

La nécessité de ce prolongement n'est point imminente quant à présent, mais comme elle le deviendra tôt ou tard, la prudence exige que l'on soit toujours préparé et pourvu de tous les moyens nécessaires pour prolonger les digues au moment voulu.

On ne doit pas oublier d'ailleurs que le genre de travaux adopté à Soulina et le plan des digues à leur extrémité se prêtent entièrement aux prolongements futurs, qui peuvent, en conséquence, être exécutés en tout temps, dans un court délai et avec une dépense relativement peu considérable.

TRAVAUX FLUVIAUX.

Les difficultés de son embouchure ne sont pas les seules que le bras de Soulina offre à la navigation et plusieurs parties de son cours sont obstruées de bas-fonds.

Le principal de ces obstacles intérieurs était le banc des Argagnis supérieurs, situé à 44 milles de l'embouchure, au point de dérivation d'un petit embranchement latéral nommé Papadia. Ce bas-fond a pour cause un élargissement du lit fluvial hors de proportion avec le volume d'eau qu'il débite.

L'attérissement provoqué par le ralentissement du courant se composait de sable fin précipité par les eaux chargées de matières alluviales, de lest jeté par les bâtiments et de tourbe détachée des rives par les hautes eaux; ces matières, entraînées jusqu'à la dérivation de la Papadia, s'y arrêtaient, s'accumulant çà et là en monticules qui ne tardaient pas à former le noyau de nouveaux bancs.

Au printemps de 1857 la profondeur de la passe des Argagnis¹ n'était que de dix pieds au niveau du zéro de l'échelle, qui indique le niveau de l'étiage ordinaire, et de huit pieds à l'époque des basses eaux, de telle sorte que les bâtiments chargés, dont le plus grand nombre descendent le Danube précisément pendant l'étiage ordinaire, ne pouvaient franchir le banc qu'après avoir allégé la plus grande partie et souvent la totalité de leur cargaison. Un état de choses aussi défavorable exigeait un prompt remède et l'amélioration provisoire de la section fluviale des Argagnis fut l'objet des premières décisions de la Commission. On commença le 6 Août 1857 à y employer le dragage comme moyen palliatif, et le 15 Septembre suivant, un projet de correction fut adopté qui consistait à fermer la dérivation de la Papadia par des barrages, et à construire sur la rive gauche quelques seuils et un revêtement en pierres pour protéger cette rive contre l'action du courant.

¹ Planches II et XXXIV.

Le projet soumis à la Commission comprenait d'ailleurs des ouvrages similaires à élever sur la rive droite, mais on résolut, par des motifs d'économie, d'en ajourner la construction.

Commencés pendant l'automne de 1857, ces travaux furent exécutés en propre régie, sous la direction de M^r l'Ingénieur Richrath, adjoint à l'Ingénieur en chef pour les travaux fluviaux, et qui en avait dressé les plans et devis. Ils furent terminés pendant la campagne suivante et produisirent des résultats satisfaisants, puisque la profondeur de la passe des Argagnis conserva, pendant à peu près deux ans et demi, une augmentation de trois pieds environ. Les dépenses s'élevèrent à la somme de 186,000 francs.

Pendant le printemps de 1861, il fut constaté que le chenal navigable des Argagnis se détériorait de nouveau¹ et l'on reconnut la nécessité de l'améliorer plus complètement.

L'Ingénieur-adjoint qui avait élaboré le projet primitif ne se trouvant plus au service de la Commission et Sir Ch. Hartley ayant été chargé de proposer lui-même les travaux nécessaires soumit des plans² qui furent adoptés et dont l'exécution fut commencée sous sa direction et en propre régie, au mois de Septembre 1862. Ces travaux, pour lesquels le devis s'élevait à 250,000 francs, consistent en ouvrages longitudinaux, élevés de chaque côté du fleuve et reliés aux rives par des éperons de travers, dans le but de ramener le lit fluvial à sa largeur normale, d'y empêcher, en augmentant la vitesse du courant, la formation des nouveaux attérissements et surtout de protéger la rive gauche contre le courant très-violent durant les crues, qui malgré les travaux de l'année 1858, avait rompu les barrages du bras de Papadia et attaqué de nouveau la berge du côté de son ancien point de dérivation. Cette tendance constante du courant fut arrêtée aussitôt que la digue longitudinale fût construite en face de la Papadia, et dans le courant de l'année 1863, après que l'on eût déblayé à la drague 36,054 tonneaux de sable fin, de lest et de tourbe, matières qui une fois consolidées résistaient à l'action des courants les plus forts, il fut ouvert à la navigation un chenal de 200 pieds de large et de 14 pieds de profondeur, avec une dépense d'environ 170,000 francs.

Cette dépense est restée inférieure à celle prévue dans le devis, par le motif qu'avant l'achèvement complet des travaux l'emploi des dragues était devenu si impérieusement nécessaire au Tchatal de S^t Georges, qu'au mois de Juin 1864, la Commission dût suspendre l'approfondissement du chenal aux Argagnis et employer toutes ses ressources pour améliorer le bas-fond du Tchatal où à cette époque il y avait deux pieds d'eau de moins que partout ailleurs dans le cours du bras de Soulina.

L'état actuel des Argagnis³, bien qu'il fût possible, en dépensant le solde de la somme votée en 1861, d'y obtenir encore une augmentation de profondeur de deux pieds, est néanmoins très-satisfaisant si on le compare à l'état des autres bas-fonds du bras de Soulina, puisque son chenal est aujourd'hui en majeure partie tracé entre des rives indestructibles et que sa profondeur reste toujours d'environ quatre pieds supérieure à ce qu'elle était en 1857.

A l'époque même où de nouveaux travaux furent jugés nécessaires aux Argagnis, la navigation commençait à éprouver de sérieuses difficultés dans la traversée de la section fluviale

¹ Planche XXXV. — ² Planche XXXVI. — ³ Planche XXXVII.

de Batmich-Kavac¹, située dans le bras de Soulina, à 19 milles de son embouchure. Le bas-fond existant sur ce point s'était surélevé de telle sorte que pendant les basses eaux, le chenal n'offrait plus qu'une profondeur de douze pieds. Sur la proposition de l'Ingénieur en chef, la Commission résolut d'entreprendre la correction de cette partie de la Soulina, et elle adopta, dans sa séance du 22 Mai 1861, le projet qui lui fut soumis dans ce but, et dont l'exécution fut reconnue d'ailleurs comme plus urgente que celle des travaux votés dans la même séance, pour compléter l'amélioration des Argagnis. Les chantiers furent en conséquence immédiatement ouverts à Batmich-Kavac et les travaux y avaient atteint à peu près la moitié de leur développement à la fin de la campagne de 1861.

Arrêtés pendant quelque temps, au printemps de l'année suivante, par suite de difficultés financières, ils ont été repris au mois de Mai et terminés le 3 Septembre 1862.

Ils consistent en un revêtement de pierres couvrant la rive concave sur une longueur de 4,000 pieds et en sept éperons appuyés à la rive opposée, construits en pilotis à claire-voie et protégés par des empièvements jusqu'au niveau de l'étiage.

A l'époque de la cessation des travaux, la profondeur du chenal avait augmenté d'un pied et demi, sans le secours du dragage, et ce résultat était si encourageant pour l'avenir que les travaux furent suspendus avant que la somme prévue dans le devis primitif, et qui s'élevait à 250,000 francs, eût été dépensée. La somme réellement employée aux travaux de Batmich-Kavac se trouva ainsi restreinte à 157,000 francs, et l'on attendit les effets des crues sur le fond sablonneux du chenal rectifié et rétréci.

Pendant l'année 1863, le Danube n'ayant pas éprouvé sa crue ordinaire, la profondeur resta stationnaire², mais les crues de l'année suivante agirent sur l'état de la passe d'une manière si favorable qu'au niveau de l'étiage un chenal large de 200 pieds et de 16 pieds de profondeur se forma le long de la rive concave récemment protégée de pierres³, et jusqu'aujourd'hui cet excellent chenal se maintient sans le moindre indice de détérioration.

Trois autres parties du bras de Soulina ont réclamé encore une amélioration provisoire: l'orifice supérieur de cet embranchement, désigné sous le nom de Tchatal de S^t Georges, le bas-fond des petits Argagnis et le banc de Gorgova. L'accès du Tchatal est rendu difficile par la direction tortueuse de la passe et par des bas-fonds qui la traversent; l'exécution de travaux de correction sur ce point a toujours été considérée par la Commission comme très-désirable, mais le manque de ressources financières ne lui a point permis de l'entreprendre simultanément avec les travaux plus urgents dont il vient d'être parlé, et elle a dû se borner d'abord à maintenir, autant que possible, la profondeur de l'entrée au chiffre de 14 pieds, à l'étiage, en y faisant travailler les dragues pendant une partie des étés de 1861 à 1866.

Malgré ces travaux de curage repris chaque année, la profondeur de l'entrée supérieure du bras de Soulina était, au mois de Juin 1865, inférieure de trois pieds à celle de la passe des Argagnis, et il était prouvé par les observations faites que la détérioration du chenal, au Tchatal de S^t Georges, était en proportion directe du volume des crues du fleuve et suivait

¹ Planche XXXVIII. — ² Planche XXXIX. — ³ Planche XL.

par conséquent une marche opposée à celle qui avait été constatée à l'embouchure de Soulina, où depuis la construction des digues, les crues produisaient les effets les plus favorables.

Pour amoindrir autant que possible cet obstacle sans cesse renaissant, Sir Charles Hartley proposa à la Commission d'exécuter au Tchatal de S^t Georges quelques travaux d'art destinés à en rectifier l'entrée. Ces ouvrages ont été exécutés en grande partie durant cette année, mais ils font partie des travaux qui ont été votés pour rendre permanentes les améliorations provisoires du bras et de l'embouchure de Soulina et qui après leur achèvement seront l'objet d'un supplément au présent mémoire.

Les dragues furent également employées, et dans le même but, pendant l'année 1862, à l'approfondissement du chenal sur le banc de Gorgova, situé à 30 milles de l'embouchure, et au bas-fond des petits Argagnis, situé à 42 milles, pendant les mois d'Août et Septembre de l'année 1864.

Parmi les travaux de second ordre entrepris par la Commission à l'embouchure et dans le bras de Soulina, il y a lieu de mentionner spécialement :

1°. L'enlèvement ou la destruction d'un grand nombre de bâtiments naufragés dont la situation constituait un obstacle ou un danger, opération souvent difficile et qui dans la seule année 1861 a entraîné une dépense de 2672 ducats (31,000 francs), consacrée à faire sauter quinze carcasses qui obstruaient depuis longtemps le chenal navigable dans le bras de Soulina.

2°. L'établissement d'un système complet de bouées signalant aux bâtiments le chenal qu'ils ont à suivre pendant leur navigation fluviale entre Isaktcha et la mer; quelques passes difficiles situées entre Isaktcha et Braïla ont été également balisées suivant le même système, sur la demande et aux frais du Gouvernement des Principautés-Unies.

3°. L'établissement de corps-morts destinés, soit à faciliter l'amarrage dans le port de Soulina, soit à permettre aux bâtiments de se halier dans les courbes difficiles à doubler, notamment au Tchatal de S^t Georges et devant Toultscha.

4°. La réparation et l'entretien du chemin de halage le long du bras de Soulina, et le placement de 400 poteaux d'amarrage, de 50 bornes milliaires (principalement destinées à faciliter la surveillance de la navigation et l'exercice de la police fluviale) et de repères en pierre constatant les résultats du nivellement du bras de Soulina.

Les projets élaborés en vue de l'amélioration définitive de l'embouchure de S^t Georges comprenaient la construction d'un phare destiné à signaler l'entrée du fleuve; la Commission a constaté toutefois que l'établissement de ce phare offrirait de grands avantages, même aux bâtiments qui se dirigent du Bosphore vers l'embouchure de Soulina. Ces bâtiments rencontrent, en effet, sur leur route, avant d'atteindre la hauteur des bouches de S^t Georges, une forte saillie formée par la côte occidentale de la Mer Noire, dans la direction E $\frac{1}{4}$ NE; il leur est d'autant plus difficile d'éviter ce danger, que le peu d'élévation du rivage ne permet pas de le reconnaître à une distance suffisante et que la plage sous-marine s'avance à une grande distance vers le large, la ligne des sondages de six pieds se trouvant à plus d'un mille et

quart de la côte. Les Capitaines, et particulièrement ceux des navires à vapeur, exprimaient unanimement le désir de voir établir un phare à l'extrémité du promontoire, pour signaler les approches du banc, ce qui permettrait aux bâtiments de gagner l'embouchure de Soulina, en longeant le littoral, sans qu'ils fussent obligés de se détourner à l'Est de leur route et d'aller reconnaître l'île des serpents.

Afin de satisfaire à ce désir, la Commission décida, dès le mois d'Août 1859, de construire à l'embouchure de S^t Georges un phare provisoire; l'exécution de cette décision a été ajournée d'abord, par suite des négociations ouvertes avec la Compagnie concessionnaire de l'éclairage général des côtes de l'Empire Ottoman, qui s'était déclarée disposée à s'en charger, sous certaines conditions; elle dût être différée plus tard, par suite du manque de ressources financières, et une balise fixe et visible de loin fut placée, en attendant, sur la pointe même du bas-fond; deux autres balises seront établies encore, l'une au Nord et l'autre au SO de la première, pour signaler aux navigateurs la direction de l'accore de ce banc sous-marin.

La construction du phare a été commencée pendant l'été de l'année 1864 et terminée dans l'automne de la même année. La tour construite en bois de chêne supporte un appareil lenticulaire du 4^e ordre, tournant de minute en minute, à éclats alternativement rouges et blancs; le nouveau feu se distingue ainsi facilement de ceux de Soulina et de l'île des serpents.

Le service du phare a été ouvert le 4 Mai 1865. Il est situé par 44° 51' 5" de latitude et 29° 36' 52" de longitude E du méridien de Greenwich, sur un îlot de sable, en face de la pointe méridionale de l'île inférieure d'Olinka, point de terre ferme le plus rapproché de l'angle SE du banc qu'il est destiné à signaler; il pourra être déplacé sans difficulté pour être définitivement établi au point qui serait jugé le plus favorable, dans le cas où l'embouchure de S^t Georges serait ultérieurement ouverte à la navigation. Les frais d'établissement de ce phare se sont élevés à 50,000 francs.

Il reste à faire connaître sommairement au moyen de quelles ressources financières la Commission Européenne a pourvu aux frais de son administration et aux dépenses des travaux exécutés jusqu'à présent.

Pendant les conférences qui précédèrent la conclusion du Traité de Paris, les Plénipotentiaires de la Turquie avaient déclaré que leur Gouvernement était disposé à faire l'avance des sommes nécessaires pour les travaux d'amélioration à exécuter aux embouchures du Danube. Cet engagement fut renouvelé par le Délégué de la Sublime Porte dans la deuxième séance de la Commission Européenne, et accepté par les Délégués des autres Puissances. En conséquence de cette entente, le Gouvernement Ottoman fournit à la Commission les fonds dont elle eût besoin pendant les années 1857, 1858, 1859 et une partie de l'année 1860; ses versements se sont élevés à la somme totale de 316,975 ducats, ou de 3,740,300 francs. Cet arrangement ne tarda pas, toutefois, à présenter des inconvénients; les envois de fonds ne s'effectuaient

point à époque fixe et ces irrégularités causèrent plus d'une fois à la Commission de sérieux embarras, et l'obligèrent parfois, dans la saison la plus favorable de l'année, à ralentir l'activité de ses travaux dont les dépenses se trouvèrent ainsi augmentées. Elle dut même, à plusieurs reprises, emprunter à un taux ordinairement onéreux, les sommes nécessaires pour couvrir les dépenses courantes et pour remplir les engagements contractés vis-à-vis des fournisseurs.

Ces difficultés s'aggravèrent d'année en année, par suite des embarras financiers dans lesquels le Gouvernement Ottoman se trouvait alors momentanément engagé, et en 1860, les versements furent entièrement suspendus, de telle sorte que la Commission Européenne dût, ou se dissoudre, en abandonnant sa tâche inachevée, ou se créer par elle-même les ressources financières nécessaires.

Il était heureux que les travaux provisoires entrepris à l'embouchure de Soulina se trouvassent, dès cette époque, assez avancés et eussent produit une augmentation de profondeur suffisante pour justifier la perception immédiate des droits fixes au moyen desquels les dépenses faites dans l'intérêt de la navigation devaient être remboursées par elle, conformément à l'article 16 du Traité du 30 Mars 1856. Les données statistiques indispensables pour arrêter le taux de ces droits avaient été réunies, d'ailleurs, durant les années précédentes par la Commission, qui faisant usage des pouvoirs que lui conférait le Traité, arrêta, sous la date du 25 Juillet 1860, un tarif provisoire qui fut appliqué à l'embouchure de Soulina, le 1^{er} Septembre de la même année.

La Sublime Porte consentit volontiers à suspendre l'exercice du privilège que les stipulations du Traité lui assuraient, pour le remboursement des avances déjà faites par elle, sur le produit des droits de navigation, dont la Commission Européenne put ainsi disposer librement, afin de se procurer les moyens de continuer et d'achever ses travaux.

Différents emprunts ont été conclus successivement dans ce but, avec la Banque Ottomane, à Galatz, et avec la Banque Allemande du Nord, à Hambourg; emprunts à l'amortissement desquels le revenu tiré de la perception des taxes a été spécialement affecté.

Ces emprunts ont été intégralement remboursés, sauf un solde de 100,000 Marcs de banque encore dû à la Banque de Hambourg, et qui n'arrivera à son échéance qu'au 30 Juin 1866. Un nouvel emprunt sera toutefois nécessaire pour l'exécution des projets que la Commission vient d'adopter pour rendre définitives et permanentes les améliorations provisoires réalisées dans le bras et à l'embouchure de Soulina.

Le tarif adopté par la Commission est basé sur le système le plus équitable possible, et le taux de la taxe acquittée par chaque bâtiment croit dans la double proportion de son tonnage et de la profondeur qu'il trouve dans la passe, de telle sorte que la redevance demeure toujours relativement équivalente aux avantages que le bâtiment tire des améliorations réalisées par la Commission. Il a été établi d'ailleurs une double échelle, l'une pour les bâtiments qui s'arrêtent à Soulina et ne profitent ainsi en rien des travaux exécutés dans le fleuve, et l'autre pour ceux qui remontent jusqu'aux ports de l'intérieur. Le minimum de la taxe est de 50 centimes par tonneau, pour un bâtiment de moins de cent tonneaux qui n'a pas remonté

le fleuve, et lorsque la profondeur est de moins de dix pieds anglais à l'embouchure; le maximum est de 3 francs 30 centimes par tonneau, pour un bâtiment de 300 tonneaux qui a remonté le fleuve et qui trouve à l'embouchure une profondeur de plus de quinze pieds.

Les bâtiments qui restent mouillés en rade de Soulina et y reçoivent leurs cargaisons sans entrer dans le port, ainsi que les allèges employées au transport de ces cargaisons, sont soumis à une taxe proportionnelle aux avantages qu'ils retirent des établissements de Soulina. Des facilités particulières ont été assurées, tant sous le rapport du taux des droits que sous celui du mode de paiement, aux bateaux à vapeur appartenant à des entreprises publiques, qui effectuent des voyages périodiques, d'après un programme arrêté, et qui sont affectés spécialement au service postal et au transport des passagers.

Une franchise entière de toute taxe a été accordée aux bâtiments qui entrent à Soulina en refuge contre le mauvais temps, ou en simple relâche pour réparer leurs avaries.

Les taxes déterminées par le tarif comprennent toujours les droits de phare ainsi que les droits dus pour le pilotage à l'embouchure et pour l'entretien de l'hôpital de la marine.

L'article 16 du Traité de Paris, en stipulant que des droits fixes pourraient être perçus aux bouches du Danube, porte, en même temps, que la perception ne pourra être opérée que sous la condition d'une égalité parfaite de traitement entre tous les pavillons, et la Commission Européenne s'est efforcée de remplir, sous ce rapport, les intentions des Hautes Parties contractantes. Elle a rencontré toutefois de sérieuses difficultés dans la détermination de l'unité de mesure sur la base de laquelle la redevance à payer par chaque bâtiment doit être calculée. Ces difficultés résultaient, non seulement de la différence qui existe entre les tonneaux des divers Pays, mais encore et surtout de la différence des règles prescrites par chaque législation maritime pour le jaugeage des bâtiments de mer, et qui produisent, eu égard à leur capacité absolue, des résultats d'une exactitude très-inégale. Reconnaissant l'impossibilité de fixer, *a priori*, la proportion existante entre les mesures de jauge des différentes nations maritimes et le tonneau de registre anglais, adopté comme unité de mesure pour la perception des taxes, la Commission dut se borner à déterminer approximativement cette proportion, en prenant la moyenne des résultats fournis par la comparaison du tonnage d'un grand nombre de bâtiments, tel qu'il est porté sur leurs papiers nationaux, avec leur tonnage mesuré en tonnes de registre par le jaugeur officiel d'un port de la Grande-Bretagne.

L'égalité de traitement exigée par le Traité de Paris se trouve ainsi réalisée dans la mesure du possible, mais elle demeure toujours imparfaite, et c'est cette considération qui a inspiré à la Commission Européenne le vœu qu'elle a exprimé dans sa séance du 30 Novembre 1861, qu'un mode uniforme de jaugeage fût adopté par les différentes Puissances maritimes et réglé par des dispositions internationales.

La perception des taxes a été organisée par l'institution de la Caisse de navigation de Soulina, dont la gestion est confiée à un Agent-comptable nommé par la Commission Européenne et agissant sous ses ordres. Les opérations de la Caisse sont contrôlées, au nom du Gouvernement territorial, par un Agent Ottoman.

La mise en vigueur d'un régime fiscal à l'embouchure de Soulina était de nature à faire craindre quelques difficultés, d'autant plus qu'au moment de la publication du tarif, les travaux d'endiguement n'avaient encore produit que des effets peu sensibles. Ces craintes furent loin toutefois de se réaliser : la perception des taxes s'effectua, en général, sans opposition de la part des Capitaines, et la bonne volonté que la Commission rencontra, sous ce rapport, doit être attribuée, sans doute, à l'amélioration qui ne tarda pas à se produire dans les conditions de la navigation à l'embouchure, et à la juste appréciation que fit le commerce des avantages qu'il retire des travaux, et qui lui épargnent, ainsi qu'il sera dit plus loin, des charges bien plus considérables que celles que le tarif lui impose.

RÉSULTATS DES TRAVAUX.

Les frais que la navigation avait à supporter autrefois par suite du manque de profondeur à l'embouchure de Soulina ont été évalués par l'Amirauté de Gènes, en 1858, sur les renseignements fournis par le Commandant de la station navale Sarde des bouches du Danube, à la somme de 2788 francs pour un bâtiment de 170 tonneaux, savoir :

Pour droits de phare et de pilotage	56 francs
Pour frais d'allège	2,492 „
Pour frais de rechargement	240 „

Le même bâtiment paie aujourd'hui, à raison de 2 francs 55 centimes par tonneau, et après réduction de son tonnage en mesure anglaise, 385 francs 80 centimes.

Le calcul de l'Amirauté de Gènes paraît toutefois basé sur un cours de fret d'allèges supérieur à la moyenne.

D'après les renseignements recueillis par la Commission Européenne, et en admettant qu'avant l'amélioration de l'embouchure de Soulina la profondeur moyenne de la passe fût de dix pieds anglais, un bâtiment de cent tonneaux était obligé, pour la franchir, de s'alléger de 200 kilès de Constantinople¹; un bâtiment de 200 tonneaux devait s'alléger de 3,400 kilès, un bâtiment de 300 tonneaux, de 6,200, et un bâtiment de 400 tonneaux, de 10,700 kilès.

Ces bâtiments peuvent aujourd'hui traverser l'embouchure de Soulina, sans le secours des allèges.

Les nolis des allèges étaient très-variables, et s'élevaient parfois jusqu'à 825 francs (200 Yermiliks) par mille kilès; les taux exorbitants formaient d'ailleurs plutôt la règle que l'exception. On peut prendre pour terme moyen de comparaison le prix de 350 francs (80 Yermiliks), par mille kilès, et calculer ainsi les frais qu'un bâtiment avait à supporter antérieurement à la construction des digues de Soulina :

¹ La capacité du kilè de Constantinople est de 37 litres.

Un bâtiment de 200 tonneaux avait à payer:

Pour frais d'allèges	1,190 fr ^s — c ^s
Pour droits de phare et de pilotage	47 „ 50 „
Total . . .	1,237 „ 50 „

Un bâtiment de 400 tonneaux payait, par contre:

Pour frais d'allèges	3,745 fr ^s — c ^s
Pour droits de phare et de pilotage	71 „ — „
Total . . .	3,816 „ — „

Ces bâtiments paient aujourd'hui:

Celui de 200 tonneaux, à raison de 2 francs 55 centimes par tonneau, 510 francs;
Et celui de 400 tonneaux, à raison de 3 francs 30 centimes, la somme de 1320 francs.

Ils réalisent par conséquent sur leurs anciens frais, le premier, une économie de 59%
et le second, une économie de 65%.

Il est juste de faire observer toutefois que les bâtiments qui remontent le fleuve sont encore obligés d'alléger sur les bas-fonds du bras de Soulina, mais les frais et les risques de cette opération, accomplie dans l'intérieur du fleuve, ne sauraient être comparés à ceux qu'elle occasionnait aux bâtiments sur la rade exposée de Soulina. D'importantes améliorations ont été réalisées d'ailleurs au moyen des travaux de correction que la Commission a exécutés dans le bras de Soulina, et les navires y trouvent aujourd'hui une profondeur minimum supérieure de trois pieds environ à ce qu'elle était avant l'année 1858.

Au surplus, un grand nombre de bâtiments d'un fort tonnage prennent aujourd'hui leur cargaison dans le port de Soulina, où l'approfondissement de l'embouchure leur permet de l'attendre en toute sécurité. Les chargements ainsi effectués à l'embouchure, qui ne s'élevaient en 1861 qu'à 18,000 tonneaux, ont atteint en 1864 le chiffre de 156,500 tonneaux, représentant plus du quart de l'exportation totale¹.

L'approfondissement de l'embouchure de Soulina a été suivi, en général, d'un accroissement sensible dans l'activité de la navigation aux bouches du Danube. Le résumé des données statistiques recueillies par la Commission Européenne, joint au présent Mémoire (Appendice N° III), fait voir que l'exportation moyenne des sept années, 1853 — 1859, antérieures à l'amélioration de la bouche de Soulina, atteignait le chiffre de 326,500 tonneaux seulement, tandis que pour les six années suivantes, 1860—1865, cette moyenne s'est élevée à 497,700 tonneaux.

On voit, d'un autre côté, que la proportion des naufrages survenus en rade de Soulina, qui s'était élevée, en 1855, à 0.61% du nombre des bâtiments sortis du Danube, est tombée à 0.02% en 1864, et que la proportion moyenne est de 0.39% pour les années 1855—1860, et de 0.11% pour les années 1861—1865². Cette proportion a donc diminué de plus des deux tiers.

La sécurité assurée à la navigation et les garanties qu'elle a trouvées dans l'établissement d'une police régulière ont eu pour conséquence de réduire les frets entre les ports du

¹ Voir à l'appendice N° III, le tableau N° III. — ² Appendice N° III. Tableau N° VI.

Danube et les ports étrangers. Le fret moyen entre Galatz ou Braïla et les ports d'Angleterre a diminué de près de trois shellings par quarter (290 litres) ou d'une Livre Sterling par tonne. Cette différence profite presque exclusivement aux producteurs de céréales des contrées riveraines du fleuve. Il est à regretter qu'il n'ait point été possible jusqu'aujourd'hui d'obtenir des Compagnies d'assurances maritimes une réduction du taux des primes, équivalente à la diminution des risques de la navigation Danubienne.

A un autre point de vue, il est permis de dire que les heureux résultats obtenus à l'embouchure de Soulina, au moyen de la construction de digues parallèles, donnent un argument péremptoire dans le choix du mode d'amélioration le plus efficace et le moins coûteux applicable aux bouches du Danube, et que l'on peut aujourd'hui, appuyé sur cette expérience, mettre en toute sécurité la main aux travaux destinés à compléter cette amélioration et à la rendre permanente.

Galatz, Décembre 1865.

A. de Kremer.

Ed. Engelhardt.

J. Stokes.

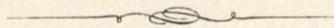
Straubio.

Saint Pierre.

d'Offenberg.

Abuet Rabin.

APPENDICES.



APPENDICE N° I.

RAPPORT

SUR L'AMÉLIORATION DE LA NAVIGABILITÉ DU BAS-DANUBE,

PRÉSENTÉ A LA COMMISSION EUROPÉENNE

PAR M^r C. A. HARTLEY ¹, SON INGÉNIEUR EN CHEF.

(Extrait.)

A Messieurs les Membres de la Commission Européenne du Danube.

Messieurs,

En Vous soumettant un projet général pour l'amélioration de la navigabilité du bas Danube, je crois devoir appeler d'abord Votre attention sur les extraits suivants des instructions qui me furent données par la section technique, le 8 Avril dernier:

«L'Ingénieur en chef commencera immédiatement une étude approfondie des trois embouchures du Danube, Instructions de la Section technique. dans le but de proposer au choix de la Commission Européenne celle des trois bouches qui devra être l'objet des travaux définitifs destinés à faciliter la navigation entre Isaktcha et la mer.

«L'Ingénieur en chef sera guidé principalement par les trois considérations qui vont être indiquées, dans l'ordre de leur importance :

«Quelle est la branche du Delta à l'embouchure de laquelle on peut espérer de maintenir, sur la barre, la plus grande profondeur?

«Quelle est celle qui pourra donner le meilleur port?

«Enfin, quelle est celle qui offrira à la navigation générale du Danube les plus grands avantages?

«En soumettant ses propositions à la Commission, M^r Hartley aura soin d'établir la comparaison des mérites respectifs de chaque branche. On peut admettre, par exemple, que malgré la supériorité absolue de l'une d'elles, les dépenses exigées par son amélioration et le temps nécessaire pour l'accomplir présentent des objections d'une nature si grave, que la Commission doit renoncer à ouvrir à la navigation le bras du fleuve, auquel des considérations purement techniques assureraient la préférence.»

Je répondis, ainsi qu'il suit, à ces instructions:

L'importance de la question demande une étude complète du Delta et de longues séries d'observations destinées à servir de base à une appréciation satisfaisante des mérites respectifs des trois principaux bras du fleuve. Réponse aux instructions de la Section technique.

¹ Aujourd'hui SIR CHARLES HARTLEY, le titre de chevalier lui ayant été conféré, en 1862, pour les services qu'il a rendus en qualité d'Ingénieur en chef de la Commission.

Il serait possible, néanmoins, en cas d'impérieuse nécessité, d'arriver à une décision suffisamment motivée, jusqu'à un certain point, avant que les données dont je viens de parler n'eussent été réunies, pourvu que la Commission voulût accepter, en partie, comme bases du projet général, et en ce qui concerne les embouchures de Kilia et de St. Georges, les excellentes cartes de ces deux embouchures, communiquées à la Commission par Mr. le Capitaine Spratt, de la Marine Royale Britannique. Les études et les observations seraient restreintes presque exclusivement, dans ce cas, à la branche de Soulina et à son embouchure, qui demandent d'ailleurs le plus d'attention aujourd'hui, étant seules ouvertes à la navigation.

Acceptation
de ces
propositions.

Vous avez reconnu, Messieurs, qu'il importait d'arriver à une prompt solution, c'est pourquoi Vous m'avez fait l'honneur d'accepter ma seconde proposition.

Je fis, en conséquence, tous mes efforts pour Vous soumettre, dans le plus court délai possible, les éléments destinés à servir de base au choix que Vous êtes appelés à faire entre les trois branches du bas Danube.

Données princi-
pales recueillies
par l'Ingénieur
en chef.

Les données principales recueillies dans ce but et qui accompagnent ce rapport peuvent être brièvement énumérées, ainsi qu'il suit:

Plusieurs plans des branches de St. Georges et de Kilia, ainsi que de leurs embouchures;
Plans particuliers de la branche et de l'embouchure de Soulina;
Profils indiquant le volume d'eau comparatif des trois branches;
Résultats des observations faites aux embouchures de St. Georges et de Soulina, pendant une durée de neuf mois;

Ressources du pays en matériaux de construction.

Les dessins joints à ce rapport sont au nombre de trente quatre et peuvent être classés de la manière suivante ¹:

- 1°. Cinq dessins généraux de description et de comparaison;
- 2°. Cinq plans et profils de la branche de Kilia;
- 3°. Neuf plans et dessins détaillés pour l'amélioration de la navigabilité de la branche de St. Georges;
- 4°. Douze plans et dessins détaillés pour l'amélioration de la navigabilité de la branche de Soulina;
- 5°. Trois plans et profils de la branche de Toultscha.

La Carte qui présente la position géographique générale du Delta ² fera comprendre plus facilement la description que je vais essayer de donner du bas Danube et des conditions principales qui lui sont particulières.

I.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU DELTA DU DANUBE ET DE SES BRANCHES.

D'Isaktcha
au Tchatal
d'Ismaïl.

A partir d'Isaktcha, en Bulgarie, et après un cours de 2,700 kilomètres, les eaux puissantes du Danube, fournies par un bassin d'une superficie de 800,000 kilomètres carrés, se déroulent paisiblement jusqu'au Tchatal ³ d'Ismaïl, dans un lit constamment large et profond.

A ce point, situé à 24 kilomètres en aval d'Isaktcha, le fleuve se divise; les dix-sept vingt-septièmes de son volume d'eau prennent peu à peu la direction de l'Est, par la branche de Kilia, et les dix vingt-septièmes suivent celle du Sud-Est, avec le bras du fleuve qui passe devant Toultscha.

Le Tchatal d'Ismaïl peut donc être appelé la tête du Delta et constitue un point de départ favorable pour mesurer les distances sur le bas Danube.

Il suffit de jeter les yeux sur la planche II de l'Atlas pour se rendre compte des proportions relatives des trois branches principales du Delta.

Branche de
Kilia.

Ce que l'on nomme communément la branche de Kilia est, en réalité, le courant principal du Danube, puisqu'il emporte vers la mer bien plus de la moitié du volume d'eau qui passe à Isaktcha. Cependant, pour éviter toute confusion, je continuerai à le désigner sous le nom de branche de Kilia, mais au lieu de considérer comme le fleuve principal, conformément à l'usage suivi jusqu'à présent, le volume d'eau moins considérable qui, à partir du Tchatal, se dirige vers le Sud-Est, je lui donnerai également la qualification de branche et l'appellerai, en conséquence, branche de Toultscha.

¹ Ces dessins n'ont pas été reproduits dans l'Atlas qui accompagne le présent Mémoire; ceux qui sont indispensables pour l'intelligence du rapport de Sir Ch. Hartley sont joints au texte. — ² Planche I de l'Atlas. — ³ Mot turc signifiant fourche.

Le chenal de la Kilia reste large et profond depuis la pointe du Tchatal jusqu'à Ismaïl, où le fleuve reçoit un petit affluent qui le met en communication avec le lac Yalpouk, à l'extrémité supérieure duquel est située la ville frontière de Bolgrad.

A partir d'Ismaïl, qui occupe sur la rive gauche une position magnifique, à environ 20 kilomètres NE de la bifurcation du fleuve, le courant se dirige vers le Sud-Est, sur une distance de 13 kilomètres à peu près, et se détourne ensuite vers le Nord-Est, après avoir décrit une forte courbe. A la pointe de cette courbe, un petit bras latéral se détache de la rive droite, dans la direction du Sud, et rejoint la branche de Soulina.

Peu après, la Kilia se divise en trois bras, tous trois d'une profondeur suffisante pour la navigation, et qui se rencontrent de nouveau à Staroï-Kilia, à 2 kilomètres et demi environ en aval de la ville de Kilia, et à 67 kilomètres du Tchatal d'Ismaïl.

Le port de Kilia ne saurait être plus favorablement situé; la rive gauche du fleuve, sur laquelle la ville est assise, est élevée bien au-dessus du niveau des crues, et la vaste nappe d'eau, qui s'étend à ses pieds et devant le fort, présente au commerce des avantages peu ordinaires.

A 7 kilomètres en aval de Staroï-Kilia, le fleuve se divise une seconde fois en trois bras qui se rejoignent de nouveau, après un trajet d'environ 25 kilomètres, auprès des hameaux de Basartchik et de Périnarav. Ainsi réunies, les eaux de la Kilia parcourent encore une distance de 5 kilomètres et se déversent dans le grand bassin situé devant Vilkow, village de pêcheurs, à environ 6 kilomètres de la mer.

Au sortir de ce bassin intérieur, la Kilia se dirige vers la mer par cinq embranchements, dont trois se bifurquent à leur tour, pour s'écouler chacun par deux embouchures. Ainsi, après un cours de 100 kilomètres, la branche de Kilia déverse enfin ses eaux dans la Mer Noire par huit bouches différentes.

Remontons maintenant jusqu'au Tchatal d'Ismaïl, et en laissant de côté le bas-fond qui s'y est formé, descendons la branche droite du fleuve sur une distance de 8 kilomètres jusqu'à Toultscha.

Branche de
Toultscha.

C'est à Toultscha, que la navigation rencontre le premier obstacle sérieux: je veux parler du rocher qui, en aval de cette ville, s'avance dans le courant du fleuve, à l'extrémité inférieure de la concavité d'une courbe très-aiguë. Les tourbillons et les contre-courants produits par cet obstacle exigent, de la part des pilotes, une grande habileté dans la manœuvre des bâtiments, ainsi que la connaissance parfaite de la localité.

A 9 kilomètres en aval de Toultscha et à 17 kilomètres du Tchatal d'Ismaïl, la branche de Soulina se sépare de celle de Toultscha, pour prendre la direction de l'Est, en emportant vers la mer environ les deux vingt-septièmes du volume d'eau qui passe à Isaktcha.

Au point où nous supposons que la branche de Toultscha cesse, c'est-à-dire à la naissance de la Soulina, commence la branche de St. Georges. Ce point sera désigné dorénavant, dans le présent rapport, sous le nom de Tchatal de St. Georges.

Branche de St.
Georges.

Le cours du St. Georges vers la mer suit généralement la direction du Sud-Est; il emporte les trois quarts du volume d'eau de la branche de Toultscha ou les huit vingt-septièmes de la masse d'eau totale du Danube, avant sa bifurcation à la tête du Delta.

La largeur moyenne de la branche de St. Georges, dans la première partie de son cours et après sa séparation d'avec la Soulina, est de 470 mètres. Cette largeur est un peu supérieure à celle de la branche de Toultscha; la profondeur, par contre, est un peu moindre, mais elle suffit encore largement à tous les besoins de la navigation.

A 4 kilomètres du Tchatal, près du village de Prislav, le St. Georges commence à suivre le pied des collines de Besh-Tépé et court parallèlement avec elles, jusqu'au village qui porte le même nom et qui est situé sur la rive droite, à 19 kilomètres environ de la bifurcation.

Non loin de Besh-Tépé, le fleuve commence à modifier son cours, presque toujours droit jusqu'à ce point, et décrit la première courbe d'une série de détours qui rend très-remarquables les parties intermédiaire et inférieure de la branche de St. Georges. Cependant, grâce à la largeur et à la profondeur constantes du lit, ces sinuosités ne sont pas aussi défavorables à la navigation qu'on pourrait le croire.

A 46 kilomètres du Tchatal de St. Georges, un petit cours d'eau nommé Donavetz se détache de la rive droite et va rejoindre, après un cours long et tortueux, les vastes bas-fonds du lac salé de Rasim. Le Donavetz a été appelé quelquefois un bras du Danube, mais ses proportions insignifiantes ne lui donnent aucun droit à ce nom; il n'a en effet qu'une largeur de 20 à 30 mètres, une profondeur qui dépasse rarement 2 mètres et un courant presque imperceptible; le volume d'eau qu'il entraîne ne saurait, par conséquent, déterminer dans le niveau du bras dont il dérive un changement qui fût de nature à être pris en considération pratique.

Près du petit hameau de Galinovak, à 67 kilomètres du Tchatal de St. Georges, le fleuve décrit une courbe très-aigüe; en coupant, par une percée longue de 800 mètres seulement, la langue de terre formée par les deux bras parallèles de cette courbe, on pourrait abrégier la longueur du St. Georges de 7 kilomètres et demi.

A partir de cette sinuosité remarquable, le fleuve suit son cours, toujours large et profond, jusqu'à l'île supérieure d'Olinka, où il se bifurque en deux bras, les bras de Kedrillès et d'Olinka, par lesquels il se déverse, peu après, dans la Mer Noire.

La branche de St. Georges se termine donc par deux orifices, à une distance de 120 kilomètres du Tchatal d'Ismaïl, et de 102 kilomètres du Tchatal de St. Georges.

Ayant ainsi décrit le cours des deux branches de Kilia et de St. Georges, nous revenons à la bifurcation qui donne naissance au bras de Soulina, pour décrire également le cours de cette troisième branche du Delta, la seule dont l'embouchure offre aujourd'hui, sur la barre, une profondeur navigable.

Branche de Sou-
lina.

Nous avons déjà constaté combien est petite la quantité d'eau qui s'écoule par le bras de Soulina, en comparaison de celles des deux autres branches du bas-Danube, nous devons donc nous attendre aussi à trouver, dans le profil du chenal navigable, des dimensions bien réduites.

La largeur du bras de Soulina dépasse rarement 600 pieds, et sur la plus grande partie de son parcours, la moitié seulement de cette largeur est praticable et peut servir de passage aux bâtiments.

La direction, que prend la Soulina, en se séparant du canal St. Georges, est contraire à celle du fleuve, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en jetant les yeux sur la carte (Planche I); un banc de sable a dû se former, en conséquence, à l'entrée même du bras, et ces deux circonstances défavorables, réunies sur ce seul point, y rendent la navigation très-difficile et très-précaire.

C'est sur les bas-fonds désignés sous le nom d'Argagnis, près de la borne milliaire № 42, que se font sentir d'abord les fâcheux effets du volume d'eau insuffisant de la Soulina. Au commencement du mois passé, les navires tirant plus de neuf pieds d'eau ne pouvaient franchir ce passage, quoiqu'il eût offert, pendant le printemps et au commencement de l'été, une profondeur navigable de 14 pieds.

Immédiatement en aval de ces bas-fonds, l'on rencontre des bancs de sable qui portent la dénomination de petits Argagnis; cet endroit du canal ne présente aux navires qu'une passe tortueuse et très-étroite.

Ces deux bas-fonds sont causés par un élargissement du lit fluvial, hors de proportion avec le volume d'eau qu'il débite, et non, comme l'ont pensé quelques personnes, par la dérivation d'une partie des eaux dans un canal latéral appelé Papadia. Il ne s'échappe, par cette voie, qu'un trentième du volume d'eau de la Soulina, pendant une crue ordinaire, et un centième seulement à l'époque de l'étiage. Ce qui prouve le fait que je viens d'avancer, c'est que malgré le barrage qui ferme, depuis un mois environ, l'orifice supérieur de la Papadia, il ne s'est produit sur les bas-fonds des Argagnis aucun changement apparent.

Il existe un troisième bas-fond au point où la Papadia rejoint le bras de Soulina, à 10 milles du Tchatal de St. Georges, et l'on en trouve encore cinq autres aux distances de 31, 29, 26, 22 et 19 milles de Soulina.

Entre les bornes milliaires N^{os} 25 et 23, le fleuve décrit une courbe si prononcée qu'en effectuant une percée de 500 mètres de longueur, à travers le promontoire formé par ses deux branches, on épargnerait à la navigation un trajet de près de deux kilomètres.

En aval du huitième bas-fond, la Soulina possède un chenal facilement navigable jusqu'à son embouchure, qu'elle atteint après un cours de 83 kilomètres (45 milles) en partant de son orifice supérieur, ou de 102 kilomètres (55 milles) à partir du Tchatal d'Ismaïl.

Description
générale
du Delta.

Après cette courte description des trois branches de Kilia, de St. Georges et de Soulina, il y a lieu de donner quelques détails sur les contrées qu'elles traversent.

Il est difficile de déterminer exactement les limites qui confinent le Delta proprement dit, et comme ce point n'a d'ailleurs aucune importance dans l'examen qui nous occupe, je bornerai ma description à cette étendue de pays comprise entre la branche de Kilia, au Nord, les branches de Toulcha et de St. Georges, au Sud, et la Mer Noire à l'Est. Ainsi considéré, le Delta du Danube forme un triangle dont le sommet se trouve à l'Ouest, au Tchatal d'Ismaïl, et qui a pour base, du côté de l'Est, la ligne des côtes de la Mer Noire, comprise entre les bouches de St. Georges et celles de la Kilia.

Cette étendue, dont la superficie est de 2,500 kilomètres carrés, est divisée en quatre îles d'inégale grandeur, mais présentant toutes le même caractère.

A l'exception de quelques parties cultivées, que l'on rencontre sur les rives des branches de St. Georges et de Kilia, toute la région du Delta, dont il s'agit en ce moment, est entièrement sans culture. Des roseaux

élevés en couvrent presque toute la surface où s'étendent de nombreux lacs et de vastes marais. Sur les îles de St. Georges et de Légi, on rencontre quelques forêts de chênes rabougris, que l'on pourrait néanmoins utiliser pour certaines constructions.

La population des quatre îles n'est pas supérieure à 6,000 âmes, et la ville de Soulina, qui fournit la moitié de ce chiffre, peut être considérée comme la capitale de la contrée.

Au Tchatal d'Ismail, la hauteur du sol est de 3 mètres 66 centimètres, et à l'embouchure de Soulina de quarante six centimètres audessus du niveau de la mer, d'où il suit, la distance en ligne droite entre ces deux points étant de 70 kilomètres, que la pente moyenne du Delta vers la Mer Noire est de $\frac{1}{21,875}$ e.

Au Tchatal de St. Georges, la hauteur du sol, audessus du niveau de la mer, n'est plus que de 3 mètres 5 centimètres, et comme la distance en ligne droite, de ce point à la côte, est de 57 kilomètres et demi, il en résulte, que dans cette direction, la pente moyenne de la surface du terrain est à peu près la même ou de $\frac{1}{22,200}$ e.

Pendant les observations et les levés effectués sur le bras de Soulina, la hauteur moyenne des rives au dessus du niveau du fleuve était de soixante centimètres, dans la partie supérieure du canal, et de trente centimètres dans la partie inférieure; aujourd'hui et tandis que cette dernière hauteur est restée à peu près la même, le niveau du fleuve est descendu à 2 mètres 40 centimètres au-dessous de la surface de la rive au Tchatal d'Ismail, et à 1 mètre 80 centimètres, au Tchatal de St. Georges.

La pente de la surface du fleuve varie donc considérablement, et la vitesse du courant suit naturellement le changement des saisons: ainsi, à l'époque des hautes eaux, pendant le mois de Mai de cette année, la pente moyenne de la surface du bras de Soulina était de $\frac{1}{35,000}$ entre le Tchatal de St. Georges et la mer, et le maximum de la vitesse du courant atteignait 2 nœuds et demi par heure, tandis qu'aujourd'hui, la pente excède à peine, $\frac{1}{70,000}$ et la vitesse du courant un nœud par heure.

Vers la fin d'août, la pente de la branche de Toultscha, entre le Tchatal d'Ismail et celui de St. Georges, ne dépassait pas un pouce par mille¹.

Le volume d'eau que le Danube emporte vers la mer dépend naturellement de la hauteur du fleuve au-dessus de la mer. Depuis le commencement de nos observations, je n'ai eu qu'une seule occasion de mesurer le débit de chacun des trois bras dont il s'agit, mais l'époque était très-favorable pour effectuer ce calcul, puisque les eaux étaient arrivées à la plus grande hauteur d'une crue ordinaire et que les données ont été prises avant que le niveau n'eût subi aucune baisse appréciable.

Les proportions relatives des différentes branches du Delta sont indiquées par le Tableau suivant :

	DÉBIT PAR SECONDE	
	en	
	pieds cubés	mètres cubés
Le Danube encore réuni au Tchatal d'Ismail	324,000	9,180
La branche de Kilia	204,000	5,780
La branche de Toultscha	120,000	3,400
Celle de St. Georges	96,000	2,700
Et celle de Soulina	24,000	700

Le volume d'eau du fleuve principal s'écoule donc, après la bifurcation du Tchatal d'Ismail, deux cinquièmes environ par la branche de Toultscha, et un peu plus des trois cinquièmes par la branche de Kilia.

Les proportions relatives des trois branches avec le volume d'eau total du fleuve peuvent être exprimées approximativement par les fractions suivantes:

Branche de Kilia	$\frac{17}{27}$ es
Id. de St. Georges	$\frac{8}{27}$ es
Id. de Soulina	$\frac{2}{27}$ es
	$\frac{27}{27}$ es

Je dois rappeler que les données ci-dessus n'indiquent que les conditions du fleuve à l'époque des crues ordinaires d'été; il est probable que pendant les inondations extraordinaires, le Danube emporte vers la mer

¹ La vitesse maximum observée dans le bras de Soulina jusqu'à la fin de l'année 1865 a été de 5 nœuds trois quarts par heure, et le minimum d'un quart de nœud. Pendant les grandes crues de Mars 1861, Avril 1862 et Avril 1865, le Delta était entièrement submergé et pendant ces époques l'inclinaison de la surface de l'eau, dans la partie supérieure du bras de Soulina, atteignait un vingt-huit millièmes; tandis qu'en général, pendant les époques des plus basses eaux, vers la fin des années 1861, 1862 et 1863, elle n'atteignait qu'un deux cent quatrevingt millièmes. — ² Voir la Planche II de l'Atlas.

le double ou même le triple du volume d'eau indiqué plus haut et qu'à l'époque des grandes sécheresses, ce volume d'eau se réduit au tiers ou au quart seulement ¹.

Je crois devoir terminer cette esquisse générale du Delta en donnant ici un tableau des distances et des largeurs et profondeurs des sections principales du fleuve, en aval d'Isaktcha :

SECTIONS FLUVIALES	DISTANCE EN		LARGEUR entre LES RIVES		MOINDRE PROFONDEUR du THALWEG ²	
	kilomètres	milles marins (nœuds) de 6075 pieds ou 1852 mètres	Maxi- mum	Mini- mum	hautes eaux	étiage
	de 3281 pieds		p i e d s			
De Galatz à Isaktcha	48	26	—	—	—	—
D'Isaktcha au Tchatal d'Ismail	24	13	4000	1000	32	20
Du Tchatal d'Ismail à l'embouchure d'Otchakof (Kilia)	100	54	2500	1000	22	16
Du Tchatal d'Ismail au Tchatal de St. Georges	18	10	2000	800	27	17
Du Tchatal d'Ismail à l'embouchure de St. Georges	120	65	—	—	—	—
Du Tchatal d'Ismail à l'embouchure de Soulina	102	55	—	—	—	—
Du Tchatal de St. Georges à l'embouchure de Soulina ³	84	45	800	350	16	8
Du Tchatal de St. Georges à l'embouchure de St. Georges	102	55	1800	800	24	15

Description des
côtes du Delta.
Mer Noire.

Si l'on part de l'embouchure de Kilia, située le plus au Nord, sur les limites de la Bessarabie, on voit la côte, en s'éloignant d'Odessa, se diriger vers le Sud-Ouest, sur une distance de 148 kilomètres, se détourner ensuite tout-à-coup vers le Sud, et décrire enfin, presque dans la direction du SSO, une ligne de 66 kilomètres de longueur qui aboutit à l'embouchure de St. Georges, et que l'embouchure de Soulina traverse par le milieu. Au delà des orifices du Canal de St. Georges, situés à 30 kilomètres au Sud et à 7 kilomètres à l'Ouest de la bouche de Soulina, la côte prend subitement une direction OSO et va rejoindre la partie inférieure du lac Rasim, dont la rive droite est longée par la chaîne de montagnes que l'on peut considérer comme l'extrême limite méridionale du Delta proprement dit.

Cet examen de la côte du Delta nous prouve que sa formation est analogue à celle des Delta des autres grands fleuves, tels que le Rhin, le Volga, le Gange, le Nil et le Mississipi, et que comme eux, il présente à la mer un promontoire saillant dont les contours arrondis rejoignent la ligne primitive que traçait anciennement le rivage.

Profondeur de
la mer dans le
voisinage du
Delta.

La profondeur des eaux de la Mer Noire diminue progressivement à mesure que l'on avance vers le Nord; par conséquent, la partie méridionale des côtes du Delta se trouve plus rapprochée des grands fonds que la partie septentrionale.

Vents.

Les vents dominants soufflent du NE, ceux d'Ouest sont les plus rares. Les côtes du Delta sont donc, sous ce rapport, mal situées, au point de vue de la sécurité de la navigation.

La force du vent n'a pas été suffisamment constatée pour que je puisse indiquer avec quelque confiance, le degré d'intensité moyenne que l'on pourrait assigner à chaque rumb. Le vent de NE paraît être le plus impétueux, tandis que le vent d'Ouest est sans doute le plus faible ⁴.

Les mers les plus grosses et les plus allongées sont soulevées par l'action des vents qui traversent la plus grande étendue de mer avant d'atteindre la côte. Le tableau ci-après fait connaître ces distances relatives, en

¹ Il a été calculé, en effet, que pendant la hauteur maximum de la crue extraordinaire de Mars 1861, le volume d'eau débité par le Danube entier était de 30,000 mètres cubes (environ 1,000,000 de pieds cubes) par seconde, et que pendant la longue sécheresse de l'automne de 1863, le débit excédait rarement 2,000 mètres cubes (70,000 pieds cubes) par seconde. Il est à remarquer ici qu'il est impossible de déterminer avec exactitude le volume d'eau total débité pendant les grandes crues: les rives basses de la partie inférieure du Danube n'étant pas endiguées, les eaux gonflées du fleuve débordent partout et s'échappent vers la mer, non seulement par les bras principaux, mais aussi par des centaines de rigoles qui se forment sur la côte du Delta. — ² Les profondeurs du Thalweg sont prises sur le plus mauvais bas-fond de chacune des sections du fleuve en aval d'Isaktcha, pendant les hautes eaux et pendant l'étiage. On doit se rappeler toutefois que sur plusieurs points, dans chacun des bras principaux, entre les bas-fonds, les profondeurs sont de 40 à 60 pieds à l'étiage; il se rencontre même des profondeurs de 120 pieds, aux basses eaux, dans le bras de Toultscha, près du rocher situé en aval de la ville, et de 115 pieds, dans le bras de St. Georges, à 5 milles en amont du village de Beshtépeh. — ³ Par suite des améliorations réalisées dans le bras de Soulina, la profondeur minimum de son Thalweg a été portée à 19 pieds pendant les hautes eaux et à 11 pieds pendant l'étiage. — ⁴ La moyenne des observations prises à Soulina pendant 7 ans (1859 à 1865) démontre que les vents soufflent :

35 % de N à E
16 % „ E à S
21 % „ S à O
20 % „ O à N

et qu'il reste 8 % pour la proportion du temps tout à fait calme. L'anémomètre a prouvé, d'ailleurs, que le vent qui domine et qui est aussi le plus impétueux vient du NNE et que la force relative des vents peut être déterminée ainsi :
NO à NE 4. NE à SE 3. SE à SO 2. SO à NO 1.



ce qui concerne l'embouchure de Soulina¹; on peut donc le considérer comme indiquant aussi l'intensité relative des coups de mer soulevés par les différents vents.

Direction NE E ESE SE S
 Etendue de la mer en milles . . 116 150 537 257 230.

On voit que les mers les plus fortes et les plus allongées roulent leurs lames en partant des points de l'horizon compris entre l'Est et le Sud, mais les lames les plus courtes et qui causent le plus de dommage arrivent au contraire, d'entre l'Est et le Nord, et ceci tient non seulement à la plus longue durée ordinaire des vents soufflant de ces points, mais encore à leur passage sur des espaces plus étendus où la mer offre comparativement des eaux peu profondes. De là, le caractère agité de ces vagues courtes, dont les effets ont été jugés généralement si destructifs pour la solidité des travaux hydrauliques, au moyen desquels on cherche à briser leur violence.

Les courants qui longent le littoral, sur la côte occidentale de la Mer Noire, se dirigent en général vers le Bosphore, et les navigateurs qui se rendent de Constantinople à Soulina estiment à un nœud par heure la vitesse du courant contre lequel ils ont à lutter. Courant littoral.

Les observations faites à l'embouchure de Soulina et dont les résultats ont été constatés avec soin sur le plan ci-joint de cette embouchure, démontrent bien que, par un temps entièrement calme, le courant est emporté vers le Sud, mais elles ont prouvé également que certains vents exercent une influence considérable sur la direction générale du courant et la renversent par fois complètement. C'est ainsi que pendant un vent du Sud le courant se dirige vers le NE, tandis que sous l'action des vents du Nord, sa rapidité naturelle vers le Sud se trouve encore accélérée de beaucoup. Courant du fleuve à ses embouchures.
Courant à la surface.

RELEVÉ DES OBSERVATIONS FAITES

SUR LES COURANTS SOUS-MARINS A L'EMBOUCHURE DE SOULINA EN SEPTEMBRE 1857.

POINTS D'OBSERVATION ²	PROFONDEUR sous la SURFACE, en pieds	RAPIDITÉ du COURANT par MINUTE, en pieds	OBSERVATIONS		
1. — A l'embouchure du fleuve, au point B du plan	2	76	Vent soufflant légèrement de l'Est.		
	4	69			
	6	70			
	8	66			
	10	60			
	12	53			
	14	40			
	16	22			
	18	0			
	20	9			
2. — Au milieu de la barre, sur une profondeur de 10 pieds, au point C du plan	22	9	} Courant dirigé en sens contraire.		
	1	50			
	2	38			
	4	30			
	6	26			
	8	20			
	3. — En mer, vis-à-vis de l'embouchure et à un mille de la côte, au point D du plan	1		100	} Vent d'Ouest, courant considérablement accéléré. Au-dessous de 6 pieds de profondeur, rencontre d'un contre-courant dont la vitesse varie entre 20 et 30 pieds par minute.
		2		72	
3		39			
4		30			
4. — En mer, vis-à-vis de l'embouchure et à un mille et quart de la côte, au point E du plan	1	88	} Vent d'Ouest, courant accéléré. Au-dessous de 6 pieds, même résultat que ci-dessus.		
	2	61			
	3	40			
	4	30			

¹ Voir aussi la Planche I de l'Atlas. — ² Les points d'observation sont indiqués par les lettres A, B, C, D, E sur le plan ci-joint.

Le tableau qui précède présente le relevé de quelques résultats extraordinaires obtenus récemment à l'embouchure de Soulina, par des observations touchant la direction et la rapidité des courants sous-marins, à l'entrée du fleuve. La vérification de ces résultats par un temps calme et à d'autres époques de l'année devra nécessairement influencer beaucoup les opinions impartiales, en ce qui concerne la formation de la barre et les causes principales des changements qu'elle subit.

Sur un point situé entre les points d'observation N^{os} 3 et 4, un poids assez considérable fut plongé à 9 pieds audessous du niveau de l'eau et supporté par des trains de bois; il ne parcourut qu'une distance de 10 pieds par minute, pendant qu'un autre poids, plongé à un pied de profondeur seulement, parcourait dans le même espace de temps une distance de 100 pieds ¹.

Marées.

La Mer Noire n'a pas de marées régulières. Le niveau des eaux s'abaisse, sur la plage, pendant les vents de terre, et s'élève lorsque soufflent les vents de mer. Par le temps calme, l'échelle hydrométrique de Soulina a indiqué rarement une variation de plus de 2 pouces dans le niveau.

La variation extrême qui a été constatée est de 40 pouces; on peut la considérer comme le maximum des fluctuations du niveau et comme la différence la plus remarquable entre la baisse produite par une longue série de vents d'Ouest et la surélévation causée par les vents d'Est, qui en soufflant pendant une longue durée, portent le niveau de la mer à sa plus grande hauteur ².

II.

FORMATION DES BARRES

DEVANT LES EMBOUBHURES DU DANUBE.

Nous voici arrivés maintenant à la partie la plus importante et la plus difficile de notre sujet, la formation des attérissements qui présentent à la navigation de si sérieux obstacles, à l'entrée même du vaste fleuve, dont nous venons de décrire le cours inférieur vers la mer.

L'explication la plus facile et la plus naturelle de l'existence des barres devant les orifices d'un Delta paraît être d'en attribuer la formation aux effets d'une loi commune à toutes les plages, et en vertu de laquelle les côtes tendent à conserver une ligne homogène et continue; lorsque l'action de cette loi se trouve contrariée et la continuité de la côte rompue par l'irruption impétueuse d'un grand fleuve, il en résulte une lutte et l'on voit des bancs de sable et des attérissements s'accumuler sous la résistance de ces forces opposées.

Cependant la nature de la question qui nous occupe actuellement exige des recherches détaillées; c'est pourquoi j'ai réuni un certain nombre de faits qui peuvent jeter quelque lumière sur le caractère particulier des attérissements dont il s'agit. Les quelques pages qui vont suivre seront consacrées à ce sujet, et j'ose espérer, Messieurs, qu'elles contribueront à vous faire mieux apprécier une question qui présente tant d'intérêt et qui demande les réflexions les plus sérieuses.

Les observations recueillies concernent principalement l'embouchure de Soulina, mais il est probable que les inductions que l'on pourra en tirer s'appliqueront aussi, en général, aux autres embouchures.

Les observations recueillies aux embouchures de St. Georges et de Soulina ont été résumées avec soin dans les tableaux suivants.

¹ Depuis l'achèvement des travaux on n'a pas observé l'existence d'un contre-courant à l'embouchure. — ² Postérieurement à ces observations, il a été constaté que le niveau de la Mer Noire, à l'embouchure de Soulina, s'élève, en général, d'un pied par l'effet des grandes crues du printemps, ainsi que le démontre en partie la Planche II de l'Atlas qui donne un diagramme de la hausse et de la baisse des eaux constatées à Soulina le 1^{er} et le 15 de chaque mois, depuis le mois d'Août 1857, jusqu'en Juillet 1865. Pendant ce laps de temps, la hauteur maximum a été atteinte, d'après les tableaux météorologiques (voir Appendice No. II), en Février 1865, par un vent fort du NE d'une longue durée, et la hauteur minimum en Janvier 1862 par un vent d'Ouest assez fort. Le maximum a atteint 38 pouces au-dessus du zéro de l'échelle de Soulina, et le minimum, 20 pouces au-dessous du même niveau; ce qui donne 58 pouces pour le maximum de fluctuation observé jusqu'aujourd'hui.

TABLEAU PRÉSENTANT LE RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS RECUEILLIES
A L'EMBOUCHURE DE SAINT GEORGES.

MOIS	PROFONDEUR sur la B A R R E en pieds anglais		NIVEAU DE LA MER INDIQUÉ par L'ÉCHELLE (pieds anglais)			RAPIDITÉ DU COURANT en pieds par MINUTE		DIRECTION DU VENT observée TROIS FOIS PAR JOUR à 6 heures du matin, à midi, et à 6 heures du soir				
	Maxi- mum	Mini- mum	Maximum au-dessus du Zéro	Minimum au-dessous du Zéro	Différence extrême du niveau	Maxi- mum	Mini- mum	Nombre d'observations				
								N à ENE inclus.	E à SSE inclus.	S à OSO inclus.	O à NNO inclus.	Total
1856.												
Décembre (du 11 au 31)	6' 6"	6' 0"	0' 8"	0' 6"	1' 2"	—	—	21	19	17	6	63
1857.												
Janvier	7 0	6 6	0 9	Zéro	0 9	—	—	60	20	7	6	93
Février	7 0	6 6	1 6	0' 4"	1 10	156	64	43	14	9	18	84
Mars	7 0	6 3	1 4	0 7	1 11	149	69	33	20	7	33	93
Avril	6 6	5 9	0 6	0 5	0 11	269	181	32	41	5	12	90
Mai	6 0	5 9	0 6	0 2	0 8	220	200	24	34	18	17	93
Juin	6 6	6 0	0 7	0 1	0 8	240	190	38	15	14	23	90
Juillet	6 6	6 3	0 3	0 4	0 7	200	127	50	3	18	22	93
Août	6 9	6 6	Zéro	0 6	0 6	135	87	17	27	4	45	93
Total . . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	318	193	99	182	792

TABLEAU PRÉSENTANT LE RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS RECUEILLIES
A L'EMBOUCHURE DE SOULINA.

MOIS	PROFONDEUR sur la B A R R E en pieds anglais		NIVEAU DE LA MER INDIQUÉ par L'ÉCHELLE (pieds anglais)				RAPIDITÉ DU COURANT en pieds par MINUTE		DIRECTION DU VENT observée TROIS FOIS PAR JOUR à 6 heures du matin, à midi, et à 6 heures du soir				
	Maxi- mum	Mini- mum	Maximum au-dessus du zéro	Minimum au-dessus du zéro		Différence extrême du niveau	Maxi- mum	Mini- mum	Nombre d'observations				
									N à ENE inclus.	E à SSE inclus.	S à OSO inclus.	O à NNO inclus.	Total
1856.													
Décembre (du 11 au 31)	12' 0"	10' 0"	1' 7"	—	0' 6"	2' 1"	—	—	9	5	41	20	75
1857.													
Janvier	12 6	10 0	2 6	0' 10 ¹ / ₂ "	—	1 7	—	—	42	34	4	13	93
Février	12 6	10 6	3 0	0 8	—	2 4	—	—	66	5	10	3	84
Mars	12 0	10 6	2 3	0 1	—	2 2	198	66	57	10	19	7	93
Avril	10 9	9 0	0 10 ¹ / ₂	—	0 2	1 0 ¹ / ₂	225	150	26	47	16	1	90
Mai	10 0	9 6	1 0	—	Zéro	1 0	240	210	52	24	6	11	93
Juin	10 3	9 9	1 3	0 3	—	1 0	200	165	37	15	14	24	90
Juillet	10 3	10 0	1 1	0 3	—	0 10	175	150	47	3	18	25	93
Août	10 3	9 9	1 0	0 1	—	0 11	135	90	49	15	12	17	93
Total . . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	385	158	140	121	804

Ce tableau est complété par ceux qui forment l'Appendice No. II.

Quatre forages ont été pratiqués à l'embouchure de Soulina, aux points indiqués sur le plan N° I annexé au présent rapport, ils ont donné les résultats suivants: Forages à l'em-
bouchure de
Soulina.

Forage N° 1, pratiqué sur la terre ferme, près du phare: 4 pieds de sable si fin qu'il a été impossible de pousser le forage à une plus grande profondeur.

Forage N^o 2, vis-à-vis du phare, sur un fond de 10 pieds d'eau :

1 ^o . Sable fin d'une couleur jaune pâle	3 pieds
2 ^o . Sable argileux	3 „
Total	6 „

Forage N^o 3, pratiqué dans la partie septentrionale du chenal, sur un fond de 6 pieds d'eau :

1 ^o . Sable fin jaune pâle	4 pieds
2 ^o . Sable et argile mêlés en proportions égales	5 „
Total	9 „

Forage N^o 4, pratiqué également dans la partie septentrionale du chenal, sur un fond de 6 pieds $\frac{1}{2}$ d'eau :

1 ^o . Sable fin	4 pieds
2 ^o . $\frac{2}{3}$ de sable et $\frac{1}{3}$ d'argile mêlés	5 „
3 ^o . Sable et argile mêlés en proportions égales	8 „
Total	17 „

Les travaux de dragage effectués, pendant l'été dernier, sur la barre de Soulina, ont également fait connaître la nature de la surface supérieure de cet attérissement. Il se composait en majeure partie de sable complètement pulvérisé, entremêlé par endroits de fragments argileux, et parfois d'un mélange intime de ces deux substances. On remarque aussi qu'en deça de la barre et audelà, à une certaine distance du côté de la mer, le fond se compose de vase délayée. La surface supérieure de la plage, aux abords de l'embouchure, consiste entièrement en sable fin, renfermant des coquillages de mer.

En examinant ces faits, on est porté à conclure que l'argile et le limon s'accumulent dans les grandes profondeurs, tandis que les sables s'avancent, en partant du rivage, et tendent à se confondre avec ces dépôts vaseux.

On peut donc dire que les accumulations de matières alluviales qui s'étendent aux abords des embouchures du Delta sont formées de couches de sable et d'argile alternativement superposées.

Renseignements
sur l'état de la
barre de Sou-
lina.

Il m'a été impossible de découvrir aucun journal d'observations écrites sur l'état de la barre de Soulina antérieurement à la fin de l'année dernière, et j'ai cherché, en consultant les pilotes et les personnes habitant Soulina depuis longtemps, à réunir quelques données sur les changements dont ils pouvaient avoir gardé le souvenir. J'ai dû constater, il est vrai, en comparant les différentes versions, qu'elles étaient, en général, contradictoires, j'ai apporté, en conséquence, le plus grand soin à ne conserver, de toutes ces informations, que les faits qui ont été l'objet d'un témoignage collectif, et que je puis ainsi, Messieurs, vous soumettre avec confiance, comme éléments d'appréciation.

Voici le résumé des informations que j'ai puisées à cette source :

En 1844, la profondeur d'eau sur la barre variait de 11 pieds à 11 pieds $\frac{1}{2}$.

En 1845, il y eut au mois de Mai une crue extraordinaire du fleuve, dont les eaux s'élevèrent, sur plusieurs points, à une hauteur de deux pieds audessus des rives. A cette époque, la profondeur de l'eau sur la barre diminua de 2 pieds $\frac{1}{4}$ et resta presque invariablement fixée à 8 pieds $\frac{1}{4}$ jusqu'à la fin de l'année.

Pendant les années 1846, 1847, 1848 et 1849, il n'y eut pas de crues extraordinaires, la profondeur de l'eau sur la barre variait de 10 pieds $\frac{1}{2}$ à 12 pieds.

En 1850, au 30 Septembre, la profondeur était de 9 pieds seulement.

En 1851, elle était :

le 23 Juillet de . . 11 pieds $\frac{1}{2}$

le 28 Août de . . 12 „ $\frac{1}{4}$

le 5 Septembre de 10 „ $\frac{1}{8}$

et le 18 Octobre de . 10 „

En 1853, il y eut de fortes crues au printemps et les rives du fleuve furent couvertes, en plusieurs endroits, de 2 pieds $\frac{1}{2}$ d'eau.

Du mois de Janvier à la fin du mois d'Avril, il y eut 11 pieds d'eau sur la barre, mais dès le commencement du mois de Mai, et dans l'espace de 5 jours seulement, le vent soufflant en même temps de l'Est, la profondeur se trouva réduite à 7 pieds $\frac{1}{4}$.

L'un des pilotes me rendit compte, ainsi qu'il suit, de ce fait si remarquable: «Vers la fin du mois d'Avril, je pris l'engagement d'alléger le Brick Anglais „*Prima Donna*” jusqu'à un tirant d'eau de dix pieds et demi,

«afin de le mettre en état de franchir la barre. Après avoir été allégé jusqu'à ce degré, le brick leva l'ancre, «et il commençait à descendre le fleuve, lorsque nous apprîmes que la barre n'avait plus que 9 pieds et demi «de fond. On alléga donc encore d'un pied, mais la profondeur décroissant toujours, il fallut enfin décharger «toute la cargaison (qui se composait de maïs), et quoique le bâtiment n'eût plus alors qu'un tirant d'eau de «7 pieds et demi, il lui fut impossible de quitter le port. Nous attendîmes donc, pour trouver une occasion «favorable, que le vent soufflant de l'Est eût élevé un peu le niveau de la mer et nous parvînmes ainsi à «faire franchir la barre au bâtiment, mais il fallut, pendant que cette manœuvre s'exécutait, le faire donner «légèrement à la bande.»

En 1854, pas de renseignements.

En 1855, les rives furent inondées de rechef au commencement du mois de Mai; les sondages sur la barre donnaient alors un résultat de 11 pieds trois quarts, mais vers la fin du mois, la profondeur n'était plus que de 8 pieds et demi. Ce peu de profondeur persista et diminua même encore jusqu'à la fin de l'année, dans le chenal principal, mais, au Sud de ce chenal, on en découvrit un second dont la profondeur atteignait 10 pieds et demi, et pendant les mois d'automne et d'hiver, on se servit exclusivement de cette nouvelle passe, bien qu'elle fût étroite et tortueuse. Un grand nombre de bâtiments firent naufrage par suite de ces circonstances difficiles.

La barre s'étendait à 300 mètres plus vers le large qu'à l'ordinaire, et sur certaines parties du chenal principal, qui l'année précédente avaient un fond de 10 à 11 pieds, on ne trouvait plus, cette année, que 3 à 4 pieds d'eau.

En 1856, la barre offrit, en terme moyen, un fond de 10 pieds, jusque vers la fin de Novembre, époque à laquelle il augmenta d'un pied.

Les renseignements qui précèdent nous permettent de saisir, avec quelque degré de certitude, les causes principales des variations les plus remarquables, qui se produisent dans le niveau de la seule barre du Danube offrant aujourd'hui une passe praticable.

La particularité la plus remarquable consiste évidemment dans le résultat des crues, qui commencent généralement à descendre le fleuve vers la fin du mois de Mars et qui atteignent leur plus grande hauteur à la fin de Mai. Pendant cette saison de l'année, la profondeur diminue sur la barre, qui s'avance elle même d'avantage vers la mer, et cette diminution de profondeur, aussi bien que l'extension de la barre, paraissent dépendre principalement du degré auquel arrivent les inondations.

Ainsi, pendant le mois de Mai 1853, alors que presque toute la surface du Delta était submergée, la profondeur de l'eau sur la barre ne dépassait pas 7 pieds un quart, tandis qu'un mois seulement plus tôt, lorsque les eaux étaient comparativement basses et que la barre se trouvait beaucoup plus près de la terre ferme, la profondeur était de 4 pieds environ plus considérable.

Pendant le printemps de l'année courante, on put observer le même phénomène, quoi qu'il se fût produit à un moindre degré. L'effet de la crue commença à se faire sentir au mois d'Avril; jusqu'à cette époque et durant une période de 4 mois, la barre avait eu, en moyenne, 11 pieds de fond; deux mois plus tard, en Mai, le courant du fleuve atteignit sa plus grande rapidité, et la profondeur de la passe tomba à 10 pieds, hauteur à laquelle elle se maintint presque invariablement jusqu'aujourd'hui.

L'effet des inondations, sans parler ici d'autres causes, est donc d'augmenter la hauteur et la longueur de la barre. Toutefois, lorsque des vents forts règnent à l'époque des crues, ces effets se trouvent aggravés ou diminués dans la proportion de la direction et de l'intensité de ces vents. Ainsi, lorsque des vents forts soufflent de l'Est dans la saison de hautes eaux, leur effet est de produire une élévation maximum de la barre; lorsque, au contraire, les vents soufflent de l'Ouest et que le courant est faible, cette surélévation en est réduite à son minimum. En d'autres termes, des vents de mer luttant contre un courant fort provoquent sur la barre la plus grande accumulation de matières alluviales, tandis que des vents de terre favorisant un courant faible n'amènent que des accumulations beaucoup moins considérables.

On peut donc conclure de tous ces faits que la grande quantité de matières tenue en suspension dans les eaux du fleuve, à l'époque des crues, se précipite rapidement lors de son arrivée dans les eaux comparativement tranquilles de la mer, que les parties les plus denses, entraînées par la force du courant se déposent sur la barre, où cette force se trouve arrêtée tout-à-coup, tandis que les matières plus légères sont emportées plus au loin dans la mer. Il serait difficile de s'expliquer autrement la nature compacte et dure du fond, signalée par les pilotes à l'époque d'une diminution extraordinaire de la profondeur sur la barre.

L'origine fluviale des vastes amas de sable qui prédominent sur les attérissements de la barre et des côtes voisines de l'embouchure ne paraît pas péremptoirement démontrée. Cette prépondérance du sable est

due, sans doute, à l'action des lames de fond qui en remuant et en agitant les matières transportées par le fleuve, sépare les parties légères des parties plus denses; la vase se trouve emportée ainsi dans les grandes profondeurs, tandis que le sable, plus pesant, se mêle aux matières arénacées que charrient les lames et reste immobile au lieu où il s'est déposé, quoique parfois aussi il se trouve soulevé de nouveau et dispersé, par suite du frottement qui se produit sur le fond sous l'action d'un vent violent.

La grande quantité de coquillages de mer qui se trouvent mêlés au sable sur les deux côtés de l'embouchure et la formation des bancs de sable qui l'avoisinent sont des preuves évidentes que les obstacles qui se sont formés devant l'orifice du fleuve sont dus aux matières amenées par les courants et les vagues de la mer aussi bien qu'aux alluvions apportées par le fleuve.

Il serait sans aucun doute fort à désirer que l'on pût constater, avec quelque degré de certitude, la proportion dans laquelle chacune de ces deux causes contribue à la formation des attérissements, mais les difficultés qu'il y aurait à vaincre pour atteindre ce but seraient grandes, et malgré les recherches minutieuses auxquelles on devrait se livrer pendant plusieurs saisons, il est probable que l'on ne parviendrait qu'avec peine à jeter une légère lueur sur la question ¹.

Il a été fait quelques expériences pour constater la quantité proportionnelle de matières tenues en suspension dans les eaux du fleuve, tant à l'époque des crues ordinaires d'été, qu'à celle où le courant est réduit à sa vitesse moyenne. Ces observations ont fait connaître que les matières alluviales, après qu'elles se sont solidifiées en argile compacte, représentent en moyenne pendant les crues ordinaires à peu près la 2,400^e partie du volume d'eau dans lequel elles se trouvaient en dissolution, et à l'époque de la hauteur habituelle, la 33,000^e partie environ.

La première de ces proportions a été prise, dans le fleuve, à Soulina, dans le courant du mois de Mai, lorsque le courant avait une vitesse moyenne de 220 pieds par minute, et la deuxième, pendant la première semaine du mois dernier, lorsque la vitesse du courant était réduite à 92 pieds.

Lorsque la mer était agitée sur la barre, j'ai trouvé généralement que le poids spécifique des matières qu'elle tenait en suspension, était plus grand d'un tiers que dans l'intérieur du fleuve.

Les proportions ci-dessus indiquées serviront à donner une idée des quantités de matières alluviales charriées par le fleuve vers la mer, aux différentes époques de l'année ².

On a pu voir que le volume d'eau débité par le canal de Soulina à l'époque des crues ordinaires s'élevait à 1,446,000 pieds cubes par minute, que vers la fin du mois d'Août, époque à laquelle les eaux avaient de nouveau baissé, le débit n'était plus que de 561,000 pieds cubes par minute, qu'en conséquence, le fleuve entraînait à la mer, pendant la première période, 602 pieds cubes de matières solides par minute, et la 35^e partie seulement de ce volume, ou 17 pieds cubes par minute, pendant la seconde période.

Pendant le mois de Mai, en prenant les mêmes proportions, le Danube tout entier, à Isaktcha, fournissait, par minute, 8,000 pieds cubes de matières solides tenues en suspension dans ses eaux, quantité qui formerait par jour une couche de 5 pouces d'épaisseur sur une surface d'un mille carré, ou une masse de terre compacte, ayant une base de 100,000 pieds carrés et 115 pieds de hauteur. Trois mois plus tard, cette quantité était réduite à 230 pieds cubes par minute ³.

¹ Cette question est en effet demeurée pendante. — ² Il est nécessaire d'observer que ces données ont été obtenues du centre et de la surface du fleuve. — ³ Le diagramme de la Planche II de l'Atlas donne la moyenne de 10 observations par mois et indique en grains (0.6477 gramme) la quantité d'alluvions charriée en suspension par pied cube d'eau, depuis le mois d'Août 1860 jusqu'au mois d'Août 1865; les Etats météorologiques (Appendice No. II) donnent le maximum par mois, pour le même laps de temps. Si on prend le maximum de 940 grains, on voit que la proportion du poids des alluvions au poids d'un pied cube d'eau (436,247 grains) a été d'un quatre cent soixante cinquième; au minimum de 20 grains, elle n'a été que d'un vingt-cinq mille cent trentième. A partir du mois de Juin 1862, jusqu'au mois de Février 1864 (21 mois), la moyenne du poids des alluvions charriées au large n'a été que de 50 grains par pied cube, ce qui représente une proportion d'un huit mille sept cent soixantième seulement, tandis que pendant les 17 mois suivants, la moyenne a été de 200 grains par pied cube ou d'un deux mille cent quatrevingt-dixième.

III.

DES MOYENS D'AMÉLIORER L'ENTRÉE DU FLEUVE DU CÔTÉ DE LA MER.

Après avoir discuté la nature des entraves qui obstruent l'embouchure de Soulina, et en supposant que des conditions analogues se rencontrent aux autres embouchures du Delta, je crois le moment venu de parler du meilleur mode à adopter pour faire disparaître les obstacles qui ferment aujourd'hui si complètement, du côté de la mer, l'accès des différentes bouches du Danube.

Les mesures que l'on propose généralement pour réaliser ce but peuvent être divisées en deux systèmes: le premier consisterait à employer la machine à draguer et le grappin, à enlever les accumulations de matières alluviales, au moyen de chalands de décharge, ou bien simplement à agiter ces matières et à les mettre en mouvement, de telle sorte que le courant du fleuve pût les emporter au loin, dans les grandes profondeurs.

Le second consisterait à établir des jetées parallèles dans le but de resserrer et d'accélérer le courant, et de mettre ainsi la nature elle-même en mesure de débayer le chenal et de le maintenir en état de navigabilité sans le secours d'aucun travail mécanique.

Le premier de ces systèmes a été, pendant le courant de cette année, l'objet d'une épreuve partielle à Soulina, nous pouvons donc dès à présent apprécier, en quelque sorte, son efficacité par les résultats qu'il a produits.

Emploi de la
drague et du
grappin.

Une machine à draguer assez puissante et pouvant extraire 100 tonnes de déblai par heure, fonctionna sur la barre de Soulina, pendant 37 jours, dans le courant des mois de Mai, de Juin et de Juillet.

On ne disposait pas, au début de ces travaux, de barques de décharge pour enlever les déblais, et comme l'on insistait pour qu'il fût fait immédiatement des essais pour approfondir le chenal, je recommandai de faire travailler d'abord le dragueur, sans employer de chalands, et conseillai de faire adapter à la machine un système de grillages disposé de telle sorte, que les déblais fussent brisés et divisés, en tombant des auges, et avant d'atteindre la surface de l'eau.

Aussi longtemps que durèrent les crues, cet expédient parut satisfaire au but, car la portion du chenal sur laquelle fonctionna le dragueur et qui d'abord était la moins profonde, finit par devenir la plus profonde.

Mais dès que le courant du fleuve commença à se ralentir, il devint évident qu'une grande partie des déblais se déposait de nouveau non loin de l'endroit duquel elle avait été enlevée. Je rendis compte de ces faits dans un rapport, en conseillant d'employer des chalands de décharge pour transporter les déblais dans les grandes profondeurs, aussi longtemps que le courant du fleuve continuerait à rester faible.

Durant ces opérations, l'un des vieux grappins de fer dont le Gouvernement Turc s'était servi autrefois fut promené lentement sur toute la surface de la barre, mais sans produire aucun effet appréciable.

Le peu d'expérience que j'ai pu acquérir de la nature orageuse de la barre de Soulina et des interruptions fréquentes que les travaux doivent inévitablement éprouver, par suite des collisions de bâtiments et d'autres causes encore, me porte à conclure, qu'en supposant même que le chenal récemment approfondi ne soit pas exposé à être obstrué de nouveau par les sables, sous l'action des vents et des lames de la mer, le dragage seul, pratiqué sur une barre telle que celle de l'embouchure de Soulina, sera toujours une opération très-lente et d'un succès précaire. Considérant, d'ailleurs, que les tempêtes d'hiver pourraient entièrement détruire les résultats obtenus, on reconnaîtra, je pense, que le travail des machines à draguer, appliqué à l'entrée ouverte de quelque embouchure du Delta que ce soit, n'est pas de nature à produire une amélioration permanente.

Le système qui consiste à faire passer de lourds grappins sur la surface de la barre, afin d'agiter les matières qui la composent, produirait, sans aucun doute, un effet avantageux avec un courant d'une certaine force, mais je crois que sans cette condition l'on n'obtiendrait que peu ou point de résultat.

Emploi du grap-
pin seul.

Le relevé des observations faites sur le courant, qui se trouve plus haut, page 35, démontre que sa rapidité, au fond de l'eau et sur la barre, est souvent réduite à zéro, après la saison des crues, et qu'il existe même, en dehors de la barre, un contre-courant assez fort. Il me paraît donc évident que l'action du grappin si on l'emploie à l'époque de la baisse des eaux, ne ferait qu'agiter le sable et la vase du fond, puisqu'il n'existerait aucune force qui pût les emporter.

Le courant du fleuve augmentant peu-à-peu vers la surface de l'eau, il serait à désirer que les matières détachées du fond pussent être élevées à la plus grande hauteur, afin de se trouver soumises à la force de translation la plus grande possible. Si l'on fait fonctionner sur la barre, pendant la saison des crues, des machines destinées à remplir ce but, il est probable que l'on pourra obtenir et conserver, pendant la durée des opérations, un certain approfondissement du chenal.

Si l'expérience démontre qu'il en est effectivement ainsi, je serais porté à recommander, comme un expédient provisoire, l'essai de la machine que l'on nomme en anglais „*Hedge hog*” et qui consiste en un grand cylindre de fer tournant sur son axe et armé de pelles; cette machine, remorquée sur le fond de la barre, à la poupe d'un bateau à vapeur, élèverait les matières alluviales et les disperserait à une hauteur assez rapprochée de la surface de l'eau, pour leur faire subir l'influence du courant supérieur.

Après avoir cherché à faire connaître les causes pour lesquelles le premier système, si l'on tentait de l'employer comme moyen d'amélioration permanente, resterait probablement sans effet, il me reste à indiquer les mérites du second système, c'est-à-dire la construction de jetées parallèles.

J'ai déjà dit quel était le but des jetées; elles sont destinées à empêcher la force du courant de se perdre, et lorsqu'elles sont construites dans les conditions voulues, elles assurent une profondeur navigable à quelque distance de leur extrémité.

Les adversaires de ce système allèguent qu'il ne produit qu'un résultat temporaire, que tôt ou tard il doit se former une nouvelle barre devant les têtes des jetées, et qu'il est inutile de lutter contre un obstacle qui se reproduit ainsi perpétuellement. Cette objection n'est pas sans fondement, jusqu'à un certain point, et je crois que personne ne prétendra que le mal puisse être complètement détruit au moyen d'un remède quelconque. Les causes qui produisent des attérissements aux embouchures du Delta continueront inévitablement à agir et sous leur action lente mais sûre, la terre ferme avancera toujours dans la mer. Il serait inutile, en vérité, de chercher à retarder son développement: l'art de l'homme est impuissant à lutter contre les opérations incessantes de la nature, et s'il peut espérer de diminuer l'obstacle, il doit renoncer à le détruire.

Le seul moyen de maintenir un chenal en état permanent de navigabilité, jusque dans la mer, est de prolonger les jetées au fur et à mesure du progrès des attérissements. La rapidité de ce progrès dépend principalement des conditions suivantes:

- 1°. De la profondeur de la mer devant les jetées.
- 2°. Et du volume d'eau que débite le fleuve.

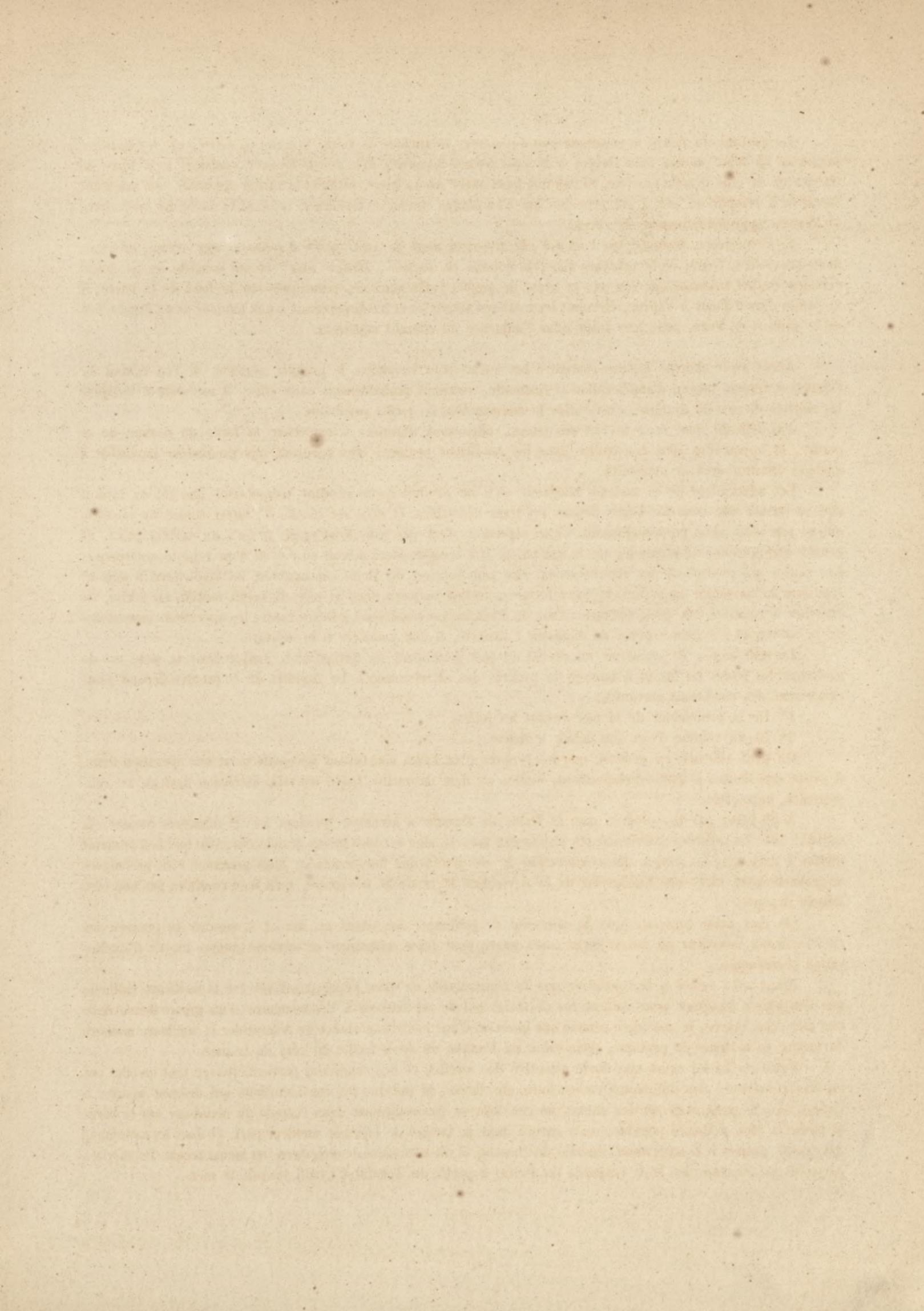
On peut affirmer, en général, que les progrès d'un Delta constituant nécessairement une opération lente, il existe des limites à leur développement, limites au delà desquelles toute nouvelle extension devient, en conséquence, impossible.

A en juger par les progrès que le Delta du Danube a accomplis pendant les 25 dernières années, la rapidité avec laquelle les attérissements s'avancent vers la mer est bien moins grande que celle que l'on pourrait mettre à prolonger les jetées. La construction de ces jetées une fois terminée, elles pourront être prolongées si graduellement, alors que les besoins de la navigation le rendront nécessaire, qu'il n'en résultera pas une bien grande dépense.

On doit donc contester que la nécessité de prolonger les jetées au fur et à mesure du progrès des attérissements, constitue un inconvénient assez grave pour faire condamner ce système comme moyen d'amélioration permanente.

Etant ainsi arrivé à la conviction que la construction de deux jetées parallèles est la meilleure méthode que l'on puisse imaginer pour vaincre les obstacles qui se rencontrent à l'embouchure d'un grand fleuve dans une mer sans marée, je considère comme une question d'une haute importance de déterminer la meilleure manière de mettre ce système en pratique, pour créer au Danube un accès facile, du côté de la mer.

Cette recherche exige une étude attentive des mérites et des conditions particulières (en tant qu'elles ont pu être constatées) des différentes embouchures du fleuve, et puisque les considérations qui devront assurer à l'une d'elles la préférence sur les autres, ne consisteront pas seulement dans l'espoir de maintenir sur la barre la passe la plus profonde possible, mais encore dans la facilité de créer le meilleur port, et dans les avantages qui seront assurés à la navigation générale du Danube, il est nécessaire de comparer, en même temps, les mérites respectifs de chacune des trois branches du Delta, à partir du Tchatal d'Ismaïl jusqu'à la mer.





**DELTA
DU BRAS DE KILIA**

EXPLICATIONS

Les lignes tracées à l'encre rouge indiquent les contours du levé Russe de 1830, et les lignes tracées à l'encre noire, ceux du levé Anglais de 1856.

Les parties coloriées en jaune indiquent les progrès de la terre ferme du Delta durant un laps de 26 années.

ECHELLE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 18000 Pieds anglais

IV.

BRANCHE DE KILIA.

Le bras de Kilia possède un chenal qui ne laisse rien à désirer du Tchatal d'Ismail au bassin de Vilkow et du bassin de Vilkow à la mer, en passant par la branche d'Otchakof. Tout le long de son cours, le passage est ouvert aux navires de la plus grande portée, et quoique à différentes reprises, il se divise en plusieurs bras séparés par des îles, ces canaux, ainsi qu'il a été prouvé par un levé récent, n'en conservent pas moins une profondeur navigable. Cours intérieur
de la Kilia.

La Kilia est, en un mot, la branche du Danube la plus courte, la plus profonde et la plus droite; comme voie fluviale, elle est préférable au Canal St. Georges, et de beaucoup supérieure encore à la Soulina.

Les vents régnants, quoique moins favorables que dans les deux autres branches aux bâtiments qui naviguent en aval, le sont d'avantage, par la même raison, à ceux qui remontent le fleuve.

S'il ne s'agissait, par conséquent, que de choisir la meilleure voie fluviale, je recommanderais sans hésitation de donner la préférence au bras de Kilia.

Avec une prévention aussi favorable au cours intérieur de cette branche du Delta, j'ai dû naturellement peser avec soin la valeur des objections que l'on a élevées contre tout projet d'en améliorer la navigabilité, et qui sont fondées sur les obstacles accumulés devant ses embouchures, obstacles plus sérieux comparativement que ceux que l'on rencontre devant les bouches de St. Georges ou de Soulina. Ce n'est qu'après bien des doutes et de longues réflexions, que je m'arrêtai, enfin, à une opinion défavorable sur le résultat de tout effort que l'on tenterait, en restant dans les limites d'une dépense modérée, pour faire, de l'un des nombreux orifices de la Kilia, la meilleure entrée navigable du Danube. Embouchures
de la Kilia.

Cette opinion m'a été inspirée surtout par l'étude des variations que l'on remarque en comparant les contours du levé Russe de 1830 avec le levé Anglais de 1856¹. En supposant que les levés soient exacts, les changements survenus dans une période aussi courte sont tellement frappants, que l'avocat le plus enthousiaste de la Kilia devra s'arrêter avant de se prononcer en sa faveur.

Si la Kilia était la seule issue du Danube et que l'on fût contraint de choisir une de ses bouches pour en faire l'objet principal des travaux d'amélioration, je crois que, d'après l'opinion générale, l'embouchure d'Otchakof obtiendrait la préférence.

Au commencement du mois de Juin dernier, j'ai mesuré avec soin le volume d'eau des différentes ramifications de la Kilia; le résultat de cette opération est indiqué sur le tableau qui suit:

BRANCHES	PROPORTION COMPARATIVE avec le volume d'eau dans le BASSIN DE VILKOW	D É B I T E N	
		pieds cubes	mètres cubes
		PAR SECONDE	
Branche de Stamboul	$\frac{22}{40}$	104,000	2,950
„ d'Otchakof	$\frac{11}{40}$	50,850	1,440
„ de Pesshana	$\frac{6}{40}$	30,850	874
„ d'Ankodinow et de Bolgarod	$\frac{1}{40}$	4,800	136
Total	$\frac{40}{40}$	190,500	5,400

On remarquera, d'après ce qui précède, que le bras d'Otchakof est le second en grandeur, l'examen du plan N° 2 prouvera qu'il est le premier par sa position. La profondeur sur la barre de son embouchure est en général de 6 pieds, tandis que devant les embouchures des autres branches, elle excède rarement 4 pieds.

Le bras de Stamboul, son rival, dont les proportions sont, il est vrai, beaucoup plus considérables, déverse ses eaux dans la mer en suivant une direction si méridionale et par conséquent si parallèle à la côte, qu'il faudrait vaincre des difficultés et dépenser des sommes immenses, pour détourner son orifice vers de plus grandes profondeurs.

¹ Voir le Plan No. 2 ci-joint.

Le volume d'eau du bras d'Otchakof est assez considérable pour qu'il soit possible de créer et de maintenir à son embouchure une passe navigable d'une dimension double de celle que l'on obtiendrait à Soulina; il ne serait donc pas nécessaire, ni même à désirer, dans le cas où l'on entreprendrait l'amélioration de ce bras, d'y faire passer un plus grand volume d'eau. On ne saurait dire avec certitude, si les deux rives de l'Otchakof devront ou non être pourvues de digues, pour resserrer le courant, et quelles seront, en général, les autres mesures nécessaires pour en maintenir le volume d'eau dans ses proportions actuelles.

Il ne serait pas difficile de fermer par des barrages deux ou même trois des bras qui se séparent à Vilkow. Dans ce cas, le Stamboul et l'Otchakof constitueraient le courant principal. mais le résultat d'une pareille opération ne saurait être que très-douteux.

Le bassin de Vilkow est le commencement d'un Delta dans un autre; les terrains bas et les marais bourbeux, qui s'étendent le long de ses rives, doivent évidemment donner lieu à de fréquents changements dans la direction des différentes branches de ce Delta.

En ce qui concerne l'Otchakof, en particulier, un examen du plan ci-joint fera voir que sa position actuelle, près de son embouchure, diffère beaucoup de celle qu'il occupait en 1830; en raisonnant par analogie, nous pouvons en conclure que toute évaluation faite, dans les circonstances présentes, pour calculer les dépenses nécessaires à l'amélioration de ce bras, ne tarderait pas à être démentie par des changements imprévus dans la direction du chenal sur la barre de son embouchure.

Pour arriver sur la barre, à l'embouchure d'Otchakof, il faudrait construire des jetées plus longues qu'à l'embouchure de Soulina ou à celle de St. Georges, et par conséquent le coût des travaux se trouverait, sous ce rapport, augmenté en proportion.

On peut présumer aussi, la mer devenant beaucoup moins profonde à mesure que l'on avance vers le Nord, en partant de l'embouchure de St. Georges, et la bouche d'Otchakof se trouvant si près des autres orifices par lesquels la Kilia déverse son immense volume d'eau, que l'accumulation des matières alluviales serait plus considérable devant l'embouchure d'Otchakof que devant celles de Soulina ou de St. Georges, et que dès lors, il serait nécessaire de prolonger plus rapidement, en proportion, les jetées, quelles qu'elles fussent, que l'on aurait construites devant la première de ces embouchures, pour resserrer et diriger le courant.

Comparée aux deux autres bouches, celle d'Otchakof occupe, en outre, une position désavantageuse, puisqu'elle est plus éloignée du Bosphore; les navires qui pendant les vents régnants voudraient entrer dans le Danube par cette embouchure, éprouveraient, en conséquence, de fréquents retards, étant obligés de courir d'autant plus loin contre le vent.

D'un autre côté, il est vrai, le voisinage immédiat de la baie d'Ibriani, offrant une rade sûre par les vents du Sud et du Sud-Est, donne à l'embouchure d'Otchakof un avantage sur les autres.

Ayant ainsi exposé les motifs qui m'ont porté à adopter une opinion défavorable à la Kilia, je vais passer à la comparaison des mérites respectifs du St. Georges et de la Soulina.

V.

BRANCHE DE SAINT GEORGES

ET COMPARAISON AVEC CELLE DE SOULINA.

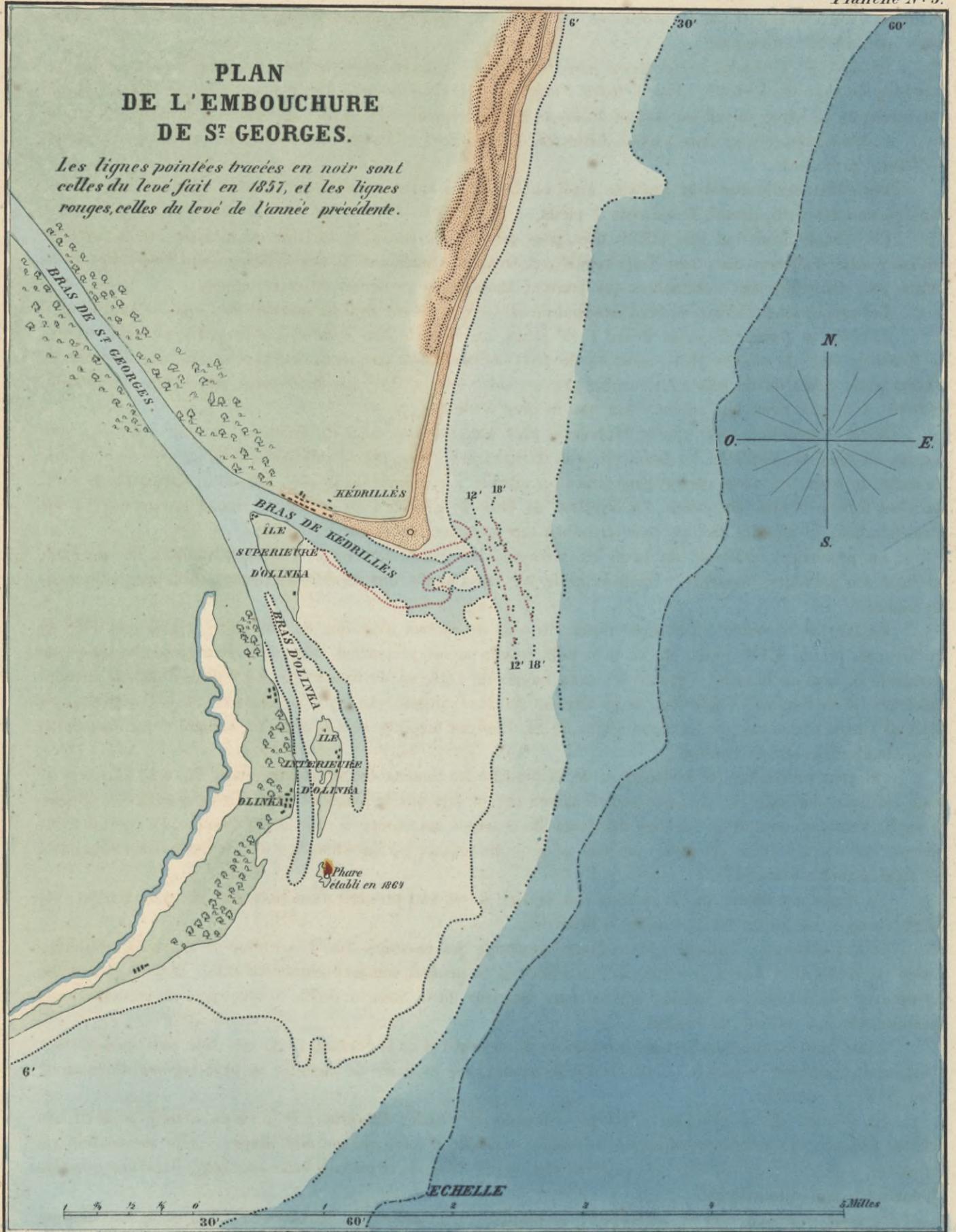
L'île supérieure d'Olinka sépare le fleuve en deux bras, à une distance de 2 milles environ de la mer; le bras droit, ou celui d'Olinka, après avoir dépassé la pointe méridionale de l'île, répand une partie de ses eaux sur les vastes bas-fonds qui se déploient dans la direction du Sud et de l'Est; le volume d'eau principal continue cependant à descendre vers l'île inférieure d'Olinka, sur le côté droit de laquelle et jusqu'au village d'Olinka, se maintient un chenal étroit, accessible aux navires tirant 11 pieds d'eau. Peu après, toute trace d'un chenal disparaît au milieu des attérissements sablonneux de la baie d'Olinka.

Le bras du nord ou de Kédrillès¹ conserve un chenal profond, jusqu'à ce que son courant se trouve ralenti par l'écoulement de ses eaux vers le Sud; à la hauteur de la pointe septentrionale extérieure de la rive

¹ Mot turc signifiant St. Georges.

PLAN DE L'EMBOUCHURE DE ST GEORGES.

*Les lignes pointées tracées en noir sont
celles du levé fait en 1857, et les lignes
rouges, celles du levé de l'année précédente.*



du fleuve, nous trouvons que la profondeur a diminué de plusieurs pieds; à partir de ce point jusque sur la barre, elle décroît rapidement.

Le plan N° 3 ci-joint a été dressé dans le but de mettre en évidence les changements survenus à l'embouchure du bras de Kédrillès, dans l'espace d'une année. On remarquera que pendant l'été de 1856, le chenal qui traversait la barre suivait en sortant du fleuve la direction du NE, tandis que pendant la même saison, en 1857, il s'était bifurqué en deux parties distinctes, situées l'une et l'autre beaucoup plus au Sud que le chenal de l'année précédente.

Dans l'intervalle des deux levés, le fond variait sur la barre entre 6 et 9 pieds, tandis qu'aujourd'hui, dans aucune des deux passes, il n'excède 7 pieds.

Ces comparaisons ont leur utilité; elles nous prouvent le caractère variable de la barre et la nécessité qui en résulte d'allouer, dans tout devis relatif aux travaux d'amélioration, des dépenses supplémentaires suffisantes pour faire face aux éventualités que peuvent amener des variations de cette nature.

Les proportions relatives du bras principal de St. Georges et de ses deux ramifications sont les suivantes:

Lorsque le volume d'eau du fleuve a été jaugé, au mois de Mai dernier, j'ai trouvé que le débit du bras de Kédrillès était de 65,000 pieds cubes ou de 1841 mètres cubes par seconde, et celui du bras d'Olinka de 33,000 pieds cubes ou de 935 mètres cubes par seconde; on peut dire, par conséquent, que le bras de Kédrillès déverse à la mer deux fois autant d'eau que le bras d'Olinka.

Il est évident que pour choisir l'entrée la plus navigable du canal St. Georges, on doit donner la préférence au bras de Kédrillès. Le cours du bras d'Olinka est à peu près semblable à celui du bras de Stamboul (branche de Kilia) et serait encore plus difficile à améliorer par suite de la plus grande accumulation de sable qui s'est formée devant son orifice. La direction du bras de Kédrillès, au contraire, répond au but des travaux d'amélioration; je n'hésite pas, en conséquence, à me prononcer en faveur de ce bras.

La profondeur uniforme du canal St. Georges, sa grande largeur et l'absence complète de bas-fonds sur tout son parcours, assurent à cette branche du bas-Danube une supériorité incomparable sur la branche de Soulina.

La largeur moyenne, à la ligne d'eau, du bras de Soulina n'est que de 500 pieds, tandis que celle du St. Georges est de 1,400 pieds, et l'on peut admettre la même proportion entre la largeur respective du chenal navigable de chaque branche. Pendant les eaux basses de l'été, on ne trouve que 8 à 9 pieds d'eau sur certains bas-fonds de la Soulina, tandis que la profondeur du St. Georges, sur toute la longueur de son parcours, ne descend jamais au-dessous de 15 pieds. Enfin, le St. Georges emporte vers la mer un volume d'eau quatre fois plus considérable que la Soulina.

On peut prétendre que la longueur de la branche de Soulina est inférieure à celle du canal St. Georges, mais cet avantage isolé est plus que contrebalancé par ce fait que la longueur du St. Georges peut être réduite, si on le désire, et devenir à son tour inférieure de 5 milles, au moins, à celle de la Soulina, au moyen d'une dépense qui excéderait de peu celle que l'on propose de consacrer à l'amélioration des parties les plus mauvaises de cette dernière branche¹.

En supposant même que la Soulina soit arrivée à son état présumé d'amélioration, une comparaison avec le St. Georges ne lui en est pas moins défavorable.

Si l'on considère, d'ailleurs, l'incertitude inévitable des résultats dans l'exécution de tout projet d'amélioration du cours d'un fleuve, je crois que l'on admettra, en général, comme évidemment établi, et qu'il sera inutile de prouver par d'autres arguments, que le cours intérieur de la branche de St. Georges possède une supériorité incontestable sur celui de la Soulina.

Ayant ainsi comparé les sections fluviales du St. Georges et de la Soulina, il ne me reste plus qu'à discuter l'importante question de savoir quelle est l'embouchure, sur la barre de laquelle on peut espérer d'obtenir la plus grande profondeur.

La solution de ce problème n'est pas exempte de grandes difficultés, et je n'en aborde la discussion qu'avec défiance. Je n'entreprendrai pas d'avancer quelque théorie qui me soit propre, et je me contenterai de placer sous vos yeux les faits qui pourront vous servir de guide et motiver votre jugement, dans une question entourée de tant d'incertitude.

Si nous supposons que la profondeur, la position et la nature des barres de Soulina et de St. Georges restent invariables, que l'une et l'autre, en même temps, soient soustraites à l'influence des vents, du courant

¹ En effet, la partie du canal St. Georges comprise entre le commencement de la première courbe, près de Besh-Tépé, et la fin de la dernière près du hameau d'Ivantcha, suit un cours si tortueux que l'ouverture de quatre percées, y compris celle de Galinovak, d'une longueur collective de 9 kilomètres (5 milles) seulement, abrégérait la distance de 28 kilomètres et réduirait ainsi la longueur totale de la branche à 74 kilomètres (40 milles) du Tchatal de St. Georges à la mer, et à 92 kilomètres (50 milles) entre la mer et le Tchatal d'Ismaïl.

littoral et de toutes autres causes de changement, et si la question est posée dans ces termes, il est clair qu'il n'y aura aucune difficulté à donner une réponse satisfaisante. Le chenal le plus profond sera naturellement celui qu'on aura creusé jusqu'au niveau le plus bas, et la dépense de cet approfondissement sera en raison directe de la quantité de déblais à enlever.

Mais si l'on considère, au contraire, que les barres changent continuellement de position et que la profondeur de la passe qui les traverse dépend, en quelque sorte, du volume d'eau déversé par le fleuve, il est évident que la question se trouvera singulièrement compliquée.

En comparant les profondeurs respectives qui se maintiennent aujourd'hui sur les barres des différentes embouchures du Danube, on est frappé de la supériorité de l'embouchure de Soulina, qui possède, en général, sous ce rapport, un avantage de 4 pieds sur toutes les autres bouches du Delta. Elle est également plus rapprochée de la côte que la barre d'Otchakof et que celle qui à l'embouchure de St. Georges s'étend devant l'orifice du bras de Kédriïlès. Ces avantages produits par des causes naturelles, sans le secours de l'art, exigent que nous cherchions à nous rendre compte de cette propriété particulière à la barre de Soulina, de conserver la passe la plus profonde.

Je crois qu'elle est due à trois causes:

- 1°. A la juste proportion du volume d'eau que débite le fleuve;
- 2°. A la formation de la côte près de l'embouchure et à la direction du courant fluvial droit vers le large;
- 3°. A la circonstance que les eaux du fleuve s'échappent par une seule embouchure.

La première de ces causes est, à mes yeux, la plus importante, par les raisons suivantes: nous voyons que la barre d'Otchakof est située à une distance double de la côte et qu'elle offre une profondeur moindre de 4 pieds, quoique le volume d'eau sortant de ce bras soit deux fois plus considérable que celui de la Soulina. Nous trouvons également, à l'embouchure de St. Georges, que la barre du bras de Kédriïlès est plus éloignée de la côte que celle de Soulina, et présente, en général, une profondeur moindre de 3 pieds et demi à 4 pieds. Ces désavantages, communs aux barres d'Otchakof et de St. Georges, sont dus, peut-être, du moins en partie, au voisinage immédiat d'autres embouchures. Je ne suis pas porté, toutefois, à attribuer une grande valeur à cette circonstance: la plus insignifiante des bouches du Delta est, en effet, celle de Bolgarod, l'un des bras de la Kilia, qui se jette dans la baie d'Ibriani, et cependant, ses rives sont plus rapprochées des eaux profondes que celles d'aucune autre embouchure.

Ces faits tendent à prouver que les distances qui séparent les barres de la côte sont, jusqu'à un certain point, proportionnelles aux volumes d'eau respectifs déversés par les bras du fleuve, et qu'ainsi, plus le volume d'eau est grand, plus nous devons nous attendre à trouver la barre éloignée de terre. Nous pouvons conclure aussi, par le même raisonnement, qu'un grand volume d'eau n'est pas une garantie de plus de profondeur sur la barre, et que s'il était possible de tenir réunies les eaux du fleuve tout entier, tel qu'il passe devant Isaktcha, pour les diriger, à travers le Delta, dans un seul lit, et leur faire franchir, sur un seul point, le littoral de la Mer Noire, il n'en faudrait pas moins lutter contre une barre qui aurait probablement une moindre profondeur d'eau que celle d'Otchakof et serait beaucoup plus éloignée de la côte.

Après avoir exprimé ces idées, il est évident que je ne puis revendiquer, en faveur de l'embouchure de St. Georges, aucune supériorité sur celle de Soulina, en me basant sur le plus grand volume d'eau qui se déverse par la première de ces embouchures; cette circonstance est, au contraire, désavantageuse à mes yeux, un plus grand volume d'eau devant amener un attérissement plus considérable, en proportion, de matières alluviales sur le fond de la mer, devant l'embouchure qui nous occupe.

Mais l'embouchure de St. Georges possède sous d'autres rapports des avantages décisifs sur celle de Soulina.

La comparaison des profils transversaux de la barre, dans la direction Est, en partant de chaque embouchure, est évidemment très-favorable à celle de Soulina, jusqu'au point où l'on suppose que devront se terminer les deux jetées méridionales, c'est-à-dire jusqu'aux fonds de 16 pieds d'eau; les mêmes circonstances ont été très-avantageuses à la Soulina, dans l'évaluation du coût des travaux.

Mais immédiatement à partir de l'extrémité supposée des jetées, la profondeur augmente rapidement à St. Georges et très-graduellement, au contraire, à Soulina. Cette différence devient même plus remarquable à mesure que l'on avance vers les grands fonds.

Ainsi, en partant d'un point pris dans le chenal, vis-à-vis de la pointe du promontoire septentrional de chaque embouchure, et en suivant la direction du prolongement des jetées, on voit la profondeur augmenter dans les proportions suivantes:

A 6,000	pieds de distance,	elle est de	20	pieds à	St. Georges	et de	18	pieds à	Soulina.
„ 9,000	„	„	42	„	„	„	28	„	„
„ 12,000	„	„	60	„	„	„	42	„	„

A 15,000 pieds de distance, elle est de 78 pieds à St. Georges et de 48 pieds à Soulina.

„ 18,000 „ „ 100 „ „ 60 „

Cette progression démontre qu'au delà d'une distance de 6,000 pieds à partir de la côte, le fond de la mer, en face de l'embouchure de St. Georges, a une déclivité presque deux fois plus rapide qu'en face de l'embouchure de Soulina, les proportions étant de 150 sur 1 à St. Georges, et de 290 sur 1 à Soulina.

Il a été exposé déjà, dans la troisième partie du présent rapport, que pour entretenir une passe de la profondeur nécessaire à l'une ou à l'autre des embouchures du Danube, il fallait non seulement construire des jetées, mais encore les prolonger de temps en temps, au fur et à mesure des progrès du Delta.

Or il est évident que la profondeur de la mer, sur la ligne de prolongement des jetées, exercera une influence directe sur le degré de rapidité que l'on devra mettre à effectuer ce prolongement, et en faisant abstraction de toute autre circonstance, que les jetées plus rapprochées des eaux profondes seront celles dont l'utilité pourra se perpétuer à moins de frais.

Le St. Georges a donc, sous ce point de vue, un avantage prononcé sur la Soulina, car toutes autres choses étant égales, la nécessité de prolonger les travaux d'art serait dans la proportion de 1 à 3, ou autrement dit, un prolongement de 100 pieds, à l'embouchure de St. Georges, remplirait le même but qu'un prolongement de 300 pieds à l'embouchure de Soulina, car dans l'un ou l'autre cas, on gagnerait une augmentation d'un pied en profondeur. Lorsqu'il est constaté que le prolongement des jetées entraîne, par pied courant (dans un fond de 18 pieds), une dépense de 200 ducats, on peut se faire une idée de l'importance de ces observations.

Jusqu'à quel point les grands avantages résultant de la proximité des eaux profondes sont-ils contrebalancés par la plus vaste accumulation de matières alluviales devant l'embouchure de St. Georges, c'est ce que je ne puis entreprendre de dire. L'incertitude, que j'ai déjà signalée dans le présent rapport, des proportions relatives existantes entre les apports du fleuve et ceux de la mer, jointe à d'autres complications de vents et de courants, a trompé tous les efforts que j'ai tentés pendant la durée relativement restreinte de mes observations sur le Danube, pour arriver à une solution satisfaisante de cette question difficile, mais d'un haut intérêt.

Si nous passons à d'autres considérations, nous trouvons que l'embouchure de St. Georges a une entrée d'une largeur de 1,200 pieds, tandis que l'embouchure de Soulina n'a qu'une largeur de 600 pieds, circonstance tellement favorable à la première de ces embouchures, qu'il est inutile de la faire ressortir.

L'étendue des quais est supposée égale dans les deux bras, mais en ce qui concerne l'établissement du port, le St. Georges, à cause de sa plus grande largeur et de son plus grand volume d'eau, a une supériorité incontestable sur la Soulina et n'exige aucune amélioration.

Comme les opinions d'un homme de terre sur les qualités nautiques des deux embouchures seraient considérées comme de peu de valeur, j'extrait du rapport de Mr. le Capitaine Spratt les remarques suivantes qui sont relatives à ce sujet et qui donnant l'opinion d'un officier de marine distingué et parfaitement instruit des localités, méritent d'être l'objet d'une attention sérieuse:

«En ce qui concerne les rades, celle de St. Georges possède également un avantage, puisque les vents «régnants soufflent du NO au NE, plus fréquemment du N au NNE. Or, la rade de Soulina est directement «exposée à ces vents, tandis que par suite de la prééminence du littoral, entre St. Georges et Soulina, la «direction de la côte, en partant de l'embouchure de St. Georges vers le Nord, est presque NNE. Il en résulte «que souvent, quand la barre de Soulina est trop agitée pour que les bâtiments puissent la franchir, par le «vent du Nord, ou même communiquer avec la terre, la barre de St. Georges peut encore être traversée, jusqu'à «ce que le vent ait tourné au NNE et au NE.

«De plus, si par un coup de vent soudain du NE, un bâtiment est obligé de prendre la mer, il pourra «plus facilement sortir de la rade de St. Georges que de celle de Soulina; à St. Georges, en effet, s'il lève «l'ancre à temps, il pourra fuir 3 ou 4 milles vers le Sud et s'abriter alors sous le banc de St. Georges, au «SO du chenal d'Olinka.

«Un bâtiment qui voudrait, au contraire, sortir de la rade de Soulina sous les mêmes conditions, aurait «de la peine à éviter la côte, à cause de sa direction vers le Sud, sur quelques milles, et du long trajet pendant «lequel il aurait à lutter contre une mer devenant de plus en plus forte et contre un courant portant sous le «vent, avant de pouvoir gagner l'abri au SO de St. Georges, ou de prendre le large pour tenir la mer.»

VI.

AMÉLIORATION DE L'EMBOUCHURE DE SOULINA ¹.

La direction générale des digues est E $\frac{1}{4}$ NE pour assurer aux bâtiments la meilleure entrée possible avec tous les vents du large, pour conserver la direction du chenal qui, dans l'état naturel de l'embouchure, offrait toujours une profondeur supérieure à celle des autres passes qui s'ouvraient parfois au NE et au SE, et enfin pour donner au port un abri parfait contre les vents régnants du N au NE. La largeur entre les digues a été fixée à 600 pieds afin d'ouvrir à la navigation une entrée suffisamment large et en même temps en rapport avec les proportions normales de la partie inférieure du bras de Soulina, dans laquelle la profondeur du chenal ne descend jamais audessous de 16 pieds.

La jetée du Nord part de la pointe extérieure de la rive gauche du fleuve et se termine à une distance de 5,850 pieds, dans une profondeur d'eau de 18 pieds; elle dépasse de 600 pieds le musoir de la digue du Sud pour faciliter l'entrée et la sortie des navires avec les vents de NE.

Avant de parler de la jetée du Sud, je désire, Messieurs, attirer Votre attention sur la formation de la rive de laquelle elle doit partir.

Un examen du plan ci-joint (N^o 4) fait voir que la rive méridionale s'avance d'un demi-mille plus au large que la rive septentrionale, et se trouve, ainsi, exposée en plein à l'action directe et à toute la violence des vents dominants.

Cette situation exposée explique, au premier aspect, le grand nombre de bâtiments naufragés dont les débris restent ensevelis à jamais dans les accumulations de sable qui s'étendent aux abords de la rive et à l'Est du phare. Ces carcasses de navires contribuent, sans aucune doute, à faire avancer le bord de la côte vers le Nord, et activent les nouvelles accessions de terre ferme, dans la direction prolongée de la rive droite du fleuve. Ce mouvement produit un effet avantageux sur le chenal de la barre, car il tend à rétrécir l'embouchure et jusqu'à un certain point, à accélérer le courant fluvial.

En préparant un projet de travaux destinés à rendre la passe plus étroite et plus profonde, on se trouve porté naturellement, en présence de cette extension de la rive méridionale, à profiter de la circonstance pour établir la naissance de la jetée de droite sur quelque point favorable de cette rive avancée, au lieu de la reporter en amont, dans l'intérieur du fleuve et à plusieurs centaines de mètres vers l'Ouest, dans le seul but de conserver entre les deux jetées, sur toute leur longueur, un parallélisme parfait.

Les avantages de ce système m'ont paru si incontestables, après mûre réflexion, que je n'hésite pas à en recommander l'adoption ².

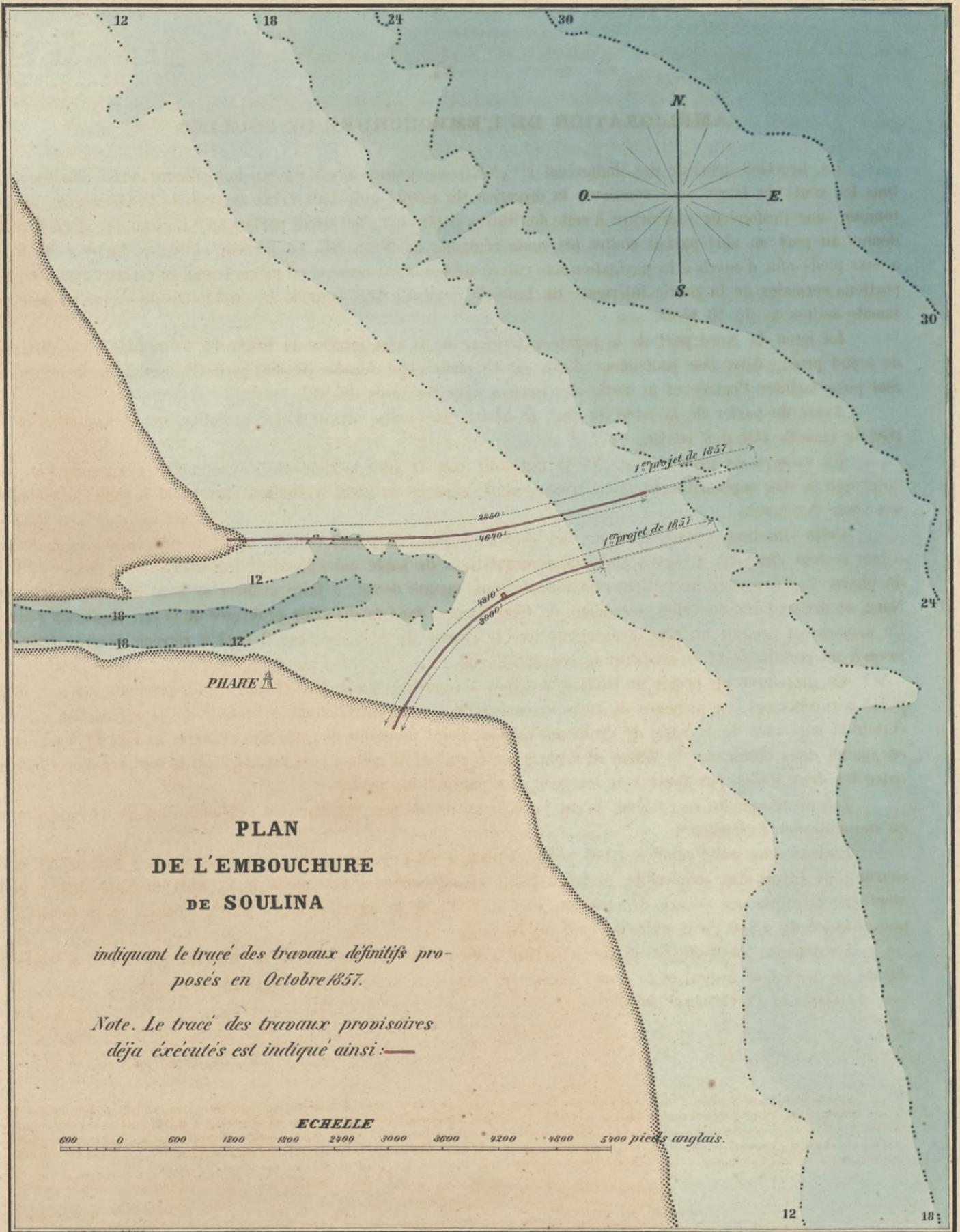
Partant d'un point situé à 1,100 pieds environ à l'Est du phare, la jetée du Sud décrit vers le NE une courbe d'un rayon d'un demi-mille, jusqu'au point où elle arrive à 600 pieds de la jetée du Nord. Elle prend alors une direction qui s'écarte légèrement, vers le Sud, de la direction de la jetée opposée, et se termine à une distance de 4,310 pieds dans un fond de 16 pieds.

La dépense totale de ces digues, construites en pierres perdues et en maçonnerie, est évaluée à 800,000 ducats ou 9,600,000 francs, et le temps nécessaire pour leur achèvement complet, à douze ans.

Galatz, le 17 Octobre 1857.

Ch. A. Hartley.

¹ Voir le plan No. 4 ci-joint. — Comme le tracé des travaux provisoires déjà exécutés à l'embouchure concorde avec celui du premier projet des travaux définitifs, afin qu'ils puissent ultérieurement en former une partie intégrante, les motifs sur lesquels le tracé des digues dans le premier projet a été basé s'appliquent également aux deux projets. — ² L'expérience a complètement justifié cette disposition et a démontré que la profondeur du chenal, vis-à-vis du phare, a augmenté de beaucoup, malgré sa largeur anormale, et d'ailleurs, que la conservation des bas-fonds du sud, sur lesquels les vagues s'amortissent, a beaucoup contribué à maintenir les eaux tranquilles dans l'intérieur du port, pendant les tempêtes.



**PLAN
DE L'EMBOUCHURE
DE SOULINA**

*indiquant le tracé des travaux définitifs pro-
posés en Octobre 1857.*

*Note. Le tracé des travaux provisoires
déjà exécutés est indiqué ainsi: —*

ECHELLE
600 0 600 1200 1800 2400 3000 3600 4200 4800 5400 pieds anglais.

APPENDICE N° II.

RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET DE DIVERSES DONNÉES TECHNIQUES

RECUEILLIES

PENDANT LES ANNÉES 1859 — 1865.

Explications pour l'intelligence des tableaux :

Niveau de la mer. — Les chiffres affectés du signe + indiquent le niveau audessus du Zéro de l'échelle et les chiffres affectés du signe —, le niveau inférieur au Zéro.

Anémomètre. — Chaque unité des chiffres portés dans la colonne intitulée «Force maximum» indique 20,000 révolutions par heure de l'hélice de l'Anémomètre Whewel: ainsi, le chiffre 5.50 indique 110,000 révolutions.

Etat de la mer. — L'expression **calme** indique un temps pendant lequel il est possible de poser des pilotis en mer, au moyen de barques flottantes.

L'expression **praticable** indique le temps pendant lequel les pilotis peuvent être posés au moyen d'un échafaudage fixe, élevé de 4 pieds audessus de la ligne d'eau.

L'expression **Orageuse** indique que tous travaux à l'embouchure sont impossibles.

ANNÉES	NOMBRE des bâtiments sortis	LONGUEUR ATTEINTE par la		E T A T de la passe de SOULINA		VITESSE du COURANT par MINUTE		NIVEAU DE LA MER en rapport avec le zero de l'échelle		ALLUVIONS en suspension par PIED CUBE		ETAT DE LA MER			
		Digue du Nord	Digue du Sud	Profondeur	Largeur	Maximum	Minimum	Maximum + audessus	Minimum - audessous	Maximum	Minimum	Calme	Praticable	Orageuse	
		pieds				pouces		grains		jours					
1859.															
Janvier	25	14	1,486	150	9 1/2	300	. . . . .	+ 27	- 19	. . . . .	. . . . .	11 1/2	3	16 1/2
Février	14	12 1/4	1,486	150	9 1/4	300	. . . . .	+ 15	- 14	. . . . .	. . . . .	5	16	7
Mars	52	12 1/4	1,556	175	9	300	. . . . .	+ 8	- 9	. . . . .	. . . . .	12	13 3/4	5 1/4
Avril	179	15 1/4	1,642	175	9 1/2	500	. . . . .	+ 12	- 2	. . . . .	. . . . .	4 3/4	17 1/4	8
Mai	243	17	1,880	175	10	50	. . . . .	+ 25	+ 7	. . . . .	. . . . .	10	11 3/4	9 1/4
Juin	363	17 1/2	2,050	240	10	30	. . . . .	+ 23	+ 6	. . . . .	. . . . .	9 1/4	15	5 3/4
Juillet	276	14 1/2	2,100	325	8 1/2	400	. . . . .	+ 15	+ 5	. . . . .	. . . . .	15	12	4
Août	340	13	2,430	325	9	60	. . . . .	+ 15	+ 2	. . . . .	. . . . .	9 1/4	15 1/2	6 1/4
Septembre	239	13	2,650	340	9 1/4	100	. . . . .	+ 13	- 2	. . . . .	. . . . .	2 1/2	8 1/2	19
Octobre	390	13	2,750	425	9 1/2	300	. . . . .	+ 22	- 2	. . . . .	. . . . .	5	14	12
Novembre	339	13	2,800	425	10	100	. . . . .	+ 27	- 3	. . . . .	. . . . .	4	9	17
Décembre	82	14 3/4	2,830	425	10 3/4	60	. . . . .	+ 12	- 1	. . . . .	. . . . .	7	5	19
<i>Total</i>	<i>2542</i>		<i>Moyenne</i>		<i>9 3/4</i>					<i>Proportion</i>		<i>26%</i>	<i>39%</i>	<i>35%</i>	
1860.															
Janvier	66	15	2,900	425	11	80	. . . . .	+ 11	- 1	. . . . .	. . . . .	10	12	9
Février	26	15 1/4	2,956	425	12	100	. . . . .	+ 18	+ 1	. . . . .	. . . . .	7 3/4	10 1/4	11
Mars	188	15 1/4	2,956	425	12 1/2	100	. . . . .	+ 24	- 4	. . . . .	. . . . .	2 3/4	12 1/4	16
Avril	371	16	3,000	425	13	50	. . . . .	+ 15	- 4	. . . . .	. . . . .	6 1/2	16	7 1/2
Mai	500	18 1/2	3,500	425	12	80	. . . . .	+ 14	+ 7	. . . . .	. . . . .	12 1/4	16 1/2	2 1/4
Juin	337	19 1/2	4,050	425	9 1/4	50	. . . . .	+ 16	+ 9	. . . . .	. . . . .	22	5	3
Juillet	276	17 1/2	4,500	445	9 1/2	50	. . . . .	+ 21	+ 10	. . . . .	. . . . .	20	7 1/2	3 1/2
Août	213	16	4,600	1,275	8 1/2	30	. . . . .	+ 12	- 4	279	73	28	2 3/4	1/4
Septembre	216	13	4,600	1,505	9	160	200	25	+ 12	- 2	118	69	10	8 1/2	11 1/2
Octobre	465	13	4,600	1,940	9 1/2	150	100	25	+ 11	- 14	318	43	11 1/2	13	6 1/2
Novembre	392	13 1/2	4,600	1,985	12	100	50	25	+ 21	- 1	405	52	6 1/2	8 1/2	15
Décembre	238	17 1/2	4,600	1,985	13	30	75	25	+ 26	+ 4	482	168	6	14 1/2	10 1/2
<i>Total</i>	<i>3288</i>		<i>Moyenne</i>		<i>11</i>					<i>Proportion</i>		<i>39%</i>	<i>35%</i>	<i>26%</i>	

ANÉMOMÈTRE										DURÉE DE LA PRISE DU FLEUVE PAR LES GLACES dans la Soulina		BAROMÈTRE		THERMOMÈTRE A L'OMBRE				PLUIE et NEIGE FONDUE
DIRECTION ET DURÉE DU VENT					FORCE, DIRECTION ET DURÉE DU VENT LE PLUS FORT					Maximum	Minimum	E C H E L L E centigrade		Fahrenheit				
N à E 1/4 NE.	E à S 1/4 SE.	S à O 1/4 SO.	O à N 1/4 NO.	Calme	Force maximum	Direction du maximum	Durée du maximum heures	Durée du coup de vent jours	jours			Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	
heures										pouces		degrés				pouces		
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	30.820	29.850	11	- 5	52	23	0.05
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	30.482	29.700	9	- 9	49	16	0.24
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	30.566	29.700	17	2	62	35	0.58
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	30.374	29.496	21	5	70	42	0.29
260 1/2	200 1/2	31 1/2	30 1/2	35 1/2	10	NE 1/4 E	4	3 1/2	. . . . .	30.255	29.682	27	7	80	45	0.35	
207	107 1/2	202	140	"	5.75	NNE	3	2 1/2	. . . . .	30.242	29.700	27	5	80	41	1.58	
308 1/2	34 1/2	84	302	15	4.50	NNE	20	1	. . . . .	30.329	29.900	36	10	97	51	1.04	
392 1/2	158	94	143 1/2	19	5.25	NNE	14	1 3/4	. . . . .	30.341	29.750	42	11	107	52	0.31	
190 1/2	118	140	263 1/2	8	7	NNO	3	2	. . . . .	30.351	29.776	31	5	89	41	1.20	
166	158	275	137	8	10.50	NNO	2	3	. . . . .	30.367	29.700	27	. . .	80	31	1.31	
350	44	212	106 1/2	7 1/2	8	NNE	12	13 1/2	. . . . .	30.703	29.700	29	- 5	85	22	0.73	
275	62	155	211	41	7.25	NNE	8	9 1/2	. . . . .	30.503	29.500	15	- 4	60	24	3.38	
38%	15%	21%	24%	2%								<i>Total</i>				11.06		
225 1/2	46 1/2	124 1/2	311 1/2	12	4.75	NE	4	3	. . . . .	30.644	29.540	17	- 4	63	24	0.88	
158 1/2	191	154 1/2	171	21	8.50	ENE	6	6	. . . . .	30.505	29.500	13	- 4	56	24	0.72	
301	193 1/2	119	109 1/2	21	5.75	N 1/4 NE à NE	10	5	. . . . .	30.480	29.440	15	- 4	59	25	0.80	
234	231 1/2	151	83	20 1/2	6.50	NE 1/4 E	5	4 1/4	. . . . .	30.420	29.702	20	6	68	43	0.96	
196 1/2	130 1/2	333 1/2	74 1/2	9	6.75	OSO	4	2 1/4	. . . . .	30.828	29.672	24	10	76	50	1.17	
300 1/2	120	183 3/4	114 1/2	25 1/4	3.50	NO	8	3	. . . . .	30.261	29.700	32	15	89	60	1.17	
21	319	106	198 1/2	99 1/2	8.50	NE 1/4 N	2	2 1/4	. . . . .	30.223	29.690	29	17	85	62	2.24	
262	184	121	156	21	4.25	S 1/4 SE	3	1/4	. . . . .	30.301	29.700	30	17	86	62	0.58	
282	130 1/2	98 1/2	167	42	9.25	NE	4	7 1/2	. . . . .	30.275	29.900	28	10	82	50	0.74	
204	43	186	263	48	8.25	N	6	3 1/2	. . . . .	30.551	29.475	21	3	70	38	0.94	
248	172	131	144	25	6.25	E	6	2 1/4	. . . . .	30.556	29.759	14	0	58	32	2.43	
206 1/2	147 1/2	175	188	27	7.25	SSE	12	1/3	. . . . .	30.542	29.570	14	- 4	57	24	2.41	
30%	22%	21%	23%	4%								<i>Total</i>				15.04		

ANNÉES	NOMBRE des bâtiments sortis	ETAT de la passe de SOULINA		VITESSE du COURANT par MINUTE		NIVEAU DE LA MER en rapport avec le zero de l'échelle		ALLUVIONS en suspension par PIED CUBE		ETAT DE LA MER			
		Profondeur	Largeur	Maximum	Minimum	Maximum + audessus	Minimum - audessous	Maximum	Minimum	Calme	Praticable	Orangeuse	
													pieds		pouces		grains		jours
		MINIMUM DE PROFONDEUR dans le bras de Soulina											
1863.													
Janvier	6	11 3/4	16	200	100	75	+ 3	- 7	81	34	14 1/4	12 1/2	4 1/4
Février	104	11	16	150	120	80	+ 15	- 13	124	36	12 3/4	6 1/4	9
Mars	173	11	16	200	126	40	+ 6	- 10	98	30	11 1/2	9	10 1/2
Avril	263	12 3/4	16	150	125	85	+ 4	- 6	266	33	12 3/4	13 1/4	4
Mai	379	13	16	150	144	88	+ 10	- 1	230	53	15 3/4	10 3/4	4 1/2
Juin	401	13 1/4	16 1/2	150	126	120	+ 19	Zéro	159	54	21	5 1/4	3 3/4
Juillet	282	12 1/2	16 1/2	150	138	80	+ 9	- 3	206	56	18	8 1/4	4 3/4
Août	201	11 1/2	16 1/2	100	125	90	+ 11	- 4	70	24	17	8 1/2	5 1/2
Septembre	268	11 1/2	16 1/2	50	100	85	+ 9	- 4	36	23	14 3/4	7 1/2	7 3/4
Octobre	403	11 1/4	15 1/2	140	97	83	+ 15	- 9	44	19	9	9 3/4	12 1/4
Novembre	335	11	13 1/2	120	101	90	+ 9	- 7	39	20	7 1/4	15	7 3/4
Décembre	76	11	13 1/2	100	115	85	- 2	- 14	72	10	15	6 3/4	9 1/4
Total	2891	moyenne 15 3/4						Proportion . .		46%	31%	23%	

1864.

Janvier	—	11	15 3/4	50	100	10	+ 27	- 12	—	—	11 1/4	10 1/4	9 1/2
Février	2	11 1/2	15	50	100	50	+ 2	- 12	33	13	14	7 1/4	7 3/4
Mars	154	11 1/2	15 1/2	80	200	90	+ 18	- 3	520	234	9	12	10
Avril	470	16 1/2	15 1/2	100	222	163	+ 24	- 1	550	209	5	18	7
Mai	460	17 1/4	15 1/2	160	220	165	+ 15	+ 5	300	165	5	14 3/4	11 1/4
Juin	342	15 1/2	15 1/2	150	245	180	+ 14	+ 6	940	127	22 1/2	5 3/4	1 3/4
Juillet	384	16 1/2	16	160	310	212	+ 17	+ 8	786	159	19 1/2	7 1/2	4
Août	301	14 1/2	16	260	210	170	+ 17	+ 6	488	172	18 1/2	11	2 1/2
Septembre	252	14	16	400	190	103	+ 12	+ 4	385	50	17 1/4	8	4 3/4
Octobre	464	13 1/2	16 1/2	400	141	100	+ 21	+ 3	107	22	13	13	5
Novembre	376	13 1/4	17	350	160	10	+ 36	+ 7	111	17	14 1/2	10 1/2	15
Décembre	134	16 1/2	17	300	213	80	+ 25	+ 6	327	21	6 1/2	11 1/2	13
Total	3339	moyenne 16						Proportion . .		40%	35%	25%	

ANÉMOMÈTRE										BAROMÈTRE		THERMOMÈTRE A L'OMBRE				PLUIE et NEIGE FONDUE	
DIRECTION ET DURÉE DU VENT					FORCE, DIRECTION ET DURÉE DU VENT LE PLUS FORT					DURÉE DE LA PRISE DU FLEUVE PAR LES GLACES dans la Soulina	E C H E L L E		centigrade		Fahrenheit		
N à E 1/4 NE.	E à S 1/4 SE.	S à O 1/4 SO.	O à N 1/4 NO.	Calme	Force maximum	Direction du maximum	Durée du maximum heures	Durée du coup de vent jours	jours		Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
heures										pouces		degrés				pouces	
157	134	202	142	109	2.50	NO	8	2	31	30.30	29.20	11	- 7	52	19	0.03	
187	10	161	231	83	5	NE	4	2 3/4	7	30.80	30.20	20	- 9	69	16	0.00	
368	64	174	95	43	6.50	NO à SO	4	1 1/2	..	30.85	29.60	13	- 2	56	28	3.07	
285	182	132	32	89	2.75	NNE	7	3/4	..	30.40	29.95	21	5	70	42	2.80	
145	145	224	81	149	2.75	NE	4	1 1/2	..	30.100	29.680	27	9	80	49	1.15	
240	93	223	59	105	3.50	NE	4	1 1/2	..	30.057	29.600	31	13	88	55	1.11	
192	131	135	200	86	4.25	NO	6	1 1/2	..	30.147	29.567	30	15	87	60	3.53	
216	144	200	119	65	3.25	NE	4	4	..	30.180	29.600	32	18	90	64	0.95	
294	104	146	95	81	4.25	NNE	4	4 3/4	..	30.157	29.650	28	14	82	57	0.00	
296	229	112	60	47	6.25	NO	4	5	..	30.377	29.507	27	4	80	40	1.33	
118	134	191	241	36	6.25	SE	4	4 1/2	..	30.437	29.847	18	0	65	32	0.97	
95	6	188	409	46	6.25	NNO	4	3 1/2	..	30.391	29.407	13	- 7	46	20	0.05	
30%	16%	24%	20%	10%						Total . .		14.99					

252	24	148	320	—	8.75	NE	4	4 1/2	31	30.590	29.559	10	- 15	51	4	1.00
91	422	152	—	31	4.75	E	4	3 1/2	23	30.168	29.617	15	- 15	60	4	1.21
169	146	354	61	14	5.25	SSO	4	5	..	30.250	29.357	22	- 2	72	28	0.55
200	75	258	173	14	5	NE	7	3 1/2	..	30.157	29.407	27	1	81	34	6.39
416	137	147	26	18	3.75	NE	4	1	..	30.127	29.507	25	2	78	35	1.48
90	237	95	127	171	3	NNO à N	10	1 1/4	..	29.967	29.561	33	12	92	53	2.76
155	79	111	336	63	5	N	2	1	..	29.942	29.487	35	10	95	51	1.68
220	159	155	93	117	2.25	NNO	8	1/2	..	30.179	29.487	37	10	99	51	0.40
304	158	51	85	122	3.75	N	10	2 1/4	..	30.157	29.807	29	0	84	32	0.11
192	206	120	94	132	5.75	NE	4	1 1/2	..	30.204	29.507	27	- 13	80	8	0.73
313	126	186	45	50	5	NE	8	4	..	30.207	29.582	21	- 14	70	6	2.26
390	16	41	242	55	4	N	6	6	8	30.367	29.577	8	- 11	46	12	0.50
31%	20%	22%	18%	9%						Total . .		19.07				

APPENDICE N° III.

RÉSUMÉ DES DONNÉES STATISTIQUES

RECUEILLIES

PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE

SUR LE

MOUVEMENT DE LA NAVIGATION A L'EMBOUCHURE DU DANUBE.

I.

ETAT GÉNÉRAL

DES BATIMENTS CHARGÉS, SORTIS DE L'EMBOUCHURE DE SOULINA

DURANT LES ANNÉES 1847 à 1865.

ANNÉES	BATIMENTS ORDINAIRES de commerce			PAQUEBOTS A VAPEUR			TONNAGE TOTAL exprimé en tonnes anglaises	TONNAGE MOYEN de l'année
	NOMBRE	TONNAGE		NOMBRE	TONNAGE			
		national	réduit en tonn. anglais		national	réduit en tonn. anglais		
1847	2,027	287,961	240,911	36	11,014	9,012	249,923	121
1848	1,296	218,583	178,841	35	10,561	8,641	187,482	140.8
1849	1,641	297,512	243,420	35	12,901	10,557	253,977	151.4
1850	1,449	256,949	210,231	40	15,386	12,594	222,825	149.6
1851	2,102	358,027	298,753	52	12,918	10,567	309,322	143.5
1852	2,422	416,658	347,443	54	23,742	19,425	366,868	148
1853	2,450	398,808	325,207	40	14,250	11,660	336,867	135
1854	680	137,727	112,707	—	—	—	112,707	165.7
1855	2,919	605,017	495,015	9	2,262	1,851	496,866	169.6
1856	2,110	388,646	318,004	101	23,778	20,193	338,197	152.9
1857	1,797	288,503	235,301	141	47,377	39,747	275,048	141.9
1858	2,358	356,007	299,322	150	52,703	44,806	344,128	137
1859	2,542	394,858	329,949	162	60,746	51,931	381,880	141
1860	3,288	564,336	475,679	203	72,420	62,420	538,099	154
1861	2,902	471,036	408,966	183	—	41,804	450,770	146
1862	2,842	472,957	410,372	173	—	39,642	450,014	149
1863	2,891	—	468,919	208	—	50,413	519,332	167.5
1864	3,330	—	555,457	118	—	30,437	585,894	169.9
1865	2,558	—	410,684	118	—	31,545	442,229	165

Observation. — Le tonneau anglais (**Register Ton**) a été pris comme unité de mesure pour la perception des droits de navigation, à l'embouchure de Soulina. La réduction est opérée au moyen d'un facteur spécial pour chaque pavillon.

Les chiffres du tableau ci-dessus, pour les années postérieures à 1862, donnent le résultat de la réduction opérée sur chaque bâtiment; ceux qui se rapportent aux années précédentes ne donnent que le résultat approximatif de la réduction opérée sur les totaux de chaque année.

La proportion générale est d'environ 0.83% du tonnage national.

II.

ETAT DES BATIMENTS CHARGÉS, DE CHAQUE NATIONALITÉ,

SORTIS DE L'EMBOUCHURE DE SOULINA PENDANT LES ANNÉES 1856 à 1865.

NATIONALITÉ DES BATIMENTS	1856		1857		1858		1859	
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
Amérique (Etats-Unis)	2	642	1	271	1	299	11	3,289
Autriche	239	46,035	146	24,702	116	21,018	117	25,023
Belgique	7	990	1	197	1	146	1	264
Brésil	—	—	—	—	—	—	—	—
Danemark	16	2,017	7	1,037	19	2,522	6	797
Equateur	—	—	—	—	—	—	—	—
France	34	4,078	28	3,944	95	14,964	20	3,886
Grande-Bretagne	161	32,046	168	28,912	244	43,823	278	65,106
Grèce	996	157,821	872	108,235	1,018	114,844	1,132	124,853
Hanovre	65	7,442	11	1,685	35	4,603	16	1,967
Hollande	104	9,817	27	3,128	66	7,869	60	7,039
Italie	99	13,136	125	16,760	167	25,838	143	21,812
Mecklembourg	8	1,762	1	218	4	1,165	4	1,011
Norvège	33	4,886	12	2,641	37	5,639	19	3,740
Oldenbourg	36	6,128	—	—	28	3,632	10	1,398
Pérou	—	—	—	—	—	—	—	—
Portugal	—	—	—	—	—	—	—	—
Principautés-Unies	119	8,946	124	11,519	130	10,519	182	13,958
Prusse	12	2,777	5	985	12	2,141	4	1,196
Russie	8	946	12	1,385	25	3,288	27	3,676
Samos	16	1,229	18	1,608	34	2,613	40	4,432
Serbie	12	1,091	16	1,636	6	670	5	587
Suède	7	1,154	3	526	13	2,275	6	980
Turquie	125	13,661	220	25,912	302	30,827	459	44,579
Villes libres	11	1,400	—	—	5	627	2	356
<i>Totaux</i>	<i>2,110</i>	<i>318,004</i>	<i>1,797</i>	<i>235,301</i>	<i>2,358</i>	<i>299,322</i>	<i>2,542</i>	<i>329,949</i>
<i>Tonnage moyen de chaque année</i>	<i>150.7</i>		<i>130.9</i>		<i>126.9</i>		<i>129.8</i>	

Les bateaux à vapeur affectés au service postal ne sont pas compris sur ce tableau.

Le tonnage est exprimé en tonnes anglaises.

NATIONALITÉ DES BATIMENTS	1860		1861		1862		1863		1864		1865	
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
Amérique (Etats-Unis)	8	2,292	19	7,087	22	9,088	4	904	1	295	1	159
Autriche	186	46,516	168	42,432	159	44,503	225	61,774	268	71,699	166	40,442
Belgique	1	209	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brésil	—	—	—	—	1	348	—	—	—	—	—	—
Danemark	4	481	5	751	3	464	1	87	1	118	—	—
Equateur	—	—	—	—	—	—	1	631	1	604	—	—
France	33	6,916	14	2,850	25	4,582	30	5,197	27	5,569	6	1,425
Grande-Bretagne	374	96,737	249	68,202	228	70,451	247	73,533	281	87,224	213	64,155
Grèce	1,354	163,764	1,236	140,804	1,192	142,301	1,245	161,711	1,527	200,982	1,182	158,290
Hanovre	9	895	32	4,782	20	2,971	19	2,559	22	3,094	8	1,162
Hollande	40	4,800	42	5,055	38	4,983	30	4,152	19	2,797	5	715
Italie	237	39,878	273	47,623	251	47,931	368	81,237	375	87,009	254	65,415
Mecklembourg	20	5,565	20	5,323	14	3,583	11	3,059	36	8,180	15	3,680
Norvège	25	3,927	15	3,547	20	5,282	15	3,634	28	7,683	23	6,424
Oldenbourg	19	2,611	14	2,099	11	1,781	5	782	13	1,986	4	627
Pérou	—	—	—	—	—	—	1	414	—	—	—	—
Portugal	—	—	1	299	—	—	—	—	—	—	1	230
Principautés-Unies	148	13,394	124	10,016	124	10,728	67	7,912	60	6,479	47	5,508
Prusse	9	3,002	8	2,227	7	1,450	17	3,932	26	6,522	16	4,637
Russie	48	7,409	57	8,292	63	8,550	91	12,143	116	17,212	111	12,132
Samos	50	4,732	34	3,436	22	2,302	22	2,467	25	2,915	25	3,206
Serbie	13	1,521	9	1,048	6	336	3	316	2	140	5	363
Suède	5	636	3	453	7	1,918	2	311	1	164	2	623
Turquie	703	70,145	578	52,434	629	46,820	486	41,962	500	44,612	473	41,276
Villes libres	2	249	1	206	—	—	1	202	1	173	1	215
<i>Totaux</i>	<i>3,288</i>	<i>475,679</i>	<i>2,902</i>	<i>408,966</i>	<i>2,842</i>	<i>410,372</i>	<i>2,891</i>	<i>468,919</i>	<i>3,330</i>	<i>555,457</i>	<i>2,558</i>	<i>410,684</i>
<i>Tonnage moyen de chaque année</i>	<i>144.6</i>		<i>140.9</i>		<i>144.3</i>		<i>162.1</i>		<i>166.8</i>		<i>160.5</i>	

III.

ETAT DES BATIMENTS CHARGÉS

A L'EMBOUCHURE ET DANS LES PORTS DU FLEUVE

(non compris les paquebots à vapeur.)

ANNÉES	BATIMENTS CHARGÉS						TOTAL des CHARGEMENTS effectués à		BATIMENTS CHARGÉS dans les		TOTAUX	
	EN RADE de SOULINA		EN TOTALITÉ dans le port de SOULINA		EN PARTIE DANS LE PORT DE SOULINA et EN PARTIE SUR LA RADE		L'EMBOUCHURE		PORTS DU FLEUVE			
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
1859 . .	119	38,948	—	—	—	—	—	—	—	—	2,542	329,949
1860 . .	208	76,264	—	—	—	—	—	—	—	—	3,288	475,679
1861 . .	168	63,659	30	8,917	18	9,086	216	81,662	2,686	327,304	2,902	408,966
1862 . .	50	18,918	134	37,710	110	46,118	294	102,746	2,548	307,626	2,842	410,372
1863 . .	56	20,327	126	33,157	217	84,551	399	138,035	2,492	330,884	2,891	468,919
1864 . .	48	18,671	195	52,214	272	104,332	515	175,237	2,815	380,220	3,330	555,457
1865 . .	12	6,111	222	65,827	79	36,447	313	108,385	2,245	302,299	2,558	410,684

Observation. — Les chargements effectués sur la rade de Soulina présentent un caractère aléatoire et ne méritent point d'être encouragés. C'est par ce motif que les droits de navigation ont été réduits, en 1861, en faveur des bâtiments qui chargent dans le port de Soulina. Cette mesure a eu le résultat que la Commission recherchait, ainsi qu'il résulte du tableau ci-dessus.

IV.

RÉPARTITION DES BATIMENTS

SUIVANT LEUR CAPACITÉ.

BATIMENTS de	PROPORTION SUR 100 BATIMENTS									
	1861		1862		1863		1864		1865	
	Bâtiments	Tonnage	Bâtiments	Tonnage	Bâtiments	Tonnage	Bâtiments	Tonnage	Bâtiments	Tonnage
moins de 30 tonneaux . .	6.2	0.8	7.8	0.8	5.2	0.49	2.91	0.35	3.75	0.42
30 à 100 „ . .	31.4	16	31.2	15.6	24.7	11.3	27.05	12.09	28.06	12.92
101 à 150 „ . .	27.2	24.3	26.3	22.9	25.3	19.8	23.33	17.72	24.66	19.57
151 à 200 „ . .	17.1	21.1	14.4	17.5	18.7	20.1	19.57	20.47	19.11	20.98
201 à 250 „ . .	7.6	12.1	7.6	11.8	10.4	14.5	10.36	13.99	10.59	14.94
251 à 300 „ . .	3.9	7.7	4	7.8	5.2	8.8	5.79	9.46	4.96	8.52
301 à 400 „ . .	4.5	11.1	5.9	14.2	7.6	16	7.56	15.48	5.66	12.27
401 à 500 „ . .	1.1	3.3	1.5	4.7	1.4	4	2.33	6.16	1.76	4.81
plus de 500 „ . .	0.6	3.1	0.9	4.3	1	4.5	1.08	4.25	1.40	5.55

V.

ÉTAT DES NAUFRAGES

ÉPROUVÉS PAR LA NAVIGATION DU BAS-DANUBE.

ANNEES	BATIMENTS de mer		ALLÈGES		TOTAL des bâtiments de mer naufragés	NOMBRE TOTAL des bâtiments de mer sortis du Danube	PROPORTION des naufrages sur 100 bâtiments	OBSERVATIONS									
	chargés	sur lest	chargées	vides													
1855 . .	10	26	1	—	36	2,928	1.23	<p>Les digues de Soulina ont été achevées au mois d'Août 1861. Cependant leur effet sur la passe s'est fait sentir dès le commencement de l'année 1860, la profondeur ayant atteint 14 pieds le 29 Mars de cette année.</p> <p>La barre ayant reparu toutefois, à partir du mois de Juin 1860, on doit encore comprendre cette année dans la période antérieure à l'amélioration de l'embouchure de Soulna.</p> <p>On peut donc établir, ainsi qu'il suit, la proportion moyenne des naufrages:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Années</td> <td>Naufrages</td> <td>Proportion</td> </tr> <tr> <td>1855—1860</td> <td>113</td> <td>0.74%</td> </tr> <tr> <td>1861—1865</td> <td>43</td> <td>0.27%</td> </tr> </table>	Années	Naufrages	Proportion	1855—1860	113	0.74%	1861—1865	43	0.27%
Années	Naufrages	Proportion															
1855—1860	113	0.74%															
1861—1865	43	0.27%															
1856 . .	2	24	—	—	26	2,210	1.17										
1857 . .	12	6	7	—	18	1,938	0.92										
1858 . .	6	4	2	5	10	2,508	0.39										
1859 . .	17	5	6	3	22	2,704	0.81										
1860 . .	13	3	—	—	16	3,491	0.45										
1861 . .	5	7	—	—	12	3,084	0.38										
1862 . .	11	3	3	3	14	3,015	0.45										
1863 . .	3	3	—	—	6	3,099	0.19										
1864 . .	4	—	2	—	4	3,448	0.11										
1865 . .	5	2	1	—	7	2,676	0.26										
<i>Totaux .</i>	88	83	22	11	171	31,101	0.55										

VI.

RÉPARTITION DES NAUFRAGES

SUIVANT LE LIEU DU SINISTRE.

ANNÉES	FLEUVE	PORT de SOULINA	RADE DE SOULINA		COTE du DELTA loin de l'embouchure	LIEU INCONNU	OBSERVATIONS									
			Nombre	Proportion %												
1855 . .	3	—	18	0.61	11	4	<p>Deux des quatre bâtiments naufragés en rade de Soulina, en 1865, se rendaient de Balaklava à Odessa; emportés vers le Sud, pendant une brume épaisse, ils se crurent arrivés à leur destination, mais il n'est point douteux qu'ils n'eussent pu entrer à Soulina, s'ils avaient connu leur position.</p> <p>La proportion moyenne des naufrages arrivés en rade de Soulina, avant et après l'amélioration de l'embouchure, est la suivante:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Années</td> <td>Naufrages</td> <td>Proportion</td> </tr> <tr> <td>1855—1860</td> <td>62</td> <td>0.39%</td> </tr> <tr> <td>1861—1865</td> <td>17</td> <td>0.11%</td> </tr> </table>	Années	Naufrages	Proportion	1855—1860	62	0.39%	1861—1865	17	0.11%
Années	Naufrages	Proportion														
1855—1860	62	0.39%														
1861—1865	17	0.11%														
1856 . .	2	—	14	0.63	6	4										
1857 . .	1	—	11	0.56	6	—										
1858 . .	—	—	6	0.23	4	—										
1859 . .	5	3	8	0.29	6	—										
1860 . .	2	—	5	0.14	9	—										
1861 . .	2	—	3	0.09	7	—										
1862 . .	2	—	8	0.26	4	—										
1863 . .	2	—	1	0.03	3	—										
1864 . .	2	—	1	0.02	1	—										
1865 . .	—	1	4	0.14	2	—										
<i>Totaux .</i>	21	4	79	0.25	59	8										



S. 61

TABLE DES MATIÈRES.

	Page
MÉMOIRE SUR LES TRAVAUX EXÉCUTÉS AUX BOUCHES DU DANUBE	1
I. Etudes et travaux préparatoires	2
II. Choix de l'embouchure et élaboration du projet définitif	7
III. Travaux provisoires.	
Travaux à l'embouchure	10
Travaux fluviaux	17
Résultats des Travaux	24
APPENDICES.	
I. RAPPORT DE SIR CHARLES HARTLEY	29
I. Description générale du Delta	30
II. Formation des barres	36
III. Moyens d'améliorer l'entrée du fleuve	41
IV. Branche de Kilia	43
V. Branche de St. Georges et comparaison avec celle de Soulina	44
VI. Amélioration de l'embouchure de Soulina	48
II. RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET TECHNIQUES	49
III. RÉSUMÉ DES DONNÉES STATISTIQUES	59

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

in 1677
C. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

IMPRIMERIE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE DU DANUBE.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300499