

VIII<sup>e</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE  
PARIS 1900

---

3<sup>e</sup> SECTION

---

LA

**NAVIGATION INTERNATIONALE**  
et ses intérêts

DANS

LES PORTS ET LES CANAUX DU MONDE

ET

LES MOYENS POUR LEUR AMÉLIORATION

PAR

**LINDO W. BATES**

---

PARIS

IMPRIMERIE PAUL DUPONT

4, RUE DU BOULOI, 4

---

1900



II-354092

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000318924

LA

# Navigation Internationale et ses Intérêts

DANS

LES PORTS ET LES CANAUX DU MONDE

ET

Les Moyens pour leur amélioration

---

Par Lindon W. BATES

## INTRODUCTION

Le Congrès, à Paris, des dévoués de la Science de la Navigation se réunit à une époque où tous les pays du monde sont rassemblés pour célébrer le siècle qui s'achève. A l'heure actuelle, il faut étudier ce siècle et mettre en relief les résultats que son travail et ses efforts lui ont fait acquérir, a insi que l'héritage qu'il va laisser à son successeur. Du siècle passé, rien ne sera confié à l'avenir avec plus de promesses que l'histoire de la navigation. Sans contredit, cette question de la mer est une question primordiale, à laquelle les autres *s'allient* ; car il n'est aucune science, aucun art, aucune industrie, aucune invention, aucune disette, aucune surabondance auxquels la navigation n'ait *contribué* ou desquels elle n'ait *tiré profit*.

En effet, ces vaisseaux aux voiles semblables à des ailes blanches ont été, pour les pays les plus éloignés, les messagers et les gardiens, et ont formé le lien indissoluble qui les réunit.

Pour arriver à ce but, il nous faut non seulement l'ardeur de l'ouvrier, le génie de l'inventeur, la richesse des armateurs de navires tels que l'*Oceanic* et le *Deutschland*, non seulement le talent illustre d'un de Lesseps, d'un Eads, les efforts d'un Edison et l'imposante force des navires de guerre ; il nous faut encore l'idée élevée, les facultés de l'homme politique, du législateur, du capitaliste, de l'ingénieur, du producteur et du consommateur ; toutes les dispositions, tous les états apportent leur tribut à la mer et doivent la faire plus grande dans l'histoire.

## II

### Considérations universelles.

Un fait indiscutable, c'est qu'à la fin de ce siècle, partout, en Europe comme en Amérique, il existe une force d'expansion. La colonisation, très lente au commencement du siècle, a pris une nouvelle extension. De l'Afrique du Sud aux Philippines, tous les pays déserts commencent à être occupés, et chacun lutte pour s'approprier les terres encore vacantes. L'invention des machines modernes, exploitée avec l'assistance du capital, a augmenté énormément la production dans l'Ouest, et les dernières tendances sont d'étendre encore les marchés.

Le continent américain a, pendant ce siècle, aidé d'une façon notable à l'écoulement des produits européens. Et le continent européen a, de son côté, augmenté les exportations de l'Amérique. Cette exportation va sans cesse en croissant. En outre, les deux continents se sont réunis pour diriger vers l'Orient un mouvement continu et impétueux ; l'Orient est, en effet, une mine inexploitée qu'ils ont entrepris de conquérir au point de vue commercial et industriel. Nous vivons dans un âge qui établira des époques. Nous sommes témoins d'un mouvement plus important que les Croisades, plus vaste que tout ce qui a été entrepris par un Alexandre ou un César, dépassant les rêves de Napoléon lui-même.

Les nations de l'Ouest, au seuil du xx<sup>e</sup> siècle, ont entrepris une guerre de géants, dans laquelle un continent peuplé est en jeu. Ce qui sortira de cette lutte, de cet effort de Titans et de cette compétition, est au-dessus de tout ce qu'on peut rêver.

En deux mots j'essaierai de le prédire. Parmi tous les pays, l'Amérique marche actuellement en tête quant à son commerce intérieur ; mais le commerce extérieur n'a qu'une histoire de quelques dizaines d'années. Sa carrière est donc à son début. Cependant, sur le canal du Sault-Sainte-Marie, entre les lacs Huron et Supérieur, il se transporte déjà deux fois et demie autant de tonnes qu'il en passe par le canal de Suez. Or, le fret américain est fourni par quelques millions d'habitants seulement qui choisissent cette route parmi d'autres ; tandis qu'il existe 800 millions d'habitants à l'est du canal de Suez. Notre parole est trop faible pour faire saisir tout ce que renferme cette comparaison. Là se trouve la vaste population de l'Orient, avec les possibilités énormes de commerce même, et elles seront limitées par les Mercator de l'Est ; là se trouve cette voie du destin, le canal de Suez, mais ici se trouvent les nations jeunes et aventureuses, semblables à Jason partant à la recherche de la Toison d'Or. Laquelle des nations arrivera à posséder cette Toison d'Or ?

Le maître qui l'a entraîné pourrait seul dire la destinée de chaque Argonaute. Et ici le maître, qui est le siècle qui s'achève, pourra seul dire avec quel appoint partira chaque Argonaute à la conquête du trésor caché.

La nation qui veut parvenir à un avenir glorieux devrait deviner les besoins de cet avenir et se trouver prête à les satisfaire. Si elle ne peut que faire face aux besoins actuels, elle rétrogradera. Les pays dont les canaux intérieurs, les chemins de fer, les gares ne sont pas prêts à prendre du

développement, ne peuvent eux-mêmes prendre de l'extension ; car ici le principe biblique peut être appliqué :

A celui qui a, il sera donné.

L'expansion augmente par la force des choses, elle ne saurait revenir sur ses pas ; elle a lieu non seulement dans les pays isolés, mais elle est suprématie internationale !

C'est donc un mouvement qui passe par-dessus les mers.

Dans cette lutte de navigation, celui qui est le mieux armé sera celui qui vaincra le plus facilement l'espace et le temps. On sait que les derniers navires allemands pour le commerce de la Chine ont plus de 600 pieds de longueur et que des navires d'une plus grande capacité sont en construction aux États-Unis ; on sait qu'une flotte croissante porte aujourd'hui le drapeau du Japon au soleil de feu qui vient de s'éveiller. Nous voyons par là que ces peuples estiment que la victoire appartiendra au plus fort et au plus rapide. En présence de la force éclatante de ce principe, que répondre, quand on nous dit que de Gibraltar à l'Australie il n'existe aucun dépôt de charbon agencé suivant la science moderne ! Les navires devront progresser en vitesse, en grandeur et réaliser des économies par mille parcouru et par tonne transportée.

Quand la limite de vitesse compatible avec les moyens dont nous disposons sera atteinte, alors l'intelligence humaine devra créer de nouvelles forces pour augmenter les résultats obtenus. Déjà l'invention de M. Parsons fait prévoir une révolution possible dans le mécanisme intérieur des paquebots.

Le développement du moteur à gaz et du moteur à vapeur et gaz (soufre dioxyde) promet, lui aussi, par l'adaptation de ces systèmes, de doubler la force produite par livre de charbon. Dans cette lutte pour le progrès, les navires ne pourront que se perfectionner.

Ils devront être bien conduits et augmenter de plus en plus en nombre. Les transports par terre et par mer doivent se concentrer de plus en plus, en raison de leurs intérêts communs et être exploités par les mêmes capitalistes. Aujourd'hui il ne peut plus être question d'un seul navire, mais au contraire de toute une flotte, et dans l'économie des transports, le premier principe est que chaque minute employée devra avoir son équivalent en bénéfice, et que les facilités des ports têtes de ligne et de tout ce qui constitue un avantage matériel devront être telles que les hélices ne cessent jamais de travailler.

Il est indiscutable que chacun, petit ou grand, faible ou fort, devra apporter son effort à un mouvement universel et contribuer, pour sa part, à ce but suprême.

### III

#### Point de vue national.

D'une manière générale, tout ce qui concerne les intérêts d'un grand nombre de citoyens est une affaire nationale.

La navigation constitue une affaire nationale au plus haut degré. Des lois régissent toutes ses phases et toutes ses fonctions, et les relations

internationales qu'elle comporte sont régies par des conventions auxquelles tous les pays doivent adhérer. En étudiant l'intérêt national dans la navigation, on est surpris que certains pays aient manqué à leurs devoirs envers les questions maritimes, et l'on constate que cette industrie négligée et abandonnée aux autres est devenue un facteur contre le pays qui l'a délaissée dans la lutte pour la suprématie commerciale des mers. Qu'est-ce qui fait que l'Angleterre a acquis une puissance universellement reconnue ? C'est qu'elle possède le commerce des transports du monde. Lorsque le total est calculé des intérêts, des dividendes, des assurances, des primes, des bénéfices des banques et des négociants, on voit qu'il y a une somme très considérable à exporter. Il est du devoir de chaque nation de réserver à ses nationaux le monopole de son commerce intérieur et du cabotage. En deuxième lieu, son devoir est de transporter sur ses propres navires la moitié de ses exportations et de ses importations. En troisième lieu, son but devrait être d'obtenir sa juste part des transports concernant les pays qui ne peuvent pas devenir maritimes. Un monopole partiel de navigation entraîne des conditions de commerce et de change favorables à celui qui le possède, mais défavorables au destinataire.

La « porte ouverte » est sans doute le meilleur système à exiger de la Chine pour le commerce maritime, mais la Chine elle-même ferait mieux d'imiter la politique maritime du Japon. L'équilibre des États, la stabilité commerciale et la paix maritime sont attachés à ces principes de navigation. On comprend si bien aujourd'hui l'avantage de la domination sur les mers que toutes les nations progressistes font leurs efforts à posséder une partie de cette domination. Les efforts faits pour étendre les marchés et le commerce ont conduit à la multiplication des traités contenant la clause de la nation la plus favorisée et à des primes de sortie spéciales à la place de l'ancien système de perception de taxes. Le même résultat pourrait être obtenu, d'après l'auteur, avec l'avantage en outre de créer une marine marchande, par un autre système dont nous ne pouvons ici que donner le cadre. Si chaque nation entreprenait une assurance libre sur chaque navire affecté au commerce avec l'étranger, construit dans le pays, monté par un équipage de nationaux et appartenant également, ainsi que la cargaison, à des nationaux, ce système amènerait inévitablement l'emploi par préférence de ses propres navires, et les bénéfices correspondants seraient récoltés non seulement par les armateurs et les spéculateurs, mais aussi par les producteurs. Le caractère d'assurance pourrait être sauvegardé en limitant les paiements à un total dûment spécifié, à des navires spécialement désignés, etc.

Aux États-Unis il existe aujourd'hui une inspection par le Gouvernement de tous les navires. Le travail additionnel consistant à classer les navires et les cargaisons pour les opérations d'assurance ne serait donc pas considérable.

La question de la puissance navale est trop vaste pour être traitée ici. L'avenir du cuirassé semble à l'auteur moins facile à prédire que celui du navire marchand. Son sort repose plutôt dans les mains de l'inventeur. Un nouveau canon avec un obus d'une vitesse initiale de 4,000 à 5,000 pieds

par seconde reléguerait tous les navires de guerre construits aujourd'hui au musée d'antiquités à côté du *Cairn des Vikings*.

#### IV

##### Questions techniques.

Nous avons fait remarquer, dans les pages précédentes, les qualités universelles, le caractère mondial des derniers développements qui se sont produits dans la navigation, ainsi que les avantages commerciaux que chaque nation en a retirés. Il est hors de doute que c'est au progrès de la science technique qu'elle doit ce bienfait. Ainsi prenons le navire en lui-même, sa puissance, sa vitesse, les services qu'il rend, c'est à l'homme technique qu'il en est redevable, et même au technicien très spécialisé. Mais pour la matière que nous traitons, et bien que cela semble paradoxal, l'homme technique qui s'est renfermé dans une spécialité est peut être celui qui est le moins à même de résoudre ses propres problèmes. L'homme réellement en état de bien connaître et de bien résoudre les problèmes qui lui sont soumis doit avoir des connaissances assez étendues, assez universelles pour être maître de l'étude qui lui est confiée, non seulement dans les limites étroites de sa spécialité, mais encore dans les relations les plus larges, les plus étendues qui dérivent de la nature même des questions. L'électricien qui ne connaît que l'électricité n'est pas suffisamment armé et il ne pourra jamais devenir un grand électricien. L'ingénieur qui n'est pas en état de trouver les moyens de satisfaire aux conditions imposées par un besoin récemment reconnu ne sera jamais qu'un ingénieur médiocre et borné.

Inversement, l'inventeur qui n'est pas en même temps ingénieur ne peut pas donner satisfaction à toutes les exigences, à toutes les conséquences qu'entraîne l'application de ses inventions. L'architecte naval trouve la voie de ses créations bloquée par des sables, de l'argile, des récifs et des rochers. Il ne peut donner à son navire que les dimensions permises par les limites assignées à la navigation qu'il a en vue. Veut-il devenir le meilleur ami de son vaisseau ? Il n'a qu'à travailler pour lui permettre de vaincre ces inconvénients et d'élargir ces limites. La transformation des différents types maritimes commerciaux notamment a atteint un tel point que tous les besoins qui dérivent du service intérieur, des côtes, ainsi que des voyages transocéaniques, sont subordonnés à leurs propres formes. Voyez le système des chalands à pétrole sur le Volga ; la flotte américaine qui transporte le minerai sur les lacs de l'Amérique ; les embarcations qui amènent le caoutchouc du Congo, ainsi que les navires que ces chasseurs chinois, travailleurs à peine humains, remorquent sur les rapides des gorges du Yan-Tse ! Maintenant, le poisson même est pêché en immenses quantités par des flottes d'énormes bateaux à vapeur qui, depuis une dizaine d'années, ont supplanté les vieux systèmes de barques. Il existe des endroits en nombre considérable où les transports par eau pourront atteindre et être perfectionnés lorsque la science technique sera parvenue à mieux adapter le matériel aux conditions auxquelles il aura à faire face. D'un autre côté, les grandes industries ont une tendance prononcée vers

la *standardization* non pas restreinte à l'expédition du blé et de l'huile ou encore des troupeaux, mais de nature à servir de type spécial au commerce commun. Nulle part cette tendance n'est plus marquée que sur les grands lacs de l'Amérique. Lorsqu'on considère que dans le siècle qui s'achève presque chaque pas en avant a été le résultat d'une invention, et qu'aujourd'hui, dans toutes les spécialités, les hommes soucieux du progrès doivent être attentifs à saisir les occasions qui se présentent, et empressés à ne pas se laisser supplanter dans leurs procédés, lorsque dans le calcul concernant chaque entreprise entre comme facteur un individu, — l'inventeur, — un individu incalculable, exposé à chaque instant à devenir l'arbitre de l'avenir de cette entreprise, — en un mot lorsqu'on envisage la place qu'a prise l'inventeur en regard de la civilisation moderne, on ne comprend pas pourquoi l'invention n'est pas systématiquement perfectionnée, au lieu d'être abandonnée dans ses applications, isolée et sans esprit de suite ! Il existe actuellement des millions de directions dans lesquelles le monde peut s'engager maintenant avec préméditation, sans rien laisser au hasard.

En étudiant le navire, il faut examiner le canal qu'il doit traverser ; les différents ports qu'il quitte et ceux où il doit se rendre. En ce qui touche les cours d'eau, les traversées, on est frappé de voir comment les autorités locales sont quelquefois inhabiles à mettre en œuvre les éléments qu'elles possèdent et qui leur permettraient d'en tirer un heureux parti. Le commencement de l'amélioration consisterait à perfectionner de la manière la plus complète tout ce que la nature a mis entre les mains de l'homme. Un excellent éclairage, un meilleur système de balisage, des chenaux mieux appropriés à la navigation, voilà des résultats qui devraient être obtenus de prime abord et en même temps une hydrographie plus complète et plus exacte.

Les jours du pilotage par intuition sont passés, et les gens chargés de veiller sur la vie des passagers et sur les valeurs auront besoin de posséder des connaissances de plus en plus exactes et étendues. On ne saurait trop louer le système, appliqué par le gouvernement russe, qui consiste à développer l'instruction des pilotes qui naviguent sur le Volga, ainsi que le soin qu'il prend de noter et publier tous les jours les variations qui se produisent dans les sables qui barrent la rivière. De même les navigateurs n'ont plus à craindre les caprices de la rivière indienne Hougli. Nous ne voulons pas laisser passer cette occasion de payer un juste tribut de reconnaissance aux glorieux et romanesques souvenirs de ceux qui sont pour la plus grande partie inconnus et n'ont jamais reçu de récompense pour leurs travaux sur les voies navigables du monde qu'ils ont étudiées et dont ils ont dressé les cartes.

Ce que ces maîtres mal outillés ont fait, en se servant de bateaux souvent dépourvus de vivres sur un littoral dangereux et hostile, tantôt souffrants du froid arctique, tantôt de la chaleur des tropiques, rehausse notre respect pour le courage et pour la pensée humaine.

Les travaux d'un La Pérouse, d'un Cook, d'un Flinders, d'un Mercator et d'un Maury montrent en eux les mêmes qualités qui ont immortalisé un



Cabot, un Magellan et un Christophe Colomb. Nous, les derniers travailleurs, nous recueillons, comme fruits de tous leurs merveilleux efforts, ces magnifiques cartes que les Amirautés de toutes les nations maritimes vendent à un prix minime.

En considérant les perfectionnements apportés dans le choix et la poursuite des routes maritimes, ainsi que les facilités parfaites que l'on a apportées pour les voyages aux lieux de destination les plus éloignés, on se demande si, pour un Congrès comme celui-ci, il n'y aurait pas lieu de déterminer jusqu'à quel point les gouvernements devraient exécuter eux-mêmes et contrôler les travaux publics; et dans quelle étendue ils devraient en laisser l'exécution aux capitaux privés. Dans beaucoup de pays anciens, on tient vivement à ce que l'autorité centrale entreprenne elle-même toutes les améliorations qui intéressent la nation, et qu'elle en surveille l'exécution.

Jusqu'ici, en Amérique, une politique double a semblé prévaloir. Dans le dernier quart du siècle, ce pays a consacré des sommes énormes au développement de ses ports et de ses routes maritimes. Le gouvernement a été, naturellement, l'agent central de tous ces travaux. Depuis 1875, il a été consacré à ce but plus de quatre cents millions de dollars. En ce moment, on a en vue une dépense de cent cinquante millions pour la construction d'un canal « Isthmique »; cette dépense de quatre cents millions de dollars a, pendant la période que nous indiquons, exercé directement une influence immense sur la prospérité industrielle et commerciale de la population. Mais, au point de vue indirect, l'emploi d'une pareille somme d'argent a donné naissance à la mise en œuvre de capitaux privés représentant un total bien plus considérable que celui dépensé directement par le gouvernement. Des projets particuliers, d'autres émanant de Sociétés anonymes, ont été formés pour la construction de docks, de matériel pour faciliter la manutention du fret et de gares de marchandises avec une superficie énorme de voies extérieures, pour l'extension apportée aux réseaux des chemins de fer, et par suite pour la création de nouvelles villes. En transformant de petits pays et le développement des campagnes, tous les placements d'argent et les dépenses qu'ont entraînés les formations de toutes les compagnies qui les ont mis en œuvre, dépassent énormément, au total, les sommes lancées dans la circulation par l'initiative de Gouvernement, et qui ont servi de stimulant.

Une autre question importante est de savoir jusqu'à quel point une nation doit faire exécuter des travaux qui ne font pas de bénéfices financiers directs, mais qui sont un si fort élément de la grandeur nationale.

On peut citer comme des exemples de tels travaux le barrage d'Assouan, le Sault Sainte-Marie et les canaux de Manchester.

De la même catégorie seront peut-être les améliorations grâce auxquelles la Russie pourrait amener les grands navires aux têtes de lignes de tous les chemins de fer aboutissant à la mer Noire, au lieu de confier son commerce national au cabotage, avec les frais qu'entraîne le transbordement sur des navires mouillés loin de la côte.

Dans tous les projets, la tendance est au progrès, mais ce progrès dépend de la perfection de la technique. Voilà pourquoi les congrès se réunissent et pourquoi nous venons consulter ce Congrès spécial de la Navigation. Il nous faudrait constater si des dispositions déjà vieilles mais précieuses et éprouvées, si les vieux types et les vieilles méthodes répondent toujours aux besoins développés ?

Il nous faudrait décider aussi les cas où les vieilles formes doivent être laissées de côté, comme insuffisantes pour les besoins nouveaux.

Il faudrait alors conférer sur les nouveaux projets et les nouvelles conditions à remplir et chacun devrait expliquer ce qu'il cherche à faire aboutir. Nous devrions réciproquement nous donner l'inspiration, nous prêter le concours et l'encouragement mutuels qui feront sortir de chacun de nous les efforts les meilleurs.

Nous admirons le passé et le grand siècle que Paris couronne aujourd'hui par son Exposition, mais si les disparus ont fini leurs travaux, il appartient à nous, les vivants, de les continuer et de les augmenter. Suivant que nous allons vers la délaite ou vers la victoire, le siècle prochain sera illustre ou médiocre. Le Destin de notre siècle est dans nos mains et le sommet de sa gloire sera atteint dans notre génération par nos propres œuvres. Le but le plus élevé d'un congrès de navigation doit être d'examiner les efforts consciencieux des travailleurs, afin de nous entr'aider et de conduire nos espérances jusqu'à leur réalisation. Voilà la mission la plus digne qu'il puisse remplir !

Avec ce but en vue, l'auteur, laissant de côté les considérations générales, va essayer de rendre compte de ce qu'il a essayé de faire dans les limites de ses forces pour remplir les conditions et satisfaire aux besoins qu'il vient de rappeler.

### **Dragues hydrauliques.**

Au dernier Congrès de Navigation, tenu à Bruxelles, l'auteur de ces lignes a présenté une étude sur les dragues hydrauliques de grande puissance et leur emploi à l'exécution des travaux publics.

Ce rapport, accompagné de plans, donnait les détails de leur mécanisme, retraçait l'origine et l'histoire des diverses évolutions de ces puissantes machines, jusqu'aux exemples les plus récents et les plus avancés.

A l'explication théorique des principes de leur construction et de leur fonctionnement était jointe une statistique du travail fourni par elles dans la pratique; et cette double démonstration mettait en lumière les résultats de haute importance à obtenir au moyen de ce système, non seulement au point de vue technique, par la nature et la quantité du travail fourni, mais aussi au point de vue financier; le système dont il s'agit ici laissant loin derrière lui toute autre méthode de travail en rendement technique et en économie d'argent.

Quant à la matière dans laquelle ces machines de construction nouvelle peuvent travailler, il a été prouvé, par les services qu'elles ont rendus en de

nombreux endroits sur les côtes de l'océan Pacifique, de l'Atlantique et dans les ports lacustres et maritimes des États-Unis, que leur action n'est pas limitée aux sables et aux matières similaires, mais qu'elles fonctionnent admirablement dans les couches argileuses, et le même fait a été indiscutablement établi par les travaux d'essai exécutés à Saint-Pétersbourg.

Ces dragues de grande puissance se sont révélées comme étant un moyen d'action appréciable, dont la sphère d'emploi utile est très vaste. Elles comblent une lacune qui existait dans l'outillage des travaux dont il s'agit ici. On reconnaîtra l'exactitude de cette thèse en se rendant compte de ce fait : que la méthode hydraulique pourra en toute probabilité s'appliquer à quatre-vingt pour cent de la matière à remuer pour l'amélioration des voies navigables et des ports maritimes du monde, le rehaussement de terrains inondés ou se trouvant au-dessous du niveau de la marée, et pour remblayer des terrains que certaines villes seront obligées de conquérir sur les eaux dont elles sont bordées.

Divisées et construites avec les soins nécessaires, les dragues hydrauliques fonctionneront bien dans les couches de toute nature, à l'exception seulement de l'argile endurcie au point de devenir pierreuse, « hardpan » (dépôt siliceux), et des substances réfractaires de nature analogue.

Depuis le dernier compte rendu à ce sujet, une grande drague du type devisé par l'auteur, et dont la construction se poursuivait alors, a été achevée, essayée et livrée. Il est agréable de pouvoir constater que cet outillage a réalisé pleinement, quant à son fonctionnement et au travail fourni, les prévisions de l'auteur. Le Gouvernement russe ayant généreusement encouragé la bonne exécution par l'offre d'une prime pour un excès de rendement au-dessus du chiffre contractuel, prime qui s'élevait à 200 roubles par mètre cube, a payé le montant intégral stipulé : cent trente-deux mille cinq cents roubles (132,500 r.).

Un résumé des essais sera trouvé dans une autre partie de cette étude.

Un travail d'essai a eu lieu dans les couches d'argile de l'embouchure de la Néva. Lorsque le Ministre de l'empire russe, présent à l'expérience, Son Excellence le prince Hilkoff, demanda un échantillon de la matière travaillée, l'opération de se procurer cet échantillon fut accomplie sous la direction de l'auteur. Tout d'abord la pompe principale fut arrêtée à la fin de l'essai et ensuite l'on fit jouer plusieurs fois les « coupeurs » ou désagrégateurs (trépan). En arrivant à la surface, ils contenaient des tonnes d'argile d'une ténacité de cohésion telle qu'un travail de plusieurs heures fut nécessaire pour la sortir à l'aide de pics et de pinces.

Cette expérience a démontré en même temps que si le fonctionnement des pompes et des « coupeurs » (trépan) est dirigé avec l'adresse nécessaire, les coupeurs et les tuyaux ne courent aucun danger d'être obstrués pendant le travail du dragage.

Depuis la mise en chantier de la *Volskaia*, l'auteur s'est engagé à fournir des dragues complètes pour des endroits où les conditions locales présentaient de telles particularités que le devis en a dû être changé, et ces modifications présentent un intérêt particulier, notamment dans la construction

de machines destinées aux Indes, à l'Australie, la Tasmanie et la Chine. Quelques-uns de ces types de dragues se trouvent parmi les dessins ajoutés à cette étude.

Par l'emploi de dragues de grande puissance, presque tous les projets techniques se présentent sous un aspect nouveau, ou du moins leur exécution y trouve des éléments de modification, et l'auteur a été appelé à dresser des projets complémentaires en vue de l'application du mécanisme puissant actuellement disponible.

L'auteur fait mention plus bas de quelques-uns de ces projets techniques, en raison de leur caractère spécial et des exemples qu'ils fournissent d'améliorations apportées par les dragues en question, améliorations que l'auteur a la conviction d'être réelles.

La manière de procéder a nécessairement été déterminée par les conditions locales, partout où il s'agissait du choix à faire entre des travaux pour diriger des courants, des travaux de protection, ou des mesures de délinéation.

Il y a encore une autre question très importante qui s'impose ici, celle de la préférence à accorder, soit aux travaux de règlement, soit à ceux de draguage.

L'auteur ne se laisse aller à aucun parti pris, ni dans un sens ni dans l'autre.

En somme, le devoir de l'ingénieur est de procurer le plus grand effet utile dans l'intérêt de la navigation avec la moindre dépense d'argent possible.

Quelquefois le but pourra être atteint par le draguage seul, comme à l'entrée de New York Harbour. En général, la meilleure méthode, celle qui s'impose pour les travaux permanents, sera une combinaison des deux moyens indiqués.

## B

### Embouchure du Volga.

RÉSUMÉ D'UN RAPPORT PRÉSENTÉ AU GOUVERNEMENT RUSSE (1897).

A travers un delta inextricable, situé à la rencontre des eaux de la grande mer intérieure sans marée, le magnifique fleuve du Volga et ses nombreux affluents se frayent leur passage. On peut dire que ce fleuve dessert tout l'empire russe.

Pendant l'année dernière, un transport de 500,000,000 de pouds d'huile minérale seulement a traversé cette mer de sable, sans parler des autres produits et marchandises.

Ce mouvement commercial n'est plus à créer; depuis longtemps il existe et augmente sans cesse, mais il rencontre de sérieux obstacles. Si on parvenait à supprimer l'entrave qu'apportent aux transports les difficultés du delta, une grande impulsion serait donnée, non seulement au commerce d'Astrakan, mais aussi au commerce de la Russie tout entière.

C'est un principe en économie politique que le bénéfice du producteur est en raison de la rapidité et de la facilité du transport des marchandises; l'acheteur y trouve aussi son avantage en rendant son argent plus produc-

tif. On devrait donc faciliter l'entrée à Astrakan des navires ayant un tirant d'eau de 10, 12, 14 pieds, et plus tard de 16, 18 et 20 pieds.

Dans un avenir prochain on devrait permettre aux grandes lignes de chemins de fer de correspondre directement en un point du delta, avec les navires du plus fort tonnage.

La courbe des profondeurs de vingt pieds se trouve à une distance de vingt-trois milles de l'embouchure de la Kamysiak, branche du Volga : c'est ce bras que les derniers projets considèrent comme le plus propice à l'amélioration.

En étudiant les remèdes à apporter à cette situation, nous devons compter d'abord avec l'état normal des choses, c'est à-dire avec une mer sans flux ni reflux et avec un fleuve qui poursuit placidement sa route au milieu des sinuosités de son parcours.

Mais il faut considérer aussi :

- 1° Les inondations annuelles ;
- 2° La débâcle causée par les glaces de l'hiver ;
- 3° Les courants littoraux ;
- 4° Le mouvement des vagues ;
- 5° Le flux et le reflux de très grandes quantités d'eau sur le côté nord de la mer Caspienne, résultant de l'action des vents du sud et du nord.

Lorsque les eaux très chargées des fleuves atteignent la mer, elles déposent le sable et la vase qu'elles ont charriés tout le long de leur parcours et en tous les points où les rivières se rencontrent, on voit se former de véritables barres. La situation qui nous occupe n'est pas comparable à celle de l'embouchure du Mississipi ou de la passe de Sulina du Danube, où sont construites des jetées courtes sur un sous-sol relativement raide. Ici, nous nous trouvons en présence de fonds en pente très faible.

Si des jetées étaient construites jusqu'à la courbe de vingt pieds, elles atteindraient une longueur de vingt-trois milles. En admettant que des jetées de cette longueur puissent atteindre leur but sans draguages, ce qui est très douteux, leur prix serait inabordable.

Ce que nous devons chercher, c'est un projet qui servira au mieux les intérêts de la navigation, c'est-à-dire une entrée très profonde en rivière, en même temps qu'une tête de ligne de chemin de fer, le tout en un point où pourra vivre la population de 10,000 à 15,000 âmes, qui est actuellement occupée à opérer les transports et vit dans une véritable ville flottante à 40 milles en mer.

On devra aussi prendre des mesures pour empêcher que le fleuve ne dépose à nouveau dans le chenal les sables qu'il charrie.

Il faudra construire des dragues capables de lutter contre ce flux d'alluvion amené aussi par les courants de l'air et de la mer.

Un dessin de l'auteur accompagne cette note; en voici les éléments essentiels :

- 1° Des jetées courbes portant la branche Kamysiak à l'ouest ;
- 2° Emplacement d'une ville sur l'île la plus éloignée à l'est de la jetée la plus lointaine ;
- 3° Un port avec garage et autres aménagements nécessaires ;

4° Un chenal dragué de la largeur et de la profondeur établies, qui pourra être continué plus loin jusqu'à une limite de vingt pieds de profondeur, protégé s'il est nécessaire par des ouvrages ;

5° Une écluse entre l'eau du port et celle plus profonde de la fosse correspondant à la concavité de la jetée la plus éloignée ;

6° Un nombre de dragues puissantes travaillant en morte eau comme en vive eau.

La branche Kamysiak maintiendra tout le long de la jetée concave un chenal profond, et créera une nouvelle barre à plusieurs verstes à l'ouest de la ligne du chenal existant, ce qui peut être fait sans inconvénient.

L'auteur sait bien que le système des jetées courbes ou réactionnaire proposé dans ce mémoire n'a pas encore été employé ; à peine pourrait-on lui comparer ce qui a été fait à Saint-Pétersbourg.

Le canal principal de Saint-Pétersbourg traverse le golfe de Finlande et se jette dans la Néva à un point où l'eau est profonde, loin de la barre extérieure.

Bien que la Néva transporte une quantité de sable moindre que le Volga, il existe quand même une barre permanente à son embouchure, qui est évitée par le canal de Saint-Pétersbourg. Ce canal ne nécessite pas l'établissement d'une écluse de communication avec la Néva, parce que la Néva ne charrie pas de grandes quantités de sable. Si le cas était le même pour le Volga, cet exemple serait déjà concluant.

Le sable retiré du lit du fleuve et du port servira à exhausser le sol, qui deviendra l'emplacement de la ville de Kamysiak. Le sol de l'île devra être au-dessus du niveau de la haute mer. Là devront être tracés les emplacements qui seront occupés par la population, actuellement établie pour ainsi dire en pleine mer. On pourra également dresser les plans de l'installation d'une tête de ligne de chemin de fer.

L'écluse est un moyen de racheter, sans obstruction pour le commerce, la différence de niveau entre l'eau profonde du port et l'eau de la rivière, tout en empêchant les eaux de la rivière de barrer le port et le chenal. Les glaçons et les banquises seront repoussés loin, à l'ouest du chenal, par une prolongation de la jetée courbe.

Toutes les dragues pourront être utilisées en amont de l'emplacement de la ville, pour barrer les issues latérales et pour améliorer plusieurs barres et sinuosités de la rivière entre Kamysiak et Astrakan. Les dragues pourront être employées, le cas échéant, pour élever le niveau des berges afin de concentrer les eaux du Kamysiak. Pendant le creusement du chenal principal, les déblais pourraient être également disposés sur l'une ou l'autre des deux berges, parallèlement à elles et derrière des pieux enfoncés en terre pour les soutenir.

---

## LE FLEUVE HOUGLI

### Projet tendant à l'approfondissement du port de Calcutta.

*Extrait du rapport présenté aux Commissaires du port de Calcutta,  
aux Indes (1899).*

Depuis l'établissement des Anglais en ces parages, la navigation du fleuve Hougli a été difficile et périlleuse. L'état de ce fleuve a été étudié par les ingénieurs de tous les pays, en vue de faire que les progrès de la navigation soient en rapport avec l'importance toujours croissante de l'Empire des Indes ; tous les systèmes ont été examinés par eux, et, dans le dernier demi-siècle, plusieurs projets ont été mis en avant pour améliorer cet état de choses.

### Conditions physiques du terrain.

Physiquement le Hougli fait partie d'une des embouchures du Delta du Gange.

Il constitue un estuaire exposé aux débordements du Gange et des sources de ses trois affluents principaux : le Damudar, le Rupnarain et le Haldia.

Les débordements du Gange à l'époque de son inondation annuelle sont quelquefois énormes et toujours chargés de boue.

Tous les affluents sont exposés à l'influence des marées.

Les rivières du Damudar et du Haldia sont toutes deux des rivières atteintes par les marées

Le Rupnarain présente, un peu au delà de son embouchure, l'aspect d'un bassin à la forme d'une grande bouteille.

Cette rivière, avec son bassin singulier, et la rivière du Damudar et la double baie du Fulta Point, sont ensemble la cause des principaux phénomènes des courants et des barres dans le Hougli, qui se rencontrent de Fisherman's Reach jusqu'à Hougli Point.

La navigation difficile de la rivière se trouve entre Fishermans' Reach et Hougli Point, et constitue le principal problème à résoudre.

En d'autres endroits, à l'exception des confluent du Moyapur et du Royapur ; à l'amont, un lit profond s'étend magnifiquement d'un golfe à l'autre.

Le bassin Rupnarain agit sur la marée montante comme une énorme pompe aspirante et tire son axe irrésistiblement vers le banc Mornington en face de Hougli Point. Le flux a creusé à cet endroit le seul lit profond de haute marée (entre les bancs de sable Muckraputty et Mornington) qui se trouve dans tout le parcours de la rivière. A partir de ce point, le goulet de l'ouest, les eaux poursuivent leur chemin vers la baie Ninan, et, à l'aide de la succion Damudar, courent encore vers le banc de l'ouest en créant un chenal étroit et variable à travers les sables de Fulta. Après l'épanchement des eaux à l'embouchure du Damudar, celles-ci reprennent

Mais comme la rivière elle-même constitue, pour ainsi dire, un canal ou passage déjà construit et demandant seulement à être régularisé en quelques endroits afin de devenir d'une utilité commerciale supérieure à tout autre passage possible, l'auteur borne ses observations au Hougli et ses affluents, et cette analyse a rapport en conséquence au groupe A seulement.

Les divers projets réunis dans le groupe A pourront être rangés en cinq classes.

1. Ceux qui demandent le raclage, le grattage ou l'agitation mécanique dans l'espoir que la marée emportera les matières soulevées.

2. Ceux qui se bornent au draguage seulement à travers les barres de la rivière à partir de l'île Saugor à Moyapur.

3. Ceux qui se proposent de varier le cours des affluents du Hougli.

4. Ceux qui conseillent la construction de digues submergées, jetées, ou murs, et qui s'appuient sur le curage naturel résultant de telles constructions pour approfondir les lits.

5. Le projet qui recommande un système de bancs ou bords, ou murs, véritables guides du cours d'eau, et la démolition de Fulra Point afin d'amener le fleuve à une grandeur normale et à un alignement conforme aux prévisions basées sur les principes hydrauliques modernes pour le règlement des voies d'eau, et également afin de régulariser la propagation des marées et la décharge des eaux douces.

## CLASSE I.

### Action mécanique.

Dans la première classe ont été tentés des efforts intéressants, mais jusqu'ici sans résultats.

Ces mesures n'aboutissent pas pour la seule raison que des barres naturelles existent entre les deux « champs » érosifs (pour nous servir d'une comparaison électrique) et le courant ne peut rarement transporter les matières soulevées jusqu'aux « champs » avoisinants ; il dépose alors son fardeau récalcitrant à proximité de la machine.

L'action mécanique ne réussira que lorsqu'un système perfectionné pourra agir efficacement et traverser la distance située entre les contours choisis en même temps.

Cette agitation devra être considérable afin d'empêcher la chute du résidu avant son arrivée au delà du barrage.

## CLASSE II.

### Draguage dans l'embouchure du Hougli.

Diverses personnes ont proposé le draguage, et l'auteur affirme comme certain que pour assurer et pour maintenir de plus grandes profondeurs du Port Diamond à la mer, on devra et on pourra compter sur cette opération, à



la condition d'employer des appareils spéciaux. Les dragues devront creuser en suivant un axe établi après examen approfondi, et qui se trouvera modifié par les transformations que causent les inondations et les dépôts d'alluvion.

### **Draguage sur le Moyapur et sur le Royapur.**

La possibilité de conduire des opérations sur le Moyapur et sur le Royapur est reconnue et assurée.

Des tranchées de draguage dans ces endroits auront quelque valeur et quelque durée, mais cette durée, aux époques ordinaires de flux et de reflux, ne pourra être déterminée que par l'expérience.

Les crues modifieront le régime ordinaire des marées et, portant d'énormes quantités de sable, reconstruiront les barres en totalité ou en partie.

En draguant chaque année après les inondations annuelles ce système d'amélioration peut devenir précieux, mais n'atteindra sa perfection que lorsque la rivière aura acquis ses dimensions véritables.

On pourra faire un essai sur le Moyapur par la petite drague récemment construite pour les Kiddepore Docks d'après le système de l'auteur.

Elle peut être employée de la manière suivante, en tous temps, excepté à la marée haute, quand les profondeurs sont excessives.

A. Elle peut travailler diamétralement en faisant chaque tranchée d'une largeur de 200 pieds au plus en suivant la barre, ou en traversant son axe et en déchargeant les détritits des deux côtés.

B. En se servant des lignes de côté, de tribord et de bâbord, elle peut pratiquer de nombreuses tranchées de grande longueur et larges de cinq pieds (largeur du coupeur) en jetant les matières au large à 400 pieds de distance.

Elle pourra décharger de chaque côté et permettra au courant d'entraîner les matières dans les mares avoisinantes.

Dans ces opérations il est possible d'enlever de 300 à 1,000 yards cubes par heure à la marée basse.

Mais afin de rendre les résultats du draguage permanents il est indispensable que le fleuve arrive à la largeur et à l'alignement nécessaires, à l'aide des digues ou jetées de direction comme il est expliqué ci-après.

### **Opérations de draguage sur la barre James-and-Mary.**

Les opérations de draguage sur les barres Ninan et James-and-Mary offrent de sérieuses difficultés pour la navigation.

Les autorités ne permettraient les opérations que pendant deux ou trois heures par jour. Pendant ces heures les travaux offriraient quelque danger et le travail qui pourrait être accompli serait assujéti à des interruptions journalières ou à toute heure. Cette drague de Kiddepore sera, en outre, trop faible pour permettre de formuler une opinion précise avant les essais ou même après des efforts assidus.

La raison est que les causes créant ces difficultés ne seraient pas modifiées par son travail.

Ces causes sont suffisantes pour détruire le travail dans la voie navigable accompli par la drague, aussi vite qu'il est terminé. Nous voulons donc constater ici que peu de chose pourrait être accompli par l'emploi d'une si petite drague ou par d'autres moyens similaires agissant directement sur les barres Ninan et James-and-Mary.

Pour faciliter aux navires de doubler Fulta Point en enlevant cette langue de terre, il faudrait employer des machines vingt fois plus puissantes.

L'auteur estime que l'on ne devrait s'appuyer aucunement sur les opérations de draguage à travers les voies de navigation sur les barres Ninan et James and-Mary ; mais ces opérations pourraient être avantageuses temporairement et suffisamment pour permettre aux machines de travailler de temps en temps. Il estime que sur le Royapur aucune ou peu d'opérations de draguage ne deviendront nécessaires lorsque le fleuve atteindra la largeur projetée et suivra les directions de courbes voulues en amont et en aval. Il ajoute que sur le Moyapur, puisque les endiguements de régularisation seront progressivement construits, certains travaux de draguage directs à travers le barrage atteindront des résultats relativement satisfaisants et ces opérations seront moins fréquentes aussitôt que la largeur de la rivière et son alignement seront corrigés.

D'un autre côté les dragues pourront être facilement employées pour aider à construire les bancs de direction sur tous les points du côté convexe du fleuve sans aucunement entraver la navigation.

### CLASSE III.

#### Variation du cours des affluents.

Le déversement projeté du Damudar dans le Rupnarain semble tout indiqué, mais divers faits établis tendent à le rendre peu praticable.

D'après l'histoire Fulta Point a existé antérieurement à l'époque où le Damudar a rompu ses bornes et a créé son embouchure actuelle.

Avant cet événement nous ne savons pas quel était le régime du Hougli.

Le Damudar est aujourd'hui une rivière sous l'influence des marées et des chutes de volumes variables d'eau douce.

Ce fleuve attire forcément bien que variablement vers l'ouest le flot de la marée qui reçoit déjà une impulsion dans le même sens par la baie inférieure du fleuve Rupnarain.

Le jusant de ce dernier fleuve pousse vers la rive gauche (de l'est) le jusant du Hougli au lieu de lui permettre de traverser à l'ouest en passant devant l'extrémité inférieure de la baie supérieure de Fulta, ce qu'il serait amené autrement tout naturellement à faire.

Certainement la rivière Damudar est pour le commerce d'une suffisante importance et d'une utilité commerciale.

Cette rivière pourrait être déversée dans le Rupnarain et conserver ainsi son utilité.

Mais son prisme de jusant serait perdu au Hougli en amont de ce point et l'abstraction d'un si grand volume d'eau est contraire à tous les principes de l'hydraulique des rivières.

Son flux et son reflux et ses crues d'eau douce se trouveraient ajoutés aux eaux qui se meuvent entre les promontoires du Rupnarain et augmenteraient fatalement les dégradations occasionnées par ce fleuve sans pour cela ajouter dans la même mesure aux bienfaits accomplis par le volume prismatique de jusant du Rupnarain dans le travail de creusement à travers les barres de sables de l'estuaire.

Les résultats de cette opération constituent un problème intéressant ; seulement, on ne peut l'étudier que sur la rivière elle-même ou à l'aide d'un modèle exact.

Mais, de toutes façons, la double baie Fulta existerait toujours et produirait une confusion pire que celle qui existe actuellement.

Le flux alors, aussi bien que le reflux, traverseraient jusqu'à la rive ouest, mais trop haut dans la rivière pour favoriser les passages conduisant à la passe de l'ouest. Les passages actuellement navigables sur les barres Ninan et James-and-Mary, par la route de l'est, diminueraient de profondeur, et rien ne garantirait que de nouveaux passages, même d'égale profondeur, auraient leur issue dans la passe de l'ouest. Bien moins encore pourrait-on promettre à la navigation de trouver de meilleures conditions de ce côté.

Le lit entier de la rivière, de l'extrémité inférieure de Fisherman's Reach jusqu'à Diamond Harbour, présente une surface très irrégulière qui est le résultat de la lutte constante des eaux et des sables. Pour régulariser cette surface, il ne suffirait pas de détourner le cours du Damudar, il faudrait en outre construire de grands travaux collatéraux. Par suite de l'impossibilité absolue de supprimer le canal de l'est, ces travaux resteraient d'une utilité problématique et ne seraient qu'un sacrifice fait à des théories.

Il n'y a rien à gagner en détournant les affluents, à moins que le projet ne comporte en même temps l'ouverture à la navigation de la passe de l'ouest et la fermeture de celle de l'est.

Un canal et un barrage pour effectuer le détournement du Damudar et les travaux collatéraux dans le Hougli coûteraient très cher, et, sur ce dernier fleuve, la navigation subirait des entraves insupportables pendant la période d'exécution.

Ces travaux apparaissent d'une réalisation encore plus impossible lorsque nous en venons à examiner l'hypothèse du détournement du Rupnarain et du Damudar dans le Haldia.

Ces questions évidemment très sérieuses demandent une solution au sujet du coût et du tracé des divers canaux de dérivation, du mouvement des marées, des effets produits sur les voies d'eau actuelles et sur la navigation, de l'acquisition des terrains, des effets sur le drainage local, sur l'irrigation, l'agriculture et le commerce, des questions enfin concernant la nature et la situation des barrages nécessaires et des travaux de régularisation, ainsi que la durée, les méthodes et le coût d'exécution des travaux.

L'examen préliminaire fait croire que le coût des travaux dépasserait de beaucoup les sommes disponibles et nous oblige à abandonner les projets de dérivation des affluents et toute autre mesure changeant radicalement leur condition.

### Dérivation du Hougli.

Le projet Brooks, qui est figuré dans la carte comparative, pourrait être considéré comme un projet de dérivation du Hougli.

Ce projet consiste à créer un canal de dérivation de petites dimensions derrière Hougli Point, une jetée partant de la rive ouest en vue de diriger le courant descendant dans ce canal de dérivation, dont la largeur s'accroîtrait sous l'action du courant, de sorte que le canal deviendrait le nouveau lit de la rivière.

L'amélioration visée est supposée devoir être produite par la nature de la courbe que décrirait le canal. Le projet suppose que la rivière, préférant changer sa direction d'une façon moins abrupte, se déverserait entièrement dans le canal de dérivation et en élargirait le lit creusé primitivement. Mais on ne peut rien affirmer à cet égard tant que les deux passages de l'est et de l'ouest ne seront pas fermés entièrement, entreprise impraticable pour des raisons techniques d'exécution, aussi bien que pour des raisons commerciales et financières.

Les détails de ce projet n'ont donc pas à être discutés par nous, et, en outre, ce projet laisse de côté les conditions existant autour de Fulta Point et aux embouchures du Damudar et du Rupnarain, ainsi que la barre du Ninan.

### CLASSE IV.

Ces projets recommandent la construction de digues submergées, jetées ou épaulements endiguant, encaissant la rivière et dirigeant le courant par le fleuve lui-même après ladite, et se confient au curage effectué, curage dont on attend le creusement de passages plus profonds.

Dans l'étude de ce sujet, nous arrivons maintenant à l'examen des rapports et des projets importants (dont plusieurs ont été à l'ordre, il y a trente ans), et aussi à l'examen d'autres moyens pour faire du passage de l'ouest une voie de navigation profonde et sûre.

Dans tous ces projets, l'amélioration de la condition de la barre du Moyapur et des barres Ninan et James-and-Mary est reconnue nécessaire.

L'amélioration du fleuve Royapur deviendra nécessaire bientôt après, car des navires de plus haut tonnage chercheront à gagner le port de Calcutta dès que les autres barres auront été améliorées.

Ces bancs ont été une leçon impressionnante pour ceux qui veillent sur ces eaux. Ils ont compris qu'aucun travail établi au delà de la partie extrême de la marée basse ne devrait être exécuté prenant son point de départ sur la partie concave du banc et se trouvant ainsi placé sur la rouet des torrents aux puissants effets d'érosion.

L'auteur ne veut pas dire que les bancs ne doivent pas être protégés de la dégradation par moyen de « rip-rapping » ou qu'ils ne devraient pas être reformés par des murs longitudinaux, établis en amont de la limite moyenne de la marée basse.

De telles précautions sont à désirer, on en fait usage d'ailleurs dans d'autres endroits. C'est un avantage précieux à conserver, pour éviter le travail d'érosion, que de faire construire des murs cotoyant la partie concave des bancs, mais c'est une chose tout autre de construire un mur de forme concave en matières quelconques dans le lit concave de la rivière elle-même en la traversant. Cette construction se trouverait en butte à des raz de marées de 21 pieds ou à des crues d'eau douce qui pourraient creuser jusqu'à une profondeur de 75 à 100 pieds, atteignant une vitesse de 6, 7 et même 8 nœuds par heure. C'est ce qui justement a été proposé en premier lieu en 1864 et repris dans le projet de novembre 1896. Ce plan constitue une particularité essentielle des projets émis sur les passages de l'ouest.

### Premiers essais.

Les moyens employés par les ingénieurs ne devraient pas violer les principes fondamentaux ayant pour but l'amélioration des cours d'eau. Ils devraient être rendus possibles en pratique, de même que financièrement et techniquement; mais ces mesures (voir planche I) cherchent à atteindre des irrégularités et des contractions, sans tenir compte des crues d'eau douce ni du régime des marées, ni des effets qu'ils produisent.

Jugé pratiquement, l'emplacement des travaux recommandés a été résolu bien certainement sans examiner les moyens de les mettre à exécution et de les conserver. Sur le Moyapur, le dernier projet tente d'envahir une baie concave déjà sapée sur une distance de plus d'un mille. En aval de Fulta Point, ces deux travaux traverseraient et clôtureraient la baie Ninan et les voies navigables, et le dernier de ces travaux traverserait sur une distance de quatre milles les tourbillons de sable du Muckraputty.

Pour finir un tel travail, il faut commencer, soit au milieu, soit aux deux extrémités, soit au fond. Si le travail est commencé à Fulta Point ou à Hougli Point, la voie navigable sera rendue périlleuse par les échafaudages, les chalands et toutes les dispositions provisoires; plus tard elle sera complètement bloquée.

Si le travail est commencé au milieu, en suivant les sables du Muckraputty, ce mode de procéder ne fait que remettre la clôture de la route navigable à une époque où les difficultés de l'accomplissement seront augmentées par le torrent qui traverse l'ouverture.

Les marées ne peuvent par elles-mêmes, sans être aidées, suffire à une action simultanée tendant à entraîner les millions de yards cubes dont le déplacement est nécessaire à ouvrir un canal profond de Fulta Point au golfe de l'ouest, et à fermer la route de l'est à la navigation. Des travaux si considérables doivent être confiés aux torrents d'eau douce, et ce n'est pas à l'époque des torrents qu'on ferait la clôture.

Pendant la période d'essais de construction, il n'est proposé aucune autre route pouvant servir au vaste commerce du Bengale, déjà tant entravé. On ne

établir comment le trafic pourra traverser les voies de l'est barrées par des sacs de sables, des piles, des chalands et des travaux en briques. Les sacs de sable ou les moyens employés pour l'édification du mur aux embouchures du Columbia, du Mississipi et du Danube, à Tampico, Galveston ou ailleurs, n'offrent aucune solution permettant d'établir que deux objets peuvent occuper en même temps la même place.

La voie de l'ouest présente à la navigation un passage obstrué et barré de sables; on peut dire que cet état de choses durera encore plusieurs années, même en se plaçant au point de vue le plus favorable.

Une interruption dans la navigation, qui pourrait être indéfinie, serait la conséquence de la construction.

Il en résulterait la suppression du commerce de Calcutta, qui pourrait durer indéfiniment. Le mur étroit figuré dans les plans étant attaqué par des courants profonds qui le mineraient et ne reposant que sur des assises peu solides d'alignements concaves, et d'ailleurs exposé aux érosions, ne pourrait jamais arriver à être complètement construit. Encore moins pourrait-il, après sa construction, supporter le choc des vagues, résister aux crues, aux courants d'eau douce et à l'action détériorante des poussées qu'il aurait à subir. Finalement, ce mur, pour des raisons financières et autres, ne peut pas être construit d'une manière durable, d'après les plans faits en décembre 1896. Une somme, même plusieurs fois supérieure à celle de l'estimation, ne serait pas suffisante pour l'exécution des travaux. Ce plan doit donc être absolument repoussé au point de vue technique, d'exécution, commercial et financier, aussi bien qu'au point de vue de la durée.

### **Possibilité d'utiliser le chenal de l'ouest en modifiant l'embouchure du Damudar.**

Ce plan a été examiné par l'auteur au début de son étude de la question. Les éléments d'un projet destiné à réaliser ce plan seraient les suivants :

1° Le déplacement de l'embouchure du Damudar à l'extrémité du golfe de l'ouest, opéré par le moyen de murs de direction.

2° L'enlèvement du banc de l'ouest du Hougli en vue de former un nouveau banc de l'ouest pour le Damudar, en aval de son embouchure actuelle.

3° L'arrondissement du promontoire Fulta.

Donc, la réalisation de ce plan et les deux dernières propositions sont d'une exécution relativement facile.

Mais la première de ces propositions, c'est-à-dire l'établissement du mur de direction sur le banc de l'est du Damudar et sur le banc de l'ouest du Hougli, présenterait des flancs concaves à la marée basse des deux fleuves.

Car si l'embouchure du Damudar était changée de place, l'axe de la marée basse traverserait dans la direction de l'ouest, tout juste en aval du promontoire Fulta, arriverait sur les bords du fleuve, à l'ouest, et traverserait dans la direction de l'est, ces eaux se perdant en partie dans le golfe de l'ouest.

Au contraire, si nous suivions la marée montante, son axe traverserait de l'extrémité du golfe de l'ouest à la nouvelle embouchure du Damudar jusqu'à la baie du Ninan et de là, du promontoire Fulta jusqu'au banc de l'ouest et, à partir de ce point, jusqu'à Fisherman's Reach. A cause de la topographie particulière de la région, les marées montantes et descendantes ne trouveraient aucune voie commune partant du promontoire Hougli jusqu'au Reach, ce qui ne changerait rien à l'état actuel. Le régime présent ne se trouverait donc pas amélioré. Les passages du golfe de l'est qui traverseraient les barrages Ninan et James-and-Mary arriveraient à être détériorés et les passages de la route de l'ouest ne seraient pas suffisamment améliorés pour devenir aussi profonds que ceux existant du côté opposé.

En admettant que la construction des murs serait possible et que cette construction serait durable, elle préjudicierait aux profondeurs navigables au lieu de leur être favorable, lors même qu'une partie considérable de la marée basse serait déchargée dans le golfe de l'ouest. Par conséquent cette proposition alternative serait d'un résultat trop problématique pour qu'on la recommande.

Il n'existe pas d'autre moyen à employer pour arriver à faire traverser la marée basse ou même une partie, dans la direction des bancs de l'ouest. Ainsi, l'idée d'obtenir un passage commun pour les marées montantes et descendantes à travers le golfe de l'ouest doit être, à regret, définitivement abandonnée.

### **E. Amélioration de la dispersion des marées.**

Est-il possible d'organiser le régime des eaux de façon que la marche du fleuve Hougli se trouve suffisamment améliorée?

Moins le mouvement des marées montantes et descendantes en masses d'eau sera fort, plus la dispersion de ces eaux dans le Hougli sera facile. Les deux marées pourraient être temporairement étranglées et le Damudar même absolument barré.

La montée des marées est tellement considérable qu'une différence dans l'élévation des niveaux occasionnerait de telles vitesses à la gorge Rupnarain, que les eaux restaureraient la section en peu de temps, par le creusement vertical du fond. Ceci, à son tour, causerait la ruine inévitable des travaux de contraction des eaux.

M. Léonard a cherché quelque solution dans cette direction et son plan présente des épis sur les rives dans l'embouchure du fleuve Rupnarain. Mais depuis, personne n'a eu l'audace de recommander une telle lutte contre ce courant d'eau. Des travaux de rétrécissement avec chances de réussite ne sont guère possibles, parce que l'espace de l'embouchure représentant le goulot de la bouteille est trop court.

Aucun examen hydrographique n'existe pour démontrer l'étendue et les profondeurs du bassin du Rupnarain. Ce bassin n'a que peu de profondeur, quelques pieds seulement à la marée basse.

Si à travers le lac une rive nouvelle était construite à l'aide de pilotis et de fascines, en effectuant des draguages pour donner une largeur

normale à la rivière, en tenant compte des marées, on pourrait choisir entre deux alternatives pour régulariser la quantité des eaux absorbées et divisées par le Rupnarain.

1° Le volume anormal d'eau des marées, nécessaire pour remplir et décharger le bassin pourrait être diminué par un diaphragme continu. Mais ce moyen diminuerait radicalement le volume d'eau effectuant le curage de l'estuaire.

2° L'ouverture du nouveau bassin, environ au sud de la nouvelle barre, pourrait être pratiquée en amont, à une distance de quelques milles de l'embouchure. On établirait ainsi un nouveau régime de marées dans le fleuve Rupnarain et en même temps pour le Hougli.

Les côtés financiers et techniques de ce projet ne sauraient être pleinement développés qu'après un examen hydrographique très sérieux, après des observations faites sur les marées et après des calculs qui devraient être vérifiés au moyen de modèles exacts et susceptibles de faire des démonstrations en fonctionnant.

L'auteur est d'avis qu'il est incontestable que l'abstraction d'une grande partie du prisme des marées nécessiterait des travaux additionnels considérables et des frais impossibles à déterminer, ces travaux devant être exécutés en aval du Port Diamond, alors même que le fleuve Rupnarain aurait été amené à fonctionner normalement. Mais il est impossible que chacun de ces palliatifs puisse servir à régulariser le cours supérieur du fleuve Hougli.

Ces projets serviraient à améliorer la répartition des eaux du flux et du reflux dans le Hougli et donneraient peut-être plus de profondeur au point où le courant passe sur la barre James-and-Mary. Ils pourraient même servir à rendre tout à fait constante la profondeur visée par les projets présentés et recommandés par l'auteur.

Les deux méthodes modifieraient l'action des marées, mais la première beaucoup plus que la seconde.

La force de la marée montante pour faire avancer les sables du Hougli serait diminuée, et aussi la violence des courants dans la passe de l'ouest.

Il n'existe que ces deux moyens pour combattre d'une façon efficace et durable la violence des marées. Cependant, les éléments n'existent pas sur lesquels nous pourrions baser un jugement définitif à l'égard des avantages et du coût des deux projets.

Les dragues employées pour faire disparaître la pointe de Fulta pourraient facilement servir à construire un guide-courant en vue de la régularisation des marées, à travers le bassin formé par le Rupnarain, si les conditions du terrain étaient aussi favorables qu'il semble permis de l'espérer.

Il n'y a pas lieu de présumer que la diminution de la violence du flux arrivant dans le fleuve Rupnarain améliorera suffisamment la barre de James-and-Mary. Cette diminution aura plutôt pour effet d'atténuer la



profondeur anormale de la passe de l'ouest en y favorisant l'accumulation des dépôts, et de rendre le passage James-and-Mary plus stable, quoique toujours insuffisant.

La mesure en question laisse la barre Ninan intacte et ne change rien à la condition de Fulca Point. Par conséquent, ce projet n'est que supplémentaire à celui qui a pour objet la régularisation et l'alignement du fleuve Hougli.

Quatre opinions peuvent être admises après l'examen de toutes les données disponibles :

*Premièrement.* — Que ces travaux de la régularisation en question devraient primer le projet du Hougli ;

*Deuxièmement.* — Que ces travaux viendraient naturellement après ;

*Troisièmement.* — Que les deux projets devraient être exécutés simultanément ;

*Quatrièmement.* — Que cette régularisation partielle devrait être mise à exécution après l'achèvement complet du grand projet de régularisation, et lorsqu'il aura été reconnu nécessaire de prévoir le passage de navires d'un tonnage beaucoup plus élevé que ceux qui traversent aujourd'hui le canal de Suez.

L'auteur incline vers cette dernière opinion, mais il préfère, pour se prononcer d'une façon définitive, attendre l'examen hydrographique et le résultat des expériences à l'aide de modèles.

## CLASSE V.

### **Route de l'est. — Développement du projet de l'auteur.**

Tous les autres projets étant éliminés, il n'y a plus qu'à étudier le dernier retenu, c'est-à-dire celui de la route de l'est.

### **Éléments qui constituent le lit du fleuve.**

Le lit d'une rivière est déterminé principalement par six facteurs et est le résultat de toutes les forces hydrauliques qui y jouent un rôle.

Les facteurs en question sont les suivants :

1° La longueur ;

2° La profondeur à la marée basse, à la marée haute et à la marée moyenne ;

3° Les largeurs extrême, moyenne et plus petite ;

4° L'alignement, consistant normalement en une succession de courbes ; les baies qui se trouvent d'un côté du fleuve et du côté opposé, avec, de distance en distance, des parties droites intercalaires.

5° La pente.

6° Les lits des tributaires — et leurs facteurs correspondants.

Le but principal de l'amélioration du Hougli est d'en rendre navigables les parties les moins profondes. La modification de l'un quelconque des autres facteurs du lit en changera la profondeur.

La longueur du cours de la rivière, de Calcutta à la mer, s'oppose à une augmentation ou à une diminution importante ; en conséquence, la profondeur, la pente et la vitesse ne peuvent être modifiées d'une façon satisfaisante à l'aide d'une transformation de ce facteur.

Il a été démontré que la profondeur navigable ne saurait être modifiée d'une façon permanente par des moyens mécaniques seuls, ou augmentée d'une façon sûre par des épis.

La pente ou niveau général du district ne peut être modifiée.

Les tributaires ne peuvent être dérivés, ni leur flux ou volume d'eau douce modifiés, sans occasionner de grandes dépenses d'une part et, d'autre part, des conséquences d'une nature sérieuse, à l'égard des chenaux de l'estuaire, ainsi que d'autres inconvénients.

Il reste donc deux facteurs susceptibles d'être modifiés : la largeur et l'alignement. Il n'y a pas d'espoir ailleurs. Il est clair que si ces facteurs d'un lit d'alluvion sont modifiés, la profondeur en sera affectée. S'ils sont anormaux, les profondeurs seront irrégulières.

En raison de ces facteurs, les zones entre différents profils peuvent être rendues normales d'une façon naturelle économique et permanente.

### **Alignement normal et largeurs normales.**

Un simple examen des cartes ci-jointes fera reconnaître tout de suite les anomalies de l'alignement. Les principales sont :

1° La double concave à Fulta Point ;

2° La sinuosité aiguë à Hougli Point.

La première peut être réduite par l'excision de Fulta Point.

La seconde ne peut être supprimée, quoique des mesures sages puissent être prises pour donner une meilleure direction au flux et au reflux, en atteignant ainsi un but utile et important. Il y a des irrégularités moindres à différents degrés, occasionnant souvent des effets disproportionnés à leur importance apparente. A cela il est facilement remédié. Les différences de niveau de la marée et des crues sont telles qu'un alignement exact, tenant compte des hautes aussi bien que des basses eaux, est à désirer.

Les irrégularités du lit du Hougli ont d'ores et déjà été établies graphiquement. Les courbes qui en dérivent sont indiquées sur le plan ci-joint. Les largeurs au moment des eaux hautes et basses sont marquées. Des largeurs normales choisies, les lignes d'élargissement régulier et graduel sont déduites et tirées de Buj-Buj au Damudar et de là à Diamond Harbour, en tenant compte des tributaires.

Les courbes des profils au moment des hautes et basses eaux démontrent que le Hougli n'est qu'une succession de rétrécissements et d'expansions.

Le diagramme diagnostique automatiquement la perturbation existant aux passages du Moyapur et du Royapur. Il révèle que la largeur des eaux basses est excessive à ces points et il indique le moyen d'y remédier. Il démontre le rétrécissement existant à Fulta Point. Il met à jour les expansions à Buj-Buj, Achipur, Hiragunj et Brul Sands, à l'embouchure du

Damudar, ainsi qu'au-dessus et au-dessous de Hougli Point. Là où la rivière a une largeur normale, elle présente les meilleures conditions d'une navigation sûre.

### Conséquences des conditions anormales.

Incontestablement, le mieux est d'obtenir une vitesse constante dans le cours d'une rivière. De ceci dérivent les causes déterminant la formation des barres, même de celles les plus minimales. Une expansion amène une barre à se former parce que la vitesse du courant se trouvant réduite, ce fait occasionne le dépôt des matières en suspension dans l'eau. Un rétrécissement marqué ou une déviation occasionnent l'érosion de profondeurs anormales. Une largeur anormale de basses eaux aux croisements occasionne la formation de barres.

### Proportion d'élargissement.

Étant données une vitesse uniforme et une profondeur stable dans la partie étroite d'une rivière dans laquelle les effets de la marée se font sentir, sa largeur doit être augmentée graduellement en proportion de sa longueur. A une station déterminée, une certaine étendue en largeur laissera passer le volume des eaux de la marée et, à une station au-dessous, la largeur sera proportionnée à l'écoulement du premier volume d'eau ajouté à celui du prisme de la marée, entre les deux points. On peut également varier la profondeur et la vitesse suivant les proportions d'expansion employées. Quand un tributaire entre en ligne, il faut tenir compte de l'appoint de son volume d'eau dans le lit rectifié. Les facteurs des lits des tributaires doivent servir de bases fondamentales pour le calcul du développement du flux d'un relevé topographique. A l'aide d'un modèle à petite échelle, de la rivière, on peut évaluer graphiquement la proportion naturelle en choisissant un nombre de sections normales et en tirant des lignes de moyenne d'un côté quelconque. Des calculs et des observations exacts sont nécessaires pour établir la meilleure proportion en ce qui concerne la courbe et la profondeur cherchées et pour définir le tracé de rectification. En conséquence, il est nécessaire de formuler les réserves faites par l'auteur du projet préliminaire.

Mais il est assurément vrai que l'on ne peut s'écarter matériellement des principes représentés par les lignes tracées, en ce qui concerne le Hougli.

L'alignement des projets recommandés est simplement emprunté au diagramme et appliqué à la rivière actuelle.

Rien ne devrait pénétrer dans les eaux profondes de cette rivière du côté concave. On devrait prévenir ou enrayer l'érosion des rives concaves et assurer aux élargissements l'espace qui leur est nécessaire en installant des épaulements aux endroits où les forces naturelles, au lieu d'être des agents de destruction, peuvent devenir une aide. Ceci s'applique au bord convexe. La disparition de Fulta Point supprime une des deux concaves et aussi un rétrécissement.

La longue concave subsistant seule devra donc diriger à la fois la masse des eaux basses et celle des eaux de la crue, au delà de Hougli Point et au-dessus de James-and-Mary Bar, après avoir aplani toute difficulté de navigation à Fulta Point et à Ninan Bar.

Pour perfectionner le lit de la rivière, au confluent du Moyapur et du Royapur, il est indispensable de diminuer l'étendue des eaux de la crue et de la réduire à celle qu'ont actuellement les eaux basses. C'est une mesure qu'on réalisera graduellement. Il faut commencer par régler l'élargissement à Achipur, Hiragunj et Brul Sands ; non pas nécessairement, comme on a cru à tort qu'on en avait l'intention, par remplissage des marais, mais par des nouveaux bords, ou quais.

### **Attributs distinctifs entre remplissage des marais, épaulements, endiguements et murs pour régularisation.**

Il faut établir une distinction entre les remblais, les nouveaux bords et les épaulements. Si on remblayait les élargissements du Hougli, ces remblais exigeraient une application sur une vaste échelle, ils réduiraient inconsiderément le prisme du flux et occasionneraient des dépenses inutiles.

Pour rendre stables les épaulements, établis jusqu'au niveau des eaux basses ou des courants moyens, mais recouverts par les crues et les flots torrentiels, il faudrait employer une quantité considérable de pilotis, de fascines, de roc ou de briques brûlées. Or le roc est rare et coûteux. En général, c'est pour des motifs d'économie qu'on emploie les défenses des rives élevées jusqu'au niveau soit de la marée basse, soit de la marée moyenne, soit du niveau tenant le milieu entre les deux.

Ces défenses conviennent aux rivières dont les courants sont modérés, dont les fluctuations dues à la marée ne sont pas excessives, et dont la crue est de courte durée. Tel n'est pas le cas du Hougli. Il ne ressemble ni au Weser ni à l'Escaut.

On ne peut admettre l'idée qu'un endiguement bas soit partout préférable à un épaulement élevé pour régler le courant d'une rivière, quand, en utilisant avec habileté les conditions locales, on peut construire ce dernier à prix égal ou même moindre par unité de longueur sans diminution du volume prismatique mis en mouvement par la marée, et en rectifiant en outre les profils, par des draguages bien réglés.

On ne peut préconiser sans réserve les épaulements bas quand on n'a pas sous la main le matériel nécessaire pour en assurer la solidité, lorsque le courant est remarquablement violent et que la crue règne pendant des mois. Les crues sablonneuses pourraient ronger des épaulements bas sur le Hougli et déposer les matières ainsi dépiacées pour en former une série de bancs à proximité en aval ; si bien que le travail du courant, pendant toute une année, ne suffirait pas à entraîner les sables avant la crue sablonneuse suivante.

Dans le Hougli, où le niveau des eaux est à peu près égal des deux côtés, on ne peut rien imaginer de mieux, pour régler l'étendue et la

direction des eaux, que l'installation, sur le bord convexe, d'un épaulement à large base, combiné avec un assemblage de pilotis et de fascines et dont l'élévation soit supérieure à la hauteur que peuvent atteindre les eaux de la crue. Cette construction pourrait être faite dans des conditions rapides, faciles et économiques, à l'aide d'une machine à draguer et réalise l'idéal du système localement requis pour la régularisation de la largeur du fleuve et l'alignement de ses bords.

Une ouverture bien placée laisserait passer les eaux du flux et du reflux dans le cas où cette décharge serait nécessaire.

Il faut noter toutefois qu'une certaine augmentation de volume du flux donnerait aux eaux une rapidité plus grande, tandis qu'il faut éviter une diminution considérable du prisme de la marée.

L'excision de Fulta Point augmentera de près de 600,000,000 de pieds cubes le volume d'eau de marée dans le Hougli, si les étendues encloses sur le côté convexe sont au-dessous du niveau des marées. Ces étendues serviront de réservoirs pour nettoyer le passage oriental, si on le juge nécessaire, au moyen d'épaulements bas, si un essai a démontré que la nature des conditions dans le Hougli s'y prête. Au moyen de dragues ou excavateurs d'hydrauliques on pourrait d'ailleurs convertir les épaulements bas en épaulements élevés si on trouve parfois que les épaulements bas soient impraticable, ou que leur construction et leur entretien soient comparativement trop coûteux. Étant donné le volume des eaux de marée après la coupure de Fulta Point, l'auteur du rapport ne croit pas que l'ensablement des étendues situées derrière les épaulements ou les bords, soit un sujet sans importance primordiale pour le but poursuivi, d'obtenir la profondeur nécessaire à la navigation. Si par suite de l'excision de Fulta Point (et le règlement du Rupnarain dont l'utilité pourrait résulter de l'examen des lieux et des expériences préalables) il se fait que les épaulements bas, ou plus courts, soient moins coûteux et répondent à tous les besoins de la navigation, il faudrait les adopter en raison de l'économie.

### Rectification.

De Calcutta au Damudar, il n'y a pas d'affluents joignant leurs eaux au fleuve.

Une fois les bords rectifiés, la proportion d'élargissement sera affectée principalement par la force centrifuge, qui varie avec les rayons des courbes.

Si, dans les projets d'essai, on ne tient pas compte des variations occasionnées par cette force, la proportion d'élargissement restera pratiquement la même de Buj-Buj Sands (en haut de la carte) jusqu'à l'embouchure du Damudar. A partir de ce point cette proportion sera augmentée par les eaux tributaires du Damudar et du Rupnarain. Les lignes approximativement établies sur le diagramme du lit normal, pour indiquer la moyenne naturelle de cet élargissement, relèvent les écartements de la proportion normale.

Le degré encore admissible de ces écartements varie avec la profondeur jugée nécessaire à la navigation. Plus grande est la profondeur exigée et moins il est possible de laisser sans rectification une largeur anormale ou des profils dont les dimensions ne correspondent pas aux exigences.

Les mesures nécessaires pour s'assurer 16 pieds d'eau ne sont pas les mêmes que celles qu'exigeraient 20 pieds ; le travail est moins considérable. Ceci est particulièrement exact pour le Moyapur et le Royapur ; le diagramme montre qu'il existe de vastes élargissements en amont et en aval de ces fleuves et que, pendant les marées basses, les largeurs sont trop étendues aux croisements. L'étiage à l'opposé de ces barres devrait être au niveau actuel de la marée haute. Dans ce dernier cas les courbes concaves de 18 pieds de profondeur devraient se confondre et les barres disparaîtraient pour la navigation qui exige cette profondeur ; toujours à la condition que la divergence des rives soit ramenée de chaque côté à une largeur normale.

*Solution possible.* — Puisqu'il a été démontré que la route occidentale ne saurait servir à cette solution, il faut se tourner vers le passage oriental actuellement en usage et lui appliquer les mêmes procédés de recherche. Lorsqu'on aura déterminé les largeurs normales, on aura à les appliquer à la rivière dans son état actuel.

Le courant de la marée montante cessera certainement d'avoir l'effet de creuser des canaux en deçà des bancs de sable à Fulta, Brul, Harigunj et Archipur, et il suivra l'axe du reflux. Il n'y a aucun danger qu'il attaque les rives concaves qui ont résisté aux efforts combinés du courant du fleuve, du reflux et des crues annuelles.

Après la rectification des divergences accusées par les rives des deux côtés, le flux, le reflux et le courant des crues devront se diriger vers les points où les rivières confluent, comme dans le cas du Moyapur et du Royapur, en suivant des cours presque identiques. En conséquence, les profondeurs minima aux points de rencontre seront augmentées, tous les courants agissant sur les mêmes parties du lit, et les eaux étant empêchées d'éparpiller leur force érosive.

Aussitôt le rétrécissement de Fulta Point corrigé (en substituant une seule concave à la concave double actuelle) et les élargissements des deux côtés de l'embouchure du Damudar réduits à une largeur normale, un état de choses aura été créé, qui entraînera des conséquences de haute importance.

1° Le navigateur n'hésitera pas à reconnaître que, la langue de terre n'existant plus, les dangers qui accompagnent actuellement la navigation autour de la pointe, disparaissent du même coup ;

2° Même la critique la plus sévère admet que la barre de Ninan disparaîtra inévitablement. Il n'en saurait être autrement, car les courants du reflux et des crues seront dirigés sans déviations, de façon à travailler simultanément à sa destruction, en même temps que les causes de sa formation auront été annulées à jamais.

3° Le volume de ce courant d'eau qui ronge et détruit la barre est constitué des éléments suivants :

(a) Le prisme ou la couche liquide du flux dans le Hougli au-dessus de la section normale A B (voir la carte et le plan de la section verticale).

(b) Le prisme d'eau du flux dans le Hougli entre A B et la coupe E F de la barre de Ninan.

(c) Le prisme du flux dans la rivière Damudar.

(d) Le prisme du flux dans les bassins convexes, dont le volume pourra être utilisé, au besoin, afin d'augmenter celui du flux actuel. Le chiffre de cette augmentation sera de 600,000,000 de pieds cubes, c'est-à-dire 1,000,000 de pieds cubes par minute, quantité équivalente à un courant de deux milles à l'heure, pour le flux comme pour le reflux.

Ces bassins se rempliront lentement et graduellement par le dépôt.

(e) Le débit d'eau douce de la rivière Hougli.

(f) Le débit d'eau douce de la rivière Damudar.

Pour démontrer graphiquement l'effet qui sera produit sur la barre de Ninan, il suffit de superposer la section perpendiculaire A B contenant seulement les éléments (a) et (f) de l'énumération ci-dessus, à la section de Ninan E F. Cette superposition donne le résultat suivant :

Sans compter les autres éléments (b), (c), ainsi que (d) et (e), la largeur du chenal nouveau sous le régime de la concave simple ne saurait être inférieure à 1,550 pieds entre les lignes du fond marquant la profondeur de 18 pieds, à 1,080 pieds entre les courbes indiquant la profondeur de 20 pieds. La largeur devra être au moins de 800 pieds sur le fond de 30 pieds de profondeur, et la profondeur maxima ne saurait être moins de 37 pieds.

Il est évident que les volumes des éléments (b), (c), (d) et (e), qui sont très considérables, tombent également sous les lois hydrauliques et se trouveront sous le régime de la concave simple.

Le chenal pourra donc en réalité être beaucoup plus large et plus profond que ne l'indique la section normale A B.

Le volume indiqué par cette section, augmenté de tous les autres éléments qui se meuvent selon la concave continue, doit nécessairement avoir raison de la barre de Ninan et passer là où cette barre se trouve.

### **Action érosive (curage) en aval de la barre de Ninan.**

Afin de représenter graphiquement l'effet que devra produire à lui seul le volume de la section normale A B plus loin en aval, pendant que ses eaux se trouvent toujours sous l'empire de la concave simple et sont empêchées de changer de direction, l'on aura à superposer cette section à celle de C H établie au moment où la marée descendante, le reflux, commence à se faire sentir autour de Hougli Point.

Ce diagramme met en évidence la quantité de l'action érosive des volumes (a) et (f). En réalité, l'effet produit par tous les éléments ensemble devra être plus grand.

Si l'on met la section normale A B à côté de celle du chenal occidental actuel, l'aire au-dessous du plan de 18 pieds de profondeur apparaît environ trois fois plus grande dans la première section que dans la seconde.

Ceci prouve que la thèse d'après laquelle le canal est écoulé actuellement le reflux tout entier est sans fondement.

En aval de la Ninan, il y aura de la besogne pour le reflux pour le maintien d'un canal amélioré. Tout comme il le fait actuellement, le flux continuera à l'avenir à amener latéralement des sables dans sa course en les transportant du canal ouest vers la concave en face de la pointe Shipgang, courbe concave qui ne subit aucun changement par le projet. Mais le reflux suffit actuellement à charrier cette même quantité de sable ; à plus forte raison il ne manquera pas d'accomplir ce travail quand il sera renforcé.

Les bancs de sable de Muchraputty divisent la rivière en deux ; mais l'augmentation du profil du chenal est amènera nécessairement l'érosion du côté est de ces dépôts, et les sables provenant de cette action seront éloignés par le courant dans une direction longitudinale. Cette action présentera un caractère plus intense pendant la période annuelle des crues, qui dominent à marée.

En conséquence, il faut que l'aire soit de 11,850 pieds carrés, à 2,750 pieds au delà du nouveau point susmentionné, au-dessous du plan de 18 pieds de profondeur.

Mais il n'est pas besoin d'un parcours de cette longueur pour détruire la barre *James-and-Mary* dans la mesure nécessaire à la navigation.

L'esquisse n° 1 (planche III) indique les nouvelles courbes, et l'esquisse n° 2 reproduit celles de la carte que nous venons d'examiner.

L'esquisse n° 2 donne l'axe de la barre et la ligne selon laquelle s'opère, par l'accumulation des sables amenés par le courant, l'accroissement du banc du Hougli de E vers B.

Dans l'esquisse n° 1 cet axe ne suit pas la crête de la barre, mais se dirige sur un canal de 18 pieds de longueur et d'une largeur de 2,500 pieds et sur un autre de 24 pieds de longueur, 900 pieds de largeur et 30 pieds de profondeur au milieu.

Or, aussitôt que la saillie croissante B (due à l'action de la marée montante pendant la saison des eaux basses) se met à empiéter sur le canal navigable, elle doit entrer en contact avec le reflux des volumes d'eau précités.

Ceci est démontré par une section prise sur la ligne de la crête D B', en empruntant les sondages aux listes publiées le 30 janvier 1899, contenant les profondeurs dans les divers sillons. Sur le plan de cette section se trouvent projetées les courbes de l'esquisse n° 1, ainsi qu'une ligne accusant une très mauvaise situation de la barre (7 à 8 pieds).

Cette section a été prise selon la ligne de propagation de la bifurcation B au moment où celle-ci se trouve avancée sous l'action du flux et démontre la difficulté qu'elle doit rencontrer à s'avancer plus loin sous les conditions nouvelles.

Le reflux du Hougli, en balayant tout devant lui dans sa course au delà de la nouvelle pointe, décrira une courbe plus longue que par le passé et la partie qui s'écoule maintenant dans l'entonnoir A ira alors attaquer directement la saillie B.



En conséquence du dépôt de sables en avant des nouvelles pointes, et en raison de la situation de la rive munie d'épaulement I S, l'estuaire A, aussi bien en sa qualité de produit du flux que dans celle de produit du reflux, devra forcément se déplacer plus au dehors, quelque part en A'. Quelle que soit la quantité de son déplacement vers le sud, il devra, dans la même proportion, diminuer la saillie B, et la fera même disparaître entièrement si la distance de déplacement s'élève à 500 pieds, ce qui doit sûrement avoir lieu.

Ces effets du déplacement prévu de l'estuaire A ne forment pas une partie essentielle du projet, mais ils méritent l'attention parce qu'ils prouvent et expliquent la façon dont les conditions nouvelles vont contribuer toutes à défendre la nouvelle voie contre les influences qui causent actuellement le rehaussement de la crête du crochet est de la barre James-and-Mary pendant la saison des eaux basses.

La voie navigable ainsi créée sera probablement de 1,500 à 2,000 pieds de largeur, et elle devra accuser comme profondeur maxima celle de 23 à 24 pieds à la marée basse. D'autre part, les sillons actuels conduisant aux canaux ou goulets du côté est sont exposés latéralement, de P à P', soit sur une distance de 4,450 pieds, au dépôt du courant de la marée montante. Le flanc de la nouvelle voie n'a qu'une longueur de 2,500 pieds, et le canal nouveau sera beaucoup mieux à même de s'entretenir soi-même, vu ses dimensions plus considérables de largeur et de profondeur, ainsi que le volume d'eau plus grand.

La crête de la partie qui restera de la barre James-and-Mary devra se trouver alors à une distance de 600 à 700 pieds plus au dehors que sa situation actuelle. La section longitudinale en fait foi. Cette section indique la dispersion des courbes du canal actuel à commencer au point actuel du mouvement initial de reflux. La section montre aussi la longueur du flanc exposé à l'action du flux charriant des sables qui seront repris en partie par le reflux et déposés sur la protubérance et sur la barre elle-même. L'esquisse indique aussi l'érosion ou curage qui va se produire dans le canal nouveau, dont les courbes ne pourront commencer à se disperser qu'au delà de la pointe nouvelle.

Tout le sable que la marée montante pourra répandre sur le flanc abrégé sera dès lors amené rapidement dans le champ de l'action puissante des courants du canal principal et balayé.

La situation de la crête nouvelle présentera sans doute des fluctuations mais ce haut fond se trouvera dans 18 à 30 pieds d'eau, au lieu de 7 à 18; et la voie navigable sera large.

La marge d'espace qui existera pour la navigation sera si grande, que la pointe nouvelle pourra être arrondie considérablement. Le passage de la marée autour de la pointe n'en deviendra que plus facile. Bien que la plus grande partie de la marée montante doive prendre la voie du canal ouest, en raison de la direction du courant du flux, de son moment et aussi en raison de l'influx du bassin du Rupnarain, il est également certain que la partie qui remontera le canal est sera d'un volume plus grand qu'il ne l'est actuellement, et cette circonstance aussi aura son utilité.

Par un hasard heureux, l'influx du Rupnarain a lieu à un endroit où il arrive à temps pour empêcher toute action excessive du courant sur la rive sud à Gowanhalli.

La conclusion de ce résumé d'une analyse graphique est la suivante :  
Sous l'influence des susdites forces et de toutes les conditions nouvelles, la barre James-and-Mary cessera d'exister à l'entrée du canal est, comme un danger menaçant la voie de 18 pieds de profondeur. D'un autre côté, cette même barre James-and-Mary va probablement obstruer d'une manière plus complète le canal ouest qu'il ne le fait actuellement.

### **Exécution.**

L'exécution des travaux que comporte ce projet n'est devenue possible dans un sens économique que par la construction, sur le devis de l'auteur de la présente étude, des puissantes dragues à aspiration hydraulique et à décharge à longue distance dont on dispose en ce moment.

Ce système réunit sur un travail donné le maximum de force mécanique avec le minimum de dépenses en temps et en main-d'œuvre.

Les dragues puissantes projetées et construites récemment par l'auteur de cette étude pour le Gouvernement russe, fournissent un travail constaté variant entre les 4,000 yards cubes par heure dans l'argile bleue, à Saint-Petersbourg, et les 9,000 yards cubes par heure pour le draguage des sables légers près d'Anvers.

L'opération de supprimer la pointe de Fulta comporte l'excavation d'un terrain triangulaire dont la base a une longueur de trois milles environ et la norme passant par le sommet du triangle, une de trois quarts de mille. Ce travail s'effectuera de la meilleure façon, en employant des dragues projetées spécialement à cette effet.

### **Façon d'opérer à Fulta Point et à Hougli Point.**

Il s'agirait de faire l'acquisition du terrain indiqué sur la carte, ainsi que du rectangle ayant la même longueur et la même largeur que le triangle à enlever, et par conséquent, le double de sa superficie. Au total, on aurait besoin d'environ 2,000 acres de terrain.

On aurait d'abord à construire un épaulement, au moyen de main d'œuvre indigène, autour de toute cette étendue de terrain, qui se trouve généralement au dessous du nouveau des grandes marées. Ensuite, on formerait dans cet espace un bassin en y admettant l'eau du fleuve, et on y placerait des pompes et des dragues. Ces dernières, travaillant à l'intérieur de l'enceinte, effectueraient alors l'excavation de la portion triangulaire en déposant la matière extraite sur le susdit terrain rectangulaire destiné à les recevoir.

Tout autour, une portion mince serait laissée intacte jusqu'au dernier moment pour être enlevée à une époque favorable, pendant la saison des crues, après élargissement de la langue de terre de Hougli Point, au sud. On creuserait sans retard un canal d'une largeur de 6 à 700 pieds sous les nouvelles rives concaves. Ce canal aurait le profil normal indiqué par la

section A B à Fisherman's Reach. Le reste de la muraille de sable formant le contour de l'ancienne pointe de Fulta serait enlevé par la suite en proportion de l'accomplissement du travail de construction des épaulements ou jetées directrices de la rive opposée, établissant la largeur normale de la rivière.

Les dragues seraient toujours mises à l'œuvre à l'intérieur de l'enclos formé par la pointe de Fulta, ainsi que derrière les diverses jetées directrices. De cette façon leur travail ne saurait entraver les courants du fleuve et ne saurait être gêné non plus par ses courants, n'importe quelle force ceux-ci pourraient avoir.

### **Construction de rives artificielles.**

L'alignement approximatif est indiqué par un trait rouge continu de chaque côté de la rivière. On n'aura à construire des épaulements, jetées ou digues que pour les parties de cet alignement où cette mesure se trouve être nécessaire pour obtenir les avantages qu'on désire dans l'intérêt de la navigation.

Évidemment l'élargissement du terrain de Hougli Point consiste à remblayer une partie du lit actuel.

Les travaux des deux côtés de l'embouchure du Damudar auraient leur terminus à Dhagia et à Shippang Point. La longueur totale de ces travaux et de ceux déterminant l'embouchure du Damudar serait de 36,600 pieds.

La portion au nord de l'embouchure du Damudar devra être construite avant celle du sud.

### **Barre de Moyapur.**

En consultant la planche II, on pourra se rendre compte des sections successives dans lesquelles il sera utile de diviser la construction des nouvelles jetées directrices aux sables d'Achipur et de Kirangunj. La construction devra être effectuée dans l'ordre suivant :

### **Jetées de Kirangunj.**

- 1° La section centrale est indiquée par un trait continu épais.
- 2° La section entre n° 4 désignée par des croix et le bout de la section centrale en amont. Il serait recommandable de construire la section énoncée en premier lieu en trois parties égales, à commencer par le bout en aval.
- 3° La construction de la section située le plus en aval, entre Katakali, Kirapur Khal et Dakinpara Khal, devra être entreprise en tenant compte d'un travail de rectification de la barre de Royapur, à exécuter ultérieurement, après l'achèvement de travaux au banc de sable à Brul.

### **Défense de la rive à Achipur.**

Après l'achèvement des sections n° 1 et 2 de la rive à Kirangunj, la construction de celle d'Achipur devra être effectuée en deux sections successives. En prenant d'abord celle en amont, la construction de la section en aval sera plus facile à exécuter.

### Défense de la rive à Brul.

Au point de rencontre avec le Royapur on éprouvera beaucoup d'avantage du banc de sable de Mirangunj, parce que ce banc fera couler un volume plus grand, aussi bien de la marée montante et descendante que d'eau de crue, dans les sillons du point de rencontre actuel. L'érosion qui se produira ainsi de temps en temps suffira comme curage du lit aux besoins de la navigation en tenant la voie ouverte. Cependant la rectification de l'élargissement considérable à la hauteur des sables de Brul a une utilité assez grande pour justifier la construction de la jetée de Brul, à partir de la station hydrométrique de Royapur jusqu'à Chungrakhal, après avoir fait disparaître les obstacles qui s'opposent au courant à Fulta, Ninan et Hougli Point, ainsi que dans le Moyapur.

Quoique les travaux exigés par les améliorations à apporter aux points de rencontre avec le Moyapur et avec le Royapur soient d'une envergure moindre que celle des travaux projetés et jugés nécessaires pour avoir raison des barres de Ninan et de James-and-Mary, il ne sera guère possible de compléter immédiatement l'exécution des travaux près du Moyapur, de telle façon qu'ils aient tout l'effet auquel on vise.

En examinant la carte, l'on voit que les canaux profonds sous les concaves se superposent en partie, et le diagramme (planche IV) fait voir que la marée basse conserve une largeur si considérable que la formation d'une barre de milieu est possible.

Il faut qu'on poursuive le but suivant : en construisant successivement les sections des digues ou jetées directrices de Kirangunj et d'Achipur, les courbes de la profondeur de 18 pieds doivent être amenées à se rapprocher de plus en plus, et finalement à coïncider tout à fait.

Si ces travaux n'arrivent pas à joindre les deux canaux profonds, ils réduiront toujours le haut-fond qui les divise et n'en laisseront qu'une bande étroite, sur laquelle une drague de Fulta Point pourra opérer dans le sens longitudinal et n'aura pas besoin de la travailler transversalement. Pendant une seule marée l'on pourrait, avec l'outillage disponible, faire disparaître complètement la barre de séparation et ouvrir un canal d'une largeur probable d'un millier de pieds. L'entretien de cette voie ne demanderait annuellement que très peu de nettoyage à la drague.

### Les propositions de l'auteur pour faciliter l'approche de Calcutta se résument donc de la manière suivante :

1<sup>o</sup> Calculer l'alignement nécessaire des rives et les proportions d'élargissement graduel, appliquer ces calculs et arrêter le projet qui en résulte, en observant les principes énoncés plus haut et en se laissant guider par l'adaptation provisoire esquissée dans les plans. Ces derniers ont trait à :

- (a) La rivière Hougli, de Calcutta jusqu'à la rivière Rupnarain.
- (b) La partie inférieure de la rivière Damudar.

(c) La rivière Rupnarain, de l'embouchure jusqu'à la partie supérieure du bassin (après en avoir fait le levé et après études des données ainsi obtenues).

2° Couper la pointe de Fulta, de manière à donner au rivage un alignement représenté par une concave continue, à partir des environs du mouillage de Fisherman's Point jusqu'à Hougli Point.

Cette opération comportera en même temps une rectification des rives, près du signe central indiquant les sillons du banc James-and-Mary. La matière excavée sera répandue sur un terrain situé à proximité (planche II).

3° Ajouter à la pointe Hougli un élargissement dont les contours seront ultérieurement arrêtés et dont les principaux éléments sont indiqués sur le plan.

4° En employant d'une manière combinée : des pilotis, des travaux en fascines et de simples terrassements, construire des épaulements ou jetées d'un devis approprié, du côté opposé de Fulta Point, pour déterminer l'embouchure de la rivière Damudar et un nouvel alignement de la rive droite du fleuve Hougli pour sa partie attenant à ladite embouchure. Le tout conformément aux indications données dans le texte ci-dessus.

5° Construire de nouveaux travaux de même nature aux bancs de sable d'Achipur et de Kirangunj, travaux qui devront être ultérieurement continués et qui, en diminuant, se termineront finalement dans les concaves, des deux côtés du confluent du Moyapur, comme il a été indiqué plus haut.

6° Exécuter des travaux analogues aux sables de Brul, en tout endroit où la nécessité s'impose d'améliorer le confluent du Royapur et de rectifier l'élargissement du lit du Brul.

7° Faire exécuter tout le travail d'excavation, de terrassement (à l'exception de certains travaux préliminaires qui peuvent être exécutés par des ouvriers indigènes), par un outillage construit d'après un devis et formé principalement de machines de dragage hydraulique. Ces bateaux dragueurs seront en même temps aménagés pour travailler sur la partie inférieure du fleuve, en aval de Diamond Harbour.

A la suite de la visite de l'auteur, les Commissaires du port de Calcutta ont envoyé une délégation à Anvers pour assister aux expériences ordonnées par le Gouvernement russe.

Un bateau dragueur, commandé par ces Commissaires et construit par sir W. G. Armstrong, Withworth et C<sup>o</sup>, est en route pour les Indes. Le travail du levé de la rivière de Rupnarain ainsi que des expériences à l'aide de modèles se poursuivent en ce moment.

## D-E

### **Macquarie, Tasmanie et Port-Arthur, Mandchourie.**

Le Port de Macquarie dans la Terre de Van Diémen et Port-Arthur, en Mandchourie, présentent des types de ports de commerce maritime qui sont peu ou point obstrués par les alluvions des rivières. A Macquarie, l'étendue

du port est tellement grande, l'amplitude de la marée est telle que, malgré la faible différence de niveau, des confluent se sont ensablés. Port-Arthur reçoit peu d'eau, mais la profondeur du bassin est quand même diminuée peu à peu par les débris provenant des collines avoisinantes.

Les entrées de ces deux ports sont formées par des chenaux très étroits. A Port-Arthur, il n'existe aucune barre inférieure ou supérieure en forme de courbe, comme à Macquarie. Dans le premier, pour arriver à une amélioration, il est tout simplement question d'enlever 36 millions de mètres cubes d'alluvions faciles à travailler. Jusqu'ici les ingénieurs ont considéré ces projets au point de vue de l'emploi de la drague à godets avec un système de chalands ou de la drague aspirante et porteuse, et ont en conséquence exigé que les alluvions soient emportées jusqu'à la mer. Dans bien des cas, si ces alluvions avaient été placées autour des villes, les marais auraient pu ainsi être remblayés et par conséquent mis en état de donner des profits, et la valeur des terrains ainsi formés aurait suffi depuis longtemps à rembourser tous les capitaux employés.

A Port-Arthur, étant donnée une dépression de terrains inondés par les marées, on peut refouler 65 0/0 du remblai (ce qui s'accorde avec l'expérience de l'auteur) sur la superficie adjacente, soit 24.000.000 de mètres cubes, en remplissant le creux à la cote moyenne de 21,5 (pieds).

Le dépôt des matières draguées au niveau mentionné peut être facilement accompli par le draguage hydraulique. Il resterait 12 millions de mètres cubes qui devront être portés au loin par des bateaux. Au lieu de déposer 6 millions de mètres cubes sur les terrains bas et d'en jeter 30 millions à la mer, il est plus vite fait, à meilleur marché et de façon plus profitable (si on possède des dragues assez puissantes adaptées à ce travail), d'utiliser les terrains bas autant que possible et de porter le minimum en pleine mer. Les travaux en vue de déposer les déblais exigent moins de matériel et peuvent être continués sans arrêt. Les terres ainsi formées pourront être facilement drainées et utilisées. A certaines époques, il devient nécessaire de suspendre les opérations en mer, mais en déposant à terre, les travaux peuvent être continués nuit et jour en toute saison et par tous les temps.

### Port de Macquarie.

(Résumé du rapport Macquarie au Gouvernement de Tasmanie.)

A Macquarie, nous nous trouvons en présence d'un état de choses qui porte préjudice au commerce d'un grand arrondissement minier, dont les gisements magnifiques de terre minière pour l'exportation et de terre minière ordinaire ont à subir une moins-value en raison de ce que les chargements devront être transportés au-dessus d'une barre de 8 pieds de profondeur jusqu'à Melbourne, où ils doivent être chargés sur des navires de grand tonnage pour continuer leur route.

Si on pouvait faire venir directement dans le port lui-même des navires d'un fort tirant d'eau, on ferait une économie dans le coût de fret assez importante pour justifier maintes fois les frais nécessaires.

On a mis à l'étude un projet illustré par le dessin qui accompagne ce rapport. En l'analysant, on s'aperçoit que pour l'amélioration de la barre la plus éloignée, il a été proposé la construction de deux digues, l'une allant vers l'est, l'autre vers l'ouest de l'entrée, et d'une jetée de régularisation supplémentaire à l'extrémité du côté est.

La digue de l'est devrait couvrir la digue de l'ouest. Cette disposition de digues se remarque particulièrement à l'entrée du port similaire à Durban. Dans ce cas spécial, le côté le plus court a dû être prolongé jusqu'à la même longueur que l'autre.

Pour la construction de la digue de l'est, on a proposé de jeter un pont provisoire dont l'arrivée serait ménagée à l'aide de pieux, à travers le chenal navigable, près de Wellington Head. En se plaçant au point de vue le plus favorable, le pont construit dans de semblables conditions deviendra pendant plusieurs années un empêchement sérieux à la libre circulation. Entre les piliers du pont, le courant atteindra une vitesse de 2 1/2 à 5 nœuds à l'heure; et un pont-levis n'ayant que soixante-dix pieds d'ouverture ne peut manquer de porter atteinte à la sécurité de la navigation.

Pour les travaux d'approfondissement de la barre inférieure, on a proposé d'établir comme travaux de rectification un draguage longitudinal de Wellington Head à l'est.

On comptait sur la force du courant pour l'enlèvement de la barre supérieure.

Tandis qu'on a fait entendre qu'on pourrait employer le draguage sur la barre inférieure, aucun calcul n'était fourni à l'appui; on se fiait seulement à l'action du courant qui prendrait sa direction grâce à la jetée dont il vient d'être parlé. Il est imprudent de s'appuyer sur cette méthode, car les exemples analogues ne l'autorisent pas.

C'est un principe absolu qu'il est préférable d'établir à travers la barre intérieure, dans le même chenal, un courant montant et descendant. Pour obtenir un chenal large de 300 pieds et profond de 27 pieds, il est nécessaire d'enlever 2,430,000 « yards » cubes, et pour un chenal profond de 20 pieds : 1,080,000 « yards » cubes. En imposant cette besogne aux courants, les matières transportées seront charriées dans l'axe du chenal, où du reste elles seront emportées. Les résultats d'un tel mouvement sont difficiles à prévoir, il est bien sûr que certains risques en seront la conséquence. Le seul moyen d'y obvier est d'enlever ces matériaux par des moyens qui permettront de les déposer avec méthode, de manière non seulement à ne pas constituer un nouveau danger, mais au contraire à faciliter la navigation.

Il est facile de faire marcher simultanément l'édification du mur intérieur et le draguage du nouveau chenal, et de déposer les matériaux où ils ne pourront pas porter préjudice.

Aucune largeur ni profondeur pour le chenal traversant la barre inférieure n'ont été proposées dans le rapport, qui prônait seulement les travaux de régularisation. On a pensé qu'après un certain temps, un chenal serait creusé et que le port intérieur et l'Océan établiraient un équilibre. La largeur et la profondeur qui pourraient être atteintes n'étaient pas mention-

nées dans le rapport. Les immenses dépôts de cuivre du pays de Lyell demandent aujourd'hui non seulement une profondeur d'eau de 20 pieds pour transporter leurs produits sur les marchés, mais un chenal dont la profondeur suffirait aux navires qui traversent le canal de Suez.

Étant convenu que le draguage est indispensable pour percer un chenal de dimensions convenables à travers la barre inférieure, l'auteur est d'avis que la construction de la digue ou jetée et le draguage devraient être poursuivis simultanément, de façon à économiser la pierre et le temps.

S'il est nécessaire de creuser dès à présent ce chenal de façon qu'il atteigne une profondeur de 20 pieds, l'utilité sera encore bien plus grande d'atteindre la profondeur nécessaire en vue du développement futur du port et des mines.

Quant au principe des jetées pour l'amélioration de la barre extérieure, l'auteur est d'avis qu'on ne peut dire d'une façon générale que ce système peut être appliqué à tous les ports, et à celui-ci particulièrement.

A plusieurs des endroits cités, notamment à l'embouchure Sulina du Danube, à l'embouchure du Mississipi, à Galveston (Texas), et à d'autres endroits encore, le draguage a été employé pour suppléer aux jetées afin de maintenir la profondeur qu'exigent les navires actuels. Galveston (Texas) offre un parallèle au port de Macquarie en raison d'une variation semblable de la marée et de l'étendue des deux ports inférieurs.

Le port de Liverpool a été rendu accessible sans digue à force de creuser dans le fond sablonneux de l'embouchure de la rivière Mersey. Il y a vingt ans, on avait pensé que New-York pourrait être rendu accessible aux plus grands navires en employant seulement le système des jetées. Ce système aurait coûté 1 million de livres sterling ou davantage. Mais, après des expériences pratiques de draguage hydraulique, cette dépense a été reconnue inutile, et, à la dernière session du Congrès des États-Unis, une somme a été votée et un contrat signé pour atteindre dans les canaux de Sandy-Hook une profondeur de 40 pieds par simple draguage.

A Durban (Afrique du Sud), nous rencontrons un exemple frappant de jetées qui sont assez semblables à celles de Macquarie.

On a remarqué là que les bancs de sable avançaient sensiblement et continuellement vers la mer, au fur et à mesure que les jetées progressaient.

On est arrivé à la conclusion qu'il faut se fier presque entièrement au draguage.

Sir Charles Hartley et sir John Wolfe-Barry ont décidé, après un examen approfondi, que les meilleurs résultats seraient obtenus par voie de draguage, et le Gouvernement du Natal s'est pourvu d'une flotte puissante de dragues, qui a démontré péremptoirement ses avantages; sans ce système, les récents événements auraient pris une autre tournure dans le Sud de l'Afrique.

Il est à remarquer qu'à Macquarie, il se trouve un banc de sable sur la ligne de l'entrée du port projeté. Si une nouvelle barre était créée en face de la nouvelle entrée (ainsi que cela est probable et comme cela a lieu à Durban), elle serait renforcée par la présence de ce banc et le danger se



trouverait au delà de la zone protégée par la pointe Sorrell. Remédier à ce danger par draguage, ou par une extension plus grande des digues, serait chose difficile, en raison des grosses mers qu'on trouve sur cette partie du continent.

Il est un principe établi relativement à ces barres: c'est qu'un chenal profond placé dans une telle direction que la marée y monte et descende normalement, si la profondeur est suffisante, restera presque toujours le même et conservera sa largeur et sa profondeur; à moins de circonstances ou événements extraordinaires, résultant de troubles atmosphériques, tels que des vents forts et prolongés venant du côté de la mer.

Une autre cause de la formation de banes dans un semblable chenal est fournie par des matières du littoral amenées par les vents ou les marées. Il n'est pas possible d'empêcher absolument ces inconvénients, mais il a été remarqué que ces matières ne s'étalent pas au delà de la laisse de mer basse. On a observé aussi que la force des courants du littoral qui font mouvoir les sables sera d'autant plus faible que les canaux sont plus profonds. Le grand volume d'eau de la marée dans son flux et son reflux suffirait, aidé par des draguages annuels, à enlever toutes ces matières qui ont pénétré dans le port par l'action des vagues et de la marée.

En analysant le projet de Macquarie pour le draguage, il est évident que le matériel devra être construit en vue de :

1° Maintenir et améliorer la navigation actuelle;

2° Creuser entre l'alignement des digues, ultérieurement fixé, en agrandissant systématiquement la voie d'eau à travers les barres inférieure et supérieure ;

3° Enlever les dépôts tellement vite qu'on conservera sûrement le port ouvert ;

4° Conduire les travaux simultanément, ou suivant un programme bien arrêté, dans les deux barres, et réaliser ainsi progressivement la formation du chenal profond.

Les travaux de la barre intérieure exigent un matériel capable de jeter les matières retirées au delà des bords de la rivière ou susceptible de les étendre dans un endroit peu profond à une certaine distance du chenal, de façon qu'elles ne puissent plus y revenir.

Les travaux à la barre extérieure demandent un matériel susceptible de charger ses propres récipients et d'aller les vider en pleine mer, ou bien de les déverser dans l'eau calme à l'aide de tuyaux portés sur des pontons, dans lesquels les sables sont amenés dans des zones déterminées, ou encore directement, sans pontons, de les déverser dans d'autres zones dans les eaux agitées.

L'opération consistant à enlever les dépôts accumulés à la suite d'un orage exige que le matériel soit susceptible de se vider des deux côtés. Ainsi la voie navigable se trouvera réouverte par un matériel garantissant l'enlèvement du maximum de matières et en les refoulant assez loin des deux côtés. Ce

projet combiné est expliqué par le plan. Afin de se garantir autant que possible contre les accidents, deux dragues de ce type sont projetées.

Les matières retirées de la barre supérieure pourront être déversées pendant que le dragage progresse en trois manières différentes, suivant les circonstances :

1° Elles peuvent être chargées sur le côté, dans des récipients installés à cet effet, et déchargées en pleine mer ;

2° Elles peuvent être déchargées par un tuyau de chaque côté du chemin creusé, ou dans de l'eau profonde de chaque côté de la barre

3° Elles peuvent être déchargées directement de la drague au niveau de l'eau de chaque côté, quand une ebbe assez rapide descend vers la mer, pour qu'elles soient ainsi portées en pleine mer.

Le premier de ces systèmes est le plus normal. Le deuxième ne peut être employé que par une mer calme. Le troisième peut être employé en cas de nécessité, afin de pouvoir obvier aux inconvénients d'un mauvais temps prolongé.

Les matières enlevées de la barre inférieure devraient être déposées à terre, en prenant des précautions pour empêcher le retour de ces matières dans le chenal ou pour empêcher leur circulation à l'entrée du chenal.

## F

### Ports et rivières du Queensland.

#### RÉSUMÉ D'UN RAPPORT PRÉSENTÉ AU GOUVERNEMENT DE QUEENSLAND (1898).

« Advance, Australia », est le mot d'ordre de ce grand continent. La prospérité y est aujourd'hui si répandue que, dans ses parties les plus reculées, l'amélioration de la navigation est à l'ordre du jour. A Fremantle, à Port-Adélaïde, à Melbourne et à Sidney, les habitants ont apporté une intelligente activité à satisfaire aux besoins de la navigation.

Les ports de New South Wales, de Victoria et de l'Australie de l'Ouest et du Sud sont aux prises avec des difficultés matérielles ; mais elles sont moins à redouter que celles qui existent dans le Queensland. Si cette colonie ne se place pas au premier rang des colonies anglaises, c'est du moins, comme pays, un des plus attrayants du globe.

L'auteur a eu l'occasion d'étudier personnellement pour le Gouvernement huit de ces ports et rivières, et de formuler des projets pour leur amélioration. Il a été chargé également de fournir l'outillage nécessaire à l'exécution des plans d'extension acceptés par le Gouvernement et par les Conseils maritimes.

Les centres peuplés et commerciaux du Queensland se trouvent aux meilleurs points et aux points les plus navigables des différentes rivières. Celles-ci prennent leur source dans les hauteurs avoisinantes et se jettent dans une mer semée d'îles derrière la grande barre, qui elle-même sauvegarde l'Australie du nord-est des grandes vagues du Pacifique. Ces rivières ne contiennent que peu d'eau douce et aux abords des villes se forment de petites baies en eau calme. Mais quelquefois, dans la saison des

pluies, de gros orages et des cyclones s'abattent sur les côtes, de façon si violente que parfois la chute d'eau s'élève à 34 pouces en 24 heures. Alors, les rivières se transforment en torrents, qui masquent les marées.

De petits canaux construits laborieusement par de petites dragues, après des années d'efforts, peuvent être détruits en un seul jour; cet effet est plus désastreux pour la navigation qu'une guerre maritime.

Afin de détourner de semblables catastrophes commerciales, l'auteur est aujourd'hui occupé à terminer dans les usines de sir William Armstrong, Whitworth et C<sup>o</sup>, à Newcastle-on-Tyne, les plus puissants, les plus solides gardes capables de veiller à la fortune commerciale d'un peuple.

Ils sont trois, composant ensemble une puissance de 10,000 chevaux et pouvant, en cas de besoin, fournir un effort incomparable. Si un déluge, comme en 1893, paraît à nouveau dans la rivière de Brisbane avant l'achèvement des travaux, les matières amassées par cette catastrophe pourront être enlevées en onze jours au lieu de trois ans ou davantage, car, malgré une flotte innombrable de petites dragues, on n'a pu arriver complètement à ce résultat à l'expiration des trois années!

On construit des jetées ou digues qui régulariseront le cours des rivières dessinés d'après les derniers principes de l'amélioration des rivières appliqués de façon si remarquable par le Nestor des ingénieurs de navigation, M. Franzius de Brême.

Les dragues rejeteront les déblais derrière ces jetées et assureront ainsi la libre navigation pour les navires qui montent et descendent.

## G

### Curage des barres dans les rivières.

Les barres dans les rivières peuvent être classées ainsi, d'après leurs causes :

1° Barres d'obstruction qui peuvent être créées par des navires coulés ou des rochers, ou des pierres difficilement détruites par les eaux;

2° Barres d'expansion occasionnées soit par l'élargissement anormal du profil, soit par l'expansion du courant qui se forme dans une courbe.

Les barres qui obstruent les rivières sont ordinairement du type des barres traversant le lit du fleuve. Quelquefois, elles sont simples, quelquefois coupées en îlots par les courants.

Une barre simple est tout simplement formée d'une bande de sables submergée. Cette bande de sable, en coupe longitudinale, a une pente à partir de l'extrémité inférieure de la concavité supérieure jusqu'à la ligne qui forme le bord de la fosse profonde de la concavité opposée.

Lorsqu'une barre est compliquée par des voies d'eau de chaque côté, il est désirable d'arrêter la déviation des eaux. Dans ce cas une drague bien construite peut être utilement employée. En attaquant une barre principale par des dragues les opérations peuvent être conduites : 1° en montant le fleuve seulement; 2° en le descendant seulement; 3° dans les deux directions alternativement. Les mouvements pour monter sont mieux faits dans des lignes droites, pour descendre en ligne droite ou en papillonnant. Si une barre doit être attaquée par une drague papillonnante, il vaut mieux

commencer à plusieurs centaines de pieds en amont de la crête de la barre et manœuvrer pour prendre le plus possible de matières de la crête dans le minimum de temps.

Le fleuve lui-même fera mieux sa partie du travail d'enlèvement en descendant en torrent vers l'ouverture, mais la drague devra être assez puissante pour avancer en creusant toujours profondément. Si la cuvette faite par la drague est remplie tout de suite dans son lit par le fond mouvant du fleuve, on peut être assuré que la drague est impuissante à faire le travail.

La valeur de ce système d'attaque n'a pas été assez démontrée comme elle le mérite, mais elle a été employée avec succès par l'auteur dans des opérations de moindre importance. On peut employer ou une drague à godets ou une drague à succion, mais celle-ci doit être d'une très grande puissance, creusant une route de 150 à 200 pieds de large; elle devra posséder un système de tuyaux de refoulement dans le sens du courant, autrement la ligne des pontons est difficile à manœuvrer à cause du courant.

La drague à godets est ordinairement si petite et son travail si faible qu'il faut un temps très long avec elle pour supprimer une barre, et sa méthode intermittente d'attaque ne profite pas de l'impulsion entraînée du courant. Les avantages des dragues hydrauliques et leur coût comparés aux autres dragues ont été mal compris.

Le travail fait par des dragues à godets est mesuré en comptant les godets ou en comptant les bateaux remplis.

Dans le cas de la drague hydraulique, il est très difficile d'estimer le travail effectué si ce n'est dans l'eau tout à fait calme, car il existe un facteur négligé d'une façon étonnante par ceux qui prétendent se connaître en hydraulique fluviale.

Mesurer la matière retirée par une drague hydraulique travaillant sur des barres en tenant compte de l'avancement pied par pied, ou la mesurer en tenant compte du prisme apparemment enlevé, est une entreprise tout à fait fallacieuse. Le volume de matières actuellement extrait par la machine est composé de deux éléments :

- 1° Le volume à mesurer par la surface attaquée et l'avance par minute.
- 2° Le volume apporté à la succion par le courant.

Ceci peut être estimé en partie quand nous disons que dans le cas de chacune des deux dragues Volskaïa, un courant d'eau de 6 pieds par seconde, large de 31 pieds et profond de 5 pieds ou plus, traverse continuellement le chenal de succion, portant avec lui un tant pour cent de sable; ce sable, en partie roulé sur le fond et en partie suspendu, peut s'élever de 1 à 5 0/0. Il résulte de ces chiffres qu'une quantité de 3 0/0 équivaldrait à un yard cube par seconde et il y a beaucoup de perte des deux côtés. Pour avancer, la drague devra absorber beaucoup de matière venant dans le rayon de sa succion, par conséquent l'avance est moins rapide que dans l'eau calme. Ce qui a été dit explique le fait que tandis que les dragues hydrauliques essayées sur l'Escaut et le Mississipi avancent rapidement, leur marche a été bien moins rapide lorsqu'elles ont attaqué une barre transversale, bien que leur puissance ne fût aucunement diminuée.

L'avance est ralentie essentiellement par le volume amené à la suction par le courant du fleuve et elle varie en conséquence.

Le sommaire suivant, extrait d'un rapport du Gouvernement des États-Unis sur les travaux d'une saison sur les barres du Mississipi, établit la comparaison entre le produit apparent et la puissance enregistrée des quatre dragues employées; tandis que la largeur du champ de suction différait pour chaque drague, les parties creusées ont été les suivantes :

Longueur totale . . . . .	155.000 pieds.
Largeur moyenne. . . . .	31 —
Profondeur moyenne. . . . .	3.5 —

Quantité extraite en apparence : .

$$\frac{155.000 \times 3.5 \times 31}{27} = 622,870 \text{ yards cubes.}$$

La puissance enregistrée des pompes des quatre dragues était de 6,000 yards cubes par heure de travail.

Ce total est à peu près la moitié de la moyenne des essais officiels des machines. Le nombre total d'heures employées à draguer était de 3,115. La quantité extraite évaluée suivant les données officielles serait de 18,690.000 yards cubes. La proportion entre ce qui a été retiré en apparence et la puissance enregistrée paraît être de 1 à 30.

L'auteur n'a aucune raison de mettre en doute l'exactitude de ces chiffres parce que les dragues, entre les mains de maîtres dragueurs avec des équipages expérimentés, pourraient même très bien atteindre les moyennes déjà obtenues aux essais officiels, qui sont le double des estimations ci-dessus.

Évidemment, pour établir une comparaison de frais et de puissance en unités cubes entre les types hydrauliques et les types de dragues à godets, il faudra tenir compte de la différence entre le volume à extraire d'après les calculs sur les profils et le volume réellement enlevé d'après les essais officiels.

Tableau en résumé des résultats des essais des dragues avec quelques détails des manoeuvres, rédigé d'après le rapport annuel du secrétaire de la Guerre des États-Unis, 1899, et des essais faits, par les Gouvernements Russe et Belge, des dragues du système Bates pour le fleuve Volga.

	DRAGUES AUX JETS D'EAU FLEUVE MISSISSIPPI		"ZETA" Sable et argile	DRAGUE "DELTA" avec "cutters" horiz. oniaux fleuve Mississippi	DRAGUES "VOLGA" du système BATES avec "cutters" verticaux	
	"GAMMA" et "EPSILON" Sable	Sable			Sable	Sable et argile
Largeur moyenne de la succion (pieds).	19	20.3	20.3	33.6	32	32
Numéro de tranches faites. . . . .	8	4	6	4	7	1
Longueur de tranches (pieds) . . . . .	4566	2015	1785	2711	5482	1008
Temps passé pendant le draguage (heures).	45.50	24.83	62.92	27.38	6.89	1.2
Avance moyenne par heure (pieds). . . . .	100.3	81	28.4	99	795	840
Profondeur moyenne de la couche. . . . .	7.16	9.6	20.6	6.55	2.38 à 5.66	2.68
Vitesse moyenne de la pompe (R. P. M.)	150	178	179	140.9	150	155
Débit total « yards cubes » . . . . .	46856	32407	40991	34462	21169	3057
Moyenne par heure « yards cubes » . . . . .	1008	1306	652	1259	3072	2550
Longueur moyenne de la décharge (pieds)	750	1000	250-600	1000	700	700
Diamètre de la décharge (pouces). . . . .	33	33	33	34	33	33
Avance par heure équivalent (32' × 3') . . . . .	283.5	367.3	183.4	334.4	863.7	717.2



## TABLE DES MATIÈRES

---

- I. Introduction.
  - II. Point de vue universel.
  - III. Point de vue national.
  - IV. Point de vue technique.
    - A. Dragues hydrauliques de grande puissance.
    - B. Projet à l'embouchure du Volga.
    - C. Amélioration au fleuve Hougli, les Indes.
    - D. Port de Macquarie, Tasmanie.
    - E. Port-Arthur, Mandchourie.
    - F. Les fleuves et les ports de Queensland.
    - G. Curage des barres transversales des fleuves.
    - H. Tableaux en résumé des essais.
- 

## PLANCHES

- I. L'embouchure du Volga.
- II. Projet Bates concernant le fleuve Hougli.
- II *bis*. Projets divers concernant le fleuve Hougli.
- III. Profils divers du fleuve Hougli.
- III *bis*. Croquis du fleuve Hougli à Hougli Point.
- IV. Port Macquarie.
- IV *bis*. Drague suceuse, refouleuse et porteuse, système Bates.
  - V. Drague pour le Gouvernement de Queensland "Hercules", système Bates.
  - V *bis*. Drague pour le Gouvernement de Queensland "Hercules", —  
Bates.
  - VI. Drague pour le Gouvernement de Queensland "Sanson", —  
Bates.
  - VI *bis*. Drague pour le Gouvernement de Queensland "Sanson", —  
Bates.
- VII. Dragues aspiratrices anciennes et modernes.

TABLE DES MATIÈRES

Imprimerie PAUL DUPONT, 4, rue du Bouloi, Paris. — 1062.7.1900.

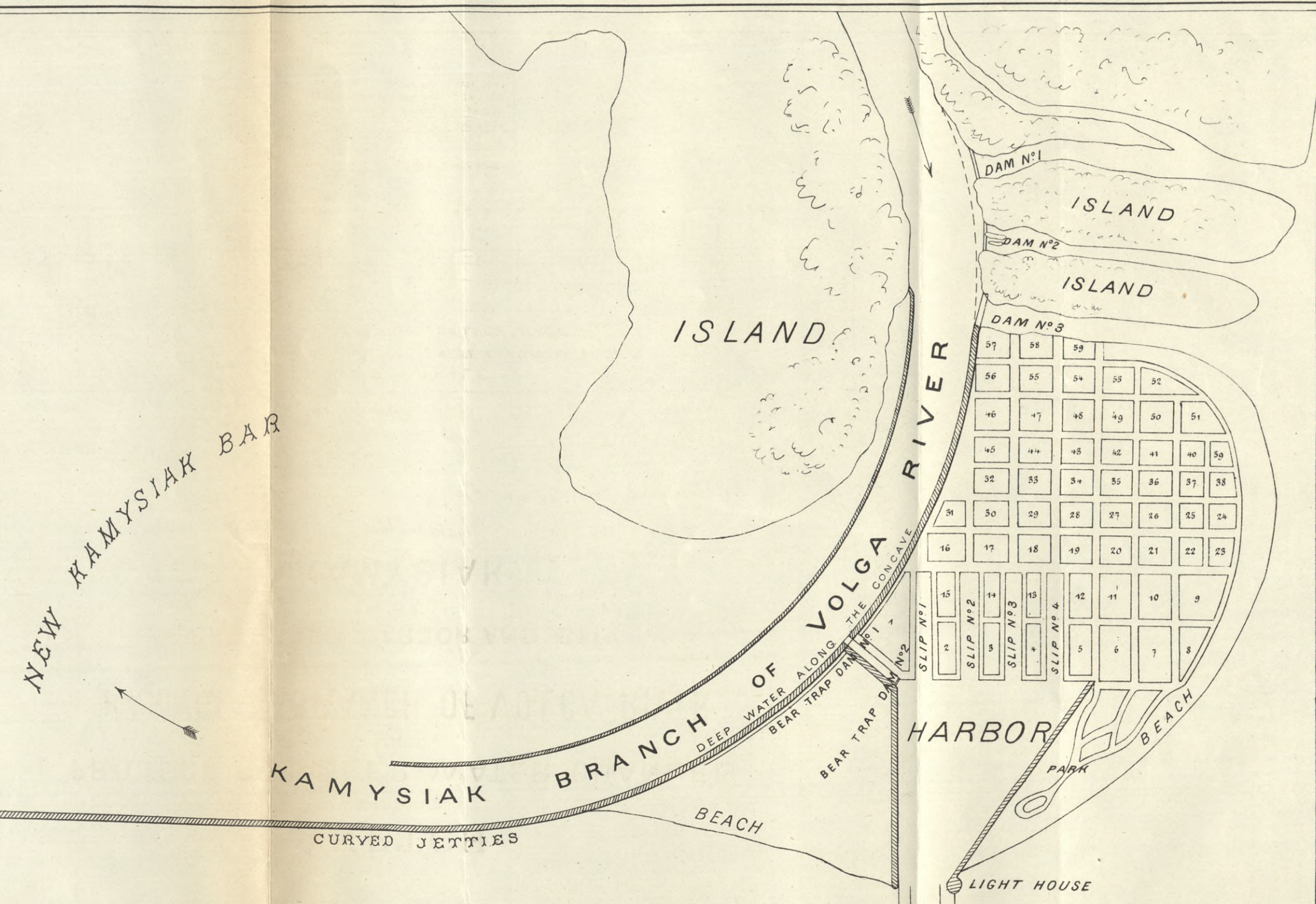
PLANCHES

- I. Les fondations de la ville.
- II. Les plans cadastraux de la ville.
- III. Les plans de la ville.
- IV. Les plans de la ville.
- V. Les plans de la ville.
- VI. Les plans de la ville.
- VII. Les plans de la ville.



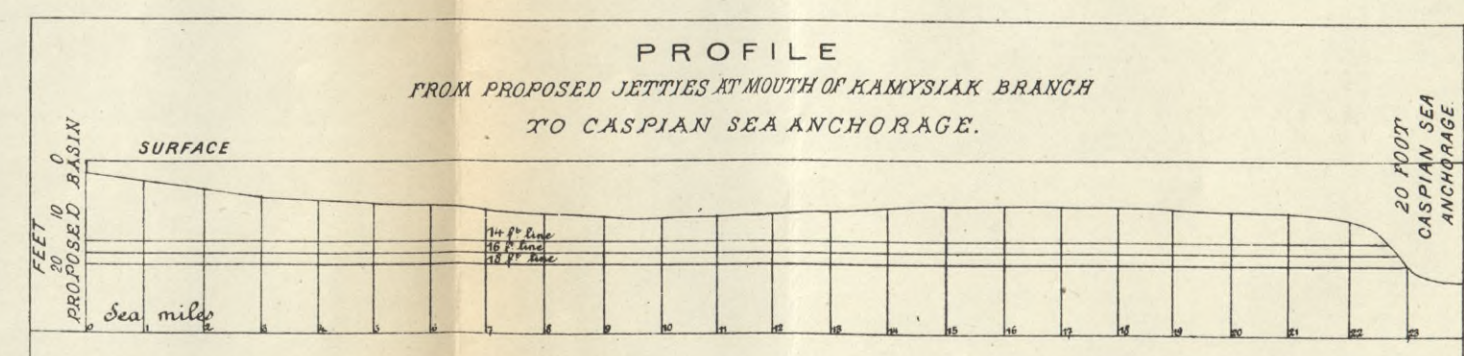
**MAP**  
 WITH  
**PROFILE AND PLAN**  
 OF  
 PROPOSED  
 FOR  
**A DEEP-WATER CHANNEL**  
 TO THE  
**VOLGA RIVER**  
 FROM THE  
**CASPIAN SEA**  
 VIA THE  
**KAMYSIAK PASS,**  
 PREPARED BY  
**LINDON W. BATES.**  
 January 1898.

*Lindon W. Bates*



CASPIAN SEA

**SKETCH**  
 SHOWING  
**PROJECT FOR DEEP-WATER CHANNEL**  
 INTO  
**KAMYSIAK BRANCH OF VOLGA RIVER,**  
 ALSO  
**PROPOSED HARBOR AND CITY**  
 OF  
**KAMYSIAK.**  
 January 1898.



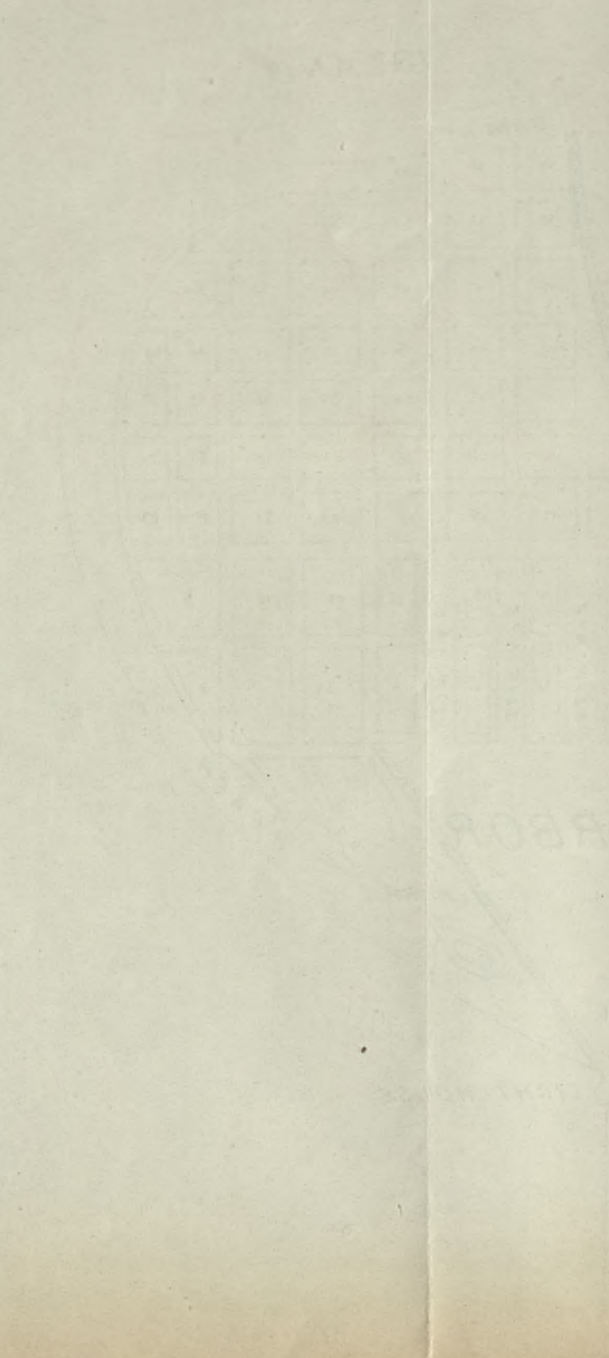
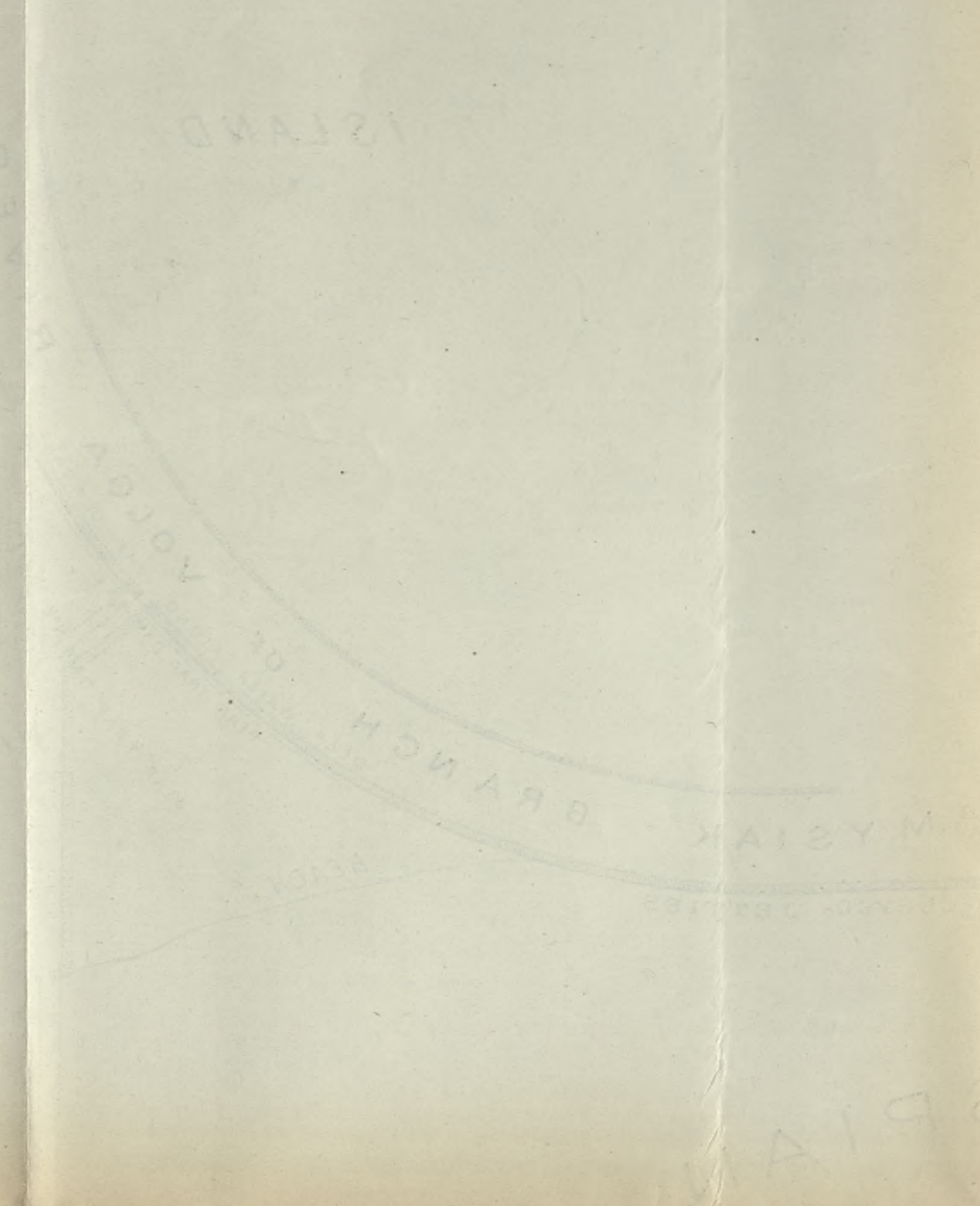
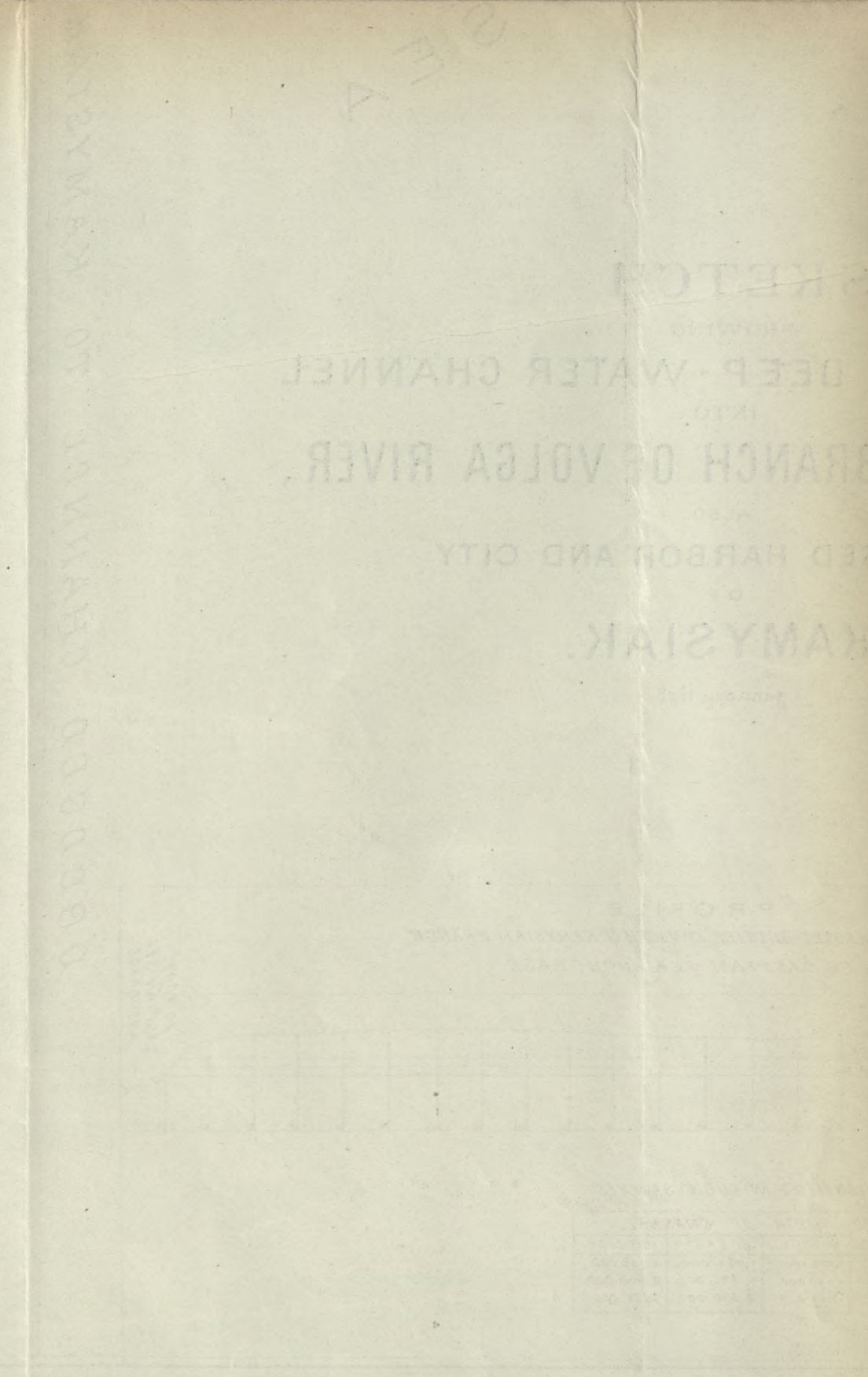
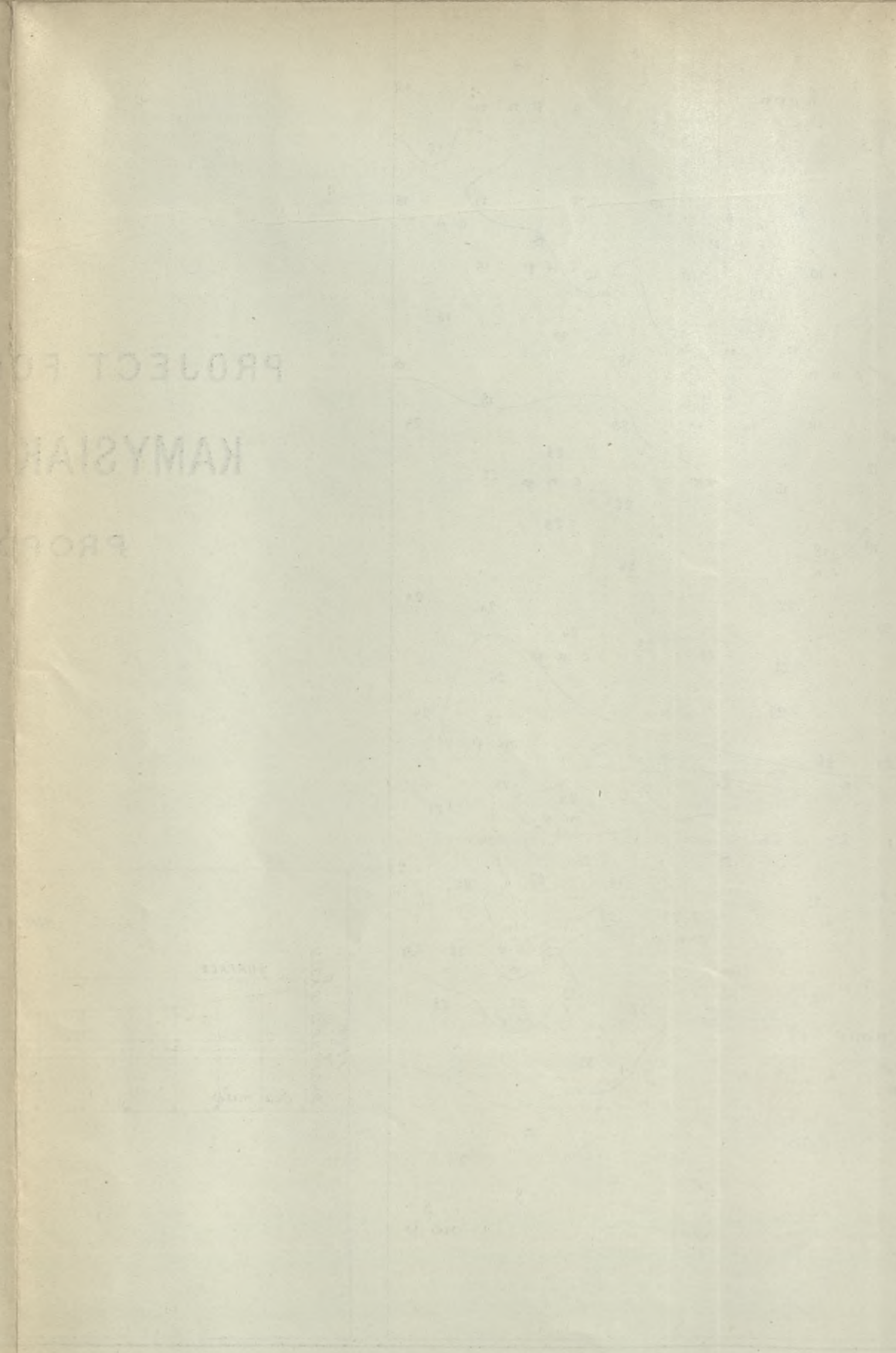
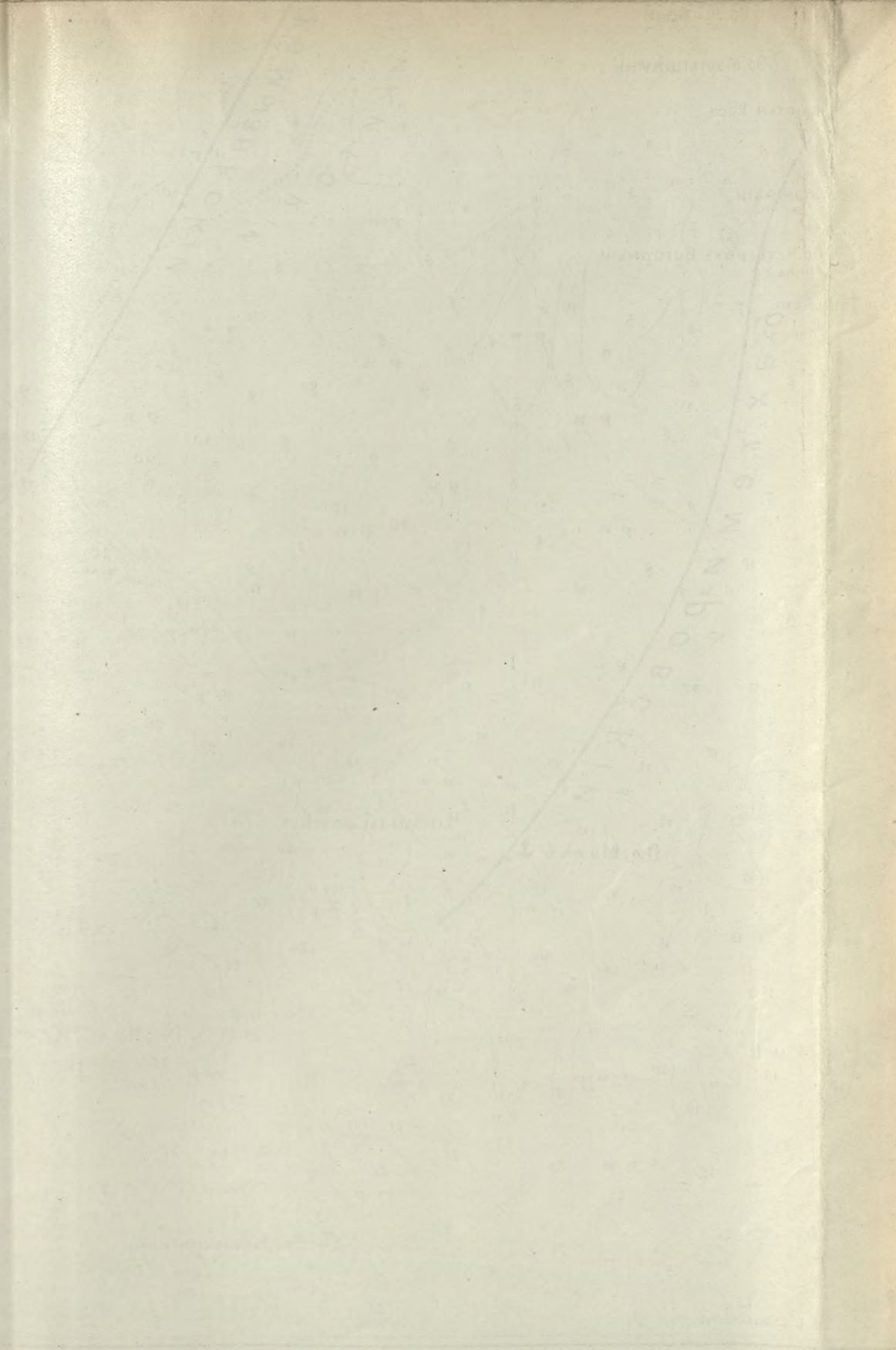
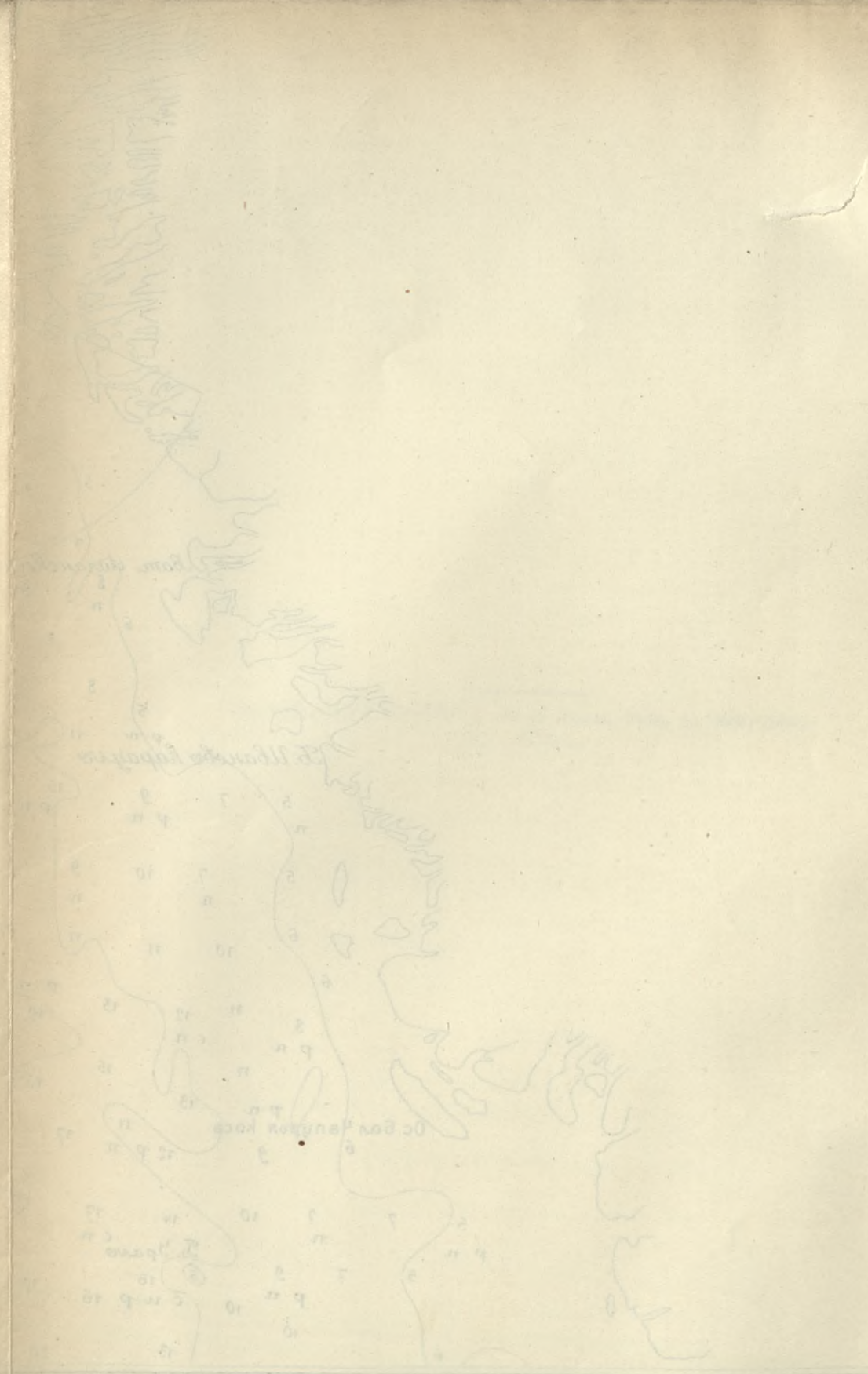
QUANTITIES IN CUBIC SAGENES

DEPTH	60 SAGS	80 SAGS	100 SAGS
14'	1,035,000	1,464,000	1,798,000
16'	1,350,000	1,884,000	2,560,000
18'	1,725,000	2,580,000	3,251,000

DREDGED CHANNEL TO CAMYSIAK

DEPTH 14 TO 18 FEET

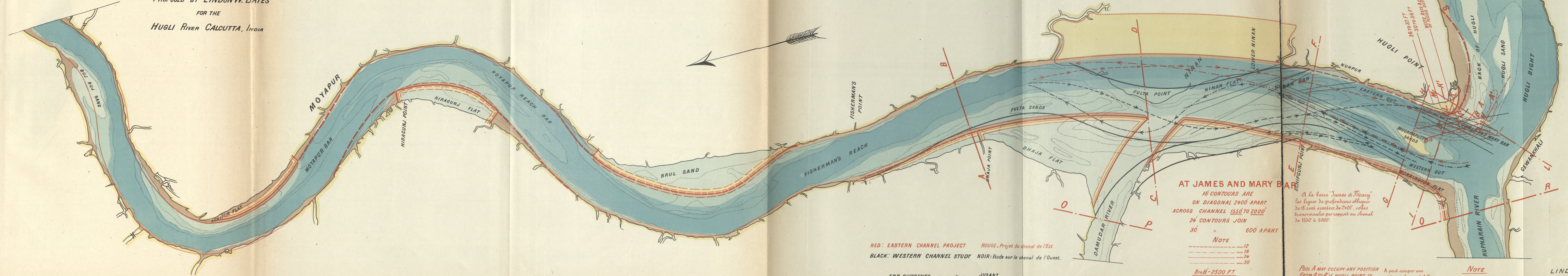
MAP  
PROPOSED  
DEEP-WATER CHANNEL  
TO THE  
VOLGA RIVER  
FROM THE  
CASPIAN SEA  
AT  
KAMYSIAK PASS  
SHOWING  
PROPOSED ROUTE



# BATES PROJECT

Scale: 1:36,330

SKETCH PLANS  
OF  
IMPROVEMENTS  
PROPOSED BY LINDON W. BATES  
FOR THE  
HUGLI RIVER CALCUTTA, INDIA



RED: EASTERN CHANNEL PROJECT ROUGE: Projet du chenal de l'Est.  
BLACK: WESTERN CHANNEL STUDY NOIR: Etude sur le chenal de l'Ouest.

EBB CURRENTS --->--- JUSANT  
FLOOD CURRENTS ---<--- FLOT

NOTE  
IF A MOVES 500 FT B IS CUT OFF  
Si A se meut 500 pieds B sera enlevé en partie.

### AT JAMES AND MARY BAR

18 CONTOURS ARE  
ON DIAGONAL 2400' APART  
ACROSS CHANNEL 1550' TO 2000'  
24 CONTOURS JOIN  
30 " 600' APART

NOTE  
12  
18  
24  
30  
B to B = 2500 FT  
CONTOURS  
FUTURE

À la barre 'James et Mary'  
les lignes de profondeurs obliques  
de 18 sont espacées de 2400', celles  
transversales par rapport au chenal  
de 1550' à 2000'.

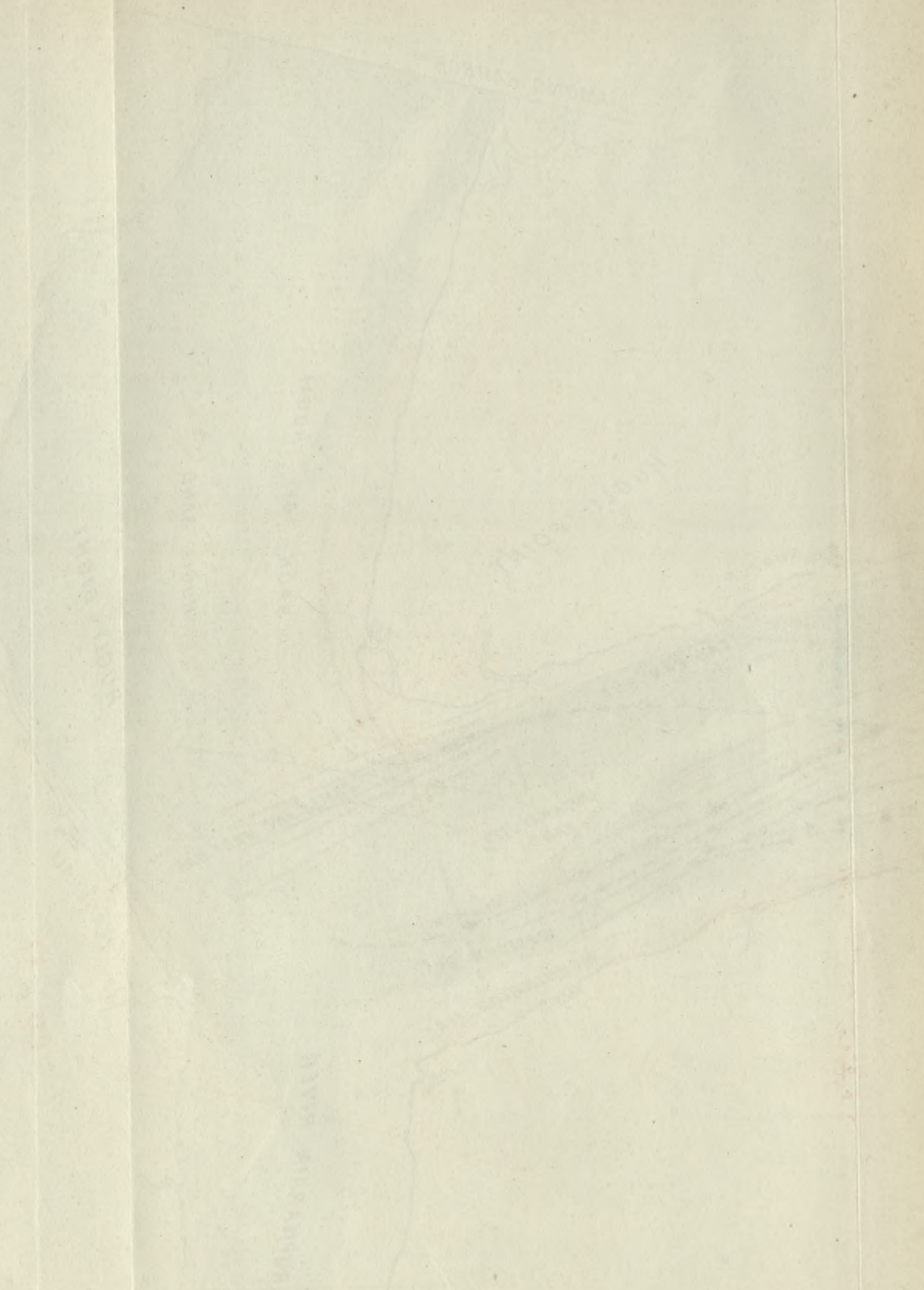
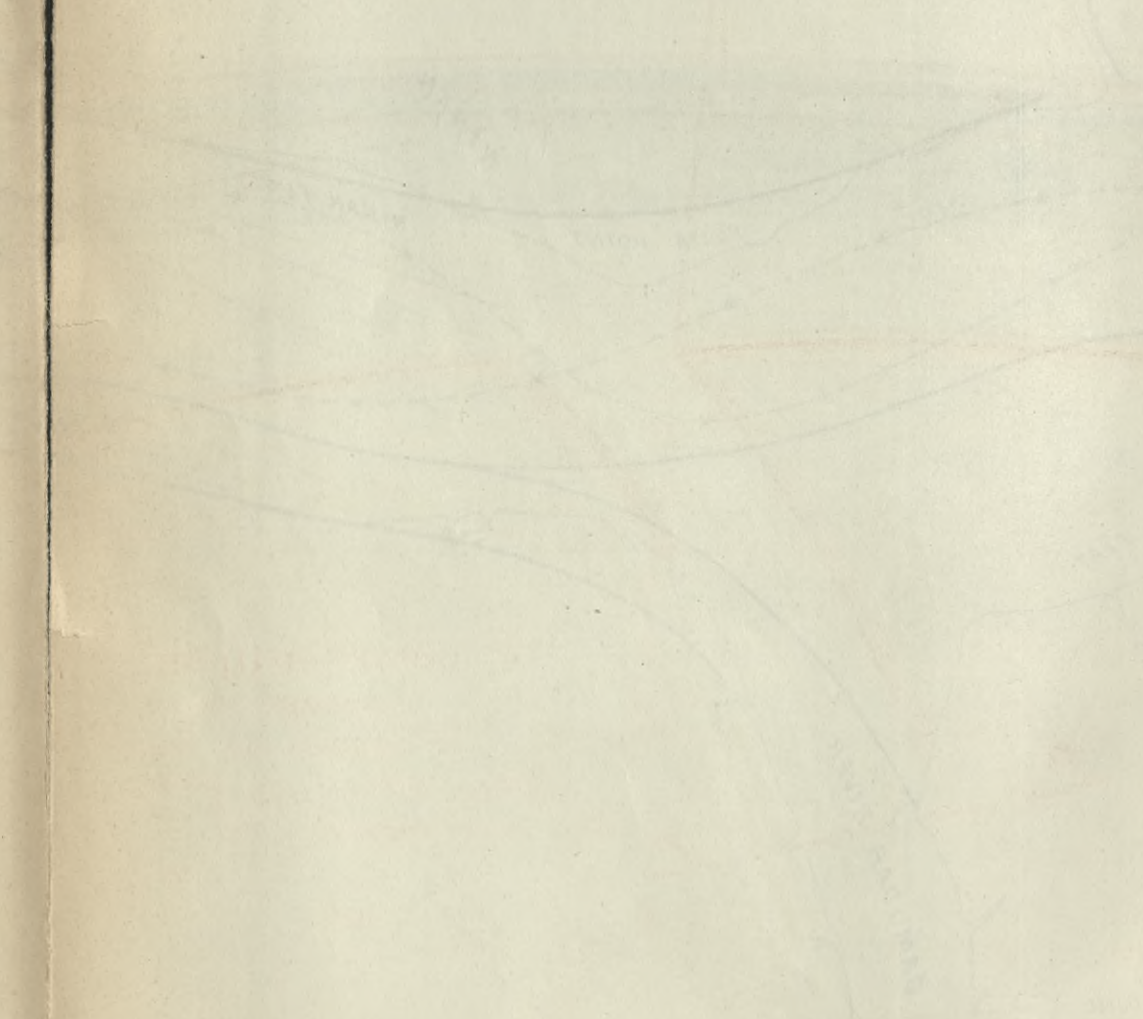
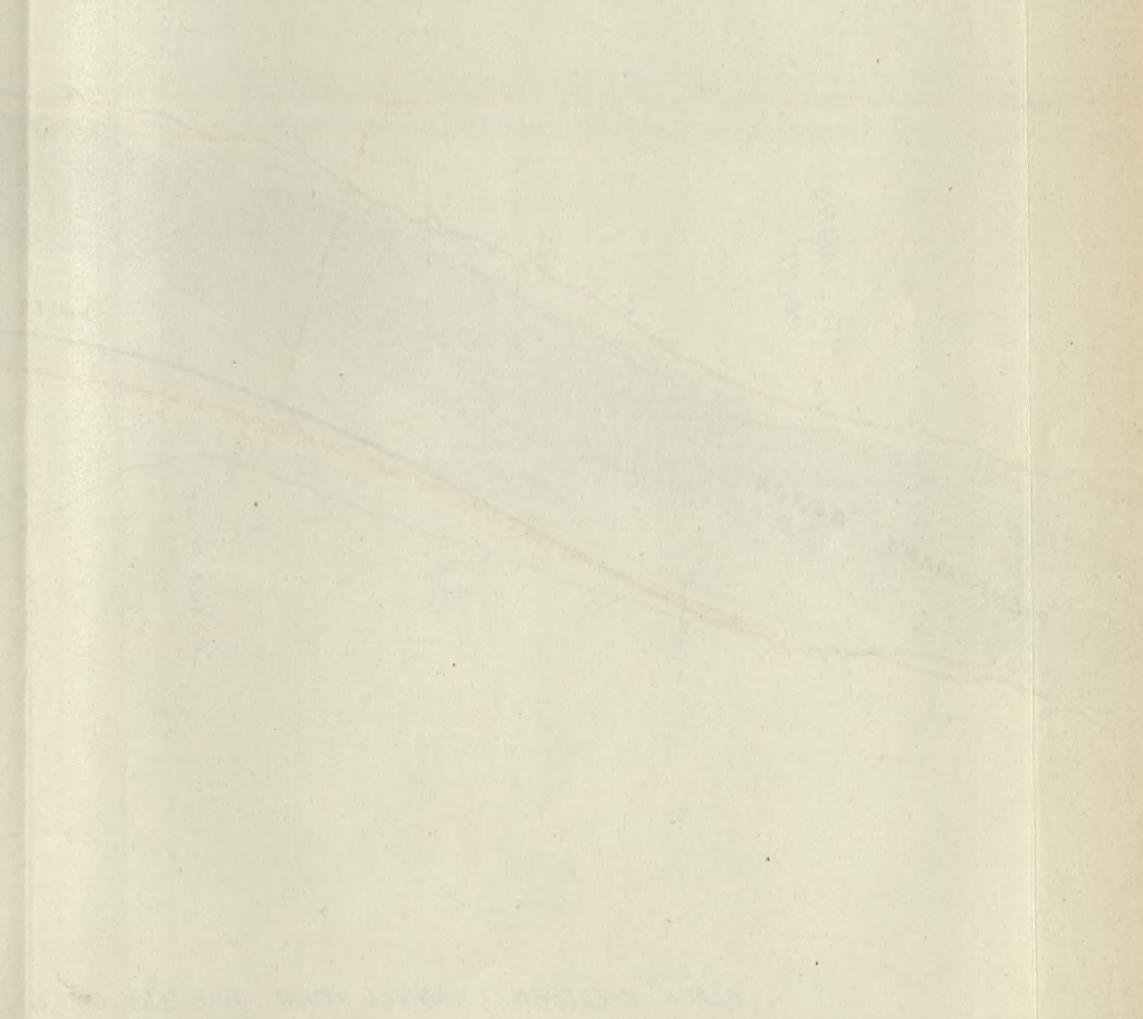
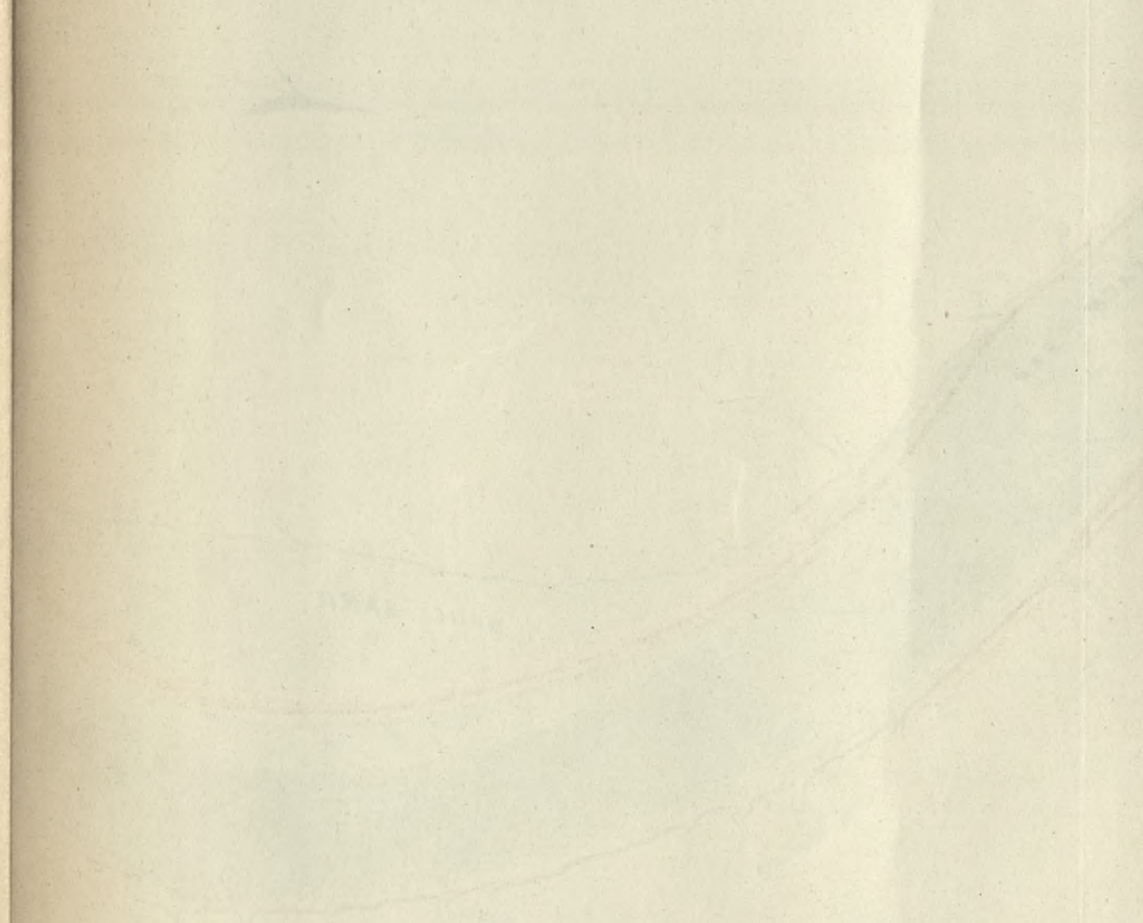
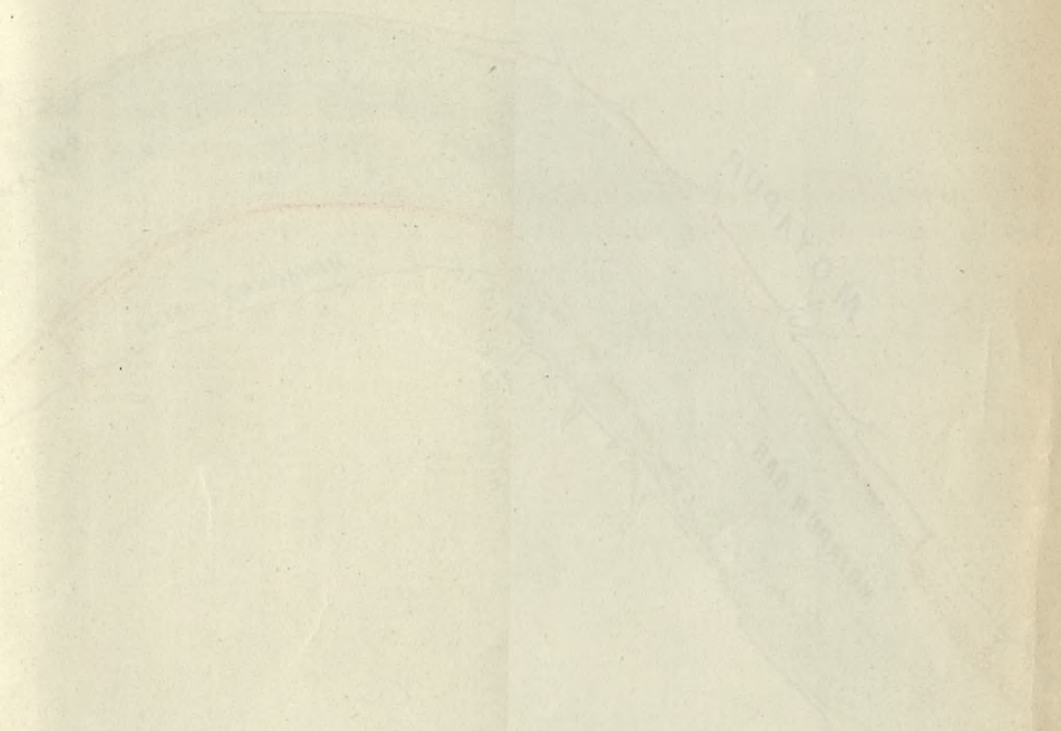
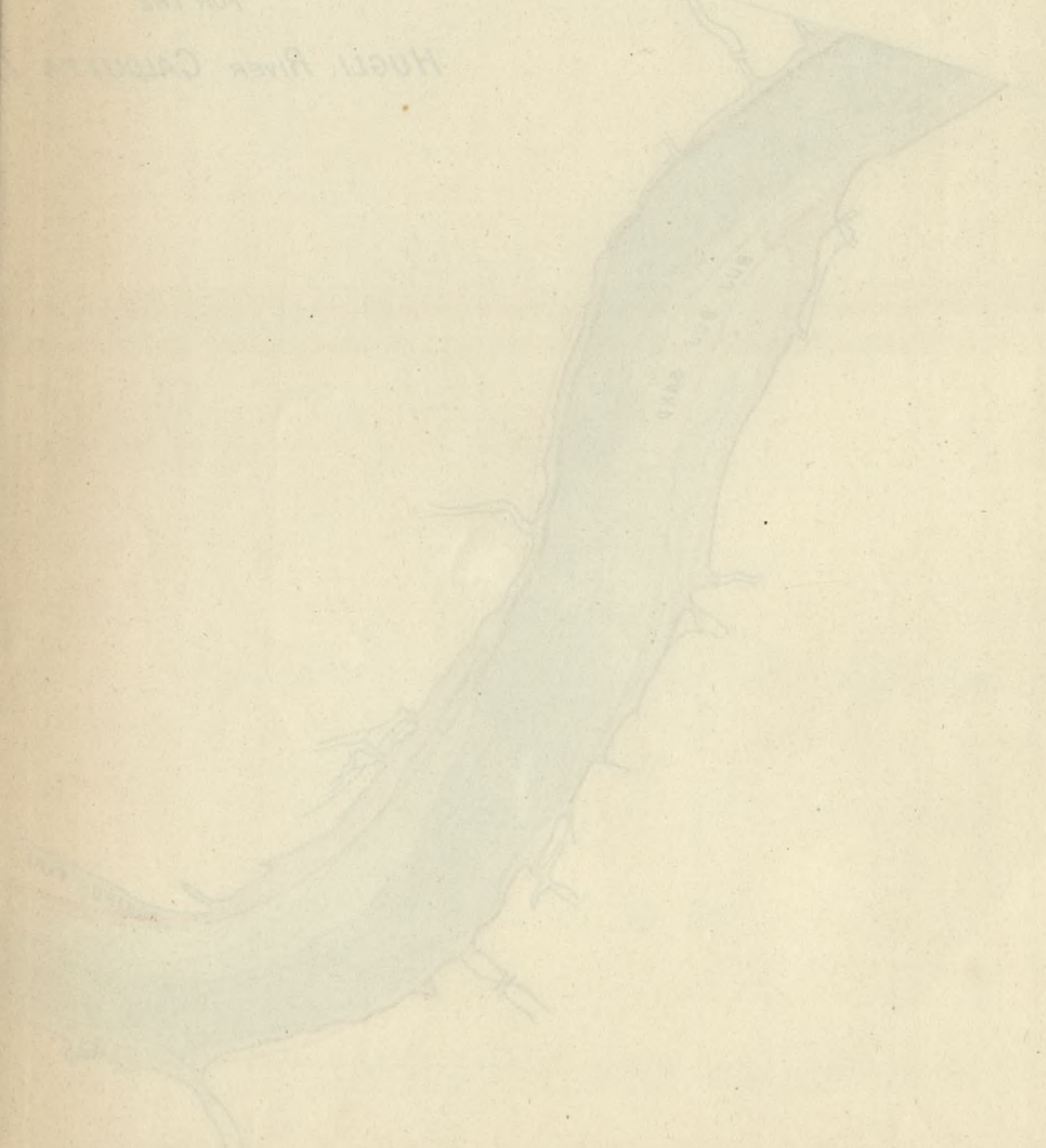
POOL A MAY OCCUPY ANY POSITION  
FROM A TO A' IF HUGLI POINT IS  
BUILT OUT  
IF N<sup>o</sup> 1 OR N<sup>o</sup> 2 WALL IS BUILT IT  
WILL BE AT A' OR DISAPPEAR MERGING  
INTO SOUTH CONCAVE.  
A peut occuper une  
position quelconque de A  
à A' si 'Hugli Point' est avancé.  
Si le mur n<sup>o</sup> 1 ou n<sup>o</sup> 2 est  
construit A se trouvera à  
A' ou il disparaîtra en  
s'avançant dans le Sud.

NOTE  
PRESENT FLANK 4450' (P.P.)  
FUTURE " 2500' (J.P.)  
EXPOSED TO FLOOD TIDE  
ADVANCING HUGLI BACK SANDS.

Flanc actuel 4450' (P.P.)  
futur 2500' (J.P.)  
Exposé au flot qui fera avancer 'Hugli Back Sands'.

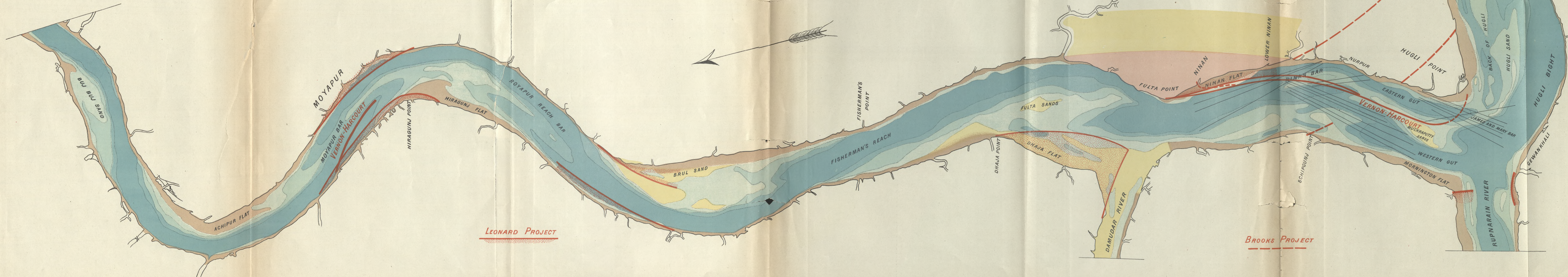
LINDON W. BATES

SKETCH PLANS  
of  
Improvements  
Proposed at Lincoln  
for the  
Hudson River Canal



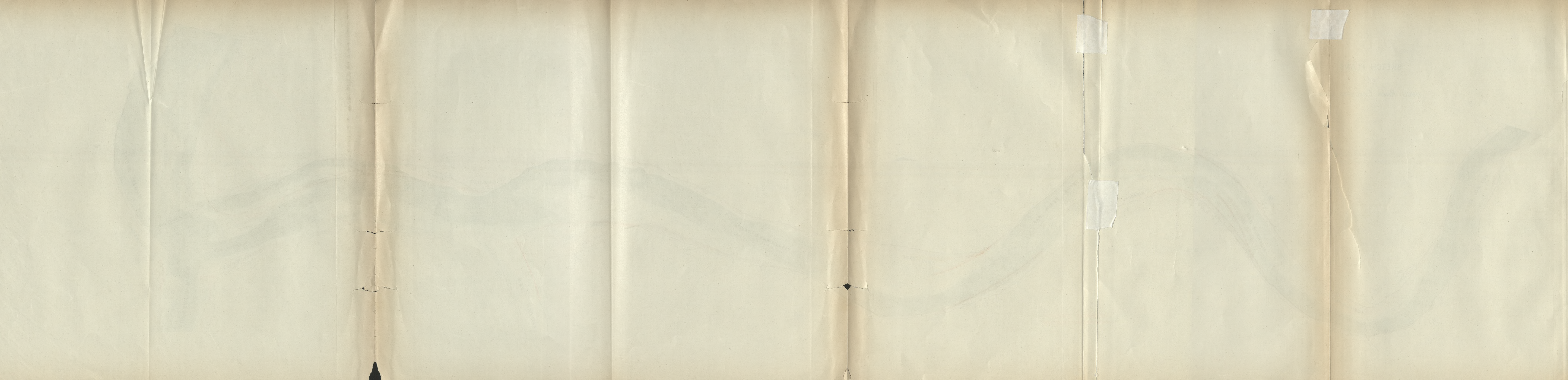
SKETCH PLANS  
OF  
HUGLI RIVER CALCUTTA, INDIA

PRESENT RIVER  
AND  
PREVIOUS PROJECTS

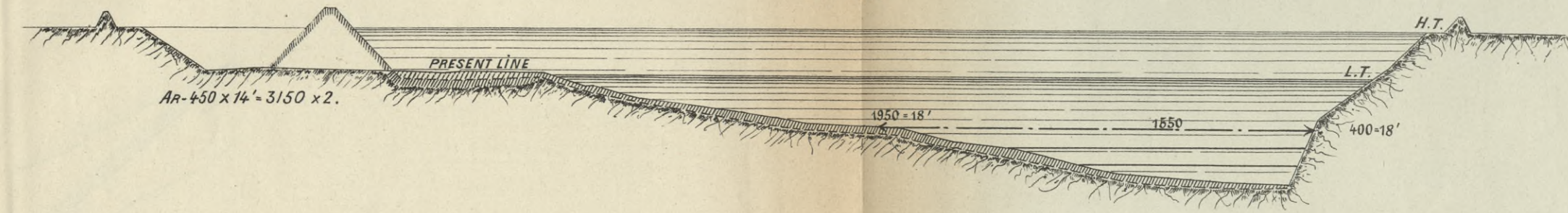


LEONARD PROJECT

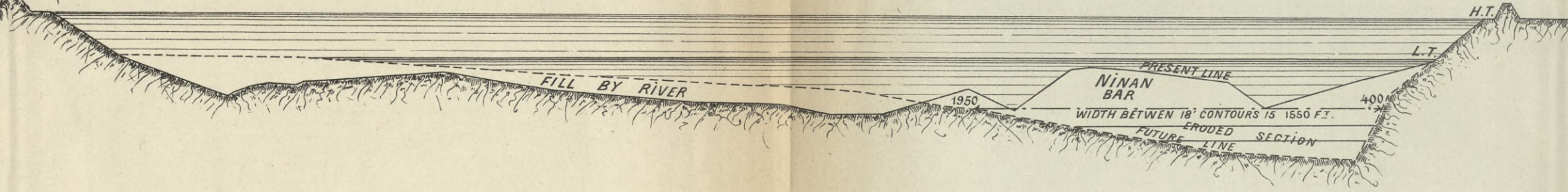
BROOKS PROJECT



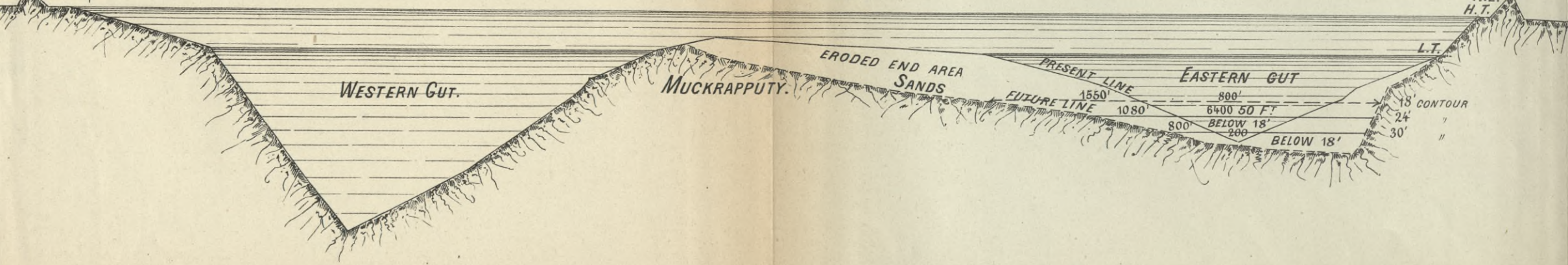
SECTION A.B.  
NORMAL.



SECTION E.F.  
"NINAN"

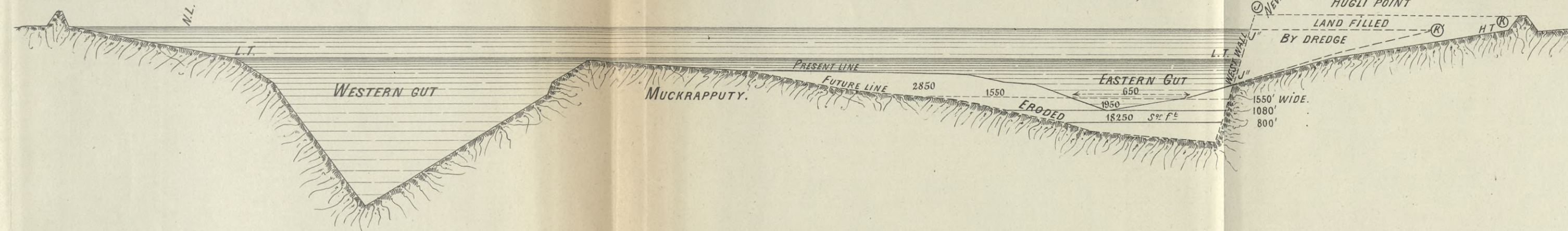


SECTION G.H.  
(PRESENT SPILL BEGINS AT HUGLI POINT)  
END OF PRESENT CONCAVE

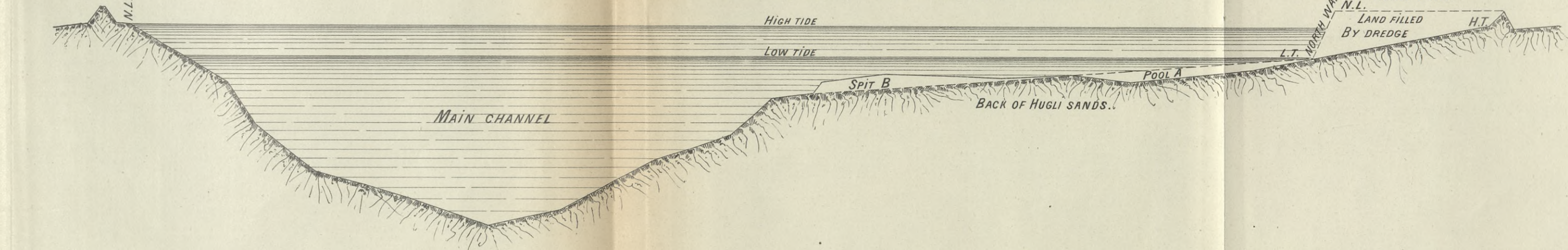


6400 RUNS DOWN TO 1950 S<sup>W</sup> F<sup>3</sup> IN 1950' FROM POINT OF SPILL  
1950 RUNS OUT IN 800' F<sup>2</sup> MORE.  
∴ 18250 WILL RUN IN 1950 DOWN TO 13800 SQUARE FEET  
∴ 13800 " " 800 " " 11850  
∴ WE HAVE 11,850' AT 2750' FROM NEW POINT

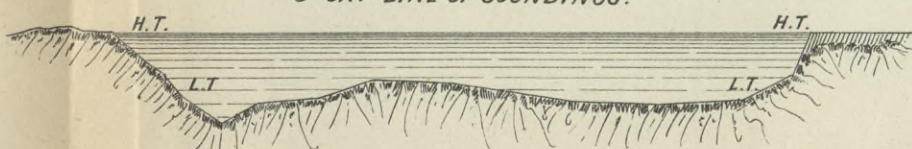
SECTION I.J.K.  
(FUTURE END OF CONCAVE 1950 FEET BELOW "G.H.")



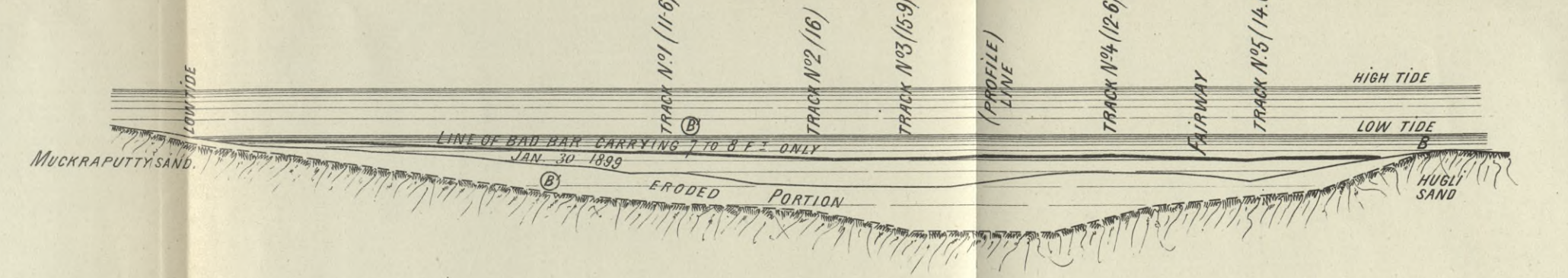
SECTION L.M.  
THIS SECTION INCLUDES THE HUGLI, DAMUDAR AND RURNARAIN RIVERS.



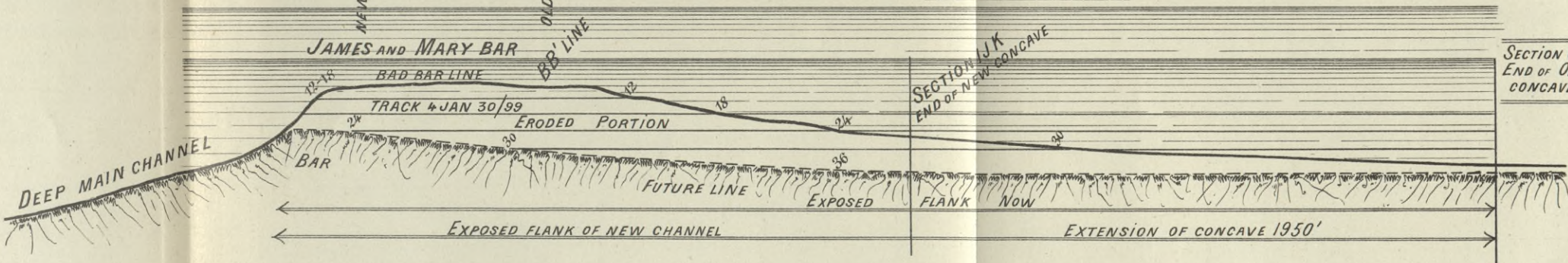
DAMUDAR RIVER  
SECTION O.P.  
6<sup>th</sup> LINE OF SOUNDINGS.



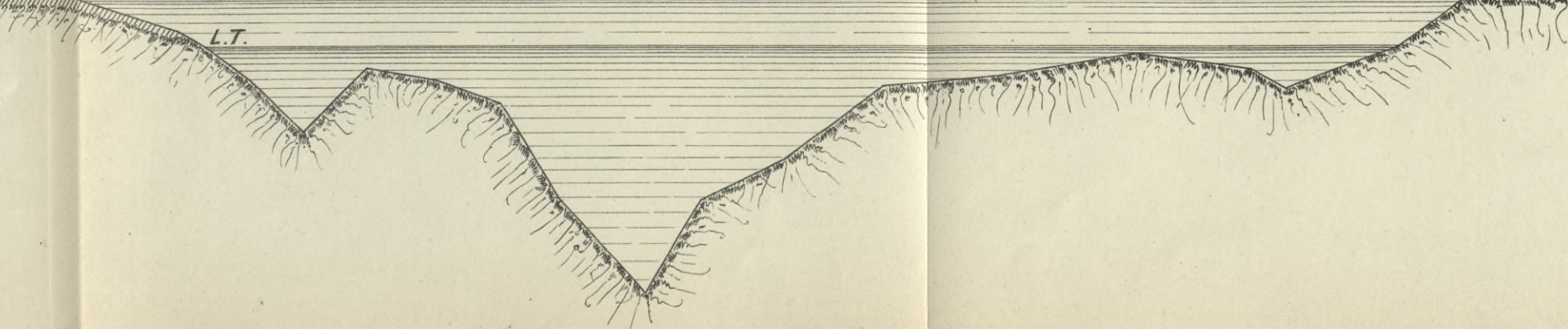
(THROUGH STATION 3150 PROFILE BELOW)  
CREST LINES OF JAMES AND MARY BAR  
AXIS THROUGH PRESENT POINTS B-B' (SEE SKETCH)



LONGITUDINAL PROFILE THROUGH AXIS OF EBB TIDE CHANNEL  
EASTERN GUT



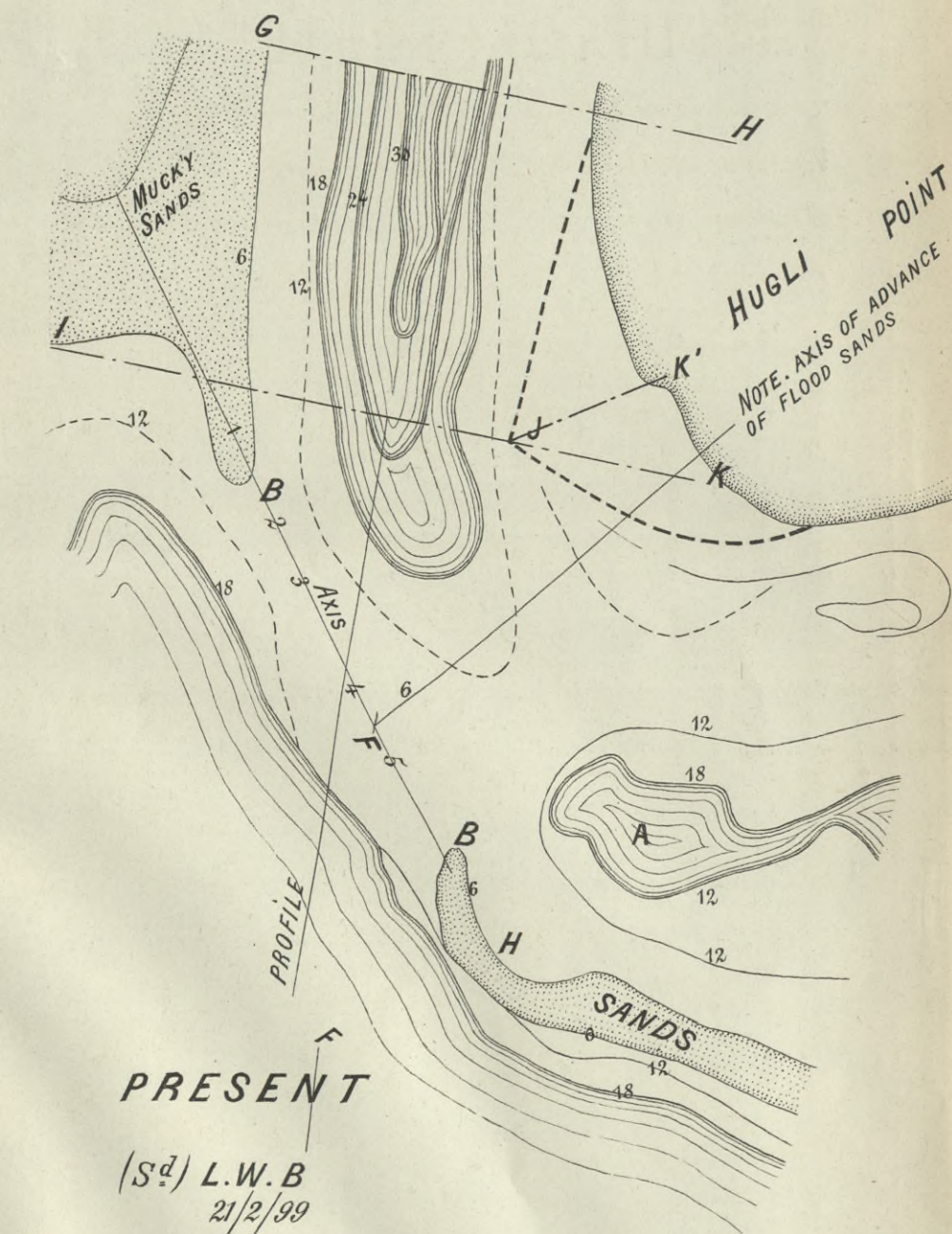
RUPNARAIN RIVER  
3<sup>rd</sup> LINE OF SOUNDINGS  
SECTION Q.R.







N<sup>o</sup> 1



CROSS SECTIONS  
AND  
CONTOUR SKETCHES

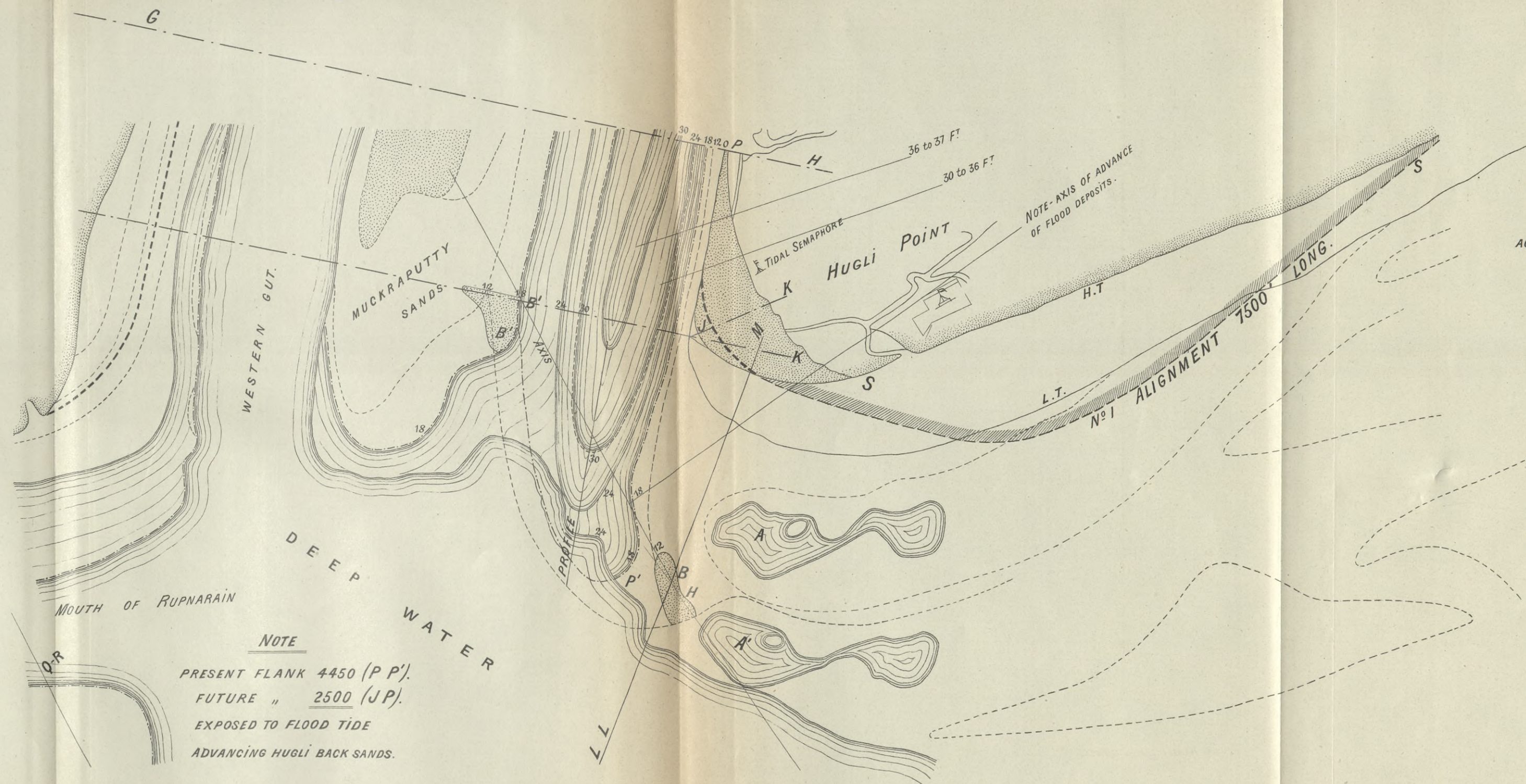
TO ILLUSTRATE EFFECT OF REMOVAL OF FULTA POINT AND OF DUMADAR AND HUGLI POINT WALLS, ON NINAN AND JAMES AND MARY BARS. ESPECIALLY THE RESULT OF EXTENDING CONCAVE BEYOND PRESENT POINT OF SPILL, ON CHANNEL BACK OF HUGLI SANDS. AND THE ADVANCE OF HUGLI SANDS ACROSS NAVIGATED TRACKS TO EASTERN GUT.

PROFILS ET CROQUIS DES LIGNES DE PROFONDEUR POUR MONTRER L'EFFET PRODUIT, EN ENLEVANT "FULTA POINT" ET EN CONTINUANT LES MURS DE DUMADAR ET DE HUGLI POINT, SUR LES BARRES "NINAN" ET "JAMES ET MARY," SPÉCIALEMENT SUR LE RÉSULTAT SI LE CONCAVE EST PORTÉ PLUS LOIN QUE LE POINT DE VERSEMENT ACTUEL, SUR LE CHENAL DERRIÈRE DES "HUGLI SANDS" ET PAR L'AVANCEMENT DES "HUGLI SANDS" À TRAVERS LES ROUTES NAVIGUÉES POUR ALLER À "EASTERN GUT."

PRESENT

(S<sup>d</sup>) L.W.B  
21/2/99

N<sup>o</sup> 2



NOTE

PRESENT FLANK 4450 (P.P.)  
FUTURE " 2500 (J.P.)  
EXPOSED TO FLOOD TIDE  
ADVANCING HUGLI BACK SANDS.

AT JAMES AND MARY BAR

18 CONTOURS ARE  
ON DIAGONAL 2400' APART  
ACROSS CHANNEL 1550' TO 2000'  
24' CONTOURS JOIN  
30' " 600 APART

NOTE:

--- 12  
--- 18  
--- 24  
--- 30

B TO B' 2500 FT.,  
CONTOURS  
FUTURE

POOL 'A' MAY OCCUPY ANY POSITION  
FROM 'A' TO 'A' IF HUGLI POINT IS  
BUILT OUT  
IF NO 1 OR NO 2 WALL IS BUILT IT  
WILL BE AT 'A' OR DISAPPEAR MERGING  
INTO SOUTH CONCAVE.

NOTE

IF A MOVES 500 FT. B IS CUT OFF.



# MACQUARIE HARBOUR

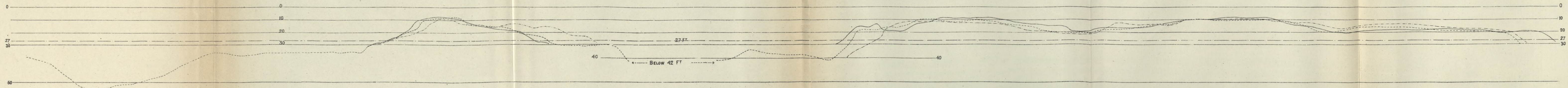
## TASMANIA

### PORT MACQUARIE TASMANIE



HORIZONTAL SCALE  
 FEET 400 800 1200 1600 2000 2400

PROFILE ON CENTRE LINE AND SAILING LINES  
 DE RIGHT EDGE (ENTERING) OF CHANNEL  
 DE LEFT DE DE DE



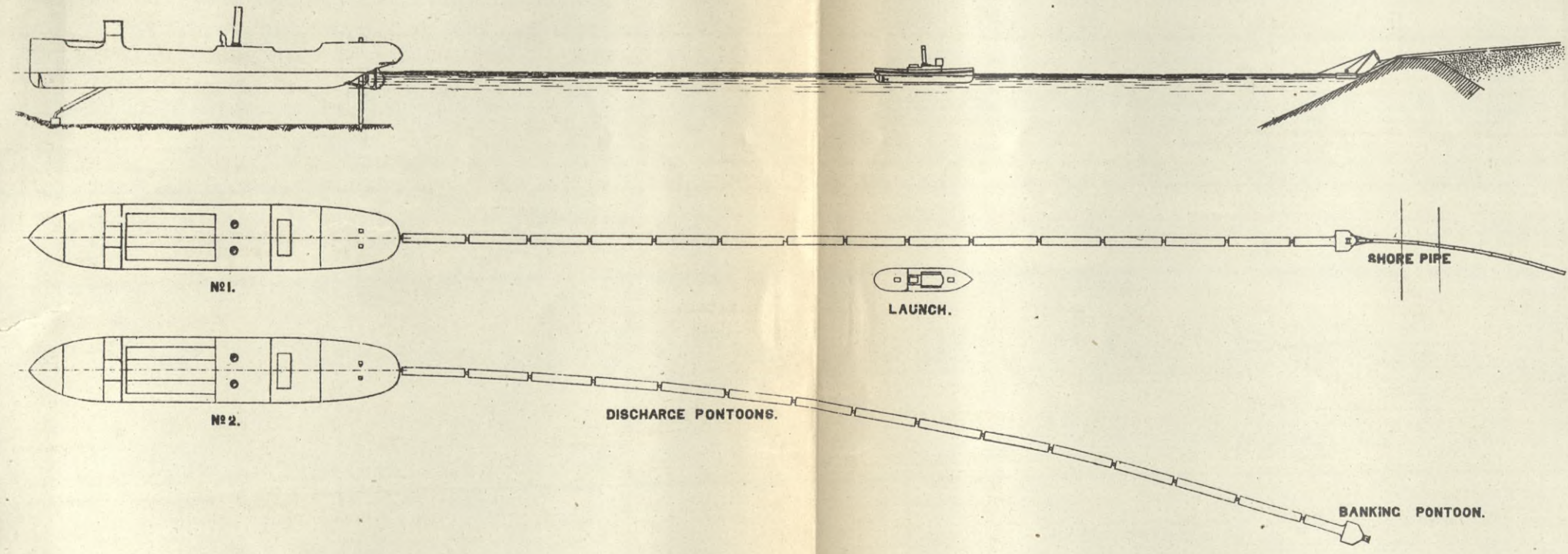


# MACQUARIE HARBOUR IMPROVEMENT

GENERAL ARRANGEMENT OF DRINDGING FLEET

AMÉLIORATION DU PORT MACQUARIE

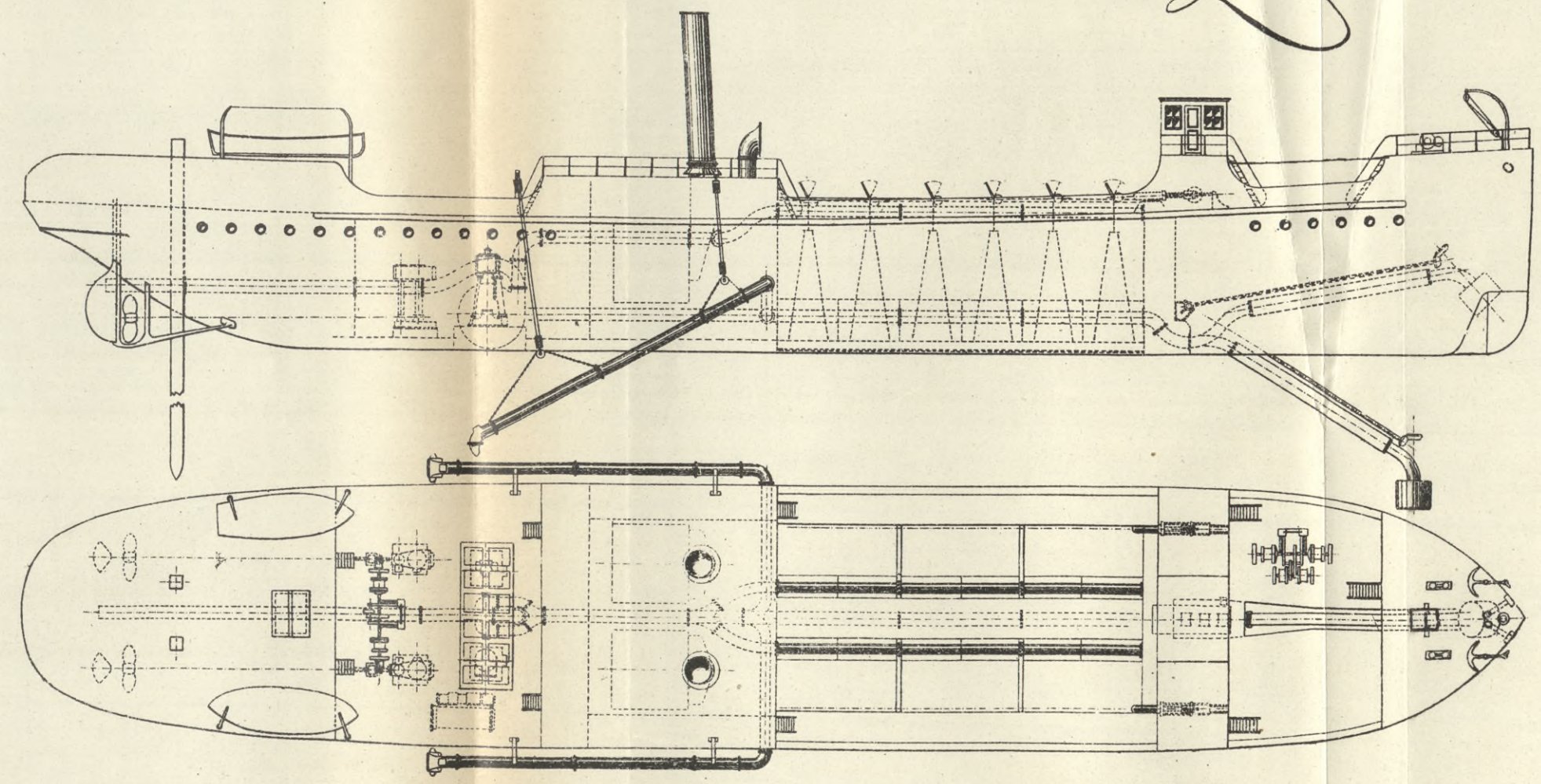
DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA FLOTTE DRAGUEUSE

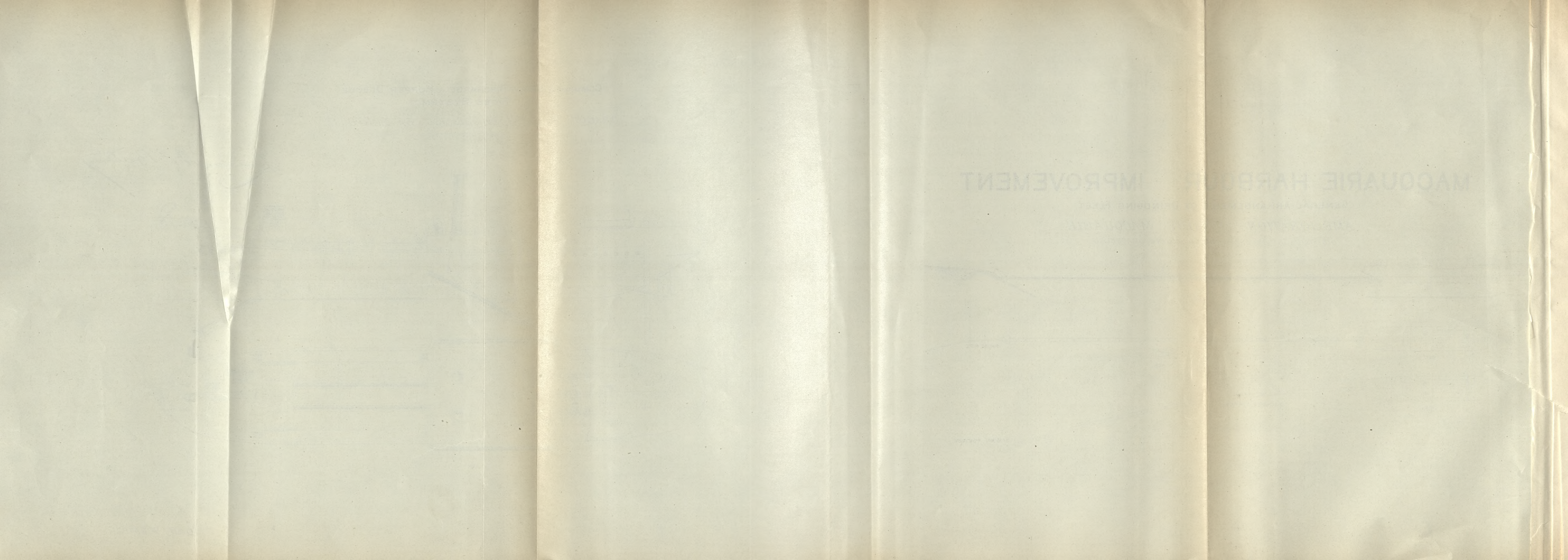


## COMBINED SHORE DISCHARGE & HOPPER DREDGE BATES SYSTEM

DRAGUE SUCEUSE, REFOULEUSE ET PORTEUSE  
Système BATES

*Lindon W. Bates.*

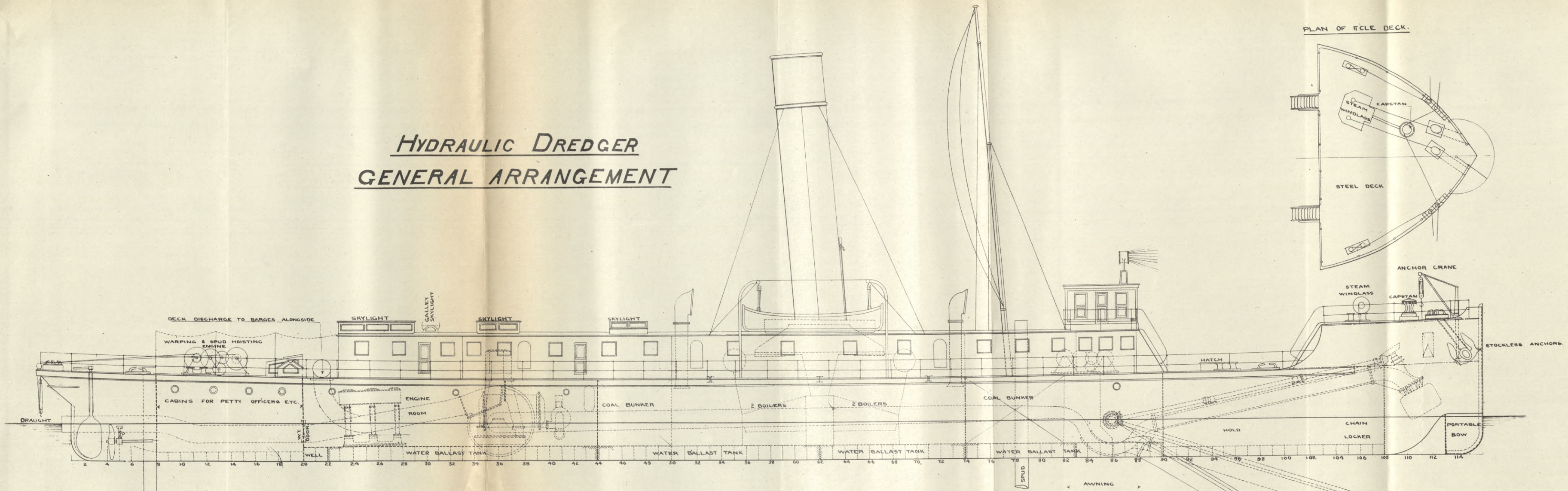




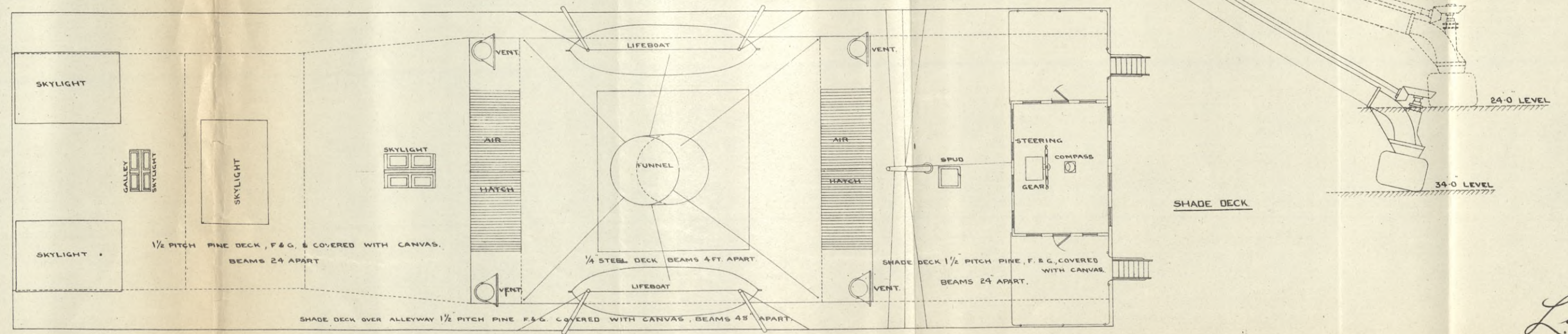
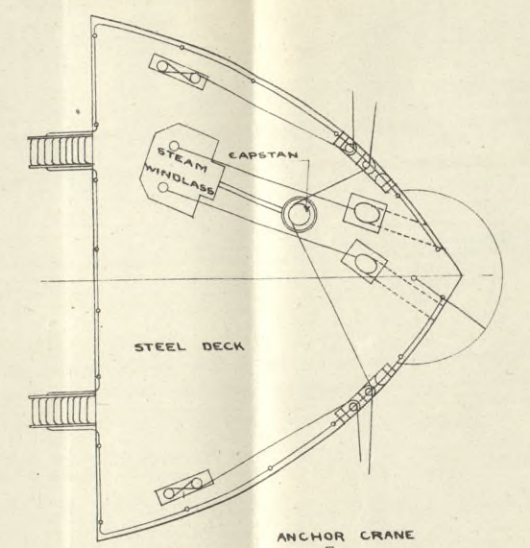
IMPROVEMENT

MAQUARIE HARRIS

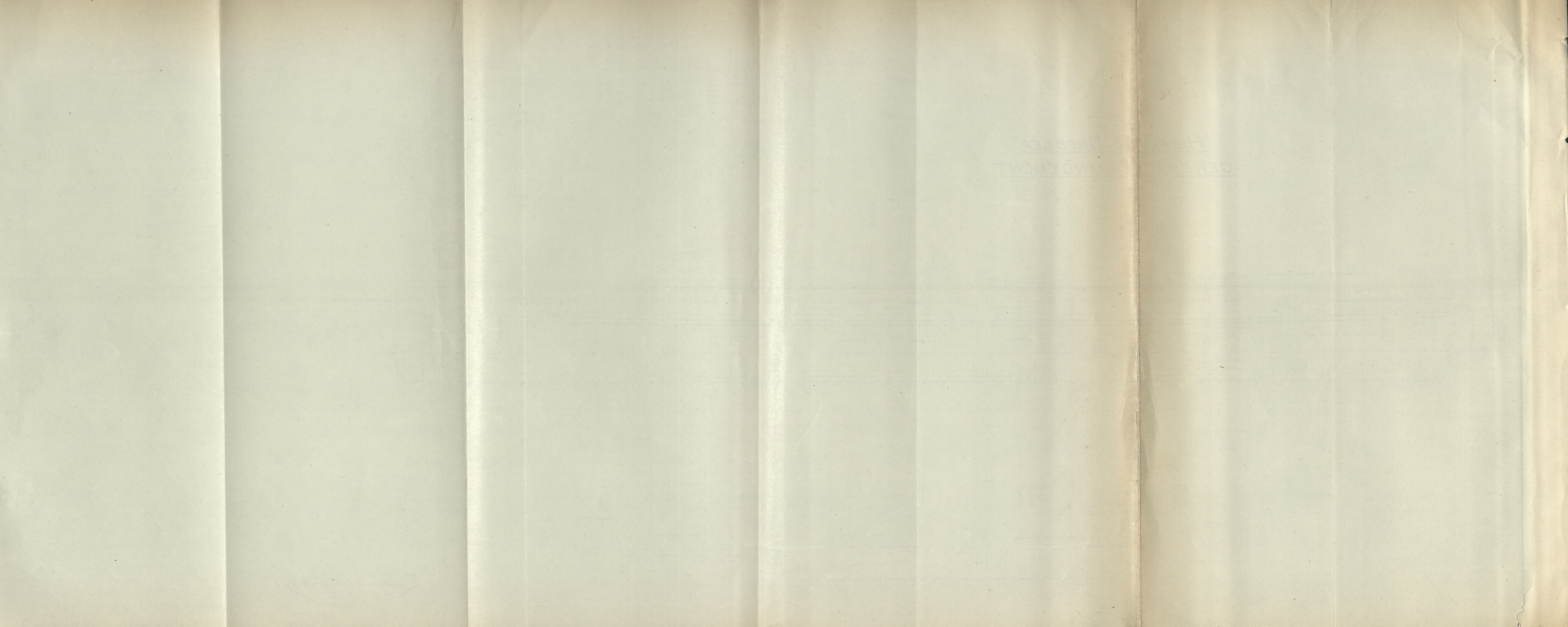
# HYDRAULIC DREDGER GENERAL ARRANGEMENT



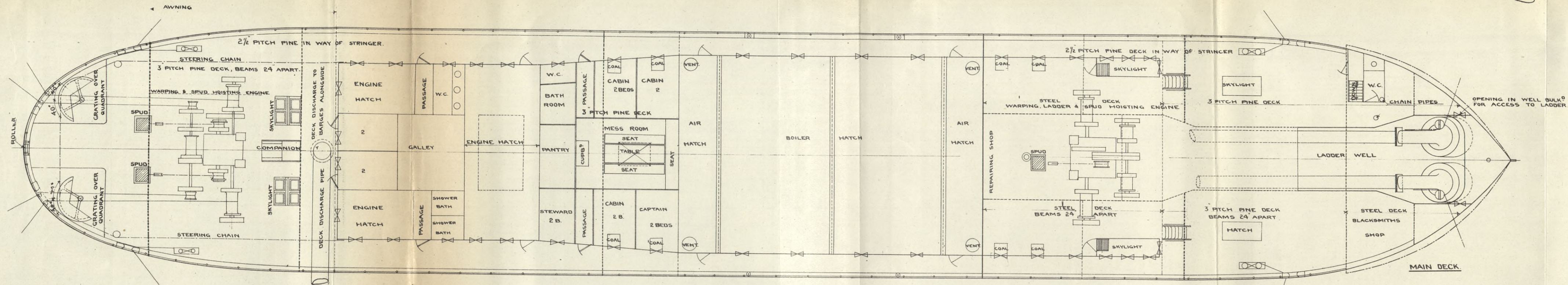
PLAN OF 'F' DECK.



*Lindon N. Bates*





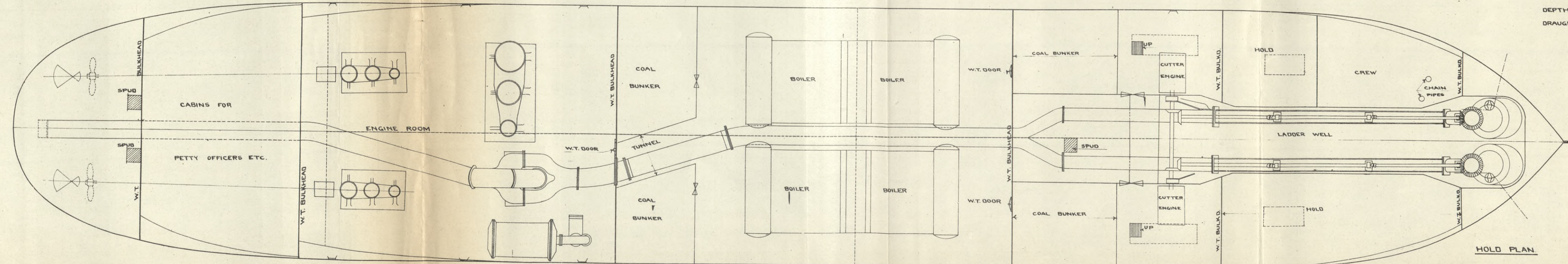


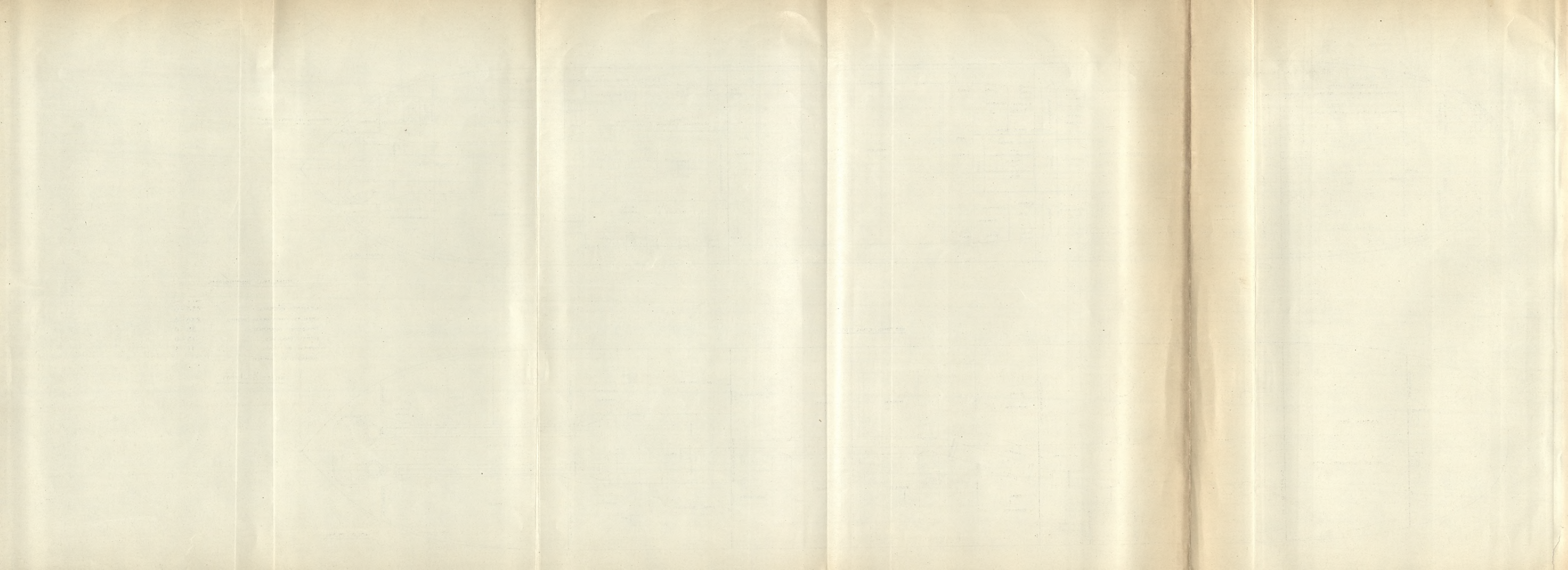
180 TONS. COAL TOTAL.

PRINCIPAL DIMENSIONS.

	FEET	INS.
LENGTH OVERALL	235	6
LENGTH BETWEEN PERPS	230	0
BREADTH MOULDED	39	0
DEPTH MOULDED	13	0
DEPTH OF HOLD	11	3
DRAUGHT OF WATER		

SCALE 1/8" = 1 FOOT.





# HYDRAULIC DREDGE, "BATES" SYSTEM

5000 I.H.P.

- PRINCIPAL DIMENSIONS -

LENGTH 246, BREADTH 51, DEPTH 15

DREDGING DEPTH 34

SCALE 1/8 INCH = 1 FOOT.

