

G. 47d
18

Hommage respectueux de
M. Beretta

CONGRÈS NATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

(4^e SESSION)

NANTES, du 16 au 18 Juin 1913

Symphor

Georges U. Erdograt

COMMUNICATION

SUR

La Voie d'Eau de Milan à Venise

PAR

M. MARIO BERETTA

Secrétaire du Comité pour la Navigation intérieure à Milan



ASSOCIATION FRANÇAISE

DE

NAVIGATION INTÉRIEURE

10, Rue de Milan, 10

PARIS

G. 47
87a

G. 47. 87a

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000302698

Symphor
Geheimer Oberbaurat

La Voie d'Eau de Milan à Venise

PAR

M. MARIO BERETTA

SECRÉTAIRE DU COMITÉ POUR LA NAVIGATION INTÉRIEURE A MILAN





III 34037

CONGRÈS NATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

(4^e SESSION)

NANTES, 16, 17, 18 Juin 1913

Les Communications sont présentées sous la responsabilité
personnelle de leurs auteurs

La Voie d'Eau de Milan à Venise

PAR

M. MARIO BERETTA

SECRÉTAIRE DU COMITÉ POUR LA NAVIGATION INTÉRIEURE A MILAN

I. — LES ÉTUDES POUR LA NAVIGATION INTÉRIEURE EN ITALIE ET LA LOI DE 1910.

Il y a une dizaine d'années, suivant l'active propagande individuelle de quelques apôtres zélés (1) qui connaissaient combien d'avantages les nations les plus avancées ont retiré de la navigation intérieure, un puissant mouvement d'études et d'initiatives est né aussi en Italie pour doter le pays de voies d'eau modernes (2).

Depuis lors ont pullulé des projets qui, malheureusement, n'ont pas toujours

(1) Parmi les premiers qui ont soulevé en Italie la question de la navigation intérieure, nous devons citer : le regretté général Mattei; le vénérable général Bigotti; M. Romanin Jacur, député; l'ing. Alessandro Moschini.

(2) Parmi les études, est à remarquer l'œuvre des deux « Commissions Royales pour la Navigation intérieure », présidées par M. Romanin (1900-1903, 1903-1909), dont les rapports ont été recueillis dans 27 volumes constituant une véritable mine de documents sur les voies d'eau existant actuellement et sur celles qui sont à créer dans toutes les régions d'Italie.

Dans le domaine législatif, le « Consortium pour la Navigation intérieure dans la vallée du Pô » a accompli une action remarquable, de même que les « Comités locaux » constitués par les Communes, les Provinces, les Chambres de Commerce en ce qui concerne la diffusion des études.

Quelques-uns de ces Comités, parmi lesquels ceux de Milan, de Mantoue, de Turin, ont fait directement des études, des projets, et des publications d'une valeur technique et économique remarquables et ont provoqué des initiatives pratiques importantes.

On doit au Comité de Mantoue et à l'activité d'une « Société de Navigation fluviale » qui a son siège à Venise, la prospérité du port de Mantoue qui est le seul en Italie, avec celui de Rome sur le Tibre, qui dispose d'installations modernes. Le Comité de Milan a provoqué, entre autres, la constitution d'une Association Nationale pour les Congrès de Navigation.

suivi les justes principes de la science économique et technique, mais qui, bien souvent, n'étaient que le fruit de petites ambitions ou d'intérêts locaux mal compris, prenant même naissance dans des régions où les conditions naturelles ne permettent pas du tout la création de voies d'eau économiques.

L'Etat italien qui, après la réalisation de l'unité du Royaume, avait vu ses énergies les meilleures absorbées par la solution de grands problèmes d'ordre politique, administratif et moral, n'était pas préparé pour affronter le vaste ensemble de demandes qui lui étaient présentées pour la création de voies d'eau.

Préoccupé pendant longtemps beaucoup plus de la défense du territoire contre les inondations fluviales que de mettre les cours d'eau dans de bonnes conditions de navigabilité, ou de créer des canaux d'irrigation plutôt que des canaux de navigation, il n'a pas su trouver dans ses organes les énergies nécessaires pour séparer les bonnes initiatives des mauvaises et pour concentrer ses propres efforts dans l'exécution des quelques travaux, qui, parmi les nombreux qui sont demandés, présentent seuls une véritable valeur économique.

Il manquait d'autre part, en Italie, une disposition de loi apte à provoquer la construction de nouvelles voies d'eau, la loi fondamentale des travaux publics (1865) même n'envisageant que l'entretien des voies sur lesquelles, dans la dite année, était constamment exercée la navigation.

De vives discussions eurent lieu par conséquent au sujet du rôle de l'État. Était-il obligé de créer de nouvelles voies ou bien était-ce aussi aux Communes et aux Provinces d'y contribuer?

On discuta pour savoir si les administrations locales pouvaient être invitées à concourir financièrement pour les ouvrages d'aménagement et de reconstitution.

Deux sortes de principes s'étaient surtout affirmés et avaient des partisans dans toutes les régions du pays.

Les uns voulaient qu'aucune loi nouvelle ne soit votée, mais qu'on mit en vigueur la loi de 1865 en lui donnant une application extensive.

L'État, disait-on, est obligé, d'après cette loi, d'entretenir les canaux et les fleuves navigables dans des conditions permettant la navigation; c'est donc au moyen des fonds inscrits chaque année dans les lois du budget qu'il doit commencer à remettre en bon état les voies d'eau existantes. L'État est obligé encore, principe universellement admis par toutes les législations, de pourvoir à la construction des nouveaux travaux sur les voies existantes qui en sont le complément logique et nécessaire, afin que la navigation puisse être exploitée sur un réseau de voies intérieures.

D'autres répondaient :

Il est vrai en principe que la nature et le caractère des voies d'eau d'intérêt national sont tels qu'on en fasse essentiellement une œuvre d'État, mais étant donné les conditions de fait dans lesquelles nous nous trouvons en Italie, par suite desquelles il paraît que l'État refuse de s'occuper de la navigation intérieure, qu'on

prenne une nouvelle mesure législative d'après laquelle, l'État conservant toujours l'obligation de rétablir sur les voies fluviales existantes les conditions de navigabilité, les Communes, les Provinces, les Chambres de Commerce et les initiatives privées puissent entreprendre les travaux d'amélioration et la construction de nouvelles voies et forcer l'État à apporter son concours sous forme de contribution ou de subvention.

A cette condition seulement, des Corps publics autres que l'État, pourront accorder leurs encouragements et leur capital à la navigation intérieure.

Je ne m'arrêterai pas à la critique de ces deux points de vue qui m'éloigneraient trop du caractère que doit garder la présente communication et je m'arrêterai encore moins à l'exposé de mon opinion personnelle sur le régime financier qui doit être donné à la navigation intérieure.

Qu'il me suffise de dire que si, comme conception théorique, le fait de réserver la création et l'organisation des voies nationales de navigation intérieure à l'État, en laissant plutôt l'initiative locale et privée s'occuper de l'aménagement des ports et des quais de transbordement et de la création des voies d'intérêt local, me paraît la plus parfaite, je n'en reconnais cependant pas moins qu'il y a trop de difficultés, trop de liens et trop d'exigences pratiques dérivant des conditions particulières dans lesquelles se trouve notre pays à cet égard et que, par conséquent, il a été très sage de les envisager en étudiant la solution de la question de la navigation intérieure italienne (1).

En effet, de peur que, par suite de l'inertie de l'État d'un côté, et des prétentions locales excessives de l'autre, l'exécution des travaux ayant une valeur économique indiscutable ne soit sacrifiée, il parut nécessaire au Gouvernement italien de songer à une nouvelle loi qui :

exonéra l'État de l'obligation de devoir lui-même établir un classement des ouvrages selon leur valeur économique et de devoir désigner ceux qui présentent un intérêt vraiment national et ceux qui, au contraire, ne se résoudraient qu'en un gaspillage des fonds publics;

permet aux Administrations locales s'intéressant aux grandes œuvres d'utilité publique, d'en provoquer la réalisation en suscitant des initiatives locales et privées, et avec l'aide de l'État.

On eut ainsi la loi Bertolini de 1910 (2) qui est née précisément de ces préoccupations.

C'est une loi générale qui pose les principes sur lesquels se baseront les initiatives et d'après lesquels, elles se développeront : le soin de déterminer quels sont les travaux à exécuter est laissé à l'initiative des intéressés qui peuvent

(1) M. Beretta. — *La questione finanziaria della Navigazione Interna*. Milan 1908.

(2) M. Beretta. — A. Castiglione. — *La loi Bertolini pour la Navigation intérieure en Italie; rapport au Congrès de Philadelphie, 1911.*

provoquer de plusieurs façons l'intervention de l'État; le soin de statuer au sujet des sommes qui représentent le concours de l'État pour les nouveaux ouvrages qu'il veut entreprendre, est laissé à des lois spéciales qui seront présentées pour chaque entreprise; l'État a, au contraire, l'obligation de pourvoir immédiatement à la restauration des voies existantes, et la loi lui en fournit les moyens.

Suivant la nouvelle loi, les administrations locales qui sont ou se croient intéressées à la création de nouvelles œuvres doivent concourir aux frais relatifs et en proportion d'autant plus grande que les travaux présentent plus d'intérêt au point de vue local et moins au point de vue national.

On a pensé que de cette façon, en enlevant à l'influence parlementaire la construction de nouvelles voies d'eau, il serait permis aux administrations locales intéressées à l'exécution des grands travaux qui offrent également un avantage national véritable, de se présenter pour bénéficier des avantages qu'accorde la nouvelle loi (la concession de la construction et de l'exploitation) et qu'on enlèverait tout désir de demander l'exécution de canaux aux régions qui, étant donné leurs propres conditions physiques, ne sont pas en mesure d'avoir des voies d'eau bonnes et économiques.

Pour la construction et l'exploitation, la loi admet ensuite la concession et les avances de fonds, institutions déjà en vigueur pour d'autres travaux publics et particulièrement pour les chemins de fer.

L'institution des avances — qui, au fond, ne sont que des emprunts — permet d'entreprendre un ensemble considérable de travaux sans occasionner une trop grande charge au budget de l'Etat et sans que leur exécution ne traîne trop en longueur.

Ainsi comme les prévoit la loi italienne, ces avances ne sont cependant pas tout à fait identiques à celles dont a usé largement l'État français au siècle dernier et qui, bien souvent, laissaient à ceux qui faisaient les avances la charge des intérêts, accordant, par le droit de percevoir des péages, la compensation du capital.

L'institution des concessions a été discutée et combattue pendant ces dernières années. On s'en est largement servi (en France, par exemple) au commencement de la création des voies fluviales; elle est maintenant tombée en désuétude pour les voies et est seulement admise pour les ports et pour les installations de traction; on l'accuse d'immobiliser pendant un grand nombre d'années un moyen de transport qui a besoin de suivre les améliorations et les transformations que le progrès de la technique rend possibles et que les nécessités de l'économie commerciale exigent.

Dans ce but, la loi italienne implique l'obligation pour le concessionnaire d'exécuter les améliorations qui sont considérées comme nécessaires au progrès du trafic.

Le ministre Bertolini a eu l'idée, en remettant en vigueur l'institution des concessions et en donnant au concessionnaire le monopole de la traction mécanique sur les canaux, d'identifier en grande partie l'exploitation des voies fluviales à l'exploitation des voies ferrées; entendons-nous : non pas l'exploitation de la navigation

qui est librement permise aux entreprises privées, mais l'exploitation des voies. En cela, il a été très hardi, en ce que par les dispositions de la loi, on enlèverait à l'État les voies principales de navigation et des ouvrages qui ont essentiellement la nature et le caractère d'ouvrages d'État, d'après les principes auxquels j'ai eu l'occasion de faire allusion dans ce mémoire.

M. Bertolini a déclaré ouvertement que son but, en créant l'institution des concessions, était d'encourager l'initiative privée en face de l'inertie des Corps constitués publics ; et cette initiative privée, il a voulu la décider et la compenser par la cession des revenus des ouvrages de navigation, taxes, monopole de traction, etc..., et par la possibilité de larges subventions de la part de l'État, des Provinces et des Villes intéressées.

En tout cas, l'expérience dira comment et jusqu'où cette institution de la concession, qui se présente du reste comme très souple, comme tout l'ensemble de la loi, trouvera en pratique quelque valeur et quelque efficacité.

*

**

Les régions qui les premières ont marché sur la route tracée par la nouvelle loi furent celles de la vallée du Pô qui, dans l'union du grand fleuve avec la mer, dans son aménagement, dans son union avec les centres industriels lombards, trouvent la ligne principale de tout un réseau de voies d'eau, le seul et véritable réseau de navigation intérieure qui puisse être établi en Italie (1).

La Chambre de Commerce de Plaisance, en effet, et la commune de Pavie ont depuis longtemps avancé une demande de concession pour la construction et pour l'exploitation de deux ports fluviaux (2).

Les Communes, les Provinces et les Chambres de Commerce de Milan et de Venise se sont groupées en un Comité d'initiative pour pourvoir aux études et aux démarches nécessaires à l'accomplissement des ouvrages opportuns pour rendre possible la navigation de Venise jusqu'à Milan aux bateaux de 600 tonnes (3).

Le résultat de l'œuvre du Comité a été la présentation d'un avant-projet pour l'ouverture de deux lignes artificielles entre Milan et le Pô et entre le Pô et la lagune de Venise (4).

Je m'occuperai de ces lignes de façon spéciale dans le présent mémoire.

La Chambre de Commerce de Milan qui, étant donné son organisation financière et administrative, est l'institution la plus qualifiée pour une action rapide, a déjà

(1) Dans les vallées du Tibre et de l'Arno on ne peut proprement parler d'un vrai réseau de voies d'eau, mais seulement de lignes détachées qui ont cependant une grande importance.

(2) F. Bonini : *Il Porto Padano di Piacenza*, 1908. — D. Salmoiraghi : *Avant-Projet du Port de Pavie*, Milan 1911. — M. Beretta : *Il Porto di Pavia ed il Porto di Piacenza*, Milan 1912.

(3) Ce Comité est présidé par l'ancien ministre des Travaux publics M. Carmine. En font partie les anciens ministres Bertolini et Romanin ; MM. Ratti, Castiglione, Cucchini, Fantoli, Piola, Ravà, Pelléri, Tarlarini, etc..., les Maires de Milan et de Venise, le Sénateur Salmoiraghi, le D^r Beretta, secrétaire. Son siège est à Milan.

(4) V. Rapport du Comité aux Communes, aux Provinces et aux Chambres de Commerce de Milan et de Venise. — Rome, typ. de la Chambre des Députés, 1912.

présenté à l'État la demande de concession pour la construction et l'exploitation des nouveaux travaux prévus dans ce projet et les autres administrations locales les plus intéressées lui ont donné leur adhésion (1).

Le ministre actuel des Travaux publics, M. Sacchi, a l'intention de présenter une loi de finance qui consente à accorder la concession à la Chambre de Commerce de Milan et à fixer la part de l'État, des Communes et des Provinces intéressées pour la subvention annuelle qui sera accordée au concessionnaire, auquel il ne restera plus qu'à transformer l'avant-projet en projet exécutable et de faire commencer les travaux, car il est évident que, lorsque les subventions annuelles de l'État et des Administrations locales seront fixées, il ne sera pas difficile pour le concessionnaire de financer l'entreprise.

La Chambre de Commerce de Milan est déjà même en pourparlers avec d'importants instituts financiers italiens, dont l'un se chargerait — en qualité de sous-concessionnaire — de la construction des ouvrages.

Pendant que cette entreprise importante est en voie de solution, d'autres institutions locales s'occupent de l'étude de ports fluviaux et sur canaux.

Mantoue et Crémone, escales importantes du Pô, étudient des projets pour l'agrandissement et pour la création de nouveaux ports.

La Municipalité de Milan a été saisie, il y a quelques semaines, d'un projet auquel ont travaillé l'auteur du présent mémoire et M. Majocchi, ingénieur à Milan. Ce projet, que la Municipalité de Milan a l'intention de pousser pour une prompte réalisation, comprend l'étude technique, économique et financière pour la création d'un *Port commercial et industriel pour la Ville de Milan, tête de ligne de la voie d'eau Milan-Venise* (2).

Nous pouvons affirmer que la plus sérieuse et la plus importante des voies d'eau qui puisse être créée en Italie, celle de Venise à Milan, par le Pô, est désormais sur le point d'être réalisée, et elle le sera au plus tôt, parce qu'elle est l'expression des besoins industriels, agricoles et commerciaux des florissantes et fertiles régions de la vallée du Pô.

II. — LE PO ET SES CONDITIONS DE NAVIGABILITÉ

Le Pô est l'élément constitutif le plus important de la voie navigable Milan-Venise, et présente des conditions naturelles très favorables à une bonne navigation intérieure.

(1) Une Commission Royale présidée par M. Maganzini, Président du Conseil Supérieur des Travaux publics a été chargée par le Ministre de prendre en considération les projets. Elle vient de présenter au Gouvernement un rapport favorable.

(2) Le projet prévoit une dépense dépassant 16 millions de lire. Le port aura une longueur utile de quais de 6.500 mètres environ et aura une superficie totale de 112 hectares. Il comprendra une gare spéciale de raccordement avec les chemins de fer et les tramways, des quais et des esplanades spécialement destinés aux matériaux de construction, aux combustibles, des silos pour céréales, des magasins pour marchandises emballées, etc. Il sera doté d'un parfait outillage électrique moderne.



La vallée du Pô et la voie d'eau Milan-Venise

Je crois intéressant de rappeler quelques-unes de ses caractéristiques fondamentales.

Son *bassin imbrifère* mesure 69.382 kilomètres carrés, dont 41.056 en montagne et 28.326 en plaine. Par suite de l'accroissement de son delta, il acquiert annuellement 135 hectares de surface, en moyenne, aux dépens de la mer, et l'on évalue à environ 27 millions de mètres cubes le volume annuel de son débit solide (1).

A Pontelagoscuro (100 kilomètres environ de son embouchure), lorsque le fleuve ne reçoit plus aucun affluent, le débit moyen (*module*) est de 1.720 mètres cubes, et celui de crue de 6.254 mètres cubes (2).

Les *affluents* principaux du Pô se trouvent tous sur la rive gauche et descendent des Alpes; parmi eux, ceux qui ont la plus grande importance sont le Tessin, l'Adda, l'Oglio, le Mincio, qui rencontrent sur leur route, respectivement, les lacs Majeur, de Côme, d'Iseo et de Garde, et apportent au Pô un débit considérable d'eaux claires.

Les affluents de droite, au contraire, descendent avec un cours impétueux des Alpes-Maritimes et des Apennins; ils coulent dans des vallées très courtes, ont des crues subites et violentes et apportent en général au Pô des eaux troubles et limoneuses, riches en matériaux détachés des Apennins dénudés par un intense déboisement et par le ravinement des pâturages et des cultures.

Le *lit* du Pô est constitué par des cailloux et des graviers jusqu'un peu en amont du confluent du Trebbia (Plaisance, à 365 kilomètres de l'embouchure) (3); viennent ensuite les sables jusqu'à Borgoforte, c'est-à-dire pour une longueur de 170 kilomètres environ; enfin le lit est constitué par de la vase jusqu'à l'embouchure, c'est-à-dire sur une longueur de 194 kilomètres.

Le cours du fleuve se déroule entre des *berges* naturelles jusqu'aux territoires de la province de Pavie; en aval de cette province commencent les *digues artificielles* (4) qui délimitent les crues du fleuve et ont 430 kilomètres de longueur, sur la rive droite, et 420 kilomètres sur la rive gauche.

La *pente kilométrique* du Pô est de :

1^m 56 de Turin (590 kilomètres environ de l'embouchure, + 211^m) à Casale (535 kilomètres + 106^m); de 0^m57 de Casale à l'embouchure du Tanaro; de 0^m38 jusqu'au confluent du Tessin (425 kilomètres de l'embouchure + 55^m).

Dans cette entière section, la *vitesse superficielle*, pendant les basses eaux, varie de 1^m50 à 2^m.

(1) L. Cozza, G. Della Berta: *Laghi, Fiumi e canali navigabili*. Milan 1905.

(2) Débit maximum qui a été donné par la crue de 1868, laquelle a cependant été dépassée par celle de 1872, dont on ne connaît pas exactement le débit.

(3) Les longueurs du cours du Pô sont tirées du profil en long du fleuve, d'après les observations faites par le Génie Civil le 25 janvier 1905.

(4) Voir B. de Mas, p. 259 de son *Cours : Rivières à courant libre*.

Du confluent du Tessin — où commence le Pô navigable — jusqu'à Cavanella (45 kilomètres de l'embouchure), section qui a 380 kilomètres de longueur, la *pente* kilométrique moyenne est de 0^m15; la *vitesse superficielle* varie de 1^m50 à Plaisance jusqu'à 0^m50 près de Cavanella.

De Cavanella à l'embouchure de Tolle, la pente est de 0^m 03, mais le fleuve est influencé par le flux et le reflux de la mer qui se fait sentir jusqu'à 60 kilomètres.

Ces conditions ne semblent certainement pas défavorables quand on songe aux *pentés* de quelques sections des fleuves européens les plus navigués.

RHIN

Cologne-Bingen	0,22
Maxau-Strasbourg	0,49
Strasbourg-Bâle	0,87

RHÔNE

Donzère-Valence	0,81
Valence-Lyon	0,50

DANUBE

Budapest-Presbourg	0,15
Presbourg-Vienne	0,41

ELBE

Hitzacker-Barby	0,17
Barby-Mühlberg	0,21
Mühlberg-Tetschen	0,27
Tetschen-Melnik	0,35

LOIRE

Nantes-Maine	0,16
Maine-Vienne	0,20
Vienne-Cher	0,28
Cher-Orléans	0,37
Orléans-Briare	0,41

WESER

Brème-Dörwerden	0,18
Dörwerden-Neuburg	0,20
Neuburg-Minden	0,25
Minden-Münden	0,33

La largeur du fleuve à l'étiage qui est de 100^m à Turin, augmente jusqu'à 220^m à l'embouchure du Tanaro et à 288^m au confluent de l'Adda; à 320 et 350 dans les sections crémonaises et mantouanes.

Dans la dernière section, la largeur reste presque uniformément de 300 mètres environ.

La largeur entre les digues atteint en quelques endroits plusieurs kilomètres.

La durée de la navigation sur le Pô, jusqu'au confluent du Tessin, peut être évaluée à 330 jours par an, étant interrompue, le reste du temps, par le brouillard ou par les très hautes eaux.

La disposition orographique spéciale du bassin du Pô devrait permettre au fleuve de se maintenir toujours dans des conditions de navigabilités les plus favorables (1).

Mais ces conditions favorables sont malheureusement paralysées par l'existence de seuils (*grèves* ou *bancs*) qui, sur plusieurs points du fleuve, suppriment le mouillage nécessaire à la bonne navigation.

D'après les observations du Génie Civil (2), dans le lit du Pô, les seuils se forment surtout :

Dans les passages du chenal de l'une à l'autre courbe du fleuve;

Près d'une berge attaquée normalement par le chenal par suite de l'action du courant de retour qui dépose les matériaux entraînés;

En aval du confluent des torrents de l'Apennin, toujours riches en débit solide qu'ils déposent lorsqu'ils ont perdu toute violence;

En amont du confluent des grands affluents de gauche, dont le débit, toujours considérable, cause une diminution de vitesse dans le cours du Pô, facilitant ainsi le dépôt des sables.

On a toujours des mouillages insuffisants dans les endroits où le lit du fleuve s'élargit excessivement, se divisant, à l'étiage, en plusieurs bras.

Les différentes bouches du fleuve se prêtent enfin assez peu aux communications directes avec la mer à cause des bancs de sable (*barre*) qui se forment à la limite du lit du fleuve et du fond de la mer.

Exception faite pour celui de Portalbera (entre Plaisance et le confluent du Tessin) qui est même constitué de roches à fleurs d'eau, tous les seuils du Pô, depuis le confluent du Tessin, sont constitués par des bancs de sables ou de graviers submergés.

En ce qui concerne les mouillages, et considérant le Pô comme navigable en lit de rivière seulement en aval du confluent du Tessin (425 kilomètres de l'embouchure) nous pourrions diviser le fleuve en trois sections :

(1) Il est alimenté en toutes saisons par des quantités suffisantes d'eau; c'est-à-dire en hiver et au printemps par l'apport des affluents de l'Apennin, en été et en automne par ceux des Alpes.

(2) P. Pizzi. — Navigabilità del fiume Po. — In atti della Commissione per la N. I. Roma, 1905.

La 1^{re} de 205 kilomètres de l'embouchure au confluent de l'Oglio (+15^m).

La 2^e de 112 kilomètres du confluent de l'Oglio à celui de l'Adda (+35^m).

La 3^e de 108 kilomètres du confluent de l'Adda à celui du Tessin (+55^m).

La première a des mouillages dépassant de beaucoup deux mètres pendant presque toute l'année; elle a une pente et une vitesse très faibles.

La seconde présente des conditions de navigabilité moins favorables. Les nombreux torrents des Apennins qui s'y jettent, en déposant les matériaux qu'ils charrient en abondance, influent sur la marche du chenal, qui change de direction à chaque crue du Pô ou de ses affluents.

Les seuils à mauvais passage y sont nombreux et il est difficile à la navigation de reconnaître et de choisir le chenal navigable.

La troisième section, qui va du confluent de l'Adda à celui du Tessin, présente les mêmes conditions générales que la seconde, mais elles sont rendues encore plus graves par la plus grande rapidité du courant et par la fréquence et l'importance des hauts fonds dont l'un, comme nous l'avons dit, est constitué par des rochers à fleur d'eau.

D'après les *diagrammes des mouillages* de ces sections du Pô, exécutés par les soins du 6^e « Compartiment » du Génie Civil (1) à l'occasion des plus basses eaux de ces dernières années, et plus exactement du 30 janvier 1905, du 30 août 1906, du 27 avril 1907, du 17 février 1908, du 3 février 1909, on a relevé une moyenne qui représente censément *le plus bas étiage*.

D'après cette moyenne on constate que :

a) Dans la première section (205 kilomètres, de l'Oglio à l'embouchure) on a toujours des mouillages supérieurs aux deux mètres, excepté sur trois seuils d'une longueur totale de 1.320 mètres qui atteignent une hauteur de 0^m47 à 1^m20 au-dessus de la ligne des mouillages de 2^m, de sorte qu'ils laissent un mouillage minimum de 0^m80.

b) Dans la seconde section (112 kilomètres, de l'Oglio à l'Adda), on a pendant toute l'année 2^m et même davantage, excepté sur 27 seuils d'une longueur totale de 11.862^m et d'une hauteur de 0^m76 à 1^m40 avec un mouillage minimum de 0^m60.

c) Dans la troisième section (108 kilomètres, de l'Adda au Tessin) on a les 2^m et même plus, excepté sur 37 seuils d'une longueur totale de 23.490^m et d'une hauteur de 0^m82 à 1^m40 au-dessus de la ligne des mouillages de 2^m.

Les *conditions de navigabilité* dans ces trois sections, en ce qui concerne les mouillages, ressortent mieux d'après le tableau ci-après qui donne le nombre des jours pendant lesquels le fleuve se maintient à chaque hauteur hydrométrique pendant l'année moyenne (1875-1904) (2).

(1) Sous la direction des ingénieurs I. Pelleri et V. Dardanelli.

(2) C. Valentini. — *Idrometria del fiume Pô*, 1905. — Rome, in *Atti della Comm. per la N. J.*

SECTIONS DU PÔ	NOMBRES DE JOURS PENDANT LESQUELS LA NAVIGATION EST			
	IMPOSSIBLE OU POSSIBLE AVEC UN MOUILLAGE INFÉRIEUR A 1 M. 50	POSSIBLE AVEC UN MOUILLAGE DE 1 M. 50	POSSIBLE AVEC UN MOUILLAGE DE 2 M.	IMPOSSIBLE A CAUSE DES TRÈS HAUTES EAUX
Tessin-Lambro	144.77	61.41	153.76	5.29
Lambro-Adda	120.67	69.34	167.05	8.17
Adda-Taro	64.07	74.02	217.50	9.64
Taro-Oglio	27.68	80.96	248.59	8 —
Oglio-Panaro	15.56	34.68	308.87	6.12
Panaro-S. Maria	0.55	6.56	349.88	8.24
S.Maria-Mare	—	2.79	361.50	0.94

Ces conditions, — au moins jusqu'au confluent de l'Adda, — ne sont pas défavorables, quand on pense qu'elles résultent d'observations faites pendant une période d'années où aucun travail de régularisation ou de dragage, n'avait été commencé.

Elles permettraient à un bateau de 600 tonnes (65 × 8 × 1,75) de naviguer jusqu'au confluent de l'Adda (317 kilomètres) :

Pendant 217 jours à pleine charge avec un tirant d'eau de 1 ^m 75				
— 74 — à 1/2 charge	—	—	—	1 ^m 20
— 39 — avec 1/4 de charge				0 ^m 80
330 jours de navigation.				

Ces conditions peuvent bien être comparées à celles dans lesquelles se trouvaient les grands fleuves allemands avant les grands travaux récents.

D'après les recherches des Administrations fluviales allemandes (Bauverwaltung), on a en effet les données suivantes (1).

Un grand bateau du Rhin, avec une immersion de 2^m10 à pleine charge, pouvait naviguer jusqu'à Mannheim (1875-1895) :

A pleine charge.	194 jours
avec 3/4 —	82 —
— 1/2 —	52 —
— 1/4 —	19 —
Durée de la navigation.	347 —

Un bateau de l'Elbe, avec une immersion de 1^m45 à pleine charge, pouvait remonter le fleuve en amont de Magdebourg (1879-1894) :

A pleine charge.	195 jours
avec 3/4 —	38 —
— 1/2 —	46 —
— 1/4 —	22 —
Durée de la navigation.	301 —

(1) Sympher-Wirtschaftliche Bedeutung des Rhein-Elbe-Kanals Anlage 12. Berlin 1899.

Les bateaux de l'Oder (1874-1894) :

A pleine charge.	127 jours
avec 1/2 —	108 —
moins de 1/2 charge.	49 —
	<hr/>
Durée de la navigation.	284 —

Les bateaux de la Vistule :

A pleine charge.	155 jours
avec 3/4 —	35 —
— 1/2 —	37 —
— 1/4 —	29 —
moins de 1/2 charge.	5 —
	<hr/>
Durée de la navigation.	261 —

En ce qui concerne les fleuves français. M. de Mas nous dit (1) qu'avant les travaux de régularisation du Rhône, la navigation en aval de Lyon n'était possible, chaque année, en moyenne, que pendant 271 jours, dont 137 seulement à pleine charge.

En ce qui concerne la Loire, une publication récente nous apprend (2) qu'étant donnés les résultats obtenus dans la section d'essais, on peut penser d'avoir de Nantes à la Vienne, une fois les travaux finis, un mouillage de 2^m au moins pendant 250 jours environ.

*
**

Le Pô, par les conditions dans lesquelles il se trouve actuellement jusqu'au confluent de l'Adda, peut être considéré comme une bonne voie de navigation intérieure ; on reconnaît cependant désormais la nécessité d'en améliorer, par des travaux opportuns, le régime surtout en ce qui concerne la navigabilité.

On reconnaît la nécessité de réaliser un vaste programme de régularisation des hautes vallées de l'Appenin et des torrents, dont le régime irrégulier est la cause première de l'ensablement du lit du Pô.

Cependant, des travaux, qui tendent à une véritable reconstitution de la montagne, ne peuvent être accomplis que dans une très longue période d'années.

En attendant, la conviction générale est que l'activité du Génie Civil au lieu de se limiter, comme elle l'a fait jusqu'ici, à s'occuper du régime des plus hautes eaux en se désintéressant du régime des basses eaux, devrait s'appliquer à l'étude et aux travaux de régularisation du fleuve dans son lit d'étiage.

Ce sont les mêmes travaux que les Allemands ont fait sur l'Elbé et le Rhin, que

(1) De Mas. Le Rhône en aval de Lyon. Comm. au Congrès de 1911.

(2) Loire Navigable, n° 201, de mars 1913.

la France a fait sur le Rhône et s'apprête à faire sur la Loire ; le barrage des bras secondaires, de manière à concentrer toutes les eaux basses dans le bras principal ; la fixation des rives suivant un tracé rationnel, et au moyen de digues longitudinales et d'épis plongeants, la plantation et la fixation des grèves et des bancs, etc...

Ces travaux qui devront être accomplis suivant une haute unité de vues et suivant un plan rationnel, qui doit être établi après une étude sérieuse des éléments constitutifs du fleuve et de leur régime, et après des expériences répétées de régularisation des diverses sections, ces travaux devront ensuite être complétés par l'installation d'un service régulier de dragage destiné à l'entretien du chenal.

Le Gouvernement italien a nommé une Commission pour le régime du Pô sous la Présidence de M. Romanin et a mis à la disposition du « Compartiment du Pô » du Génie Civil, trois dragues avec tout le matériel nécessaire pour les *expériences de dragage* (1).

Ces expériences se font déjà depuis quelques années avec le plus grand soin, mais on reconnaît qu'il est indispensable de mettre à la disposition de cette station spéciale, un matériel bien plus complet et qu'on commence immédiatement les études et les travaux pour la *régularisation* du lit de toute la section du Pô qui va du confluent du Tessin à Cavanella (2) sans l'exécution desquels le dragage intermittent ne peut donner les résultats nécessaires (3).

Cette opinion est désormais celle des personnalités techniques les plus compétentes, et il n'y a pas de doute que l'État italien voudra prendre les mesures nécessaires.

En effet, les initiatives qui tendent à la construction des grands canaux et des ports seraient vaines, si, en même temps, les travaux de régularisation du Pô n'étaient pas commencés de façon à tendre à obtenir des bons mouillages pendant le plus grand nombre possible de jours par an.

Les résultats auxquels la régularisation doit tendre, suivant les conclusions de la Commission ministérielle pour la Navigation intérieure, seraient :

1° D'obtenir pendant toute l'année un mouillage minimum de 2^m jusqu'au confluent du Tessin (4).

2° D'obtenir un mouillage minimum de 2^m pendant 250 jours par an et de 1^m60 pendant 350 jours, du confluent du Tessin à Casale Monferrato (5).

(1) Sous la direction des Ingénieurs I. Pelleri et V. Dardanelli.

(2) En ce qui concerne la section du Pô qui va du confluent du Tessin à Casale, un projet de régularisation en lit de rivière a été rédigé par M. E. Sassi, Ingénieur en chef du Génie Civil à Milan.

(3) I. Pelleri. — Relazione sui provvedimenti per migliorare la navigabilità del Po da Cavanella alla confluenza del Ticino Roma, 1908.

(4) A. Salmoiraghi. — Rapport sur les mouillages à obtenir dans le Pô. — Rome 1905.

(5) I. Pelleri. — Rapport sur le projet de M. l'Ingénieur Sassi pour la régularisation du Pô du confluent du Tessin à Casale — Rome 1909.

III. — LES CANAUX DU PO A LA MER

L'embouchure du Pô, fleuve qui n'a pas un vaste estuaire, mais de nombreuses bouches formant delta, subit, comme j'ai dit plus haut, un véritable étranglement, à cause des barres qui rendent la navigation des grands bateaux presque impossible.

Le Pô n'a pas pu, par conséquent, dans son cours inférieur (qui pendant plusieurs kilomètres a des mouillages assez profonds pour permettre la navigation même à des bateaux de mer) être utilisé comme les grands fleuves du nord.

Les ports de l'Adriatique ont dû se créer bien loin des bouches du Pô, pour ne pas voir leurs bassins ensablés par les matériaux que le fleuve transporte.

Par conséquent, pour que la navigation fluviale puisse arriver jusqu'à la mer, il est nécessaire de construire des canaux entre le fleuve et Chioggia, Venise et Ravenne, qui sont les trois ports maritimes du Pô, de même que le Rhône doit être relié à Cette et à Marseille.

Le Pô a eu pendant des siècles un débouché aux ports de Chioggia et de Venise, par des canaux d'une longueur de 29 kilomètres entre le Pô et Chioggia, et par la lagune sur un parcours de 27 kilomètres.

Mais ces canaux ont une section mouillée de dimensions trop réduites (Canal de Valle : 10^m de largeur au plafond, et 17^m à la flottaison. — Canal de Loreo : 15^m à la flottaison) et des écluses (36^m × 7^m20 — 52^m5 × 6^m9 — 53^m4 × 6^m34) trop petites; ils ont été longuement négligés et la navigation y est devenue très difficile.

Les projets d'agrandissement de cette ligne se sont succédés pendant ces dernières années.

Ceux de la Commission ministérielle qui proposait un élargissement et un approfondissement des canaux existants ont été considérés comme insuffisants.

De même, on a écarté une proposition du regretté ingénieur Moschini tendant à la création d'un grand canal sans écluses dans la partie basse des estuaires des fleuves Brenta, Adige et Pô,

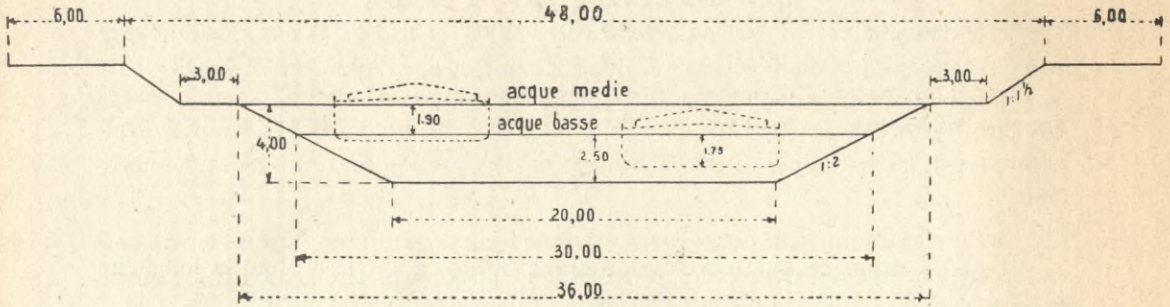
Sur un avant-projet de M. Barcelloni Corte (1), ingénieur du Génie Civil, on a dressé le projet d'un nouveau et grand canal entre l'Adige et le Pô, et l'élargissement de la ligne actuelle entre l'Adige et la lagune (2).

La section adoptée pour cette ligne est de 20^m au plafond, de 36^m au bord des

1) Voir *Communic. de M. Barcelloni Corte au Congrès de Ferrara. 1910.*

(2) Les projets ont été rédigés — sous la direction de MM. Cucchini, Ingénieur en chef du Génie Civil à Venise, et Ravá — par M. Pedinelli, Ing.

berges, ce qui donne une largeur de 30^m à la flottaison avec un mouillage de 2^m50 (eaux basses) et de 36^m avec un mouillage de 4^m (eaux moyennes).



Section transversale du canal entre le Pô et la Lagune.

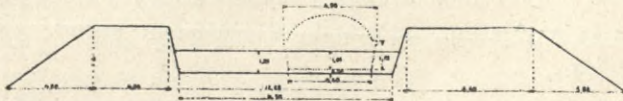
Ces canaux n'ont pas de différences de niveau à vaincre, mais ils ont cependant des écluses à leur débouché dans le Pô, dans l'Adige et dans le Brenta. Ces écluses resteront ouvertes pendant la plupart de l'année.

Les écluses projetées ont une longueur utile de 70^m et une largeur utile de 9^m. Il est à prévoir que dans un projet d'exécution ces écluses auront des dimensions bien plus considérables, de façon à donner passage aux *cargo-boats* et aux convois de chalands remorqués.

IV. — LES CANAUX ENTRE MILAN ET LE PO

Milan communique déjà en ce moment avec le Pô au moyen du « Naviglio » de Pavie (canal mixte de navigation et d'irrigation) et du Tessin; mais cette voie ne permet pas la navigation à des bateaux dont le tonnage dépasse 60 à 70 tonnes.

Le canal, en effet, a une largeur au plafond de 11^m et de 12^m à la flottaison. Ses écluses ont de petites dimensions : 30^m8 × 5^m.



Section transversale de l'actuel « Naviglio di Pavia » et d'un bateau de 60 tonnes.

On ne pourrait arriver à y faire passer des bateaux de 600 tonnes qu'en le reconstruisant; une telle reconstruction serait très coûteuse à cause des importants intérêts de l'agriculture et de la navigation qui seraient lésés, ainsi que des indemnités nécessaires pour la démolition de nombreux édifices.

Puis cette ligne débouche en un point du Pô difficile à régulariser.

Le Comité promoteur Milan-Venise a donc suivi un autre tracé, indiqué dès 1903 dans ses grandes lignes par MM. Romanin, Piola et Paribelli, qui débouche sur le Pô 100 kilomètres plus en aval.

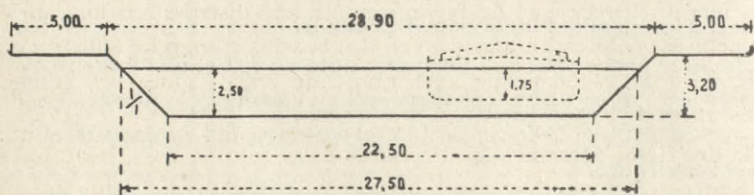
Cette nouvelle voie d'eau artificielle entre Milan et le Pô (1) est constitué par un nouveau grand canal de Milan à l'Adda (52 km. 4) et par l'Adda canalisée (18 km. 5) ou bien par un canal entre l'Adda et Crémone (18 km.).

*
**

a). — **Le canal de Milan à Pizzighettone (Adda)** a un tracé dont la longueur dépasse de 2 % à peine la distance en ligne droite entre les deux extrémités.

On peut le diviser en deux sections principales :

Une première section de Milan à Cavenago (36 kilomètres environ) qui est *exclusivement navigable*, a une section transversale avec talus d'une inclinaison de 45 %,



Section transversale du canal entre Milan et Cavenago et d'un chaland de 600 tonnes.

une largeur au plafond de 22^m50, de 28^m90 entre les bords, une profondeur totale de 3^m20, un mouillage de 2^m50 avec une largeur de 27^m50 à la flottaison, et une surface de section mouillée de 62 mq 50.

Elle est revêtue au plafond d'un béton de ciment lisse de 0^m30 d'épaisseur; sur les parois, la couche de béton a une épaisseur qui va en décroissant de 0^m30 à 0^m25.

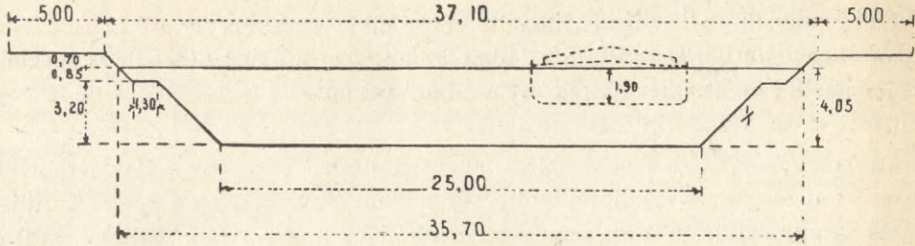
Le canal est flanqué latéralement de deux chemins de halage d'une largeur de 5^m.

Une deuxième section de Cavenago à Pizzighettone (16 km. 2), qui ne sert pas exclusivement à la navigation, mais qui est également utilisée pour la *création d'énergie hydraulique*.

Elle a une section avec risberme de 1^m30; une largeur au plafond de 25^m; une profondeur de 5^m20 et un mouillage variant entre 3^m50 et 4^m50. Sa section mouillée

(1) Le projet a été étudié sous la direction de M. Fantoli et de M. Piola, par les ingénieurs Mario Majocchi et Giulio Villa, de Milan, pour le Comité promoteur des villes de Milan et de Venise. Un projet précédent avait été étudié pour la Commission ministérielle (1909) par MM. Sanjust et Paluchini, mais ni le tracé, ni le profil, ni la section, ni les propositions d'utilisation hydraulique, n'ont été considérés comme susceptibles d'être exécutés.

a par conséquent une grande surface. Le revêtement est le même que pour l'autre section.



Section transversale du canal industriel et de navigation entre Cavenago et Pizzighettone.

Pour racheter l'importante différence de niveau existant entre le commencement et la fin de la 1^{re} section du canal, 47^m environ (1), on a disposé le long du parcours dix écluses à sas, de type et à chute divers selon la pente plus ou moins grande du terrain traversé et de façon à avoir une distribution logique et avantageuse des écluses; écluses en partie avec des bassins d'épargne (40 % d'épargne) et avec chute de 5^m45, et en partie avec chute de 3^m25. Toutes ces écluses ont les dimensions utiles de 70^m × 10^m.

Dans la deuxième section, sont disposées deux écluses à sas, latéralement à deux centrales hydroélectriques destinées à utiliser l'eau dérivée de l'Adda par un barrage de prise à Cavenago, auquel fait suite un canal secondaire de dérivation qui se jette dans le canal principal.

La puissance effective qui peut être fournie par ces deux installations est de 9.000 HP, pendant le jour, moindre pendant la nuit et pendant les périodes de basses eaux (minimum nocturne 3.000 HP) en utilisant comme réservoir d'eau, pendant les heures où la consommation d'énergie diminue, la section de canal en amont jusqu'à la dérivation, un bras mort de l'Adda et la section du fleuve en amont de la dérivation que l'on a projeté avec barrage.

La hauteur de la première chute utilisable variera de 8^m65 à 7^m75, selon le niveau de l'eau dans le réservoir de Cavenago; la seconde sera également variable, selon le niveau de l'eau dans l'Adda et s'approchera de 7^m70.

De soigneuses mesures du débit de l'Adda, ont amené à conclure que le débit sûrement disponible est de 32 mètres cubes pendant 10 mois de l'année.

Grâce à l'emmagasinage projeté qui est de 850.000 mètres cubes sur une différence de niveau de 0^m90, on pense de sûrement obtenir la quantité d'énergie précitée.

La vitesse de l'eau dans le canal navigable entre Milan et Cavenago, sera théori-

(1) Dans le projet du Comité promoteur, le niveau de flottaison des bassins du port de Milan, tête de ligne du canal, serait à + 104^m80. Mais dans le projet plus récent du port de Milan, de MM. Beretta et Majocchi, ce niveau est fixé à + 102^m30.

quement nulle; dans le canal navigable industriel entre Cavenago et Pizzighettone, elle sera de 0^m50 environ par seconde, la section et la pente ayant été calculées de façon à entraîner à cette vitesse les 60 mètres cubes de son débit normal dans les sections en amont, et de 70 mètres cubes dans les sections en aval.

L'alimentation de la section de Milan à Cavenago a exigé des études spéciales pour permettre de certifier qu'elle est suffisante et faite de façon qu'elle ne lèse pas les droits et les grands intérêts de tiers.

Après les études très exactes faites par le Comité de Milan pour la Navigation intérieure (1) et les autres solutions moins sûres étant éliminées, on a songé à utiliser le plus grand débit qu'il est possible d'avoir dans le « Naviglio Grande » (2) en empêchant, au moyen d'un revêtement opportun du plafond et des talus dans quelques sections, une partie des pertes par infiltrations et imbibitions auxquelles il est sujet pendant son parcours.

Le débit qu'il est nécessaire d'avoir dans le canal navigable Milan-Cavenago, en supposant un trafic qui exige le fonctionnement continu des écluses, c'est-à-dire une éclusée toutes les vingt minutes, étant donné le type adopté pour ces dernières, sera de 2 mètres cubes 5 au maximum (débit théorique de 1 mètre cube 85).

Or, il résulte des recherches expérimentales auxquelles j'ai fait allusion qu'on peut certainement obtenir du « Naviglio Grande » 3 mètres cubes en employant la méthode indiquée, qui ne peut donner lieu à aucune objection valable. Cette eau sera amenée du « Naviglio Grande » au port de Milan par une rigole alimentaire spéciale.

Comme on l'a dit, le canal projeté sera construit avec un revêtement étanche robuste, de façon à constituer une sorte d'énorme vase qui, en aucun point, n'ajoutera ni n'enlèvera de l'eau au sous-sol du territoire traversé; pour la navigation, il aura ensuite le grand avantage d'empêcher la végétation et présentera, par conséquent, moins de résistance au mouvement des bateaux.

On ne pouvait conseiller de faire un canal sans revêtement ou de limiter le revêtement à quelques sections, parce qu'en ce cas, il aurait été difficile de calculer la mesure du phénomène de perturbation des conditions des eaux souterraines et, par suite, les propriétaires des terrains traversés en auraient conçu de vives préoccupations (3).

En effet, les perturbations occasionnées par l'ouverture des grands canaux dépourvus de revêtement étanches sont trop connues pour qu'on ne doive pas craindre que dans quelques zones plus ou moins étendues ne se produise un abaissement du niveau des eaux souterraines, au grand dommage des puits d'eau potable et du débit des sources servant à l'irrigation. Dans d'autres endroits, au contraire, on pou-

(1) G. Villa. — Misura di portata del Naviglio Grande a 'sue derivazioni, allo scopo di determinare le perdite d'acqua, Milan, 1908.

(2) Le « Naviglio Grande » est un vieux canal mixte d'irrigation et de navigation qui amène à Milan les eaux du Tessin.

(3) P. Bignami. — Conférence sur la voie d'eau Milan-Venise. 1913.

vait craindre une élévation du niveau des eaux souterraines, avec des conséquences nuisibles éventuelles pour les habitations, pour la pureté des eaux potables dans les puits, ou la formation de marécages, ou même seulement la diminution de la production agricole, par suite du rapprochement excessif de la nappe souterraine par rapport à la surface du sol. Ces inconvénients auraient pu ensuite donner lieu à des procès pour dommages-intérêts et aux travaux nécessaires pour les éliminer et, en tout cas, à de dangereuses conséquences pour l'hygiène et la production de la zone traversée.

Le revêtement étanche projeté, suivant les conclusions du Comité Promoteur dissipe tout doute en ce qui concerne la possibilité de perturbations du régime actuel des eaux souterraines. En effet, l'objection que le nouveau canal constitue une sorte de barrage avec effets nuisibles de regorgement des eaux souterraines, c'est-à-dire d'élévation en amont du canal et d'abaissement en aval, ne peut résister à un examen approfondi. D'abord, la direction du canal suit à peu près celle de la pente de la nappe souterraine dans la région traversée, mais même si, en quelques endroits, elle était fortement oblique ou même perpendiculaire à la direction du mouvement de la nappe souterraine, il faut se rappeler que le canal est presque entièrement à fleur de terre, que la nappe d'eau souterraine de la région parcourue a une profondeur considérable et qu'enfin la nature géologique même du sous-sol (1) est celle d'une énorme couche de matériaux perméables traversés de temps en temps par les filons de matériaux imperméables, de sorte que le nouvel obstacle que le nouveau canal constitue pour le mouvement très lent (quelques centièmes de millimètre par seconde) des eaux souterraines, ne pourra avoir, si toutefois il en aura, que des effets négligeables.

Cet état des conditions du sous-sol est confirmé par le fait qu'au moins en ce qui concerne les puits profonds de 30 mètres faits à Milan, on a vu l'eau monter dans un endroit déterminé toujours au même niveau, ce qui prouve qu'au moins jusqu'à cette profondeur, toutes les eaux communiquent librement entre elles. Il en résulte, par conséquent, que la nouvelle paroi étanche, d'une profondeur certainement négligeable par rapport à celle de l'eau qui circule dans le sous-sol, ne pourra avoir qu'une influence certainement infime en ce qui concerne un refoulement éventuel et on ne saurait donc avoir aucune préoccupation quant à l'action du nouveau canal sur les eaux souterraines.

Les frais de construction des deux canaux Milan-Cavenago, Cavenago-Pizzighettone ont été prévu de 41,5 millions de francs, ce qui donne (déduction faite de 9.000.000 de francs, valeur de l'énergie créée) environ 625.000 francs au kilomètre.

*

**

b) **La section de Pizzighettone au Pô.** — Pour la section de Pizzighettone au Pô, la Commission ministérielle (2) projetait de suivre le cours libre de l'Adda,

(1) Etudes de M. E. Paladini. — A. Riva. — Milan 1887. « Le Fognature di Milano », par M. F. Poggi. Milan 1912. Cités par P. Bignami.

(2) Projets cités Sanjust-Palucchini.

contrairement à ce qui avait été proposé par le Comité de Milan pour la Navigation intérieure (1) qui prévoyait comme très difficile d'obtenir en courant libre les mouillages suffisants et proposait par conséquent soit la canalisation, soit la continuation d'un canal jusqu'à Crémone.

Des études ultérieures très sérieuses (2) ont fait conclure à l'opportunité de choisir une des solutions proposées par le Comité de Milan.

Le canal Pizzighettone-Crémone, d'une longueur de 18 kilomètres, coûterait 7.000.000 de francs et aurait deux écluses (3).

La canalisation de l'Adda coûterait 3.500.000 lire comprenant trois écluses de convois, d'une longueur de 165^m et d'une largeur de 10^m et des travaux de régularisation des berges et du lit.

Le canal Pizzighettone-Crémone en abrégant de 20 kilomètres le parcours entre Venise et Milan, constituerait en outre la première section d'un grand canal entre Crémone et Mantoue qui aurait une grande importance, spécialement en ce qui concerne les communications entre Milan et le Lac de Garde, tout en raccourcissant encore de 20 kilomètres environ, la distance entre Venise et Milan.

Ce dernier canal est particulièrement appuyé par la ville de Mantoue, mais sa construction est évidemment moins urgente que les autres travaux et est renvoyée à une seconde phase du programme d'exécution des voies d'eaux dans la vallée du Pô.

V. — QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DE LA NOUVELLE VOIE D'EAU

Le peu que je viens d'exposer sur les conditions du Pô et les projets concernant les deux lignes de canaux de Milan au Pô et du Pô à la Lagune vénitienne (qui sont toutefois seulement des *avant-projets* et doivent, par conséquent, être revus et développés dans tous leurs détails), nous suffit pour avoir une idée de la valeur économique de la voie navigable qui sera obtenue par la construction des canaux en question et par la régularisation du Pô.

Longueur du parcours. — La nouvelle voie navigable qui sera créée entre Venise et Milan aura une longueur de 380 kilomètres (4) qui pourra être réduite à 360 kilomètres par le canal Pizzighettone-Crémone et à 340 par le canal Crémone-Mantoue.

(1) Rapport sur les travaux de la Commission pour une voie d'eau de Milan au Pô, par Lodi. — Milan 1908.

(2) E. Sassi, pour le Comité promoteur Milan-Venise.

(3) Le projet a été rédigé par MM. Majocchi et Villa de Milan. Le canal pourrait être construit aussi pour l'utilisation de force hydraulique. Dans ce cas, le coût s'élèverait à L. 13.000.000 dont 5.000.000 seulement à la charge de la navigation. Il aurait une section d'environ 200 mètres carrés.

(4) En prenant comme longueur du parcours qu'on emprunte au Pô, entre le confluent du nouveau canal et le confluent de l'Adda, la longueur de 257 kilomètres calculée par les Sociétés de navigation comme base de tarif. Au contraire, la longueur mesurée en suivant le chenal du fleuve serait de 274 kilomètres.

La diminution du parcours par rapport à la voie d'eau actuelle par Pavie (476 km.) (1) est importante.

Les allongements du parcours par rapport aux voies ferrées sont les suivants :

De Venise à :

Borgoforte	+ 26 %	Guastalla	+ 25 %
Brescello	+ 23 %	Mantoue	+ 34 %
Casalmaggiore	+ 24 %	Milan	+ 43 % 35 %
Crémone	+ 40 %	S. Benedetto	+ 2 %

(2) Ostiglia	- 27 %
Polesella	- 1 %
Pontelagoscuro	- 09 %
Sermide	- 2 %

On se rappelle que M. Marlio a calculé les allongements suivants pour les voies d'eau françaises :

De Paris (La Tournelle) à :

Nancy	+ 17 %
Dijon	+ 26 %
Lyon	+ 25 %
Dunkerque	+ 48 %
Valenciennes	+ 26 %
Rouen	+ 78 %

Les allongements de parcours causés par les écluses ne sont pas exagérés étant donné le nombre de ces dernières et la rapidité des opérations de vidange et de remplissage que permettront les méthodes modernes de construction des écluses.

Pour le parcours total Venise-Milan, on peut tabler sur un allongement virtuel de moins de 60 kilomètres.

La durée de la navigation, étant donné que le phénomène des glaces n'est pas à craindre, peut être évaluée à 330 jours comme nous l'avons vu.

Les mouillages auront un minimum de 2^m50 dans les canaux; en plusieurs sections ils iront même jusqu'à 4^m.

Sur le Pô, nous avons vu que jusqu'au confluent de l'Adda, ils ont actuellement un minimum de 2^m pendant 217 jours; après les travaux de régularisation ce minimum sera certainement atteint pendant tous les 330 jours.

Le profil en long de la voie d'eau est excellent. Dans la section qui nous intéresse, le Pô a une pente plus douce que le Rhin. Le confluent de l'Adda, point le plus en amont de la section du fleuve comprise dans notre ligne, qui est à une dis-

(1) Au contraire, en appliquant au parcours du Pô la base kilométrique calculée par les Sociétés de navigation, cette distance serait de 460 kilomètres environ.

(2) Le parcours par voie d'eau est plus court que celui par voie ferrée.

tance de 314 kilomètres de l'embouchure, a une altitude (pendant les eaux moyennes) de 36^m au-dessus du niveau de la mer.

Il ne faut cependant pas oublier que le point de l'Oder qui se trouve à une égale distance de l'embouchure, est à 55^m au-dessus du niveau de la mer; ce point sur le Weser est à + 65^m; Magdebourg, à 273 kilomètres de l'embouchure de l'Elbe, est à + 41^m; Cologne, à 349 kilomètres de l'embouchure du Rhin, est à + 37^m; Lyon, à 325 kilomètres des bouches du Rhône, est à une altitude de + 159^m.

Les canaux entre la Lagune et le Pô n'ont pas de différences de niveau à vaincre; celui entre Milan et le Pô ne rencontre sur un parcours de 72 kilomètres qu'une différence de niveau de 66^m environ avec 15 écluses qui n'ont pas des chutes excessives.

Bien que cette œuvre puisse sembler audacieuse, nous sommes cependant encore bien loin des grands travaux entrepris par la France et par l'Autriche-Hongrie.

Je rappelle quelques chiffres (1).

Le canal de Bourgogne.	sur une longueur de 242 km. a 189 écluses.
— du Centre.	— — 116 — 64 —
— de l'Est.	— — 479 — 176 —
— de la Marne au Rhin . . .	— — 207 — 117 —
— de — à la Saône . . .	— — 224 — 114 —
— du Nivernais	— — 174 — 115 —

Les canaux de la ville de Paris qui ont une longueur de 120 kilomètres ont 32 écluses.

Le Canal de Saint-Quentin, qui est pourtant le plus fréquenté des canaux français, a 35 écluses sur une longueur de 93 kilomètres, et le canal du Nord, qui est en construction, sur une longueur de 95 kilomètres gagne une différence de niveau de plus de 107^m par 18 écluses.

Il ne faut pas non plus oublier que la Saône est canalisée avec 33 écluses; la Marne avec 19; la Seine avec 41; l'Yonne avec 26, et que le canal qui est projeté par le Gouvernement austro-hongrois entre le Danube et la Vistule, comprendra deux sections bien plus accidentées: l'une de 80 kilomètres avec 21 écluses pour vaincre des différences de niveau de 275^m50 à 203 et de 203^m à 267^m70; l'autre de 110 kilomètres avec 16 écluses pour une différence de niveau de 160 à 275^m50.

Je joins au présent rapport un tableau schématique d'après lequel on relèvera la différence qui existe entre les profils en long de la voie d'eau Milan-Venise et celui d'autres voies existantes ou à l'état de projet. On remarquera le profil étrange d'un canal projeté entre Turin et la mer, canal qui pourtant a de chauds partisans dans cette ville.

La section transversale des canaux se prête dans des conditions pleinement satisfaisantes à la navigation des bateaux de 600 tonnes.

(1) *Guide officiel de la Navigation intérieure.*

En effet, la valeur du rapport entre la section mouillée du canal et la section mouillée des bateaux types de 600 tonnes est toujours supérieure à 4, ce qui permettra de réaliser de bonnes vitesses même sur les canaux.

*

**

Etant donné les conditions favorables que nous avons exposées, une navigation très puissante pourra avoir lieu sur la nouvelle voie. Et on peut croire que des bateaux d'un *tonnage supérieur à 800 tonnes* pourront naviguer presque pendant toute l'année, *jusqu'au confluent du Mincio*.

Dans le cas où la ligne du lac de Garde au Pô, par Mantoue et le Mincio, serait également étudiée avec une grande largeur de vues, c'est-à-dire que le projet comporte des canaux à grande section et des écluses à grandes dimensions, cette navigation, avec des bateaux de 600, de 800 et peut-être de 1000 tonnes pourra s'étendre jusqu'au lac de Garde et jusqu'aux territoires de l'empire d'Autriche-Hongrie.

Pour les transports destinés ou provenant des ports situés en amont du confluent du Mincio, la navigation pourra être exercée au moyen de gros bateaux de 600 tonnes jusqu'à Milan (1).

Etant donné les dimensions des canaux entre le Pô et la Lagune, des *cargo-boats* pourront, comme entre Londres et Paris, faire un service direct entre les ports fluviaux du Pô et les ports de l'Adriatique, ce qui est impossible aujourd'hui.

La traction sera exercée, en Lagune, comme on le fait aujourd'hui, au moyen de remorqueurs à vapeur à hélice qui traîneront des convois de 2 ou 3 chalands. Il en sera de même, — sans danger pour le plafond et les talus, étant donné les dimensions de la section transversale — sur les canaux reliant le Pô et la Lagune et sur le canal depuis Pizzi, Ghettone, jusqu'à Cavenago d'Adda, ainsi que sur l'Adda canalisée.

Sur le canal entre Cavenago d'Adda et Milan (36 km.) on prévoit au contraire l'installation de la traction électrique individuelle avec tracteur sur berges.

On prévoit l'emploi sur le Pô de remorqueurs à roues d'une puissance de 500 à 600 HP qui pourront remorquer en remontant le courant à la vitesse de 4 à 5 kilomètres à l'heure et à la vitesse de 8 à 12 kilomètres en le descendant, des convois de trois bateaux de 600 tonnes.

Ce sont là des conditions bien meilleures que celles du Rhône, où, pour des convois semblables, la Société de remorquage récemment fondée, a fait construire des remorqueurs d'une puissance de 1.200 à 1.800 HP.

(1) Pour prolonger la *grande* navigation de Milan au lac de Côme et au lac Majeur aucun projet sérieux n'a été fait jusqu'ici pour le remplacement des vieux canaux. Le Comité de Milan pour la Navigation intérieure fait cependant les études nécessaires pour résoudre la question, ce qui n'est pas facile, étant donné la différence de niveau importante à vaincre.

Des études préliminaires ont été faites par M. Darvino Salmoiraghi,

VI. — LES CONDITIONS D'EXPLOITATION DE LA NAVIGATION ACTUELLE SUR LE PO

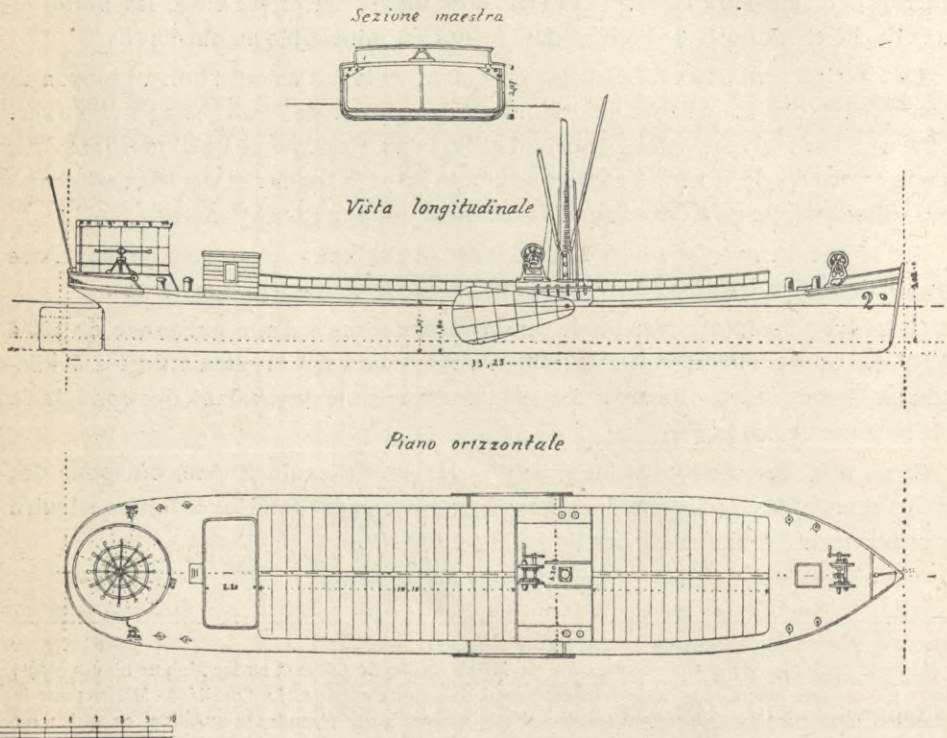
Il n'existe actuellement sur le Pô une navigation régulière qu'entre Venise et Mantoue, port du Mincio canalisé qui peut être considéré comme un port du Pô.

Cette navigation est exercée par de nombreux bateliers particuliers et par des Sociétés de navigation parmi lesquelles la *Società di Navigazione fluviale di Venezia*, qui possède une flotte de sept remorqueurs (d'une puissance totale de 1.360 HP) et 50 bateaux dont 6 en fer. La quantité de marchandises transportée en 1912 par cette seule Société a été de presque 300.000 tonnes.

Cette Société a même construit à Mantoue un quai pourvu de grues, de transporteurs électriques, de magasins et de raccordement avec toutes les lignes de tramways qui aboutissent à Mantoue.

Les chalands en fer de cette Société, qui font le service régulier entre Venise et Mantoue, ont les dimensions suivantes :

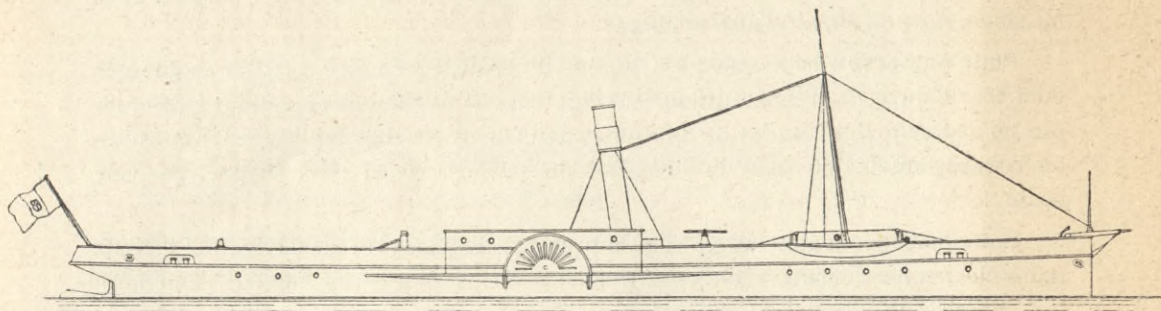
Longueur	33 ^m 25
Largeur	6 ^m 20
Immersion	1 ^m 80 à pleine charge de 250 tonnes.



Un chaland en fer du Pô (Società di Navigazione fluviale di Venezia).

Un des remorqueurs en service « Il Generale Mattei » a les dimensions suivantes :

Longueur	42 ^m
Largeur	9 ^m
Immersion	0 ^m 90



Un remorqueur du Pô : le « Alessandro Moschini ».

Malgré l'excellence de ce matériel, à cause surtout de l'état de négligence dans lequel l'État laisse les canaux entre Chioggia et le Pô, les frets de navigation sont très élevés et le commerce se sert de la voie d'eau pour le transport seulement parce que les tarifs des chemins de fer sont plus élevés encore et que le service de ces derniers n'est pas toujours bien organisé.

En voici un exemple :

Brescia, qui est un centre industriel très important, fait arriver les houilles de Gênes et de Venise par voie ferrée. Mais bien souvent il est plus avantageux de les faire venir de Venise par transport mixte, non parce que le transport par eau est meilleur marché, mais parce que le transport par fer ne répond pas toujours aux exigences.

Une tonne de charbon coûte en frais de transport :

A Brescia :

de Gênes par fer (239 km.)	de Venise par fer (184 km.)
L. 9,72	L. 8,48

de Venise, transport mixte :

- L. 5 fret Venise-Mantoue (201 km.);
- 1 transbordement à Mantoue;
- 2,50 tramway de Mantoue à Brescia (76 km.).

Sur le Naviglio di Pavie, entre Milan et le Pô, les conditions de transport sont encore plus mauvaises. Il nous suffit de dire que le halage animal y donne une vitesse moyenne de 1km. 5 à l'heure et coûte, seulement de traction, de 3 à 4 centimes la tonne-kilomètre. Malgré ces conditions qui font monter le fret à plusieurs centimes par tonne-kilomètre sur ce canal, on a encore une navigation de quelques centaines de milliers de tonnes de marchandises par an.

VII. — CONDITIONS FUTURES D'EXPLOITATION.

Quelles pourront être les conditions d'exploitation et les prix de transport de la future navigation entre Venise et Milan?

Pour répondre à cette question, l'auteur du présent mémoire a fait de soigneuses études et des calculs très minutieux (suivant les systèmes désormais rendus classiques par les remarquables études de Sympher) pour analyser tous les éléments constitutifs qui entrent en jeu dans la formation du *prix de revient* du transport par voie d'eau.

Ces éléments ont été étudiés dans la pratique des Sociétés de navigation fluviale italiennes, et on a ensuite recherché quelle influence exercerait sur eux l'amélioration des conditions de navigabilité des voies d'eau existantes, l'application de systèmes modernes de traction et la création de nouveaux grands canaux.

L'analyse et la comparaison avec les mêmes éléments d'exploitation de la navigation sur les grandes voies modernes de la France, de la Belgique et surtout de l'Allemagne, a permis de faire des prévisions qui, étant donnée la sévérité de la méthode suivie, ne doivent pas être trop éloignées de ce que seront les conditions d'exploitation.

En ce qui concerne le *prix de revient* du transport, je donnerai ici *un seul* exemple relatif au parcours Venise-Milan :

1°. — Étant donné que le *Pô*, dans les conditions actuelles, permet, pendant une durée de navigation de 330 jours par an, à des bateaux de 600 tonnes :

Une immersion de 1 ^m 75	pendant	217	jours
—	1 ^m 20	—	74 —
—	0 ^m 80	—	39 —

et supposant qu'on emploie :

Le remorquage à vapeur :

a) Pendant 27 km. 5 sur la lagune, avec remorqueurs à une hélice de 100 à 150 HP et convois de 2 bateaux;

b) Pendant 257 kilomètres sur le *Pô* (1) avec remorqueurs fluviaux à roues et convois de 3 bateaux;

c) Pendant 19 kilomètres sur l'Adda canalisée; pendant 24 km. 5 sur les canaux de la lagune au *Pô*, avec remorqueurs à deux hélices d'une puissance de 80 à 100 HP et des convois de 2 bateaux.

La traction électrique (avec locomotrices sur rails) pendant 52 kilomètres, de Pizzighettone à Milan;

(1) C'est le parcours appliqué par les Sociétés de navigation.

Supposant sur la ligne entière un trafic de 2 millions de tonnes, dont cinq sixièmes en montée vers Milan et un sixième descendant sur Venise;

Etant donné pour des bateaux de 600 tonnes un chargement :

Dans les voyages en amont :

Pendant 217 jours de 600 tonnes (immersion de 1 ^m 75)					
— 74 — 350 — (— 1 ^m 20)					
— 39 — 100 — (— 0 ^m 80)					

Dans les voyages en aval :

Pendant 330 jours de 120 tonnes (immersion de 0^m65)

Supposant la vitesse moyenne de marche :

De 4 à 5 kilomètres dans le voyage en amont sur tout le parcours et dans le voyage en aval sur les 120 kilomètres de lagune, de canaux et de l'Adda canalisée;

De 8 kilomètres dans le voyage en aval pour les 257 kilomètres sur le Pô;

En calculant que le parcours journalier pour une moyenne de 13 heures de navigation diurne est de 60 kilomètres pour le voyage en amont et pour le voyage en aval sur les canaux, la lagune et l'Adda canalisée;

de 104 kilomètres pour les voyages en aval sur le Pô;

Considérant que la longueur réelle du parcours Venise-Milan est de 380 kilomètres, et la longueur virtuelle, à laquelle sont appliquées les bases du tarif calculées suivant les allongements habituels de parcours, pour temps perdu au passage des écluses, est de 434 km. 5;

Le *prix de revient* du transport d'une tonne de marchandises lourdes chargées en vrac, de Venise à Milan (y compris les *charges terminales*, exception faite du déchargement, y compris les amortissements, la manutention, le personnel, les assurances, un pourcentage de revenu industriel, escompté le temps perdu pour la formation et la dislocation des convois, leur attente, la traction, etc...) a été largement évalué à L. 6,70 environ, ce qui donnerait un coût unitaire de 1, c. 7 par chaque tonne-kilomètre réelle et 1 c. 5 par chaque tonne-kilomètre virtuelle.

2°. — *Ligne à potentialité complète.* — Lorsque le Pô aura son *chenal régularisé* de façon à obtenir que pendant une durée de navigation de 330 jours on ait toujours une immersion de 1^m75 pour le bateau de 600 tonnes;

Considérant les mêmes circonstances énoncées dans le cas précédent et un trafic égal de deux millions de tonnes, dont les 5/6 en montée vers Milan et 1/6 en descente sur Venise, le *prix de revient* du transport d'une tonne de Venise à Milan, y compris les *charges terminales*, s'élèverait à L. 4.95 et le prix de revient unitaire respectivement à L. 0,013 et L. 0,011. Cette diminution est obtenue seulement par la meilleure utilisation du matériel et tout en ne tenant pas compte de l'avantage que ressentiraient beaucoup des éléments qui constituent le prix de revient du transport, étant donné les meilleures conditions de navigation du Pô.

Ce prix de revient est calculé largement et descendrait encore avec l'augmentation du trafic (augmentation qu'on peut prévoir comme sûre, étant donnée la poten-

tialité des travaux artificiels de la ligne et le développement économique des régions traversées) mais il a déjà une valeur intrinsèque remarquable de bon marché.

On se fait cependant une idée plus exacte de la *valeur économique de la nouvelle voie* en examinant le tableau suivant, que je tire des nombreuses données que j'ai recueillies, et qui compare le *prix de transport d'une tonne de charbon* par voie ferrée de Venise et de Gênes, à celui de Venise par voie fluviale, jusqu'à quelques-uns des centres les plus importants de la voie d'eau.

Le prix par voie d'eau est calculé sur le prix de revient qu'on aura lorsque la ligne sera complètement régularisée et avec un trafic de 3 à 4 millions de tonnes.

DE GÈNES			DE VENISE					
PAR VOIE FERRÉE			PAR VOIE FERRÉE		PAR LA FUTURE VOIE D'EAU (1)		PAR LA VOIE D'EAU ACTUELLE	
A	KM.	LIRE	KM.	LIRE	KM.	LIRE	KM.	LIRE
Pontelagoscuro	—	—	111	6,23	110	2,06	116	3,80
Sermide	—	—	147	7,97	143	2,35	—	—
Ostiglia	—	—	230	9,82	163	2,53	—	—
Mantoue	257	10,28	145	7,28	195	2,78	201	5,—
Borgoforte	269	10,65	157	7,65	198	2,85	—	—
Guastalla	243	10,45	177	8,49	223	3,08	—	—
Casalmaggiore	235	9,60	197	8,89	245	3,18	251	6,50
Crémone	194	8,33	208	9,23	292	3,72	298	8—9
Lodi	177	7,81	260	10,84	253	4,34	—	—
Milan	157	7,19	265	10,99	380	4,63	460	12,

Mais les avantages pourraient mieux ressortir si au lieu de comparer le prix net de transport par voie ferrée (calculé suivant le tarif spécial 12 2 B) au prix net de transport par navigation intérieure, nous avons comparé les frais de transbordement dans le port de Gênes qui figurent parmi les frais les plus élevés des grands ports européens, avec ceux qui seront possibles dans le port de Venise pour le transbordement de la navigation maritime à la navigation intérieure.

Comme on sait, le port de Venise est un port de lagune qui dispose de grands bassins dans lesquels les opérations de transbordement peuvent être effectuées avec commodité et avec la plus grande rapidité; les marchandises ne séjourneront pas longtemps dans le port, mais continueront immédiatement leur route vers l'intérieur, ce qui n'a pas seulement une influence évidente sur les frais de transit dans le port, mais aussi en ce qui concerne un fort rabais des frets maritimes.

*
**

Il serait trop long de résumer tous les avantages que procurera la nouvelle ligne,

(1) Y compris les charges terminales.

capable de permettre un transport aussi bon marché de grandes quantités de marchandises encombrantes et peut-être même des services à grande vitesse pour d'autres marchandises de plus de valeur.

On peut bien se les imaginer quand on songe à l'agrandissement de la sphère d'influence du port de Venise, — qui actuellement n'est pas utilisé étant donné qu'il n'a pas d'hinterland pourvu de voies d'eau modernes, — et au contact direct des régions industrielles du Milanais et des plaines agricoles de la basse vallée du Pô, avec tous les ports des côtes de l'Adriatique et de la péninsule des Balkans, dont le port de Venise est l'escale naturelle pour l'Italie septentrionale.

Les industries lombardes ont besoin de millions de tonnes de matières premières qui leur arrivent exclusivement par voie ferrée à des prix très élevés.

L'économie sur le prix de transport occasionnera un développement ultérieur ; le fait de disposer de deux moyens de transport indépendants l'un de l'autre, rendra les échanges plus sûrs et plus rapides.

La nouvelle voie aura également une grande influence sur les conditions du port de Gênes (1), où actuellement le trafic étouffe par suite de l'insuffisance des moyens de pénétration, mais qui, débarrassé du pénible service des charbons, pourra donner tous ses efforts aux trafics plus rémunérateurs qu'il a perdus pendant ces dernières années, et pourra même devenir (ce à quoi il aspire depuis longtemps avec Marseille) un port d'approvisionnement de la Suisse comme les ports du nord de l'Europe (2).

On n'ignore pas en Italie les avantages qu'en retireront les chemins de fer, parce qu'étant débarrassés du transport des marchandises pauvres et du service onéreux des charbons dans le port de Gênes (qui leur impose d'envoyer, à l'aller, des wagons à peu près vides), ils pourront utiliser leur organisation d'une façon plus intense pour le transport de marchandises riches et éviter ces crises de transport qui sont actuellement si préjudiciables au développement des industries lombardes.



(1) On a récemment commencé la construction de nouveaux bassins (suivant les plans de M. Coen Cagli) qui augmenteront de beaucoup la potentialité de trafic du port.

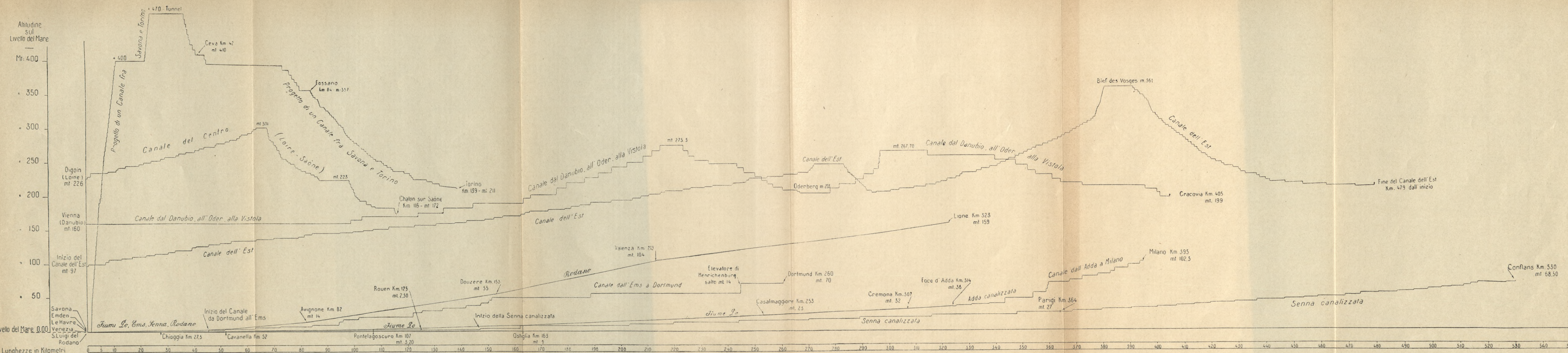
(2) Combien est admirable et digne d'étude l'exemple de la Suisse, qui, à Bâle (868 kilomètres de la mer + 265^m) a su créer un port qui prend chaque jour plus d'importance, malgré les conditions difficiles de navigabilité du Rhin en amont de Strasbourg !

PARIS

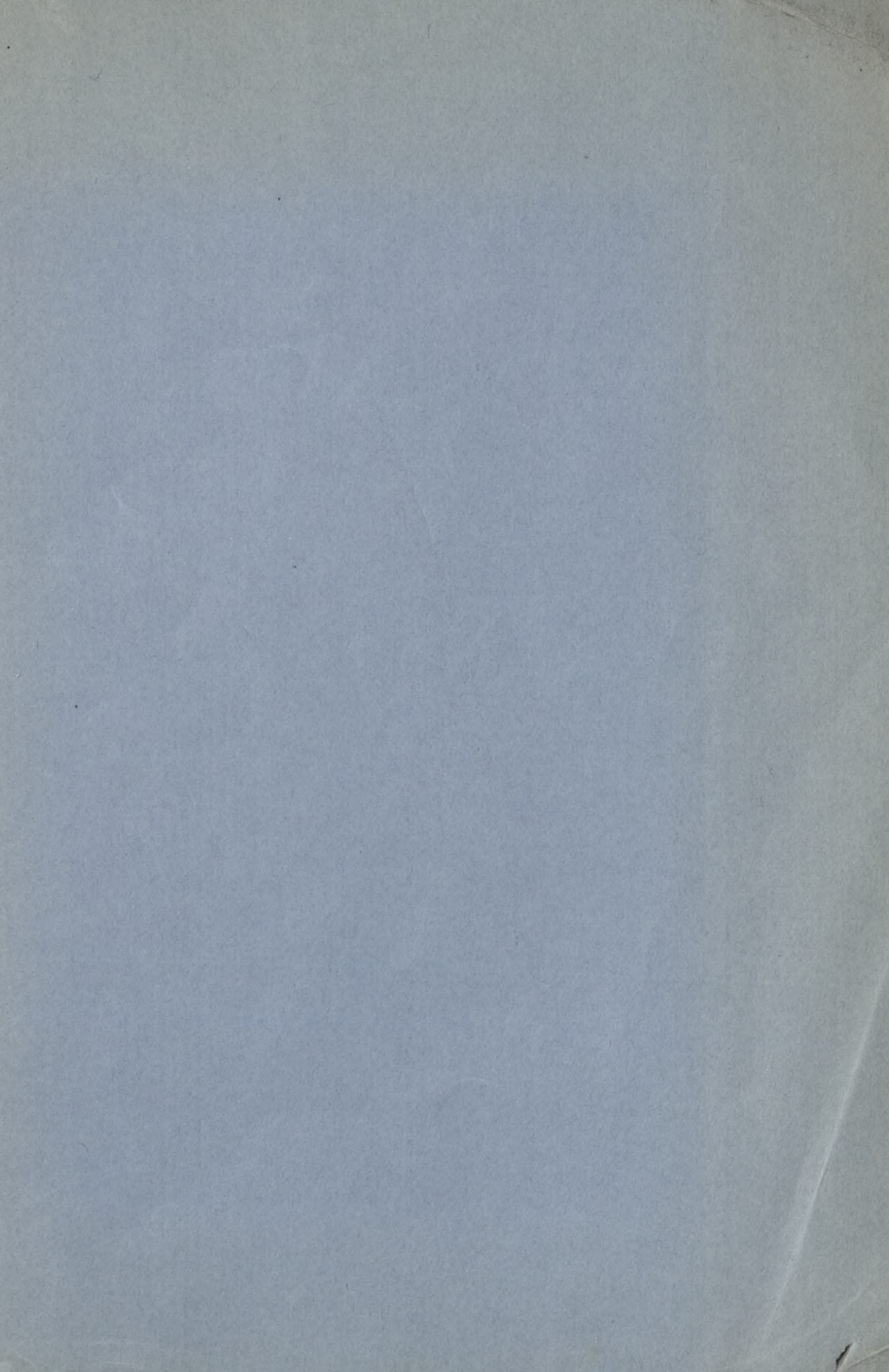
IMPRIMERIE M. VILLAIN ET M. BAR

22, rue Dussoubs, 22


—
40222 - 9 - 1913



PROFILS EN LONG DE QUELQUES VOIES D'EAU



POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

 34037
L. inw.

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000302698