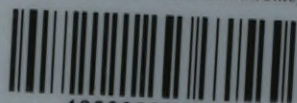




Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305836

LES VOIES NAVIGABLES EN FINLANDE

PUBLICATION

FAITE À L'OCCASION DU

XI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA NAVIGATION À SAINT-PÉTERSBOURG

PAR LA

DIRECTION GÉNÉRALE DES PONTS ET CHAUSSÉES DE FINLANDE

29/10

F. No 29027



HELSINGFORS 1908

NOUVELLE IMPRIMERIE DU HUFVUDSTADSBLADET

F. 4
114

x7
857

LES VOIES NAVIGABLES
EN FINLANDE

PUBLICATION



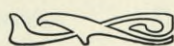
III 33522

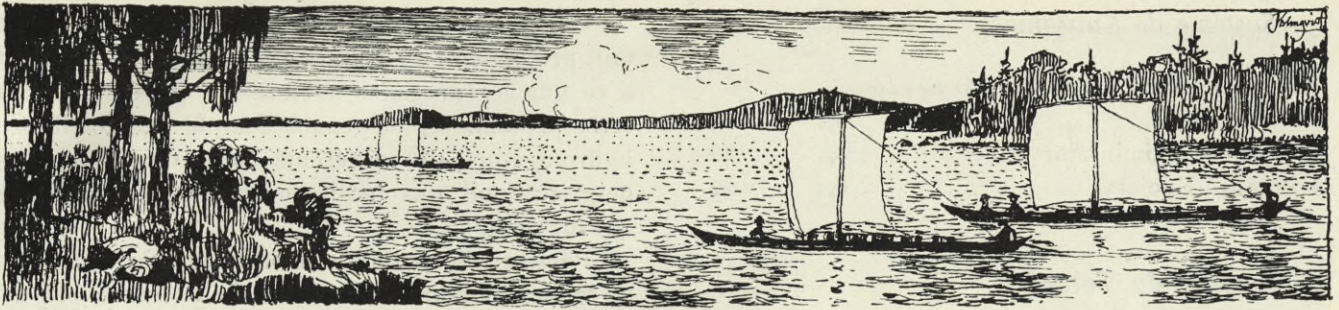


Akc. Nr. 9326/50

TABLE DES MATIÈRES.

	Page		Page
Voies navigables intérieures	5		
Chenaux de flottage	5		
Chenaux de bateaux	5		
Ecluses de Koivukoski et Ämmäkoski.			
Chenaux de navires	11		
Chenaux de navires dans le nord du pays	11		
a) Chenal de l'Uleå entre Uleåborg et Muhos.			
b) Chenal du lac de l'Uleå.			
c) Chenal du bassin de Sotkamo.			
Chenaux de navires dans le sud du pays	12		
A. Chenaux dans le système du Pyhäjärvi	12		
a) Chenal de Tammerfors à Virdois.			
Canal de Murole.			
Canal de Kauttu.			
Canal de Kaivoskanta.			
Canal de Herraskoski.			
b) Chenal entre Tavastehus et Tammerfors.			
Canal de Lempainen.			
c) Chenal de Tavastehus au Längelmävesi et à Hauho.			
Canal de Valkeakoski.			
Canal de Kaivanto.			
Réglage de la rivière de Kyllö.			
d) Travaux divers de canalisation.			
B. Chenaux dans le système du Päijänne	18		
a) Chenal de Jyväskylä au Vesijärvi.			
Déroit d'Äijälä.			
Canal de Vesijärvi.			
b) Chenal du Päijänne à Heinola.			
Canal de Kalkkis.			
c) Chenal du Pielavesi à l'Iisvesi.			
Canal de Kolu.			
Canal de Säviä.			
Canal de Kuttakoski.			
		d) Chenal du lac de Keitele.	
		e) Chenaux du Puulavesi.	
		C. Chenaux du système du Saima	21
		a) Canal du Saima.	
		b) Chenal du Saima à Iisalmi.	
		Canaux de Taipale et de Konnus.	
		Canal de Ruokovirta.	
		Canal d'Ahkionlahti.	
		Canal de Nerkoo.	
		c) Chenal d'Iisalmi au Kiuruvesi.	
		Canal de Saarikoski.	
		d) Chenal de Kuopio au Heinävesi.	
		Canal de Karvio.	
		e) Chenal du Heinävesi au Joutsenvesi.	
		Canal de Kerma.	
		Canal de Vihovuonne.	
		Canal de Vääräkoski.	
		Canal de Pilppa.	
		f) Chenal de Nyslott à Nurmes.	
		Canal d'Oravi.	
		Canaux du Pielis.	
		g) Chenal de Syväri au Vuotjärvi et de l'Akonvesi au Kallavesi.	
		Canal de Lastukoski.	
		h) Canal de Kutvele dans les paroisses de Ruokolaks et Taipalsaari.	
		i) Chenal du Saima moyen à la ville de St. Michel.	
		j) Chenal du Vuoksen.	
		Canal de Paakkola.	
		Détails techniques	38
		Importance du transport par canaux	41
		Droits de navigation	43
		Remarque finale	43
		Ports dans les voies navigables intérieures	44
		Chenaux et ports sur la côte	45





Voies navigables intérieures.

La Finlande, située entre le 60° et le 70° degrés de latitude N et le 38° et le 50° de long. E de Ferro, mérite, comme le montre un coup d'oeil jeté sur la carte, le nom de „pays des mille lacs“.

La superficie totale du pays est de 373,604 km²; 331,934 km² ou 88,84 % sont occupés par la terre ferme, et 41,670 km² ou 11,16 % par l'eau.

La direction dans laquelle coulent la plupart des cours d'eau montre que la pente générale du pays est au SW, S et SE. La Laponie et les plaines alluviales d'Ostrobothnie font pourtant nettement exception.

Les lacs et rivières constituaient autrefois à peu près les seules voies de communication en été. Ce sont les cours d'eau qui ont conduit la colonisation et la civilisation de la côte vers l'intérieur, et, dans des étendues considérables du pays, ils forment encore les voies de communication principales.

La partie septentrionale du pays, si elle est relativement pauvre en lacs, est traversée par un grand nombre de rivières qui offrent aux bateaux des chenaux navigables dont la longueur totale est de plusieurs milliers de kilomètres.

Les principales voies de navigation se trouvent au contraire dans la partie méridionale du pays, bornée par deux chaînes de hauteurs qui courent parallèles l'une à l'autre, le Suomenselkä au N et le Salpausselkä au S. Le terrain situé entre ces chaînes est divisé en compartiments par des lignes de séparation des eaux courant transversalement,

qui divisent cette partie du pays en trois grands systèmes hydrographiques, ceux du Pyhäjärvi, du Päijänne et du Saima.

Chenaux de flottage.

La plupart des cours d'eau du pays sont utilisables pour le flottage des produits forestiers. Pour faciliter, et dans certains cas permettre le flottage, on a en beaucoup d'endroits procédé à des curages et créé des stations de flottage. La longueur des chenaux principaux seuls atteint env. 10,000 km. La quantité de bois flotté était en 1906: billes env. 20,156,000; props, rondins, bois de chauffage 521,000 m³. Dans les cours d'eau importants, le flottage est soumis à des règles sanctionnées par l'autorité.

Chenaux de bateaux.

	Profondeur à l'étiage en m.	Longueur en km.
<i>Système de la Tana:</i>		
Frontière finno-norvégienne—Eglise d'Utsjoki	0,5	60
<i>Système de l'Ivalo:</i>		
Lac d'Enare—Station de poste	0,3	165

Système de Kuusamo:

Village de Kuusamo—Muojärvi—Jou- kamojärvi	0,5	45
Muojärvi—Suiminkijärvi	0,5	25
Kiitämä—Enojärvi	0,3	25

Système du Torneå:

Torneå—Muoniojoki—Palojoki—Sotka- joki—Sotkajärvi	0,6	360
--	-----	-----

Système du Kemi:

Kemi—Rovaniemi—Kemihaara—Lac de Kemi—Tennijoki—Sallajoki— Eglise de Kuolajärvi	0,5	420
Confluent du Liurojoki (à Kitinen)— Tenhua	0,3	45
„ „ Kitinen (à Kemihaara)— Rovanen	0,3	165
„ „ Sattasjoki (à Kitinen)— Rajala	0,3	30
„ „ Jessiönjoki (à Kitinen) —Tepsa	0,3	55
„ „ Raudanjoki (à Kemi- haara)—Torvisen järvi	0,3	120
Rovaniemi—Ounasjärvi	0,5	300
Confluent du Meltausjoki (à Ounasjoki) —Unarijärvi	0,3	45

Système de l'Iijoki:

Confluent de l'Iijoki—Pudasjärvi— Iijärvi	0,3	280
--	-----	-----

Système de l'Uleå:

Uleåborg—Vaala	0,9	110
Lac de l'Uleå—Hyrynjärvi	0,7	62
Hyrynjärvi—Kiantojärvi	0,5	40
Kiantojärvi—Hossanjärvi	0,9 (à la crue)	65
Emäjoki—Torneträsk	0,3	70
Iso Hyrynjärvi—Mikitänjärvi	0,3	40
Tenämäjärvi—Iso Pyhäntäjärvi	0,6	25
Uleåträsk—Lentuanjärvi	0,6	125
Lentuanjärvi—Lenttiiranjärvi	0,4	55
Lentuanjärvi—Veräisjärvi	0,4	45
Lentuanjärvi—Niemisenjärvi	0,3	30
Lammasjärvi—Saunajärvi	0,3	45
Lammasjärvi—Selkäjärvi	0,3	20
Ontojärvi—Vuosanganjärvi	0,3	45
Nuasjärvi—Jormasjärvi	0,3	7

Comme le montre ce tableau, les chenaux ont une profondeur de 0,3 à 0,9 à l'étiage, ce qui tient à ce que les dragages nécessaires ont été opérés à cette profondeur, en tenant compte des conditions hydrologiques des différents cours d'eau. La largeur au fond des parties draguées peut tomber à 3 m ou moins.

Pendant la première moitié du siècle dernier, un grand nombre de travaux de ce genre ont été exécutés par la Direction du curage des rapides et des travaux de canalisation, institution créée par les Lettres Impériales des 20 janvier et 31 mai 1816, et d'où est sortie la Direction générale des ponts et chaussées.

Le développement de ces travaux a fait naître en Finlande une espèce spéciale de technique hydraulique, où la théorie ne joue en général qu'un rôle secondaire, mais où la place principale revient à l'expérience pratique. Comme chenal de descente on emploie d'ordinaire le thalweg, comme chenal de montée une des rives. Dans les rivières du nord, les bateaux employés ont jusqu'à 15 m de long, 1,5 de large et 0,8 de tirant d'eau; ils peuvent porter jusqu'à 4 tonnes.

À la descente, et dans les rapides, dont la longueur atteint parfois des dizaines de kilomètres, le bateau file souvent avec une rapidité vertigineuse qui se rapproche de celle d'un train lancé; la navigation exige beaucoup d'habileté, de décision et de sang-froid chez le pilote, duquel dépend la vie de l'équipage et des passagers.

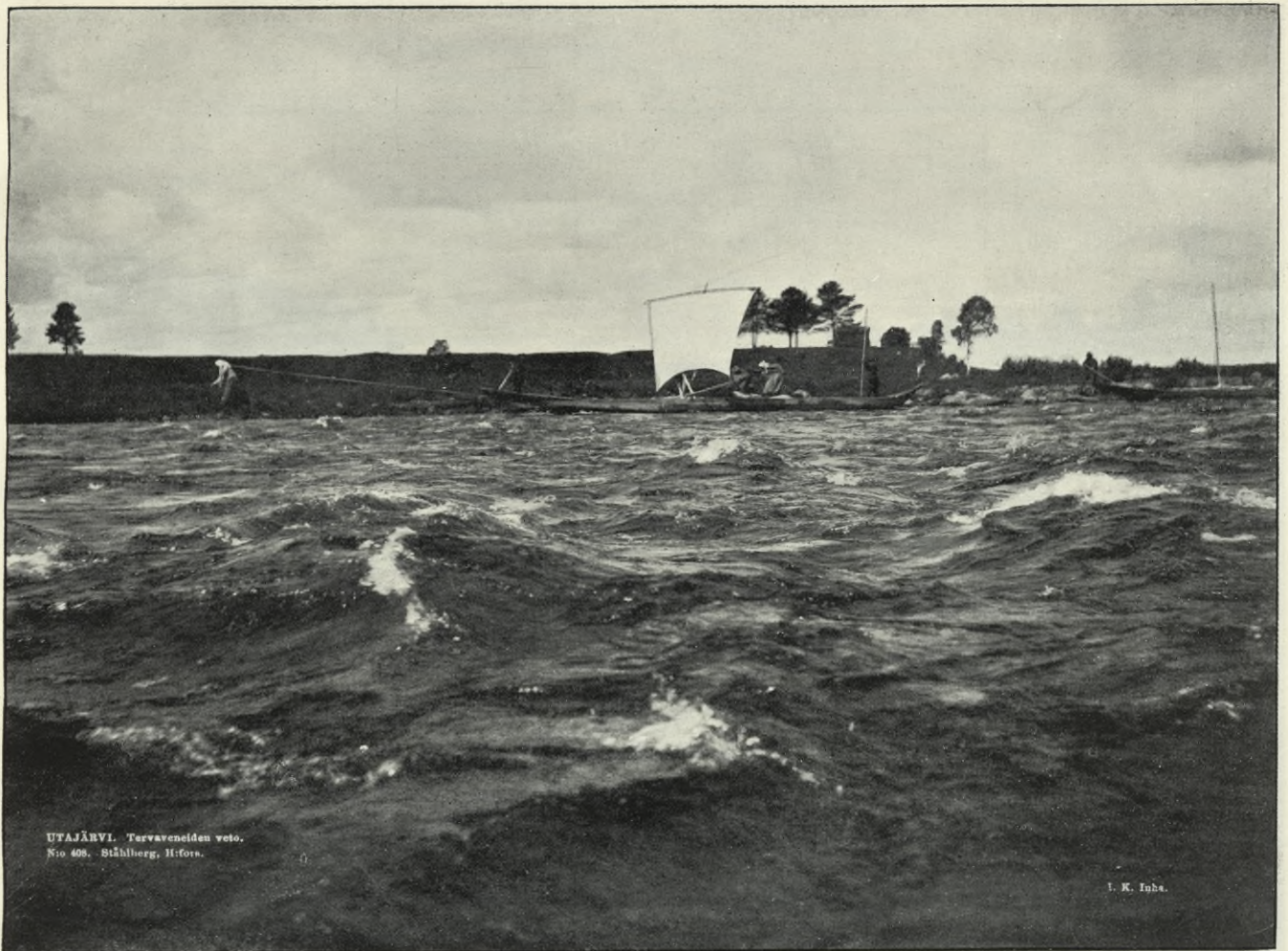
La montée offre des difficultés nombreuses, et oblige l'équipage à un travail particulièrement pénible. Quand il est impossible d'avancer à la rame, on a recours aux gaffes pour faire remonter au bateau des courants violents et même des rapides assez sérieux. On pousse en général le bateau le long d'une des rives, où la faible profondeur et le fond inégal diminuent la vitesse de l'eau.

Dans ce travail les matelots déploient souvent une précision et une résistance étonnantes. Sans qu'on entende de commandement, chacun emploie sa gaffe au moment voulu et comme il faut. Un oubli ou un faux mouvement pourrait faire entraîner le bateau au milieu du rapide, et mettre en danger l'équipage.

Quand la vitesse dans les rapides est trop grande pour qu'on puisse avancer à la gaffe, on hale les bateaux à la corde.

Les travaux de régulation des rapides ont pour double but de permettre ou faciliter la descente (travaux dans le chenal de descente), et de permettre ou faciliter la halage des bateaux à la montée (travaux du chenal de montée).

Le chenal de descente s'obtient par des travaux



UTAJÄRVI. Tervaveneiden veto.
N:o 408. Ståhlberg, H:fors.

I. K. Inba.

HALAGE D'UN BATEAU EN REMONTANT UN RAPIDE.

de régulation et de curage, en vue de faire disparaître les pentes les plus raides, les vagues et tourbillons les plus violents. Ces travaux consistent d'ordinaire à aplanir le fond en le comblant ou en ôtant les roches, et à égaliser les rives en enlevant les pointes et en comblant les anses. En outre, et surtout quand la masse d'eau est faible, on construit des digues de régulation et de conduite, soit pour égaliser le volume d'eau, soit pour resserrer le chenal ou le guider dans la direction désirée.

Quant à l'établissement ou à l'amélioration du chenal de montée, on y arrive en construisant un chemin de halage le long d'une des rives, et en réglant le rapide le long de ce chemin. On aplanit la rive, et on affermit le talus par un fort revêtement de pierres; ou bien on construit à quelque distance de la rive une digue de halage, constituée d'ordinaire par une auge de poutres enfoncée dans l'eau, et dont la forme et les dimensions sont choisies en vue de résister à la pression des masses d'eau et aux chocs des glaces et des matériaux flottés. Il n'est pas rare de rencontrer de ces digues dont

la longueur atteint plusieurs kilomètres. Les chenaux de ce type coûtent moins cher, mais leur entretien est plus dispendieux que celui des chenaux du premier type. — Dans certains cas, on a même, pour faire un chenal de montée, construit un canal distinct du rapide.

Pour l'importance du trafic de voyageurs et de marchandises, c'est l'Uleå et son système de cours d'eau qui occupe la première place parmi les rivières de l'Ostrobothnie septentrionale. Les ramifications de ce système s'étendent sur une longueur de 300 km. vers l'E et sur une largeur de 200 km; elles aboutissent au lac de l'Uleå, d'où sort l'Uleå qui se jette dans la mer.

Les principaux cours d'eau qui se jettent dans le lac de l'Uleå sont: le système de Hyrynsalmi venu du NE et le système de Sotkamo venu de l'E.

Dans le système de Hyrynsalmi, le cours d'eau principal est le Kianto, qui a pour collecteur le lac de Kianto. Ce lac a pour émissaire l'Emäjoki qui se jette dans le lac de l'Uleå. Cette rivière a une



DIGUE DE HALAGE.

chute de 71,5 m sur une longueur de 110 km; elle forme un grand nombre de rapides très difficilement navigables, dont la pente moyenne atteint jusqu'à 1 : 64.

De 1832 à 1848 on fit dans la plupart de ces rapides des travaux considérables pour améliorer la navigation. La partie supérieure du système fut fermée par une digue construite sur le lac de Kianto. Les chenaux de montée, avec des revêtements en pierre du côté des rapides, subsistent encore intacts en beaucoup de points, témoignant ainsi de la prévoyance et de l'habileté des directeurs de ce travail.

Ces travaux ont été par la suite complétés, et la navigation s'accomplit maintenant avec assez de sécurité sous la direction de pilotes habiles. La descente le long du cours d'eau est particulièrement intéressante et pleine d'émotions.

Le cours d'eau principal du système de Sotkamo vient de l'Äänettijärvi, et offre un assez bon chenal pour bateaux jusqu'au voisinage de la ville de Kajana, où la rivière de Kajana forme deux rapides,

Koivukoski et *Ämmäkoski*, qui ne peuvent être traversés en bateau. Pour prolonger la navigation jusqu'au lac de l'Uleå, on construisit de 1837 à 1846 des écluses à ces deux rapides. Elles ont 21,4 m de longueur, 2,38 m de largeur et 1,2 m de hauteur d'eau.

Le nombre des bateaux qui de 1897 à 1906 ont traversé les écluses, les dépenses et les frais de remonte du canal ressortent du tableau de la p. 9:

Le lac de l'Uleå, long d'env. 70 km., a pour émissaire l'Uleå, qui, pour une longueur de 101 km, a une hauteur de chute de 122 m. Les rapides sont nombreux et difficiles; mais la navigation s'y fait pourtant sans danger, sous la conduite de pilotes spéciaux.

L'emploi de la rivière comme voie de trafic fit naître à l'embouchure une place de commerce qui se transforma en une ville, Uleåborg. — Il était dès lors naturel que l'on s'efforçât d'améliorer la voie de trafic déjà existante. La Direction du curage des rapides fit exécuter de 1824 à 1831 et de 1832 à 1835 de grands travaux pour améliorer le chenal.

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	2,061	3,774	36	2,049	90	—	—	1,724	46
1898	2,038	3,899	74	1,991	30	—	—	1,908	44
1899	1,830	4,908	87	1,852	80	—	—	3,056	07
1900	2,060	8,009	63	1,920	85	—	—	6,088	78
1901	1,668	15,169	66	1,522	50	—	—	13,647	16
1902	1,768	6,752	98	1,651	30	—	—	5,101	68
1903	1,500	2,951	72	1,334	55	—	—	1,617	17
1904	1,420	16,595	26	1,232	55	—	—	15,362	71
1905	750	4,717	57	1,098	30	—	—	3,619	27
1906	817	2,720	—	1,134	90	—	—	1,585	10
Total	15,912	69,499	79	15,788	95	—	—	53,710	84
Moyenne annuelle	1,591	6,949	98	1,578	89	—	—	5,371	08

Dans ce tableau, non plus que dans les suivants, on n'a fait entrer en compte, à la rubrique *Dépenses*, l'intérêt du capital d'établissement.

Les rapides de Niskakoski, Ahmaskoski, Utakoski, Sotkakoski, Pyhäkoski, Madetkoski et Merikoski furent réglés et pourvus de chenaux de montée.

Dans tout le système de l'Uleå les chenaux créés ont été entretenus, améliorés et développés depuis leur construction. On peut considérer que



DESCENTE D'UN RAPIDE.

la limite de leur extension vers les sources est maintenant atteinte, à raison de la raideur des pentes et de la faiblesse du débit.

Dans l'Iijoki et le Kemi on a également fait des travaux importants pour faciliter le trafic par bateaux. Les travaux effectués au cours des décades 1880 et 1890 dans le bassin de l'Iijoki ont rendu possible la navigation le long des rivières et de leurs principaux affluents. Dans le Kemi, la navigation est pourtant interrompue par le rapide de Taivalkoski, situé à 25 km de l'embouchure.

Les frais de ces travaux ont été supportés en partie par l'Etat, en partie par les populations intéressées. L'Etat fournissait les ingénieurs et contre-maîtres, et payait les salaires de certains ouvriers (forgerons, charpentiers, mineurs); la population contribuait par des prestations qui fournissaient environ 75 % du nombre total des journées de travail.

Les capitaux consacrés aux chenaux de bateaux peuvent être évalués à 1,200,000 marcs environ. Les frais annuels de remonte et les petites modifications se montent à env. 38,000 marcs.

Le tableau des pp. 5—6 montre que la longueur des chenaux atteint dans le bassin de l'Uleå env. 800 km, et, pour l'ensemble des bassins dans le nord du pays, plus de 2,900 km.

Sauf pour le trafic qui passe par les canaux d'Ämmä et de Koivukoski, on n'a pas de données directes sur l'intensité du trafic dans ce domaine.

Pour toute la partie septentrionale du pays, le trafic par bateaux est d'une grande importance, surtout pour l'exportation. Le mouvement

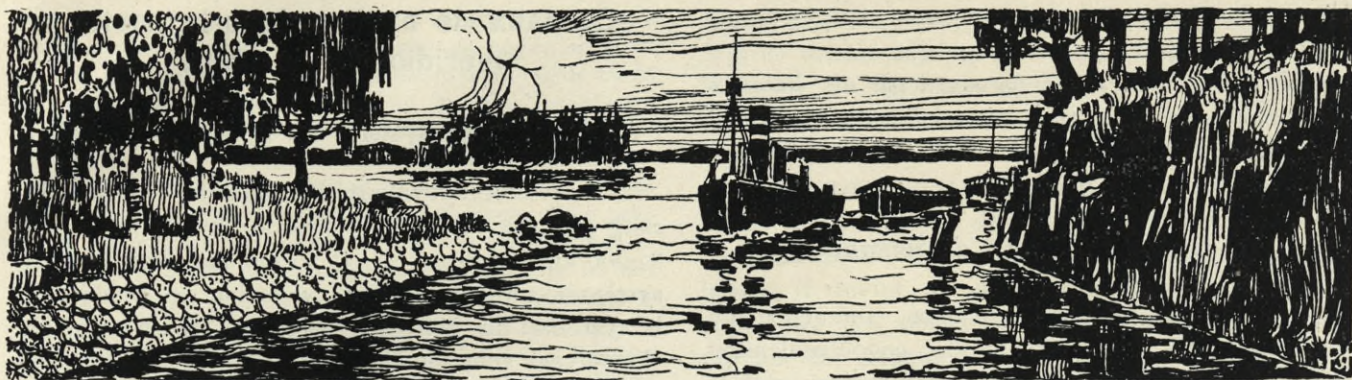
d'exportation descend les cours d'eau, ce qui rend le transport rapide et peu coûteux.

La montée des cours d'eau présente ordinairement de grandes difficultés, ce qui rend les frais de transport considérables, et fait que les chenaux de bateaux, dès que les besoins de transport augmentent, ne peuvent plus y satisfaire. C'est ce qui a amené à construire en Laponie, depuis les dernières décades, un grand nombre de routes, et à décider la construction le long du Kemi, de Kemi à Rovaniemi, d'un chemin de fer en voie d'exécution.

Les rivières de l'Ostrobothnie méridionale: Siikajoki, Pyhäjoki, Kalajoki, Lestijoki, rivières de Gamla-karleby, d'Esse, de Nykarleby et de Kyrö, sont, par suite du manque d'eau, inutilisables la plus grande partie de l'année. On n'y a pas non plus fait de travaux notables de canalisation.

Parmi les chenaux de bateaux existant dans la partie centrale du pays, on peut citer ceux qui longent les rapides des cours d'eau qui, venus du N, tombent dans le Päijänne, p. ex. les chenaux de Kuusankoski et Haapakoski près de Jyväskylä et ceux des rivières allant du Puulavesi au Pyhäjärvi, entre autres les canaux de Kissakoski, Ripatti et Tuustaipale. Ces chenaux, par suite du changement du système général des communications, ont perdu maintenant toute importance.





Chenaux de navires.

En raison de la grande importance qu'ont eues les voies fluviales pour le trafic intérieur, on peut supposer qu'on a depuis longtemps dû s'efforcer d'étendre et d'améliorer ces voies de communication. Dès le XVII^e S. on essaya de percer le Salpausselkä, probablement pour permettre la navigation entre le Saima et la mer. Mais on ne peut pourtant pas citer de travaux dignes de remarque qui aient été accomplis avant le XIX^e S. C'est seulement à cette époque que l'accroissement du trafic, qui créait des besoins nouveaux, et les progrès de la technique, qui offraient une base solide pour discuter ces questions, donnèrent aux efforts une forme nette et réalisable.

En tenant compte de la division établie précédemment, on dira d'abord quelques mots des chenaux de navires dans la partie septentrionale du pays, pour passer ensuite à ceux, plus importants, qui se trouvent dans la partie méridionale.

Chenaux de navires dans le nord du pays.

Ces chenaux ne s'étendent qu'à quelques parties du bassin de l'Uleå. Il circule en effet des bateaux à vapeur sur les parcours suivants:

Sur l'Uleå: d'Uleåborg au village de Muhos.
 — de Vaala à Kaivanto et Kajana.
 — — à Alassalmi et Kajana.
 — du village de Paltamo à l'embouchure du Kiehimäki.

Sur le bassin de Sotkamo: de Petäisenkoski au confluent de l'Ontojoki.

a) *Chenal de l'Uleå entre Uleåborg et Muhos.*

L'Uleå présente, entre les deux grands rapides de Merikoski en aval par lequel il se jette dans la mer et de Pyhäkoski en amont dans la paroisse de Muhos, un espace de 40 km avec une pente relativement faible. A une distance de 13 km env. de Merikoski, cette partie de la rivière est interrompue par le rapide insignifiant de Madetkoski, qui pourtant, par suite de sa courbure et de sa faible profondeur en certains endroits, offre aux vapeurs certaines difficultés. Il a été curé et dragué plusieurs fois, la dernière en 1904.

Le chenal, qui a une longueur d'environ 40 km et une profondeur d'au moins 1,8 m à l'étiage, est suivi par deux bateaux.

La navigation s'ouvre vers le 15 mai, et cesse au commencement d'octobre.

b) *Chenal du lac de l'Uleå.*

Le lac de l'Uleå, dont la longueur dépasse 70 km et la largeur varie de 10 à 30 km, est constitué par deux grands golfes ouverts, Niskaselkä et Ärjänselkä, séparés par l'île de Manamansalo longue de 15 km.

Le chenal de Vaala à Kajana au S de Manamansalo par le détroit d'Alassalmi, a une profondeur de 3 m au moins à l'étiage, et il est toujours navigable pour les vapeurs circulant sur le lac. Au contraire le chenal du N, dont la profondeur n'est que de 0,9 m à l'étiage, ne peut être utilisé qu'en temps de crue. Les bateaux circulant sur

les rapides, même chargés, peuvent employer ce chenal à l'étiage.

Le lac de l'Uleå est parcouru par six bateaux à vapeur. La navigation ouvre d'ordinaire le 1^{er} juin et se termine le 1^{er} octobre.

e) *Chenal du bassin de Sotkamo.*

A 2 km env. à l'E de Kajana commence un chenal lacustre long d'env. 65 km, coupé seulement entre les lacs de Nuasjärvi et de Pirttijärvi par le courant de Tenetti, qui, sur une longueur de 2 km, n'a que quelques cm de chute. — Dans ce courant en général assez profond se présente un détroit de 150 m de longueur, appelé Verkkosalmi, et qu'on a par dragage rendu accessible aux navires ayant 1,5 m de tirant d'eau.

Le trafic est assuré par trois vapeurs. La navigation ouvre généralement le 1^{er} juin et se termine le 1^{er} octobre.

La longueur totale des chenaux de navires dans la partie septentrionale du pays dépasse 250 km.

Chenaux de navires dans la partie méridionale du pays.

A. Chenaux du système du Pyhäjärvi (Kumo).

Ce système hydrographique occupe le troisième rang par son étendue, et s'étend sur un bassin de 34,000 km² environ. Il est formé par deux grands systèmes qui tombent dans le lac de Pyhäjärvi: le système du Näsijärvi venu du N et celui du Vanajavesi venu du SE.

Le bassin du Näsijärvi prend naissance sur le plateau qui borne au N ce système hydrographique, le Suomenselkä. L'eau des hauteurs environnantes se rassemble dans le lac allongé d'Ätserinselkä, dont l'émissaire, après avoir formé une foule de rapides et de lacs, tombe dans le Toivesi, dont l'altitude est de 100 m environ. Ce lac se déverse par le rapide de Herraikoski dans le Vaskivesi, et celui-ci, par un chapelet de lacs (le Visuvesi, le Tarjanne qui reçoit du N l'émissaire du Pihlajavesi, le Ruovesi où se jettent par les rapides de Filppula et Mänttä les eaux du Keurunselkä, le Palovesi et le rapide de Murole) tombe dans le Näsijärvi, lequel à son tour, par le rapide de Tammerfors, se déverse dans le Pyhäjärvi, situé à une altitude de 78 m. Le rapide de Tammerfors a une hauteur de chute de 18 m. Le débit



TOIVESI.

varie de 63 m³ à la sec., moyenne d'étiage, à 164 m³ à la sec., moyenne de crue. De chaque côté du rapide est située la ville de Tammerfors, dont le développement rapide est dû au grand nombre de ses usines, dont les plus importantes emploient comme force motrice le courant du rapide.

Les cours d'eau principaux du bassin du Vanajavesi naissent sur les hauteurs qui limitent le bassin vers l'E, le Hämeenselkä. La branche septentrionale du cours d'eau principal, le Längelmävesi, s'épanouit dans le grand lac de ce nom, qui se déverse par le canal de Kaivanto dans les lacs de Roine et de Mallasvesi. Ce dernier lac reçoit par le Kostianvirta l'eau du Pälkäneenesi, et par la rivière de Kyllönjoki celle des lacs de Kukkijärvi, Iso Roine, Hauhonselkä et Ilmoilanselkä. Le Mallasvesi à son tour se déverse par le rapide de Valkeakoski haut de 5 m dans le grand lac de Vanajavesi, situé à une altitude d'env. 80 m. Celui-ci envoie ses eaux, par les rapides de Herrala et Kuokkala, et par un grand nombre de détroits et de courants dans le Pyhäjärvi.

Les masses d'eau réunies coulent ensuite par le rapide de Nokia (16 m env. de hauteur de chute), entouré de rives élevées et célèbre pour la beauté du site, dans le Kulovesi, qui reçoit du N, par le rapide de Siuru, l'eau du bassin du Kyrösjärvi, où se trouve le rapide de Kyröskoski haut de 26 m et de là, par, le Rautavesi et le Liekovesi le bassin entier se déverse par le Kumo vers la mer. La distance du Liekovesi à la mer est de 121 km, et la chute de 56 m. Le Kumo est un des grands fleuves de Finlande. Le débit varie de 160 m³ à la sec., moyenne de l'étiage, à 570 m³ à la sec., moyenne de la crue.

Ce bassin comprend 3 villes, 2 bourgs et une foule de fabriques et d'usines, telles que tissages de coton, de lin et de drap, papeteries, fabriques de cellulose, usines sidérurgiques, scieries, huileries, moulins etc., dont la plupart emploient l'eau pour force motrice. On comprend que dès le XVIII^e S. un grand nombre de travaux aient été accomplis dans les rapides en vue de créer des chenaux de navigation. Dans la décade 1850, des initiatives privées organisèrent un trafic de bateaux à vapeur sur les voies fluviales aboutissant à Tammerfors.

Pour aller du Näsijärvi vers le N, le rapide de Murole offrait déjà un obstacle sérieux; de même le rapide de Kuokkala gênait le passage du Pyhäjärvi au Vanajavesi le long du Vänä jusqu'à la ville de Tavastehus. Enfin le rapide de Valkeakoski rendait impossible la navigation entre le Vanajavesi et le Mallasvesi et de là vers le Roine et le Längelmävesi. Avec l'accroissement de la circulation, il devint de plus en plus nécessaire de supprimer ces obstacles en creusant le long des rapides des canaux à écluses. On commença par le canal de Murole; puis vint celui de Valkeakoski, et enfin celui de Lempainen devant le rapide de Kuokkala.

D'autres travaux de canalisation ont encore étendu les voies fluviales, de sorte qu'on peut atteindre par bateau à vapeur des points éloignés de ce bassin très étendu. On n'a pas éprouvé le besoin de réunir le Näsijärvi et le Pyhäjärvi par un canal longeant le rapide de Tammerfors.

a) *Chenal de Tammerfors à Virdois.*

Au N. de Tammerfors s'étend sur une longueur de 40 km le Näsijärvi, riche en promontoires et en baies, sur lequel circulent de nombreux vapeurs. Pour réunir ce lac au bassin qui s'y déverse du N, et qui forme un chapelet continu de lacs séparés par des détroits ou de petits rapides, on creusa d'abord le canal de Murole, puis ceux de Kauttu, de Kaivoskanta et de Herraskoski. On a ainsi obtenu un chenal de plus de 120 km, avec une profondeur d'au moins 1,8 m à l'étiage.

Canal de Murole.

Le canal et l'écluse de Murole réunissent les lacs de Näsijärvi et de Ruovesi, et longe le rapide

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	1,051	70,729	74	3,932	20	—	—	66,797	54
1898	1,020	102,849	34	3,599	25	—	—	99,250	09
1899	1,010	3,883	99	4,459	05	575	06	—	—
1900	1,263	4,385	18	4,696	—	310	82	—	—
1901	1,293	2,800	40	4,808	55	2,008	15	—	—
1902	1,169	2,549	42	4,441	95	1,892	53	—	—
1903	2,796	2,840	67	4,596	85	1,756	18	—	—
1904	2,371	4,090	86	4,126	15	35	29	—	—
1905	3,190	3,447	81	5,420	20	1,972	39	—	—
1906	3,040	3,854	62	5,600	55	1,745	93	—	—
Total	18,203	201,432	03	45,680	75	10,296	35	166,047	63
Moyenne annuelle	1,820	20,143	20	4,568	08	1,029	64	16,604	76

de Murole, qui a une chute d'env. 1,2 m. Le canal et le pont tournant jeté dessus furent construits de 1850 à 1854, et coûtèrent 106,600 marcs. Ils furent agrandis et refaits, en raison de l'accroissement de la circulation, pendant l'hiver de 1897—98. L'écluse de pierre a maintenant les dimensions suivantes: longueur 40 m, largeur 7,7 m, tirant d'eau 1,8 m à l'étiage. Les frais de la reconstruction montèrent à 169,655 marcs. En même temps on refit entièrement le pont.

On refit en même temps le pont tournant jeté sur le canal. Le canal a maintenant 9 m de largeur au fond, 9,32 m de largeur libre entre les piles du pont, et 1,8 m de profondeur d'eau à l'étiage. Le devis a monté à 87,148 marcs.

Canal de Kaivoskanta.

Le canal de Kaivoskanta est creusé dans un promontoire sablonneux entre les lacs de Tarjannevesi et Vaskivesi. Il fut construit en 1863 et



CANAL DE KAUTTU.

Le nombre des bâtiments qui passèrent par le canal, ainsi que les recettes et dépenses de 1897 à 1906 ressortent du tableau de la p. 13.

Canal de Kauttu.

Le canal de Kauttu, creusé en 1884 et 1885, et qui a coûté 56,000 marcs, longe le courant de Kauttu qui unit les lacs de Ruovesi et de Palovesi, et dont la chute n'est que de quelques centimètres. La canal a une longueur de 163 m; il fut reconstruit et agrandi pendant l'hiver de 1903—1904.

1864, et la dépense, y compris d'autres travaux pour l'amélioration du chenal, se monta à 90,920 marcs. Le canal fut reconstruit et élargi pendant l'hiver de 1892—1893, pour une somme de 45,793 marcs. On refit en même temps le pont roulant sur le canal. La largeur est de 10 m au plancher, la hauteur d'eau minima de 1,8 m.

Canal de Herraskoski.

En canalisant le rapide de Keiturinkoski, et en construisant un canal à écluse à côté du rapide de

Herraistenkoski, dont la chute est de 1,96 m à la crue, on put étendre le chenal de Tammerfors au lac de Toivesi, long d'env. 15 km, et situé à 5 km au N. du village de Virdois. Ce travail coûta 550,000 marcs; il commença en 1903 et fut terminé en 1907. On creusa dans le rapide de Keiturinkoski un canal de 150 m de long, 18 de largeur au plancheur et 1,8 de hauteur d'eau à l'étiage. Le long du rapide de Herraistenkoski on creusa un canal ayant la même hauteur d'eau, une lon-

rapides de Herrala, Niemis, Kuokkala etc. Les travaux de ce canal, tracé à travers l'isthme situé au S. de l'église de Lempäälä, commencèrent en 1780. Mais ils furent bientôt interrompus, pour ne reprendre qu'en 1867, sur un plan d'ailleurs plus considérable.

Le canal, construit entre 1867—1868 et 1871—1874, et dont le devis se monte à 493,000 marcs, a 1,031 m de longueur, 2,9 de largeur au plancheur et 1,78 de tirant d'eau. Bien que le canal soit



COURANT DE KEITURI.

gueur de 760 m, une largeur de 9 m au plancheur, et, sur les berges, un revêtement de pierre allant jusqu'au fond du canal. L'écluse, taillée dans le roc, a une longueur de 40 m, une hauteur de 1,96 m au seuil, et 7,7 m de largeur aux quais. Sur le canal est jeté un pont tournant en fer.

b) *Chenal de Tavastehus à Tammerfors.*

Canal de Lempainen.

Pour étendre le chenal de Tavastehus à Tammerfors, on dut construire un canal longeant les

presque tout entier taillé dans le roc, les écluses furent faites en bois, par raison d'économie; mais elles furent reconstruites en pierre pendant l'hiver de 1896—1897, ce qui coûta 127,500 marcs. Elles ont les dimensions suivantes: longueur 40 m, largeur aux quais 8 m, hauteur d'eau à l'étiage 1,8 m. Sur le canal passe un pont fixe de bois, à une hauteur de 6,2 m au dessus du plan d'eau, et un pont de chemin de fer fixe. La circulation sur ce canal est faible, comme le montre le 1^{er} tableau de la p. 16.

Du canal de Lempainen le chenal se dirige vers Tammerfors à travers les courants de Sotka etc.

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	566	88,280	19	1,390	50	—	—	86,889	69
1898	1,066	1,970	90	1,104	70	—	—	866	20
1899	1,096	2,141	85	1,110	95	—	—	1,030	90
1900	996	2,373	17	1,014	40	—	—	1,358	77
1901	477	1,766	83	507	30	—	—	1,259	53
1902	701	2,205	70	703	60	—	—	1,502	10
1903	877	2,447	49	1,034	50	—	—	1,412	99
1904	755	1,988	15	829	80	—	—	1,158	35
1905	746	2,342	15	904	40	—	—	1,437	75
1906	1,036	3,950	42	1,215	75	—	—	2,734	67
Total	8,316	109,466	85	9,815	90	—	—	99,650	95
Moyenne annuelle . .	832	10,946	68	981	59	—	—	9,965	09

qui ont été canalisés en 1903 pour une somme de 16,665 marcs.

c) *Chenal de Tavastehus vers le Längelmävesi et Hauho.*

De la ville de Tavastehus, située sur le Vånå à 30 km du Vanajavesi, le chenal se dirige vers ce lac, passant devant le château de Tavastehus et un grand nombre de beaux manoirs et de villages bien peuplés, et traversant des baies et des détroits, entre autres ceux de Kirstula, Mierola et Stjersund. Il aboutit ainsi au Vanajavesi, long de 30 km et large de 3 à 10 km. Le chenal emprunte ensuite le canal et l'écluse de Valkeakoski pour longer le rapide du même nom et la papeterie qui y est installée. Il entre alors dans les lacs de Mallasvesi et de Roine, que le canal de Kaivanto met en communication avec le lac de Längelmävesi, d'une superficie de 224 km².

Dans le chenal entre Tavastehus et le Vanajavesi, les détroits de Kirstula et de Stjersund et le courant de Mierola ont été dragués à la fois pour régler le niveau de l'eau et pour assurer un chenal de 1,8 m.

Canal de Valkeakoski.

Entre le Vanajavesi et le Mallasvesi la différence de niveau est de 5,34 m. Pour créer un chenal entre ces deux lacs on construisit de 1866 à 1868 un canal avec deux écluses de granit accouplées, dont le devis se monta à 247,000 marcs. Les écluses ont une longueur de 35,6 m et une largeur de 7,55 m. Le tirant d'eau au seuil devait être de 1,78 m. Mais le niveau de l'eau ayant changé, on n'obtint pas cette profondeur au seuil d'amont. On dut alors, pour arriver à un tirant d'eau de 1,8 m creuser le chenal en amont des écluses de 1,04 m, abaisser de la même quantité le seuil d'amont

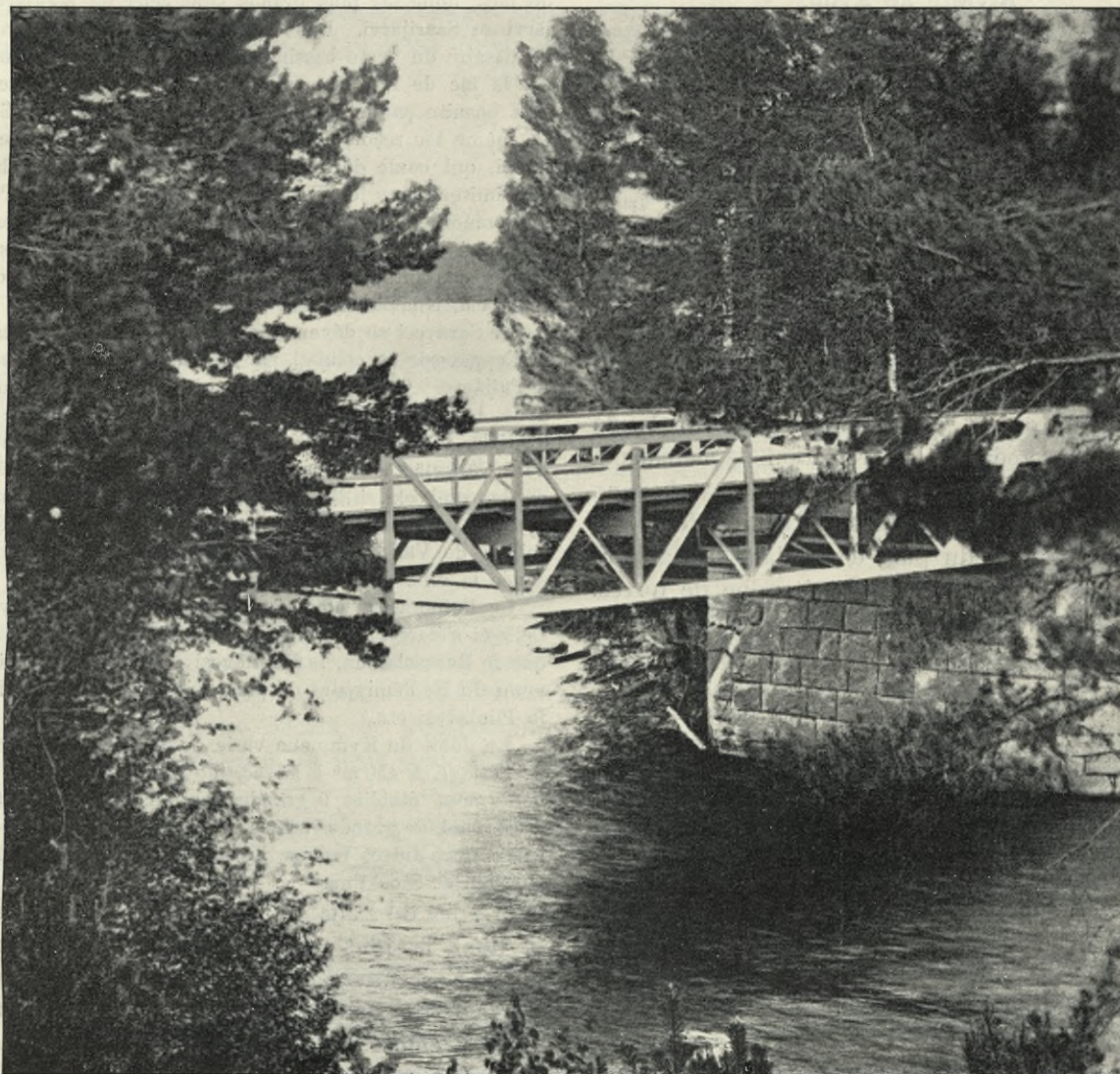
Année	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	818	2,061	76	2,041	05	—	—	20	71
1898	749	3,568	24	2,528	90	—	—	1,039	34
1899	628	3,176	25	2,059	65	—	—	1,116	60
1900	1,580	2,770	38	2,414	80	—	—	355	58
1901	1,504	2,838	93	2,418	80	—	—	420	13
1902	2,125	2,396	35	2,990	50	594	15	—	—
1903	2,007	3,126	49	2,739	75	—	—	386	74
1904	2,638	2,440	15	3,352	90	912	75	—	—
1905	2,406	2,550	20	3,361	80	811	60	—	—
1906	2,718	3,461	43	3,826	50	365	07	—	—
Total	17,173	28,400	18	27,734	65	2,683	57	3,339	10
Moyenne annuelle . .	1,717	2,840	02	2,773	47	268	36	333	91

et creuser de 1,04 m le canal ouvert d'Apia, situé à 1 km en amont. Le devis se monta à 98,495 marcs.

Sur le canal est jeté un pont roulant de bois qui laisse une ouverture de 7,6 m.

Le 2^e tableau de la p. 16 montre la circulation et le budget du canal de 1897 à 1906.

dans le Längelmävesi, qui était séparé du Roine par l'âs de Kangasala, dont la largeur à Kaivanto n'était que de 119 m et la hauteur de 13 m. On semble avoir eu de bonne heure l'idée de rétablir la communication entre les deux lacs, et on commença même des travaux à cet effet. Mais ces travaux furent abandonnés pour une raison incon-



KAIVANTO.

Canal de Kaivanto.

Au sortir de Valkeakoski, le chenal se dirige par le canal ouvert de l'Apia vers le Mallasvesi, et, entre des îles, vers le Roine situé au même niveau, et de là par le canal de Kaivanto vers le Längelmävesi. Jusqu'en 1604 ce lac se déversait par le rapide de Sorsa dans le Roine et ensuite par celui d'Iharinkoski dans le Pälkänevesi. L'engorgement de l'émissaire fit monter l'eau

nue, et ne reprirent que vers la fin de la décade 1820. Le plan d'eau du Längelmävesi était alors de 1,5 à 2 m au dessus de celui du Roine; le canal, le pont et la digue de réglage étaient presque terminés, quand les eaux se frayèrent brusquement passage le 3 avril 1830 à travers l'endiguement, détruisirent la digue et le pont, creusèrent le canal sur une largeur double et une grande profondeur, et formèrent ainsi un bon chenal. Le Längelmävesi tomba au niveau du Roine, laissant à décou-

vert 2,666 ha. Il fallut bâtir un nouveau pont. Les travaux coûtèrent ainsi 115,148 marcs et 102,491 journées de prestation.

Le canal de Kaivanto coupe l'âs de Kangasala, célèbre par sa beauté et très fréquenté des touristes. De cet âs on a une vue étendue sur les lacs environnants.

Rivière de Kyllö.

Pour assurer entre le bassin du Hauho et le Mallasvesi un chenal navigable, on fit de 1889 à 1892 des travaux dans la rivière de Kyllö, qui met en communication les lacs de Pintele et d'Ilmoilanselkä, dont le premier est relié par une ligne de bateaux à vapeur au Mallasvesi, et dont le second communique avec le bassin du Hauho. On creusa un canal de 12 m de largeur au plancher et 1,5 m de profondeur à l'étiage. Le chenal fut amélioré de 1895 à 1896, et des courbes prononcées furent rectifiées.

Ce canal, qui a coûté une somme totale de 104,782 marcs, permet la circulation de bateaux à vapeur entre le bassin de Hauho et les chenaux qui conduisent à Tavastehus et Tammerfors; en outre l'abaissement du plan d'eau dans le Hauhonselkä a mis à sec une grande étendue de terres.

d) Travaux divers de canalisation.

Outre les travaux ci-dessus, on a, dans le bassin du Pyhäjärvi, dragué et approfondi un grand nombre de détroits et de courants en vue d'améliorer la navigation. On peut citer ici le dragage du chenal entre les lacs de Keuronselkä et de Kolhonselkä, la canalisation du Kyrösjärvi entre la gare de Siuru et le rapide de Kyröskoski, le dragage du Kumo en vue de prolonger le chenal de Lauttakylä et de la rivière de Loimijoki à la gare de Kyttälä sur la ligne de Björneborg. On peut évaluer à 164,000 marcs les dépenses pour ces travaux.

La longueur totale des chenaux existant sur le bassin du Pyhäjärvi est d'environ 730 km; la profondeur minima à l'étiage est ordinairement de 1,8 m; pour des chenaux secondaires elle peut tomber à 1,5 m.

La navigation s'ouvre d'ordinaire au commencement de mai et se termine au milieu de novembre.

B. Chenaux de navigation dans le bassin du Päijänne.

Le bassin du Päijänne, dont l'émissaire est le Kymmene, embrasse toute la dépression entre le Suomenselkä et Salpausselkä au N et au S, et le Hämeenselkä et le Savon-

selkä à l'W et à l'E. La superficie du bassin est de 36,570 km². Le collecteur de ce vaste bassin est constitué par le lac de Päijänne, dont l'altitude est d'env. 78 m, et la superficie de 1,142 km².

Dans le Päijänne se déversent, venant du N, les émissaires des trois bassins du Saarijärvi, du Wiitasaari, et du Rautalampi.

Le bassin du Saarijärvi est alimenté par les sources sorties des hauteurs qui bordent le bassin au N et à l'W, le Hämeenselkä et le Suomenselkä. Il forme un grand nombre de lacs, dont les plus grands sont ceux de Kyyjärvi, Pääjärvi et Saarijärvi. Dans le lac de Kuhnamonjärvi tombe l'émissaire du vaste bassin du Wiitasaari, dont le collecteur est le lac de Keitele. Les masses d'eau réunies se déversent ensuite par le rapide de Kuusankoski dans le Saravesi. Ce même lac reçoit encore du N-E l'eau du bassin de Rautalampi, qui coule de la région où se rejoignent les hauteurs qui limitent vers le N et l'E le système entier du Päijänne, le Suomenselkä et le Savonselkä. Ce bassin est lui-même constitué par un grand nombre de lacs réunis par des rapides et des courants; les principaux de ces lacs sont ceux de Pielavesi, Nilakka, Iisvesi, Niinivesi et Konnevesi.

Le Saravesi se déverse par le rapide de Kuhankoski dans le Leppävesi, et celui-ci par le rapide de Haapakoski dans le Päijänne. Celui-ci reçoit en outre de nombreux affluents, dont les plus importants sont: au N-W, par le détroit d'Äijälä, le lac de Jyväsjärvi, sur lequel est située la ville de Jyväskylä; à l'W le Jämsänjoki, canalisé jusqu'à l'usine de Jämsänkoski, à l'E le bassin de Sysmä où s'écoulent les grands lacs de Suontienselkä et de Jääsjärvi, et au S, par la rivière de Vääksey, le lac de Vesijärvi auprès duquel est située la ville de Lahtis.

Le Päijänne a pour émissaire la rivière de Kymmene. Celle-ci s'élargit par endroits pour former de grands lacs tels que le Ruotsalainen, le Konnevesi et le Pyhäjärvi, où tombe, venu du N, l'émissaire de plusieurs grands lacs, le Kyyvesi, le Puulavesi etc.

Le débit du Kymmene varie de 180 m³ à la sec, moyenne de l'étiage, à 450 m³ à la sec, moyenne de la crue. Sur ses bords sont établies 9 grandes stations de force motrice qui desservent de grandes usines (papeteries et fabriques de cellulose), entre autres Voikka, Kymmene, Kuusankoski, Ingerois, Högfors et Stockfors.

Le lac du Päijänne, long de 120 km, mais étroit, et dont la plus grande largeur ne dépasse guère 20 km, est navigable sur toute son étendue. Le dragage du détroit d'Äijälä, et la construction du canal à écluse du Vesijärvi ont permis d'obtenir un chenal de 150 km entre les villes de Jyväskylä et de Lahtis, dont la seconde est située sur la ligne de Helsingfors à Saint-Petersbourg.

Depuis on a construit un canal à écluse le long du rapide de Kalkkis, situé à l'endroit où le Kymmene débouche du Päijänne; de cette façon le chenal des bateaux à vapeur a pu être étendu jusqu'au lac de Konnevesi à l'E de Heinola. Des travaux de canalisation ont été faits aussi dans les lacs de Kyyvesi, Puulavesi, Liekonvesi, Ryökäsvesi et Keitele.

Des travaux considérables ont été exécutés aussi dans le bassin du Rautalampi. On peut citer le canal de Sävviä et celui de Kolu avec deux écluses accouplées. On a ainsi obtenu un chenal continu

du lac de Pielavesi jusqu'à celui d'Iisvesi, qui est relié au chemin de fer du Savolaks par une ligne secondaire.

a) *Chenal de Jyväskylä au Vesijärvi.*

Détroit d'Äijälä.

Dans le détroit d'Äijälä on a dragué en 1883 un chenal de 2,4 m de profondeur à l'étiage. Le dragage fut repris en 1894. Le devis total se monte à 21,003 marcs.

Canal de Vesijärvi.

Le canal du Vesijärvi réunit les lacs de Vesijärvi et de Päijänne, dont la différence de niveau est d'environ 3 m. Le canal a une longueur de 1,306 m, une largeur de 8,9 m et une profondeur de 2,1 m à l'étiage. Il fut construit de 1868 à 1871, et a coûté 350,000 marcs. L'écluse, bâtie en caissons de bois remplis de pierres, a 41,6 m de long, 8,6 de large et 2,1 de tirant d'eau au seuil. De chaque côté du sas il y a un bassin de garage de 59 m de long et 14,8 m de largeur au plancher. La pente des talus est de 1:2; les parois ont un revêtement de pierres. Sur le canal passe un pont de bois roulant. En 1892 les parties de l'écluse construites en bois ont été refaites à partir du niveau de l'étiage; cette remonte a coûté 31,836 marcs. On a maintenant décidé de reconstruire l'écluse en pierre et béton; les frais sont évalués à 471,000 marcs.

Le tableau ci-dessous indique la circulation et le budget du canal de 1897 à 1906.

Comme on le voit, la circulation va en augmentant, et le canal donne un gain annuel de près de 19,000 marcs.

b) *Chenal du Päijänne à Heinola.*

Canal de Kalkkis.

Le canal de Kalkkis réunit la baie de Kukkaronpohja dans le Päijänne à la baie de Kuhmorinpohja dans la partie du Kymmene appelée Ruotsalainen, contournant ainsi le rapide de Kalkkis, dont la chute est d'environ 1,8 m. Le canal, construit de 1875 à 1878, et qui a coûté 363,000 marcs, a les dimensions suivantes: longueur 1,009 m, largeur au plancher 8,9 m et tirant d'eau 2,1 m à l'étiage. En amont de l'écluse il y a dans le canal un garage de 59 m de longueur avec une largeur 14,8 m au plancher. L'écluse, bâtie en bois, a 41,6 m de long, 8,6 m de large et un tirant d'eau de 2,1 m seuil. Un pont tournant en bois est jeté sur le canal. En 1893 l'écluse fut reconstruite avec un mur en pierres sèches formé de pierres taillées en coin, et revêtu de madriers. Le devis s'est monté à 65,500 marcs.

Le 1^{er} tableau de la p. 20 indique la circulation sur ce canal.

c) *Chenal du Pielavesi à l'Iisvesi*

De 1892 à 1895 on canalisa le cours d'eau qui unit les lacs de Pielavesi et d'Iisvesi, avec des embranchements à l'W vers le village de Keitele et à l'E vers le village de Karttula; la profondeur donnée au chenal est de 1,78 m. Au cours de ces travaux on creusa le canal de Saviä sans écluse,

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	3,760	8,020	07	22,760	50	14,740	43	—	—
1898	3,789	7,265	32	21,336	10	14,070	78	—	—
1899	3,330	6,562	03	19,847	75	13,285	72	—	—
1900	3,870	7,839	50	24,658	90	16,819	40	—	—
1901	4,257	5,983	98	27,326	25	21,342	27	—	—
1902	3,744	10,294	63	20,363	05	10,068	42	—	—
1903	4,817	13,333	08	32,278	35	18,945	27	—	—
1904	4,662	7,608	42	35,318	40	27,709	98	—	—
1905	4,796	6,346	57	27,457	05	21,110	48	—	—
1906	5,893	6,508	60	35,520	20	29,011	60	—	—
Total	42,918	79,762	20	266,866	55	187,104	35	—	—
Moyenne annuelle	4,292	7,976	22	26,686	66	18,710	44	—	—

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	1,036	3,155	13	3,100	—	—	—	55	13
1898	1,040	4,230	—	2,902	80	—	—	1,327	20
1899	1,052	2,448	10	3,051	10	603	—	—	—
1900	1,181	8,525	45	4,084	90	—	—	4,440	55
1901	696	2,184	90	3,280	50	1,095	60	—	—
1902	1,127	2,308	05	2,693	70	385	65	—	—
1903	1,471	3,491	39	2,829	40	—	—	661	99
1904	1,294	3,665	23	2,931	—	—	—	734	23
1905	832	5,587	20	2,551	75	—	—	3,035	45
1906	1,403	3,404	37	2,729	05	—	—	675	32
Total	11,132	38,999	82	30,154	20	2,084	25	10,929	87
Moyenné annuelle	1,113	3,899	98	3,015	42	208	43	1,092	99

celui de Kolu avec deux écluses, on cura les détroits de Jänissalmi et de Waajasalmi entre les lacs d'Isvesi et de Niinivesi, et on canalisa le rapide de Kuttakoski dans la paroisse de Karttula.

Canal de Kolu.

Le canal de Kolu traverse l'isthme de Kolutaipale et unit la partie du lac d'Isvesi nommé Pieni Rasvanki à la baie de Kolunlahti dans le lac de Nilakka. Il a une longueur totale de 2,160 m, une largeur de 8 m au plancher, et une profondeur de 2 m à l'étiage. La différence de niveau entre l'Isvesi et le Nilakka est de 4,5 m. La descente est assurée par une double écluse dans la partie inférieure du canal. Les écluses sont bâties en pierre; leur longueur est de 36 m, leur largeur de 7 m et leur tirant d'eau au seuil à l'étiage de 2,25 m. Pour la traversée du canal, on a bâti au dessus

des écluses un pont tournant en bois. Pour permettre le croisement des bateaux dans le canal, on a construit deux bassins de garage de 14 m de largeur au plancher et de 80 m de longueur. Le canal est sur les deux rives pourvu de chemins de halage. Les parois ont un revêtement de pierres. Le canal a coûté 435,194 marcs.

La circulation et le budget du canal de 1897 à 1906 ressortent du tableau ci-dessous.

Canal de Säviiä.

Le canal de Säviiä longe le rapide du même nom, et unit les lacs de Nilakka et de Pielavesi. La longueur est de 520 m, la largeur minima au plancher de 9 m et la profondeur à l'étiage de 2 m. La différence de niveau entre le Nilakka et le Pielavesi était de 12,5 cm avant la construction du canal; elle est tombée après la construction à 2,5 cm.

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	412	2,248	21	641	70	—	—	1,606	51
1898	403	2,425	83	824	20	—	—	1,601	63
1899	459	2,414	17	1,107	90	—	—	1,306	27
1900	601	2,576	45	1,453	75	—	—	1,122	70
1901	733	3,206	06	1,623	55	—	—	1,582	51
1902	645	3,031	84	1,187	60	—	—	1,844	24
1903	741	2,773	19	1,417	75	—	—	1,355	44
1904	741	3,042	03	1,616	30	—	—	1,425	73
1905	587	2,633	08	1,210	60	—	—	1,422	48
1906	590	2,296	07	1,223	05	—	—	1,073	02
Total	5,915	26,646	93	12,306	40	—	—	14,340	53
Moyenne annuelle	591	2,664	69	1,230	64	—	—	1,434	05

Le canal est traversé par un pont tournant en fer. Les parois ont un revêtement de pierres. Le devis du canal a atteint 79,353 marcs.

Canal de Kuttakoski.

Le canal de Kuttakoski réunit les lacs de Kuttajärvi et de Virmasvesi. Le canal, construit en 1894 et 1895, a une longueur de 1050 m, et se compose de deux parties, Kuttakoski 420 m et Laksalmi 240 m, séparées par un intervalle de 270 m. La différence de niveau entre les lacs était si faible que le canal fut bâti sans écluse. Les parois ont un revêtement de pierres. Le canal est traversé par un pont fixe où passe la route, et dont le tablier est à 4,5 m du plan d'eau moyen. Le canal a coûté 44,603 marcs.

Outre ces travaux de canalisation, on a opéré des curages et des dragages sur les points suivants: *détroit de Lietsalmi* entre l'Iisvesi et le Virmasvesi, sur une longueur de 80 m; *détroit de Vaajasalmi* entre les lacs d'Iisvesi et de Niinivesi, sur une étendue de 220 m; *détroit de Kirnuvirta* à l'entrée du canal de Kolu, sur une étendue de 40 m; *détroit de Hämeensalmi* entre le Grand et le Petit Nilakka; *détroit de Kolu* entre le Petit Nilakka et la baie de Kolu sur l'Iisvesi, sur une étendue d'environ 300 m, et *détroit de Hinkaansalmi* dans le Tossavanlahti, sur une longueur de 250 m.

Les frais des travaux de canalisation sur le chenal Iisvesi-Pielavesi atteignent une somme totale de 621,258 marcs.

d) Chenal du lac de Keitele.

En 1893 on dragua le courant de Matilavirta, qui unit la partie septentrionale à la partie méridionale du lac de Keitele. Les travaux coûtèrent 5,386 marcs. Ils permirent d'obtenir une voie navigable d'env. 70 km allant de la gare de Suolahti au village de Wiitasaari, et plus loin, par le détroit de Haapasalmi, au lac situé à l'W de ce village.

e) Chenaux du Puulavesi.

Tout près des affluents septentrionaux du Päijänne, on remarque l'émissaire du Puulavesi qui se jette dans le lac de Pyhäjärvi. Dans ce bassin on a procédé à divers travaux d'assèchement et de curage de rapides. Dans le Puulavesi, les travaux ont eu pour but d'assurer une communication directe avec la gare d'Otava sur la ligne du Savolaks. C'est ainsi qu'on a, de 1889 à 1891, canalisé les détroits de Vaimosalmi, Kellosalmi et Likaisensalmi pour leur assurer une profondeur de 1,8 m au plus bas étiage,

qui permet ainsi le passage de navires ayant jusqu'à 1,5 m de tirant d'eau. En 1894 et 1895 on canalisa les détroits d'Ukonsalmi, Kotkansalmi et Puna-pukinsalmi, en leur donnant la même profondeur, une courbure de 140 m de rayon et une largeur au plancher d'env. 12 m. Ces derniers travaux ont coûté 18,418 marcs.

Pour obtenir un chenal entre le Puulavesi et les lacs de Liekonvesi et Ryökäsvesi situés au S, on canalisa le détroit de Suomussalmi, qui réunit le Puulavesi et le Liekonvesi, et on lui donna une profondeur de 1,8 m à l'étiage, et une courbure minima de 100 m de rayon. On refit en même temps le pont qui traverse le détroit et sur lequel passe la route. Ces travaux coûtèrent 35,715 marcs.

Outre ces travaux, on en a accompli un grand nombre d'autres de moindre importance.

La longueur totale des chenaux, dans le bassin du Päijänne, dépasse 600 km; leur profondeur varie de 1,8 m à 2,1 m à l'étiage.

La navigation commence d'ordinaire au milieu de mai, pour prendre fin au milieu de novembre.

C. Chenaux dans le bassin du Saima.

Le bassin du Saima, dont le Vuoksen forme l'émissaire, embrasse une superficie d'env. 60,000 km². Il occupe la partie orientale du pays entre le Suomenselkä au N et le Salpausselkä au S; il est borné à l'E par le Maanselkä et à l'W par le Savonselkä. Le lac de Saima, qui forme le collecteur du bassin, reçoit du N deux grands affluents, les émissaires des bassins du Savolaks et de Carélie.

La branche principale du bassin du Savolaks prend sa source dans le coin NW du bassin, d'où les eaux se rassemblent dans un premier collecteur, le lac de Porovesi. Celui-ci reçoit de l'W les eaux du Kiuruvesi, sorties des lacs de Kiuruvesi et de Haapajärvi, que réunit la rivière canalisée de Kiurujoki; du N, par le lac de Koljonvirta, les eaux de l'Iivesi; du NE, par le courant de Palois, au bord duquel est bâtie la ville d'Iisalmi, les eaux des lacs de Sonkajärvi, Hernejärvi et Viitajärvi. L'émissaire du Porovesi se jette au S dans le Nerkoonselkä, qui est relié au lac d'Onkivesi par le Nerkoonvirta et le canal à écluse de Nerko. Le lac d'Onkivesi, dont la superficie est de 137 km², se déverse dans le Maaninganselkä par le rapide de Vianto, que longe le canal d'Ahkionlaks; le Maaninganselkä à son tour se déverse dans le Kallavesi par le courant canalisé de Ruokovirta.

Le Kallavesi a une longueur de 90 km, une largeur maxima de 20 km, une superficie d'env. 1000 km², et une altitude de 82 m. Il se divise en deux grands golfes unis par le détroit de Toivola, dans le voisinage duquel est située la ville de Kuopio.

Dans le détroit de Toivola tombe l'émissaire du bassin de Nilsä, dont le collecteur est le lac de Syväri. De ce lac, les eaux, par le rapide de Lastukoski, entrent dans le lac de Vuotjärvi couvert d'îles nombreuses, puis par le rapide de Juankoski, dans l'Akonvesi, le Juurusvesi etc, et enfin, par le courant de Jännevirta, dans le Kallavesi.

Le Kallavesi communique à l'E par le détroit de Vehmersalmi avec le Suvasvesi, et celui-ci avec le Varisvesi, où se déversent par les rapides de Palokki les eaux du Juojärvi. Le chenal du Varisvesi longe, par le canal de Karvio, le rapide du même nom pour entrer dans le Kermajärvi, et de là, par les canaux à écluses de Kerma, Vihovuonne et Pilppa, et par plusieurs détroits et courants canalisés, dans le Joutsenvesi. Ce lac communique par le courant de Tappuranvirta et le canal d'Oravi avec le Haukivesi. Le chenal principal du Kallavesi au Haukivesi longe le rapide de Konnus-

se déverse dans le golfe de Pyhäselkä du lac d'Orivesi. La canalisation de cette rivière a assuré la navigation entre les deux lacs. Le chenal passe ensuite par le détroit d'Orivirta les lacs de Pyyvesi, Enonvesi et Joutsenvesi et le canal d'Oravi, pour entrer dans le Haukivesi. Ce dernier lac est tout rempli d'îles; il communique par trois détroits avec la partie septentrionale du Saima, elle aussi parsemée d'îles. Les deux détroits situés le plus à l'E, Pitkäsillansalmi et Kyrönsalmi, entourent la ville de Nyslott. Sur une petite île du Kyrönsalmi se dresse le plus beau des monuments an-



OLOFSBORG.

koski par le canal de Konnus et entre dans le Konnusselkä, et de là, par le courant dragué de Leppävirta, dans le lac d'Unnukka, qui communique avec le Haukivesi par le canal de Taipale, longeant le rapide de Varkaus auprès duquel est bâtie l'usine du même nom. Ces deux chenaux contournent, chacun de son côté, la plus grande île de Finlande, Soisalo, dont la superficie est de 1,635 km².

C'est dans le Haukivesi que le bassin du Savolaks se réunit à celui de Carélie, dont les sources sont sur le Maanselkä. Le collecteur de ce bassin est le lac de Pielisjärvi, dont la longueur est d'env. 100 km, la largeur de 40 et la superficie de 1,095 km². Ce lac a pour émissaire le Pielis, à la naissance duquel est située la ville de Joensuu, et qui

ciens du pays, le château d'Olofsborg, autrefois la clef du Savolaks.

De Nyslott le chenal se dirige à travers une foule d'îles et de détroits vers le vaste bassin du Saima méridional, et par le canal du Saima à la mer, en longeant la ville de Wiborg.

Le Saima se déverse par le Vuoksen dans le Ladoga.

a) Canal du Saima.

Le bassin du Saima offre un grand nombre de voies naturelles de communication pour assurer le

trafic entre les contrées riveraines. Mais ces voies ont été en outre depuis longtemps employées pour assurer les communications entre l'intérieur du pays et les ports du golfe de Finlande, dont l'extrémité méridionale du Saima n'est éloignée que de cinquante kilomètres. Les difficultés nombreuses et les frais considérables résultant du transport par terre amenèrent de bonne heure à former des projets

des crédits et de la direction technique nécessaires.

L'état de dénuement où se trouva la Finlande pendant les siècles suivants, par suite des guerres incessantes et des disettes répétées, ne permit pas de réaliser la grande idée de réunir le Saima à la mer par une voie navigable.

Mais cette idée continuait de vivre, et on reprit



CANAL DU SAIMA.

ECLUSE DE LAURITSALA.

pour étendre le chenal fluvial jusqu'au Golfe de Finlande. Il semble même qu'on ait commencé la mise à exécution de ces projets, comme le font croire des travaux de terrassement exécutés dans l'extrémité méridionale du Saima. Ces travaux sont connus des paysans sous le nom de Pontuksen Vanha- et Uusi-Kaivanto (Vieux et nouveau Fossé de Pontus), ce qui porte à croire qu'ils remontent à la fin du XVI^e S, alors que l'énergique général suédois Pontus de la Gardie séjournait dans l'E du pays. Que l'on ait voulu creuser un canal, ou, comme on l'a aussi supposé, abaisser seulement le niveau du Saima, les travaux s'arrêtèrent, sans doute faute

la question dès que la situation le permit. Au début de l'année 1826, une députation fut envoyée à l'Empereur pour demander que l'Etat contribuât aux frais de construction du canal. L'Empereur ordonna de procéder à une enquête minutieuse pour se rendre compte de la possibilité de réaliser l'entreprise et du montant approximatif des dépenses. Un projet fut déposé en 1827, évaluant les dépenses à 5,729,356 roubles banco assignations; mais on jugea, à l'examen définitif, que ces dépenses dépassaient les ressources du pays.

Le projet fut abandonné jusqu'en 1834. Alors, à la suite de nouvelles enquêtes, un projet nouveau

fut remis au gouverneur-général de Finlande, prince Menschikoff. Celui-ci renvoya la question à un comité qui montra un intérêt très vif pour la question, et demanda dans son rapport au gouvernement que l'on dressât à bref délai un projet détaillé, et que, quand que le projet aurait été discuté et sanctionné, les travaux fussent immédiatement mis en train. A la suite de ce rapport, la Direction

appelé de Suède où il s'était fait connaître par la construction de canaux, fit une enquête sur le tracé du canal. Il proposa un tracé un peu différent de celui du baron de Rosenkampff, et qui entraînait aussi des dépenses un peu plus élevées. Le projet définitif du comité se montait à 3,166,584 roubles s.r.

D'après les calculs du baron de Rosenkampff, on espérait que la circulation assurerait un gain de



CANAL DU SAIMA.

VUE PRISE PRÈS DE LAURITSALA.

du curage des rapides fut chargée en 1835 de faire une enquête technique pour étudier la possibilité de réaliser le projet du comité précédent. Quand on eut tracé la ligne que prendrait le canal, le chef du corps du génie, baron E. von Rosenkampff, dressa un projet et un devis.

Mais, avant que ce projet eût été remis au gouvernement, un décret impérial de 1841 instituait à Viborg un comité qui était autorisé, pour les enquêtes à faire, à appeler un technicien de l'étranger. Pendant l'été de 1842, le lieutenant-colonel Edström,

2 $\frac{1}{2}$ % sur le capital de premier établissement. Le gain indirect était évalué à 7 $\frac{2}{3}$ % de cette somme. — Le travail devait être terminé dans l'espace de 15 ans.

A la fin de 1844 le comité remit son projet au gouvernement; le chef de la section des finances au Sénat avait ajouté que les dépenses nécessaires pouvaient, dans le cours des délais prévus, être payés sur les ressources du budget.

Dès l'automne de 1844 on prit les mesures préparatoires nécessaires. La direction technique fut

remise au baron B. von Rosenkampff, chef du corps du génie; et on réussit à engager comme ingénieur-conseil le lieutenant-colonel N. Ericsson, le génial constructeur du canal de Trollhätta. Après la mort du baron de Rosenkampff, survenue à la fin de 1846, les travaux du canal furent enlevés au corps du génie, et placés sous la surveillance directe d'un chef du canal, le major J. U. von

Le canal sort de la baie de Lauritsala, dans la paroisse de Lappvesi; il traverse les lacs de Nuijamaajärvi, Lietjärvi, Rättijärvi, Särkijärvi, Parvilanjärvi et Juustilanjärvi, le détroit de Lavolansalmi et la baie de Suomenvedenpohja près de Viborg. Il a une longueur de 59,3 km, dont 36,1 km en tranchée ou remblai, et le reste à travers des lacs. La différence totale de niveau entre le Saima et



CANAL DU SAIMA.

ECLUSE DE MÄLKIÄ.

Törne, le lieutenant-colonel Ericsson devenant directeur-général. Celui-ci ayant quitté son poste en 1854, la direction de l'entreprise fut confiée au major-général Alfred Stjernvall, chef du corps du génie, et, après celui-ci, le lieutenant-colonel J. Mickwitz fut nommé directeur-général des travaux du canal.

Cependant les travaux du canal avaient avancé toujours plus rapidement. Dès 1852 la section du Saima au lac de Nuijamaajärvi était ouverte à la circulation, et quatre années plus tard l'ouvrage entier pouvait être ouvert à la circulation. L'inauguration solennelle eut lieu le 7 septembre 1856, et provoqua le plus grand intérêt dans tout le pays.

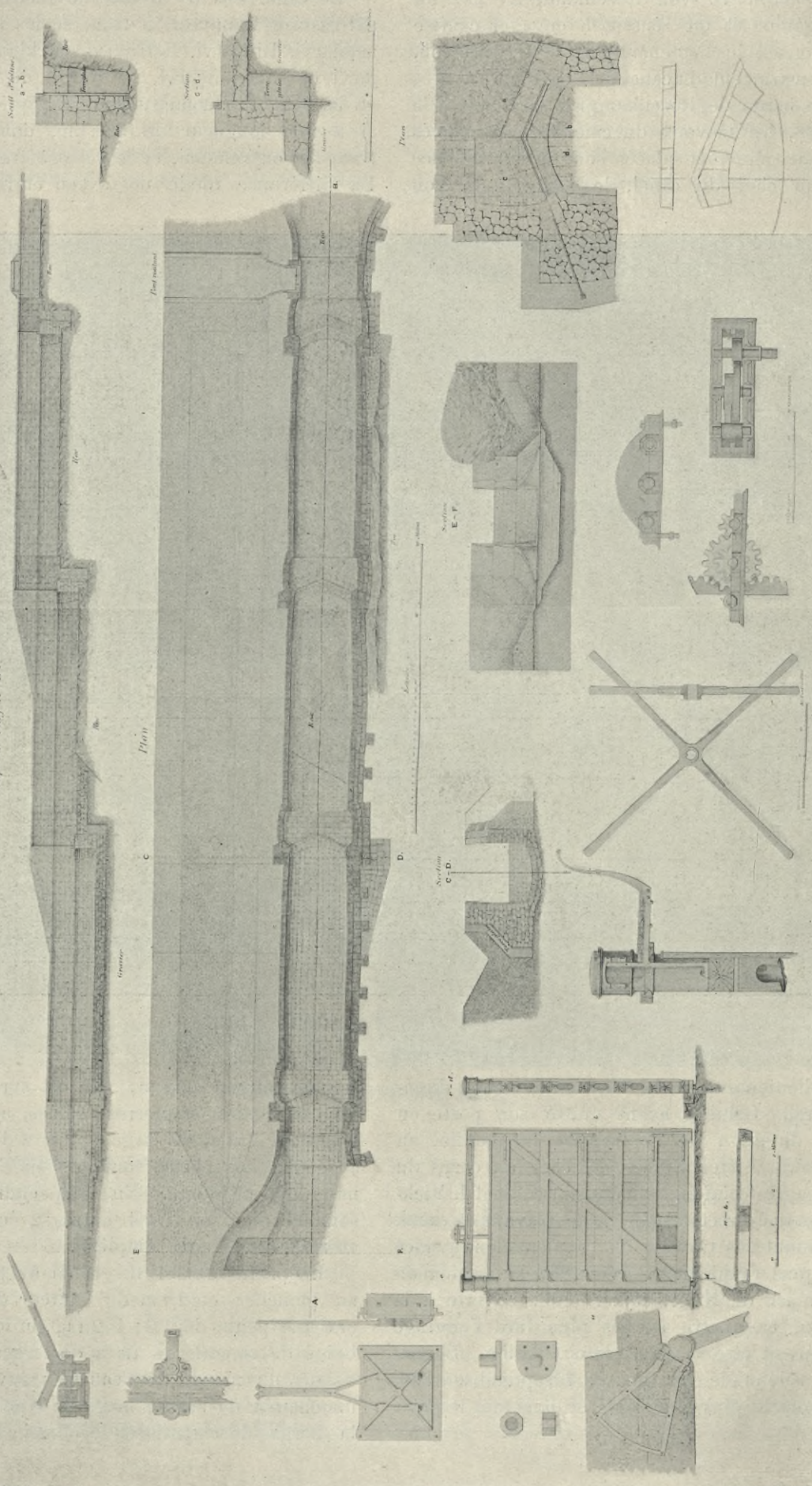
la mer atteint 75,9 m; elle est surmontée par 28 écluses, bâties en pierres taillées, ayant 35,6 m de longueur, 7,42 m de large et 2,67 m de hauteur d'eau au seuil. Les portes sont en bois de pin avec des montants de fonte. En cinq endroits 3 écluses sont réunies, en trois autres 2 écluses; les sept autres écluses sont simples.

Le profit normal du canal a 11,9 m de largeur au plancher et 2,7 m de hauteur d'eau; les talus ont une pente de 1:2; à 2,1 m du fond s'étend une berge de clapotis de 1,5 m de largeur; à 0,45 m au dessus du niveau de l'eau se trouve sur une rive un chemin de halage large de 3 m. Le talus entre la berge de clapotis et le chemin de halage a un

*L'Administration des Ponts et Chaussées
de la Finlande.*

Trois écluses en pierre sur le canal de Saima.

Coupe sur long A - B.



Ecluse de pierre sur le canal du Saima.

revêtement de pierres. Dans l'ås de Lauritsala, où le canal, sur une étendue de 2,004 m, est taillé dans le roc, la largeur au plancher n'est que de 7,4 m, sauf une place de garage large de 11,9 m. Autour des rochers de Nuijakangas, où le canal est construit en remblai, la largeur au plancher est de 8,9 m; à Pälli et Juustila, où il est taillé dans le roc, elle est resp. de 8,9 et 7,4 m.

- 1 aqueduc à Kansola, avec deux arches ayant 3,6 m de portée;
- 1 ponceau et 1 pont-aqueduc;
- 13 déversoirs de surface;
- 2 digues pour régler le niveau de l'eau dans les lacs de Nuijamaajärvi et Rättijärvi;
- 2 rigoles d'alimentation;
- 3 épanchoirs de fond;



CANAL DU SAIMA.

ECLUSE DE MUSTOLA.

Il y a dans le canal des courbes de 55 et de 50 m seulement de rayon.

Les dimensions maxima tolérées pour les bâtiments circulant chargés sur le canal sont: longueur 31,2 m, largeur 7,1 m et tirant d'eau 2,5 m. Pour les bateaux à vapeur qui à l'arrêt calent resp. 1,9, 2,2 ou 2,4 m, la vitesse maxima permise entre les écluses est resp. de 7,5, 6,5 et 5,5 km à l'heure.

Outre les écluses, le canal présente les travaux d'art suivants:

1 cale sèche à Mustola, capable de recevoir 6 bâtiments;

2 vantaux d'écluse doubles avec épanchoir de fond;

2 barrages de poutrelles;

12 ponts roulants en fer, larges de 3,4 m, et

1 pont roulant à Viborg d'une largeur double.

Dans le lac de Nuijamaajärvi et le long du chenal entre Juustila et Viborg, on a dressé des amers composés de tas de pierres et de jambettes, et planté en outre des balises ordinaires.

La construction du canal dura du milieu de 1845 à 1857; les dépenses, y compris celles des travaux complémentaires exécutés en 1857 et 1858,

se montèrent à 3,096,000 roubles ou 12,386,400 marcs.

Outre les réparations annuelles, on a procédé à des travaux plus considérables sur les points suivants :

en 1895—1896 on remplaça le pont roulant à l'extrémité sud du „pont d'Åbo“ à Viborg par un pont tournant laissant un passage de 10 m de largeur; la dépense fut de 190,645 marcs.

De 1897 à 1903 le canal fut élargi sur la section Mustola—Nuijamaajärvi. Le profil du canal y offre les caractéristiques suivantes: hauteur d'eau 3 m, largeur au plancher 15 m, talus latéral avec une pente de 1:2,8 jusqu'à 1,5 m du fond du canal. A cette hauteur est plantée une rangée de pieux à 1 m d'intervalle, derrière lesquels sont placés des chevrons horizontaux destinés à appuyer le revêtement; celui-ci a une pente de 1:1,5; il monte jusqu'au sommet du remblai. Là où le canal est con-

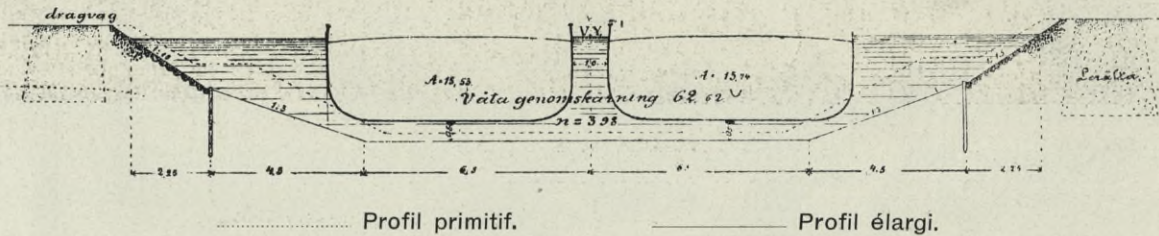
struit en remblai, et où on a revêtu les talus latéraux de murs en argile battue, la largeur au plancher est réduite à 12 m. Les courbes brusques ont été rectifiées, et de nouveaux quais de chargement construits. Tous ces travaux entraînèrent une dépense de 1,577,065 marcs.

Même après l'ouverture du canal, beaucoup de personnes considéraient l'entreprise comme dangereuse pour les finances du pays, parce qu'on croyait qu'elle engloutirait des sommes considérables en intérêts, frais d'entretien et frais d'exploitation. Les résultats économiques ont pourtant montré que ces craintes étaient sans fondement.

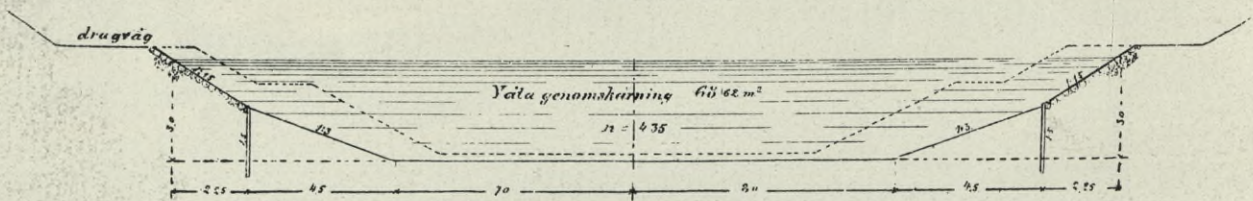
Considéré même comme une entreprise ordinaire, le canal du Saima a donné de bons résultats; mais il faut, pour bien comprendre son importance pour le développement du pays, tenir compte de l'utilité indirecte résultant de l'existence du canal.

Profil normal du canal du Saima sur la section Mustola—Nuijamaajärvi.

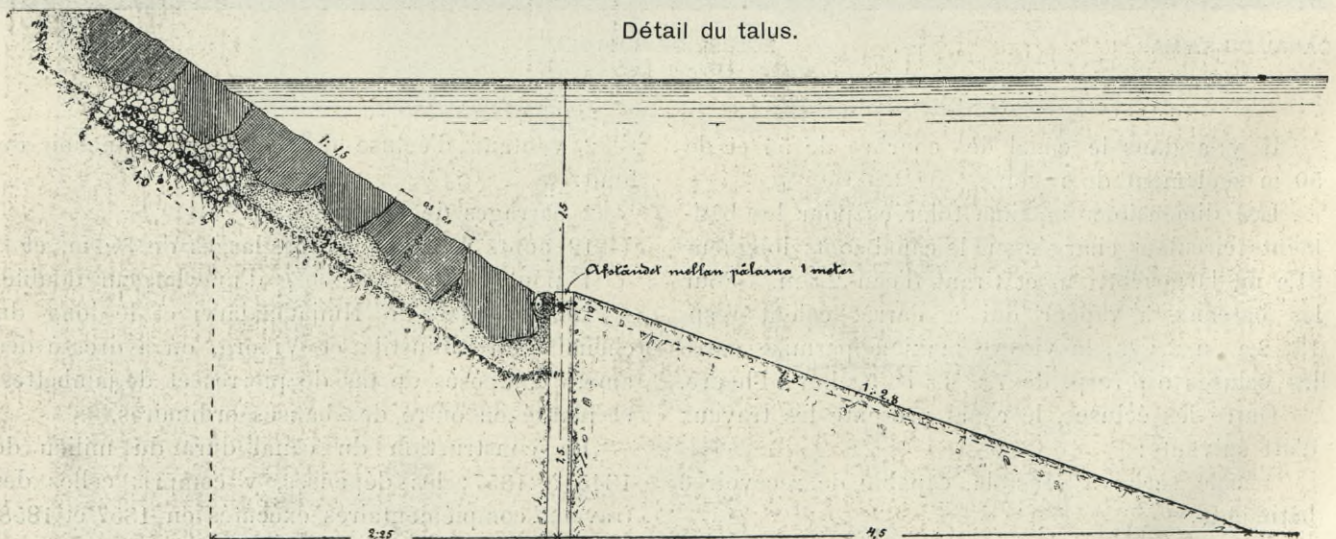
a) en remblai.

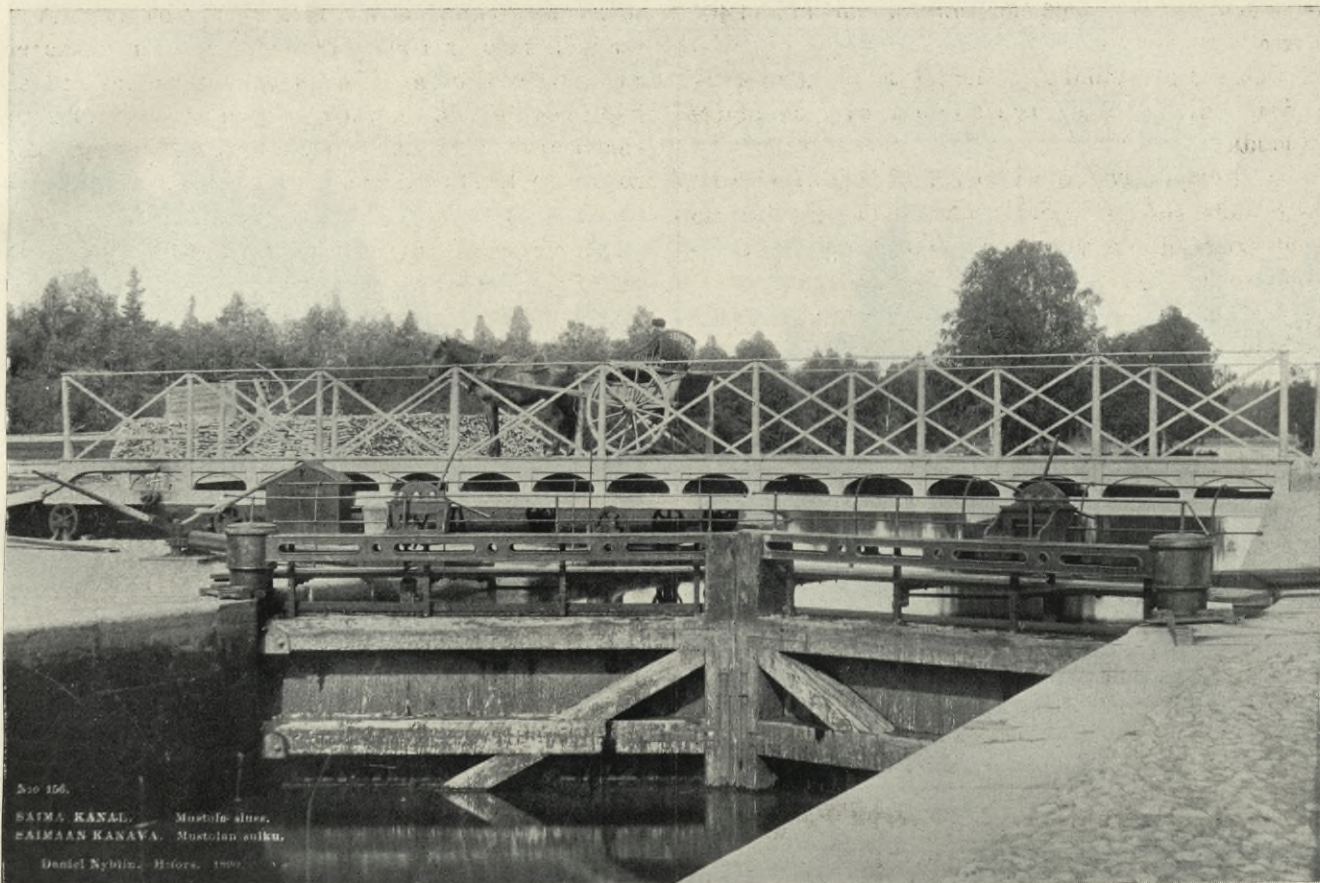


b) en tranchée.



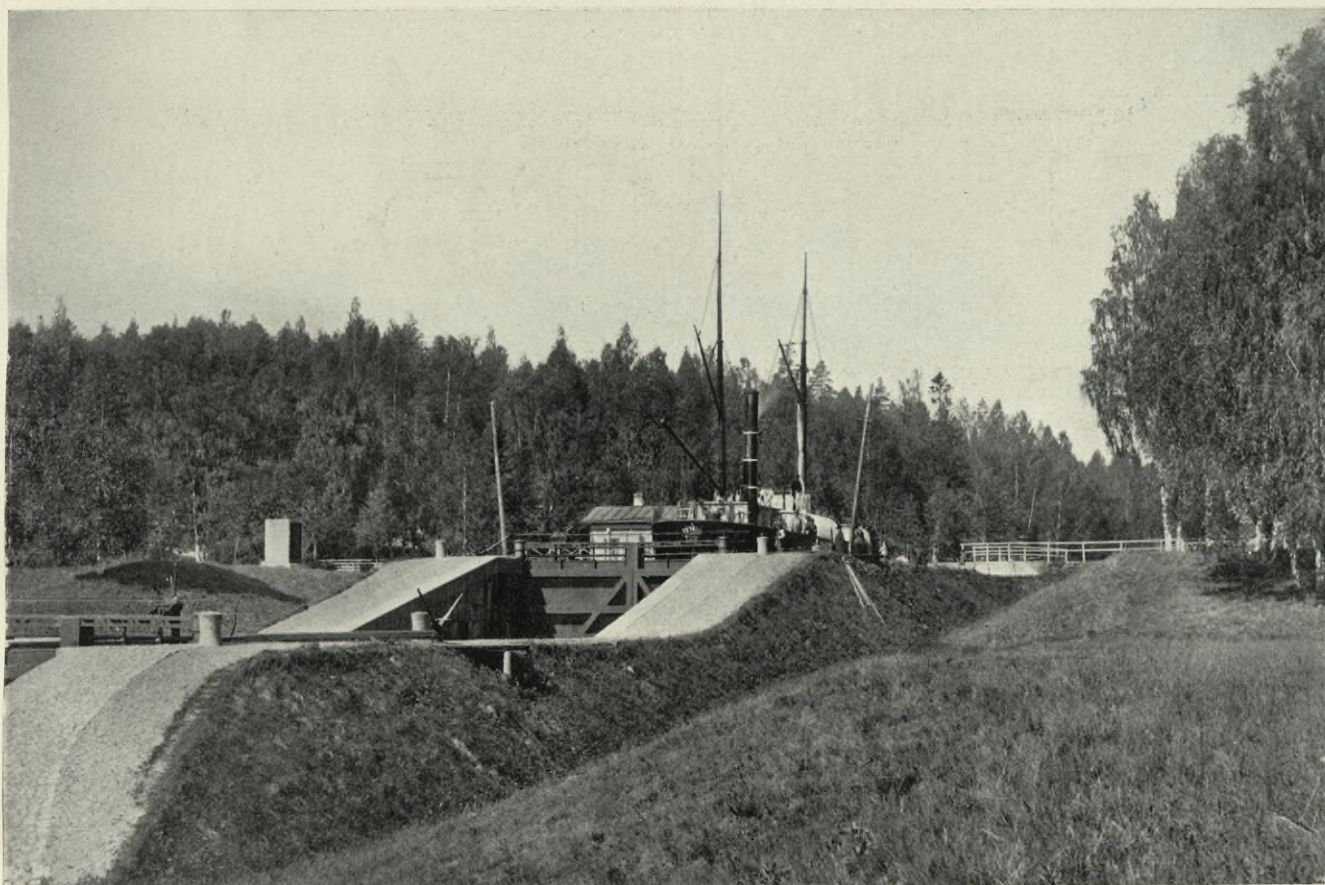
Détail du talus.





CANAL DU SAIMA.

ECLUSE DE MUSTOLA.



CANAL DU SAIMA.

ECLUSE DE RÄTTIJÄRVI.



CANAL DU SAIMA.

VUE PRISE A TAIPALE.

AMARNE JACOBY



SAIMAAN KANAVA. Juustilan sulku
 SAIMEA KANAL. Juustila sluis
 No 496. Sahlberg, H-fors.

CANAL DU SAIMA.

ECLUSE DE JUUSTILA.

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	5,198	239,144	86	461,917	54	222,772	68	—	—
1898	5,330	129,959	68	456,650	83	326,691	15	—	—
1899	5,158	132,187	66	422,622	62	290,434	96	—	—
1900	5,878	160,189	91	498,272	41	338,082	50	—	—
1901	6,028	298,366	44	493,261	02	194,894	58	—	—
1902	6,381	208,457	07	512,905	71	304,448	64	—	—
1903	8,584	152,454	61	637,657	71	485,203	10	—	—
1904	8,856	180,734	26	658,922	65	478,188	39	—	—
1905	7,855	232,354	99	616,704	79	384,349	80	—	—
1906	8,196	203,894	68	696,435	30	492,540	62	—	—
Total	67,464	1,937,744	16	5,455,350	58	3,517,606	42	—	—
Moyenne annuelle .	6,746	193,774	42	545,535	06	351,760	64	—	—

Le tableau ci-dessus montre l'accroissement du trafic et le bilan du canal.

Au point de vue technique, le canal du Saima reste un modèle de travail solide et durable.



CANAL DU SAIMA. ECLUSE DE LAVOLA.

c) *Chenal du Saima à Iisalmi.*

Canaux de Taipale et de Konnus.

Pour assurer une communication facile entre les lacs de Haukivesi et de Kallavesi, on construisit de 1835 à 1839, pour une somme de 132,000 marcs, les canaux de Taipale et de Konnus, les premiers canaux à écluses construits dans le pays. Déjà auparavant N. L. Arppe, pour faciliter le transport

Les écluses, bâties en pierre, ont chacune une longueur de 50,5 m, une largeur de 7,71 m et une hauteur d'eau de 2,67 m. Sur le canal passe un pont tournant de bois.

Le canal de Konnus a été rebâti de 1865 à 1868, à l'E de l'ancien canal, et a coûté 272,000 marcs. Il joint le courant de Leppävirta au lac de Koiruvesi, entre lesquels la différence de niveau est de 0,89 m. Le canal a une longueur de 267 m, et une



CANAL DU KONNUS.

des troncs de bois à sa scierie construite en 1832 sur le Pielis, avait fait construire un canal à écluse à Utra.

Le canal de Taipale, qui joint le golfe d'Äimisvesi dans le Saima au lac d'Unnukka, fut reconstruit de 1867 à 1871 à l'W de l'ancien canal, et a coûté 519,000 marcs. Le canal a une longueur de 564 m et une largeur au plancher de 8,9 m.

La différence de niveau entre les deux lacs est de 5,4 m env.; elle est franchie par deux écluses ayant une chute de 2,67 m chacune; entre ces deux écluses le canal forme un bassin de garage long de 134 m et large de 17,8 m.

largeur de 8,9 m au plancher. L'écluse, bâtie en pierre, a 59,4 m de longueur, 7,7 de largeur et 2,67 de hauteur d'eau.

Le tableau de la p. 33 montre la circulation sur le canal.

Comme on le voit, la circulation a rapidement augmenté, et le canal rapporte un gain net annuel de 27,000 marcs.

Canal de Ruokovirta.

Le canal de Ruokovirta est situé entre les lacs de Ruokovesi et de Maaninka, entre lesquels la dif-

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	3,281	24,451	50	29,273	93	4,822	43	—	—
1898	3,603	6,826	72	29,320	47	22,493	75	—	—
1899	3,619	8,001	22	31,984	81	23,983	59	—	—
1900	3,940	7,550	22	24,313	95	16,763	73	—	—
1901	4,333	9,841	59	34,307	—	24,465	41	—	—
1902	4,430	12,264	30	33,782	10	21,517	80	—	—
1903	5,721	17,968	41	35,770	—	17,801	59	—	—
1904	6,278	11,042	12	53,929	77	42,887	65	—	—
1905	5,645	9,956	63	53,084	40	43,127	77	—	—
1906	6,689	8,801	15	67,840	56	59,039	41	—	—
Total	47,539	116,703	86	393,606	99	276,903	13	—	—
Moyenne annuelle	4,754	11,670	39	39,360	70	27,690	31	—	—

férence de niveau est d'env. 0,45 m. Le canal, construit en 1878—1879, a coûté 127,000 marcs. Il a 371 m de longueur, 7,7 m de largeur au plancher et 2,1 m de profondeur à l'étiage. L'écluse, bâtie en bois, a 35,6 m de long, 7,7 m de large, et 1,75 m de hauteur d'eau. Elle a été reconstruite et approfondie à l'étiage en 1889 et en 1903.

La circulation et le budget du canal de 1897 à 1906 ressortent du tableau ci-dessous.

double. Le canal a une longueur de 1,672 m, une largeur de 7,7 m au plancher et 1,75 m de profondeur à l'étiage. Les écluses couplées, bâties en bois, ont chacune 35,6 m de long et 7,7 m de large. Sur le canal est jeté un pont tournant de bois. En 1898 le sas de l'écluse d'aval fut reconstruit, et en 1900 celui d'amont.

Le 1^{er} tableau de la p. 34 montre la circulation et le budget du canal de 1897 à 1906.

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i	mcs.	p:i
1897	1,628	2,898	07	3,361	95	463	88	—	—
1898	1,913	20,442	35	4,201	45	—	—	16,240	90
1899	2,160	2,309	—	4,993	85	2,684	85	—	—
1900	2,027	2,682	30	4,312	65	1,630	35	—	—
1901	1,961	2,346	80	4,205	10	1,858	30	—	—
1902	1,630	8,645	—	4,226	85	—	—	4,418	15
1903	1,778	16,592	16	4,001	05	—	—	12,591	11
1904	1,860	2,143	40	5,473	70	3,330	30	—	—
1905	1,628	2,445	37	4,875	65	2,430	28	—	—
1906	1,863	3,424	50	5,148	43	1,723	93	—	—
Total	18,448	63,928	95	44,800	68	14,121	89	33,250	16
Moyenne annuelle	1,845	6,392	90	4,480	07	1,412	19	3,325	02

Canal d'Ahkionlati.

Le canal d'Ahkionlati unit les lacs de Maaninka et d'Onkivesi, dont la différence de niveau varie de 2,7 à 4,5 m; il fut construit de 1866 à 1874 pour une somme de 592,000 marcs, et reconstruit en 1884 et 1885 pour 45,000 marcs. Lors de cette reconstruction, l'écluse fut transformée en écluse

Canal de Nerkoö.

Le canal de Nerkoö, construit de 1866 à 1869, et qui a coûté 392,000 marcs, s'étend du lac d'Onkivesi à la baie de Nerkoönlaks dans le lac de Porovesi. La différence de niveau entre ces lacs est d'env. 1 m. La longueur du canal est de 1,544 m, la largeur au plancher de 7,7 m et la profondeur

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	1,064	6,133	23	4,042	20	—	—	2,091	03
1898	1,191	4,216	09	3,877	—	—	—	339	09
1899	1,564	3,260	05	8,168	05	4,908	—	—	—
1900	1,441	46,712	23	5,231	—	—	—	41,481	23
1901	1,235	8,540	61	5,208	40	—	—	3,332	21
1902	922	2,543	30	5,026	90	2,483	60	—	—
1903	898	3,008	50	4,267	25	1,258	75	—	—
1904	1,226	9,522	57	6,164	60	—	—	3,357	97
1905	652	6,558	11	5,447	35	—	—	1,110	76
1906	654	3,029	51	6,340	80	3,311	29	—	—
Total	10,847	93,524	20	53,773	55	11,961	64	51,712	29
Moyenne annuelle	1,085	9,352	42	5,377	36	1,196	16	5,171	23

à l'étiage de 2,08 m. Le canal présente deux bassins de garage de 59,4 m de longueur et 14,8 m de largeur au plancher. L'écluse, bâtie en bois, a 35,6 m de long, 7,75 m de large et 1,78 m de hauteur d'eau à l'étiage. Elle fut reconstruite en 1894 et le plancher de l'écluse en 1900 et 1902. Sur le canal passe un pont roulant de bois.

Le tableau ci-dessous indique la circulation sur le canal, les recettes et les dépenses.

vesi et de Haapavesi, en lui donnant une profondeur de 1,19 m et une largeur de 7,4 m au plancher.

La canalisation du chenal entier commença en 1900. On creusa un chenal profond de 1,66 m et large de 6,8 m entre la ville d'Iisalmi et le pont de Nivansilta qui passe sur le Kiurujoki, et, de ce pont à la paroisse de Kiuruvesi, un chenal ayant 1,5 m de profondeur et 6,8 m de largeur. Les rapides de Nivankoski, Keuvonkoski, Saarikoski et Niskakoski

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	922	4,396	08	2,544	95	—	—	1,851	13
1898	977	3,411	83	3,009	45	—	—	402	38
1899	1,100	4,646	93	3,577	45	—	—	1,069	48
1900	1,070	10,817	29	3,045	75	—	—	7,771	54
1901	1,128	4,925	51	3,296	55	—	—	1,628	96
1902	719	5,896	91	2,994	35	—	—	2,902	56
1903	722	2,829	76	2,695	35	—	—	134	41
1904	883	4,246	25	3,510	25	—	—	736	—
1905	1,120	2,707	05	3,417	05	710	—	—	—
1906	1,248	2,470	52	4,059	43	1,588	91	—	—
Total	9,889	46,348	13	32,150	58	2,298	91	16,496	46
Moyenne annuelle	989	4,634	81	3,215	06	229	89	1,649	64

c) *Chenal d'Iisalmi à Kiuruvesi.*

D'Iisalmi le chenal se dirige vers l'W à travers les lacs de Porovesi et de Haapavesi, le Kiurujoki et le canal de Saarikoski vers le lac de Kiuruvesi.

Dès 1863 et 1864, il avait été question de canaliser cette voie. En 1883 et 1884 on canalisa le détroit de Kihlovirta, situé entre les lacs de Porovesi

qui se présentent dans le cours du Kiurujoki furent contournés par des canaux.

Canal de Saarikoski.

Le canal de Saarikoski fut pourvu d'une écluse de bois. Cette écluse a une longueur de 34,4 m, une largeur de 6,1 m et une hauteur d'eau de 1,5 m.

Pour maintenir l'eau du Kiuruvesi au niveau nécessaire pour la navigation, on construisit dans le rapide de Saarikoski une digue de régulation pourvue d'une rigole pour le flottage et d'échelons de montée pour le poisson.

Les travaux ont été dans leur partie principale en 1907, et ont entraîné une dépense d'env. 629,000 marcs.

d) *Chenal de Kuopio à Heinävesi.*

De 1892 à 1895 on dragua un chenal entre le lac de Suvasvesi et Karvionranta dans la paroisse de Heinävesi; ce chenal traverse le courant de Käränkä, passant devant la scierie et les quais de Palokki, entre par le courant de Rusinvirta dans le Varisvesi et arrive par le courant de Saunavirta à la gare fluviale dite de Karvionranta. La dépense s'est montée à 40,000 marcs.

Le chenal a été rectifié en 1906 et 1907 par le dragage des détroits de Kortekannas, Rusinvirta et Saunavirta. En outre on construisit dans le haut du rapide de Karvio une digue de régulation. Tous ces travaux entraînèrent une dépense de 121,000 marcs.

Canal de Karvio.

Le canal de Karvio met en communication les lacs de Karviojärvi et de Kermajärvi, en longeant le rapide de Karvio dont la chute est de 1,3 m. Le vaste lac de Kermajärvi fut ainsi mis en communication directe par le Karviojärvi et le Suvasjärvi avec Kuopio et ainsi avec les autres voies fluviales du Saima. Le canal, construit en 1895—1896, et qui a coûté 120,206 marcs, a 175 m de longueur et 9 m de largeur au plancher. L'écluse, bâtie en pierre, mesure 35,5 m de long, 7,5 m de

large, et 2,1 m de hauteur d'eau à l'étiage. Un pont tournant en bois assure le passage sur le canal.

Le tableau ci-dessous montre la circulation.

e) *Chenal de Heinävesi à Joutsenvesi.*

Du Kermajärvi le chenal continue au S. par les canaux de Kerma, Vihovuonne, Vääräkoski et Pilppa vers le lac de Joutsenvesi. Ce travail de canalisation commença au début de 1903 et fut terminé en 1906; les dépenses se montèrent à 849,586 marcs.

Les écluses ont une longueur de 36 m et une largeur de 7,5 m. — La profondeur du chenal est de 2,1 m à l'étiage.

Canal de Kerma.

Ce canal a 200 m de longueur. L'écluse est bâtie sur fonds de roche, et construite en pierres. Le canal traverse l'isthme qui sépare le lac de Kermajärvi et la baie de Koskilahti. La différence de niveau est de 2,6 m.

Canal de Vihovuonne.

Ce canal est situé à 2,5 km en canal du premier; il est creusé à travers le promontoire de Kaivannonniemi, et longe le rapide de Vihovuonne. L'écluse, dont le tirant d'eau est de 1,08 m au seuil, est construite en pierres sur fond de roches.

Canal de Vääräkoski.

Ce canal sans écluse est creusé à travers le promontoire de Vääräniemi. Il a 240 m de longueur, 14 m de largeur au plancher et une courbure de 150 m de rayon. Le plancher et les côtés du canal ont un revêtement de pierres.

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	895	1,845	54	987	25	—	—	858	29
1898	728	2,354	68	997	65	—	—	1,357	03
1899	749	3,104	90	1,130	90	—	—	1,974	—
1900	727	2,996	57	1,091	65	—	—	1,904	92
1901	847	2,395	—	1,370	05	—	—	1,024	95
1902	1,052	1,980	—	1,817	85	—	—	162	15
1903	1,119	2,217	09	1,761	05	—	—	456	04
1904	1,159	3,693	24	2,090	—	—	—	1,603	24
1905	981	1,953	70	1,102	70	—	—	851	—
1906	1,035	3,587	44	1,844	10	—	—	1,743	34
Total	9,292	26,128	16	14,193	20	—	—	11,934	96
Moyenne annuelle	929	2,612	82	1,419	32	—	—	1,193	50

Canal de Pilppa.

Il longe le rapide du même nom, et a une longueur de 200 m. L'écluse a un tirant d'eau de 1,03 m au seuil; elle est construite en pierres sur fond de roches.

f) *Chenal de Nyslott à Nurmes.*

Le deuxième grand affluent du Saima s'étend du Haukivesi vers l'est au delà de la frontière russe. On a pourvu aux besoins de la navigation en coupant l'isthme d'Oravintaipale, et en canalisant le Pielis qui présente un grand nombre de rapides.

Canal d'Oravi.

Le canal à niveau d'Oravi fait communiquer les lacs de Haukivesi et de Joutsensvesi. Il fut construit de 1859 à 1861, et entraîna une dépense de 60,400 marcs. Le canal a une longueur de 237,5 m, une largeur de 7,4 m au plancher et une profondeur de 2,7 m. En 1881 le canal fut refait, et en 1891 on y construisit un pont tournant.

Canaux du Pielis.

Le Pielis, qui sort du grand lac de Pielisjärvi et se jette dans le Pyhäjärvi, a une chute de 16,6 m, concentrée surtout dans le cours moyen et inférieur de la rivière. Il est canalisé sur une longueur de 58,8 km. Ce travail fut exécuté de 1874 à 1883, et a coûté 2,762,000 marcs. Devant les rapides de Joensuu, d'Utra, de Kuurna, de Paihola, de Haapavirta, de Jakokoski, de Saapaskoski, de Nesteri, de Kaltimo et de Häihä, on a construit des canaux avec un total de onze écluses. Les canaux ont une largeur de 7,7 m au plancher, une profondeur

de 2,1 m et une longueur totale de 5,735 m. Les écluses, dont 7 sont bâties en bois et les 4 autres en pierres, ont une longueur de 35,6 m, une largeur de 7,7 m et une hauteur d'eau de 2,1 m. Deux ponts roulants sont jetés sur le canal, et laissent une ouverture de 7,7 m.

Entre les canaux, le chenal de la rivière est dragué et balisé avec des cairns et des balises fixes et mobiles.

Outre les travaux annuels de remonte et les dragages dans les parties de la rivière et des canaux qui se comblent, on a procédé aux travaux complémentaires suivants:

en 1891 dragage et rectification du chenal en certains endroits;

en 1896 remplacement du pont tournant sur le canal de Joensuu par un nouveau pont roulant de fer, et réfection partielle de l'écluse;

1898—1902 une série de travaux tendant à améliorer le chenal, tels que: dragage du détroit de Sirkkala à Joensuu, réfection en pierres de l'écluse d'Utra, rectification et approfondissement du chenal, construction de débarcadères et de môles, allongement et renforcement de digues directrices et de brise-courants etc. La dépense totale se monta à 470,000 marcs. En 1907 l'écluse de bois de Jakokoski fut reconstruite en pierres.

La circulation sur le Pielis n'est pas très active, comme le montre le tableau ci-dessous:

g) *Chenal de Syväri au Vuotjärvi et de l'Akonvesi au Kallavesi.*

Canal de Lastukoski.

Le canal à écluse de Lastukoski fait communiquer les lacs de Syväri et de Vuotjärvi, dont la diffé-

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi	mcs.	pi
1897	4,054	40,505	65	20,453	80	—	—	20,041	85
1898	3,582	39,692	60	20,181	45	—	—	19,511	15
1899	2,774	48,161	07	16,278	05	—	—	31,883	02
1900	2,942	69,403	24	21,656	95	—	—	47,746	29
1901	3,698	86,291	98	20,659	55	—	—	65,632	43
1902	4,470	82,343	88	25,115	20	—	—	57,228	68
1903	3,957	72,547	42	27,761	45	—	—	44,785	97
1904	2,509	78,008	87	23,730	40	—	—	54,278	47
1905	2,672	62,271	45	25,838	90	—	—	36,432	55
1906	2,942	95,365	04	25,474	65	—	—	69,890	39
Total	33,600	674,591	20	227,150	40	—	—	447,440	80
Moyenne annuelle	3,360	67,459	12	22,715	04	—	—	44,744	08

rence de niveau varie de 0,8 m à 1,5 m. L'écluse est bâtie sur fond de roches et de béton; les murs latéraux sont en pierres. La longueur est de 37,85 m, la largeur de 7,5 m et la hauteur d'eau au seuil de 0,78 m. Les travaux, commencés en 1904, étaient terminés dans leurs grandes lignes en 1907; les frais, à cette date, s'élevaient à 310,570 marcs. La construction de ce canal, et des curages et approfondissements de chenaux entrepris en même temps, ont créé un chenal de 80 km de longueur avec une profondeur de 1,65 m à l'étiage. Le chenal s'arrête sur la rive méridionale du lac de Vuotjärvi, à l'endroit d'où sort l'émissaire qui se jette dans le lac d'Akonvesi par le rapide de Juankoski, où est située l'usine de Strömsdals (Juantehdas), et celui de Karjalankoski. Le Vuotjärvi et l'Akonvesi sont réunis par un chemin de fer à voie étroite.

i) *Chenal du Saima moyen à la ville de St. Michel.*

Pour assurer un chenal navigable du Saima à la ville de Saint-Michel, on a canalisé les isthmes de Kirkontaipale et de Varkaantaipale, et les détroits de Juurisalmi, Siikasalmi, Pyörisalmi etc.

Le canal de Varkaantaipale, creusé de 1874 à 1877, fait communiquer le lac de Sommenjärvi avec le grand golfe de Louhivesi situé au même niveau. La longueur est de 416 m, la largeur au plancher de 8,9 m et la profondeur de 1,9 m au plus bas étiage. Sur le canal de Varkaantaipale, comme sur celui de Juurisalmi sont jetés des ponts tournants.

j) *Chenal du Vuoksen.*

Le Vuoksen, qui forme l'émissaire du Saima, se fraie un lit à travers le Salpausselkä, et se préci-

Année.	Nombre de bâtiments.	Dépenses totales.		Recettes totales.		Gain.		Perte.	
		mes.	pi	mes.	pi	mes.	pi	mes.	pi
1897	1,930	4,433	36	3,360	50	—	—	1,072	86
1898	1,892	5,043	88	6,754	20	1,710	32	—	—
1899	2,118	3,088	96	8,962	35	5,873	39	—	—
1900	2,194	3,564	14	7,664	95	4,100	81	—	—
1901	2,009	3,581	13	6,995	80	3,414	67	—	—
1902	2,342	3,098	13	8,391	50	5,293	37	—	—
1903	2,659	3,254	52	8,722	75	5,468	23	—	—
1904	2,877	2,993	08	9,115	30	6,122	22	—	—
1905	2,688	2,988	06	9,428	95	6,440	89	—	—
1906	2,582	2,834	54	8,820	50	5,985	96	—	—
Total	23,291	34,879	80	78,216	80	44,409	86	1,072	86
Moyenne annuelle . .	2,329	3,487	98	7,821	68	4,440	99	107	29

Pour améliorer le chenal de l'Akonvesi par le Muuruevesi et le Juurusvesi au Kallavesi, on a, de 1896 à 1900, dragué les détroits de Leveesalmi et Palosalmi et les courants de Karjalansvirta, Muuruekoski et Putaankoski. On donna au chenal 12 m de largeur au plancher et 2,08 m de profondeur à l'étiage. Les frais se montèrent à 103,693 marcs. Le chenal ainsi obtenu a une longueur de 83 km.

h) *Canal de Kutvele dans les paroisses de Ruokolaks et de Taipalsaari.*

Ce travail de canalisation a amené une importante rectification du chenal entre le port de Harakanniska sur le Saima et Nyslott. Le canal fut élargi à 11,4 m au plancher et approfondi à 2,82 m à l'étiage. Les travaux, exécutés en 1901 et 1902, entraînent une dépense de 50,719 marcs.

pite par les rapides de Vuoksenniska, Tainionkoski, Imatra, Wallinkoski, Enso, Rouhiala etc, avec une chute totale de 64 m, dont env. 19 pour le célèbre rapide d'Imatra. A la hauteur de l'église de Jääskis, la rivière se transforme en une eau calme avec une largeur par endroits considérable. A Paakkolan- koski elle se resserre, pour s'élargir de nouveau et devenir un cours d'eau calme, semblable à un cha- pelet de lacs se succédant. Elle se jette dans le Ladoga par deux bras qui entourent l'île où sont bâties la ville et la forteresse de Kexholm.

Le courant principal coule maintenant, par le rapide dit de Kivisalmi, haut de 3 m et creusé en 1857, dans le lac de Suvanto et de là par la rivière de Taipale dans le Ladoga. Le débit maximum de la rivière est 1,200 m³ à la seconde, le débit minimum de 360 m³; la moyenne de la crue est de 660 m³, la moyenne de l'étiage de 480 m³ à la seconde.

La rivière est navigable dans la plus grande partie de son cours inférieur. De 1892 à 1895, on la canalisa de l'église de Jääskis au village de Tiurinniemi, paroisse de Räisälä pour la branche septentrionale et à la pointe de Kiviniemi, paroisse de Sakkola pour la branche méridionale. Le chenal a une profondeur de 2,1 m au plus bas étiage. Le rapide de Paakkola, dont la chute est de 0,8 m est longé par le canal à écluse de Paakkola. L'écluse a 35,4 m de longueur, 7,66 de largeur et 2,67 de tirant d'eau aux seuils; elle est construite en bois sur fond de béton. Les travaux ont coûté 329,523 marcs.

Le tableau de la p. 37 montre la circulation et budget du canal.

Le rapide de Kiviniemi interrompt le chenal, qui se poursuit par le lac de Suvanto jusqu'à l'extrémité méridionale de ce lac à Koukunniemi, où commence la rivière de Taipale, qui est navigable sur son cours inférieur. Pour étendre le chenal jusqu'au lac Ladoga, il faudrait canaliser ici le rapide de Vaskela. Le bras septentrional est lui aussi navigable sur plusieurs kilomètres.

La longueur totale des chenaux employés sur le Vuoksen est de 178 km; la profondeur varie de 1,5 à 3 m.

Outre les travaux mentionnés ci-dessus, et destinés à la création de chenaux de navigation, on a entrepris un grand nombre de petits curages de rapides et de travaux de canalisation.

La longueur totale des chenaux dans le bassin du Saima dépasse 2,000 km, avec une profondeur variant entre 1,5 et 2,67 m à l'étiage.

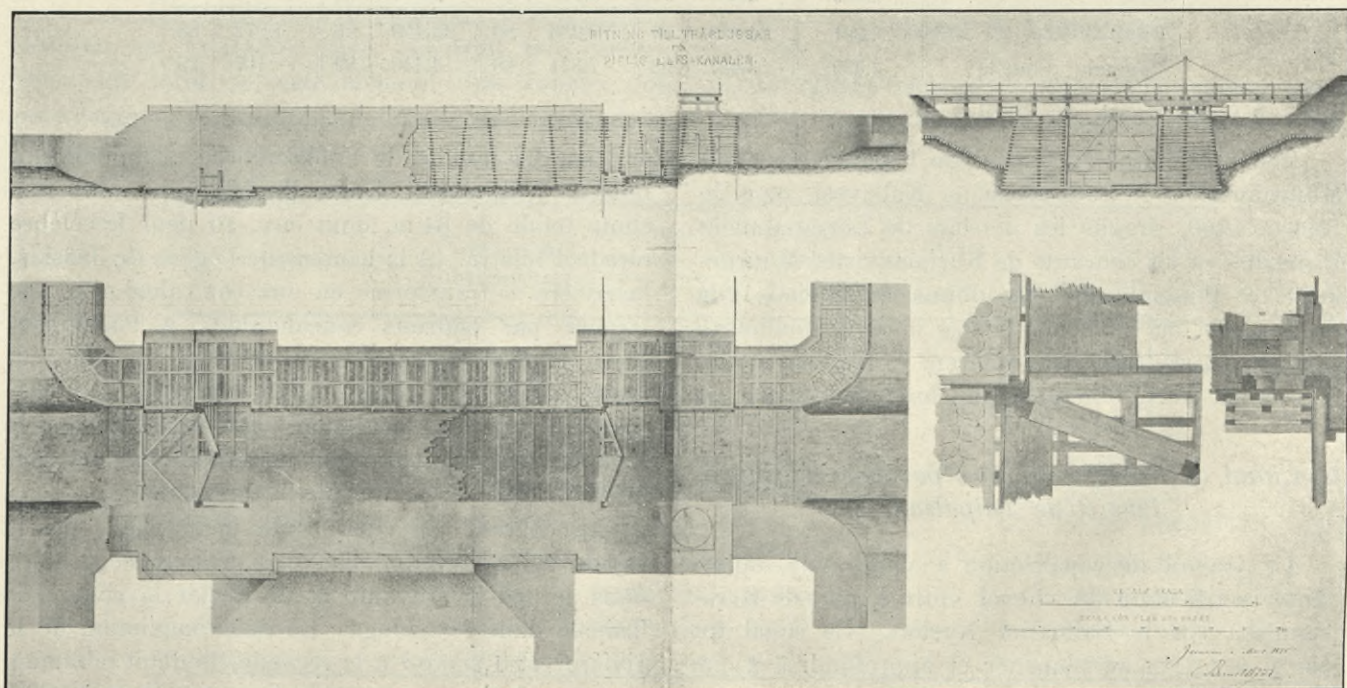
La navigation ouvre d'ordinaire au milieu de mai, pour se terminer au milieu de novembre.

Détails techniques.

Jusqu'à ces derniers temps les écluses, pour diminuer les frais de construction, étaient parfois bâties en bois. Mais la durée d'une telle construction ne peut être évaluée qu'à 15 ans environ. Comme d'autre part on n'emploie plus en règle générale de bois pour les travaux de réfection, et que la reconstruction des écluses en pierres pendant l'hiver entraîne des difficultés qui augmentent la dépense, on n'a plus guère employé dans les constructions nouvelles que la pierre naturelle.

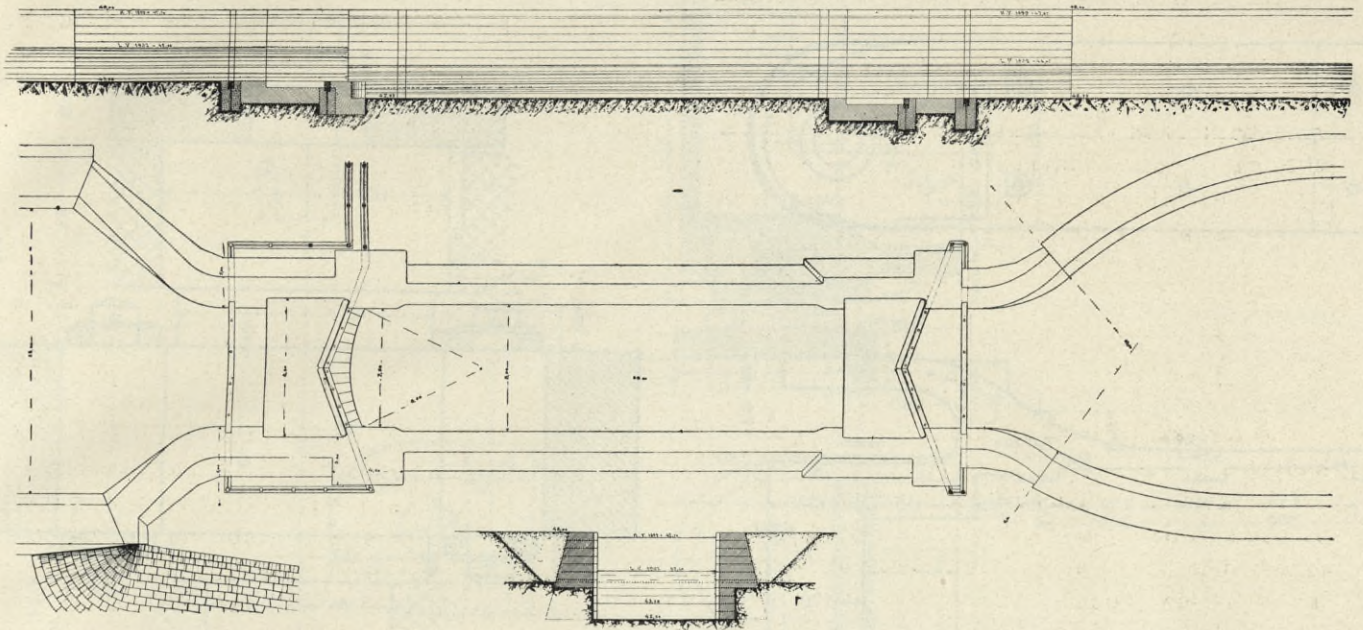
Les portes d'écluses en bois (de pin rouge) ont eu dans le canal du Saima une durée moyenne de 19 ans. Il y a pourtant des portes qui ont duré 32 ans, et une même 50 ans, celle de la cale sèche de Mustola.

Ces différences de résistance à l'usure tiennent soit aux différences d'efforts supportées par les portes, soit à la nature des matériaux. — Les portes qui durent le plus longtemps sont celles qui supportent une petite hauteur de pression et dont les matériaux sont soumis à des efforts insignifiants. Mais, bien que les portes d'écluses du Saima supportent en général une charge en fermeture allant



CANAL DU PIELIS.

Ecluse de bois.

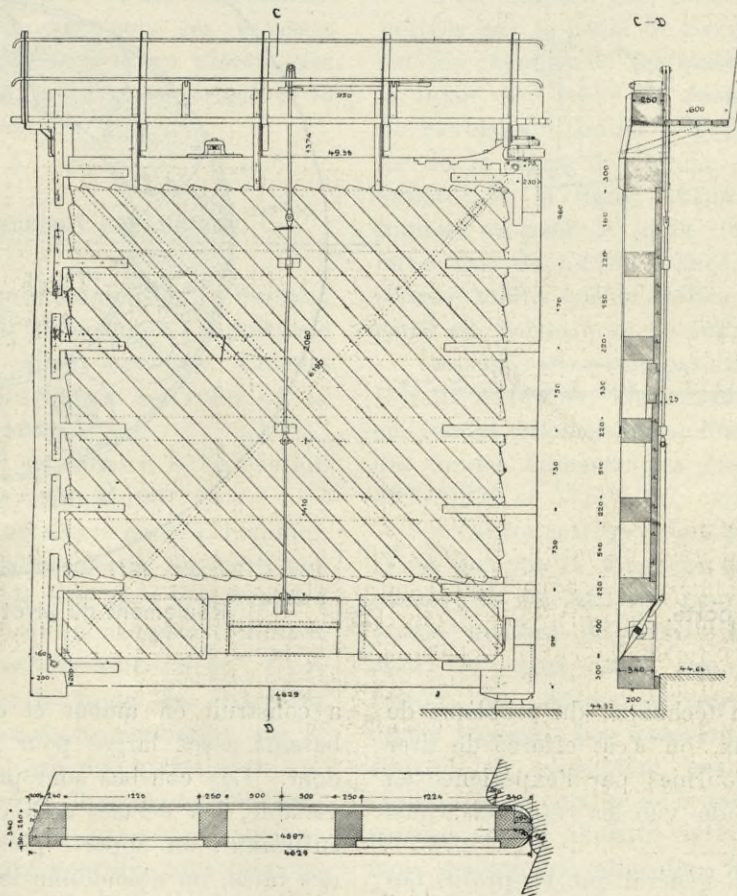


CANAL DE PILPPA.

Ecluse de pierre.

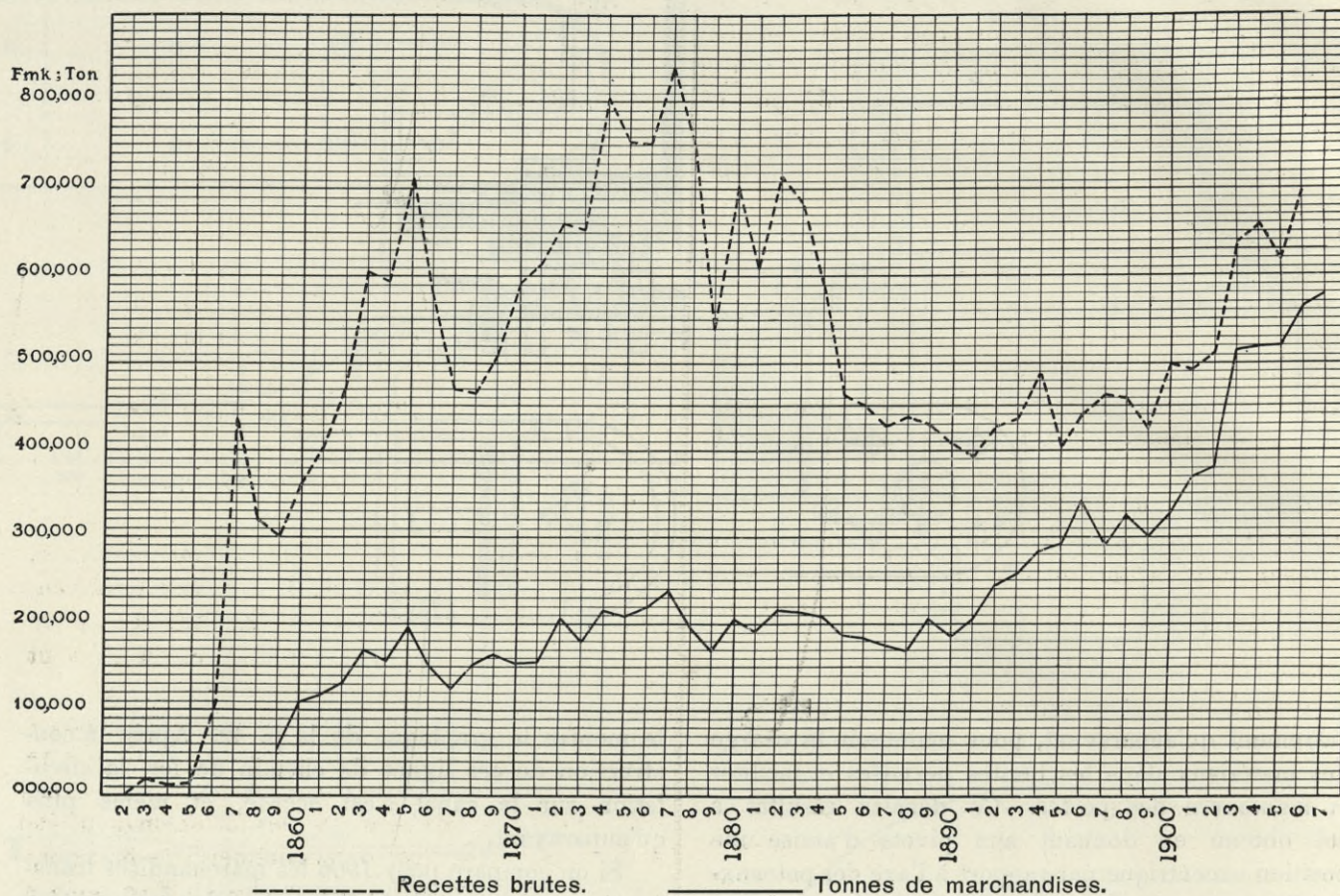
jusqu'à 250 kg par cm² pour le bois de pin, elles duraient auparavant 19 ans en moyenne. Maintenant cette durée a diminué, parce qu'on ne peut d'ordinaire plus obtenir de bois d'une aussi bonne

qualité qu'autrefois. — Les portes sont maintenant reconstruites d'après un nouveau modèle, où on établit les parties en bois pour une pression de 100 kg par cm².



Porte d'écluse en bois.

Graphique montrant les recettes brutes et le nombre de tonnes transportées sur le canal du Saima.



Nom du canal.	1880			1906		
	marchan- dises tonnes.	Droits perçus mcs.	pi	marchan- dises tonnes.	Droits perçus mcs.	pi
Koivukoski et Ämmäkoski	4,800,0	1,230	—	1,597,2	1,134	90
Murole	25,809,1	4,788	08	100,178,7	5,600	55
Lempainen	1,596,6	334	41	24,474,8	1,215	75
Valkeakoski	4,870,6	2,252	07	31,632,7	3,526	50
Vesijärvi	30,486,8	20,240	23	209,436,1	35,520	20
Kalkkis	1,370,8	1,700	34	14,217,6	2,733	55
Kolu	—	—	—	9,467,8	1,223	05
Saima	202,816,9	703,247	81	563,480,2	696,435	30
Taipale et Konnus	101,376,4	51,663	48	317,451,7	62,238	49
Ruokovirta	4,803,8	3,544	89	24,272,2	4,113	25
Ahkionlahti	2,034,2	1,366	31	12,574,5	4,599	30
Nerkoo	1,963,6	1,330	70	61,084,8	3,027	65
Saarikoski	—	—	—	1,713,6	951	75
Karvio	—	—	—	5,788,3	1,844	10
Pilppa	—	—	—	10,412,2	2,537	60
Pielis älf	37,357,0	18,700	—	92,802,8	25,474	65
Lastukoski	—	—	—	323,4	78	35
Paakkola	—	—	—	58,761,3	8,820	50
Total	419,285,8	810,398	32	1,539,669,9	861,075	44

Pour obtenir le nombre des tonnes kilométriques pour les chenaux du bassin du Saima, on admettra que le chiffre de tonnes qui traverse le canal de Taipale a voyagé sur la ligne Kuopio—Viborg, et que celui qui traverse le canal de Joensuu a voyagé sur la ligne Pielisjärvi—Wiborg, et enfin que le reste du chiffre total de tonnes pour le canal du Saima n'a traversé que le canal, soit 59,3 km. On obtient ainsi, pour le bassin du Saima, les nombres approximatifs suivants de tonnes kilométriques, resp. 107,933,680, 38,049,230 et 9,040,275, soit en tout 155,023,185.

Si on admet pour le bassin du Päijänne que le nombre de tonnes qui traverse le canal de Vesijärvi, diminué du nombre de tonnes qui traverse le canal de Kalkkis, a fait un trajet de 100 km, soit jusque vers le village de Jämsä, et que les marchandises transportées par le canal de Kalkkis ont voyagé de Heinola à Lahtis, on obtient les nombres suivants de tonnes kilométriques: resp. 19,521,800 et 924,170, soit en tout 20,445,970.

Enfin si, pour le Pyhäjärvi, on compte que les marchandises qui traversent le canal de Valkeakoski ont voyagé du canal de Kaivanto à Tavastehus, celles qui traversent le canal de Lempoinen la distance entre le Vanajanselkä et Tammerfors, et celles qui traversent le canal de Murole la distance du canal de Kauttu à Tammerfors, on obtient pour ces lignes les nombres suivants de tonnes kilométriques: 2,056,145; 1,713,250 et 6,010,740, soit en tout 9,780,135.

Le nombre approximatif de tonnes kilométriques pour les chenaux de ces bassins fluviaux est donc pour 1906, de 185,249,300. Comme le chiffre correspondant pour le transport des marchandises sur l'ensemble des chemins de fer de l'Etat est de 376,288,000, on voit que, pour le trafic par canaux, le nombre de tonnes kilométriques est d'environ la moitié de celui des chemins de fer.

Il est évident que le nombre de tonnes kilométriques pour ces trois bassins est trop faible, car on n'a pas tenu compte de la quantité de marchandises qui n'est pas transportée par des canaux à écluses.

Le tableau de la p. 42 montre la quantité de marchandises transportée par les canaux et les droits perçus en 1880 et 1906.

Le total des marchandises transportées par canaux était donc en 1880 de 419,285.8 tonnes et en 1906 de 1,539,669.9 tonnes.

Pour ces mêmes années, les chiffres correspondants pour l'ensemble des chemins de fer étaient de 365,090.1 et 3,077,384 tonnes.

Les recettes des canaux se sont montées en 1906 à 861,075 marcs.

De 1897 à 1906, le trafic par canaux a laissé un bénéfice net de

1897	marcs	115,031
1898	„	294,134
1899	„	267,617
1900	„	241,371
1901	„	145,701
1902	„	247,751
1903	„	375,510
1904	„	449,736
1905	„	388,588
1906	„	475,347
Total marcs		3,000,786

La moyenne annuelle est de 300,079 marcs.

On n'a pas compté ici d'intérêt pour le capital de premier établissement. Mais, comme celui-ci se monte à env. 26,5 millions, le bénéfice total constituerait un intérêt de 1,13 % env. sur ce capital.

Les frais d'administration des canaux peuvent être évalués à 120,000 marcs par an.

Bien que la quantité de marchandises transportée par les canaux pourvus d'écluses ne puisse être considérée comme représentant la totalité du transport par voies fluviales, sur lequel on manque de statistiques (et qui est nécessairement de beaucoup supérieur au premier chiffre), les chiffres donnés ci-dessus montrent l'importance qu'ont pour le pays les voies fluviales.

Droits de navigation.

Les taxes perçues sont réglées par un tarif détaillé, déterminé par les conditions générales, et basé sur la valeur des marchandises. La taxe est en général calculée d'après le volume, mais aussi, pour certains articles, d'après le poids, et pour d'autres d'après la grandeur des marchandises.

Remarque finale.

Sur tous les grands cours d'eau et sur un grand nombre de petits, il existe des lignes régulières de bateaux à vapeur; mais il y a en outre des chenaux trafiqués qui n'ont pas été marqués sur la carte, soit à raison de la petitesse de l'échelle, soit parce que la circulation est irrégulière.

Les canaux à écluses (ces dernières au nombre de 64) se trouvent tous dans les trois grands bassins, à l'exception de deux petits canaux avec deux écluses dans le nord du pays.

La profondeur du chenal dans les canaux et chenaux de navigation varie en général de 1,5 à 2,7 m.

La largeur au plancher varie de 12 à 15 m. Dans des cas exceptionnels, et quand la profondeur tombe à 1,2—1,5 m, la largeur au plancher peut dans les chenaux de moindre importance descendre à 6—10 m.

Le rayon des courbes ne descend jamais au dessous de 5 fois la longueur des bâtimens, et la largeur dans les courbes s'accroît en proportion du rayon et autres facteurs selon les règles ordinaires.

Toutes les portes d'écluses sont construites en bois. Pour vider ou emplir l'écluse, les portes de l'écluse sont pourvues de vannes à coulisse ou à clapet.

La longueur totale des chenaux intérieurs sur lesquels circulent des bateaux à vapeur atteint env. 3,500 km.

Ports sur les voies navigables intérieures.

Les 14 villes situées à l'intérieur de la Finlande sont toutes placées sur des cours d'eau navigables, et ont toutes des ports. Toutes aussi, sauf Kexholm et Heinola, sont situées sur des chemins de fer.

Beaucoup d'entre elles ont une circulation assez animée et des ports très développés. Les principales à ce point de vue sont Tammerfors et Kuopio. La première a deux ports, l'un sur le Pyhäjärvi, l'autre sur le Näsijärvi. L'étendue totale des quais est de 960 m.

Le port de Kuopio offre 2,338 m de quais. Le trafic local est assuré par 21 bateaux à vapeur transportant des voyageurs, 14 remorqueurs et 74 voiliers. Le port offre un coup d'oeil animé et caractéristique, surtout vers midi, où, après l'arrivée des trains, une vingtaine de vapeurs partent dans des directions différentes le long des vastes lacs qui entourent la ville.





Chenaux et ports sur la côte.

La Finlande offre une longue bande côtière, bordée presque partout d'un archipel étendu. La longueur totale des chenaux balisés sur les côtes atteint 5,600 km.

Pour la profondeur, ils sont divisés en 4 catégories, avec des profondeurs respectives de 6, 12, 18 et 24 pieds.

La largeur du chenal varie de 10 à 50 m selon la profondeur et le but du chenal.

On cherche autant que possible à éviter sur les chenaux de 4—5—6 m les courbes de rayon inférieur à 400—600 m.

Parmi les canaux construits sur les côtes, il faut nommer ceux de Lemström, Strömma, Hästnäs et Klubbnäs.

Pour assurer la navigation entre les villes situées à l'embouchure des fleuves et leurs ports respectifs, on a exécuté de grands travaux de dragage à Åbo, Viborg, Uleåborg et Björneborg.

Les ports des 23 villes côtières de la Finlande sont tous, à l'exception de celui de Hangö, bien protégés par la nature. Ce n'est pourtant pas le cas des ports extérieurs de Brahestad (Lapaluoto), Björneborg (Mäntyluoto) et Lovisa (Walkom), où on a construit des abris artificiels.

Les quais et pontons sont en général construits en caissons enfoncés. On trouve cependant beaucoup de quais reposant sur pilotis dans les ports d'Åbo, de Viborg et de Helsingfors.

La technique proprement dite de la construction des ports date en Finlande de la fin de la décennie 1880.

Ce fut l'Etat finlandais qui commença l'agencement rationnel de ports, tant dans le plan général

que dans la construction de quais, môles et accessoires, par l'agrandissement du port de Hangö commencé en 1889; puis vint en 1892 la ville de Helsingfors, qui, à l'occasion de la construction d'une voie ferrée pour le port, destinée à être construite

Ville.	Longueur de quais m	Profondeur à quai m	Dépenses faites 1888—1907 marcs.
Viborg	2,250	2,1—4,5	1,340,000
Fredrikshamn	448	1,0—4,5	330,000
Kotka	990	3,2—3,7	1,100,000
Valkom (Lovisa)	{ 300 140	{ 3,0 8,5	{ 300,000
Helsingfors	4,690	1,0—8,0	5,870,000
	1,150	dont 6,0—8,0	
Hangö	862	6,0—7,4	3,725,114
Åbo	5,960	1,0—6,0	2,461,000
Raumo	420	3,0—6,0	329,562
Björneborg et avant-ports	930	} env. 3,0	1,246,000
Räfsö	1,354		
Mäntyluoto	681	2,5—7,5	2,210,000
Vasklot	325	2,0—7,2	—
Jakobstad	900	3,0—7,2	213,000
Brahestad (Lapaluoto)	305	3,5—7,0	350,000
Uleåborg et avant-port	170	2,0	} 1,087,000
Toppila	3,900	2,0—6,0	
Tammerfors	960	1,5 v. l. v.	345,000
Kuopio	1,338	env. 1,0—3,0	—
		Total Fmk	20,906,676

en 1890, commença en 1892 une série de travaux assez grandioses pour améliorer le port.

Depuis 1889 on a agrandi et amélioré les ports des dix villes suivantes: Viborg, Fredrikshamn, Kotka, Helsingfors, Hangö, Åbo, Raumo, Björneborg, Jakobstad et Uleåborg. De nouveaux ports ont été construits à Lovisa (Valkom), Björneborg (Mäntyluoto), Brahestad (Lapaluoto) et Kemi. Actuellement on agrandit le port de Hangö.

Le tableau de la p. 45 montre, pour chacune des villes qui y sont comprises, le montant des sommes consacrées aux constructions dans les ports de 1888 à 1907, la longueur des quais et la profondeur à quai.

Les chiffres de dépenses indiqués ne doivent pas être considérés comme constituant la valeur des ports, mais comprennent seulement les sommes consacrées aux constructions depuis 1888. Ces sommes se distribuent, dans la plupart des cas, sur l'ensemble de cette période, rarement sur quelques années.

Helsingfors a été libéralement doté de ports par la nature. Les travaux qui y ont été faits offrent aussi beaucoup de points d'un intérêt général.

La seconde ville du pays, *Åbo*, a une longueur de quais supérieure à celle de Helsingfors. Cela tient à ce que les rives de l'Aura, qui traverse la ville, sont sur plusieurs km pourvues de quais, où la profondeur, il est vrai, est sur de longues étendues assez faible. Le port est remarquable aussi par le fait que, bien qu'il soit situé au fond d'un archipel étendu, il a un trafic d'hiver régulier, assuré par un brise-glaces appartenant à une société privée, qui maintenant reçoit aussi une subvention de l'Etat.

La circulation principale en hiver se fait pourtant par Hangö, et elle est assurée par deux à trois brise-glaces appartenant à l'Etat.

L'aménagement des ports présente dans certaines villes des traits dignes de remarque et intéressants au point de vue général. On indiquera ici brièvement les travaux d'agrandissement du port de Hangö

et ceux pour la création du port de Mäntyluoto, en s'attachant spécialement aux types de môles et de quais employés.

Port de Hangö.

Situé sur la pointe méridionale extrême du pays, le promontoire de Hangö, ce port fut créé en 1872—1873, en même temps que le chemin de fer Hyvinge—Hangö construit par une société russe. Le but poursuivi était d'organiser par Hangö un grand trafic de transit avec Saint-Pétersbourg.

Les travaux consistèrent dans la construction d'un môle dont la longueur sur le front méridional était de 138,6 m, et l'établissement d'un quai qui prolongeait dans la direction de la terre ferme le côté nord du môle. On obtint ainsi 194,4 m de quais.

Le brise-lames, construit sur adjudication par un ingénieur russe, dirigé par un ingénieur finlandais, était le premier construit en Finlande; il était remarquable par la profondeur considérable (11 m au dessous du niveau des basses-eaux) à laquelle on enfonça les caissons.

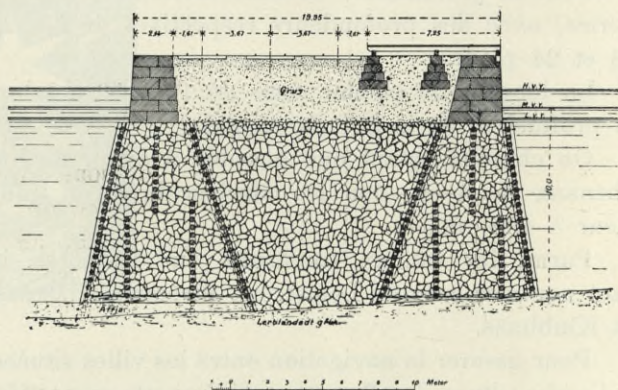


Fig. 1. Coupe du môle construit en 1872—1875.

La fig. 1 montre la coupe du môle.

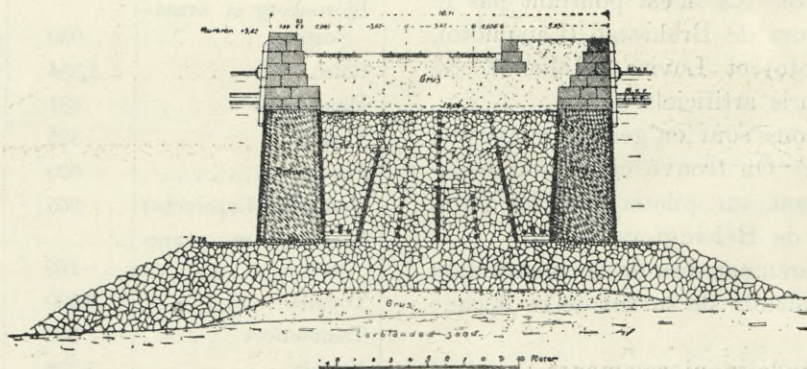


Fig. 2. Coupe du môle construit en 1889—1890.

En 1888 la Direction générale des ponts et chaussées fut chargée par le Sénat de dresser un projet de prolongement du môle, de création d'un quai le long de la baie protégée par le môle et de dragage de cette baie pour agrandir le bassin du port.

La coupe sagittale du môle prolongé ressort de la figure 2.

Sur ce banc on plaça des caissons ayant 19,1 m de front dans le travers du môle et 10,6 m de longueur. Ces caissons furent noyés, leurs sections intérieures remplies de pierres, et les sections extérieures, bâties en poutres et calfeutrées, remplies d'un béton faible. Sur les chambres bétonnées on éleva des murs en blocs de granit cimentés; l'intervalle entre les murs fut comblé avec du sable et du gravier.

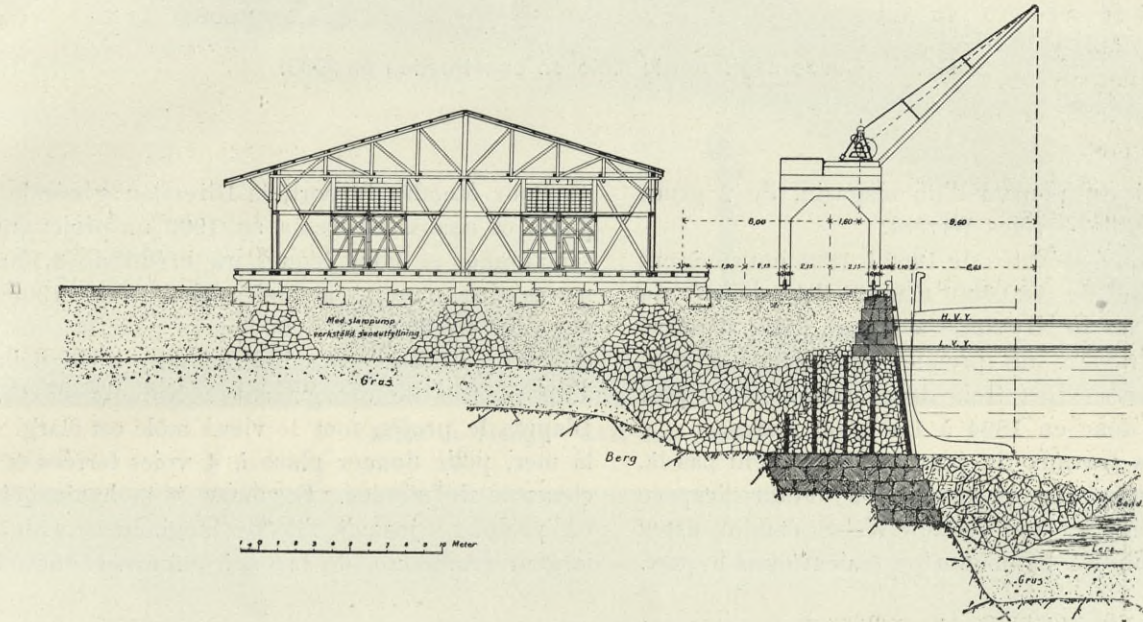


Fig. 3. Coupe sagittale du quai construit en 1892—1893.

La profondeur est de 12,5 m au dessous du niveau 0. Le fond de la mer fut rempli par une couche de gravier grossier épaisse d'env. 1,5 m, sur laquelle fut posé un banc de blocs de pierre jusqu'à une hauteur de 7,4 m au dessous du niveau 0.

De 1892 à 1894 on agrandit le bassin du port par des dragages, et on construisit un quai sur le côté oriental. Ce quai a le profil indiqué par la fig. 3.

Les fig. 4 et 5 montrent le profil du môle élargi.

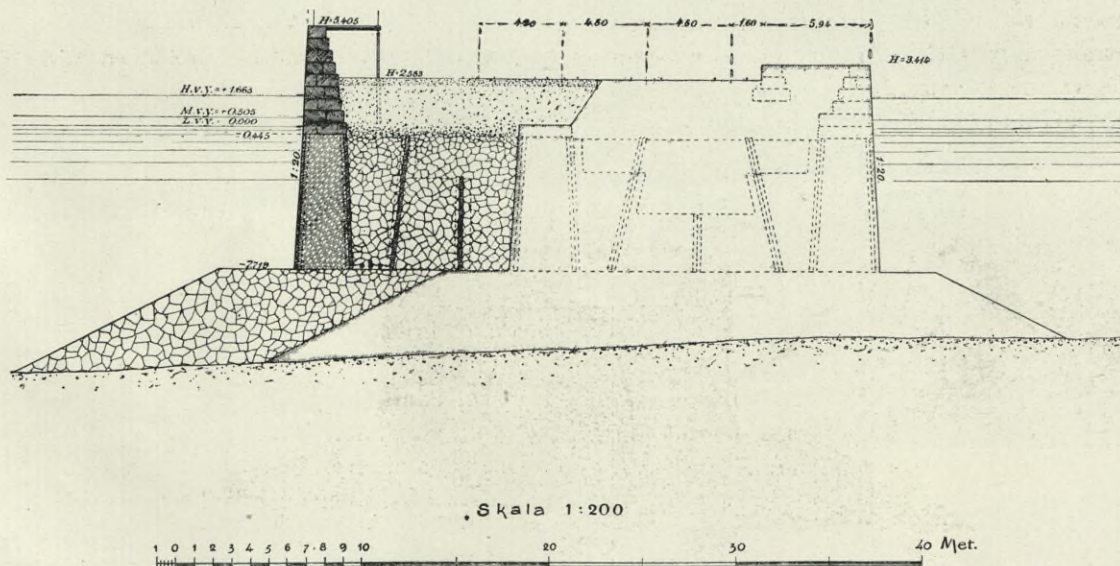


Fig. 4. Coupe sagittale du môle en construction en 1903.

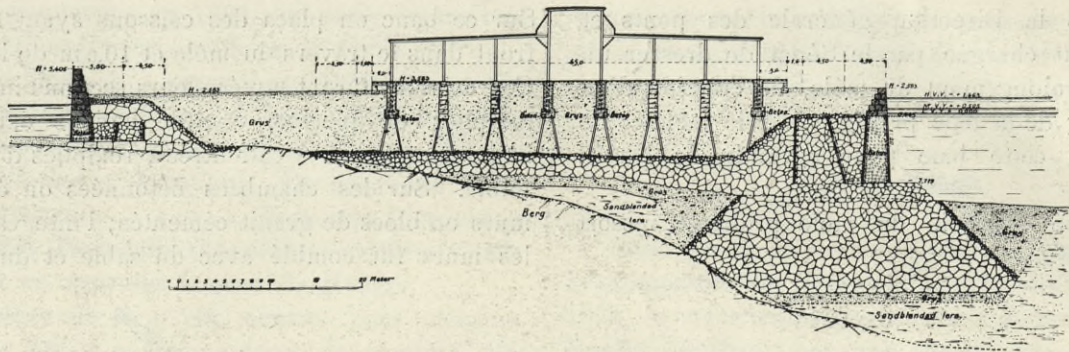


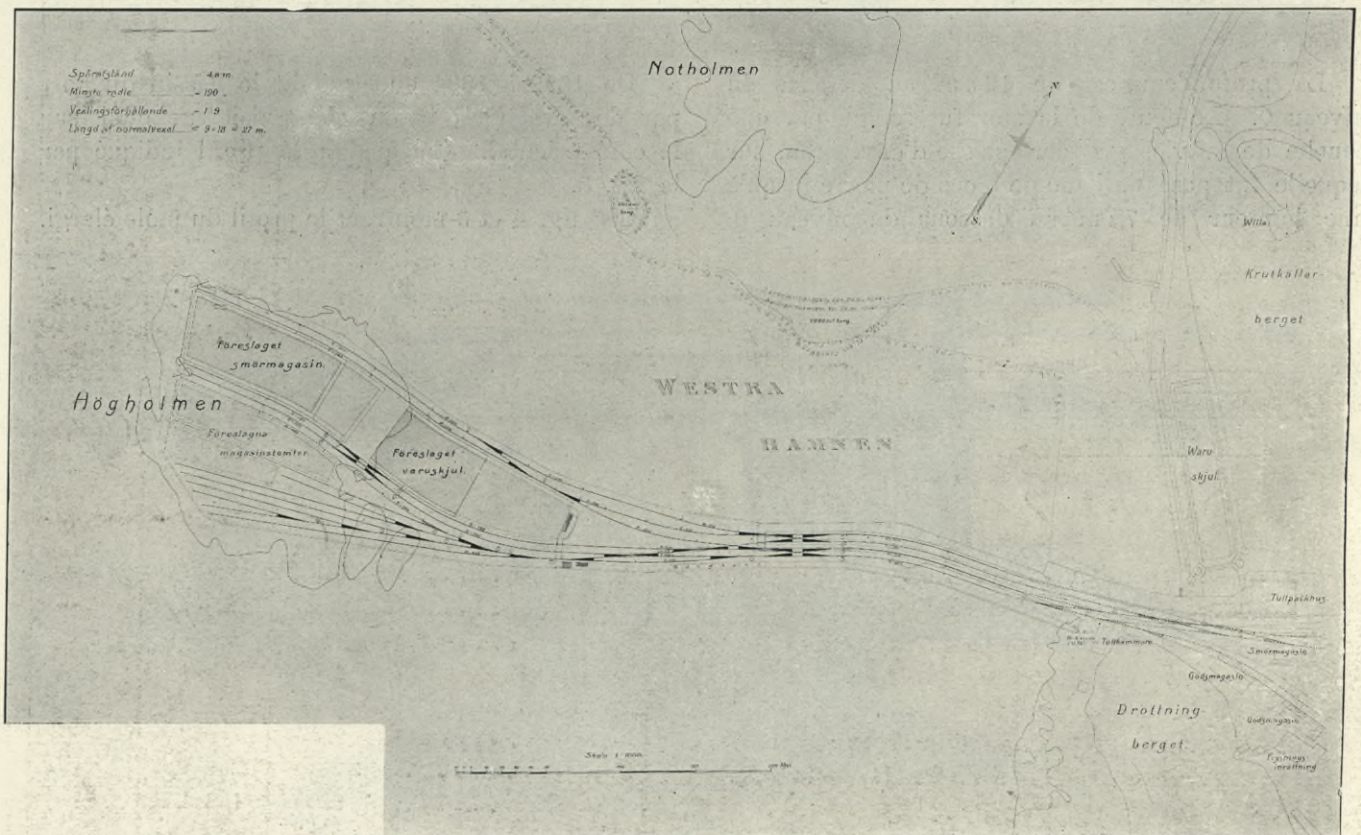
Fig. 5. Coupe sagittale du môle en construction en 1903.

Le quai est pourvu d'un magasin, de 2 grues à vapeur et de 4 voies ferrées.

Les travaux exécutés de 1889 à 1894 entraînèrent une dépense de 980,000 marcs. La société du chemin de fer de Hyvinge à Hangö avait dépensé pour les travaux de premier établissement env. 550,000 marcs. Les frais de construction du port s'élevaient donc en 1894 à 1,530,000 marcs.

Mais les travaux du port ne s'arrêtèrent pas là. L'accroissement de la circulation rendit l'espace trop restreint, et les vents SW—S étaient assez gênants pour les bâtiments qui étaient dans le port.

Pour étendre le port, la Direction générale des ponts et chaussées dressa en 1903 un projet qui fut sanctionné, et pour lequel un crédit de 3,500,000 marcs fut ouvert, auquel s'ajouta en 1907 un nouveau crédit de 437,000 marcs pour la construction d'un brise-lames supplémentaire à Högholmen, d'un ponton de chargement à Notholmen etc. — D'après le projet, tout le vieux môle est élargi vers la mer, pour donner place à 4 voies ferrées et une chaussée de piétons. En outre le môle ainsi élargi est prolongé jusqu'à l'île de Högholmen avec une largeur croissante, de façon à embrasser toute l'île.



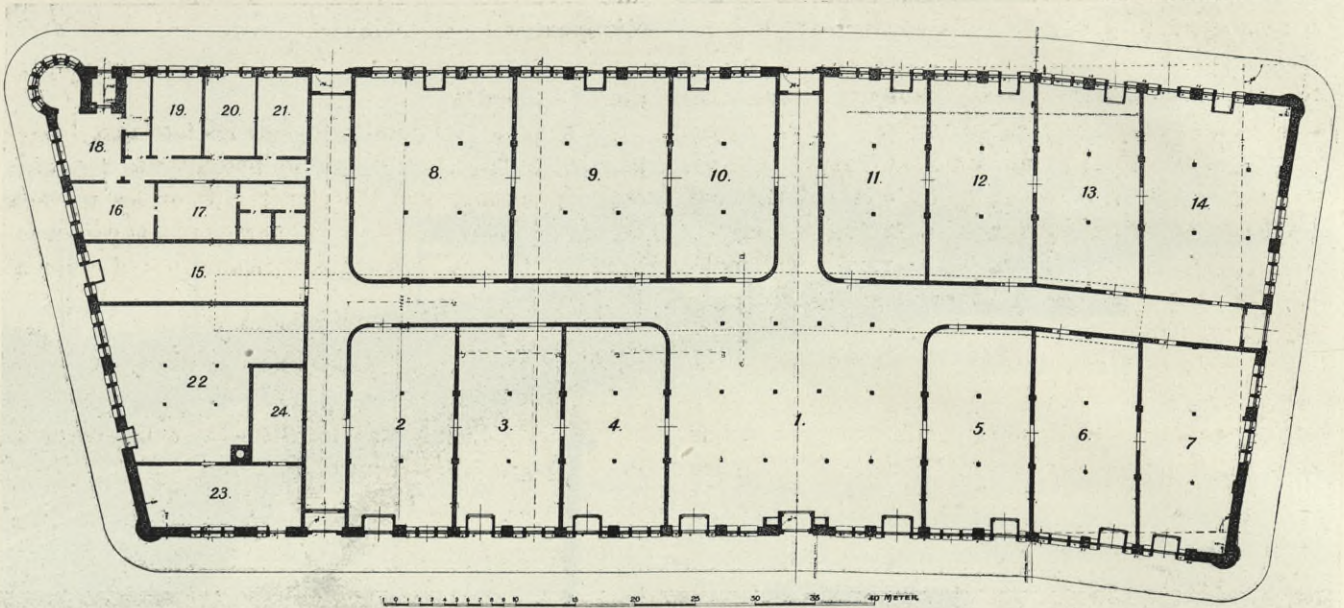
Plan d'agrandissement du port de Hangö en 1903.



Môle de Hangö. Etat des travaux en 1905.

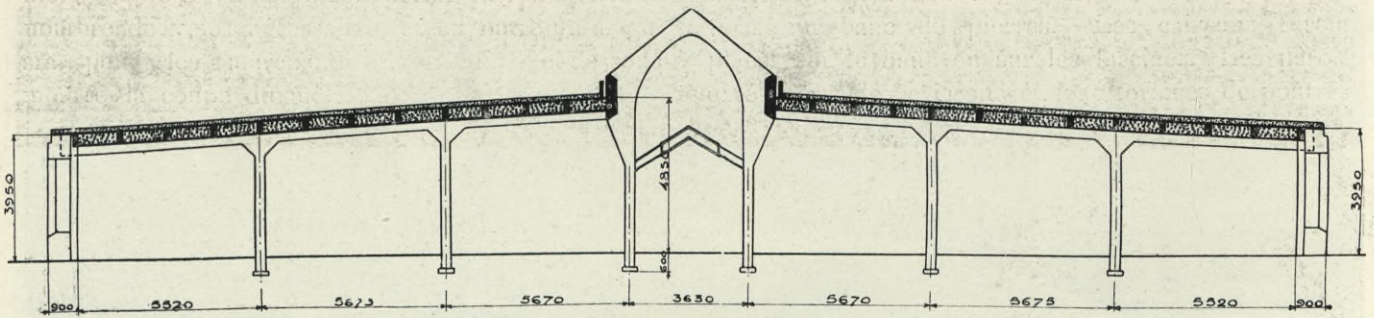


Le môle de Hangö par une tempête de sud-est le 12 mars 1905.

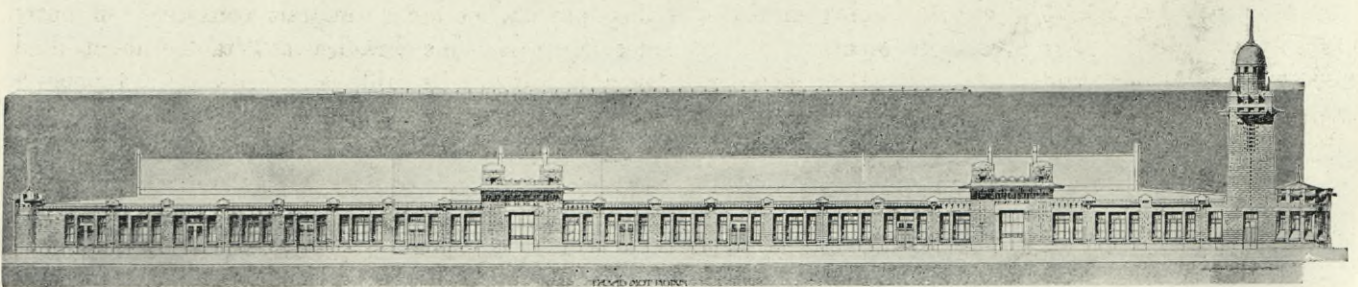


Plan du magasin de beurre de Hangö.

1-15 chambres de classement, 16-21 laboratoire, 22 machinerie, 23 chaufferie, 24 soute à charbon.



Coupe du magasin de beurre de Hangö.



Magasin de beurre de Hangö. Façade nord.

Sur le côté nord de l'île on construira un quai. Le mur extérieur du môle a au sommet du parapet une hauteur de 5,4 m au dessus du niveau de basses eaux; il est prolongé à cette hauteur le long des faces sud et ouest de Högholmen pour abriter des vagues. Les quais sont ainsi augmentés d'une étendue de 424 m. La longueur totale des quais, une fois ces travaux terminés, atteindra 862 m.

A l'endroit où la face extérieure du môle atteint Högholmen, la configuration du sol est particulièrement favorable pour donner aux masses d'eau, en cas de mer agitée, un fort mouvement en sens horizontal. Quand elles atteignent ensuite le mur protecteur, les vagues rebondissent en hauteur et sont projetées par dessus le môle. La figure

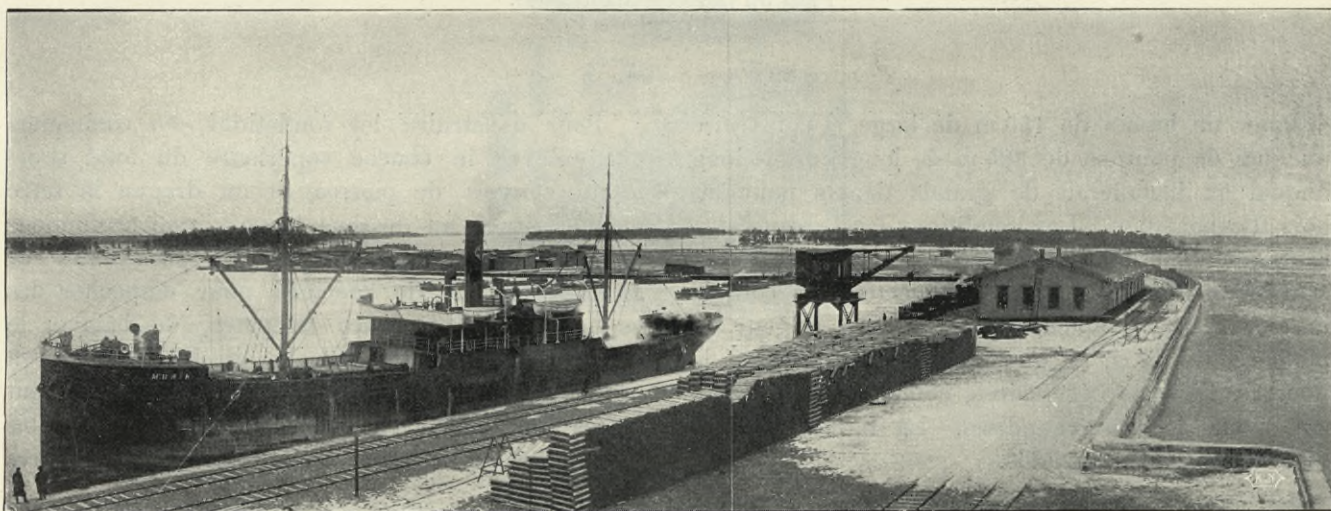
ture, grâce à des appareils de chauffage et de réfrigération, sera maintenue entre $+ 6$ et $+ 13^{\circ} \text{C}$.

En outre on bâtit un magasin avec une superficie de 2,590 m².

Les appareils employés pour les travaux: casse-pierres, appareils à mêler le béton, grues, treuils etc. étaient mûs par l'électricité. Pour les travaux de mines sous-marines, on employa des perceuses à vapeur de fabrication américaine qui donnèrent de bons résultats.

Port de Mäntyluoto.

Mäntyluoto est un îlot situé à la lisière de la mer devant l'embouchure du Kumo.



Port de Mäntyluoto.

de la p. 49 montre comment, au cours d'une tempête SW le 12 mars 1905, la mer chassa la glace brisée par dessus le mur de protection, formant en quelques heures un banc de glace de 6,000 m³, élevé de 11 m env. au dessus du plan du quai. Pour empêcher les vagues, en cas de forte tempête SW, d'être ainsi projetées à cet endroit au delà du mur, on construisit, en avant de ce mur, un brise-lames en blocs de pierres long de 90 m.

Comme l'exportation de beurre est assez importante (en 1907 env. 12,415 ton), on bâtit sur l'île de Högholmen un grand magasin pour le beurre. Ce bâtiment occupe une surface de 4,000 m²; il comprend, outre les couloirs, 15 chambres de classement séparées, une chambre des machines, une chaufferie, une soute à charbon et les locaux pour un laboratoire d'examen du beurre. La tempéra-

La ville de Björneborg, située à env. 20 km en amont de l'embouchure, n'a qu'un chenal de 3 m de profondeur, et son port extérieur, Råfsö, situé à 2 km env. au N. de Mäntyluoto, n'a pas de chemin de fer. Les études entreprises montrèrent que l'établissement d'un chemin de fer sur la rive droite du Kumo de Björneborg à Råfsö serait très dispendieux, et qu'il faudrait consacrer en outre des sommes considérables à l'établissement d'un port à Råfsö. La ville se décida alors à pousser le chemin de fer sur la rive gauche du Kumo jusqu'à Mäntyluoto et à y établir un port. La Direction générale des ponts et chaussées dressa un projet qui fut sanctionné en 1898, après quoi les travaux commencèrent. D'après le programme des travaux, on devait faire un môle d'env. 285 m de long avec une profondeur d'eau de 5,5 à 7 m,

charpentées, le fond étant taillé à la hache. Dans les chambres extérieures tournées vers la mer la partie supérieure fut remplie d'une couche de béton épaisse de 1 m, pour que la pression du mur se transmette plus également sur le fond par les poutres verticales dont le caisson est pourvu.

Sur la face intérieure du môle, qui n'est pas exposée au choc des vagues, on n'a pas mis de couche de béton. La face antérieure du caisson est de ce côté presque verticale, et la pression est supportée par des poutres verticales. L'intervalle entre les caissons est rempli surtout avec des lattes.

Les dépenses pour ces travaux se montèrent à 2,210,000 marcs.

Comme on le voit, on a en Finlande, pour la construction de môles et de quais, employé sur une grande échelle le système des caissons noyés.

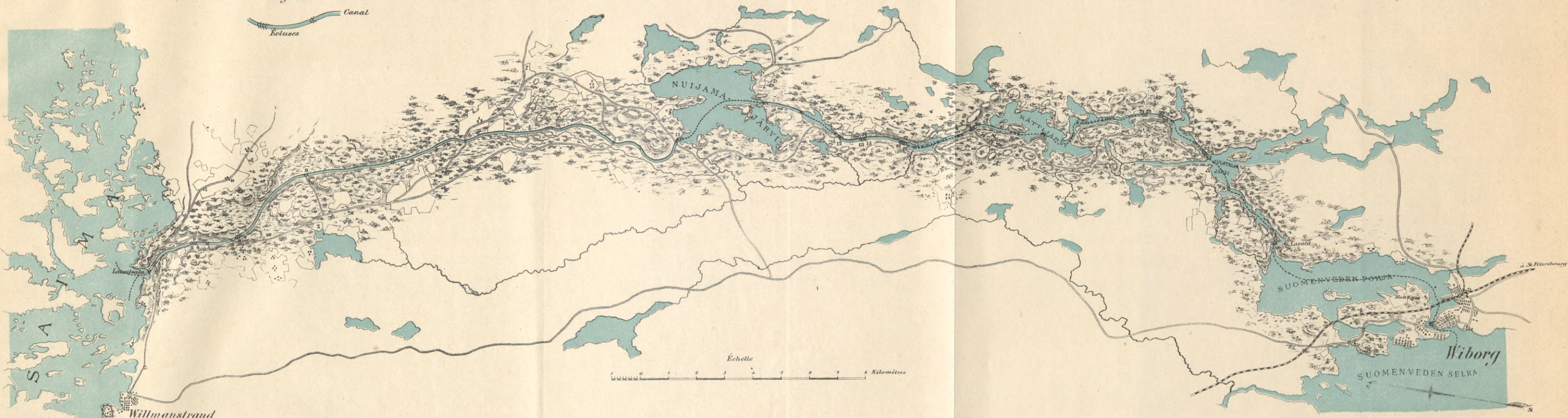
La construction, faite avec soin, offre de bonnes garanties de durée et n'exige que des travaux de réparation insignifiants.



Plan et profil du Canal du Saima.

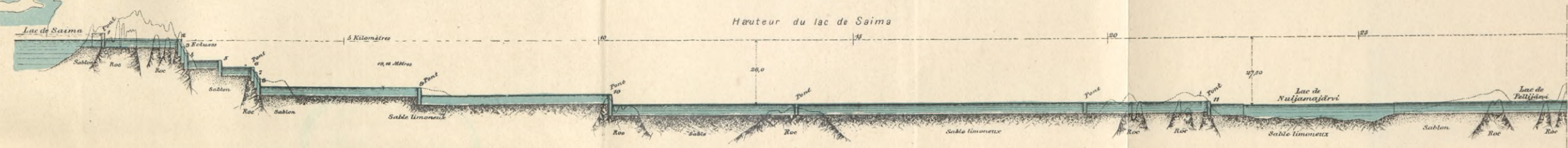
Légende:

 Canal
 Écluses

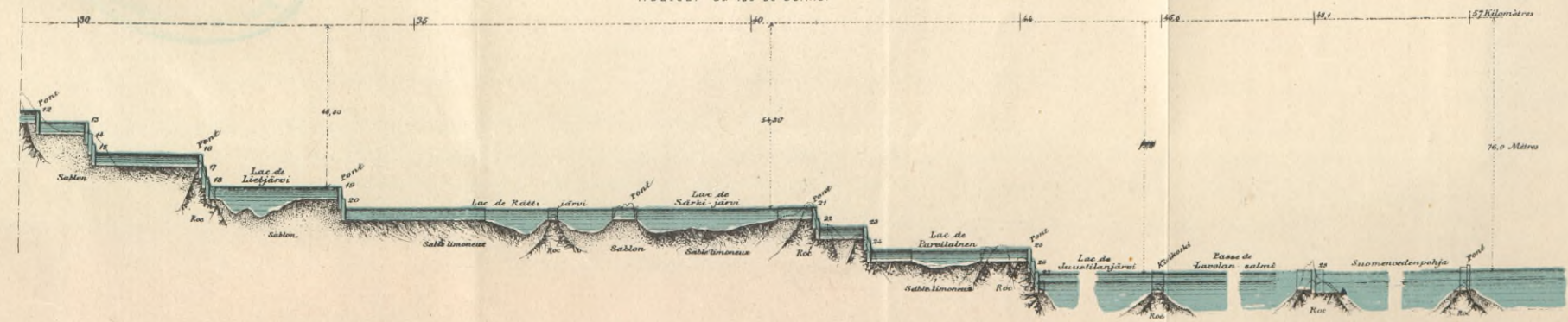


Profil en long.

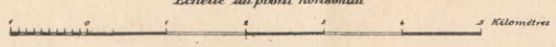
Hauteur du lac de Saima



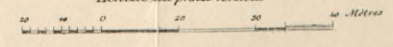
Hauteur du lac de Saima



Échelle du profil horizontal



Échelle du profil vertical





GRAND-DUCHÉ DE FINLANDE

- Chenaux balisés pour bateaux à vapeur
- - - Chenaux balisés pour bateaux
- Chemins de fer

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33522

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305836