

Le gouvernement de Costa-Rica avait appréhendé justement de voir une entreprise si grandiose compromise par la spéculation ou discréditée par l'intrigue, et sa réserve avait été dictée par la prudence, jamais par la mauvaise volonté.

L'œuvre que vous proposez est une œuvre de civilisation; elle obtiendra l'appui de tous les hommes éclairés, et particulièrement celui des peuples de l'Amérique, auxquels vous allez vous adresser.

Veuillez agréer, cher Monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments.

MANUEL M. PERALTA.

PROJET

D'UN

CANAL INTER-OCÉANIQUE MARITIME

A GRANDE SECTION

A TRAVERS LE GRAND ISTHME AMÉRICAIN

PAR LE NICARAGUA

POUR UNIR L'Océan ATLANTIQUE & L'Océan PACIFIQUE

A L'AIDE DU FLEUVE SAN-JUAN

DU LAC DE NICARAGUA

ET DU PERCEMENT DE L'ISTHME DE RIVAS

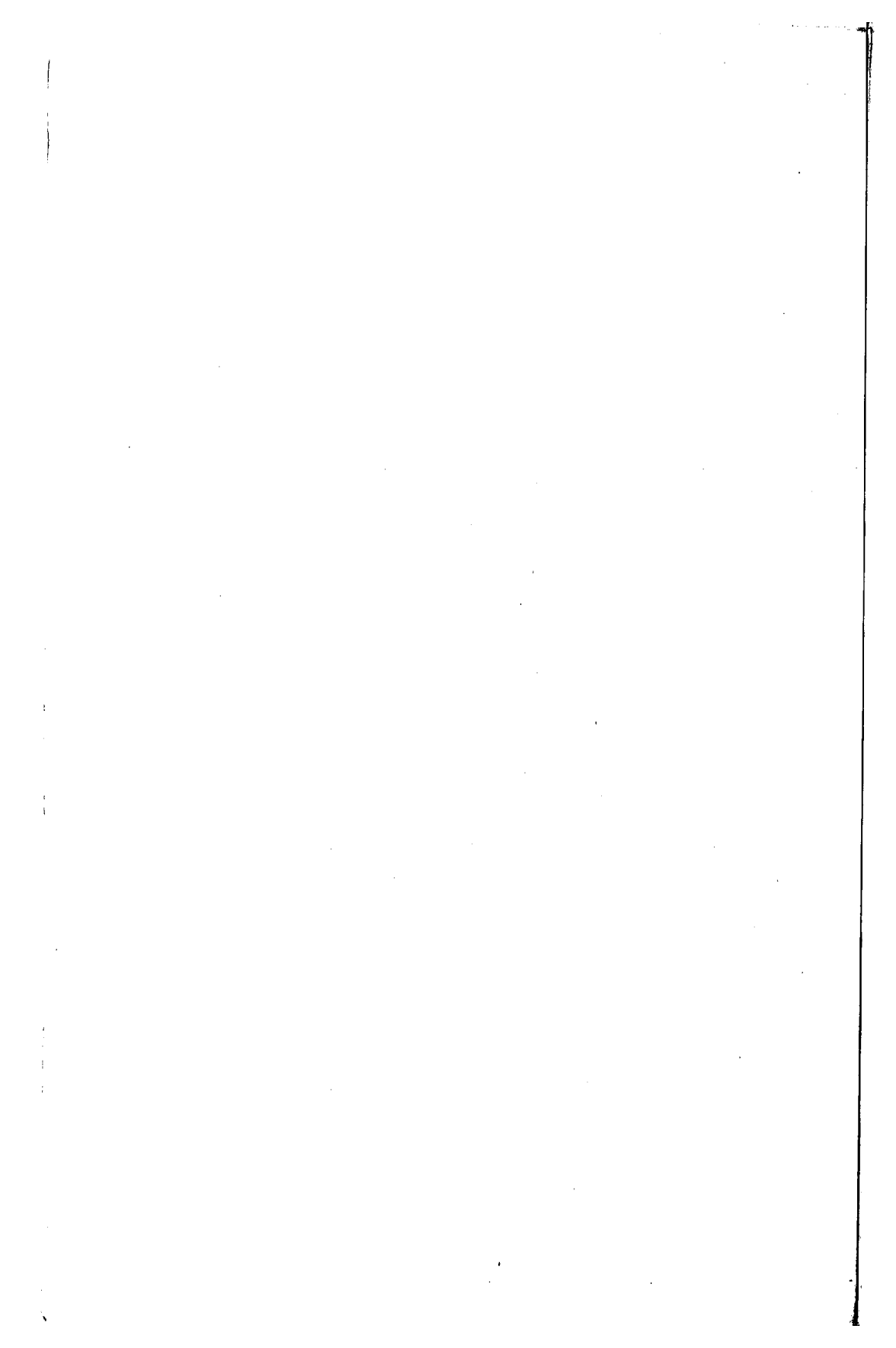
Par les vallées du rio Lajas et du rio Grande

PAR ARISTIDE-PAUL BLANCHET.

BOURGES

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE DE A. JOLLET, RUE DES ARMURIERS, 2.

1875



PROJET D'UN CANAL

Inter-Océanique maritime à grande section, à travers le grand Isthme Américain

PAR LE NICARAGUA

POUR UNIR L'OCEAN ATLANTIQUE ET L'OCEAN PACIFIQUE

A l'aide du fleuve San-Juan, du lac de Nicaragua et du percement
de l'Isthme de Rivas

PAR LES VALLÉES DU RIO LAJAS ET DU RIO GRANDE.

Importance d'un Canal à travers le grand Isthme Américain.

Un canal maritime à travers le grand Isthme Américain, pour faire passer les navires d'un Océan dans l'autre, leur éviterait le double parcours par le cap Horn de près du quart du méridien terrestre, c'est-à-dire, avec les détours obligés, un voyage inutile, et tous les dangers qu'il comporte, d'environ 20,000 kilomètres.

Les contrées du globe les plus importantes par leur population, leurs richesses agricoles et industrielles, et leur commerce maritime, sont toutes au nord de l'Equateur, au-dessus du 20^{me} degré de latitude; en sorte que les navires qui en partent pour gagner la même latitude dans l'autre Océan, sont obligés de tourner l'Amérique méridionale, et de descendre dans l'autre hémisphère jusqu'au 60^{me} degré. Il vont ainsi inutilement au Midi de 70 à 80° pour les remonter de l'autre côté de l'Amérique du Sud, ce qui, avec les détours auxquels les obligent les vents et les courants, porte à bien près de 5,000 lieues le surplus de parcours qu'ils sont obligés de faire, faute d'un passage entre les deux Amériques.

Pour eux cependant, si ce passage est possible, le premier aspect de la configuration de ces deux continents indique que le chemin le plus court, et en même temps le plus favorisé par les courants des vents alizés, serait la ligne droite que trace le onzième parallèle nord, débouchant chaque côté en pleine mer, sans aucun détour obligé pour se diriger immédiatement dans n'importe quelle direction.

Quand on envisage la possibilité d'une communication si courte entre les deux grands Océans, et qu'on se propose d'en rechercher la solution, il est nécessaire pour se bien rendre compte de la grandeur de l'œuvre à créer, d'examiner tout d'abord quels sont les besoins auxquels elle doit pouvoir suffire, dès maintenant, et dans l'avenir surtout.

Depuis la découverte du Nouveau-Monde, cette création d'un canal interocéanique a toujours été de plus en plus ardemment cherchée, depuis surtout le commencement de ce siècle dont le génie créateur ne veut aucune limite à la satisfaction des besoins moraux et matériels des peuples.

Ces recherches jusqu'ici infructueuses et les difficultés insurmontées ne l'ont rendue que plus grandiose, et quelque rémunératrice qu'on la suppose elle ne remplirait cependant pas son but si elle n'était entreprise que pour les besoins du présent.

Des vastes contrées qu'elle doit relier plus intimement entr'elles et à l'ancien continent, beaucoup sont encore presque inconnues, et la dixième partie en est à peine peuplée. Cependant elles sont les plus riches du globe en productions de tout genre et des plus variées.

Il est difficile de prévoir jusqu'où, dans un avenir peu éloigné, iront les besoins de communication avec et entre tous ces pays que nous ont révélés les découvertes géographiques modernes, même en en jugeant par l'accroissement de population de certains d'entre eux, et les rapports obligés qui les relient entr'eux et à l'Ancien-Monde depuis moins de 25 ans.

Jusqu'ici, préoccupé avant tout de l'idée de trouver le moyen de passer entre les deux Amériques, nous n'avions pas dans plusieurs avant-projets calculé le nombre de navires qui devront traverser le grand isthme, surtout les jours de grande circulation.

Cette connaissance préalable est cependant indispensable pour se rendre bien compte des dimensions à donner à chaque partie du canal, afin que sans aucun retard il puisse satisfaire à tous les besoins de la navigation.

Or, voici le mouvement de transit qu'on peut prévoir dès à présent.

Importance qu'aura le transit entre les deux Océans.

À Suez, il passe par année environ 1,200 navires, d'une capacité réelle moyenne de 1,850 tonnes chacun. Un grand nombre est à vapeur, la tendance générale pour les communications avec l'Inde étant de plus en plus de se servir de cette force motrice aux dépens des navires à voiles qui ne trouvent point de ce côté sur les mers à traverser les facilités et les avantages économiques que procurent les vents alizés de l'Atlantique et de l'Océan Pacifique.

Sur ces deux Océans, ces vents, d'une régularité parfaite à certaines époques de l'année, maintiendront toujours la prépondérance aux navires à voiles, car avec eux pas de combustible coûtant énormément cher, et occupant inutilement aux dépens des marchandises à transporter la plus grande capacité du navire, sans procurer beaucoup plus de rapidité que ces vents providentiels.

Si avec la vapeur il y a avantage à augmenter la capacité du navire pour loger le combustible, il n'en est pas de même pour les navires à voiles qui ne peuvent s'allonger indéfiniment sans nuire à la facilité de manœuvre, et qui, pour ce motif, se maintiendront toujours dans une capacité moyenne d'environ 500 tonnes, entièrement utilisables.

Il en résulte que pour le transit d'un même tonnage un canal à travers le grand Isthme Américain doit être traversé par un bien plus grand nombre de navires que le canal de Suez.

D'un autre côté le canal Américain aura une bien plus grande importance commerciale que ce dernier.

Au point de vue de certaines contrées de l'Europe, celles entr'autres méditerranéennes, le canal de Suez a pu les rapprocher de plusieurs milliers de lieues des côtes de l'Asie méridionale, et il est entre ces contrées la voie la plus courte ; là se limite son action, assez grande d'ailleurs pour que sa création soit une des plus belles et des plus utiles de notre siècle. Celle du canal du grand Isthme Américain embrassera le monde entier. Il devra toujours en être la grande route commerciale pour les communications entr'eux de presque tous les peuples de la terre.

Qu'on prenne en effet où on voudra un point quelconque sur le globe pour se rendre à l'opposé sur la même longitude dans l'autre partie du monde (à son antipode), on trouve que le chemin le plus court est le passage entre les deux Amériques.

On peut sans présomption estimer que, pour le tonnage, le transit sera par le canal Américain plus de quatre fois aussi considérable qu'à Suez.

En 1873, à Suez, le transit a été de 1,173 navires, jaugeant ensemble 2,085,072 tonnes.

Mais que sont ces chiffres comparativement à ceux que devra atteindre forcément un canal maritime réunissant les deux grandes mers de notre globe, qui à elles seules le divisent en deux groupes continentaux distincts sans aucune communication par terre entre eux.

Voici un exemple pris sur les relevés officiels des différents états de la côte

occidentale de l'Amérique dès 1855, c'est-à-dire il y a 20 ans, du passage des navires d'un Océan à l'autre, aller et retour :

San-Francisco et Californie, navires.....	1,845	jaugeant	862,652	tonnes.
Honolulu (Iles Sandwich), navires.....	500	—	227,000	—
Mexique, aucun renseignement.....	mémoire.		mémoire.	
Amérique centrale, navires.....	882	—	519,813	—
Guayaquil et Menta (République de l'Equateur), navires.....	350	—	50,000	—
Pérou, navires.....	2,000	—	800,000	—
Chili, 5,000 navires, mais les deux tiers environ forment double emploi comme navires venant du cap Horn ou y allant, et relâchant seulement dans les ports du Chili, par suite 1/3 seulement, soit environ	1,700	—	1,500,000	—

Totaux, navires..... 7,277 jaugeant 3,959,465 tonnes,

dès 1855, c'est-à-dire il y a 20 ans.

Dans ces chiffres ne figurent point les navires partant ou d'Europe ou des côtes orientales de l'Amérique à destination du Japon, de la Chine, de l'Australie, etc., ou en venant.

On peut donc sans exagération dire que, dès 1855, le mouvement des navires entre les deux grands Océans devait être déjà de près de 10,000 jaugeant environ 5,000,000 de tonnes.

Rien que le mouvement de navigation des Etats-Unis entre l'Atlantique et le Pacifique était en 1855 :

Pour ou de San-Francisco (Californie), 1,845 navires, ci	1,845
Et pour les autres ports du Pacifique, 1,856 navires, ci.....	1,856
Ensemble 3,701 navires, ci.....	<u>3,701</u>

Ces chiffres qui depuis n'ont fait qu'augmenter d'une manière très-considérable, permettent d'avancer dès maintenant, sans crainte d'exagérer, que le passage à travers le grand Isthme, lors de l'ouverture d'un canal, atteindra au moins de dix à douze mille navires, chiffre qui d'ailleurs ne doit pas paraître extraordinaire si on considère qu'il n'est que la douzième partie de l'effectif de toutes les marines du monde civilisé s'élevant en totalité à 130,000 navires.

Nous ne faisons point ces recherches pour montrer de quelle importance productive sera le canal, car la démonstration à ce point de vue serait surabondante, mais bien pour établir seulement à quels besoins il devra satisfaire.

Si le passage devait être régulier, ce qui ne peut être, car il sera très nombreux à certaines époques favorables pour utiliser les vents alizés, et presque

nul à d'autres, 12,000 navires à écluser par an donneraient une moyenne par jour de $\frac{12,000}{365} = 33$ bâtiments environ. Mais il y aura des jours où il sera de plus de 200, et d'autres de quelques-uns seulement, dont la moitié montant et l'autre moitié descendant. Il arrivera cependant que les navires allant dans une même direction seront bien plus nombreux à certaines époques que ceux en venant; aussi pourra-t-il se faire que les navires suivant la même direction atteindront quelquefois le chiffre de 150 par jour.

Une seule écluse ne suffirait pas pour un passage aussi considérable; il en faudra donc deux, une pour monter et une pour descendre, les deux pouvant au besoin servir tout à la fois pour monter ou pour descendre, selon que le passage sera beaucoup plus considérable dans un sens que dans l'autre.

Le passage de 150 navires dans le même sens, en ne se servant que d'une voie, par un travail ininterrompu de jour et de nuit, nécessiterait tout au plus de 9 à 10 minutes pour chaque bâtiment par écluse.

D'un autre côté la tendance actuelle est d'accroître sans cesse les dimensions des bâtiments à vapeur, surtout en longueur et en tirant d'eau. En longueur on semble vouloir atteindre 150 mètres et en profondeur de 9 à 10 mètres.

Quant aux bâtiments à voiles, d'une longueur bien plus restreinte, il leur faudra la plupart du temps être remorqués surtout au passage des écluses. Le remorqueur et son remorqué à la suite devront pouvoir passer en même temps dans les écluses, et s'y étaler à leur aise comme en plein canal.

On verra que le système d'écluses décrit par la suite pourra suffire à tous ces besoins.

Ces données et ces calculs sont nécessaires avant tout pour se rendre compte des proportions énormes de grandeur d'écluses et de sections qu'exige un canal maritime dont l'exécution devra non-seulement satisfaire aux exigences du moment, mais demeurer une œuvre utile et suffisante pour les siècles à venir.

Conditions nécessaires à un canal maritime pour être une œuvre complète.

Les conditions actuelles d'un canal maritime qu'on pourrait considérer comme une œuvre complète, sont :

1° Qu'il soit assez large et assez profond pour permettre le croisement, sur tous les points de sa longueur, des plus gros navires en charge; la largeur doit donc être d'environ 50 mètres à la ligne de flottaison, et la profondeur de 9 à 10 mètres;

2° Qu'il permette aux navires de se rendre sans désemparer d'un Océan à l'autre à toute heure de la marée, et qu'il n'exige que très-peu de délai pour le passage d'écluses aussi peu nombreuses et aussi peu répétées que possible;

3° Qu'il débouche par chacune de ces extrémités dans un port d'un accès et d'une sortie faciles, et qui offre un mouillage sûr en tout temps;

4° Qu'il soit placé dans de telles conditions topographiques et hydrauliques qu'un bon approvisionnement d'eau soit toujours assuré.

On verra par la suite que le projet que nous proposons par le Nicaragua remplira parfaitement toutes ces conditions.

Et il nous sera permis de dire que les raisons données d'impossibilité pratique d'un canal avec écluses sont sans fondement, et qu'il est inutile de s'y arrêter.

Impossibilité d'un canal sans écluses.

Non-seulement la suite de ce travail démontrera amplement que c'est bien une erreur de prétendre qu'un canal maritime d'aussi grand passage que le sera le canal inter-océanique est, sous peine d'insuffisance, impossible avec des écluses; mais nous allons même plus loin, et nous ajoutons qu'il n'est pas possible de canaliser le grand Isthme même en établissant un canal à niveau des deux Océans, au moyen de sommes et de temps presque incalculables, sans avoir recours à des écluses.

On parle depuis longtemps de différents projets à niveau et sans écluses par le Darien, auxquels, dans une lettre qu'il nous écrivait le 27 février 1874, en réponse à la communication que nous voulions lui faire de notre avant-projet, le représentant des Etats-Unis faisait allusion dans ces termes :

« J'ai l'honneur de vous informer que j'ai toutes raisons de croire que le gouvernement des Etats-Unis a décidé définitivement en faveur de l'isthme du » Darien pour le canal inter-océanique, et qu'il examine maintenant les trois » routes qu'il a fait étudier. »

Ces projets, comme on le voit, étaient alors bien en faveur aux Etats-Unis, mais depuis on en a forcément reconnu la complète impossibilité. Il ne pouvait en être autrement, et cette déclaration ne nous a alors nullement détourné de nos travaux.

Si, en effet, par le Darien, on donnait les dimensions voulues au canal, il nécessiterait de quatre à six cent millions de mètres cubes de déblais sans pouvoir même se dispenser d'avoir des écluses, et voici pourquoi :

La marée dans l'Atlantique, au Darien, n'est que de 0^m 60, tandis que du côté

du Pacifique à Panama, et dans le golfe San-Michel plus particulièrement, elle atteint jusqu'à 9 mètres, d'où une différence de niveau alors énorme se présentant de six heures en six heures, et qui établirait dans le canal sur une partie de son parcours un courant alternatif de va-et-vient atteignant parfois près de 12 kilomètres à l'heure. La marée produirait ainsi dans le canal l'effet du mascaret à l'entrée de la Seine.

Ce double courant en sens inverse surprendrait les navires en plein canal, sans leur donner le temps d'en gagner l'extrémité, et les ferait rétrograder malgré eux, en leur faisant courir le danger de s'aborder entre eux dans un passage trop étroit pour leur laisser toute liberté de manœuvres.

Le seul moyen d'y mettre obstacle serait la création, du côté du Pacifique, d'écluses empêchant la marée d'entrer dans le canal.

Par suite de cette différence des marées entre les deux Océans aux isthmes de Panama et de Darien, il est impossible, abstraction faite du chiffre énorme de dépenses qu'il occasionnerait, d'établir un canal à niveau sans avoir recours à une ou plusieurs écluses qui, faites dans les conditions ordinaires, ne pourraient suffire aux besoins de la navigation, ainsi que nous venons de le démontrer, par le grand nombre de navires à faire transiter.

Études qui ont servi à établir ce travail.

Les facilités que par le Nicaragua la nature semble offrir pour la canalisation au moyen du lac de Nicaragua et du fleuve San-Juan, ont, dès le principe et toujours plus que dans aucune autre partie du grand isthme, attiré plus particulièrement l'attention et les recherches des savants et des gouvernements.

Aussi, tandis que c'est à peine si par le Darien l'isthme a été complètement parcouru d'une mer à l'autre par les explorateurs, arrêtés qu'ils étaient dès leur départ par des obstacles de toutes sortes, de nombreuses recherches et les études les plus approfondies donnant les relevés très-complets et les plus exacts des lieux ont été faites à travers les états de Costa-Rica et de Nicaragua en suivant le fleuve San-Juan, route de transit, d'ailleurs la seule suivie avant la construction du chemin de fer de Panama.

Ces contrées furent donc dès la découverte de l'Amérique et de la domination espagnole spécialement explorées en vue d'un passage par un canal devant réunir les deux Océans.

Il est vrai que par la suite les successeurs de Charles-Quint et de Philippe II y mirent toutes sortes d'obstacles dans la crainte qu'une voie navigable ouverte

dans l'isthme ne vint offrir aux autres nations l'accès de richesses dont l'Espagne avait seule le monopole. Mais dès leur émancipation et la proclamation de leur indépendance, les nouveaux états de l'Amérique centrale comprirent l'importance et les nombreux et grands avantages qu'ils retireraient de la création, au milieu d'eux, d'une grande voie navigable qui serait la route commerciale du monde entier.

Les hommes courageux qui venaient de faire de leur pays des états souverains, jaloux de sa grandeur future, encouragèrent et provoquèrent immédiatement de nouvelles études, et dès ce moment la possibilité d'un canal par le Nicaragua devint l'objet de l'attention et des efforts du monde commercial et politique comme du monde savant de tous les pays, et surtout des principales puissances maritimes.

Les premières études qui furent ainsi faites de ce côté eurent lieu par ordre de Guillaume I^{er}, roi des Pays-Bas, dès 1826, et se continuèrent jusqu'en 1830, mais furent alors malheureusement interrompues par les événements politiques qui survinrent dans ses états.

Puis vinrent les précieuses explorations des commodores Anglais Edward Barnett et Edward Belcher en 1837 ;

Le premier projet normal de John Bailly en 1838 ;

Les savantes études de M. Michel Chevalier résumées dans un travail intitulé : *l'Isthme de Panama* (1848) ;

Le projet du prince Louis-Napoléon, depuis empereur (1846) basé sur les études faites spécialement sur les lieux par M. Lecomte d'abord, puis continuées par M. Squiers, ingénieur américain ;

Celui, réduit à petite section, dressé en 1852, par M. Orville Childs, ingénieur américain, qui fit avec le plus grand soin le nivellement de l'isthme, et dont les précieux travaux ont surtout servi à MM. Belly et Thomé de Gamond, pour dresser leur premier projet de 1858, par le col de Salinas, direction qui fut abandonnée par suite de l'élévation de ce col, trouvée bien plus grande qu'on ne le croyait, et que ne l'indiquaient les documents publiés par l'ingénieur danois Ørstedt et un voyageur français M. Myionnet-Dupuy ; puis le second de 1863, suivant exactement le tracé précité de M. Childs, par le seuil de Rivas, et se servant de ses cotes d'altitude, après toutefois une nouvelle vérification des lieux faite sous la conduite de M. Belly, par une mission de 42 personnes, composée de nombreux ingénieurs, géomètres et aides de toutes sortes.

Tous les documents, rassemblés par les devanciers de MM. Belly et Thomé, et ainsi complétés par eux, permirent de dresser un état précis des lieux et d'établir ce dernier projet de 1863, pas plus praticable que ceux qui l'avaient précédé, tant en raison du grand nombre de barrages à établir dans le San-Juan et des trop grands travaux de déblais et de remblais à faire sur tout le cours de ce fleuve et

dans la traversée de l'isthme de Rivas, que du grand nombre d'écluses trop souvent répétées et trop dispersées sur tout le cours du fleuve et dans l'isthme, et qui n'auraient pu suffire au grand mouvement de la navigation par suite de la disposition adoptée d'une seule écluse à chaque barrage.

Ce sont tous ces travaux et documents qui nous permirent d'établir exactement le projet que nous avions conçu précédemment de la canalisation par le prolongement du lac jusqu'aux deux Océans.

Le projet actuel a donc été dressé avec les documents les plus complets et les plus exacts qui existent sur la question, et s'appuie sur un nivellement établi par plus de 650 cotes relevées à 10 centimètres près et ayant pour repère commun le niveau des basses mers du Pacifique.

Il est représenté sur une feuille ayant 4 mètres de longueur sur 1 mètre 20 de hauteur, et contenant :

1° La carte générale du tracé à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$;

2° Le profil en long à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$ pour la longueur et de $\frac{1}{2,000}$ seulement pour la hauteur afin de la rendre plus sensible ;

3° Le profil en long et la coupe en travers des cinq digues, barrages et déversoirs nécessaires pour la canalisation ;

4° Le plan et le profil en long, tous les deux à l'échelle de $\frac{1}{2,000}$ des doubles séries d'écluses qui seront employées ;

5° Le plan du port sur le Pacifique avec les profils et coupes des digues nécessaires pour l'établir ;

6° La carte du grand Isthme américain pour faire saisir immédiatement la position du canal ;

7° Et la légende donnant l'explication abrégée du système de canalisation.

Certes, aucun projet ne s'est appuyé sur des documents aussi complets et d'une aussi scrupuleuse exactitude.

Tracé et exposé sommaire du projet.

Comme celui de M. Childs, le tracé que nous suivons pour le canal part de Brito, traverse l'isthme de Rivas, près de la ville de ce nom, dans les vallées du rio Grande et du rio Lajas, puis franchit le lac de Nicaragua, descend la vallée du fleuve San-Juan, et vient aboutir dans l'Atlantique par la vieille branche du San-Juan qui verse ses eaux dans le port même de la ville de San-Juan del Norte (Greytown).

Quant au projet il consiste à prolonger, jusque le plus près possible des deux

Océans, le niveau des eaux du lac de Nicaragua, puis par un seul bief au-dessous chaque côté à se rapprocher encore davantage le plus près possible des deux mers, le tout à l'aide :

Du côté de l'Atlantique, de la *submersion en grand*, au moyen de deux barrages, de la vallée du San-Juan ;

Et du côté du Pacifique aussi de la *submersion en grand* de la vallée du rio Grande, au moyen d'une coupure à travers le seuil de Rivas, amenant les eaux du lac dans cette dernière vallée au niveau et en jonction de celles du rio Grande, et de deux barrages successifs de cette même vallée ;

Puis enfin, de finir de gagner la mer chaque côté à l'aide d'un chenal creusé à niveau des basses mers de chaque Océan.

Les différences de niveau résultant de chaque barrage seront franchies au moyen de doubles séries d'écluses en escalier, présentant une voie montante et une voie descendante, dont toutes les marches pourront être occupées en même temps, chacune par un navire, sans aucune attente ni arrêt pour les franchir.

Nous nous proposons d'atteindre ce résultat de la submersion en deux parties seulement de chacune des vallées du San-Juan et du rio Grande, savoir :

Du côté de l'Atlantique, par une première submersion de la vallée du San-Juan opérée à niveau des eaux du lac au moyen d'une première digue-barrage et déversoir en même temps, élevée au pied du mont San-Carlos, à environ moitié du cours du San-Juan, à l'extrémité d'une presqu'île que, sur la rive opposée, un contour du fleuve forme en cet endroit, à 97,320 mètres du lac, qui se trouvera ainsi prolongé d'autant de ce côté ;

Et par une seconde submersion inférieure, dont le plan d'eau sera 12 mètres plus bas, opérée au moyen d'une deuxième digue-barrage, mais insubmersible cette fois, dite du bec du Colorado, élevée à 53,060 mètres en aval de la première, à environ moitié de la distance qui sépare le bec du Colorado de celui du Juanillo ;

Et du côté du Pacifique,

Par une première submersion de la vallée du rio Grande, opérée également à niveau des eaux du lac, au moyen d'une première digue-barrage insubmersible, dite de Rivas, élevée à 17,200 mètres du lac qui se trouvera ainsi prolongé d'autant de ce côté ;

Et par une seconde submersion inférieure dont le plan d'eau sera 14^m 25 plus bas que le niveau du lac, opérée au moyen d'une deuxième digue-barrage, également insubmersible, élevée au pied du mont Venturon à 3,720 mètres de la première, et à 4,530 mètres de l'Océan Pacifique.

Mais avant de passer aux détails de l'œuvre, et pour en faciliter l'intelligence, nous allons exposer rapidement un état précis des lieux.

Description géographique et hydrographique.

Géographiquement, l'œuvre comprend trois principales sections :

- 1° Le point de partage du canal ;
- 2° La branche orientale ;
- 3° La branche occidentale.

§ 1^{er}. — Le point de partage.

S'il est vrai que le choix du point de partage des eaux soit l'œuvre la plus délicate dans l'établissement d'un canal à plans d'eau multiples, constatons que dans le projet d'un canal par le Nicaragua, la pensée de l'ingénieur est débarrassée de toute préoccupation de cet ordre.

La présence au sommet du tracé d'un réservoir d'alimentation unique dans le monde par sa masse et son étendue, ne lui laisse qu'un seul parti, celui de subordonner la conception aux voies indiquées par cette puissante invite de la nature.

C'est d'ailleurs cette position exceptionnelle du lac de Nicaragua qui, dès le principe, nous a donné l'idée de notre projet.

Inutile de vouloir chercher à créer ailleurs ce que la nature a fait là beaucoup mieux que l'homme ne pouvait même le rêver ; aussi comprenons-nous d'autant moins la mission de cette commission américaine, envoyée tout dernièrement par le gouvernement des États-Unis à l'isthme de Panama pour y explorer le tracé d'un canal interocéanique entre Aspinwal et Panama à 90 mètres d'altitude, et rechercher les moyens d'y établir un vaste réservoir d'alimentation d'un futur canal, un tout petit diminutif bien certainement insuffisant du lac de Nicaragua, au sommet même de l'isthme, probablement parce qu'il est le plus étroit en cet endroit, et que le bassin d'alimentation n'en serait que plus restreint.

Le lac est donc le point de partage et l'inépuisable réservoir des eaux destinées à l'alimentation du canal des deux Océans.

C'est une mer intérieure longue de 160 kilomètres sur 60 de largeur, présentant une surface de six milliards de mètres.

40 rivières, dont plusieurs navigables, versent leurs eaux dans ce magnifique bassin d'eau douce.

Le lac de Nicaragua reçoit en outre le trop plein du lac supérieur de Managua par le rio Tipitapa, comme lui-même alimente le fleuve San-Juan qui descend dans l'Océan Atlantique.

Le niveau du lac de Nicaragua est au moment de l'étiage à 34 mètres au-dessus du niveau de l'Atlantique, basse mer, et à 36 mètres au-dessus du Pacifique, basse mer également, d'où il résulte une différence de niveau de 2 mètres entre les surfaces des deux Océans, dont les niveaux sont indépendants comme leur régime local en raison de la différence des courants et des vents qui agissent sur chacun d'eux.

Cette différence d'altitude diminue naturellement au moment des marées, qui sont de trois mètres pour le Pacifique et de 4 mètres pour l'Atlantique.

Le niveau du lac varie au cours de l'année entre deux limites extrêmes dont la différence n'excède pas deux mètres, et atteint son maximum à la fin de la saison des pluies.

Durant la saison sèche, l'évaporation de cette grande surface, et l'écoulement par le fleuve San-Juan n'étant pas compensés par un égal débit des affluents, son niveau s'abaisse de près de deux mètres au-dessous des plus grandes eaux ; mais au-dessous de cet étiage, la cuvette du lac présente une profondeur variable dépassant 10 mètres et atteignant sur la ligne du tracé qui nous intéresse des fonds de 20 mètres.

A l'exception de quelques points du littoral offrant des mouillages privilégiés, les accores du rivage sont en général très-plates et accessibles seulement pour les petites embarcations, ce qui nécessitera le creusement d'un chenal pour l'abaissement du plafond du lac à chacun de ses points de jonction avec les deux branches du canal.

§ 2° — Branche orientale.

La branche orientale du canal de Nicaragua est le lit même du fleuve San-Juan.

Ce fleuve depuis sa sortie du lac à San-Carlos, jusqu'à son embouchure dans l'Atlantique, décrit deux courbes inverses ayant pour limite commune le mont et le fleuve San-Carlos, vers le milieu de son cours, et dont la longueur directe totale est de 136,800 mètres, mais dont les nombreuses sinuosités allongent le parcours jusqu'au développement effectif de 181,800 mètres.

Ces sinuosités forment parfois des courbes à un rayon minimum de 300 mètres,

tel que près le mont San-Carlos, mais dont la moyenne est d'un rayon de 1,500 à 2,000 mètres.

Par suite du système que nous allons adopter de submersion de la vallée par la surélévation du plan d'eau en prolongeant le niveau du lac, toutes ces petites courbes disparaîtront, et la plupart du temps, aux endroits où elles existent, la navigation pourra même se faire en ligne droite. Elles se confondront généralement en de grandes courbes, en sorte que la ligne à suivre par les navires raccourcira de plusieurs kilomètres le développement actuel de 181,800 mètres formant la ligne médiane du fleuve.

La différence de niveau des deux limites extrêmes étant, comme on l'a vu, de 34 mètres, l'inclinaison moyenne du cours naturel du fleuve San-Juan est un *cinq mille trois cent quarante-septième* du parcours, pente très-forte pour la navigation. Mais cette moyenne n'existe pas dans la nature. Le lit du fleuve est oblitéré dans sa région supérieure par des barres de roches affleurant parfois la surface des eaux. Ces barres modifient le courant qui se précipite en rapides successifs d'un difficile accès, tandis que dans la plus grande partie de son cours, l'eau du fleuve est presque dormante.

Rapides.

Ces rapides au nombre de cinq se trouvent accumulés sur un parcours de 33 kilomètres, à la fin du premier tiers du cours du fleuve, ce sont :

1° Le rapide du Toro, de 2,600 mètres de long, avec 0 ^m 0007 d'inclinaison par mètre, ce qui donne une dénivellation de 1 ^m 82, ci.....	1 82
2° Le rapide de Castillo, d'une longueur de 800 mètres avec une inclinaison de 0 ^m 0023 par mètre, ce qui donne une dénivellation de 2 mètres.	2 »
3° Le rapide de Mico, de 4,000 mètres de longueur, et d'une inclinaison de 0 ^m 00023 par mètre, ce qui donne un mètre de différence de niveau	1 »
4° Le rapide de Balas, de 3,400 mètres de longueur avec 0 ^m 0007 d'inclinaison par mètre, ce qui donne 3 ^m 78 de différence de niveau, ci.....	3 78
5° Et enfin le rapide de la Machuca avec l'inclinaison maxima de 0 ^m 003 sur une longueur de 700 mètres, ce qui donne une dénivellation de 2 ^m 10	2 10

Soit pour 13,500 mètres de rapides, un total de dénivellation de 10 mètres 70, ci.....

Nous avons vu que la différence d'altitude est de 34 mètres, ci.....

Les rapides en absorbent 10 mètres 70, ci.....

Il reste pour les 168,300 mètres de surplus de parcours, 23 mètres 30 de dénivellation, ci.....

Ce qui donne une inclinaison moyenne par myriamètre de 1 mètre 38.

Dans tout système de canalisation appliqué jusqu'à ce jour, ces rapides seraient un obstacle insurmontable, comme d'ailleurs ils ont toujours été considérés. Dans notre projet ils nous sont complètement indifférents. Peu importe qu'ils existent quant à présent; ils seront noyés et disparaîtront en eau calme et presque dormante comme ailleurs par la surélévation du plan d'eau par suite du prolongement du lac. Leur seul inconvénient sera, d'ailleurs comme dans toute la tête du fleuve, de nécessiter des extractions là où il n'y aura pas la profondeur voulue de 9 mètres 50; encore les deux derniers, celui de la Machuca et celui de Balas, et une grande partie de celui de Mico, seront-ils au-dessous du niveau nécessaire au plafond du canal et par suite n'obligeront à aucun travail.

Relief de la contrée traversée par le fleuve San-Juan.

Pour la solution du problème que nous poursuivons, il faut se faire une idée aussi exacte que possible du relief de la contrée que traverse le rio San-Juan, du volume d'eau qu'il débite aux différentes époques de l'année et des diverses causes d'alimentation du fleuve.

Sous le point de vue du relief du sol on est tout étonné, au premier aspect de la carte du grand Isthme, en voyant la vaste nappe d'eau du lac de Nicaragua qu'elle n'ait pas tout d'abord cherché une issue vers celui des deux Océans dont elle se trouve le plus rapprochée, c'est-à-dire vers le Pacifique, à travers l'isthme de Rivas, d'autant plus que l'altitude de ce dernier, en suivant le tracé du canal, est relativement très-minime, et ne dépasse pas 16 mètres au-dessus du niveau d'étiage du lac, et atteint seulement 240 mètres à son sommet le plus élevé, le mont Venturon.

La chaîne des Andes ne devrait pas être l'obstacle à cette issue, car le système des grands pics volcaniques qui composent son axe ne suit pas l'isthme de Rivas. Il passe à côté, dans le lac même, et se révèle d'abord par le volcan de Montbacho, situé partie dans l'isthme, partie dans le lac qui baigne son pied, et que lui domine avec une élévation de 1,460 mètres;

Ensuite par l'île et le mont Zapatera de 570 mètres d'altitude, et complètement dans le lac.

Puis par les îles Ometepe et Madeira, reliées entre elles par un petit isthme, recouvert par les eaux du lac, et composées, l'une du mont Madeira de 625 mètres d'élévation, et l'autre du mont Ometepe, ancien volcan, aujourd'hui éteint, de 1,656 mètres d'altitude;

Pour de là reprendre la chaîne en terre ferme au sud du lac, au volcan l'Orosi, toujours fumant et de 1,560 mètres d'élévation.

Il n'y avait donc pour ainsi dire pas d'obstacles de ce côté, du moins les obstacles ne venaient pas de la véritable chaîne de la Cordillère, tandis que du côté de l'Atlantique tous les obstacles semblent accumulés.

La contrée à travers laquelle le fleuve San-Juan s'est ouvert une issue, est généralement très-élevée. Ce sont de hautes terres, tel qu'à gauche le plateau des Mosquitos variant d'altitude entre 700 et 900 mètres, et dont les contreforts viennent partout serrer le fleuve de très-près jusque dans son lit, avec des altitudes variant de 30 à 450 mètres au-dessus, tel que le mont Chorrera.

Quantité de ruisseaux et de petites rivières au nombre de soixante en descendent dans les gorges de ces contreforts à travers les forêts vierges qui couvrent la contrée. Ce sont la plupart de très-petits cours d'eau, d'une longueur de quelques kilomètres seulement; quelques-uns même ont à peine un kilomètre. Le plus grand, le rio Saballos del Norte, n'a guère que 12 kilomètres de longueur. Les montagnes qui donnent naissance à ces cours d'eau sont trop près du fleuve pour qu'ils aient un long cours.

Ce grand nombre de petits cours d'eau qui se transforment en autant de torrents pendant la saison des pluies, fournit toutefois au fleuve une grande quantité d'eau.

À droite, du côté de Costa-Rica, le plateau, sauf aux abords du lac, est également très-élevé et serre le fleuve d'aussi près par ses contreforts qui atteignent quelquefois 600 mètres d'altitude, tel que le mont San-Carlos.

Dans la région du lac, le plateau de Costa-Rica s'abaissant, repousse en partie ses eaux vers le lac lui-même par le rio Frio, rivière importante et navigable qui tombe près la naissance du San-Juan, autant dans le lac que dans le fleuve même.

Toutefois, sur certains points, le plateau est plus dégagé que de l'autre côté, et par les échancrures ainsi formées aboutissent certaines rivières importantes et même navigables, tels que le San-Carlos et le Serapiqui surtout, qui, à eux deux, ramassent en grande partie les eaux du plateau de Costa-Rica. Aussi les ruisseaux et les rivières affluents du fleuve de ce côté sont-ils bien moins nombreux que sur la rive gauche, mais généralement plus importants. On en compte seulement 21. Tous, sauf les trois que nous venons de citer, n'atteignent même pas 12 kilomètres de longueur. De même que de l'autre côté, les montagnes qui leur donnent naissance sont également trop rapprochées du fleuve pour qu'ils aient un long cours. Et, de ce côté aussi, à travers les forêts vierges qu'ils traversent, ils apportent également au fleuve une grande masse d'eau, surtout au moment de la saison des pluies.

On voit par là que la vallée du fleuve San-Juan à travers les contreforts des plateaux élevés de la Mosquitie et de Costa-Rica forme un long défilé, presque toujours très-étroit, variant généralement entre 600 et 2,000 mètres de largeur.

rarement plus, et dont souvent les côtés sont presque à pic sur le fleuve, jusqu'au point où ce défilé, sinon s'élargit, mais du moins se divise en trois branches dont deux seulement sont suivies par les eaux du fleuve, lorsqu'elles sont basses, mais en quantité inégale, l'autre ne leur donnant passage qu'au moment des crues, pour arriver à la mer en formant un vaste delta, composé encore en partie de montagnes, dont l'une au milieu, le mont Rosalia, atteint jusqu'à 180 mètres d'altitude.

Le fleuve ne s'est pas ouvert un passage dans ce long et étroit défilé sans y rencontrer de nombreux obstacles qu'il a abaissés à la longue, en emportant la couche de sol qui recouvrait les roches qui les composent en partie. Mais celles-ci sont restées et forment aujourd'hui les rapides que nous avons décrits.

On doit en conclure que si, dans le principe, le lac de Nicaragua ne s'est pas ouvert une issue vers le Pacifique, pour l'écoulement de son trop plein, à travers l'isthme de Rivas, cela a tenu seulement à ce que la base de porphyre noir sur laquelle repose son sol s'est trouvée quelque peu plus élevée que les roches formant les barres des rapides du San-Juan, et qui sont là comme autant de traits-d'union des plateaux de Costa-Rica et de la Mosquitie.

La différence de niveau entre celles des roches les plus basses des deux isthmes est tout au plus d'une quinzaine de mètres. Les roches de l'isthme de Rivas abaissées de cette hauteur, il est très-probable que le lac se serait ouvert de ce côté une issue dans le Pacifique..

Ce que n'a pas complètement fait la nature, la main de l'homme doit le faire. Il est permis de dire toutefois qu'en disposant ainsi les deux isthmes, elle a fait une avance à l'homme pour la création du canal qui nous occupe.

Cette condition de la vallée du San-Juan de n'être pour ainsi dire qu'un long défilé nous offre une grande facilité de canalisation.

C'est au bec du Juanillo, à 29,600 mètres de l'Atlantique, que commence le delta du San-Juan.

Là, tandis que la branche principale continue en ligne droite vers l'Atlantique, une branche peu importante, ne donnant passage que lors des crues à une partie des eaux du fleuve, s'en sépare à gauche sous le nom de rio Juanillo, pour se diriger au nord-est, en longeant le plateau de la Mosquitie, vers le port de San-Juan del Norte (Greytown). Peu avant d'arriver à l'Atlantique à cette ville, cette petite branche se réunit de nouveau à la branche principale du fleuve qui aboutit en ce lieu.

Au moment de l'étiage, le seuil du lit du Juanillo est complètement à sec. Ce n'est qu'au moment des crues du fleuve qu'une petite partie des eaux passe par ce bras. Toutefois, cette quantité est suffisante pour le rendre alors navigable pour de petits bateaux. Il établit ainsi à partir de sa naissance une communica-

tion pour le fleuve ininterrompue jusqu'à la mer, à laquelle il n'arrive qu'après avoir rejoint le vieux bras du San-Juan, un peu avant que d'aboutir dans le port de San-Juan del Norte.

Au mois de novembre 1874, une reconnaissance de ce bras a été faite par M. le général Besnard, commandant du port de San-Juan del Norte, sur un petit bateau à vapeur de 0^m50 de tirant d'eau environ, avec lequel il l'a parcouru en entier.

En raison de l'envasement du vieux bras du San-Juan, l'intention de M. le général Besnard était de se servir du bras du Juanillo pour aller du fleuve à San-Juan del Norte. Il pensait qu'au moyen d'une coupure faite un peu en amont du bec du Janillo, et d'une petite digue barrant en aval la moitié environ du lit du fleuve, il serait facile de faire passer continuellement par ce bras une assez grande partie des eaux pour le rendre navigable en tout temps jusqu'à San-Juan del Norte.

Le fond du lit du rio San-Juan, vis-à-vis la naissance du Juanillo, est à 4 mètres au-dessus du niveau des basses mers de l'Atlantique, ci.....	4 ^m »
Lors de l'étiage, le sondage donne 4 ^m 75, ci.....	4 75

Ensemble pour niveau d'étiage du fleuve au bec du Juanillo au-dessus des basses mers de l'Atlantique 8 ^m 75, ci.....	8 75
Les crues élèvent le niveau du fleuve d'environ.....	1 25

Ce qui porte alors la hauteur des eaux à 10 mètres environ au-dessus du niveau des basses mers de l'Atlantique, ci.....	10 »
Il passe alors sur le seuil du lit du Juanillo environ 0 ^m 50 d'eau, ci..	0 50

D'où il résulte que le seuil du lit du Juanillo se trouve à environ 9 ^m 50 d'altitude, ci.....	9 ^m 50
---	-------------------

Cette disposition du bras du Juanillo est tout-à-fait providentielle pour la solution du problème que nous avons à résoudre.

Au moyen d'un barrage relativement peu élevé, il servira en effet de déchargeoir naturel vers la mer à l'excédant des eaux dont il y aura à se débarrasser.

Un peu plus bas que le bec du Juanillo, à 20,600 mètres de la mer, au bec du Colorado, le fleuve se divise en deux.

La branche qui a conservé son nom se dirige sur la gauche, et après avoir coulé quelque temps directement vers l'Atlantique, elle tourne presque subitement au nord pour gagner cet océan à la ville de San-Juan del Norte, où elle retrouve le bras du Juanillo un peu avant d'aboutir à la mer dans le port même de San-Juan.

Cette branche s'est depuis assez longtemps envasée par les dépôts d'alluvion et reçoit beaucoup moins d'eau qu'autrefois.

Quant à l'autre branche, sous le nom de río Colorado, elle se dirige à la mer presque en ligne droite.

C'est elle qui reçoit la plus grande quantité d'eau.

À trois kilomètres en amont du bec du Colorado le plafond du lit du fleuve formant un exhaussement est encore six mètres plus élevé que le niveau des basses mers de l'Atlantique, mais quelques centaines de mètres seulement au-dessus de ce bec, il n'est plus que de deux mètres plus élevé que ce niveau; et à partir de cet endroit, en suivant la branche du Colorado, il n'est plus surélevé par aucune saillie, et est pour ainsi dire toujours uni suivant une inclinaison presque parallèle à la surface des eaux, comme uniquement composé de dépôts d'alluvion jusque dans l'Océan, où une barre très-prononcée s'est formée avec les dépôts du fleuve refoulés par la mer.

Il en est de même pour la vieille branche du San-Juan, sauf qu'elle aboutit dans le port de San-Juan sans aucun obstacle, mais en ayant presque partout une profondeur insuffisante pour la navigation, en raison des vases qui l'obstruent.

Quant à la communication du port avec la mer, elle est en partie barrée à la pointe Castilla par les dépôts du fleuve refoulés par la mer.

Volume d'eau que débite le San-Juan et quantité nécessaire pour les éclusées.

En raison de l'encaissement de sa vallée, le fleuve San-Juan a une largeur non en rapport avec sa profondeur.

Au moment des plus basses eaux sa largeur varie entre 140 et 500 mètres, sa profondeur entre 2 et 12 mètres; sur très-peu de points elle n'est que de 2 mètres, mais bien généralement de 4 à 5 mètres.

Voyons d'abord quelles sont ses causes d'alimentation.

Le bassin qui l'alimente est environ quatre fois la superficie du lac y compris celui-ci, c'est-à-dire d'une superficie de 24,000 kilomètres carrés.

La hauteur de pluie tombant sur cette surface est excessive et d'environ 2 mètres annuellement. Les pluies sont en effet très-abondantes pendant la saison pluvieuse qui dure de 3 à 4 mois, de juillet à novembre. Pendant le surplus de l'année il ne tombe généralement pas d'eau.

Cette hauteur de pluie équivaut à 48 milliards de mètres cubes. On peut évaluer qu'un tiers environ est évaporé, et que les deux autres tiers s'écoulent à la mer par le San-Juan.

L'évaporation ne se fait pas longtemps sur terre, car la contrée étant généralement très-accidentée, l'eau s'écoule rapidement vers le lit des rivières et aux

lacs de Managua et de Nicaragua. C'est sur les lacs que l'évaporation se fait principalement, car elle y est continuelle.

Cette évaporation peut donc s'évaluer, tant sur terre que sur les lacs, à 16 milliards de mètres cubes, ce qui donne en moyenne 0 m. 66 de hauteur d'eau évaporée pour la superficie totale.

32 milliards de mètres cubes, versés à la mer par année, donnent un débit moyen de 1,000 mètres cubes par seconde.

Pendant la saison sèche le fleuve en débite progressivement moins. Toutefois, il faut observer que sous ce rapport l'écart entre la saison sèche et la saison pluvieuse est beaucoup moins grand pour le San-Juan que pour les autres fleuves de son importance.

Tandis que, en effet, pour la plupart, de grandes crues ont lieu pendant la saison des pluies, toutes les eaux y affluent à la fois, les lacs de Managua et de Nicaragua sont pour le San-Juan d'immenses réservoirs supérieurs dans lesquels les eaux s'accumulent, et d'où elles ne s'écoulent ensuite que lentement. Ainsi, dans le lac de Nicaragua elles atteignent à la fin de la saison des pluies 2 mètres au-dessus de l'étiage, pour ne baisser ensuite que successivement, et ne prendre qu'au bout d'un certain temps leur niveau normal.

Il en résulte que le débit du San-Juan varie peu dans ses extrêmes, car ce n'est que dans son cours, à partir de sa sortie du lac, qu'il rentre dans les conditions des autres fleuves; mais, comme nous l'avons vu, la superficie de cette partie de son bassin est assez restreinte. Toutefois, elle lui donne aussi au moment des pluies une grande quantité d'eau, sans produire cependant les résultats auxquels elle devrait naturellement donner lieu si le réservoir supérieur du Nicaragua n'existait pas. En effet, ces eaux, arrivant torrentiellement, produisent alors dans le lit supérieur du fleuve, un regonflement qui empêche les eaux du lac de s'écouler aussi vite que si ce reflux n'existait pas, et par suite, les grandes eaux supérieures sont ralenties dans leur marche, surtout dans la partie au-dessus des rapides où la dénivellation est encore à peine sensible.

Le maximum des crues du fleuve se trouve ainsi réglé par celui du lac de Nicaragua, et comme lui ne peut guère dépasser 2 mètres de hauteur.

Ces conséquences devront surtout se produire, lorsque, comme nous allons le voir par la suite, le fleuve sera barré dans sa partie inférieure, de manière à y amener le niveau du lac. Celui-ci devra alors emmagasiner une bien plus grande quantité d'eau que celle actuelle, puisqu'il s'y ajoutera toute celle des affluents du San-Juan au-dessus du barrage, sans que ce puisse avoir pour effet de faire monter sensiblement le niveau du lac, car son étendue se

trouvera augmentée de toute la partie de la vallée du San-Juan en amont de la digue-barrage.

Nous venons de voir par la grandeur de son bassin, que le débit du fleuve à la mer peut être en moyenne de $1,000^{\text{m}^3}$ par seconde. La section des eaux du fleuve sur différents points, dans quelques-unes des parties de son cours, va nous donner à peu près les mêmes résultats.

Au rapide de Balas, par exemple, dans un endroit où il est le moins incliné, la largeur du fleuve étant de 140 mètres, et la profondeur moyenne de $3^{\text{m}} 50$, lors de l'étiage, la section est de 490 mètres, avec une vitesse d'environ $1^{\text{m}} 30$ par seconde, ce qui donne un débit minimum de 735^{m^3} .

A la fin de la saison des pluies, le plan d'eau est élevé d'environ $1^{\text{m}} 50$ en plus, c'est-à-dire porté à 5 mètres; la largeur reste à peu près la même. La section est alors de 700 mètres. En admettant la même vitesse, on a alors un débit de 1,050 mètres cubes par seconde.

Ces chiffres donnent une moyenne de 840 mètres cubes environ, inférieure à celle de 1,000 mètres trouvée précédemment, ce qui se conçoit, puisque le mesurage est fait dans la partie supérieure du fleuve qui n'a pas encore reçu la plupart de ses affluents.

Beaucoup plus bas, un peu au-dessus du bec du Juanillo, par exemple, après que le fleuve a reçu tous ses principaux affluents, et coule avec une vitesse d'environ $0^{\text{m}} 80$ par seconde, on trouve que lors de l'étiage il a alors en largeur 350 mètres, et une profondeur moyenne d'environ 3 mètres, ce qui donne une section de 1,050 mètres et un débit par seconde de 840 mètres cubes.

A la fin de la saison des pluies, le plan d'eau dans cette partie du fleuve prend par suite de sa plus grande largeur une surélévation moins grande qu'au-dessus des rapides; il ne gagne guère en élévation que 1 mètre 25, ce qui porte alors sa moyenne de profondeur à 4 mètres 25 circonscrité dans le même lit, et lui donne une section d'eau de $1,487^{\text{m}^3} 50$ et un débit de $1,190^{\text{m}^3}$ d'eau par seconde.

Comme on le voit, ces chiffres donnent à peu près la moyenne de débit de $1,000^{\text{m}^3}$ d'eau à la mer par seconde, et la différence de l'écart entre les deux extrêmes, dans les conditions des deux mesurages, n'est guère que des $2/5$ environ du débit à la fin de la saison sèche. Cet écart est très-peu de chose, et peu comparable à celui que subissent nos fleuves d'Europe dans leur débit, souvent décuplé et plus au moment des pluies ou des fontes de neiges, ce qui leur donne alors plutôt l'allure de torrents dévastateurs que l'aspect majestueux d'un grand fleuve.

Cette quantité d'eau versée à la mer par le San-Juan est très-considérable, et n'a de comparable que celle de nos deux plus grands fleuves de France, la Gironde, dont l'évacuation à la mer est en moyenne de 1,178^{m³} par seconde, et le Rhône dont le débit moyen est de 1,718^{m³}.

Mais la régularité avec laquelle se fait le débit du San-Juan en fait un bien plus beau fleuve, et rentre parfaitement dans les conditions voulues pour l'exécution de notre projet.

En prévoyant dans un avenir prochain un passage annuel de 10,000 navires éclusés séparément, les 20,000 éclusées fournies par les deux côtés à raison de 37,836^{m³} d'eau qui seront nécessaires à chacune d'après les dimensions données aux écluses en longueur et largeur et en hauteur de chute dépenseraient annuellement 750,720,000 mètres cubes.

On aura une idée de l'immense réservoir d'alimentation si l'on considère que ce volume de liquide n'est pas même la quarante-deuxième partie de la masse d'eau que le fleuve San-Juan roule à la mer, et ne représente qu'un abaissement de 12 centimètres 1/2 par an à la surface totale du lac.

Pour mieux préparer l'intelligence à saisir ce projet en ce qui concerne la vallée du San-Juan, nous croyons devoir faire ici l'examen des différents modes de canalisation qui ont tour à tour été proposés.

Examen des différents modes de canalisation du San-Juan par les moyens ordinaires.

Tout d'abord, trois systèmes se présentent à l'examen de l'ingénieur pour la canalisation du fleuve San-Juan :

1° *L'amélioration pure et simple du régime naturel du fleuve*, par le dérasement des barres formant les rapides, et par des travaux de fouille dans le relief du plan-fond.

Ces travaux, quelque considérables qu'on les suppose, ne pourraient atteindre le but qu'on se propose : l'établissement d'un tirant d'eau constant de 9 à 10 mètres. Le fleuve resterait inaccessible aux navires d'un fort tonnage, et les difficultés de la remonte seraient accrues. Ces divers motifs ont donc toujours porté à écarter cette proposition.

2° *La canalisation par biefs de niveau*, comme sur la Seine, l'Oise et le Cher.

C'est la proposition élémentaire, introduite préalablement à tout examen sérieux. A part l'inconvénient grave de multiplier outre mesure les écluses, le régime naturel du fleuve San-Juan exclut l'adoption d'une canalisation dormante à biefs de niveau, laquelle ne pourrait s'établir qu'au moyen d'un canal latéral. Or, un canal latéral d'une telle section en raison des travaux d'art et des ponts-aqueducs nécessités par les nombreux affluents élèverait dans des proportions démesurées la dépense d'exécution.

Les nombreux affluents que le San-Juan reçoit dans son parcours, traversent des forêts vierges dont ils entraînent l'humus. Ces troubles sont accumulés en suspension dans le fleuve qui les porte à l'Océan. La nécessité d'y maintenir une canalisation à courant continu à raison *du grand volume d'eau à mettre et à émettre*, est imposée comme une condition naturelle inévitable, le lit du fleuve étant le thalweg de tout le système, l'artère d'émission vers la mer des affluents recueillis sur son parcours et des troubles abondants que le mouvement de leurs eaux tient en suspension.

Ce raisonnement est vrai appliqué à la canalisation en petit par un exhaussement du plan d'eau tel que le pourrait faire une retenue de 4 à 5 mètres de hauteur, maximum de chute à donner à une écluse, et par suite s'applique uniquement à une canalisation reposant sur de nombreuses écluses disséminées et échelonnées sur tout le cours du San-Juan, tel que le proposait d'abord M. Childs dans son projet de 1850, en se servant du cours du fleuve canalisé, sauf aux écluses qui se trouvaient établies dans des dérivations latérales, puis ensuite MM. Thomé et Belly, dans leur projet de 1865, différant seulement de celui de M. Childs en ce qu'ils établissaient les écluses dans le lit même du fleuve, dont ils relevaient un peu plus le plan d'eau seulement pour les biefs inférieurs au bief de partage, auquel ils ne changeaient rien, et qu'au lieu d'aboutir à la mer, au port même de San-Juan del Norte, par la vieille branche du San-Juan, ils gagnaient l'Atlantique par la branche du Colorado; mais cet inconvénient n'existe pas pour la canalisation par la submersion en grand telle que nous la démontrerons, faite avec des exhaussements du plan d'eau de 12 et 24 mètres, reposant sur des séries de 3 et 5 écluses rassemblées sur deux points seulement.

Peu importe, en effet, les dépôts des troubles en suspension; ils ne se feront même pas dans le lit large et profond donné au fleuve; leur accumulation ne pourra se faire que là où cessera le courant, c'est-à-dire en amont des confluent, dans les estuaires des affluents qui les auront apportés. Par suite du calme de leurs eaux, ces estuaires devront s'emplir complètement avant que les apports n'arrivent dans le val même du San-Juan, converti en un vaste détroit. Il vaut mieux que leur accumulation se fasse là de préférence plutôt que dans le chenal