

AMÉLIORATION DE LA BARRE DE RIO GRANDE DO SUL
BRÉSIL



RAPPORT

PRÉSENTÉ

AU GOUVERNEMENT BRÉSILIEN

PAR

P. CALAND

Inspecteur en chef du Waterstaat aux Pays-Bas.



RIO DE JANEIRO
IMPRESA NACIONAL
1886

✓
627.132
6142
ΔBR
1886



BIBLIOTECA DO SENADO FEDERAL

Este volume acha-se registrado

sob número 7432

do ano de 1946

Rio de Janeiro le 15 novembre 1885.

Monsieur le Ministre,

Sous la date du 14 juillet dernier, M. le Ministre de votre pays à Bruxelles me demanda si je serais disposé à me rendre au Brésil à l'effet de m'occuper du projet d'amélioration de l'entrée du port de Rio Grande do Sul.

Après ma réponse affirmative je me suis mis en voyage le 15 août dernier pour Rio de Janeiro et je suis arrivé le 22 septembre suivant à Rio Grande.

Pendant mon séjour dans cette ville j'ai étudié la question en me servant de tous les moyens qui étaient à ma disposition et j'ai maintenant l'honneur de vous présenter, ci-joint, mon rapport à ce sujet.

J'espère, Monsieur le Ministre, que mon travail pourra contribuer quelque peu à la solution de la question importante dont il s'agit et par suite au bien être de votre pays.

Je n'ai plus qu'à m'en rapporter à votre indulgence pour la rédaction du rapport, qui est écrit dans une langue autre que ma langue maternelle.

J'ai l'honneur, Monsieur le Ministre, de vous présenter l'assurance de ma considération la plus distinguée.

A Son Excellence — Monsieur le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics du Brésil à Rio de Janeiro.

J. Caland.

DIVISION DU RAPPORT

- I. INTRODUCTION
- II. OBSERVATIONS SUR L'ÉTAT DE LA BARRE
- III. MOYENS D'AMÉLIORATION
- IV. DESCRIPTION DU PROJET
- V. TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES
- VI. ENTRETIEN DES TRAVAUX
- VII. CONCLUSION

RAPPORT

I

INTRODUCTION

Afin de bien approfondir des questions d'une aussi haute importance que celle qui fait l'objet de ce rapport, il est de rigueur de se rendre un compte exact de la nature du terrain dont il s'agit, ainsi que des forces qui s'y font sentir.

Quand ce terrain a une aussi grande étendue et une nature aussi spéciale que celui qui se rapporte à la barre de Rio Grande do Sul, la question devient singulièrement difficile et exige des observations continuées pendant une période plus ou moins longue et s'étendant sur une grande série de points ; on a besoin d'un grand fonds d'expérience et de beaucoup de prudence en même temps afin de déduire de ces observations les justes résultats, sans se laisser écarter du chemin à suivre pour atteindre le but qu'on s'est proposé.

Dans ces circonstances il convient d'observer que le Gouvernement Brésilien, par sa résolution du 13 janvier 1883, a nommé une commission composée d'ingénieurs de mérite dans le but de s'occuper des moyens pour parvenir à l'amélioration de la barre ; et l'étude de cette Commission, dont les résultats ont été exposés dans son rapport du 15 octobre 1883, a mis au jour tant de données au sujet de la question dont il s'agit, que ma tâche a été par là beaucoup allégée.

En possession de ces données précieuses et d'autres qui m'ont été fournies avec la plus grande obligeance par les membres de la Commission, je suis, après un examen indispensable des lieux, à même de développer dans ce rapport les principes qui serviront de base au projet qu'il contient

En considérant ces principes par rapport au projet, on distinguera aisément ceux dans lesquels je me suis trouvé d'accord avec le travail de la Commission de ceux dans lesquels j'ai cru devoir m'en écarter.

II

OBSERVATIONS SUR L'ÉTAT DE LA BARRE

§ 1. *Actions des vents et des courants* — Dans son rapport du 15 octobre 1883, la commission a démontré avec beaucoup de clarté que les bancs étendus qui forment la barre de Rio Grande sont gouvernés et déplacés principalement par l'action des vents.

Les eaux sortant du canal du Nord se dispersent, aussitôt après cette sortie, sur une très-grande étendue et perdent par conséquent la majeure partie de leur vitesse : elles ne peuvent plus maintenir la grande profondeur qu'elles avaient lorsqu'elles étaient réunies dans une seule passe et déposent les sables que jusque là elles avaient la force d'entraîner. Cette passe contient un chenal d'un grand profil, qui se prolonge à une distance considérable après sa sortie du canal du Nord, mais qui diminue ensuite en largeur et en profondeur pour disparaître presque entièrement à l'intérieur des bancs qui forment la barre. Il est évident qu'aussi longtemps que cet état de choses sera continué, la force des eaux descendantes ne sera jamais en état de former et d'entretenir un chenal approprié à la grande navigation et allant jusqu'à la mer.

On arrive au même résultat pour ce qui regarde les courants montant du côté de la mer.

En été et dans les temps de sécheresse, lorsque le débit des rivières qui se jettent dans la lagune dos Patos est peu considérable, les vents du N et du NE font baisser le niveau de la mer en même temps qu'ils font lever le niveau de la partie méridionale de la lagune, assez pour rendre possible l'écoulement des eaux de la lagune vers la mer.

Mais aussitôt que, dans ces circonstances, le vent tourne vers le SE ou vers le SO et que les marées s'élèvent sensiblement, les eaux de la mer se jettent avec une grande vitesse vers l'intérieur. La Commission de 1883 a trouvé que les eaux de la mer peuvent pénétrer alors jusqu'à la distance de

180 kilomètres dans la lagune et que la vitesse de ces eaux dans le canal du Nord peut atteindre 1^m,48 par seconde.

Malgré ces bonnes conditions qui contribuent tant à l'approfondissement du canal du Nord, les courants entrants n'exercent sur la barre, même dans les cas les plus favorables, que des effets très-restreints. Les eaux de la mer, qui ne se réunissent en un seul chenal que dans le canal du Nord, sont sur la barre dispersées sur une grande étendue et elles y ont trop peu de vitesse pour pouvoir creuser des passes de la profondeur désirée.

§ 2. *Changements continuels* — Aussi longtemps que durera le présent état de choses, la barre ne pourra donc que subir des changements relativement faibles et les actions des vents et des courants, accidentellement réunies, sont insuffisantes à produire des améliorations permanentes. Les bancs sont dominés par les vents et par les divers courants et changent continuellement de forme aussi bien que de hauteur, de sorte qu'on peut dire en toute vérité que les passes sont livrées sans aucune protection au jeu des accidents.

Les événements des mois de juin jusqu'en août 1885 présentent un exemple frappant de ce jeu. La passe du S. O. qui, sous l'action des grandes crues et des vents du N. E., était approfondie en juillet jusqu'à 4^m,40 sur la largeur de 300 mètres, a depuis diminué aussi bien en profondeur qu'en largeur, parceque les causes extraordinaires, qui ont produit cette profondeur et cette largeur ont cessé et les causes plus constantes d'ensablement sont survenues.

Dans ces circonstances il est impossible que la navigation qui, en outre des grandes profondeurs, a besoin de profondeurs dans des directions constantes, se développe à son-gré.

§ 3. *Aggravement de la situation* — Il est à prévoir que cet état de choses insuffisant, au lieu de s'améliorer s'aggravera dans l'avenir.

En effet les masses de sables déposées dans le courant des années devant l'embouchure du canal du Nord ne peuvent qu'augmenter dans l'avenir. Les apports de sable de l'Océan à la côte, qui ont probablement formé les lagunes dos Patos et Mirim, comme cela a été indiqué par la Commission de 1883, n'ont pas du tout cessé. Aujourd'hui encore les vagues jettent du sable sur la côte, comme cela arrive partout où les côtes ne sont pas corrodées par les courants. La presqu'île entre la lagune dos Patos et la mer, qui est composée d'une plage de sables et de dunes, est nourrie constamment par la mer et forme une source inépuisable de sable qui est mis en mouvement par les vents régnants du N E. qui soufflent pendant une grande partie de l'année; et ce sable se dépose sur la barre en diminuant en même temps la profondeur des passes.

L'action directe de la mer sur les bancs est la même. Pendant les vents soufflants du large, les sables dont se compose le fond de la mer sont soulevés par les vagues et rejetés sur la barre dont ils augmentent le volume parce qu'ils ne peuvent plus être atteints par les courants de la côte. Si ce fait a lieu dans la même période où les eaux de la mer entrent dans la lagune, il est évident que les sables se déplaceront en même

temps sensiblement vers l'intérieur et qu'ils auront pour effet de diminuer la profondeur des passes.

Dans ces circonstances, le courant peut augmenter temporairement la profondeur dans une certaine mesure ; il est néanmoins certain qu'à la longue cette cause d'ensablement doit contribuer à détériorer les passes.

Le canal du Nord contribue aussi à charrier des sables vers la barre. Depuis San José do Norte jusqu'en aval de Cocuruto sur la rive orientale, et au sud de l'embouchure du Sac de Mangueira sur la rive occidentale, le courant corrode les bords et le lit du canal jusqu'à une certaine profondeur et il est évident que les sables qui proviennent de ces affouillements se déposent en dehors de l'embouchure du canal, à une distance plus ou moins grande selon la direction des vents qui agissent sur les courants en dehors de l'embouchure. La plus grande quantité de ces sables sera placée sur les bancs de la barre, où le courant a le moins de force pour les entraîner.

La partie méridionale de la lagune dos Patos enfin, quoiqu'en petite échelle d'après les observations de sédiment faites par la commission de 1883, donne un contingent de sables à la barre dans le temps de crues et par les vents du N E. parce qu'alors les bords des chenaux tortueux qu'on trouve dans cette lagune sont corrodés par les courants.

§ 4. *Caractère actuel de la barre* — Il est probable qu'après la formation des deux presqu'îles qui separent les lagunes dos Patos et Mirim de l'Océan, la barre de Rio-Grande se sera formée d'une manière identique à celle que je viens d'indiquer pour sa conservation ou son maintien.

Il résulte de cette indication que les forces que agissent actuellement sur les passes subissent trop d'influences différentes à la fois pour pouvoir jamais mener par elles mêmes à une situation permanente et qui présente des conditions suffisantes au développement de la navigation et du commerce. Chaque période d'écoulement des eaux douces ou d'introduction des eaux de la mer donnera en général lieu à de nouveaux changements soit dans la direction, soit dans la profondeur des passes, soit dans les deux ensemble. Une situation constante ou fixe ne saurait être acquise parce que les conditions pour la former manquent absolument. Tantôt l'une, tantôt l'autre des passes est la plus profonde et il suffira de renvoyer à ce sujet à ce qui est dit dans le rapport de la commission de 1883, aux pages 231-233, ou l'on trouve un résumé des différents changements survenus dans les passes depuis 1870 jusqu'en 1882.

III

MOYENS D'AMELIORATION

§ 5. *Forces dont on peut disposer* — D'après ce qui précède on voit que l'état de la barre est très défavorable et qu'on a à craindre un état plus défavorable encore dans l'avenir, mais il résulte en même temps de ce qui a été indiqué qu'on peut disposer de certaines forces qui, convenablement dirigées et réunies, peuvent mener à une situation tout-à-fait nouvelle.

Ces forces sont les suivantes :

1.° Les lagunes dos Patos et Mirim ont ensemble une superficie d'environ 16,000 kilomètres carrés ; leur bassin hydrographique a une superficie de 162.000 kilomètres carrés. D'après les observations faites par la Commission de 1883, la quantité d'eaux fluviales de ce bassin est annuellement de 5,100 mètres cubes par seconde en moyenne, et la plus petite quantité moyenne dans la saison de sécheresses est de 3.800 mètres cubes par seconde, au moins.

D'après une communication qui m'a été faite dernièrement par le chef de la Commission, ces chiffres doivent être considérés comme un minimum, et le maximum atteint quelquefois le chiffre de 14.000 mètres cubes par seconde pour le débit avec une vitesse de 1^m,80 par seconde. Le chiffre moyen représente un total de 18. millions de mètres cubes par heure. On voit par les chiffres mentionnés que la quantité d'eau dont on dispose est suffisante pour entretenir un chenal d'une profondeur considérable, pourvu seulement que cette eau soit menée à la mer dans les conditions convenables.

2.° En été, lorsque le débit des rivières est faible et que le niveau de la mer est bas sous l'influence des vents du N. et du NO qui soufflent dans cette période, le niveau des lagunes s'abaisse considérablement par l'écoulement des eaux. Quand alors les vents se tournent vers le SE ou vers le SO et que le niveau de la mer s'élève, l'eau de la mer se dirige avec force vers l'intérieur. A cause de la grande surface des lagunes cette action peut durer longtemps avant de diminuer en vitesse. J'ai cité dans une autre partie de ce

rapport (§ 1) le chiffre que cette vitesse peut atteindre et on comprend quel effet un courant de cette valeur pourrait avoir sur la barre s'il y existait un seul chenal comme celui du canal du Nord.

3.° J'ai indiqué plus haut par suite de quelles causes les vents continuent journellement à entraîner des sables à la mer et l'on serait enclin à en tirer la conséquence que la barre doit s'avancer de plus en plus vers la mer. Si cet avancement ne se produit pas ou s'il n'a pas lieu plus fortement qu'on ne l'observe, on doit en chercher la cause dans les courants de la mer qui longent la côte et qui se dirigent tantôt vers le N E tantôt vers le S O selon la direction des vents.

Ces courants doivent enlever les sables extérieurs de la barre, c'est-à-dire ceux qui se trouvent vers l'Est de la passe actuelle du Sud-ouest; où la circonférence de la barre est plus ou moins tangente à la direction des courants. Cela semble prouvé par la direction régulière des courbes de niveau à cette partie de la barre, par les indications qu'on trouve à ce sujet dans le rapport de la Commission de 1883 et aussi par les informations que j'ai prises au près de différents commandants de navires. La vitesse de ces courants est, d'après les données de la Commission, de 0^m,30 à 0^m,60 par seconde, mais dans les périodes où les vents sont forts, elle sera probablement plus grande.

Le tableau ci-après représente le déplacement des sables de la barre sous l'influence de ces courants.

DATES DES PLANS COMPARÉS	BARRE DE SUD-EST				
	PROFONDEUR	AVANCEMENT	RECU	MOYENNES MENSUELLES	
				Avancement	Recul
Juillet 1883 à juin 1884.....	3 ^m		600 ^m		54.50
	4 ^m		450 ^m		40.90
	5 ^m		44 ^m		40.00
	6 ^m		45 ^m		40.90
De juin 1884 à janvier 1885.....	3 ^m	20 ^m		2.80	
	4 ^m		100 ^m		44.30
	5 ^m		80 ^m		41.40
	6 ^m				
De janvier 1885 à juillet 1885.....	3 ^m	350 ^m		58.30	
	4 ^m	400 ^m		66.70	
	5 ^m	400 ^m		66.70	
	6 ^m	45 ^m		25.00	
	7 ^m	50 ^m		8.30	
De juillet 1883 à juillet 1885.....	3 ^m		230 ^m		9.60
	4 ^m		450 ^m		6.20
	5 ^m		120 ^m		5.00
	6 ^m		30 ^m		12.50

Il résulte de ce tableau que les courbes de niveau à 3^m,00 jusqu'à 6^m,00 en dehors de la barre se sont reculées entre les mois de juillet 1883 et juillet 1885 de 120 à 300 mètres, malgré le mouvement en sens contraire qui a eu lieu entre les mois de janvier et juillet 1885, alors que le côté extérieur de la barre s'est déplacé considérablement vers la mer par suite des grandes crues de l'amont.

En général les courants de la côte sont d'un grand intérêt parce que la barre est nourrie continuellement de sable de différents côtés, d'où il devrait résulter, sans aucun doute, un

agrandissement des bancs si les courants de la côte n'agissaient pas en sens contraire.

4.° En dernier lieu j'ai à faire remarquer que les courants sortants ont déjà formé dans le canal du Nord un chenal d'un grand débit et d'une grande profondeur.

Les cartes et les profils joints au rapport de la commission de 1883 font voir clairement que les forces dont on peut disposer ont formé et entretiennent ici une voie navigable de la plus grande importance.

Le canal du Nord peut donc être considéré comme un exemple de ce qu'on pourrait obtenir au moyen de ces forces sur la barre elle-même, si ces forces y étaient conduites et réglées aussi bien qu'elles le sont dans le canal mentionné.

§ 6. *Effets nuisibles à combattre*— Dans les circonstances indiquées, le choix des moyens à employer pour l'amélioration de la barre ne saurait être douteux. L'examen des lieux et des documents nombreux qu'on a réunis à ce sujet m'ont donné la conviction que l'amélioration de la barre, au moyen de la formation d'un seul chenal profond et allant jusqu'à la mer, est praticable, et je crois en même temps que le but qu'on se propose, qui consiste à donner à la province de Rio Grande un port commercial de grande importance, ne saurait être atteint d'une autre manière avec la même certitude et les mêmes dépenses.

Il ne s'agit que de délivrer les courants de la barre des influences nuisibles qui s'y font sentir actuellement et qui n'ont pas d'action dans le chenal large et profond du canal du Nord.

Ces influences nuisibles peuvent être en peu de mots indiquées comme il suit :

1.° Les eaux, aussi bien les eaux fluviales sortantes que celles de la mer amenées par le flot, se divisent sur la barre, dont la circonférence est d'environ 12 kilomètres du côté extérieur, et qui forme à peu près un arc de cercle ayant l'embouchure du canal du Nord pour centre. La carte annexée à ce rapport fait voir qu'à mesure qu'on s'approche de ce centre, les courants se réunissent davantage et forment par conséquent des chenaux plus profonds.

2.° A' mesure que les eaux s'éloignent du centre indiqué, leur direction est de plus en plus sous l'influence des vents changeants et les dimensions aussi bien que la profondeur des passes sont de plus en plus variables.

Les cartes et les sondages exécutés par la Commission font voir que les changements dans les passes et sur les bancs sont de plus en plus grands à mesure qu'on s'éloigne du centre indiqué.

3.° A' défaut des courants assez forts sur la barre, l'influence des vents y est prépondérante et les passes qui la traversent ont un débit très variable. La suprématie d'une des passes sur les autres ne saurait donc durer plus longtemps que l'action de la cause qui l'a produite, c'est-à-dire celle de la direction du vent qui subit des changements considérables.

4.° A' tout cela il faut ajouter les apports constants de sables à la barre, qui devront avoir pour conséquence une lente mais sûre détérioration des passes.

Aucune de ces influences ne possède un caractère essentiel,

propre à la nature originelle des situations et par conséquent immuable. Au contraire elles ne sont que la conséquence du libre exercice, pendant un grand laps de temps, de certaines forces tour-à-tour prépondérantes.

Ces influences nuisibles peuvent donc être éliminées en suivant l'exemple d'ordre et de fixité qu'on trouve dans le canal du Nord, le prolongement de ce canal jusqu'à la mer se présente ainsi par lui même comme le moyen le plus simple et en même temps le plus sûr pour arriver à la solution du problème.

§ 7. *Avantages de l'amélioration de la barre.*— Ce n'est qu'au moyen d'un tel prolongement qu'un chenal profond peut être à la longue maintenu.

De cette façon les forces dont on peut disposer seront réglées et réunies et les influences nuisibles auront perdu leurs conséquences.

C'est là le grand avantage de toute amélioration directe et c'est ce qui la distingue des palliatifs qui n'agissent pas sur les causes.

Aussitôt que le canal du Nord sera artificiellement prolongé, les eaux de la mer et celles de l'intérieur seront forcément conduites dans un seul chenal de dimensions considérables et les courants de la côte maintiendront la profondeur devant les travaux à construire, d'autant plus que ces courants seront renforcés par l'action des travaux qui s'élèveront au dessus du niveau de la mer.

Dans l'amélioration de beaucoup de voies navigables en Europe et aux Etats-Unis on a suivi le même système avec le meilleur succès. Je puis donc recommander ce mode d'améliora-

tion pour la barre de Rio Grande do Sul, d'autant plus qu'il présente, à mon avis, les meilleures garanties pour un succès permanent.

§ 8. *Examen des autres projets de port.*— Ces garanties ne se trouvent dans aucune autre solution proposée pour la question et cela m'amène naturellement à considérer les différents projets qu'on a présentés à ce sujet.— Un court exposé des principaux de ces projets suffira pour faire voir que, tandis que d'un côté ils ne font pas disparaître les obstacles qu'on a à surmonter, d'un autre côté ils ne répondront pas aux justes exigences de la navigation et du commerce.

I — *Projet Vasques.*— Mr. J. A. Vasques a présenté à la Commission de 1883 un projet ayant pour but la formation d'une nouvelle embouchure pour le canal du Nord au moyen du percement de la presqu'île entre ce canal et la mer, sur un point situé à peu près à mi-distance entre le phare et l'extrémité de la presqu'île et dans la direction à peu près d'une ancienne embouchure du dit canal, soit N O - S E, et formant un angle d'environ 50 degrés avec la direction actuelle de l'embouchure du canal.

Après le creusement de cette passe « sur un petit parcours » comme cela est dit dans le projet, la force du courant servirait à terminer l'excavation de la passe ; ensuite le canal actuel devrait être fermé au moyen d'un barrage et les rives actuelles du canal du Nord devraient être protégées pour donner un cours permanent au courant.

Il est clair que l'exécution de ce projet ne changerait rien à l'état actuel des choses. La passe projetée aboutirait à la mer

dans la circonférence de la barre, et aucune des causes nuisibles indiquées dans ce rapport ne serait éliminée, de sorte que les dépenses seraient grandes sans donner un résultat satisfaisant.

L'auteur du projet ne dit pas comment la passe à draguer sur un petit parcours pourrait s'élargir tant que l'embouchure actuelle ne serait pas fermée. Enfin il est évident que la création de la passe donnerait lieu à la formation d'une nouvelle barre, même pendant l'exécution des travaux, et que cette barre serait dans l'avenir livrée aux mêmes influences nuisibles qui existent sur la barre actuelle. Il me semble que l'auteur ne s'est pas rendu un compte assez exact de ce qui arriverait après l'exécution des travaux qu'il a proposé et qu'il n'a pas donné les arguments ou raisons nécessaires pour faire considérer son projet comme sérieux et suffisant.

II — Projet Sichel-Plazolles. — Ce projet, dont j'ai reçu différents documents du Chef de la Commission au nom du Gouvernement Brésilien, a pour but la création d'un port artificiel de la superficie de 230 hectares et de la profondeur de 8 mètres dans les lacs de Mesquita et de S^t. Simon-le-Vieux, sur la presqu'île entre la lagune dos Patos et l'Océan, au Nord du village de Mostardas à environ 31° — 14' de latitude Sud. Un canal destiné à la grande navigation, ayant la direction à peu près de N O — SE, de la profondeur de 8 mètres et long de 4.600 mètres, fait communiquer ce port à un avant-port situé sur l'Océan.

Du côté de l'intérieur le port est relié à la lagune dos Patos au moyen d'un chemin de fer de la longueur d'environ 19 kilomètres, allant à peu près de l'Est à l'Ouest et muni à

son extrémité occidentale d'un port pour la navigation intérieure, de 4 mètres de profondeur. Le nouveau port de mer est projeté à mi-distance environ des villes de Rio Grande et de Porto-Alegre, de sorte qu'il pourrait servir, dans l'intention des auteurs, pour les deux villes à la fois et que sa destination serait de devenir le grand port de mer pour la province de Rio Grande do Sul.

A' mon avis ce projet ne pourvoit pas aussi bien aux besoins du commerce que l'amélioration de la barre de Rio Grande. Les marchandises devraient être déchargées dans le port, chargées sur le chemin de fer, de nouveau déchargées, puis chargées dans les bateaux pour l'intérieur, ce qui augmenterait considérablement les frais de transport.

Au point de vue du commerce une telle solution de la question n'est pas suffisante et le chemin de fer devrait en tout cas être remplacé par un canal, ce qui porterait les dépenses pour l'exécution du projet à un chiffre tel que celles-ci surpasseraient de beaucoup les dépenses pour l'amélioration de la barre.

Mais, en outre, il faut observer que le port de l'Océan exigerait beaucoup de frais d'entretien pour la profondeur aussi bien que pour les jetées, dont la longueur devrait être grande afin d'atteindre la profondeur nécessaire.

Enfin les auteurs du projet disent qu'il y a, entre les hautes et les basses mers du côté de l'Océan, une différence de niveau d'environ 1^m,20 et que cette montée de l'eau est considérablement modifiée par les vents, ceux du NE et du SE élevant considérablement ce niveau, etc.

Dans ces circonstances on peut se demander si les marées

n'occasionneraient pas un courant trop fort dans le canal entre le port et l'avant-port.

L'entrée et la sortie d'un volume d'eau de plus de deux millions et demi de mètres cubes à chaque marée est un phénomène sérieux qu'on ne saurait passer sous silence et il est probable qu'il nécessiterait la construction d'écluses qui gêneraient la navigation et augmenteraient beaucoup les frais de l'entreprise.

Toutes ces difficultés n'existent pas dans l'amélioration de la barre, où les navires de fort tonnage peuvent arriver dans un court délai devant les quais on en rade pour décharger dans les wagons de chemin de fer ou dans les bateaux allant à l'intérieur, et où l'on trouve tous les éléments pour l'entretien d'un grand port de mer.

On ne trouve pas ces éléments dans le projet du port de Mostardas et ce projet présente des chances douteuses d'une telle importance qu'à mon avis on ne saurait y exposer le bien-être d'une grande et importante province.

III — Projets Carvalho Bastos-Ahrons. — Je reçus du Chef de la Commission de 1883, également au nom du Gouvernement Brésilien, une étude de M. M. Carvalho Bastos et Ahrons, dans laquelle sont exposés deux projets pour l'amélioration de la navigation qui demande Rio Grande.

Il résulte du rapport de la Commission de 1883 que, des deux projets présentés tout d'abord, selon les demandes subséquentes des auteurs il n'en subsiste actuellement que celui qui se rapporte à la construction d'un port dans l'endroit qu'ils appellent le sac d'Alfama. J

Ce projet a pour objet la création d'un port artificiel sur la côte, avec la superficie de 114 hectares, à environ 5 kilomètres à l'Ouest de l'embouchure du canal du Nord. Les deux jetées pour la formation du port ont ensemble la longueur de 3.420 mètres et présentent une entrée large de 500 mètres, ouverte à l'Est; elles seraient composées de blocs en béton. Un canal pour la grande navigation, long de 7.400 mètres, relie le port au canal du Nord sur un point de ce canal situé à peu près en face du phare. A environ 800 mètres de l'entrée dans le canal du Nord, le canal projeté dont la profondeur est 5^m,50, serait fermé par une écluse.

Les môles formant le port iraient jusqu'à la profondeur de 8 à 9 mètres et la profondeur du port serait de 7 mètres.

Les auteurs du projet sont d'avis que le courant océanien qui, disent-ils, longe la côte ne tendra pas à introduire des sables dans le port et ils considèrent le voisinage de la barre comme un avantage.

En comparant cette description du projet avec ce que j'ai dit déjà au sujet de l'amélioration de la barre, on verra aisément que le port projeté ne présentera point du tout les avantages de l'amélioration de la barre.

La profondeur de 5^m,50 dans le canal et celle de 7 mètres dans le port ne suffisent pas aux bateaux transatlantiques et tous les bateaux d'un moindre tirant d'eau de vraient faire usage de l'écluse, qui devrait être construite à sas pour empêcher les courants d'entrer dans le canal. La construction des deux môles sur un fond de sable mouvant présenterait de très grandes difficultés et le port est de

dimensions trop restreintes pour le mouvement du commerce.

Mais les difficultés pour l'entretien du port sont, à mon avis, beaucoup plus grandes.

La distance entre le port projeté et la barre n'est que de 600 mètres environ et il n'y a pas de doute que les sables sortant du canal du Nord sous l'influence des vents de N E. et des crues, trouveront dans le port un libre accès et un lieu très-sûr pour se déposer.

L'existence d'un courant océanien près de la côte semble douteuse et est niée par les marins ; elle n'est pas indiquée sur les cartes marines.

Il existe seulement un courant longeant la côte et qui est indiqué dans ce qui précède (§ 5), mais ce courant ne saurait, par rapport au port projeté, avoir d'autre effet que celui de charrier les sables vers le port ; et il serait en effet difficile de disposer un projet de port dans des conditions meilleures pour l'ensablement, parce qu'il est ouvert aux vents du NE qui soufflent pendant la majeure partie de l'année.

Si l'on ajoute à tout cela que le port est également ouvert à l'entrée de la vase sortant de l'intérieur des terres et qui donnera lieu à de nouveaux atterrissements, il n'en faudra pas davantage pour condamner le projet. Les auteurs du projet disent eux-mêmes que le terrain du port est composé de terre et de vase et les capitaines de navire sont d'accord à témoigner qu'on reconnaît l'approche de la barre à la quantité de vase qui se trouve au fond de la mer.

Le second projet présenté dans le même mémoire a pour

but la regularisation du canal du Nord au moyen de murs de revêtement, d'épis etc, en même temps que le dragage d'un chenal sur la barre dans la direction à peu près du S. O. Les auteurs prétendent que les eaux, sortant du canal du Nord, augmentées de celles du courant de la mer maintiendraient le chenal dragué.

Il suffira de remarquer à ce sujet que le courant de la mer ne saurait se faire sentir qu'à l'extérieur et non pas à l'intérieur de la barre, ce qui serait nécessaire dans le sens de ce projet.

L'exécution du projet n'aurait donc pas la moindre influence sur l'état de la barre et le chenal, une fois dragué, ne pourrait se maintenir qu'au moyen de travaux artificiels sur la barre lesquels ne sont pas compris dans le projet. Sans entrer dans de plus amples détails au sujet des travaux proposés pour la régularisation du canal du Nord, je crois que le second projet de ces deux auteurs ne présente pas plus que l'autre une solution satisfaisante du problème.

Pendant mon séjour à Rio Grande j'ai reçu une visite de M. Ahrons, qui s'est prononcé peu favorablement sur le projet du port artificiel et qui m'a exposé une nouvelle idée pour l'amélioration de la navigation, consistant dans le creusement d'un canal, ouvert un peu au Sud de la pointe d'Estreito. Ce canal serait creusé sur la largeur de 50 mètres pour être élargi par les courants jusqu'à 500 mètres, ou bien toute cette largeur serait obtenue au moyen de dragage, et à son embouchure on construirait des jetées en direction courbe tournée vers l'Est ou vers le Sud.

Les idées de l'auteur n'étaient pas encore fixées au sujet de ces deux points.

Après tout ce que j'ai déjà dit sur les différents projets, je puis me borner à faire observer que l'exécution d'un projet dans le sens de ces idées donnerait lieu à la formation d'une nouvelle barre en dehors de l'embouchure du canal, avec tous les embarras de celle qui existe, et qu'il ne me semble pas clair comment la nouvelle passe pourrait obtenir la profondeur désirée sans le barrage du canal du Nord, que l'auteur n'a pas pris en considération dans l'exposition de ses idées.

Je crois donc que ces idées ne sont pas de nature à pouvoir être réalisées.

IV

DESCRIPTION DU PROJET POUR L'AMÉLIORATION DE LA BARRE

§ 9. *Caractère de l'amélioration* — L'analyse rapide que nous venons de faire des différents projets peut servir à jeter plus de lumière sur les considérations présentées dans les premières parties de ce rapport au sujet de l'amélioration de la barre et fait voir, à mon avis, que les constructions qui se deduisent de ces considérations sont le seul moyen pour arriver à la véritable solution de la question dont il s'agit.

A' la Commission de 1883 revient l'honneur d'avoir, pour la première fois, indiqué les vrais principes sur lesquels cette

solution doit s'appuyer. Tandis qu'aucun des autres projets n'enlève les obstacles existants et ne peut donner qu'une amélioration passagère ou insuffisante, la Commission a, pour la première fois, fait les recherches scientifiques et les observations nécessaires pour arriver à la connaissance et à l'appréciation exacte des phénomènes produits par les vents, les courants et les vagues (*). En possession de cette connaissance elle a recherché et indiqué les causes du mal et par là elle a trouvé le seul chemin à suivre pour arriver à des résultats satisfaisants.

Le projet qu'elle a présenté est par par conséquent le seul scientifiquement étudié et reposant sur des principes valables.

Je me sens obligé de donner ce témoignage au travail de la Commission avant de décrire le mode dont à mon avis, l'amélioration de la barre doit être exécutée, d'autant plus que ce mode ne diffère pas essentiellement de celui qui a été proposé par la Commission.

§ 10. *Direction des jetées* — D'après les principes développés dans ce qui précède il est nécessaire de concentrer sur une seule passe les forces des courants qui sortent du canal du Nord ainsi que celles des courants qui sont l'effet de l'action de la mer, au lieu de les laisser agir tour-à-tour ou à la fois sur toutes les passes existantes, comme cela arrive maintenant.

Cette concentration ne saurait être obtenue qu'au moyen

(*) Voir les trois documents ci-joints contenant l'énumération des rapports, plans et livres que la Commission a réunis et mis à ma disposition.

de la construction de travaux artificiels ayant pour but de donner aux courants la direction voulue.

Quant à la direction à donner au chenal à améliorer et à conserver au moyen d'ouvrages d'art, il me semble que celle de la passe actuelle du Sud-est est indiquée par la nature même des choses.

Non seulement la direction de cette passe raccorde à celle du courant principal sortant du canal du Nord, mais encore, parmi toutes les passes existantes, c'est l'extrémité de celle-ci qui s'avance plus loin dans la mer.

C'est donc dans cette direction que, sans amoindrir le courant du canal, les courants qui longent la côte pourront avoir le plus d'action dans le maintien de la profondeur au-devant de la passe.

En outre cette direction est la même que celle d'où viennent les plus violents chocs de la mer, de sorte que ceux-ci arriveront sur les travaux dans le sens de leur longueur et non pas dans un sens transversal, ce qui constitue un véritable avantage.

Enfin la direction projetée aura pour conséquence de soustraire le nouveau chenal à l'influence des vents régnants, ce qui exercera une salutaire influence sur le libre exercice des courants dans le chenal et facilitera la navigation.

Les ouvrages d'art ayant pour but de concentrer les courants dans cette direction ne peuvent être que deux jetées rattachées au rivage et s'avancant par-dessus les crêtes des bancs vers la mer jusqu'à une certaine profondeur en dehors de la barre.

§ 11. *Longueur des jetées* — Ces jetées, dont la direction est indiquée dans le plan joint au présent rapport (Annexe I), devront être prolongées jusqu'à la profondeur de 6 mètres au-dessous du niveau des marées basses ordinaires. L'expérience est là pour faire voir qu'on aura dans le chenal entre les jetées un tirant d'eau plus grand que la profondeur atteinte par les extrémités ou les musoirs des jetées.

Comme le montre le plan, les deux jetées se rapprocheront au fur et à mesure qu'elles s'avanceront vers la mer et, pour éviter de trop grandes profondeurs, la jetée de l'Ouest aura un coude à environ 2.200 mètres de l'enracinement.

Pour la distance entre les musoirs je propose 800 mètres, soit 200 mètres de moins que la largeur du chenal du Nord dans sa partie la plus étroite; en voici la raison: L'expérience a prouvé que sur les côtes sablonneuses où l'on a à combattre des dépôts ou atterrissements, aussi bien de l'intérieur, c'est-à-dire des eaux fluviales, que de l'extérieur, c'est-à-dire de la mer, c'est aux musoirs des jetées que ces atterrissements se font sentir en premier lieu. En même temps c'est entre ces musoirs que le dragage est le plus difficile à cause du voisinage de la mer; il convient donc d'augmenter la force des courants entre les musoirs autant que cela est possible sans nuire aux conditions générales du travail ou au but qu'on se propose d'atteindre. Or, le renforcement des courants ne saurait être acquis qu'au moyen d'un étranglement local; voilà la raison de la distance réduite entre les musoirs des jetées.

Dans ces dispositions et d'après les profondeurs actuelles,

la longueur des jetées devra être de 4.960 mètres pour celle de l'Ouest et de 3.350 mètres pour celle de l'Est.

Ces dimensions sont considérables et elles n'ont été atteintes nulle part, du moins à ma connaissance, dans des travaux de cette nature. Cependant je n'y vois pas de difficulté insurmontable, pourvu que l'exécution soit dirigée avec l'habileté et les soins que les travaux de cette nature exigent impérieusement. Ce jugement repose en partie sur des observations personnelles, en partie sur le témoignage de différents capitaines de navires qui connaissent aussi bien les parages de la mer du Nord que ceux de l'Atlantique et dont quelques-uns connaissent même les travaux que j'ai exécutés sur la Meuse, à la mer du Nord. Ces capitaines m'ont déclaré à l'unanimité que la force des vagues à la barre de Rio Grande dans les gros temps n'équivaut pas à celle qu'on remarque dans les mêmes circonstances à la mer du Nord.

Il m'a semblé néanmoins que la houle est ordinairement plus forte à la barre de Rio Grande qu'à la Meuse et c'est pourquoi j'ai cru devoir compter, pour les travaux à cette barre, sur un plus fort chargement des fascines dont je parlerai plus loin.

§ 12. *Construction des jetées* — Le terrain de la barre, sur lequel les jetées devront être construites est formé par un sable excessivement fin, sur lequel des charges très-lourdes ne tiennent pas, à moins, de reposer sur un lit qui les empêche d'entrer dans le sol. Cependant il est évident que, pour la construction de travaux à la mer, on ne saurait se dispenser de l'emploi de matériaux d'un poids considérable et à même de

pouvoir résister au choc des vagues, soit des blocs de pierre d'une dimension plus au moins grande.

Afin de faire reposer ces blocs sur le sol mouvant et peu résistant de la barre il est de rigueur de recouvrir celui-ci, avant le dépôt des blocs, d'une ou de plusieurs couches de travaux en fascinage de la nature de ceux employés en Hollande et qui permettent de diviser le poids sur une surface assez grande pour pouvoir le supporter.

Au moyen de ces mêmes travaux en fascinage on peut construire le corps des jetées et en même temps faire usage de blocs de moindres dimensions que dans les murs en pierre exposés à la mer, à la condition seulement de fixer les blocs au moyen de pieux en nombre suffisant pour briser le choc des vagues et retenir les blocs en place.

Il n'y aurait qu'une objection à l'emploi des fascinages, ce serait l'action du taret, si elle était à craindre. Quant à cette action les recherches locales et les informations des membres de la Commission m'ont fait voir que le taret se fait peu ou point sentir à la barre, ce qui s'explique facilement à cause de la quantité des eaux fluviales qui se rendent par le canal du Nord à la mer, le taret ne résistant pas à l'action de ces eaux.

Les deux jetées pourront donc être construites d'après les données suivantes :

§ 13. *Profil à travers les jetées* — (Voir l'annexe II).
— La largeur de la crête sera, pour la jetée de l'Ouest, de 10 mètres, et pour la jetée de l'Est, de 8 mètres ; la hauteur de la crête au milieu sera, pour les deux jetées, de 0^m,80 au-dessus du plan de comparaison adopté par la Commission,

descendant vers les bords jusqu'à 0^m,60 au-dessus du même plan.

Pour la jetée de l'Ouest, les talus seront, du côté de la passe, de un de base sur un de hauteur jusqu'à un point situé à 1.200 mètres de distance de l'extrémité; de là jusqu'au bout et du côté de la mer, de 1 $\frac{1}{2}$ de base sur 1 de hauteur. Pour la jetée de l'Est les talus seront, du côté de la passe, de un de base sur un de hauteur jusqu'à un point situé à 500 mètres de distance de l'extrémité; de là jusqu'au bout et du côté de la mer, de 1 $\frac{1}{2}$ sur 1. Les musoirs auront un talus de 10 de base sur 1 de hauteur.

Les jetées auront des bermes formées par la première couche de fascinages.

Ces bermes auront, pour les 1.200 mètres extérieurs de la jetée de l'Ouest et pour les 500 mètres extérieurs de la jetée de l'Est, une largeur de 20 mètres de chaque côté, en dehors du corps des jetées. Pour le reste des jetées les bermes auront, dans la jetée de l'Ouest, la largeur de 5 mètres à l'enracinement et pour les profondeurs moindres d'un mètre; de 10 mètres pour les autres parties. Pour la jetée de l'Est, et à partir de 500 mètres du bout, les bermes auront la largeur de 10 mètres du côté de la mer et de 5 mètres du côté de la passe.

Les plates-formes, d'une épaisseur de 0^m,50 à 0^m,60, seront chargées de 12,5 tonnes de pierre par 10 mètres cubes de fascines; pour les 1.200 mètres extérieurs de la jetée de l'Ouest et les 500 mètres extérieurs de la jetée de l'Est, ce chargement sera augmenté jusqu'à 20 tonnes par 10 mètres cubes. De ces quantités seront employées pour l'immersion

des plates-formes au moins 7 tonnes par 10 mètres cubes. Le reste sera placé sur les plates-formes immergées, en blocs plus ou moins grands, dès que l'avancement des travaux le permettra, en ayant soin de placer les plus gros blocs à la hauteur du niveau ordinaire des eaux et un peu en dessous, parce que c'est-là que la mer déploie ordinairement sa plus grande force.

Afin de protéger les fascinages contre le choc des vagues et de retenir en place les empierrements, il est nécessaire de placer des pieux sur toute la longueur des jetées.

Des deux côtés des jetées, le long de la crête, devront être placés à cet effet des pieux ronds, espacés d'un mètre d'axe en axe, et d'une longueur telle qu'ils pénètrent de 1 à 3 mètres dans le fond de la mer, en traversant les fascines; l'épaisseur de ces pieux sera de 0^m,25 à 0^m,35, selon la longueur. En dehors de ces deux rangées de pieux il est nécessaire d'en placer d'autres, soit pour la jetée de l'Ouest, du côté de la passe, une rangée jusqu'à la distance de 1.500 mètres du bout; de là jusqu'à 1.200 mètres du bout, deux rangées et dans les derniers 1.200 mètres, ainsi que devant le musoir, 3 rangées; du côté de la mer on placera 2 rangées de pieux jusqu'au coude et de là jusqu'au musoir 3 rangées. En dehors des deux rangées de pieux placées le long de la crête sur la jetée de l'Est, il faudra placer, du côté de la passe, une rangée de pieux jusqu'à la distance de 500 mètres du bout; de là jusqu'au bout, 2 rangées; du côté de la mer, et devant le musoir 3 rangées.

Tous ces pieux seront espacés d'un mètre, et toutes les rangées seront également espacées d'un mètre. Ces pieux

auront, en moyenne, une longueur de 5^m,50 et une circonférence moyenne de 0^m,80.

Afin de donner à tous ces pieux la stabilité nécessaire, il convient d'élargir les couches de fascinage, de telle sorte que cet élargissement soit environ : pour une rangée de pieux, de 1^m,50 ; pour 2 rangées, de 2^m,00 e pour 3 rangées, de 2^m,50 à 3^m,00 en dehors du profil mentionné.

La crête des deux jetées devra être munie d'un perré de 0^m,40 d'épaisseur, construit par des ouvriers experts dans ce genre de travail, et composé de blocs d'au moins 500 kilogrammes par pièce, renfermés entre les pieux bordant la crête et des pieux intermédiaires de 1^m,60 de longueur, placés de telle sorte qu'il y en ait trois dans chaque intervalle des pieux bordant la crête.

Afin de protéger ce perré et dans le but de diminuer les dégâts que la mer pourrait occasionner, il est de rigueur de placer entre les blocs formant le perré, dans les sens longitudinal des jetées, des rangées de pieux de 3^m,00 de longueur et d'une circonférence de 0^m,60, espacés de 0^m,60 d'axe en axe. A' la jetée de l'Ouest on placera 3 et à la jetée de l'Est 2 rangées de ces pieux, de chaque côté du chemin de fer à décrire plus loin. A chaque deux mètres de la longueur des jetées, une semblable rangée de pieux sera placée transversalement, de manière à diviser le perré en rectangles formés par les pieux.

Le chemin de fer à construire sur la crête des jetées pourra être composé de la manière suivante :

Deux rangées de pieux ronds enfoncés jusqu'au fond de la mer, espacés de 5^m,00, ayant de 0^m,25 à 0^m,30 d'épaisseur

selon la longueur, chaque rangée munie de longrines de $0^m,25 \times 0^m,25$ d'équarrissage, assemblées au moyen de tenons et mortaises avec des coins et des chevilles, les deux rangées de longrines accouplées à des distances de $3^m,00$ au moyen de barres de fer de $0^m,035$ d'épaisseur, fortement boulonnées.

Le plancher se compose de traversines de $2^m,00$ de longueur, de $0^m,10 \times 0^m,22$ d'équarrissage, au nombre de 4 par mètre courant, et qui sont fixées sur les longrines au moyen de 2 boulons de $0^m,013$ d'épaisseur.

Sur ce plancher sont placés les rails d'un poids de 28 kilogrammes par mètre courant, fixés au moyen de crampons, d'eclisses et de boulons.

Il convient enfin de construire à chaque kilomètre des jetées, une voie de garage pour faciliter le transport des matériaux et de placer, à chaque deux kilomètres un signal pour indiquer à la navigation la position des jetées.

§ 14. *Formation du nouveau chenal* — Cependant pour obtenir dans le plus bref délai et avec le plus de sécurité possible le but qu'on désire atteindre il est nécessaire d'exécuter entre les jetées et au fur et à mesure que celles-ci s'avancent vers la mer, des travaux de dragage considérables dans le sens de la formation de la passe projetée.

En effet si le courant, reserré entre les deux jetées et par conséquent d'une activité beaucoup plus grande qu'avant la construction de celles-ci, pouvait exercer toute sa force sur les sables qui obstruent actuellement en si grande quantité le chenal projeté, il serait inévitable que ces sables se déposeraient ou à l'intérieur ou bien à l'extérieur, de la barre actuelle.

Si ce dépôt se faisait à l'intérieur, la difficulté pourrait ne pas paraître très grande, à cause des profondeurs considérables qu'on y trouve et du peu d'obstacles qui s'y opposent au travail du dragage ; mais s'il avait lieu à l'extérieur la difficulté serait réellement grande, parce que les masses de ces sables y formeraient probablement des hauts-fonds qui à leur tour exigeraient le prolongement des jetées, travail qu'il faut éviter autant que possible, parce qu'il occasionnerait des dépenses considérables.

C'est pour cette raison que j'ai compris dans le projet la formation d'un chenal au moyen d'un travail de dragage. Ce chenal aurait une largeur au plafond de 400 mètres, à 8 mètres au dessous du niveau de la marée basse, profondeur à laquelle on peut s'attendre, à mon avis, après l'exécution du projet actuel ; les talus seront de 10 de base sur un de hauteur jusqu'à la profondeur de 6 mètres qui serait formée, au Nord de la passe sur la largeur moyenne de 150 mètres, au sud sur la largeur moyenne de 200 mètres, ces deux fonds se réunissant des deux côtés aux fonds existants à la même profondeur, ainsi que cela est indiqué sur le plan.

Les sables provenant de ce dragage pourront être déposés en grande partie dans la passe actuelle du Sud-ouest, qui sera traversée par la jetée de l'Ouest. Aussitôt que le dépôt aura atteint la ligne indiquée sur le plan, son talus du côté du chenal devra être revêtu d'une couche de fascinages, de 15 mètres de largeur en moyenne, depuis la crête jusqu'au fond. Je propose aussi de recouvrir d'une semblable couche de fascinages tout le bord submergé, indiqué sur le plan par la

ligne ci-dessus mentionnée, depuis le canal du Nord jusqu' au près du musoir de la jetée de l'Ouest. Par ce moyen on sera plus assuré que le chenal ne pourra pas être obstrué par les sables qui se trouvent derrière cette ligne et qui seront probablement attaqués par le courant sortant du canal du Nord.

Pour l'exécution de ce travail, tel qu'il est représenté sur le plan, on aura à draguer, d'après les profondeurs actuelles, environ 8,3/4 millions de mètres cubes dont l'extraction pourra coûter, au change actuel, 4.440 contos de réis, ou avec le revêtement des talus, déjà mentionné, 4.800 contos de réis.

Le Chef de la Commission m'a informé que ces dépenses ne viendraient pas à la charge de l'exécution des travaux définitifs, vu qu'elles font partie de ceux désignées pour l'entretien du port. Je ne les ai donc pas comprises dans l'ensemble des dépenses.

§ 15. *Dépenses* — (Voir l'annexe III). Les dépenses nécessitées par l'exécution des deux jetées peuvent être évaluées à environ quatorze mille sept cents contos de réis (14.700:000\$000), d'après les données qu'on m'a fournies à Rio Grande pour les prix moyens des matériaux et de la main d'œuvre ; ces prix resultent des études faites avec les plus grands soins et pour la plupart avant mon arrivée sur les lieux, études dont j'ai reçu les détails les plus précis.

Mon intention était d'abord d'ajouter à cette somme un certain montant pour le payement des ouvriers pendant les périodes où l'exécution des travaux devra être forcément suspendue à cause de l'état défavorable de la mer, périodes qui seront, à mon avis, considérables. Le Chef de la Commission

m'ayant déclaré que les ouvriers seraient, pendant ces périodes, employés à d'autres travaux et qu'en tout cas ils ne seraient pas payés les jours qu'on ne travaillerait pas, je me suis dispensé d'augmenter l'estimation des dépenses en y ajoutant celles qui, dans ce but, sont généralement prévues en Europe pour des travaux de cette nature.

Il est néanmoins nécessaire d'observer que ces prix pourront subir des changements notables pendant l'exécution de l'ouvrage et il est probable que à mesure que les ouvriers auront acquis une certaine expérience dans la construction des travaux spéciaux dont il s'agit, et à mesure que les ingénieurs chargés de la direction seront en état de se rendre un compte de plus en plus exact des conditions et de l'emploi des différentes parties des constructions, on arrivera à trouver les moyens de faire, avec les moindres dépenses, le plus d'ouvrage possible, même en introduisant dans le mode de construction des modifications exigées ou permises par la nature du terrain où l'on doit exécuter les travaux, ce mode n'étant décrit ici qu'en termes généraux et avec l'indication de chiffres qui, pendant l'exécution, sous une direction habile, ne seront probablement pas dépassés.

C'est pour cette raison aussi qu'une adjudication des travaux en bloc ou à forfait ne me paraît pas devoir mériter de la recommandation.

Au contraire il me semble préférable d'adjuger les travaux par parties si l'on peut trouver de bons entrepreneurs. À défaut de ceux-ci l'exécution devra se faire par l'État, au moins jusqu'à la période où parmi les ouvriers ou ailleurs, on aura

trouvé ou formé des personnes capables de remplir les fonctions d'entrepreneur.

Il me semble presque superflu d'ajouter que, dans l'exécution des travaux de l'ordre special et avec les matériaux dont il s'agit ici, la réussite dépend presque entièrement de l'habileté, de l'attention soutenue et des soins constants du personnel qui en est chargé; un évènement de peu d'importance en lui même pourrait avoir de graves conséquences si les remèdes qu'il exige ne sont pas appliqués à temps et à leur juste valeur.

§ 16. *Ordre à suivre dans l'exécution.*—Quant à l'ordre dans lequel l'exécution des différentes parties de travaux doit être poursuivie, je dois fixer l'attention sur la nécessité de recouvrir, aussitôt que possible, le chenal de la passe actuelle du Sud-ouest d'une couche de fascines, assez large et assez bien chargée, pour empêcher l'approfondissement de cette passe.

Ces couches de fascines doivent être dans le plus bref délai, rattachées, aussi loin que possible, à celles qui formeront les fondations de la jetée des deux côtés de la passe.

En général on aura à observer avec la plus grande attention tout le fond du terrain pendant l'exécution.

Mais dans le but d'entraver aussi peu que possible la navigation pendant cette exécution, on pourrait construire en même temps la partie de la jetée de l'Est qui traverse la passe du Nord-est, afin de renforcer le courant sur la passe du Sud-est, dans le but d'approfondir cette passe jusqu'au tirant d'eau exigé par la navigation actuelle.

Aussitôt que cette profondeur sera acquise, il est nécessaire

d'empêcher les courants, autant que possible, de continuer à charrier des sables de cette passe à la mer. J'ai déjà indiqué les conséquences funestes qui en pourraient résulter.

Il est clair, du reste, qu'il y a un grand intérêt à construire, aussitôt que possible, la jetée de l'Ouest, non seulement pour empêcher l'augmentation de la masse de sable qui doit être dragué entre les jetées, mais aussi pour donner le plus d'abri possible aux machines aux moyen desquelles on doit exécuter le dragage, abri qui sera, d'ailleurs, également obtenu au moyen de la partie de la jetée de l'Est à construire dans l'intérêt de la navigation actuelle.

§ 17. *Matériaux.* — Pour ce qui concerne les matériaux destinés à l'exécution des travaux, j'ai à mentionner que j'ai examiné la qualité des pierres à employer, aussi bien que celles des fascines.

La pierre a un poids spécifique d'environ 2,50 et me semble très bonne pour ce qui a rapport à la qualité et à la composition, en même temps que les blocs peuvent être obtenus dans toutes les dimensions.

Le bois pour les fascines me semble suffisamment bon pour tâcher d'en composer des plates-formes. La qualité est inférieure à celle du bois dont on contruit ces travaux en Hollande. Si, dans l'exécution, la qualité du bois donnait lieu à des difficultés, il faudrait y pourvoir soit par l'emploi d'autres espèces de bois, soit par une modification dans la construction des plates-formes, soit même par la plantation d'un bois mieux approprié au but, ce qui dans tous les cas permettrait d'améliorer, aussitôt que possible, les matériaux pour ces plates-formes.

Quoiqu'il en soit, il est nécessaire que la construction des plates-formes soit bonne et forte, et qu'elle soit faite par des ouvriers capables et expérimentés ; enfin les ingénieurs et en général tous les employés chargés de l'exécution, devront faire des essais suffisants avant le commencement des travaux, afin qu'on soit bien convaincu qu'ils possèdent l'expérience et les connaissances nécessaires à la construction et à l'immersion des plates-formes dont il s'agit.

V

TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES

§ 18. *Revêtement des rives du canal du Nord* — Comme il est dit dans la partie précédente de ce rapport, j'estime qu'on pourra obtenir au moyen de l'exécution des travaux mentionnés la profondeur de 8 mètres dans le chenal projeté.

A' cela il y a pourtant une condition ; c'est qu'on s'efforcera de faire disparaître, aussitôt que possible, les causes qui, venant de l'intérieur, agissent depuis longtemps déjà d'une façon très-nuisible sur la profondeur et l'état général de la barre.

Ces causes, déjà indiquées dans une autre partie de ce rapport, sont les suivantes : La première est l'affouillement des rives du canal du Nord, aussi bien sur la rive orientale des deux côtés du village de San José do Norte, que sur la rive occidentale à partir de la pointe de Mangueira jusqu'à l'embouchure du canal du Nord. Il ne semble point douteux

que dans ces deux endroits, depuis nombre d'années déjà, de grandes quantités de sable ont été arrachées et entraînées vers la mer, où elles trouvent un dépôt naturel sur les bancs de la barre et dans les passes.

Il est évident qu'à moins de faire disparaître cette cause d'atterrissement de la passe il n'y aura pas moyen d'entretenir celle-ci à la profondeur voulue. A cet effet il est nécessaire de protéger contre les effets du courant les talus inférieurs de la rive aux endroits indiqués, et il est probable que le moyen le moins cher pour y parvenir sera un revêtement en fascines ou en plates-formes. La défense de la partie supérieure des rives ou de celle qui se trouve au dessus du niveau des eaux est plus facile et moins coûteuse. Dès que les affouillements auront cessé, cette partie peut être recouverte d'un léger perré; en attendant on peut y remédier au moyen d'une couche de pailles et de fascines.

§ 19. *Plantations.* — Une seconde cause d'atterrissement se trouve dans les sables mouvants que le vent détache de la plage et des dunes situées des deux côtés du canal du Nord et qu'il chasse devant lui pour les faire retomber dans le chenal.

La direction de la côte des deux côtés de la passe va du Nord-est au Sud-ouest et c'est précisément dans ces deux directions que soufflent les vents régnants avec de petites variations dans l'un ou dans l'autre sens, et avec plus ou moins de force.

Afin de faire cesser cette action nuisible des vents on a commencé déjà à faire des plantations sur une certaine étendue à l'Est du canal du Nord.

À mon avis il est urgent d'augmenter les plantations et de pousser le boisement des dunes et des sables dans tous les environs du canal du Nord avec le plus de viguer possible.

§ 20. *Éclairage, etc.* — Pendant la construction des travaux, les parties des jetées en cours d'exécution devront être indiquées à la navigation au moyen de bouées et l'on aura à signaler l'entrée de la passe, dès qu'elle sera formée, au moyen de phares placés sur le bord occidental du canal du Nord.

Enfin les limites du chenal navigable entre les jetées devront être indiquées au moyen de bouées qui, pour l'usage pendant la nuit, pourront être éclairées.

VI

ENTRETIEN DES TRAVAUX

§ 21. *Méthode d'entretien.* — Au fur et à mesure de l'exécution, et après l'achèvement des travaux, ceux-ci devront être entretenus avec le plus grand soin. Du maintien des jetées depend en premier lieu la conservation de la passe. Chaque dégât, occasionné soit par les vagues, soit par les courants, devra être réparé dans le plus bref délai; il est nécessaire que le gouvernement, aussi bien que les employés y vouent une attention non interrompue et que les fonds pour ces réparations soient toujours largement disponibles.

Afin de prévenir les dégâts autant que possible, ce qui vaut toujours mieux et revient meilleur marché que de les réparer, il est d'une nécessité absolue de faire une minutieuse

inspection des travaux après chaque gros temps ou chaque coup de vent de quelque importance.

Un travail régulier de sondages, dans des directions et sur des points fixés d'avance, est d'ailleurs nécessaire afin de pouvoir se rendre un compte exacte de l'effet des courants surtout aux extrémités et au-devant des musoirs des jetées. Ces sondages devront être particulièrement répétés après chaque écoulement de quelque valeur des eaux de l'intérieur et après chaque période d'introduction des eaux de la mer. Au moyen de sondages pareils on aura aussi à examiner si parfois une ou plusieurs parties des travaux, qui jusque-là n'étaient point menacées, ont changé de conditions.

Il est évident que toutes ces mesures ne sauraient être prises dans toute leur étendue que par un personnel capable, bien organisé et placé sous la direction d'un chef qui veille sur tout et sur tous à la fois.

Telles sont les conditions dans lesquelles, à mon avis, l'entretien des travaux doit avoir lieu ; elles existent dans tous les travaux de cette nature en Europe et l'on ne saurait s'en dispenser à la barre de Rio Grande où les difficultés ne seront pas de moindre importance qu'ailleurs.

VII

CONCLUSION

§ 22. *Caractère du nouveau port* — Dans ce qui précède j'ai indiqué les travaux nécessaires à la création d'un port

pour les navires de fort tonnage à Rio Grande. Au moyen des résultats à obtenir par l'exécution de ces travaux, on aura assuré un avenir des plus beaux à la province méridionale de l'empire et le nouveau port sera le centre commercial d'une contrée énorme qui, dans son climat heureux et son sol fertile, contient les éléments nécessaires au développement d'une population nombreuse. En même temps les forces de la nation y gagneront et l'indépendance de l'Etat sera mieux assurée par la possession d'un port militaire de premier ordre en ses confins extrêmes du Sud.

Le terrain au sud de Rio Grande se prête admirablement au développement d'un grand centre commercial. La rive occidentale du canal du Nord, depuis la pointe de Mangueira jusqu'au Sud de Macaco, présente, sur une longueur de 9.000 mètres, une berge concave avec une profondeur suffisante pour les vapeurs transatlantiques et qui se maintiendra à l'avenir à cause de la configuration du chenal. C'est donc ici qu'on aura à construire un quai maritime commercial où les grands navires pourront charger et décharger. En même temps le canal du Nord offre une largeur suffisante pour permettre le transbordement des marchandises amenées par les grands navires dans ceux de l'intérieur et réciproquement.

Le nouveau quai commercial sera relié aux chemins de fer de l'intérieur et sera pourvu de l'outillage nécessaire à un grand port, en même temps qu'il peut être mis en communication avec la ville au moyen d'un pont avec parties mobiles. Le sac de Mangueira pourra être approfondi et muni de murs de quai. Ce bassin est pour ainsi dire le lieu indiqué pour la

construction des docks, des magasins, chantiers, hangars, entrepôts, etc. indispensables aux besoins d'une ville commerciale de premier ordre.

§ 23. *Temps pour l'exécution des travaux* — En dernier lieu j'ai à mentionner que l'étude de la question ne m'a pas fait connaître des difficultés insurmontables par rapport à l'exécution des travaux. Sans doute cette exécution sera difficile et elle exigera du personnel qui en sera chargé tous les soins et toute la persévérance dont ils seront capables, en même temps qu'une énergie plus qu'ordinaire.

Néanmoins les travaux ne s'avanceront que lentement pendant les premières années ; mais au fur et à mesure que les ingénieurs et les employés qui les assistent auront acquis plus d'expérience et deviendront plus familiers avec les difficultés qu'ils ont à vaincre, la marche des travaux deviendra plus régulière.

Au moyen des visites répétées des lieux, de l'étude des observations faites par la Commission et d'informations qui m'ont été fournies, j'ai cherché à me rendre compte de l'état de la mer et de la force des vents et des vagues sur la barre de Rio Grande dans les différentes saisons de l'année, dans le but de pouvoir apprécier la longueur des périodes pendant lesquelles on pourrait travailler à l'exécution pendant chaque année. Le résultat de ces recherches est que je n'ose pas indiquer pour l'achèvement des travaux une période plus courte que dix ans. Je dois cependant ajouter que, dans des travaux de cette nature, il est impossible de fixer pour l'achèvement un temps précis.

13

Mais si l'on sait résister aux difficultés et aux contrariétés que l'on rencontrera certainement pendant l'exécution, si l'on sait garder en tout temps le calme, l'énergie et les forces nécessaires pour tenir tête à ces contrariétés, la réussite ne saurait être douteuse et de cette façon on aura érigé un monument faisant preuve de la vigueur que la nation Brésilienne sait déployer quand il s'agit du développement et de la prospérité du pays.

§ 24. *Fin* — Parvenu à la fin de ma tâche je ne saurais passer sous silence l'assistance qui m'a été prêtée par l'ingénieur que j'ai choisi pour mon auxiliaire. M.^r J. W. Welcker, ingénieur du Waterstaat de mon pays, a bien voulu m'accompagner et, par son expérience sur les travaux d'amélioration des fleuves et de défense des côtes, il m'a assisté vaillamment dans tout mon travail ; sans son concours il m'aurait fallu plus de temps pour l'accomplissement de ma mission.

Rio de Janeiro le 15 novembre 1885.

P. Caland.

DOCUMENTS

PIÈCES JOINTES AU RAPPORT

ANNEXE I. — Plan de la barre de Rio Grande do Sul, avec indication des jetées projetées et du chenal à draguer.

ANNEXE II. — Profil en travers des jetées à construire sur la barre do Rio-Grande ; profil-type.

ANNEXE III. — Devis estimatif des dépenses probables pour la construction de deux jetées à la barre do Rio-Grande.

DOCUMENTS N. 1, 2 et 3. — Énumération des rapports, plans et livres existants au bureaux de la Commission Brésilienne pour l'amélioration de la barre de Rio-Grande do Sul.

(ANNEXE III)

Devis des dépenses probables pour la construction de deux jetées à la
barre de Rio Grande do Sul

	JETÉE DE L'OUEST (longueur 4.960 mètres)		
373.640	Mètres cubes de plates-formes et de couches on fascinage, y compris 700. kilogrammes de pierre par mètre cube pour l'immersion à	415700	4.371.5885000
	PIEUX		
29.790	Pieux de 1, ^m 60 de longueur à.....	5300	8.9375000
75.260	» » 3, ^m 00 » » à.....	65000	451.5605000
480	» » 3 à 5 ^m » » à.....	75000	3.3605000
29.900	» » 5 à 8 ^m » » à.....	135000	388.7005000
4.020	» » 8 à 12 ^m » » à.....	335000	132.6605000
	LONGRINES		
9.920	Mètres courants de longrines de bois de pre- mière qualité de 0, ^m 25×0, ^m 25 soit au total 40.912 mètres à.....	45000	43.6485000
	TRAVERSINES		
29.760	Mètres courants de traversines à.....	45500	44.6405000
	RAILS, ETC.		
10.500	Mètres courants de rails à 28 kilogrammes par mètre courant, ou 294 tonnes à.....	4005000	29.4005000
50.000	Kilogrammes de fer forgé pour crampons, écisses, boulons etc. à.....	5500	25.0005000
	REVÊTEMENT DES LA CRÊTE		
43.400	Tonnes de pierre, y compris la construction du perré, à.....	55500	238.7005000
	CHARGEMENT DES BERMES ET DES TALUS		
294.055	Tonnes de pierre, mises en place, à.....	65000	4.746.3905000
			7.484.5835000
	Risques et dégâts pendant l'exécution, pertes et dégâts du matériel etc évalués à 15 pour cent.....		4.122.6875450
	Gain des entrepreneurs, frais d'administration etc évalués à environ 12 ½ pour cent.....		1.075.7295550
	Total pour la jetée de l'Ouest.....		9.683.0005000

JETÉE DE L'EST (longueur 3.350 mètres)		
189.120	Mètres cubes de plates-formes et de couches en fascinage, y compris 70 kilogrammes de pierre par mètre cube pour l'immersion à...	115700 2.212:704500
PIEUX		
20.124	Pieux de 4,060 de longueur à.....	5300 6:0375200
36.900	» » 3,000 » » à.....	65000 221:4005000
80	» » 3 à 5m » » à.....	75000 5605000
20.000	» » 5 à 8m » » à.....	135000 260:0005000
820	» » 8 à 12m » » à.....	335000 27:0605000
LONGRINES		
6.700	Mètres courants de longrines de bois de première qualité, de 0,25 ^m × 0,25 ^m , soit au total 7.370 mètres à.....	45000 29:4805000
TRAVERSINES		
20.100	Mètres courants de traversines à.....	15500 30:1505000
RAILS		
7.000	Mètres courants de rails à 28 kilogrammes par mètre courant ou 196 tonnes à.....	4005000 49:6005000
34.000	Kilogrammes de fer forgé pour éclisses, boulons, crampons, etc., à.....	5500 17:0005000
REVÊTEMENT DE LA CRÊTE		
23.450	Tonnes de pierres, y compris la construction du perré à.....	55500 128:9755000
CHARGEMENT DES BERMES ET DES TALUS		
150.920	Tonnes de pierre, mises en place, à.....	65000 905:5205000
	Risques et dégâts pendant l'exécution, pertes et dégâts du matériel etc, évalués à 15 pour cent.....	578:7725930
	Gain des entrepreneurs, frais d'administration etc., évalués à environ 12 ½ pour cent.....	4.437:2525130
	etc., évalués à environ 12 ½ pour cent.....	554:7405870
	Total pour la jetée de l'Est.....	4.992:0005000
RECAPITULATION		
	La jetée de l'Ouest est évaluée à.....	9.683:0005000
	La jetée de l'Est est évaluée à.....	4.992:0005000
	Total général.....	14.675:0005000
Soit 14 mille sept cents contos de reis.		

DOCUMENT N. 1

Rapports et pièces diverses existantes au bureau de la commission de 1883

(a) RAPPORTS ET PIÈCES DIVERSES SUR LES ÉTUDES FAITES PAR LA
COMMISSION

30 *Avril*, 1883. — Rapport de Commission au Gouvernement.

15 *Octobre*, 1883. — Idem idem avec Atlas et appendices.

15 *Fevrier*, 1884. — Idem idem.

17 *Mars* 1885 — Idem idem.

Resumé du projet de la Commission pour l'amélioration définitive de la barre.

Extrait du rapport général — Octobre 1883 (en français et en anglais).

Août 1883 — *Sept.* 1885. — Observations de courants, densités et sédiments, faites à la barre.

Année 1884. — Idem idem idem, faites le long du canal do Norte jusqu'à la barre de la rivière St. Conçalo.

Notes des observations de marées faites à Rio Grande, à Barra et à St. José do Norte.

1877 - 1885. — Notes des observations météorologiques faites à Rio-Grande.

1877 - 1885. — Tableaux idem idem idem.

1883 - 1885. — Notes des observations météorologiques faites à Barra.

Mars, Sept. 1883. — Tableaux idem idem idem.

Janvier, Juillet 1885. — Idem idem idem idem.

Juillet à Juin 1885. — Tableaux mensuels des observations météorologiques faites en 19 points de la province de Rio-Grande.

(b) RAPPORTS ET PROJETS DIVERS

15 *Janvier* 1881.— Entretien du port de Rio-Grande. — Rapport de l'ingénieur Lopo Netto.

8 *Février* 1882.— Plan pour l'amélioration de la barre présenté par Julio Vasques, accompagné d'une ancienne carte anglaise de la barre.

13 *Novembre* 1882.— Exposé de Manoel Guilherme da Silveira, arpenteur, pour l'amélioration de la barre.

18 *Décembre* 1882.— Système imaginé par l'ingénieur Henri Hargreaves pour la chasse des bancs de sable dans les barres des fleuves et des ports.

27 *Décembre* 1882.— Rapport de l'ingénieur Lopo Netto sur les travaux à exécuter pour l'amélioration de la barre.

3 *Octobre* 1883.— Rapport à Mr. le Ministre de l'Agriculture du Commerce et des Travaux Publics sur l'étude de la création d'un port et d'un canal de communication entre l'Océan Atlantique et la Lagôa dos Patos, par le Docteur Arthur Sichel.

(c) RAPPORTS ET ÉTUDES SUR LA NAVIGATION INTÉRIEURE

Rivières, ruisseaux, étangs, canaux de déversement et marais explorés de 1856 à 1858 dans le municípe de la Conceição do Arroio, province do Rio Grande, par Charles Pompée Demoly.

Juillet 1883.— Études pour l'amélioration de la navigation de la Lagôa dos Patos por Mr. Ahrons.

Septembre 1861.— Rapport sur divers travaux préparatoires de canalisation du fleuve Mampituba, reconnaissance de ces affluents et autres travaux exécutés dans le district de la Conceição do Arroio.

DOCUMENT N. 2

Cartes et plans existants au bureau de la Commission de 1883

(a) PLANS DE LA BARRE LEVÉS PAR LA COMMISSION

- 1883.— Plan général de la barre.
Juillet — Août 1884.— Idem idem idem.
Juillet et Août 1884.— Profils en travers pris sur ces plans.
Juillet et Août 1884.— Plan général de la barre avec l'indication des jetées projectées.
1884.— Plan du port de Rio Grande.
Janv et Fevr de 1885.— Idem de la barre.
Juillet 1885.— Idem idem.
1883-1885.— Idem comparatif de différents levés de la barre.
1883.— Idem du village de Barra.
1883-1884.— Idem de la passe du Sud.
Oct. et Déc. 1884.— Idem idem idem.
Déc. 1884 *et Mars* 1885.— Idem idem idem.
Mars et Avril 1885.— Idem idem idem.
Avril et Mai 1885.— Idem idem idem.
Mai et Juin 1885.— Idem idem idem.
1883, 1884 e 1885.— Profils idem idem.
Juillet 1883 à *Septembre* 1885.— Collection de plans de la barre de Rio Grande à l'échelle de 1/20000 (20 planches).

(b) CARTES ET PLANS DIVERS

- 1776.— Plan en perspective de la barre.
1802.— Idem de la barre imprimé à Manchester.
1814.— Plan de la barre gravé par Steel & C.
1849.— Idem idem de Dillon (carte de l'Amirauté).
1854.— Idem idem — Commission de limites.
1866.— Idem idem de Dillon & Johnson (carte de l'Amirauté).
1875.— Idem idem par Hawkshaw. 22

1882. — Idem idem par Lopo Netto.
1863. — Carte de la Côte du Brésil par Mouchez.
1864. — Idem idem par Laurie.
1868. — Idem de la province du Rio Grande par Camargo.
1861. — Port de Torres par Vital de Oliveira et Law : Plan de la pointe de Barra, contenant l'arpentage de 1831.
1882. — Profils en travers des bancs de la barre par Lopo Netto.
1883. — Études sur la côte, depuis la province de Sante Catherine jusqu'à Montevideo :— voyages de reconnaissance faits à bord du vapeur *Jaguarão*, au service de la Commission.
Sondages géologiques faits par la Commission.
Plateformes en fascines fabriquées par la Commission.

(c) ÉTUDES SUR LE CANAL DU NORD

1883. — Plan du canal.
1883. — Profils en travers du canal.
Septembre 1884. — Idem idem idem.
Janvier 1884. — Plan du canal, indiquant l'érosion de la rive.
Novembre 1884. — Idem idem idem (Ouest).
1885. — Projet de revêtement de la rive Ouest.

(d) ÉTUDES ET OBSERVATIONS DIVERSES

- 1877-1883. — Diagrammes des observations météorologiques faites à Rio Grande par Lopo Netto.
1883. — Études de l'influence du vent sur le niveau moyen de la Lagôa dos Patos.
1883-1885. — Roses des vents observés à Barra.
1884. — Diagrammes des marées observées à St. José do Norte et à Barra.

(e) ÉTUDES SUR L'AMÉLIORATION DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE

1883. — Études sur la Lagôa dos Patos, par Ahrons.
1883. — Projet d'un chenal à travers la banc de la Porteira (Lagôa dos Patos).
1885. — Idem idem idem idem idem.

1884.— Études sur la barre de la rivière São Gonçalo et sur le port de Pelotas.

1884.— Plan de la barre de la rivière San Gonçalo.

1884.— Idem idem idem Jaguarão.

1884.— Idem idem idem San Lourenço.

1885.— Idem du port de Jaguarão.

1885.— Idem du chenal Sangradouro.

1885.— Idem idem de la Setia.

DOCUMENT N. 3

Livres existants au bureau de la Commission de 1883

Message and Documents of the War Department of the United States — from 1866 to 1879.

Annual Report of the Secretary of War of the United States 1874-75 and from 1878 to 1882.

United-States Coast Survey from 1854 to 1882.

Annales des Ponts et Chaussées de 1876 à 1882.

De p Sea Sounding and Dredging by Charles Sigsbee.

Assistant in the Coast and Geodetic Survey.— Description of the methods and appliances used on board the Coast and Geodetic Survey Steamer « Blake. »

DEBAUVE.— Rivières, Canaux, Ports maritimes.

DEBAUVE.— Navigation fluviale et maritime.

Ports maritimes de la France, par différents Ingénieurs.

Report on the Improvements of the Kanawha River par Charles Ellet.

BARRET.— Aménagement des ports de Commerce.

Rapport officiel sur la marine et les travaux maritimes à l'Exposition Universelle de Vienne en 1873, par Alexandre Friedmann, Ingénieur Civil.

CLAUDEL.— Formules, Tables etc., 2 vols.

Percement de l'Isthme de Suez.— Rapport et projet de la Commission internationale.— Documents publiés par F. de Lesseps, 1856.

DEGOUSÉE ET LAURENT.— Guide du Sondeur — 2 vols. et Atlas.

COSTA PEREIRA.— Portulan des Côtes du Brésil (en portugais).

GARRAUD. — Bois de Construction.

BOUNICEAU. — E'tudes sur les constructions à la mer, 1 vol. et Atlas.

Recherches hydrographiques sur le régime des Côtes — Rapport sur la reconnaissance de l'emboûchure de la Seine en 1875, par l'Estignard.

Recherches hydrographiques sur le régime des Côtes — Projets de ports et Canaux divers, mouvements de vagues et courant de la mer.

ALLESSANDRO CIALDI. — Sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso.

Ports maritimes de la France — Du Havre au Becquet.

SIR JOHN HAWKSHAW. — Report on Brazilian Harbours, 1875.

M. COMOV. — E'tudes pratiques sur les marées fluviales.

M. CUNHA GALVÃO. — Amélioration des port du Brésil (en portugais).

Sailing Directions of the Coast of Brazil and Rio de la Plata, from Pará to Buenos Ayres.

NICOLÃO DREYS. — Notice descriptive de la province de Rio Grande do Sul (en portugais).

EDUARDO DE MORAES. — Projet de canal entre Laguna e Porto Alegre. — Memoire justificatif (en portugais).

BONNICEAU. — E'tude sur la navigation des rivières à marées.

Recherches hydrographiques sur le regime des Côtes—Projets divers.

MAURY. — Sailing Directions.

CROISSETTE DESNOYERS. — Les travaux publics en Hollande.

LOUIS BARRET. — Note sur les appareils hydrauliques mis par la pression sous l'eau.

MILNOR ROBERTS. — Rapport sur les porte de Victoria, Benevente, Piama, e Itapemirim (en portugais).

JOSEPH BONNIN. — Travaux d'achèvement de la digue de Cherbourg.

MILNOR ROBERTS. — Rapport sur le fleuve S. Francisco, 1879-1880 (en portugais).

J. J. CARVALHO BASTOS ET G. AHRONS. — Projet d'amélioration de la barre et Construction d'un port à Rio Grande de Sul (en portugais).

BORJA CASTRO. — Description du port de Rio de Janeiro et des travaux du Dock de la Douane, 1877 (en portugais).

Memorial des travaux hydrauliques de la marine, 1860-1861.

H. DE LAGRENÉ. — Cours de navigation intérieure; fleuves et rivières.

MOUCHEZ. — Les Côtes du Brésil.

02/09
e-74

ST/0384