

17.

Ericepa

ACADÉMIE ROUMAINE

BULLETIN
DE LA SECTION SCIENTIFIQUE

PUBLIÉ PAR LE SECRÉTAIRE DE LA SECTION

GR. ANTIPA

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

TOME XIX-ème

No. 8

EXTRAIT

QUELQUES OBSERVATIONS CONCERNANT
LES BASES GEOPHYSIQUES DES TRAVAUX
DESTINÉS A ASSURER LA NAVIGABILITÉ
DES BOUCHES-DU-DANUBE

PAR

GR. ANTIPA

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

MONITORUL OFICIAL | DEPOZITUL GENERAL
ȘI IMPRIMERIILE STATULUI | CARTEA ROMÂNEASCĂ
IMPRIMERIA NAȚIONALĂ | B-DUL ACADEMIEI, 3-5
BUCUREȘTI

1938

H

GR. ANTIPA
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

LES BASES GEOPHYSIQUES
DE LA NAVIGABILITÉ
DES BOUCHES DU DANUBE

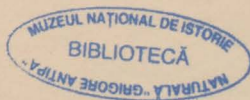


MONITORUL OFICIAL
ȘI IMPRIMERIILE STATULUI
IMPRIMERIA NAȚIONALĂ

DEPOZITUL GENERAL
CARTEA ROMÂNEASCĂ
B-DUL ACADEMIEI, 3-5

BUCUREȘTI

1938



QUELQUES OBSERVATIONS CONCERNANT LES BASES GEOPHYSIQUES DES TRAVAUX DESTINÉS A ASSURER LA NAVIGABILITÉ DES BOUCHES-DU-DANUBE ¹⁾

PAR

G. R. ANTIPA
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

L'état alarmant dans lequel se trouve aujourd'hui la navigabilité du Danube à l'embouchure de Soulina — dont le danger d'ensablement devient de plus en plus imminent — pose à nouveau, après environ 70 ans de tranquillité, le problème entier de la navigabilité des bouches du Danube, avec toutes les conséquences qui peuvent résulter de l'obstruction de cette principale voie de communication du continent européen pour l'économie et le commerce de toutes les pays constituant le bassin de ce grand fleuve.

Au premier rang, c'est la Roumanie qui en est menacée, car l'exportation de ses céréales dépend dans sa majeure partie de l'état de cette voie commerciale; au même danger est sujette la Commission Européenne du Danube, dont le budget destiné aux travaux est exclusivement alimenté par les taxes qu'elle perçoit sur la navigation.

Nous nous trouvons à la dernière heure. Une décision urgente et définitive s'impose; car il est à présent avéré que tous les travaux essayés jusqu'à nos jours ne sont que des palliatifs, qui ne peuvent enrayer définitivement le mal qui nous menace chaque jour davantage.

En effet, après les avertissements — très faibles au commencement — que nous avons eus à partir de 1903, lorsque les premiers bancs se sont formés, et qui furent alors considérés comme dus à des causes passagères (absences de vents du N-E dans cette année), on est, à présent, arrivé, graduellement, à une maladie chronique, qui revient chaque année, précisément à l'époque de la grande campagne d'exportation des céréales (spécialement le maïs d'automne).

Cette année même — nonobstant les grandes dépenses effectuées, d'une part, pour la prolongation des digues dans la mer et, d'autre part, pour les incessants dragages à l'embouchure — l'ensablement est revenu avec fureur à la charge, de sorte que l'allègement des bateaux maritimes qui entraînent

¹⁾ Une partie de ce Mémoire a été rédigé pour la Commission Européenne du Danube et lui fut présenté, en qualité d'expert, dans la Séssion de Cannes, en Janvier 1838.

dans le Danube et en sortaient chargés, est devenu, comme dans les anciens temps, une des affaires les plus fructueuses de Soulina.

L'explication présentée à cete occasion — et qui attribue la cause de cet ensablement seulement au niveau extraordinairement haut atteint par les eaux pendant cette année — ne peut résister complètement à un examen plus minutieux ; car, malgré la hausse, l'alluvionnement a été relativement faible sur tout le parcours du Danube. Les alluvions très importantes, qui se sont déposées à l'embouchure de Soulina au cours de cet été, sont dues en premier lieu à la période de temps très longue des crues.

La situation étant telle que nous venons de la décrire, il est temps de cesser tous ces essais et de renoncer à ces travaux, aussi incertains que coûteux, et de prendre une décision définitive, qui puisse assurer — sinon pour toujours —, au moins pour encore un demi-siècle, la navigation aux embouchures du Danube.

Au point de vue économique, il est d'autant plus indiqué de prendre immédiatement cette décision, qu'on ne peut savoir combien de temps durera la conjoncture présente, favorable à l'exportation des céréales de Roumanie, laquelle, si elle venait à diminuer, mettrait, non pas seulement le pays territorial, mais la Commission Européenne du Danube aussi, en face d'un problème financier encore plus difficile à résoudre que celui d'aujourd'hui.

* * *

Nous trouvant arrivés à ce point, il est tout d'abord nécessaire d'examiner avec le plus grand soin les questions suivantes :

1. Quelles sont les causes variées qui ont produit l'état actuel à l'embouchure de Soulina, c'est-à-dire les causes dictées par les grandes lois naturelles qui ont gouverné et continuent à gouverner l'évolution continue du Delta et les phases qu'il parcourt ?

2. Quelles seront les conséquences, plus éloignées ou plus rapprochées — voire même imminentes — qui doivent se produire nécessairement à cette embouchure, par l'action des éléments naturels et plus spécialement par le processus du dépôt d'alluvions qui se manifeste, de plus en plus fortement, aux embouchures de Kilia ?

3. Quels sont les facteurs qui déterminent la formation, la situation et le déplacement des barres existantes aux embouchures du Danube ?

4. Quelle est l'embouchure — ou bien le point le plus favorable de la côte maritime du Delta où l'on pourrait éventuellement ouvrir une embouchure artificielle — moins exposée aux accumulations d'alluvions et de sables et à la formation de barres dangereuses pour la navigation ?

5. Quels sont les travaux techniques qui doivent être exécutés, en suivant ces indications de la nature, et quelle est la somme à laquelle pourrait être évalué le coût de chacun d'eux ?

6. Quelles sont les ressources financières dont on dispose et quel serait le plan de financement de ces travaux ?

Après avoir formulé cette série de questions, telles qu'elles découlent naturellement de l'état actuel des faits, il faut examiner maintenant la question de la navigabilité aux embouchures du Danube sous un triple aspect et comme trois problèmes différents, les solutions de chacun d'eux constituant les bases du problème général, savoir :

1. Comme un *problème scientifique*, géomorphologique et géodynamique, destiné à expliquer au préalable, par des recherches scientifiques, les questions fondamentales suivantes :

Quelles sont les lois naturelles qui gouvernent l'évolution général de ce Delta, aux exigences desquelles doivent être adaptés n'importe quels travaux que l'on entreprendrait ?

Quelles sont les indications de la nature pour la possibilité de la réussite de toute intervention technique, en vue de la réalisation des buts poursuivis ?

2. Comme un *problème technique*, qui, basé sur les résultats des recherches scientifiques et sur les indications de la nature, puisse indiquer les moyens techniques — dans les limites et sous la sanction sévère de l'observation stricte des lois naturelles — pour réaliser les buts poursuivis afin de satisfaire aux besoins de la navigation.

3. Comme un *problème financier*, ayant comme but la recherches des possibilités financières pour l'exécution des travaux indiqués par les techniciens.

* * *

Il n'entre pas ni dans ma compétence, ni dans mon rôle, de donner des avis sur les solution purement *techniques* ; je ne puis non plus m'occuper des problèmes *financiers*, suffisamment complexes eux aussi, et qui, ayant également un côté politique, doivent être réservés aux soins exclusifs des Délégués des États représentés à la Commission Européenne.

Cependant en ce qui regarde la partie *géophysique*, qui constitue la base scientifique du problème et qui doit indiquer la voie et les modalités avec lesquelles il faudra procéder pour le résoudre, je crois que les 46 ans que j'ai consacrés à l'étude des conditions naturelles du Danube et de la Mer Noire, de même que mes nombreuses publications qui s'y rapportent, m'autorisent à éclaircir la question en ce qui concerne ce point de vue fondamental et de participer par cette voie à sa solution.

Il est d'autant plus de mon devoir de traiter la question sous ce point de vue, que je sais que Sir Charles Hartley — qui est l'auteur du plan et des travaux techniques exécutés jusqu'à présent — n'a pas été seulement un grand ingénieur, mais aussi un tout aussi grand naturaliste.

Son étude de 1857 sur la constitution du Delta du Danube, faisant état de la totalité des conditions naturelles qui le caractérisent, est une œuvre scientifique fondamentale, dont la valeur est restée intacte et de laquelle l'ingénieur Hartley a tiré, ultérieurement, toutes les conclusions techniques, auxquelles il est parvenu, ainsi que tous les travaux qu'il a exécutés.

Le malheur qui nous accable aujourd'hui est dû presque exclusivement au fait, qu'après la retraite de Hartley du Service de la C. E. D. et après le départ de son premier collaborateur Kühl, leurs successeurs, quoiqu'ayant continué avec dévotion l'exécution des projets primordiaux, n'ont cependant plus contrôlé si ces projets s'ajustaient encore aux besoins scientifiques qui les avaient dictés en leur temps et, plus spécialement, avec la nouvelle évolution qu'avait suivie le Delta du Danube et qui devait fatalement amener le changement du genre des travaux.

C'est précisément cette regrettable absence de concordance entre les travaux exécutés depuis et les conditions naturelles actuelles, de même que le fait que les projets élaborés dernièrement ne sont plus examinés dans le cadre général de l'évolution du Delta — tenant compte, par conséquent, des modifications radicales produites dans sa structure et qui, seules, peuvent évidencier les indications de la nature quant à l'action à suivre et la voie à choisir — qui m'ont déterminé à écrire ce mémoire, afin que, à la lumière des constatations scientifiques, j'insiste pour remettre la question sur le vrai terrain sur lequel elle devait rester et, en ce moment, doit être jugée et résolue.

* * *

Celui, qui a suivi de près la série de mémoires, rapports, études et monographies de Hartley sur ses travaux, sait que la base scientifique ayant dicté les principes de ses projets ne consistait pas seulement dans le matériel cartographique dont il disposait ou dans les nouveaux levés exécutés sous sa direction par l'ingénieur Hansford aux différentes embouchures du Danube, mais plutôt dans l'observation directe des phénomènes se produisant aux embouchures du Danube et des facteurs qui les déterminent.

Les enquêtes continuelles qu'il faisait parmi la population locale de pêcheurs — sur le mouvement des eaux et sur l'effet des crues, sur l'ensablement ou l'approfondissement des bras, des canaux naturels (ghirlas), des embouchures, etc. — lui procuraient des informations tellement précieuses que, dans un des voyages que nous avons faits ensemble dans le Delta, il me disait: « l'art de l'ingénieur je l'ai appris en Angleterre, « mais, pour l'hydrographie du Danube, ceux-ci (en montrant du doigt « un pêcheur qui nous accompagnait) ont été mes professeurs et je pense « qu'ils sont aussi les vôtres ».

C'est cette observation directe des phénomènes, suivie de la recherche des causes qui les produisent, ainsi que sa géniale intuition — qui lui permettait de tirer des menus faits, en apparence insignifiants, des conclusions de grande portée, vérifiées ensuite scientifiquement — qui lui donnaient la possibilité de connaître l'entier mécanisme hydrographique naturel, si compliqué, de ce Delta et de l'influence qu'exercent sur ce dernier tous les agents naturels.

C'est après ces observations directes qu'il a commencé toutes les études systématiques qu'il a faites sur la formation des barres et sur l'influence

qu'exercent sur leur structure, conformation et mouvement, les différents agents naturels, qui sont: les courants fluviaux, les courants maritimes, le degré de salinité des eaux, les vagues et le sable de la mer, la forme des côtes, les alluvions fluviales, les agents atmosphériques, les vents dominants, la température, etc.

D'une seule observation faite à l'embouchure du canal artificiel qu'il avait creusé, en 1857, dans la barre de Soulina jusque dans les eaux profondes de la mer, à quelle occasion il avait vu que les dépôts se formaient au Sud et non pas au Nord, il a senti immédiatement l'influence du courant littoral marin, dirigé du Nord au Sud, atteignant la côte, et il s'est rendu compte des avantages qu'il pouvait en tirer. Cette observation l'a conduit ensuite à l'étude détaillée de ce courant littoral, qu'il a trouvé figuré dans les cartes de navigation et dans les portulans des navigateurs de la Mer Noire. Ce courant a constitué, ensuite, un des facteurs fondamentaux, sur lequel il a compté en première ligne, pour l'entretien—sans ou avec peu de dragages—de la profondeur de l'embouchure de Soulina. C'est ce qui lui a permis de transformer bientôt les travaux provisoires qu'il avait faits en bois, en travaux définitifs en béton.

La même chose se passa avec l'influence des vents dominants et des autres agents naturels, qu'il a étudiés et sur les effets desquels il a compté dans ses projets.

De même, en superposant, dès le commencement, la carte de Sprat de 1856 sur la carte russe de 1830, il put voir, à partir des premières années, que, tandis que l'embouchure de St-Georges resta presque sur place et avait une barre très étroite—de sorte que, moyennant de petits travaux on pouvait facilement atteindre la profondeur navigable—, par contre les bouches de Kilia, avec les bancs qui les accompagnaient, avaient avancé dans la Mer, dans ces 27 années seulement, de presque un mille.

Il a soumis alors cette carte superposée à la Commission et, dès le commencement, il s'est prononcé catégoriquement pour le choix du bras de St-Georges et l'élimination du bras Kilia de tous les calculs futurs, malgré les importants avantages—grande profondeur jusqu'à l'embouchure, largeur, etc.—que présentait d'ailleurs le cours même de ce bras pour la navigation.

Cette proposition n'a pu être réalisée à cause de motifs politiques et financiers et la Commission s'est décidée pour le bras de Soulina, qui ne présentait les mêmes menaces de grands périls que dans un avenir éloigné.

Malgré la grande distance qui séparait l'embouchure de Soulina de l'endroit où se trouvait en 1861 l'embouchure du bras Stari-Stamboul—située alors très peu en aval de la naissance du bras actuel de Novi-Stamboul—, Hartley, après avoir mesuré le débit tant liquide que solide de ce bras, a prévu qu'il arrivera un moment où les alluvions amenées par le bras de Stari-Stamboul menaceront d'ensabler l'embouchure de Soulina, et il s'est prononcé, déjà depuis lors, qu'il faudra à l'avenir prolonger les



digues de Soulina vers le large, afin de retirer cette embouchure de la zone d'ensablement du bras de Stari-Stamboul.

* * *

De cette manière — en se basant sur de nombreuses observations et études scientifiques, qui mettaient en évidence les indications réelles de la nature — Hartley a établi les principes fondamentaux de ses projets, qui peuvent être formulés comme il suit :

Prolongation libre, sans écluses, du courant fluvial à travers la barre, entre deux digues parallèles, pour le conduire en mer jusqu'aux profondeurs exigées par les besoins de la navigation, en lui maintenant la vitesse requise pour pouvoir continuer à tenir en suspension, sur cette distance aussi, les alluvions que les eaux du fleuve charrient.

Diriger le courant fluvial à son entrée dans la Mer de telle manière, qu'il puisse rejoindre là le courant littoral N.S., lequel doit s'emparer des alluvions amenées par le fleuve et les transporter automatiquement vers le Sud.

Utiliser la force des vents dominants, de N. et de N.E., pour remuer les alluvions déposées par le fleuve sur les fonds de la Mer et pour qu'elle aide le courant littoral, aux époques où il est plus faible, à transporter les alluvions vers le Sud.

Utiliser les forces naturelles — de transport et d'érosion — du courant fluvial, encaissé et accéléré entre deux digues parallèles, de même les forces naturelles du courant littoral, maintenu en permanence en contact avec le courant fluvial, ainsi que celles des vents dominants, pour nettoyer ainsi automatiquement les bancs qui se formeraient en face de l'embouchure, afin de maintenir les profondeurs à travers la barre et de rendre, de cette manière, inutile les dragages.

Prolonger les digues, de temps en temps, vers le large, au fur et à mesure de l'avancement naturel de la barre, afin de maintenir le contact entre les deux courants, fluvial et littoral.

Ces principes fondamentaux ont gardé jusqu'à ce jour leur valeur intégrale et continueront à la garder à l'avenir, tant que les lois qui déterminent l'évolution du Delta et le processus de son avancement vers la Mer ainsi que les lois qui gouvernent les embouchures du Danube resteront les mêmes et tant que les facteurs déterminants — et spécialement le courant littoral — seront maintenus dans la situation actuelle pour remplir leur principale rôle.

* * *

Mais la situation à l'embouchure de Soulina est aujourd'hui tout autre : La position du courant littoral, à cause d'un avancement extraordinairement rapide du Delta de Kilia vers la mer — conséquence directe du grand débit de ce bras — s'est éloignée, petit à petit, en face de l'embouchure de Soulina, vers le large, jusqu'à ce que le courant littoral ait perdu tout contact avec le courant fluvial.

C'est pourquoi le transport vers le Sud des alluvions fluviales ne peut plus se faire comme avant et elles sont déposées à présent en face de l'embouchure, en y formant là ces bancs dangereux pour la navigation, qui nous causent tant de dommages, directs et indirects.

Nous avons dit plus haut, que ces phénomènes ont commencé à se faire sentir dès Septembre 1903, bien que les alluvions amenées par le fleuve en cette année n'aient pas été plus fortes qu'auparavant.

Les dépôts ont continué après à s'accroître chaque année davantage et les rapports du Service Technique de la Commission, de 1906, 1907, 1908, 1911, 1913, etc., ne cessent de montrer, comme étant de plus en plus accentués: « la mauvaise situation de l'embouchure de Soulina », « le développement que prend graduellement le banc formé à cette embouchure », etc.

Tous ces rapports supposent cependant que cet effet serait dû surtout à d'autres causes, notamment: l'absence des vents forts de N. et N.E. qui, « par les vagues qu'ils forment, exercent une action bienfaisante sur les fonds de la mer à l'extrémité des digues ».

Seulement l'ingénieur-consultant Kühl, le continuateur de la tradition et de la manière de travail de Hartley, par son rapport envoyé de l'étranger en 1913, montre clairement que: « l'avance du Delta de Kilia éloigne le courant littoral, de sorte que les alluvions, considérablement accrues, du bras de Soulina ne seront plus entraînées au large », et montre la nécessité de prolonger les digues.

Naturellement, même alors, c'est-à-dire il y a 25 ans, cela n'était qu'un palliatif, car le courant littoral s'éloignait trop rapidement de la côte.

On sait ce qui est arrivé depuis: la catastrophe de l'arrêt total de la navigation, par les bancs, s'est produite, jusqu'à ce que, avec beaucoup de difficultés — dragages très coûteux et prolongation considérable des digues de presque 4000 mètre — on a pu maintenir, pour une partie de l'année, une profondeur navigable de 24 pieds à la barre, mais avec des interruptions régulières pendant le printemps et l'été.

On connaît les solutions proposées et l'avis émis en 1932 par le Comité des Ingénieurs Consultants pour l'approbation du projet d'une solution provisoire de l'Ingénieur Ward, projet basé sur les anciens principes de Hartley, c'est-à-dire de creuser un canal de dérivation vers le Sud et de doter ainsi le bras de Soulina d'une nouvelle embouchure à une distance de 5 à 7 milles au Sud de l'embouchure actuelle — où il serait possible de rétablir le contact entre le courant fluvial et le courant littoral; cette nouvelle embouchure étant située à une distance aussi grande que possible de l'embouchure de Stari-Stamboul, pour être préservée, pour un laps de temps, du péril d'ensablement.

Ce projet, étudié à nouveau, modifié et mis au point par M. le Conseiller technique Vardalla, n'a pas été cependant mis en exécution et le service technique de la Commission continue la prolongation des digues en Mer — en leur donnant à présent une direction plus rapprochée du Sud-Est — conjointement avec des dragages très actifs pour le maintien de

l'embouchure, ainsi qu'avec l'observation régulière de l'avance des barres de l'embouchure de Stari-Stamboul.

* * *

Examinons maintenant, à la lumière des faits géophysiques constatés : quel est l'état actuel ? À quoi peuvent servir les travaux qu'on exécute ? Quels effets auront-ils ? Que faudra-t-il faire pour correspondre aux exigences de l'état naturel actuel ?

De ce qui vient d'être exposé, on a pu voir que le grand géophysicien Hartley — par son incomparable don d'observation des phénomènes naturels, par sa vive intelligence et intuition, qui lui permettaient de distinguer immédiatement l'essentiel du secondaire, et aussi par sa grande capacité scientifique — a réussi en peu de temps à connaître à fond la nature du Danube, l'importance de l'action et du rôle de tous les agents et de toutes les forces actives naturelles qui la caractérisent et collaborent à sa continuelle évolution.

Basé sur ces connaissances positives des données concernant la statique et la dynamique du Delta, l'ingénieur Hartley a pu créer aux embouchures du Danube ce *mécanisme hydrographique* perfectionné, qui, utilisant les forces actives des agents naturels, fut capable « de mettre la Nature même en mesure de débayer le chenal et de le maintenir en « état de navigabilité, sans le secours d'aucun travail mécanique ». Comme nous l'avons montré plus haut, les principales forces actives naturelles, sur lesquelles Hartley fonda le mécanisme de son ancien système sont les suivantes :

1. Le courant fluvial, qu'il fait passer par la barre, « établissant des « jetées parallèles, dans le but de resserrer et d'accélérer le courant », pour le mettre en état d'approfondir lui-même le chenal navigable entre les digues et pour obtenir « une profondeur navigable à quelque distance de leurs extrémités ».

2. Le courant littoral marin, s'écoulant le long des rives du Delta dans la direction N.S. vers le Bosphore, qui transporte vers le Sud les alluvions fluviales charriées en mer par les bras du fleuve. Hartley, dans le mécanisme de son système, lui a attribué le rôle important de nettoyer le fond de la mer en face de la bouche de Soulina, le débarrassant des alluvions apportées par le fleuve, lorsque celles-ci se trouvent encore en suspension ou même après leur dépôt.

D'autres agents naturels — les vents dominants du N. et N.E., les vagues marines, la houle, etc. — sont pris aussi en considération et leur force est utilisée dans le mécanisme de ce système. Pourtant tous ces agents ont une importance secondaire, l'essentiel restant l'agrandissement de la force de transport et de l'action érosive du courant fluvial, par son resserrement entre deux digues parallèles et par l'accélération de sa vitesse, comme aussi son maintien en contact permanent avec le courant littoral marin à son embouchure du large.

Je crois qu'il n'est plus nécessaire d'ajouter que l'application prolongée de ce système d'amélioration a suffisamment prouvé la grande valeur scientifique des principes comme l'ingéniosité de la création technique de Hartley. Celle-ci a fait la preuve complète de son efficacité durant les 60 années depuis qu'elle fonctionne sans défaut à l'embouchure de Soulina, comme d'ailleurs aux bouches d'autres grands fleuves mondiaux, où elle a été ultérieurement appliquée avec succès.

Le sort a fait que la preuve contraire montrât aussi la valeur des principes résidant à la base du système de Hartley ; car, ce qui se passe actuellement devant l'embouchure de Soulina n'a d'autre cause que celle qui fut signalée dès 1913 par Kühl, c'est-à-dire que « l'avancement du Delta de « Kilia éloigne le courant littoral, ce qui aura comme conséquence que « les alluvions du bras de Soulina ne seront plus transportées au large ». *Nous avons donc la preuve évidente que le courant littoral représente le facteur essentiel de l'entretien de la navigabilité aux bouches du Danube.*

L'ensablement de Soulina par les alluvions de Stari-Stamboul — bien que celles-ci constituera désormais un péril imminent — ne représente pourtant pas la cause actuelle des phénomènes commencés en 1903 et qui se sont continués, en s'amplifiant annuellement, jusqu'à nos jours. *Soulina s'est obstruée jusqu'à présent uniquement par ses propres alluvions, à cause de l'absence du courant littoral ; les alluvions de Stari-Stamboul ne compléteront que dorénavant le désastre.*

Toutes ces tristes constatations sur l'état actuel résument les résultats d'une longue expérience et ont une importance décisive. Il est donc absolument nécessaire qu'elles soient connues et interprétées à leur juste valeur, afin de nous servir, au moins au dernier moment, comme un enseignement précieux pour ce que nous devons faire immédiatement, sans plus perdre une seule minute.

* * *

Examinant, à la lumière de ce qui précède, l'état actuel de l'embouchure de Soulina, je me crois autorisé, dans l'intérêt de la cause, d'affirmer que l'interprétation donnée aux phénomènes qui s'y passent — et, par conséquent, la conception des travaux qui s'y exécutent sur cette base — *ne correspond pas aux vraies indications de la nature, telles qu'elles découlent des grandes lois naturelles, gouvernant l'évolution du Delta, et des phénomènes géophysiques qui l'accompagnent.*

En effet, les travaux exécutés actuellement à l'embouchure de Soulina émanent de la conception — erronée, à mon avis — que, en prolongeant les digues vers le large jusqu'à atteindre les profondeurs navigables, la question sera résolue de ce point de vue, sans se préoccuper du fait si le courant fluvial rencontrera ou non sur son parcours le courant littoral. En ce qui concerne le péril de l'énorme quantité d'alluvions charriées par le bras de Stari-Stamboul, lesquelles menacent d'envahir la bouche de Soulina, on croit que, par la prolongement des digues vers le large et par la déviation du canal vers le S.E., l'embouchure de Soulina sera soustraite à la

zone dangereuse des alluvions de ce bras et sa navigabilité sera ainsi sauvée. On tâche également de justifier cette supposition par le fait que cette année-ci l'embouchure de Stari-Stamboul aurait changé sa direction, orientant son cours plus à l'Est.

Je crois que la réalité des faits peut m'autoriser à considérer ces suppositions comme ultra-hypothétiques. — Je soutiens même que, suivant toutes probabilités, le péril est tellement proche, qu'il ne nous est plus permis de gaspiller le peu de temps encore disponible avec des expériences si coûteuses et tellement dangereuses par leurs conséquences. — Je me crois enfin obligé de signaler que le prolongement des digues vers le large, sur de grandes distances, aura un effet défavorable aussi sur la région située au Sud de la bouche de Soulina, de nature à compromettre même la réussite du nouveau canal de dérivation — ayant l'ouverture à la mer entre les bouches de Soulina et de St-Georges — par l'écran qu'il constituera.

Je vais tâcher de justifier succinctement ces affirmations :

I. Le courant littoral.

En ce qui concerne le courant littoral, celui-ci a fourni la preuve de sa grande importance, comme facteur principal dans le mécanisme créé par Hartley pour le maintien de la navigabilité de Soulina, autant par la preuve directe de son fonctionnement sans accident pendant 50 années, que par la preuve contraire de plus de 20 années, pendant lesquelles on a pu constater les effets désastreux causés par son absence.

Je dois avouer que je fus désagréablement surpris quand, pour le besoin de justification de la nouvelle conception, on a nié l'importance de ce facteur essentiel et on a essayé même de mettre en doute son existence. Ma surprise augmenta davantage, en apprenant que le service technique de la C. E. D. a omis même de faire une opération aussi simple que la constatation de la position, de la distance actuelle de la côte et de l'intensité du courant littoral. Cette opération était pourtant la première à faire, et même dès 1903, lorsque l'ingénieur C. Köhl, le compétent collaborateur de Hartley, donna l'alarme que « la bouche de Soulina « s'ensable à cause de l'éloignement de la côte du courant littoral et de « la trop rapide progression du Delta de Kilia ». Il était naturel que, au moment même où l'éloignement de la côte du courant littoral fût signalé, sa position actuelle et son évolution furent déterminée immédiatement, au moins pour pouvoir se rendre compte de la longueur des digues à construire.

En effet, la Commission avait acheté un courantomètre système Idrac, mais, durant 3 années consécutives, allant à Soulina pour m'intéresser aux résultats des constatations obtenues, j'ai reçu la même réponse : que, l'appareil étant défectueux, les observations n'avaient pas encore été faites. J'ai eu ainsi la preuve du complet désintéressement dans cette question, considéré pourtant par les grands prédécesseurs, Hartley et

Kühl, comme primordiale, c'est-à-dire comme constituant la clé de l'entier mécanisme de l'entretien de la bouche de Soulina.

Pendant les dernières années, il a pourtant été publié toute une série d'importants travaux sur l'hydrographie de la Mer Noire, parmi lesquels les résultats de la grande expédition russe réalisée pendant 4 années consécutives (1922—1924), sous la direction du renommé naturaliste et membre de l'Académie de Léningrad, le professeur Knipovitch. Les hydrographes et les hydrobiologues de cette expédition ont décrit et cartographié le courant cyclonal de la Mer Noire, dans le système duquel rentre le courant littoral N.S. qui longe la côte roumaine. (Fig. 1 montre la reproduction photographique de cette carte de l'expédition de Knipovitch).

Je reviendrai plus loin sur ces constatations. Pour le moment, je signale que, pour compléter les données de la carte russe, j'ai délégué deux distingués biologistes du Service d'Hydrobiologie de l'Administration des Pêcheries (le Dr. Gavrilesco et le Dr. Z. Popovici) pour exécuter des recherches sur les courants de la Mer Noire conjointement avec le chef du Service Hydrographique de la Marine, le capitaine Em. Grecesco, lesquels se sont embarqués à bord d'un bateau de la Marine Royale Roumaine. Chaque année (1934—1937), pendant les mois de juillet et d'août, ils se munissaient à cet effet, d'un courantomètre Merz, appareil convenant le mieux à ces recherches. Ils se sont arrêtés dans 40 stations et ont étudié les courants sur la distance comprise entre Varna et Cetatea-Alba. Les très importants résultats de ces recherches — en cours d'exécution — condensés dans un rapport succinct, je les présente en annexe au présent mémoire. Il suffit de relever ici le fait, extrêmement important pour notre sujet, qu'à la hauteur de l'embouchure de St-Georges, le long de la côte roumaine, la vitesse du courant atteignait même 2 km. par heure; c'était donc un courant suffisamment fort.

Vu que l'existence même du courant littoral fût mise en doute lors d'une séance de la Commission européenne, tenue à Cannes en 1936, je me suis cru obligé de fournir des explications plus complètes, tout en courant le risque de répéter des choses généralement connues dans le monde scientifique:

À l'occasion des discussions qui ont eu lieu pendant les séances de la Session extraordinaire de Cannes, en mars 1936 (voir les protocoles 3, 4 et 5), j'ai été à même de montrer que le courant littoral ne représente pas une simple supposition, mais correspond à la réalité des faits. De même j'ai montré que les opinions exprimées, que: « le courant, étant faible, « exerce aux embouchures une influence secondaire, la houle et les vents « sont les éléments exerçant une influence prépondérante », ne sont pas fondées. J'ai prié alors la Commission de disposer qu'une étude urgente du courant fût faite et, comme conclusion, le regretté Ingénieur Vatier proposa « de continuer les études du courant littoral avec l'appareil Idrac, « en se servant en outre de flotteurs lestés, qui sont faciles à construire « et coûtent bon marché ».

M. Vatiez a donné même des instructions pratiques sur le mode d'emploi de ces flotteurs et la Commission a approuvé sa proposition. Il est regrettable que cette décision, n'ait pas non plus été exécutée, et nous nous trouvons aujourd'hui dans la même situation qu'en mars 1936. Je ne peux donc que me servir des données bibliographiques, pour montrer les résultats des recherches de ceux qui ont étudié ce courant, et je citerai leurs opinions pour justifier le point de vue que je soutiens dans cette question capitale :

Le courant littoral N.S. de la côté occidentale de la Mer Noire était connu des navigateurs anciens, il est noté dans les portulans russes et divers guides de la Mer Noire et il figure aussi sur les anciennes cartes de navigation anglaises. Ce courant fait partie du « *grand courant cyclonal* », qui coule le long des côtes de toute la Mer Noire dans une direction contraire aux aiguilles d'une montre. Sa formation est due aux grandes masses d'eau douce apportées par les puissants affluents des régions du Nord-Ouest de la Mer (Danube, Dnistre, Dnipre, Bug), « auxquelles s'ajoute « la puissante contribution de l'eau venue de la Mer d'Azov, qui, pénétrant « par le détroit de Kertch, se déverse dans ce courant » (Knipovitch, p. 248).

Dans le si réputé traité d'Océanographie de Krümmel (Handbuch der Oceanographie, Bd. II, p. 630, 1911), ce *courant cyclonal* est décrit de la manière suivante :

« Die Oberflächenströmungen des Schwarzen Meere sind den Praktiker kern dahin bekannt, das sie zwar sehr wenig beständig sind und mit den Winden wechseln, aber doch die Gewässer die Tendenz haben, an der Westseite des Beckens, nach Süden zu setzen und dort dem Bosphorus zuzustreben, wobei jedoch nur ein Teil in die Strasse selbst eintritt, während die Hauptmasse den Weg nach Osten nimmt und das ganze Becken, in einer Richtung entgegen dem Uhrzeiger, umkreist » ¹⁾.

« Durch ein systematisches Experiment mit Flaschenposten im Jahre 1898 ist dies bestätigt worden: von 72, in allen Teilen des Beckens ausgesetzten Flaschen, sind 15 wieder abgeliefert und von Kapitän zur See A. N. Skalovskij auf ihre Triftwege untersucht worden » ²⁾.

« Zwei Flaschen sind von der Höhe der See zwischen Sulina und Varna aus westlich vom Bosphoruseingang, gelandet; eine, von diesem selbst in See ausgesetzt, gelangte nach Samsun, eine zweite nach Poti, eine dritte nach Noworossisk; von der Südwestspitze der Krym führt eine zum Kap Tendra (vor der Bucht von Odessa). Es ergaben sich dabei Geschwindigkeiten von 0,4 bis 5,0 Seemeilen am Tage, und zwar hatten 7 von den 15 Triften eine solche vom 4 bis 5 Seemeilen und die Triftzeiten erstreckten sich über die verschiedensten Monate ».

« Für diese, auch sonst in der Nordhemisphäre so verbreitete, *zyklonale Anordnung der Ströme* im Schwarzen Meer wird man sowohl die litorale Salzarmut, also die Dichtigkeitsfläche, wie die zyklonale Anordnung der

¹⁾ S. Makaroff. Russischer Lotse für das Schwarze Meer 1876.

²⁾ Sapiski po Hidrografii. 1899 Bd. 20, B. 233 mit Karte.

« Winde als gleichsinnig wirkende Ursachen vermuten. Dass dieses in der « Tat begründet ist, zeigt die Berechnung der Dichtigkeits- und der « Windfläche für dieses intrakontinentalste Stück des Mittelmeers, durch « Dr. W. Wissemann ¹⁾ und die Synthese der aus beiden abgeleiteten « Oberflächenströme. Wird gemäss den neueren Arbeiten an den Wind- « triffen jetzt eine Korrektur durch Drehung um 45 nach rechts angebracht, « so deckt sich das Strombild völlig mit dem aus den Flaschenposten und den « Erfahrungen des Schiffsführer gewonnen ».

La précédente description, basée uniquement sur les recherches anciennes — lorsque l'Hydrographie scientifique de la Mer Noire était à peu près inconnue et lorsque les appareils employés pour la constatation et la mesure des courants étaient tout à fait primitifs (p. ex. les bouteilles flottantes « Flaschenposten », employées par Skalovskij) — met en évidence que le courant cyclonal, qui comprend comme partie intégrante le courant littoral de nos côtes, était bien connu, non seulement par les navigateurs pratiques, mais aussi par les hommes de science. Les ingénieurs qui devaient l'utiliser dans leurs travaux hydrauliques à la côte marine et aux embouchures du Danube, furent obligés de l'étudier dans tous ses détails, pour constater sa force et ses effets, sur lesquels il pouvaient compter. C'est ce que firent Hartley et tous les ingénieurs, qui furent consultés et participèrent activement à la discussion des projets présentés par Hartley en 1861. Ils furent d'autant plus obligés à lui accorder la plus grande attention, que le courant littoral de nos côtes, accru considérablement par le fort débit du Danube (il est désigné par les navigateurs comme « le courant du Danube », ou bien ils disent que « le Danube se déverse dans le Bosphore »), présente un plus grand volume d'eau et une intensité beaucoup plus forte.

En effet, dans la plupart des travaux de Hartley, nous trouvons des passages, dont il ressort combien il comptait sur les effets de ce courant. Dans son rapport du 17 octobre 1857, dans le chapitre « la description générale du Delta », Hartley écrit: « Il règne sur la côte du Delta un « courant littoral qui, pendant les vents régnants de N. et de N.E. et dans « les temps calmes, coule constamment vers le Bosphore, c'est-à-dire du « Nord au Sud. Ce n'est que durant les forts vents de S. et de S.O. que « ce courant disparaît pour faire place à un très faible courant de surface « du Sud au Nord ».

Le 19 mars 1862, lorsqu'il a exposé à l'« Institution of civil Engineers », de Londres, les principes de son projet et il a expliqué les travaux exécutés, Hartley, de même que tous les grands ingénieurs de l'époque qui ont pris part à la discussion du projet, considérèrent le courant littoral comme un facteur essentiel. Voilà quelques passages caractéristiques de l'exposé de Hartley:

« Les dépôts constituant des barres s'étendent au delà des embouchures « sur une petite distance vers le Nord, mais sur une très grande distance vers

¹⁾ Ann. d'Hidrog. 1906 S. 162.

« *le Sud*. Cet effet est produit partiellement par le vents du Nord, qui « prédominent dans cette région. *Ils produisent le courant littoral, qui s'écoule constamment vers le Bosphore, courant qui se continue d'ailleurs par les périodes calmes aussi* ».

Ailleurs, faisant une comparaison entre les embouchures de Soulina et de St-Georges, Hartley écrit la phrase suivante caractéristique, qui prouve le rôle décisif qu'il accordait à l'action du courant littoral, fait qui l'a même déterminé de choisir en premier lieu l'embouchure de St-Georges: « L'embouchure de St-Georges, étant située dans l'angle proéminent du Delta, représente l'endroit le plus favorable à une action du « *courant littoral* ».

Je cite aussi quelques passages caractéristiques parmi les observations suscitées, faites par les principaux ingénieurs qui ont pris part à la discussion du projet de Hartley:

L'ingénieur T. E. Harrison — qui avait reçu de Sir John Stokes, le délégué de la Grande Bretagne à la C. E. D., la mission d'examiner les plans et de se prononcer sur la décision à prendre relativement au choix de l'embouchure à adopter — se prononce, en ce qui concerne le courant littoral de la manière suivante: « Un facteur important, qui avait influencé « *cette décision, n'était pas mentionné dans l'exposé du projet, nommé-ment: qu'il existe en venant de la côte de la Crimée un courant constant d'approx. 1 noeud par heure, qui maintient constamment une direction sudique* ». L'existence de ce courant expliquerait la position des accumulations des sables vers le Sud »... « Pour ces motifs, j'ai été d'avis que, « *si l'on choisissait l'embouchure de St-Georges, le courant sudique passant à l'extrémité des digues, aurait maintenu probablement à cet endroit une plus adéquate profondeur du chenal qu'à l'embouchure plus abritée de Soulina* ».

L'ingénieur John Murray, pendant la discussion concernant le bras à adopter, se prononça aussi pour l'embouchure de St-Georges, et parmi les motifs invoqués, il dit: « le bras St-Georges a aussi l'avantage d'être situé au Sud du Delta, et surtout d'être exposé au courant littoral, tandis que Soulina... ».

Je crois que ces citations sont suffisantes pour nous convaincre de l'importance décisive, accordée par ces grands ingénieurs anglais consultants aux effets bienfaisants du courant littoral sur l'amélioration de la navigabilité des bouches du Danube en 1862 et auquel on essaie à présent de nier l'importance, voire même de douter de son existence.

Mais si, en 1857—1862, le courant littoral des côtes du Delta a été étudié en détail en vue de travaux hydrotechniques spéciaux, aujourd'hui, après les recherches de l'expédition de Knipovitch de 1922—1924, nous possédons des données scientifiques plus amples sur l'entier système des courants horizontaux de la Mer Noire.

Ce serait pourtant, donner une trop grande extension à ce mémoire, que d'entrer dans l'exposé des résultats de ces recherches. Il est suffisant, pour donner une idée générale, de présenter la photographie de la carte

des courants faite par les hydrographes de cette expédition et qui a été publiée par Knipovitch dans les Comptes-rendus de l'Expédition: « Abhandlungen der wissenschaftlichen Fischerei-Expedition im Asowschen und Schwarzen Meer », vol. V et X, Moskwa, 1933 » (voir Fig. 1).

En ce qui concerne les études, entreprises pour compléter les observations spéciales de l'expédition de Knipovitch par les données relatives au courant littoral dans les régions N.W. et W. de la Mer Noire, je reproduis ici la carte faite par Mrs. le capitaine E. Grecesco, le Dr. Gavrilesco et le Dr. Z. Popovici, accompagnant leur mémoire explicatif (Fig. 2).

Je me dispense d'insister encore sur cette question, dans l'espoir que les indications fournies seront suffisantes pour convaincre tout le monde de l'importance primordiale de ce courant dans la question de l'amélioration de la navigabilité des embouchures du Danube et qu'on agira en conséquence.

II. Les alluvions du bras de Stari-Stamboul.

Après avoir montré la grande et la vraie importance du courant littoral, comme un facteur fondamental du mécanisme hydrotechnique créé par Hartley à Soulina, de même que les signes précurseurs de la catastrophe, qui doit se produire fatalement bientôt à cause du manque de ce déblayeur naturel des alluvions déposées à cette embouchure en quantités de plus en plus grandes — correspondantes à l'augmentation graduelle du débit de ce bras — il me reste encore la charge d'examiner, toujours du point de vue géophysique, le second danger qui menace cette embouchure: *les alluvions provenant du bras de Stari-Stamboul.*

La commission européenne, dans les 80 ans de son existence, a eu souvent l'occasion de lire des rapports, plus ou moins optimistes ou pessimistes, tant sur ce danger — prévu dès le début par Hartley — que sur la date à laquelle il se produira. Cette question ne peut non plus être jugée seulement d'après les oscillations d'une année à l'autre, ou d'après l'aspect pris par la barre de ce bras après chaque époque de crue annuelle des eaux du fleuve. Elle doit être examinée seulement dans le cadre de l'évolution générale de ce bras, basée sur la plus prolongée période possible. Pour réaliser ce but, nous disposons d'un matériel cartographique sûr, datant de 1829, et depuis 80 ans on fait des observations et levées régulières, mettant en évidence le progrès et l'avancement de la terre au dépens de la mer.

D'un autre côté, j'ai eu la possibilité d'observer moi-même, régulièrement, pendant 46 ans, tous les phénomènes qui se sont produits et continuent à se produire à cette embouchure.

J'ai pu constater de quelle manière, par l'avancement du bras en mer d'environ 200 m. par an, les fonds de mer se sont transformé d'abord en golfes, qui, après isolement du côté de la mer, sont devenus successivement des limans et des lacs, qui se couvrent après de couches de roseaux flottants

(« Plaur ») et se sont finalement ensablés et transformés en terrains alluvionnaires, s'incorporant à la terre ferme.

J'ai vu de même comme, après chaque inondation, se formaient des bancs submergés, qui, grandissant avec le temps, apparaissaient à la surface en face de l'embouchure, produisant en ce point une bifurcation du thalveg sur de la barre.

J'ai pu constater comme ces îlots, situés en face de l'embouchure, prenant la forme d'un fer à cheval à concavité tournée vers la mer, s'attachaient alternativement à l'un ou à l'autre des rives de l'embouchure, réalisant ainsi le prolongement progressif du bras en mer. En même temps, l'un ou l'autre des deux thalvegs, formés sur la barre, s'ensablait graduellement, laissant un petit canal (garla), qui, en quelques années, arrivaient s'obstruer complètement — tandis que l'autre s'élargissait pour former le nouveau lit du prolongement du bras.

J'ai vu que, par ce mode d'avancement du bras dans les eaux de la mer et par la formation graduelle de ses rives des îlots nouvellement apparus, l'entrée de l'embouchure se présentait au début en forme de zigzag. Pourtant l'action érosive du courant fluvial égalise après les rives nouvellement formées, de manière que le bras continue à se prolonger en ligne droite, suivant la direction initiale générale vers le S.-S.S.E., *c'est-à-dire directement vers la rade de Soulina*.

J'ai enfin pu voir, de mes propres yeux, à l'occasion de la poursuite de mes travaux, tout cet extrêmement intéressant processus se produisant à l'embouchure du plus grand bras du Danube — processus qui constitue le mécanisme de son avancement en mer et de la constitution, à cet endroit, de son Delta, avec les matériaux que le fleuve a recueillis sur tout son parcours.

De cette manière, j'ai été à même de voir : comment toute cette superficie étendue de terrains inondables, formant à présent la rive droite du bras — à partir de quelques km. en aval de la naissance de l'actuelle bras Nouveau-Stamboul jusqu'à la côte de la mer — constituaient auparavant le grand golfe, nommé « Baba Hassan » ; comment ce golfe s'est transformé après, en un grand lac et s'est couvert ensuite de « plaur », devenant terrain marécageux ; comment de l'embranchement secondaire qui l'entourait, ne restait plus qu'un petit ruisseau, qui s'appelait alors « Gârla Popina », complètement envasé aujourd'hui, ne laissant aucune trace de son existence.

Après que le fleuve eut comblé complètement de ses alluvions le golfe « Baba Hassan », passant par les différents stades suscités, il a commencé une nouvelle activité constructive, entreprenant l'alluvionnement du nouveau golfe, nommé le « golfe de Moussoura », qui vient d'être achevé aussi. Sa fermeture du côté de la mer par un cordon littoral et sa transformation en lagune est une question d'une très courte durée.

Lorsque cette grande action sera terminée, le grand débit solide de ce bras restera disponible pour servir dorénavant à l'avancement des barres, y compris cette fois-ci l'ensablement de la rade de Soulina.

Le banc qui s'est formé cette année-ci en face de l'embouchure de Stari-Stamboul, produisant l'impression d'avoir changé la direction de son embouchure vers l'Est, n'est autre chose que l'un des processus généraux qui arrivent après les crues extraordinaires en face de l'embouchure et préparent l'avancement du bras en mer. *Le thalweg sur la barre, qui donne à présent cette apparence de changement de direction de l'embouchure, s'ensablera au moment de l'attachement de l'îlot à la rive, tandis que le lit du fleuve, prolongé, continuera à garder l'ancienne direction.*

Les cartes ci-jointes montre tout le mécanisme de l'avancement de ce bras ainsi que les différents processus qui ont eu lieu.

Les faits concrets cités ci-dessus, que j'ai pu observer personnellement pendant 46 ans, me paraissent suffisamment instructifs et évidents pour que j'aie encore besoin de préciser les enseignements qui en découlent.

En effet, l'embouchure de Soulina ne peut non plus être sauvée du danger provenant de ce côté, car, dès que le banc sous-marin qui commence à présent à fermer définitivement le vieux golfe de Moussoura et le transformer en lac, deviendra apparent, *les alluvions de Stari-Stamboul seront dirigées avec une précision mathématique vers Soulina, pour achever là la catastrophe que ce bras a lui-même préparée, d'a bord par ses propres alluvions.*

* * *

Pour donner une idée plus claire sur l'évolution du bras de Stari Stari-boul, dans une durée de temps si longue que possible, et pour montrer en même temps les phénomènes qui se sont produits successivement à ses embouchures, — phénomènes qui déterminent continuellement l'avancement de cette partie du Delta en mer, de même que le mode de prolongement de ce bras et la direction suivie par lui dans les eaux maritimes, — j'ai cru nécessaire de combiner aussi une carte spéciale synthétique. Dans ce but, j'ai utilisé dix des principaux levés qui ont été faits, à des différents intervalles, pendant une période 108 ans — de 1830 à 1937 — et, après les avoir réduits à la même échelle, je les ai superposés. Cette carte spéciale (fig. 3) a pour but d'illustrer, par des exemples concrets, les faits que j'ai exposés plus haut ainsi que de mettre en évidence les différentes phases de l'évolution de ce Delta et le mécanisme de son développement.

Une étude minutieuse de cette carte synthétique permettra de voir clairement surtout les faits suivants :

L'avancement continuel du bras en mer dans la même direction ;

La formation successive de bancs de sable devant ses embouchures, qui se transforment après en îlots et s'accroissent sans cesse, par de nouveaux dépôts d'alluvions fluviaux ;

La végétation — et spécialement le roseau — qui commence à pousser immédiatement sur ces nouvelles îles, et fixe le terrain ;

La bifurcation du Talweg du bras généralement en deux branches, qui contournent de chaque côté l'île qui les sépare, dont une de ce branches devient la continuation du bras, tandis que l'autre forme — entre l'île et la côte — un bras latéral, tantôt à droite tantôt à gauche ;

L'ensablement, plus ou moins complet, des bras latéraux et la formation — par l'érosion des rives nouvellement formées — du lit définitif du bras principal, en continuation de la direction générale du vieux bras et suivant une ligne, plus au moins, droite, etc., etc.

En observant attentivement sur cette carte les lignes des rives du bras dans les différents stades, on peut voir, clairement, combien elles ont changées dans les différentes phases, depuis 1930, et comme elles ont pris, par érosion, la ligne droite au lieu de la ligne zigzagüée, qu'elles avait au commencement de leur formation.

Cette carte, montre aussi le sort des inombrables bras latéraux, qui se sont formé, à droite et à gauche du bras principal, depuis 1830 jusqu'à présent. Ces bras latéraux ont maintenant une section et un débit réduit au minimum, ou, même, ils sont devenus complètement ensablés, ne laissent plus aucune trace de leur ancienne existence.

En fin, ce n'est pas moins instructif de suivre, à l'aide de cette carte, le comblement succesif, depuis 1830, des grands golfes marins: *Baba Hassan* (sur les cartes de la C.E.D. nommé *MARSKOI SALIV*) et le *Golfe de Mossura*, ainsi que la transformation en lac — qui est encore en cours de formation — de la baie de Soulina.

Pour mettre mieux en évidence toutes ces transformations et les processus géophysique qui les ont déterminés, j'ai reproduit encore deux cartes du Delta de Kilia. L'une, fig. 4, représente ce Delta en 1877, quand la rive droite du bras de Stari Stamboul n'était consolidée que jusqu'en face de la bifurcation du bras Nouveau Stamboul — qui venait de se former alors —; le reste de cette rive, jusqu'à l'embouchure du bras, se composait alors seulement de deux grandes îles formées dans la baie de Baba Hassan, de manière que le lit du bras n'avait pas encore pris sa forme définitive.

L'autre carte, fig. 5, représente le Delta de Kilia après 40 ans (en 1911), quand la rive droite était déjà complètement consolidée et formait une ligne continue; le bras était prolongé en mer jusqu'au-delà du Cap Mossura; le lit avait pris sa forme définitive et la baie de Baba Hassan était complètement comblée et transformée en terre ferme.

Sur ces deux cartes, on peut également suivre les processus de la formation de bancs et d'îles devant les embouchures des bras, — ayant toutes, dès la commencement, la forme de fer à cheval avec la partie concave dirigée vers le mer —, leur accroissement progressif, de même que la formation et la disparition successive des bras latéraux.

J'espère que l'examen attentif de ces 3 cartes pourra donner une idée plus claire des tendances générales de l'évolution du bras de Stari-Stamboul et de la direction qui sera suivie dans le développement ultérieur de son lit principal, donc aussi, du manque d'importance de la nouvelle branche latérale qui s'est formée à son embouchure après la grande crue de l'été 1937. La suite logique des faits survenus pendant 110 ans d'évolution nous indique clairement que le sort de cette nouvelle branche ne pourra être qu'identique à celui des autres bras latéraux, qui se sont

formée successivement dans le temps et qui sont à présent plus au moins ensablés et sans aucune importance pour l'évolution ultérieure du bras et de la direction générale de son courant.

Pour l'explication de la carte synthétique (fig. 3) il faut que j'ajoute encore que les levés de 1830, 1857, 1871, 1883 și 1832 ont été fait sur tout le Delta, tandis que ceux de 1894, 1913, 1927, 1935 et 1937 ne concernent que les modifications subies par l'embouchure du bras principal ainsi que les nouvelles formations dans les eaux maritimes devant cettis embouchures.

* * *

De cette courte esquisse des phénomènes géophysiques se produisant aux embouchures de Soulina et de Stari-Stambul — considérés d'une plus haute perspective et sur un intervalle plus prolongé — nous pouvons donc constater que, à ce point de vue non plus, *l'optimisme, les tâtonnements et les essais coûteux, ne sont plus de mise.*

Une décision urgente est donc indispensable, pour assurer au Danube l'accès à la mer, par une meilleure bouche navigable.

Quelle est et où peut être située cette nouvelle bouche navigable?

Il est évident que, faisant abstraction des possibilités financières, les conditions naturelles nous indiquent l'embouchure de St-Georges, comme bouche de navigation idéale et quasi-permanente, et cela pourtous les motifs que nous avons cités plus haut, mais, avant tout, parce qu'elle est située au sommet d'une proéminence de la côte, *avancée jusqu'au point où l'action du courant littoral est la plus forte et permanente.*

C'est ce bras, avec les grands avantages qu'il présente, qui constitue la seule solution définitive, indiquée par le conditions naturelles et qui ne devra jamais être perdue de vue.

Si les possibilités financières actuelles ne permettent pas cette solution, il ne nous reste alors — comme solution provisoire de longue durée — d'adopter le canal de dérivation, proposé par l'ingénieur Ward, — tel qu'il a été réétudié et mis au point par l'ingénieur-conseil Vardala — à condition que son aboutissement en mer soit situé le plus près possible de l'embouchure de St-Georges, afin de profiter de la manière la plus large, de l'action du courant littoral et de l'éloigner, autant que faire se pourra, de l'embouchure de Stari-Stambul.

Cette solution présente l'avantage de nous conserver un bras très bien aménagé, tel qu'est le bras actuel de Soulina, et en même temps d'avoir une embouchure qui nous assurera la navigabilité pour encore assez longtemps.

Cannes, 16 février 1938.

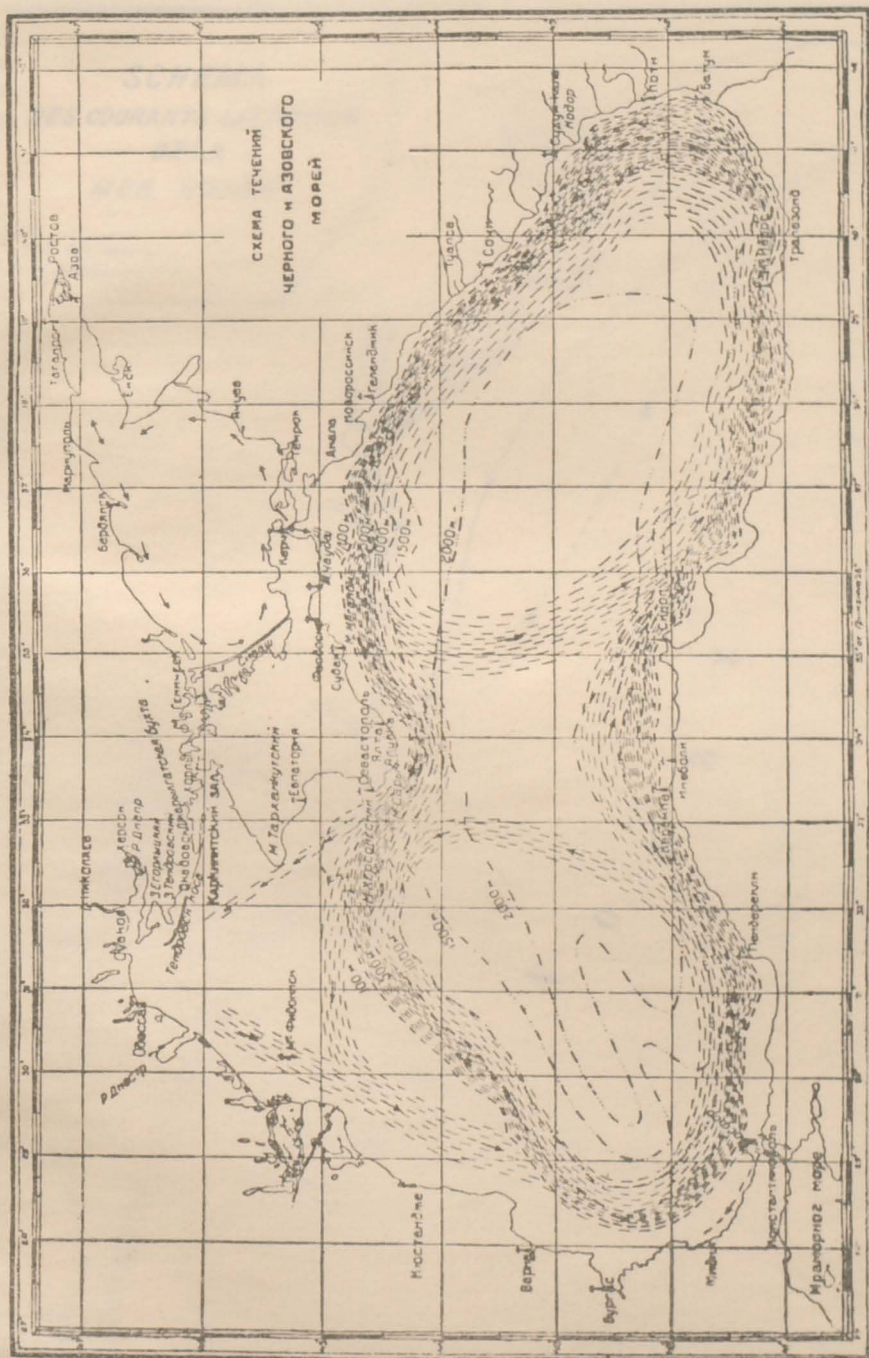


Fig. 1. La carte des courants de la Mer Noire par le Prof. N. Knipovitch. Reproduction photographique

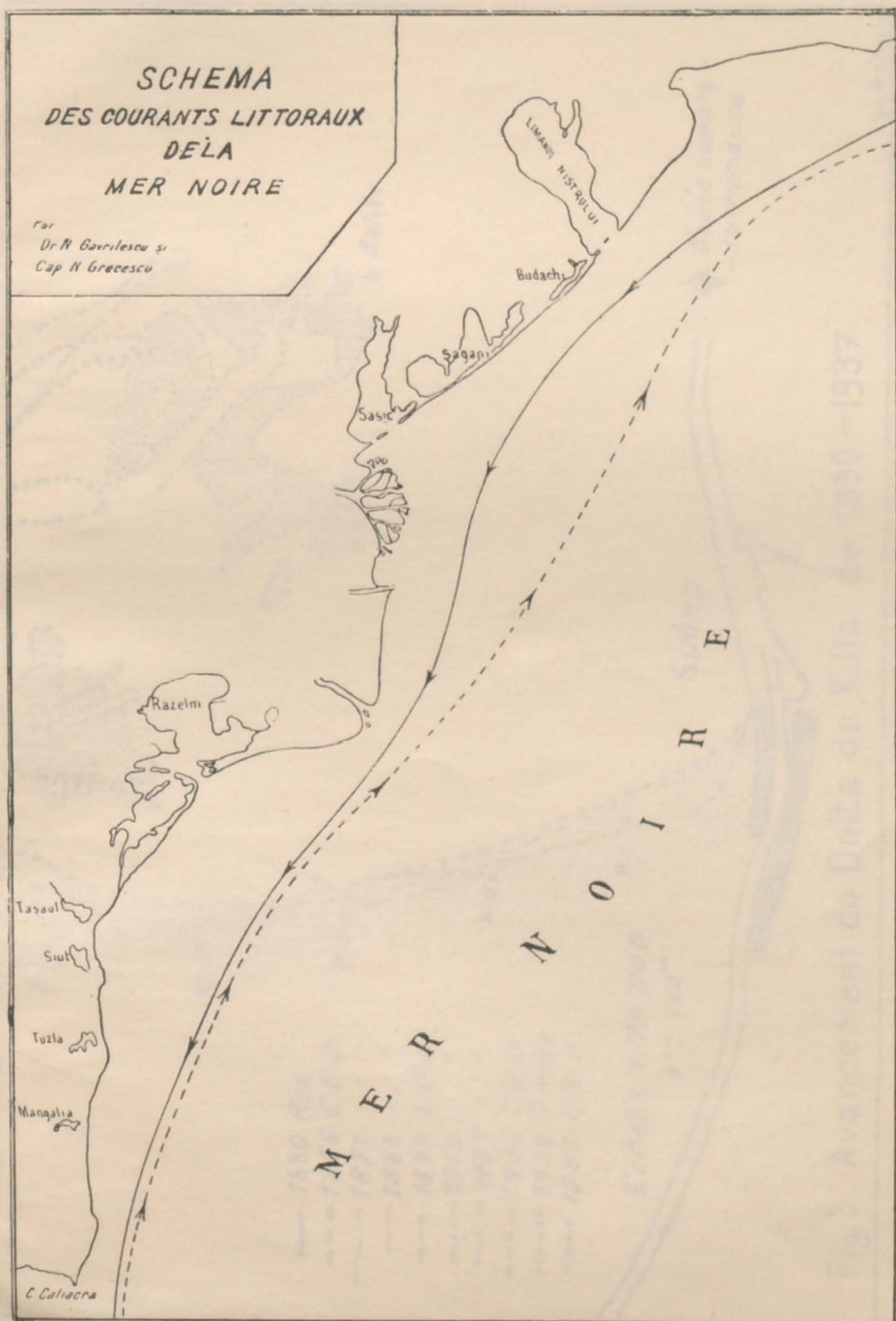




Fig. 3. Avancement du Delta de Kilia de 1830-1937

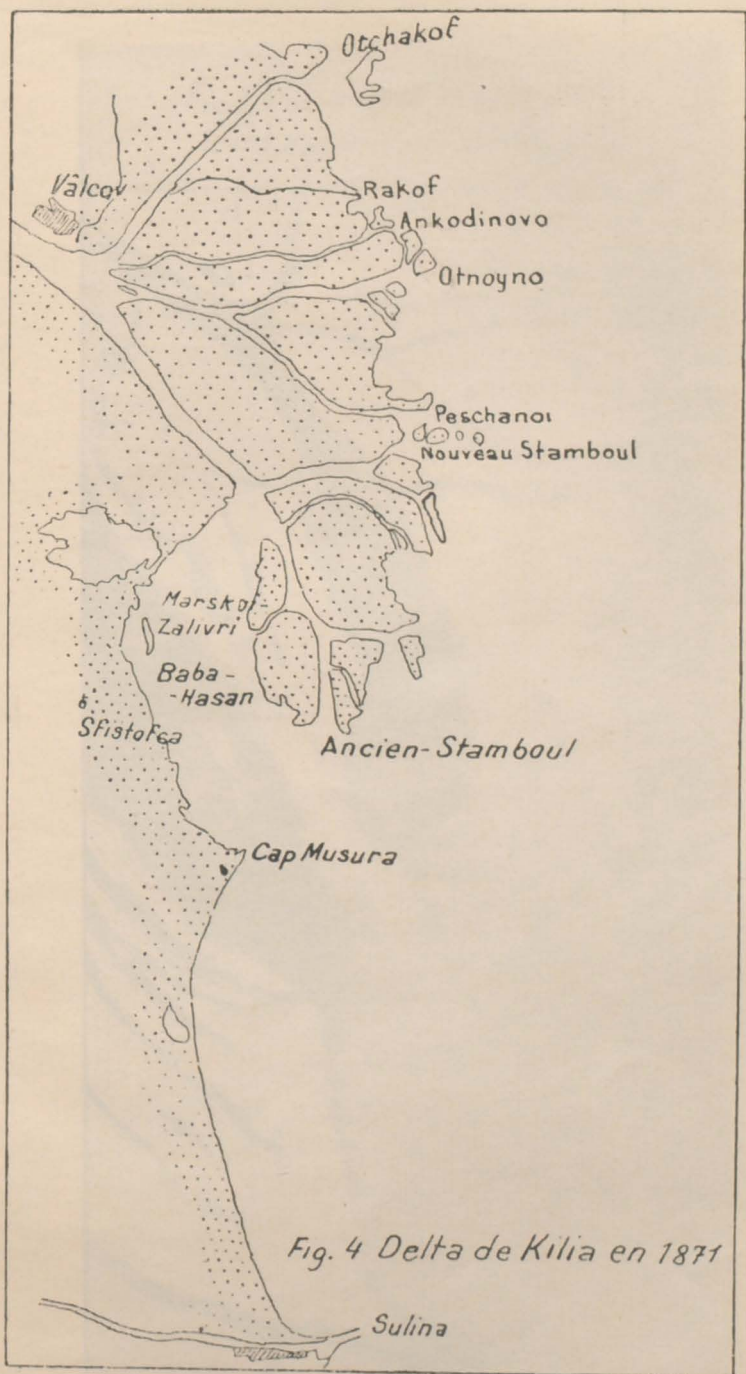


Fig. 4 Delta de Kilia en 1871



VERIFICAT
1987

C. 50-574.