

5426/95
Anlagen A zum Bericht Nr. 42 aus Brüssel
vom 1. März 1895.

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

7^{me} QUESTION. *27*

LES CATARACTES DU DNIÉPRE

RAPPORT

PAR

M. V. E. de TIMONOFF,

Ingénieur des Voies de Communication,
Professeur adjoint à l'Institut des Ingénieurs des Voies de Communication de St-Petersbourg,
Membre de la commission pour la création de ports de commerce en Russie.

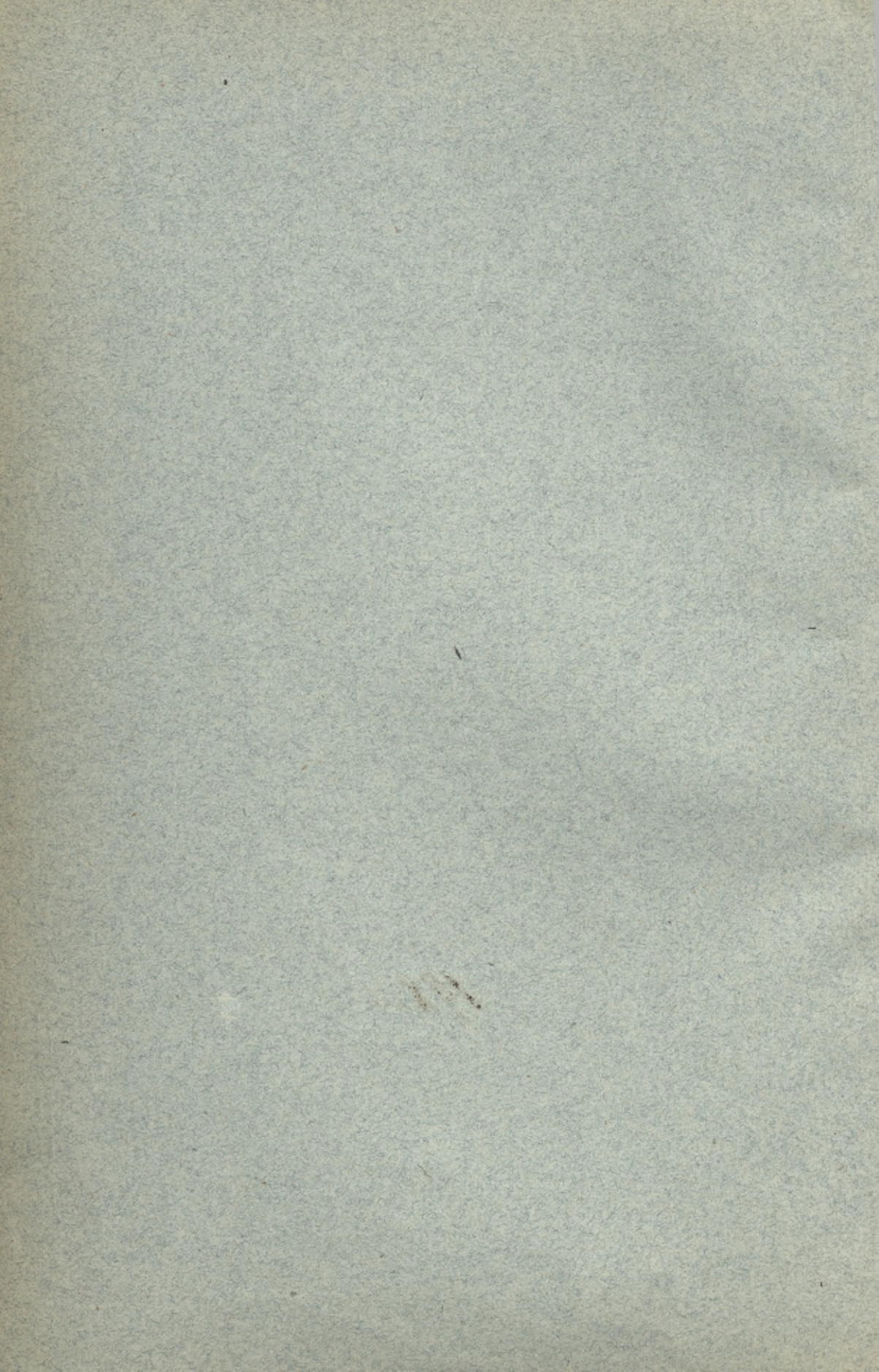
10 planches et 64 figures dans le texte.



ST-PÉTERSBOURG.

Imprimerie TRENKÉ et FUSNOT, Maximilianovsky pércoulouk, № 13.

1894.





Terepan de boraxum.

FRANÇOIS DE WOLLANT,

INGÉNIEUR HOLLANDAIS,

auteur du premier projet d'amélioration des cataractes
du Dniépr.

CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

7^e QUESTION.

LES CATARACTES DU DNIÈPRE

RAPPORT

PAR

M. V. E. DE TIMONOFF,

Ingénieur des Voies de Communication,

professeur adjoint à l'Institut des Ingénieurs des Voies de Communication de St-Petersbourg,

Membre de la commission pour la création de ports de commerce en Russie.

SOMMAIRE:

- CHAPITRE I. L'hydrographie du Dnièpre.
- CHAPITRE II. Matériel de navigation du Dnièpre.
- CHAPITRE III. Le commerce du Dnièpre.
- CHAPITRE IV. Description des cataractes.
- CHAPITRE V. Historique des travaux d'amélioration.
- CHAPITRE VI. Principes du projet en étude.
- CHAPITRE VII. Résumé et conclusions.

ST-PÉTERSBOURG.

Imprimerie Trensck et Fetsor, Maximilianovsky pereoulek, N° 13.

1894.



Terepauz de bonasum.

FRANÇOIS DE WOLLANT.

INGÉNIEUR HOLLANDAIS,

auteur du premier projet d'amélioration des cataractes
du Dniépr.

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

LA HAYE, 1894.

7^{me} QUESTION.

LES CATARACTES DU DNIÈPRE

RAPPORT

PAR

M. V. E. DE TIMONOFF,

Ingénieur des Voies de Communication,
Professeur-adjoint à l'Institut des Ingénieurs des Voies de Communication de St-Petersbourg,
Membre de la commission pour la création de ports de commerce en Russie.

SOMMAIRE :

- CHAPITRE I. L'hydrographie du Dnièpre.
- CHAPITRE II. Matériel de navigation du Dnièpre.
- CHAPITRE III. Le commerce du Dnièpre.
- CHAPITRE IV. Description des cataractes.
- CHAPITRE V. Historique des travaux d'amélioration.
- CHAPITRE VI. Principes du projet en étude.
- CHAPITRE VII. Résumé et conclusions.

ST-PÉTERSBOURG.

Imprimerie TRENKÉ et FUSNOT, Maximilianovsky péréoulouk, № 13.

1894.

VI CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTERIEURE

LA HAYE 1891



II-354142

LES CATARACTES DU DNIÉPRE

RAPPORT

ERRATA IMPORTANTS.

	Imprimé.	Lire.
p. 56. № 5. C. Nénassytetski. Basses eaux. Pente moyenne.	0,00053	0,0053
idem. Etiage.	0,00055	0,0055

SOMMAIRE

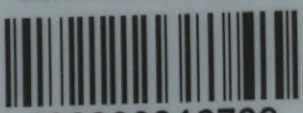
- CHAPITRE I L'hydrographie du Dniépre.
- CHAPITRE II Matériel de navigation du Dniépre.
- CHAPITRE III Le commerce du Dniépre.
- CHAPITRE IV Description des cataractes.
- CHAPITRE V Histoire des travaux d'amélioration.
- CHAPITRE VI Principes du projet en étude.
- CHAPITRE VII Résumé et conclusions.

FRANÇOIS DE SOLLER

ST-PÉTERSBOURG

Imprimerie Tschak et Fournet, Maslennikowskyj pereulok, № 13

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316738

INTRODUCTION.

DÉDIÉ

à la mémoire

DE

FRANÇOIS DE WOLLANT,

INGÉNIEUR HOLLANDAIS,

LIEUTENANT-GÉNÉRAL

ET

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES VOIES DE COMMUNICATION DE LA RUSSIE.



24456-2

DÉDIE

à la mémoire

DE

FRANÇOIS DE WOLLANT,

Ingénieur Hollandais,

LIEUTENANT-GÉNÉRAL

ET

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES VOIES DE COMMUNICATION DE LA RUSSIE.



85781200001

INTRODUCTION.

§ 1. Aucun des fleuves qui parcourent l'immense plaine de la Russie n'est plus intimement lié avec son histoire que le Dnièpre.

A l'instar du Rhin dans la tradition germanique, le Dnièpre joue le premier rôle dans bien des récits sur les exploits d'anciens héros russes, dans les légendes les plus vieilles.

Les flots de ce beau fleuve ont entendu les premiers chants pleurant les malheurs d'*Igor* et de ses braves compagnons. Ils ont vu sortir des naïades aux cheveux d'or entraînant par leurs voix magiques le voyageur attardé au fond de l'abîme, tandis que l'esprit malin l'appelait de son côté des profondeurs ténébreuses d'une forêt voisine.

Plus tard, c'est en suivant le cours majestueux du même fleuve qu'*Oleg*, parti avec sa flotte de Kiev, atteint la mer Noire et apparaît devant les murs de Constantinople. Le brave vainqueur cloue son bouclier sur les portes du palais impérial et, après avoir conclu avec l'Empereur byzantin une paix glorieuse, fait de la ville de Kiev, aux bords du *Dnièpre*, — sa capitale.

Vers cette même époque Constantin Porphyrogénète donne déjà dans les pages de son traité d'administration une description très claire du bas Dnièpre et de la navigation qui l'animait.

C'est encore vers ces temps que sur les bords de ce fleuve une grande princesse érige la première croix chrétienne.

Des siècles passent ensuite, siècles de désolation, de misère, de souffrances. Des pavillons barbares flottent vainqueurs sur les eaux saintes qui portaient jadis les navires d'*Igor*, d'*Oleg* et de *Sviatoslav*.

Le Dnièpre semble perdu pour la Russie...

Mais les efforts d'un Grand Empereur suivis de ceux d'une Impératrice digne de lui y font naître une flotte de guerre qui non seulement rend à la Russie ce qui lui avait été enlevé, mais ouvre devant elle des contrées nouvelles.

Le Dnièpre devient ainsi à jamais un fleuve coulant à l'intérieur des territoires de la Russie.

Les relations commerciales par le Dnièpre qui existaient déjà au X^e siècle, même entre Kiev et Byzance, renaissent sous une forme nouvelle et plus puissante.

Mais ils trouvent sur leur chemin le même obstacle séculaire qui barrait la route aux premiers bateaux descendant le Dnièpre,—les cataractes de ce fleuve.

Aussi parmi les premiers travaux entrepris dans cette partie de la Russie sous le règne de Catherine II, viennent se placer les travaux d'amélioration des cataractes du Dnièpre.

Ni ces travaux, ni ceux qui les suivirent n'eurent le succès désiré et depuis plus d'un siècle le problème posé dès le début — rendre la section du Dnièpre entre les villes d'Ekaterinoslav et d'Alexandrovsk accessible à la navigation ascendante — n'est pas encore résolu.

Cependant l'importance de réaliser cette solution n'a fait que croître.

Le Dnièpre occupe un bassin de 527,000 kilomètres carrés et embrasse avec ses affluents 14 gouvernements.

La longueur totale des voies navigables et flottables du système fluvial Dniéprien est de 13,466 verstes (14,365,3 kilom.) environ, dont 9,061 verstes (9,666,1 kilom.) sont navigables.

Cet immense réseau se trouve barré par les cataractes à quelques centaines de kilomètres de la mer Noire, en un endroit où le Dnièpre ayant reçu tous les affluents les plus importants atteint son maximum de puissance.

D'autre part, la construction d'un grand nombre de voies ferrées transversales par rapport au Dnièpre, le développement de l'agriculture et de l'industrie dans le midi de la Russie, la découverte de remarquables gisements de fer et de houille aux environs d'Ekaterinoslav, etc. rendent très important l'établissement d'une voie navigable ininterrompue entre les deux mers, la mer Baltique et la mer Noire. La plus grande partie de cette voie sera formée par le Dnièpre.

Toutes ces raisons ont conduit Son Excellence Monsieur le Ministre des Voies de Communication A. C. Krivochéine à faire reprendre les études des moyens d'amélioration de la partie torrentielle du Dnièpre.

Honoré de la direction de ces études, j'ai pensé qu'un exposé sommaire de la question, en présence de laquelle je me suis trouvé, ne serait peut-être pas sans intérêt pour les membres du VI^e Congrès de Navigation Intérieure, et j'ai espéré aussi qu'en lisant cet exposé ils voudront bien dans le cas actuel éclairer de leurs lumières, la recherche de la solution, comme l'ont déjà fait leurs honorables collègues des Congrès précédents pour d'autres questions concernant la Russie.

§ 3. Direction générale. — Pente

Après avoir traversé une grande partie des gouvernements de Smolensk et de Mohilev, le Dnièpre sépare les gouvernements de Minsk, de Kiov et de Kerson, qui sont à sa droite, d'avec ceux de Mohilev, de Tchernigov et de Poltava, qui sont à sa gauche. Ensuite il entre dans le gouvernement d'Ekaterinoslav, et avant de se jeter dans la mer, il sert encore de séparation entre les gouvernements de la Tauride et de Kerson. Les gouvernements traversés par les sources du Dnièpre comptaient en 1890 — 477 000 habitants, et possèdent une population de 17 540 578.

Le Dnièpre forme un grand fleuve qui a une longueur de 2 200 verstes. Ses sources sont situées dans le gouvernement de Smolensk, à dix verstes de la ville d'Orcha, un peu au sud-est de cette ville.

La direction du Dnièpre est généralement du nord au sud, mais il y a plusieurs déviations, tantôt vers l'est, tantôt vers l'ouest.

- 1) Depuis sa source jusqu'à la ville de Borogobouge, le Dnièpre coule dans une direction presque droite.
- 2) De la ville de Borogobouge jusqu'à la ville de Krasnodar, le Dnièpre se dirige vers le sud-est.
- 3) D'Orcha jusqu'à la ville de Krasnodar, le Dnièpre se dirige vers le sud-ouest.

CHAPITRE I.

Hydrographie du Dnièpre.

SOMMAIRE.

§ 2. Sources. — § 3. Direction générale. Pente. — § 4. Affluents du Dnièpre. Etendue du bassin. — § 5. Lit et berges. — § 6. Profondeurs. — § 7. Vitesses du courant. — § 8. Crues. — § 9. Glaces. Durée de la navigation. — § 10. Débits. — § 11. Obstacles à la navigation. — § 12. Obstacles rocheux de la section Smolensk-Orcha. — § 13. Obstacles rocheux entre les villes de Krémentchong et Ekaterinoslav. — § 14. Défauts de la section Ekaterinoslav-Alexandrovsk. — § 15. Bas Dnièpre entre Alexandrovsk et la mer. — § 16. Principaux ports du Dnièpre. — § 17. Voies de jonction du Dnièpre avec les bassins fluviaux limitrophes.

§ 2. Sources.

Le Dnièpre, le *Boristhène* des Grecs ou le *Danapris* des Romains, occupe le troisième rang parmi les fleuves de l'Europe, venant se placer immédiatement après le Volga et le Danube. Il a ses sources dans le gouvernement de Smolensk, district de *Beloi*, non loin des villages *Rojestvo* et *Aksenina*, dans des marais qui se trouvent au pied du plateau de *Valdaï* entre des collines que les anciens géographes nommaient : monts *Alanus*. La latitude N. de cet endroit est 55° 52', la longitude par rapport au méridien de Greenwich E. 33° 43'. C'est aussi dans ces contrées que le Volga et la Dvina Occidentale prennent leur source. (Fig. 1).

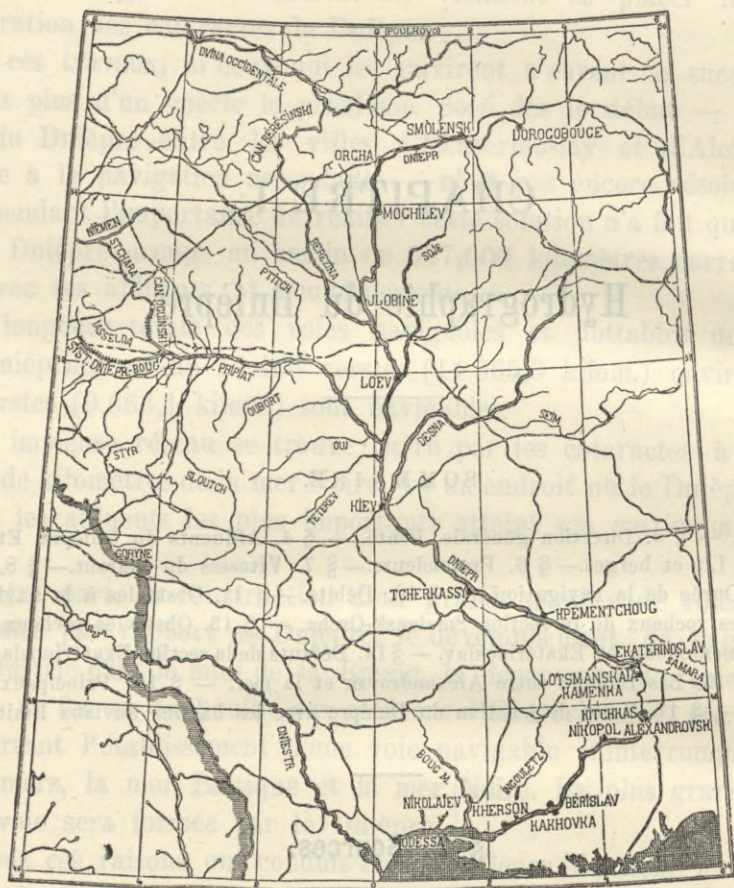


Fig. 1. — Carte du Dnièpre et de ses affluents.

Nota. La section du Dnièpre entre Ekaterinoslav et Alexandrovsk, présentant des cataractes et ne permettant que la navigation à la descente, est figurée par un trait simple.

§ 3. Direction générale. — Pente.

Après avoir traversé une grande partie des gouvernements de Smolensk et de Mohilev, le Dnièpre sépare les gouvernements de *Minsk*, de *Kiev* et de *Kherson*, qui sont à sa droite, d'avec ceux de *Mohilev*, de *Tchernigov* et de *Poltava*, qui sont à sa gauche. Ensuite il entre dans le gouvernement d'Ekatérinoslav, et avant de se jeter dans la mer, il sert encore de séparation entre les gouvernements de la *Tauride* et de *Kherson*. Les gouvernements baignés par les eaux du Dnièpre comptaient en 1890 — 477,067 verstes *) carrées (544,000 kil. c.) avec une population de 17,560,878 âmes.

Le Dnièpre forme à son embouchure un delta, et plus loin près d'*Otchakov*, un golfe ou *liman* de plus de 60 kilomètres de longueur sur deux à dix de large.

La direction du Dnièpre est du Nord au Sud avec plusieurs déviations, tantôt vers l'Ouest, tantôt vers l'Est.

Tout le cours du Dnièpre peut être divisé en six sections :

1) Depuis ses sources jusqu'au coude qu'il forme au-dessous de Dorogobouge, il coule au Sud.

2) De là jusqu'à Orcha il tourne vers l'Ouest.

3) D'Orcha à Kiev il continue sa direction au Midi.

4) Depuis Kiev jusqu'à Ekatérinoslav il penche vers l'Est.

5) De cette ville à Kitchkas il se dirige de nouveau au Sud. C'est dans cette section que se trouvent les cataractes du Dnièpre.

6) De Kitchkas jusqu'à son embouchure il prend sa direction vers le Sud-Ouest.

L'espace occupé par le Dnièpre entre ses méridiens extrêmes est relativement restreint, n'atteignant que $5^{\circ} 3' 37''$. Entre les parallèles, le Dnièpre occupe $9^{\circ} 18'$. Sa longueur mesurée le long de son cours est de 2117 verstes (comparez § 4) ou 2,258 kilomètres. La distance entre la source et l'embouchure est de 960 verstes, c'est-à-dire moins de moitié de la distance réelle.

La chute totale du Dnièpre est de $829\frac{1}{2}$ pieds anglais ($252^m,22$).

*) 1 verste = 1,06678 kilomètre = 0,66288 mille anglais.

1 verste = 500 sagènes.

1 verste carrée = 1,138 kilomètre carré.

1 sagène = 7 pieds anglais = 84 pouces = 12 pouces = 12 quarts d'archine = 48 verchoks = $2^m,13356$.

1 sagène cube = 9,2121 mètres cubes.

1 poud = 16,38 kilogrammes.

1 tonne de 1000 kilogrammes = 61,048 pouds.

La pente serait donc de 4,7 pouces par verste ou bien 0^m,11 par kilomètre.

Cette pente est très inégalement répartie le long du cours du fleuve.

§ 4. Affluents du Dnièpre. — Etendue du bassin.

Le Dnièpre n'est pas très riche en affluents. Quoique le nombre total de ses tributaires soit assez grand, 56 seulement sont assez importants. L'ensemble de leur parcours n'a que 11,349 verstes (12,107 kilomètres), correspondant à 6 verstes d'affluents par 1 verste du fleuve principal.

La majeure partie des affluents viennent se jeter dans le Dnièpre entre sa source et la ville de Kiev.

Parmi les affluents les plus importants, notons :

la Bérésina	447 verstes =	479 kilomètres.
le Soje	504 » =	538 »
la Pripiat	699 » =	745 »
la Desna	911 » =	972 »
avec son tributaire le		
Seïm	573 » =	611 »

La Bérésina et la Pripiat sont le point de départ des voies navigables artificielles qui réunissent le Dnièpre à la mer Baltique (§ 17).

Les dimensions des bassins des affluents du Dnièpre et de leur parcours sont résumées dans le tableau qui suit. La différence notable que l'on trouvera entre les longueurs des parcours de ce tableau d'avec celles que nous avons indiquées précédemment pour le Dnièpre et quelques-uns de ses affluents s'explique par le fait que les données du tableau sont calculées, tandis que les autres sont mesurées directement. (Voir tableau I).

§ 5. Lit et berges.

Le *Dnièpre* roule en grande partie sur un fond de sable et de gravier. Son chenal varie plus ou moins chaque année. La largeur du lit mineur près d'*Orcha* et de *Mohilev* est environ de 100 mètres; à *Kiev* elle devient de 500, à *Krémentchoug* de 1,000, et à *Kherson*, en y comptant les différents bras du fleuve, elle s'étend jusqu'à 7—8 kilomètres. Le val du Dnièpre et son lit majeur ont des largeurs très variables. Il y a des endroits où, resserré pendant les crues entre des collines escarpées, le fleuve n'a que ¹/₂ kilomètre de largeur et quelquefois moins; il y en a d'autres où le lit majeur dépasse 20 kilomètres. Les berges ont souvent jusqu'à 10 mètres d'élévation, quelquefois 50 et davantage. La rive droite

I. TABLEAU INDICANT LES LONGUEURS DE PARCOURS ET LES SUPERFICIES DES BASSINS DU DNIÈPRE ET DE SES AFFLUENTS D'APRÈS LES DONNÉES DU GÉNÉRAL STRELBITZKI. (SUPERFICIE DE L'EUROPE.)

NOMS DES BASSINS, DES FLEUVES ET DES RIVIÈRES.	PARCOURS DES FLEUVES ET RIVIÈRES.		SUPERFICIE DE LEUR BASSIN.			
	Kilomètres.	Milles géographiques.	Verstes.	Kilomètres	Milles	Verstes
				carrés.	carrés.	carrées.
Dnièpre	1.712,2	250,74	1.605,0	526.945,9	9.569,90	463.037,5
Affluents du Dnièpre :						
1. Bérésina (à droite)	352,0	47,12	330,0	24.073,3	487,20	21.153,7
2. Pripjat	608,1	81,95	570,0	121.217,5	2.201,44	106.516,1
Affluents du précédent (à gauche) :						
a) Pritch	287,3	34,50	240,0	9.527,3	173,03	8.871,8
b) Yasselda	128,0	16,86	120,0	4.508,5	81,88	3.961,7
c) Styr	320,0	43,10	300,0	12.929,5	234,81	11.361,4
d) Goryne	448,1	60,38	420,0	28.241,6	512,90	24.816,4
Affluents du précédent (à droite) :						
Sloutch	368,0	49,60	345,0	14.801,3	268,51	13.006,2
Ouhortl	213,4	28,75	200,0	6.379,8	115,86	5.606,1
f) Ouj	208,0	27,84	195,0	9.189,2	166,89	8.074,7
3. Tétérew	288,0	38,82	270,0	16.077,3	291,98	14.127,4
4. Ross	347,9	34,79	242,0	12.331,6	223,95	10.836,0
5. Ingouleiz	352,0	47,12	330,0	19.820,1	359,95	17.416,3
6. Desna (à gauche)	704,1	94,88	660,0	86.551,0	1.577,31	76.317,9
Affluent du précédent :						
Seim	432,1	58,23	405,0	25.540,2	482,00	23.321,4
7. Soula	336,0	44,97	315,0	20.415,6	370,77	17.939,6
8. Psiol	464,1	62,68	435,0	22.287,0	404,76	19.584,0
9. Vorskla	336,0	44,97	315,0	15.311,7	278,08	13.454,7
10. Orel	240,0	32,35	225,0	10.037,7	182,30	8.820,3
11. Samara	337,1	45,43	316,0	24.668,9	448,01	21.677,0
12. Soje	400,0	53,91	375,0	41.596,8	755,44	36.551,9

est généralement plus élevée que la gauche. Dans la partie supérieure du cours du Dnièpre, ses berges se composent en grande partie de terre végétale et sont couvertes de forêts, tandis que sa partie inférieure présente des berges formées de sable et souvent de granit, tantôt en blocs détachés, tantôt en rochers compacts.

§ 6. Profondeurs.

Les profondeurs du Dnièpre sont très variables le long de son cours, sans que l'on puisse indiquer pour chaque section une moyenne typique.

La profondeur varie beaucoup avec les changements de l'état du fleuve. Au printemps, à certains endroits elle est de 5 à 14 pieds, en été, elle n'est que d'un pied à 1¹/₂ pied, en automne de 2 à 4 pieds.

II. TABLEAU INDIQUANT LES VARIATIONS DES PROFONDEURS DU DNIÈPRE EN BASSES EAUX.

(DRESSÉ D'APRÈS LES ÉTUDES DU GÉNÉRAL POLYKARPOF *).

VERSTES COMPTÉES A PARTIR DE LA SOURCE.	PROFONDEURS.				OBSERVATIONS.
	Minimum.		Maximum.		
	SAGÈNES.	MÈTR.	SAGÈNES.	MÈTR.	
215— 311 . . .	0,20	0,43	2,20	4,69	(215). Dorogobouge.
311— 399,5 . . .	0,15	0,32	4,0	8,52	
399,5—528 . . .	0,35	0,74	2,00	4,26	
528— 620 . . .	0,30	0,64	2,50	5,32	
620— 797 . . .	0,30	0,64	3,00	6,39	
797— 901 . . .	0,50	1,06	4,25	9,05	(901). Embouchure de la Bérésina.
901—1.145 . . .	0,60	1,28	6,00	12,78	(1.145). Embouchure de la Pripiat.
1.145—1.245 . . .	1,00	2,13	4,25	9,05	Kiev.
1.245—1.435 . . .	0,75	1,60	4,27	9,09	
1.435—1.565 . . .	0,35	0,74	4,30	9,16	
1.565—1.720 . . .	0,50	1,06	9,40	20,02	Ekatérinoslav.
C A T A R A C T E S (Ch. IV).					
LE BAS DNIÈPRE.					
1610—1890 . . .	0,4	0,85	} 9,5	20,23	Alexandrovsk—Kherson. Embouchure.
1890—1900 . . .	1,3	2,77			

*) Voyez aussi «Le Dnièpre» par M. N. Mossakovsky, Ann. des Voies de Com. 1883.

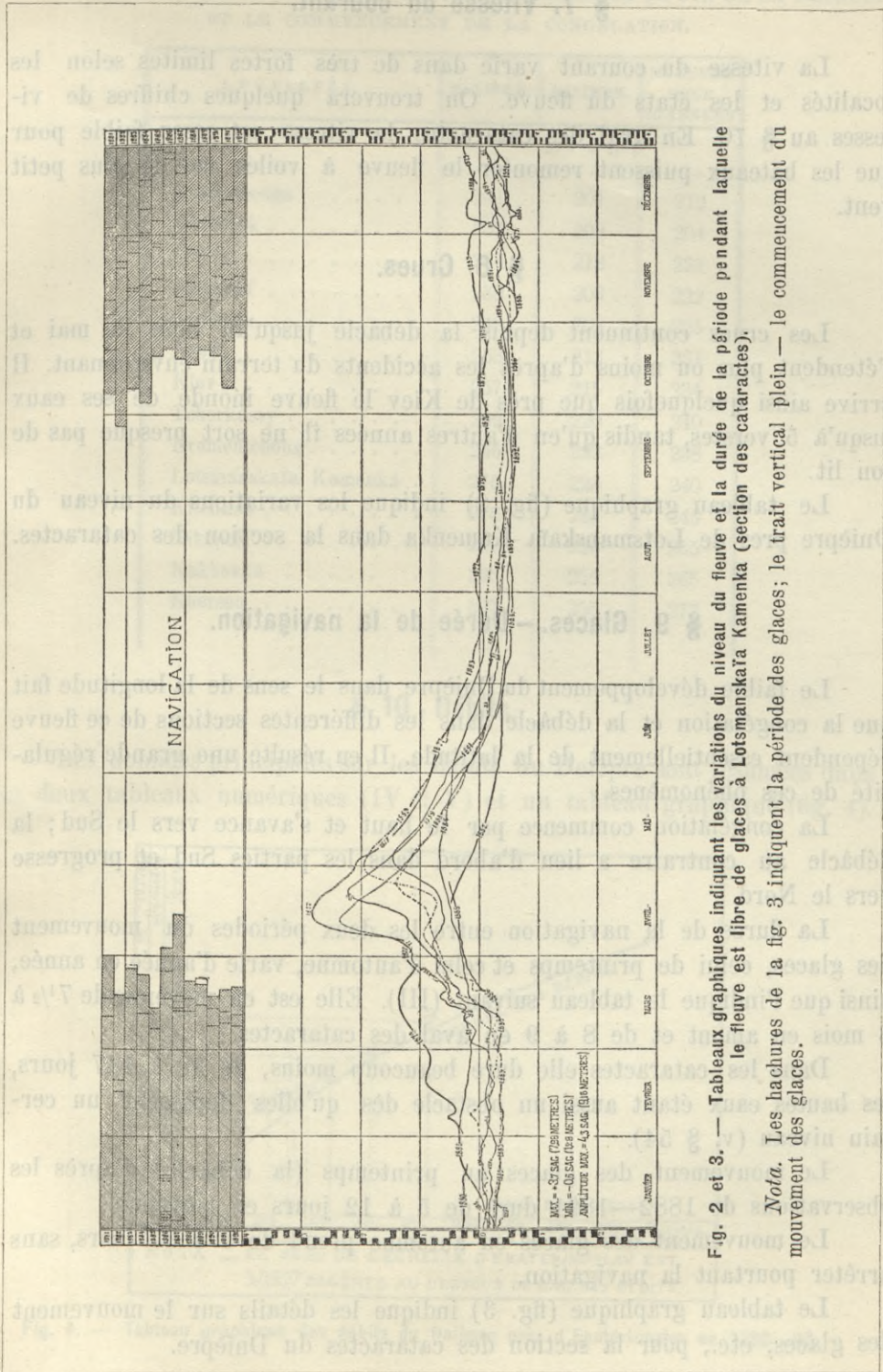


Fig. 2 et 3. — Tableaux graphiques indiquant les variations du niveau du fleuve et la durée de la période pendant laquelle le fleuve est libre de glaces à Lotsmanskaïa Kamenka (section des cataractes).

Nota. Les hachures de la fig. 3 indiquent la période des glaces; le trait vertical plein — le commencement du mouvement des glaces.

§ 7. Vitesse du courant.

La vitesse du courant varie dans de très fortes limites selon les localités et les états du fleuve. On trouvera quelques chiffres de vitesses au § 10. En aval des cataractes la vitesse est assez faible pour que les bateaux puissent remonter le fleuve à voiles par le plus petit vent.

§ 8. Crues.

Les crues continuent depuis la débâcle jusqu'au mois de mai et s'étendent plus ou moins d'après les accidents du terrain environnant. Il arrive ainsi quelquefois que près de Kiev le fleuve inonde de ses eaux jusqu'à 5 verstes, tandis qu'en d'autres années il ne sort presque pas de son lit.

Le tableau graphique (fig. 2) indique les variations du niveau du Dnièpre pres de Lotsmanskaïa Kamenka dans la section des cataractes.

§ 9. Glaces. — Durée de la navigation.

Le faible développement du Dnièpre dans le sens de la longitude fait que la congélation et la débâcle dans les différentes sections de ce fleuve dépendent essentiellement de la latitude. Il en résulte une grande régularité de ces phénomènes.

La congélation commence par le haut et s'avance vers le Sud; la débâcle au contraire a lieu d'abord dans les parties Sud et progresse vers le Nord.

La durée de la navigation entre les deux périodes du mouvement des glaces, celui de printemps et celui d'automne, varie d'année en année, ainsi que l'indique le tableau suivant (III). Elle est en moyenne de 7¹/₂ à 8 mois en amont et de 8 à 9 en aval des cataractes.

Dans les cataractes elle dure beaucoup moins, de 30 à 147 jours, les hautes eaux étant aussi un obstacle dès qu'elles dépassent un certain niveau (v. § 54).

Le mouvement des glaces au printemps (la débâcle) d'après les observations de 1882—1891 dure de 5 à 12 jours en moyenne.

Le mouvement des glaces en automne prend de 9 à 37 jours, sans arrêter pourtant la navigation.

Le tableau graphique (fig. 3) indique les détails sur le mouvement des glaces, etc., pour la section des cataractes du Dnièpre.

III. TABLEAU DONNANT LA DURÉE DE LA PÉRIODE ENTRE LA FIN DE LA DÉBACLE ET LE COMMENCEMENT DE LA CONGÉLATION.

LOCALITÉS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	MOYENNE
			POUR 10 ANNÉES
	J O U R S .		
Dorogobouge	241	201	219
Smolensk	239	209	204
Orcha	254	212	227
Moghilef	239	206	222
Jlobine	248	208	225
Loev	253	213	231
Kiev	257	215	234
Tcherkassy	259	220	240
Kremenchoug	256	222	238
Lotsmanskaïa Kamenka	275	223	240
Kitchkas	278	223	245
Nikopol	287	226	255
Kakhovka	296	255	265
Kherson	307	255	277

§ 10. Débits.

Les données principales sur les débits du Dnièpre sont résumées dans les deux tableaux numériques (IV et V) et un tableau graphique (fig. 4).

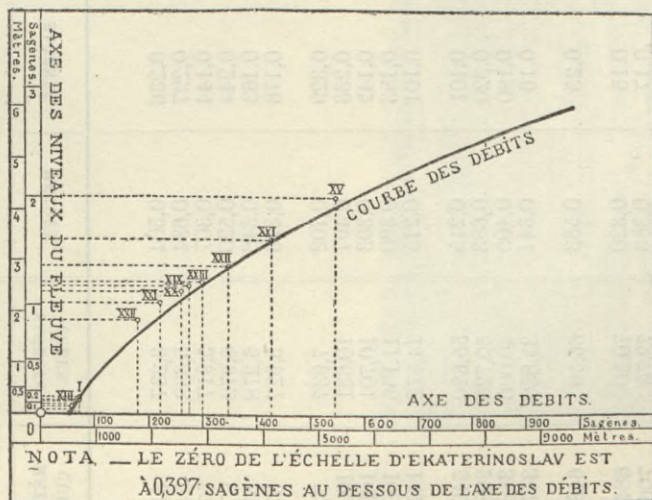


Fig. 4. — Tableau graphique des débits du Dnièpre près d'Ekatérinoslav en 1882—83.

IV. TABLEAU DES DÉBITS DU DNIÈPRE PENDANT L'ÉTIAGE EN DIFFÉRENTS POINTS DE SON COURS.
(ÉTUDES DU GÉNÉRAL POLYCARPOFF.)

N ^o des versets complétés à partir de la ville de Dorogoube + 10 v.	N ^o des sections mouillées mesurées.	LIEU DES OBSERVATIONS.	VITESSE MAXIMUM PAR SECONDE		VITESSE MOYENNE PAR SECONDE		DÉBITS MESURÉS PAR SECONDE	
			SAGÈNES.	MÈTRES.	SAGÈNES.	MÈTRES.	SAGÈNES CUBES.	MÈTRES CUBES.
195,5	1,377	Smolensk, ville.	0,580	1,237	0,236	0,504	3,237	31,437
236,9	1,621 ^a	Kouznou, village.	0,364	0,777	0,297	0,634	5,632	54,698
296,2	1,963	Gormany, village.	0,247	0,527	0,144	0,307	5,917	57,471
307,0	2,042	Doubrovny, village.	0,322	0,687	0,244	0,520	8,972	87,142
337,0	2,193	Oustie, village.	0,250	0,533	0,163	0,348	5,278	51,261
417,0	2,592 ^a	Moghilef, ville.	0,334	0,713	0,176	0,376	5,927	57,366
509,0	3,125	En aval de Taimanovâ, village.	0,373	0,796	0,329	0,702	7,937	77,086
547,5	3,415	En aval de Kisteni village.	0,271	0,578	0,233	0,497	10,631	103,251
566,2	3,503	Gadilovitchi, village.	0,288	0,614	0,142	0,303	10,701	108,934
591,8	3,627	Rogatchef, ville.	0,260	0,555	0,183	0,390	11,156	108,340
619,8	3,749 ^a	Jlobine, ville.	0,258	0,550	0,101	0,215	14,572	141,530
693,8	4,116	En aval de l'emb. de la Bérésina.	0,435	0,928	0,101	0,215	55,620	540,205
766,9	4,443	Kholmitchi, village.	0,101	0,215	0,320	0,683	30,720	298,364
810,9	4,610	En aval de l'emb. du Soje.	0,250	0,533	0,190	0,405	40,000	388,496
905,7	4,987	Navroz, village.	0,270	0,576	0,16	0,341	35,830	347,996
949,8	5,201	En aval de l'emb. de la Pripiat.	0,39	0,832	0,25	0,533	66,59	646,747
1,045,3	5,542	Kiev, en aval du pont Nicolas.	0,20	0,427	0,15	0,320	70,50	684,725
1,048,6	5,554	Kiev, en amont du pont.	0,23	0,491	0,17	0,363	72,76	706,676
1,179,8	5,595	Kaney, ville.	0,36	0,763	0,25	0,533	133,08	1292,525
1,232,3	6,164	Tcherkassy, ville.	0,51	1,088	0,29	0,619	115,80	1124,697
1,361,2	6,552	Kremenchoug, ville.	0,49	1,045	0,24	0,512	98,22	965,952
1,454,0	6,673	Verkhne-Dnieprovsk, ville.	0,41	0,875	0,28	0,597	102,38	994,356
1,524,7	—	Lotsmanskaïa Kamenka, village.	0,245	0,523	0,171	0,365	85,87	834,103



N. Ivanoff-Photo.

O. I. Ignatieff-Art-peintre.

LE VIEUX KODAK.
 (LA STARO-KODAKSKI).
 ENTRÉE AMONT DU CANAL.

V. DÉBITS DU DNIÈPRE PRÈS D'EKATÉRINOSLAY D'APRÈS LES OBSERVATIONS
DE 1882-1883 FAITES SOUS LA DIRECTION DU GÉNÉRAL POLYCARPOF.

N ^o . N ^o des obser- va- tions.	COTE DU NIVEAU DE L'EAU AU-DESSUS DU ZÉRO DE LA MER BALTIQUE.	HAUTEUR DE L'EAU A L'ECHELLE D'EKATE- RINOSLAY. h_1	DÉBIT MESURÉ DIRECTEMENT A L'AIDE DE MOU- LINETS.		DÉBIT CAL- CULÉ (Δ) A L'AIDE DE LA FORMULE. $h+0,827=$ $0,117\sqrt{\Delta}$	DIFFÉRENCE DES DÉBITS: (MESURÉ ET CALCULÉ).		OBSERVATIONS.
			sag. cubes.	mètr. cubes		sag. cubes.	sag. cubes.	
1.	—	— 0,60			29,00			$h_1 = h - 0,397$
11	21,993	— 0,397	52,092	505,954	49,985	— 2,107	4,2	Comparez avec le ta- bleau graphi- que (fig. 4).
12	21,995	— 0,395	49,474	480,526	50,197	+ 0,723	1,4	
5	22,020	— 0,370	53,868	523,204	53,290	— 0,578	1,0	
10	22,020	— 0,370	55,177	535,918	53,290	— 1,887	3,5	
8	22,020	— 0,370	55,769	541,668	53,290	— 2,479	4,6	
6	22,030	— 0,360	55,839	542,347	54,464	— 1,375	2,5	
7	22,030	— 0,360	57,676	560,190	54,464	— 3,212	5,9	
9	22,037	— 0,353	58,992	572,972	55,386	— 3,606	6,5	
4	22,070	— 0,320	62,270	604,810	59,753	— 2,517	4,2	
13	22,095	— 0,295	64,478	626,255	63,044	— 1,434	2,2	
2	22,106	— 0,284	66,728	648,109	64,481	— 2,247	3,4	
3	22,110	— 0,280	71,201	691,554	65,125	— 6,076	9,3	
1	22,135	— 0,255	71,225	691,787	68,558	— 2,667	3,8	
22	22,850	+ 0,460	179,376	1.742,225	207,360	+ 27,984	13,5	
21	23,000	+ 0,610	221,430	2.150,683	245,549	+ 24,119	9,8	
20	23,120	+ 0,730	259,285	2.518,357	278,890	+ 19,605	7,0	
19	23,157	+ 0,767	275,459	2.675,451	289,680	+ 14,221	4,9	
18	23,209	+ 0,819	296,863	2.883,341	304,852	+ 7,989	2,6	
17	23,350	+ 0,960	347,540	3.375,552	348,196	+ 0,656	0,2	
16	23,580	+ 1,190	427,256	4.149,809	425,597	+ 1,659	0,3	
15	23,975	+ 1,585	548,385	5.326,299	576,480	+ 28,095	4,7	
14	24,677	+ 2,287	970,965	9.430,692	900,600	— 70,365	7,8	
		+ 3,7			1,760,000			

§ 11. Obstacles à la navigation.

Les obstacles que le Dnièpre présente à la navigation sont l'instabilité du chenal, des hauts-fonds sableux, des bancs rocheux, des pierres isolées, etc.

Les obstacles rocheux, les seuls dont nous nous occuperons ici, se rencontrent en différents points du cours du fleuve, atteignant leur maximum de puissance dans la section Ekaterinoslav-Alexandrovsk.

Les obstacles que présente cette section rendent la navigation dangereuse à la descente (même pour les trains de bois) et impossible à la remonte.

Ces obstacles portent les noms locaux de *poroghi* (cataractes), *zaboras*, *griadis* et *odintzis*.

Les cataractes du Dnièpre, décrites encore par l'empereur grec Constantin Porphirogénète dans son ouvrage sur l'administration d'un Etat, entre les années 949 et 952, sont de véritables chutes d'eau en plan très incliné parsemées de pierres.

Sous le nom de *zaboras* ou *zabores* on entend des bancs de rochers qui se détachent des bords du fleuve et le traversent soit dans toute sa largeur, soit seulement dans une partie. De pareils bancs ont peu de largeur et présentent des chutes rarement considérables.

On nomme *griada* une *zabora* qui n'a pas de chute sensible et qui se présente sous la forme d'une rangée de pierres non interrompue ou quelquefois divisée en plusieurs tronçons.

Enfin les *odintzis* sont de grandes pierres isolées qui se trouvent sur différents points du fleuve.

Les rochers qui composent les cataractes du Dnièpre ainsi que ceux qui se trouvent disséminés sur ses bords, se présentent sous la forme de bancs continus ou de masses détachées. Aux bords du fleuve ces bancs se terminent souvent en talus presque vertical. Ces rochers appartiennent à la formation primitive et s'élèvent de 10 à 30 sagènes au-dessus du fond.

De tous les obstacles ci-dessus les plus importants et les plus difficiles à éloigner sont les *zabores* et les cataractes.

Ainsi que nous l'avons dit, elles sont disséminées dans plusieurs parties du cours du Dnièpre et atteignent le maximum de puissance en aval d'Ekaterinoslaw.

§ 12. Obstacles rocheux de la section Smolensk-Orcha.

La partie supérieure du Dnièpre entre les villes de *Smolensk* et d'*Orcha* contient quelques cataractes, dont la chute varie d'un $1/2$ jusqu'à $1 1/2$ pied. Ces cataractes se trouvent près des villages: *Katyne*, *Gorbatchi*, *Gontchareva*, un peu au-dessous du bourg *Doubrovna*, à l'endroit nommé *Bitchok* près du village *Kobéliaki*, non loin d'*Orcha* à *Mednoï-Tes*, et près du village *Vouste*. Celle de *Kobéliaki* est regardée comme la plus importante de la section. Elle a 145 sagènes de longueur, 0,22 sag. de chute, une pente moyenne de 0,0015 et une vitesse maximum de 0,682 sagène par seconde (1,455 mètres).

§ 13. Obstacles rocheux entre les villes de Krémentchoug et d'Ekatéroslav.

Entre les villes de *Krémentchoug* et d'*Ekatéroslav* on considère les zaboras suivantes comme les principales.

A 5 verstes en aval de la ville de *Krémentchoug*, un peu plus bas que le village *Démourovka*, on voit deux zaboras de 60 sagènes de largeur chacune.

A 3 verstes plus loin, toujours en avançant vers *Ekatéroslav*, se trouvent 3 zaboras nommées *Ghoreltchanaïa*, *Tchernaiïa* et *Révoutchaïa*, larges de 50 sagènes chacune, et distantes entre elles de 250 sagènes.

Après ces cinq zaboras, on rencontre:

6. La *zabora Radouta*, large de 15 sagènes.
7. La *zabora Voltchok*, large de 60 sagènes.
8. La *zabora Popova*.
9. La *Riasnaïa*, qui occupe à peu près un tiers de la largeur du Dnièpre.
10. La *Bovianskaïa*, large de 40 sagènes.
11. La *Révoutchaïa*.
12. *L'Ostri-kamen*.
- 13 et 14, qui se trouvent à 8 verstes de la ville de *Verkhni-Dniéprovsk*, larges de 30 sagènes et distantes l'une de l'autre d'une verste.
15. La *Avoulskaïa*, large de 80 sagènes.
16. La *Karnooukhovskaïa*.
17. La *Popova*, large de 50 sagènes, près du village de *Novoï-Kaidaki*.
18. *Globina-griada*, en face de la ville d'*Ekatéroslav*.

Sur la distance de 150 verstes entre *Krémentchoug* et *Ekatéroslav* on compte plusieurs autres *zaboras*, *griadis* et *odintzis* qui présentent peu de difficultés et de dangers pour la navigation.

§ 14. Défauts de la section Ekaterinoslav-Alexandrovsk.

La description des cataractes de la section Ekaterinoslav-Alexandrovsk étant l'objet d'un chapitre spécial, nous nous bornons à indiquer ici les défauts de cette section au point de vue de la navigation d'après une caractéristique remontant à la première partie de notre siècle et donnée par Trofimovitch dans son traité d'hydrographie de la Russie *).

«Le chenal du Dnièpre présente sur la distance occupée par les «cataractes d'*Ekaterinoslav* les défauts suivants:

a) «Une direction qui passe au milieu du fleuve sur lequel pendant «le temps de la navigation soufflent des vents violents très variables. «Les bâtiments ne pouvant pas, à cause du fond pierreux, s'arrêter sur «leurs ancres, sont obligés de chercher à s'approcher des côtés et bal-«lottés ainsi par des vagues se brisent quelquefois contre les pierres dont «le fond est parsemé.»

b) «Une direction sinueuse, anguleuse, variable et extrêmement ir-«régulière près des cataractes et des zabores, ce qui fait qu'au moindre «vent le pilote le plus habile a beaucoup de peine pour mettre sa bar-«que à l'abri du naufrage, vu la rapidité extraordinaire du courant aux «cataractes.»

c) «Les changements successifs du chenal, qui tantôt se porte vers «le bord droit, tantôt vers le gauche, ce qui rend la manœuvre très «difficile, sur une largeur de 200 à 300 sagènes, surtout par un temps «défavorable.»

Quoique les travaux exécutés depuis aient un peu atténué les défauts de la section des cataractes, la caractéristique que nous venons de citer peut toujours être considérée comme vraie dans son ensemble.

La section des cataractes reste, ainsi que nous l'avons déjà dit, toujours inaccessible à la navigation montante.

§ 15. Le bas Dnièpre entre Alexandrovsk et la mer.

Après les cataractes de la section *Ekaterinoslav—Alexandrovsk* le Dnièpre devient quelque peu semblable au Volga **), bien qu'il soit parsemé d'îles près de *Nikopol* et qu'en quelques endroits il coule sur des hauts fonds très prononcés.

*) Trofimovitch. — Cours d'hydrographie (texte français). St-Petersbourg, 1830.

**) On trouvera des données sur le régime du Volga et les questions qui s'y rattachent dans nos mémoires présentés aux Congrès Internationaux de Navigation Intérieure de Manchester et de Paris sous les titres: «Le Volga». — Aperçu hydrographique sommaire et «Les embouchures du Volga».

Les bouches du Dnièpre présentent aussi des difficultés à la navigation à cause du peu de profondeur qu'elle y trouve.

Les travaux de création dans le delta Dniéprien d'un canal maritime, que l'on vient de commencer, permettent d'entrevoir bientôt l'époque où le bas Dnièpre sera accessible à la navigation maritime sur les derniers cent kilomètres de son cours, où il y a de grandes profondeurs naturelles.

§ 16. Principaux ports du Dnièpre.

Le long du cours du Dnièpre il y a plusieurs centaines d'endroits habités, entre autres 19 villes dont les cinq suivantes sont des chefs-lieux de gouvernement:

Smolensk avec une population de 34,300 hab.

Mohilev » » 41,900 »

Kiev » » 176,000 »

Ekatérinoslav » » 46,800 »

Kherson » » 61,800 »

Les principaux ports du Dnièpre sont mentionnés dans le tableau qui suit:

	Gouvernements.		Gouvernements.
Dorogobouge	Smolensk.	Radoul	Tchernigov.
Smolensk	—	Lubetch	—
Doubrovna (bourg)	—	Kiev	Kiev.
Orcha sur la riv.	—	Tcherkassy	—
Orchitza	Mohilev.	Krémentchoug	Poltava.
Kopysse	—	Verkhné-Dniéprovsk.	Ekatérinoslav
Schklov (bourg)	—	Ekatérinoslav	—
Mohilev	—	Alexandrovsk	—
Staroi-Bykhov	—	Nikopol	—
Rogatchev	—	Berislav-Kakhovka.	Kherson.
Rétchitza	Minsk.	Kherson	—
Kolmytch	—	Alechki	—
Loév	—		

§ 17. Voies de jonction du Dnièpre avec les bassins fluviaux limitrophes.

Le Dnièpre est réuni par 3 systèmes de canaux et de rivières canalisées aux bassins de la Duna Occidentale, du Niémen et de la Vistule. Ce sont:

Distance entre le Dnièpre et la mer Baltique.

Le système *Bérésinski* 1.005 verstes (1.072 kilom.).

Le système *Dniéprovsko-Bougski* 1,394 > (1.488 >).

Le système *Oguinski* 1,345 > (1.435 >).

Le système Bérésinski comprend la Bérésina, affluent du Dnièpre, l'Oulla, affluent de la Duna, et plusieurs canaux éclusés et petites rivières, reliant quelques lacs situés près de la ligne de séparation des deux bassins. La longueur totale du système entre les embouchures de la Bérésina et de l'Oulla est de 505 verstes (539 kilom.). Cette voie, dans sa partie artificielle, n'est accessible qu'aux trains de bois, et encore n'est-ce que pendant une partie de l'année seulement.

Le système Dniéprovsko-Bougski est formé de la Pripiat d'une part, du Boug, affluent de la Vistule de l'autre, enfin de plusieurs rivières et d'un canal éclusé, réunissant les deux bassins. La longueur totale du système entre le Dnièpre et la Vistule est de 1,011 verstes (1,079 kilom.). Le grand défaut de cette voie est le peu de profondeur que la navigation trouve dans le Boug en été. La navigation n'a donc jamais été active et se borne maintenant — vu la concurrence des chemins de fer — au transport du bois.

Le système Oguinski — comprend également la Pripiat, un canal éclusé (Oguinski) et plusieurs rivières conduisant de la Pripiat au Niémen. La distance totale du Dnièpre au Niémen mesurée le long de cette voie est de 782 verstes (834 kilom.). Le système Oguinski, ainsi que les deux autres, ne sert qu'au transport des bois, par suite de l'insuffisance de sa partie artificielle. Cependant vers 1860 plus de cent bateaux passaient par cette voie tous les ans.

Une quatrième voie navigable artificielle, reliant entre eux les systèmes *Dnièpre-Boug* et *Oguinski* et portant le nom *Vislo-Niéanski* (Vistule-Niémen), se rattache aux systèmes Dniépriens proprement dits, mais elle est trop éloignée du Dnièpre pour avoir une importance sérieuse au point de vue des intérêts commerciaux de ce fleuve.

L'état d'oubli et de dépérissement dans lequel se trouvent depuis longtemps les voies navigables artificielles du bassin Dniéprien et qui réduit leur fonction, par suite d'un entretien insuffisant, au transport des bois, a permis à un grand nombre de lignes de chemins de fer de venir s'établir dans cette partie de la Russie. Ce sont les lignes de Moscou-Brest, Libau-Romny, Briansk-Brest, Odessa-Kiev, Kiev-Koursk, Fastov, Kharkov-Nikolaïev-Ekatérinoslav, etc.

Les frais de transport se trouvent de ce fait augmentés dans une proportion très considérable. Les quantités de bateaux construits en 1879-1888 sont indiquées dans le tableau VI.

VI. TABLEAU INDICANT LES QUANTITÉS DES BATEAUX AUTRES QUE LES BATEAUX A VAPEUR CONSTRUITS DANS LE BASSIN DU DNIÈPRE PENDANT LA PÉRIODE 1879-1888.

1881-1888		1879-1888		TOTAL	
Total en tonnes	Nombre de bateaux	Total en tonnes	Nombre de bateaux	Total en tonnes	Nombre de bateaux
1400000	128	131	128	2710000	256
81485	32701	310	209		

SOMMAIRE.

§ 18. Données générales sur la batellerie. — § 19. Dimensions des bateaux du Dnièpre naviguant sans l'aide de la vapeur. — § 20. Baïdak. — § 21. Barque. — § 22. Lijva. — § 23. Radeaux de bois. — § 24. Navigation à vapeur.

§ 18. Données générales sur la batellerie.

Le bassin du Dnièpre présente une très grande variété de types de bateaux naviguant sans l'aide de la vapeur. On ne compte pas moins de 15 genres différents de ces derniers.

La construction de ces bateaux se fait en plus de 50 endroits, situés tant en amont qu'en aval des cataractes.

Les grandes difficultés que l'existence de ces dernières crée au commerce et à l'industrie du bassin Dniéprien ressortiront de l'examen des données statistiques réunies dans un chapitre spécial (III). Mais nous pouvons faire observer, dès maintenant, que l'impossibilité de naviguer dans les cataractes à la remonte maintient la construction des bateaux à un niveau assez primitif et rend le progrès excessivement lent. En effet tous les bateaux destinés à porter du bois, du blé, etc., de l'énorme réseau de voies navigables formant le système Dniéprien — à la mer Noire, peuvent encore, en choisissant un temps favorable, descendre à travers les cataractes, mais ils ne peuvent plus retourner à leurs ports d'origine. On ne les construit donc que très grossièrement, les bateaux n'étant destinés que pour un seul voyage — et devant être vendus à Kherson à un prix minime, comme bois de construction ou de chauffage.

Les frais de transport se trouvent de ce fait augmentés dans une proportion très considérable.

Les quantités de bateaux construits en 1879-1888 sont indiquées dans le tableau VI.

VI. TABLEAU INDIQUANT LES QUANTITÉS DES BATEAUX AUTRES QUE LES BATEAUX A VAPEUR CONSTRUITS DANS LE BASSIN DU DNIÈPRE PENDANT LA PÉRIODE 1879-1888.

PARTIES DU BASSIN.	1879-1883.			1884-1888.		
	Nombre de bateaux.	Total en roubles.	Total en francs. 1 rbl. p. = 2 fr. 50 c.	Nombre de bateaux.	Total en roubles.	Total en francs.
Sur le Dnièpre en aval des cataractes	134	587450	1468625	123	586555	1466387,5
Sur le Dnièpre en amont des cataractes	340	523140	1307850	269	325794	814485
Sur les affluents du Dnièpre en amont des cataractes	861	851220	2128050	729	906597	2266492 5
Dans tout le bassin du Dnièpre	1335	1961810	4904525	1121	1818946	4547365
Dans le bassin du Dnièpre en amont des cataractes	1201	1374360	3435900	998	1232391	3080977,5

Le tableau VII contient les données relatives à l'année 1890.

VII. TABLEAU INDIQUANT LE NOMBRE, LA PUISSANCE DE TRANSPORT ET LA VALEUR DES BATEAUX AUTRES QUE LES BATEAUX A VAPEUR QUI NAVIGUAIENT SUR LES VOIES DU BASSIN DNIÉPRIEN EN 1890.

DÉNOMINATION DES BATEAUX.	NOMBRE DES BATEAUX.			PUISSANCE TOTALE DE TRANSPORT.		VALEUR TOTALE DES BATEAUX.	
	Pontés	Non pontés.	Total.	Pouds.	Tonnes.	Roubles.	Francs.
Barques	—	91	91	3740000	61261	155000	387500
Berlines	481	133	614	7491000	122702	982000	2455000
Laïbas	15	71	86	180000	2948	26000	65000
Autres types	18	125	143	2391000	39165	209000	522500
Totaux	514	420	934	13802000	226076	1372000	3430000

II. EN AVAL DES CATARACTES.							
DÉNOMINATION DES BATEAUX.	NOMBRE DES BATEAUX.			PUISSANCE TOTALE DE TRANSPORT.		VALEUR TOTALE DES BATEAUX.	
	Pontés	Non pontés.	Total.	Pouds.	Tonnes.	Roubles.	Francs.
Barges	217	3	220	5424000	88845	2912000	7280000
Doubs	135	10	145	508000	8321	145000	362500
Trembacks	211	—	211	1245000	20393	591000	1477500
Shkounas	109	—	109	1199000	19640	817000	2042500
Autres types	152	43	195	2460000	40295	984000	2460000
Totaux . .	824	56	880	10836000	177494	5449000	13622500
Totaux pour tout le bas- sin	1338	476	1814	24638000	403570	6821000	17052500

Le nombre total de bateaux qui naviguaient en 1892 (les vapeurs non compris) était de 740 en amont des cataractes et de 795 en aval, soit 1,536 en tout.

Remarquons enfin que le remorquage à vapeur rentre de plus en plus dans les habitudes du commerce Dniéprien et les bateaux qui autrefois se servaient exclusivement du courant, des voiles, etc., se font souvent remorquer aujourd'hui.

§ 19. Dimensions des bateaux du Dnièpre navigant sans l'aide de la vapeur.

Nous résumons les données sur les dimensions des bateaux Dniépriens navigant sans l'aide de la vapeur dans les trois tableaux qui suivent (VIII, IX et X), en ne considérant d'ailleurs que les types principaux.

Dans les §§ 20, 21 et 22 on trouvera une description un peu détaillée des types les plus anciens et dans les figures 5—20 les images des bateaux descendant les cataractes du Dnièpre pour porter du bois, du blé, etc., à Kherson et portant généralement les noms de *luzá*, *gontchak*, *brianka* et *berline*. Les berlines sont d'une construction plus soignée que les autres. On ne les laisse descendre les cataractes que lorsqu'elles ont fait un long service en amont.

VIII. TABLEAU DES DIMENSIONS DES TYPES PRINCIPAUX DE BATEAUX NAVIGUANT EN AMONT DES CATARACTES.

DÉNOMINATIONS DES BATEAUX ET DURÉE DE SERVICE EN ANNÉES.	LONGUEUR EN SAGÈNES.		LONGUEUR EN MÈTRES.		LARGEUR EN SAGÈNES.		LARGEUR EN MÈTRES.		TIRANT D'EAU EN QUARTS D'ARCBINE.		TIRANT D'EAU EN MÈTRES.		PUISSANCE DE TRANSPORT			
	Moy- enne.	Maxi- mum.	Moy- enne.	Maxi- mum.	Moy- enne.	Maxi- mum.	Moy- enne.	Maxi- mum.	Moy- enne.	Maxi- mum.	Moy- enne.	Maxi- mum.	en pou- ds.	Moy- enne.	Maxi- mum.	en tonnes de 1000 kilogr.
Baryue (1) . . .	19	27	40,538	57,607	—	—	—	—	8	15	1,422	2,667	18000	60000	295	983
Berline (6—15).	17	29	36,271	61,874	5	7	10,65	14,91	7	10	1,245	1,778	10000	45000	164	737
Bairack (7—8) .	17	22	36,271	46,939	—	—	—	—	8	9	1,422	1,600	17000	20000	278	328
Galère	8	10	17,07	21,336	—	—	—	—	4	6	0,711	1,067	1000	2500	16	41
Laiha (6—10) .	12	15	25,603	32,004	1,5	2	3,20	4,26	5	6	0,889	1,067	3000	5000	49	83
Gontchak(8—12) (Fig. 5, 6, 7, 8).	—	32	—	—	—	7,5	—	15,98	—	13	—	2,311	—	7000	—	1147

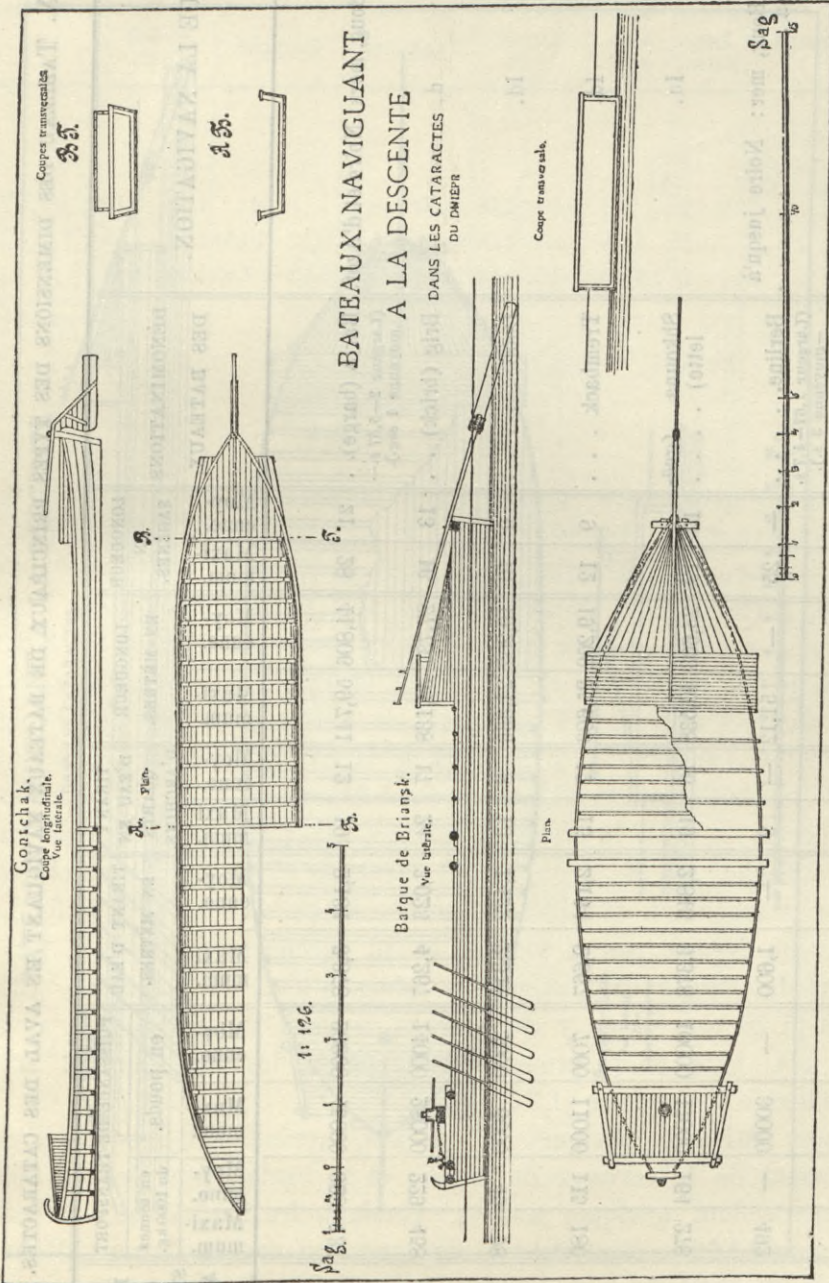


Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12.

IX. TABLEAU DES DIMENSIONS DES TYPES PRINCIPAUX DE BATEAUX NAVIGUANT EN AVAL DES CATARACTES.

LIEU DE LA NAVIGATION.	DÉNOMINATIONS DES BATEAUX.		LONGUEUR EN SAGÈNES.		LONGUEUR EN MÈTRES.		TIRANT D'EAU EN QUARTS D'ARCHINE.		TIRANT D'EAU EN MÈTRES.		PUISSANCE DE TRANSPORT			DURÉE DU SERVICE. ANNÉES.
	Moyenne.	Maximum.	Moyenne.	Maximum.	Moyenne.	Maximum.	Moyenne.	Maximum.	Moyenne.	Maximum.	en pouds.	Moyenne.	Maximum.	
Dnièpre, Boug, mers; Noire et d'Azof.	21	28	44,806	59,741	12	19	2,134	3,378	20000	45000	328	737	20—50	
d.	13	16	27,737	34,138	17	24	3,023	4,267	14000	28000	229	458	12—36	
Id.	9	10	19,202	21,336	8	13	1,422	2,311	3000	6000	49	98	10—25	
Id.	9	12	19,202	25,603	12	15	2,134	2,667	7000	11000	115	180	15—20	
Id.	12	19	25,603	40,538	16	19	2,845	3,378	10000	17000	164	278	15—20	
Dnièpre, Boug, mer; Noire jusqu'à Odessa	—	25	—	51,12	—	9	—	1,600	—	—	30000	—	492	10—30

X. TABLEAU DES DIMENSIONS RÉGLEMENTAIRES DE QUELQUES TYPES DE BATEAUX DESCENDANT LES CATARACTES DU DNIÈPRE.

DÉNOMINATIONS DES BATEAUX.	DIMENSIONS EN SAGÈNES.			DIMENSIONS EN MÈTRES.			OBSERVATIONS.
	Longueur.	Largueur.	Tirant d'eau.	Longueur.	Largeur.	Tirant d'eau.	
<i>Barque</i> du Soje ou de Lubetz portant du bois	20—25	8	0,67—1,00	42,60—53,25	17,04	1,43—2,13	Les armateurs sont punis par une amende si les dimensions de leurs bateaux dépassent les dimensions réglementaires.
<i>Baïdak</i> . . .	17—25	4—5	0,5—1,00	36,21—51,12	8,52—10,65	1,06—2,13	
<i>Berline</i> . . . (Fig. 16—20).	11—18	2,5—3,5	0,5—0,67	23,43—38,34	5,32—7,45	1,06—1,43	
<i>Barque</i> de Briansk. . .	16—17	—	0,5—0,67	34,08—36,21	—	1,06—1,43	

§ 20. Baïdak.

On nomme *baïdak* un bateau à bords évasés, se terminant en pointe et ayant une longueur de 17 à 22 sagènes (36,21 à 46,86 m.). Un bateau de même construction, mais dont la longueur ne dépasse pas 16 sagènes, porte le nom de *demi-baïdak*. Les proportions de ces bateaux, considérées souvent comme les meilleures, sont: 20 sagènes de longueur dans la partie supérieure et 19¹/₂ dans la partie inférieure, une largeur de 14 archines et demie (10,29 m.) à la partie supérieure, et 13 archines (9,92 m.) au fond; à 3 sagènes de la proue la largeur est de 7 archines 11 verchocks (5,45 m.) et au fond 5³/₄ (4,07 m.). Un plancher recouvre cette partie de la proue. A l'arrière de la poupe se trouve une cahute dont la flèche est de 3 sagènes 1 archine (7,09 m.), 4 verchocks, la largeur 2 sagènes 2 archines 11 verchocks (6,15 m.). Vers le fond cette largeur ne dépasse pas 2 sagènes et 14 verchocks (4,88 m.). La profondeur du *Baïdak* dans sa partie médiane est de 1 archine 13 verchocks (1,28 m.), et en y comprenant le fond 2 archines, 1 verchock (1,47 m.). Près de la proue et de la poupe, les bords ont 2 archines 7 verchocks de hauteur (1,72 m.).

Ces bâtiments naviguent 7—8 ans, après quoi on renouvelle le revêtement de la carcasse du bateau et le *baïdak* peut encore faire son service pendant quelques années. Pendant les hautes eaux il porte au maximum 17,000—20,000 pouds de cargaison avec un tirant d'eau de 1 archine 10 verchocks à 2 archines 2 verchocks (1,15—1,51 m); pendant les eaux moyennes il a souvent une charge de 7 à 9,000 pouds avec un tirant d'eau de 1 archine et ¹/₄; pendant les basses eaux il arrive qu'un

BATEAUX NAVIGANT A LA DESCENTE

DANS LES CATARACTES
DU DNIÈRE.

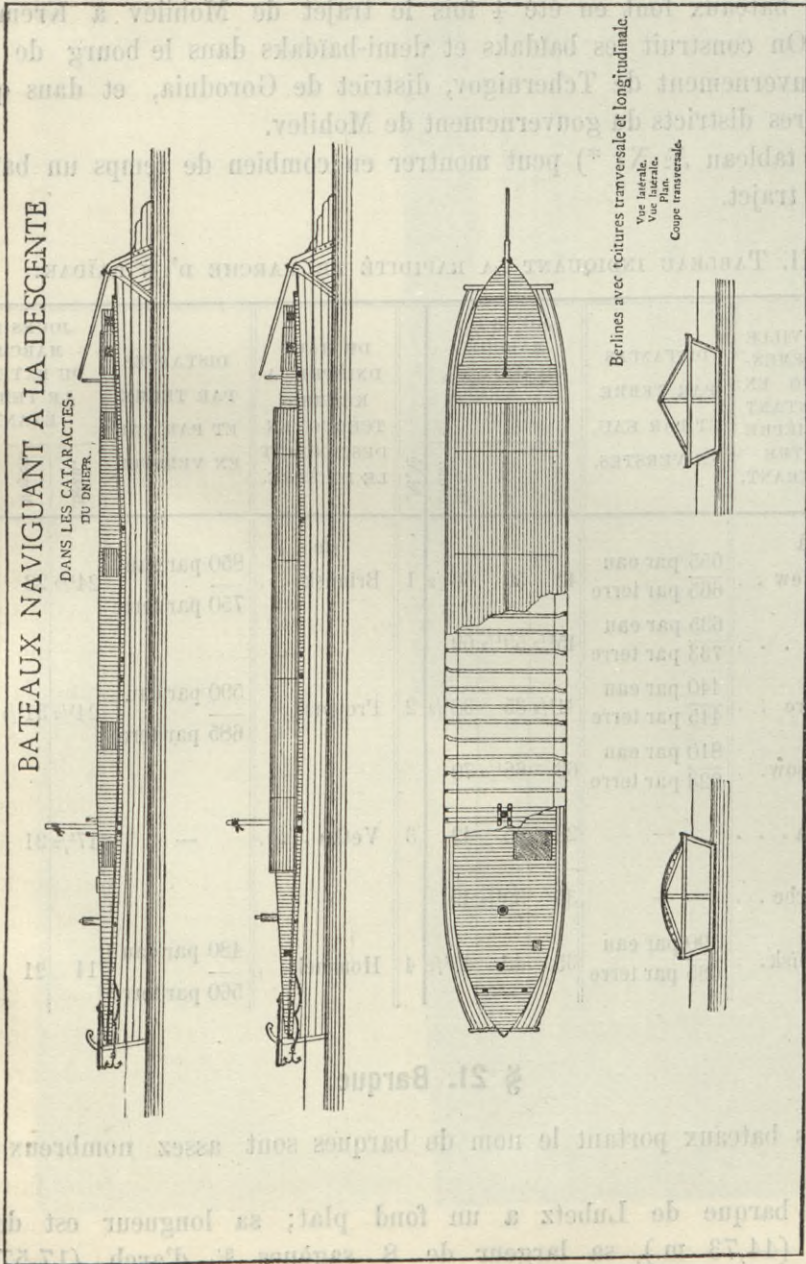


Fig. 16, 17, 18, 19, 20.

baïdak ne porte que 5,000 pouds avec un tirant de 12 à 15 verchoks (0,53 à 0,60 m.). Trois hommes par mille pouds, non compris le pilote, sont nécessaires pour la manœuvre d'un baïdak.

Ces bateaux font en été 4 fois le trajet de Mohilev à Kremenchoug. On construit les baïdaks et demi-baïdaks dans le bourg de Radoul, gouvernement de Tchernigov, district de Gorodnia, et dans quelques autres districts du gouvernement de Mohilev.

Le tableau N° XI *) peut montrer en combien de temps un baïdak fait son trajet.

XI. TABLEAU INDIQUANT LA RAPIDITÉ DE MARCHÉ D'UN BAÏDAK.

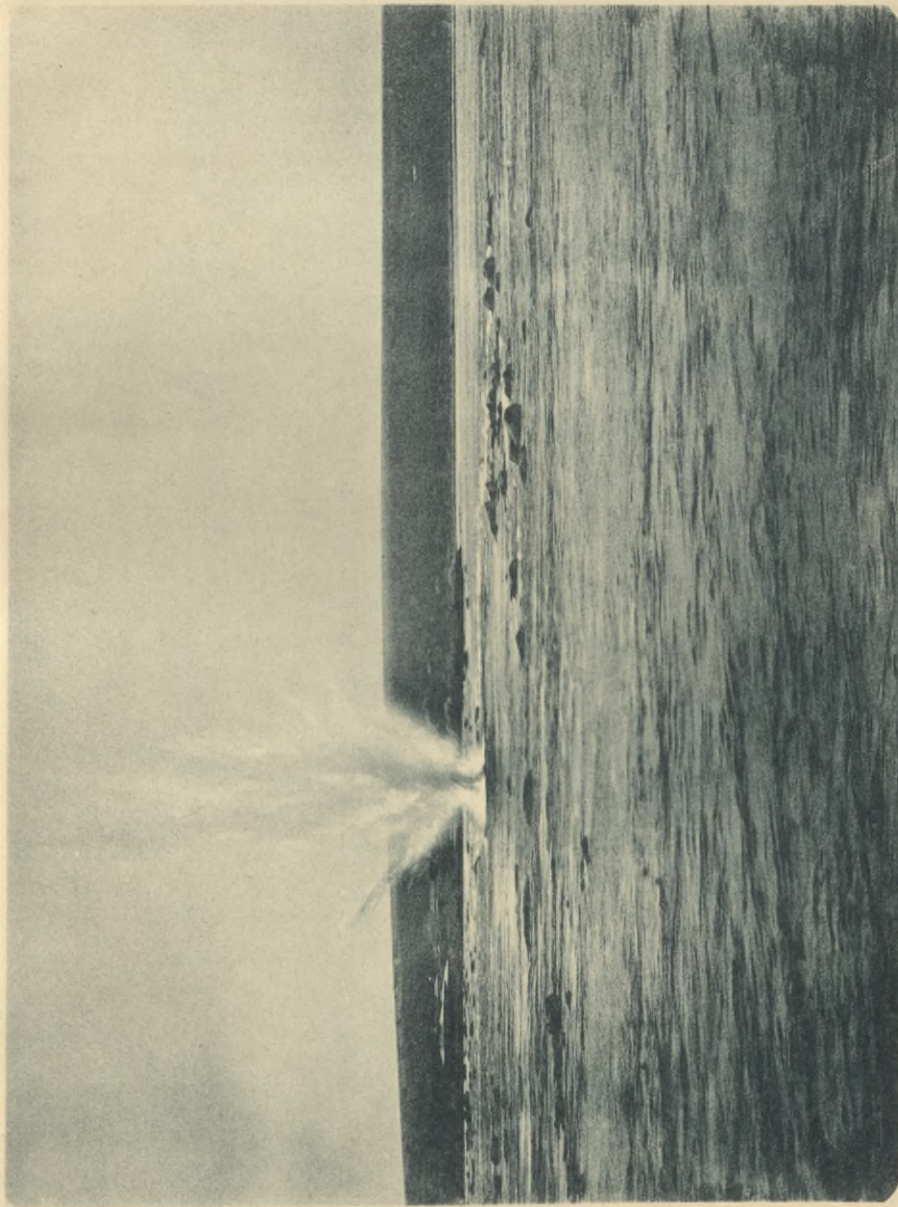
N ^o . N ^o	DE LA VILLE DE KRÉMENCHOUG EN REMONTANT LE DNIÈPRE CONTRE LE COURANT.	DISTANCES PAR TERRE ET PAR EAU, EN VERSTES.	JOURS DE MARCHÉ DU BATEAU, LE TEMPS ÉTANT			N ^o . N ^o	DU HAUT DNIÈPRE A KRÉMENCHOUG EN DESCENDANT LE DNIÈPRE.	DISTANCES PAR TERRE ET PAR EAU EN VERSTES.	JOURS DE MARCHÉ DU BATEAU, LE TEMPS ÉTANT		
			Beau.	Moyen.	Orageux.				Beau.	Moyen.	Orageux.
1	à Mohilev . .	655 par eau 665 par terre	42	56	66 ¹ / ₂	1	de Briansk . .	850 par eau 750 par terre	24 ¹ / ₂	28	42
2	Pinsk . . .	635 par eau 733 par terre	45 ¹ / ₂	59 ¹ / ₂	69						
3	Mozyre . .	440 par eau 445 par terre	31 ¹ / ₂	35	38 ¹ / ₂	2	Propoïsk .	590 par eau 685 par terre	24 ¹ / ₂	31 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂
4	Borissow . .	810 par eau 923 par terre	63	66 ¹ / ₂	70						
5	Vetka . . .	—	28	35	42	3	Vetka . . .	—	17 ¹ / ₂	21	28
6	Paritche . .	—	36	39 ¹ / ₂	49						
7	Propoïsk . .	590 par eau 685 par terre	35	42	45 ¹ / ₂	4	Hommel . .	480 par eau 560 par terre	14	21	26 ¹ / ₂

§ 21. Barque.

Les bateaux portant le nom de barques sont assez nombreux (fig. 9—15).

La barque de Lubetz a un fond plat; sa longueur est de 21 sagènes (44,73 m.), sa largeur de 8 sagènes ³/₄ d'arch. (17,57 m.) à la partie supérieure et de 9 sagènes au fond (19,17 m.). Les bords

*) Ce tableau ainsi que la description du baïdak ci-dessus sont tirés de l'ouvrage déjà cité de Trofimovitch.



K. Ivanoff-Pho.

O. I. Ignatieff-Art.-peintre.

DÉROCHEMENT À LA DYNAMITE
DANS LA PASSE DU VIEUX KODAK.

ont une archine et quelques verchoks de hauteur (0,70 m.) au milieu et deux archines un verchok (1,48 m.) près de la poupe et de la proue.

Une barque de Lubetz porte 13,600 pouds de charge avec un tirant d'eau d'une archine 6 verch. (0,98 m.) Six manœuvres et un pilote composent l'équipage de chaque barque.

Ces bateaux ne servent que pour la navigation descendante et ne peuvent guère remonter le Dnièpre, à cause de la résistance du courant. On les construit ordinairement dans le bourg de Lubetz, gouvernement de Tchernigov, district de Gorodnia.

La barque de la *Russie-Blanche* est un bateau à fond plat de 18 sagènes de longueur sur 6 sag. 10 verch. de largeur au milieu. Sa profondeur ne dépasse pas 2 archines 10 verchoks (1,85 mètre). Les barques de la *Russie-Blanche* servent principalement au transport du bois. A pleine charge elles ont un tirant d'eau de 2 archines (1,40 mètres). Ces barques descendent le Dnièpre au printemps ou pendant les hautes eaux et ne remontent jamais le fleuve. L'équipage de ces barques comprend un pilote et 8 manœuvres; on les construit dans plusieurs endroits du gouvernement de *Mohilev*. Leurs dimensions varient quelquefois en longueur et en largeur.

La barque de *Briansk* est aussi un bateau à fond plat (fig. 9—12), de 12 sagènes $\frac{3}{4}$ d'arch. de long sur 4 sag. de large au milieu, avec une hauteur de bords de 2 arch. 5 verch. (1,64 mètres). Elle porte jusqu'à 5,000 pouds de charge; son tirant d'eau est de 1 archine 2 verchoks (0,79 mètres). On les construit sur la riv. *Bolva*, gouvernement d'*Orel*, district de *Briansk*. Les dimensions que nous venons de donner n'ont rien d'absolu.

§ 22. Lijva.

La *lijva* est un bateau à proue aiguë et à poupe évasée. Sa longueur est de 13 sagènes $\frac{3}{4}$ d'arch. (28,22 mètres) à la partie supérieure et 12 $\frac{1}{2}$ sagènes (26,62 mètres) au fond, sa largeur est de 8 sagènes (17,04 mètres) au milieu et 6 arch. $\frac{3}{4}$ (4,79 mètres) au fond. La partie près de la proue est recouverte de planches et a 2 $\frac{1}{3}$ de sag. de long, 1 sag. 1 arch. 7 verch. de large (3,15 mètres); à la poupe se trouve une cahute longue de 2 sag. (4,26 mètres) et large de 1 sag. 1 arch. et 6 verch. (3,11 mètres) son arrière est très ovale. La hauteur des bords est uniforme et va jusqu'à une arch. et 10 verch. (1,15 mètres). Ces bateaux portent une charge de 3,000 pouds pendant les hautes eaux, 2,500 au temps des eaux moyennes et 1,500 pouds pendant les basses eaux (50 à 25 tonnes); leur tirant d'eau dans le premier cas est de 1 $\frac{1}{2}$ arch.,

dans le second $1\frac{1}{4}$ d'arch. et enfin $\frac{3}{4}$ d'arch. (1,06, 0,89, 0,53 mètres); 1 pilote et 12 ouvriers sont nécessaires pour la manœuvre de ces bateaux. On les construit en *Volhynie*. Les *lijvis* sont employés surtout pour la navigation sur les rivières de la *Volhynie*.

§ 23. Radeaux de bois.

Les radeaux sont formés de plusieurs rangées d'arbres fortement reliées entre elles. Les radeaux qui descendent du Haut-Dnièpre ont jusqu'à 60 sag. de long sur 8 sag. de large avec une archine de tirant d'eau (127,8×17,04×0,70 mètres). Quelquefois le bois de construction descend le Dnièpre sur des baïdaks ou sur des barques et cette descente est beaucoup plus sûre que celle qui se fait au moyen de radeaux.

§ 24. Navigation à vapeur.

La navigation à vapeur compte sur le Dnièpre plus de 70 années d'existence, le premier vapeur ayant été construit encore en 1823.

Elle est pratiquée en aval des cataractes sur un parcours de 325 verstes et en amont sur les 1,208 verstes du fleuve entre Orcha à Ekaterinoslav, aussi bien que sur les 1,586 verstes des 7 affluents figurés au tableau suivant:

XII. TABLEAU DES AFFLUENTS DU DNIÈPRE SUR LESQUELS EXISTE UNE NAVIGATION A VAPEUR ET DES LONGUEURS PARCOURUES (D'APRÈS LES DONNÉES DE L'AMIRAL BÉLIAVSKI *).

NOMS DES RIVIÈRES.	LE POINT DE DÉPART DE LA NAVIGATION A VAPEUR.	Distance du point de départ à l'embouchure de l'affluent correspondant.	
		En verstes.	En kilo- mètres.
Bérésina	La ville de Bobrouïsk	142	151,5
Soje	Le bourg de Propoïsk	244	260,3
Pripiat	L'embouchure de la rivière Iassolda	471	502,5
Iassolda	» » » Pina	21	22,4
Pina	La ville de Pinski	14	14,9
Desna	» Brianski	640	682,8
Seïm	» Rylsk — le village de Gapanovo	35	37,3
	Le bourg de Novi-Mlin — l'embouchure. . .	19	20,3
Total		1586	1692

*) Diction. encycl. Edit de Efron et Brokhaus St-Petersbourg.

Dans la section des cataractes il n'y a point de navigation à vapeur. Cependant on cite quelques cas où les bateaux à vapeur ont descendu cette section en se servant de leurs moteurs, mais c'étaient des bateaux nouvellement construits en amont des cataractes, et destinés pour le Bas Dnièpre ou la mer Noire. Au printemps, lorsque l'état des eaux dans le système artificiel qui réunit le Dnièpre à la Vistule le permet, on fait aussi venir quelquefois directement à Kherson des bateaux commandés en Allemagne.

Malgré les entraves que les cataractes mettent au développement de la navigation à vapeur sur le Dnièpre, celle-ci ne fait que progresser, ainsi que cela ressort de l'examen du tableau N° XIII.

XIII. TABLEAU INDIQUANT LE PROGRÈS DE LA CONSTRUCTION DE BATEAUX A VAPEUR SUR LE DNIÈPRE.

PARTIES DU FLEUVE ET ORIGINE DES BATEAUX.	PÉRIODE DE 1877 A 1881.			PÉRIODE DE 1882 A 1886.		
	Nombre de bateaux à vapeur fourni pendant la période ci-dessus.	Prix total en roubles.	Prix total en francs (1 r. pap. = 2 fr. 50 c.).	Nombre de bateaux à vapeur fourni pendant la période ci-dessus.	Prix total en roubles.	Prix total en francs (1 rouble = 2 fr. 50 c.).
1) En aval des cataractes :						
par les usines russes	4	180000	450000	9	463200	1158000
de l'étranger . . .	3	107000	267500	9	701000	1753750
2) En amont des cataractes :						
par les usines russes	4	67000	167500	21	617000	1542500
de l'étranger . . .	19	450000	1125000	17	420000	1050000
Total . .	30	804090	2010000	56	2201700	5504250

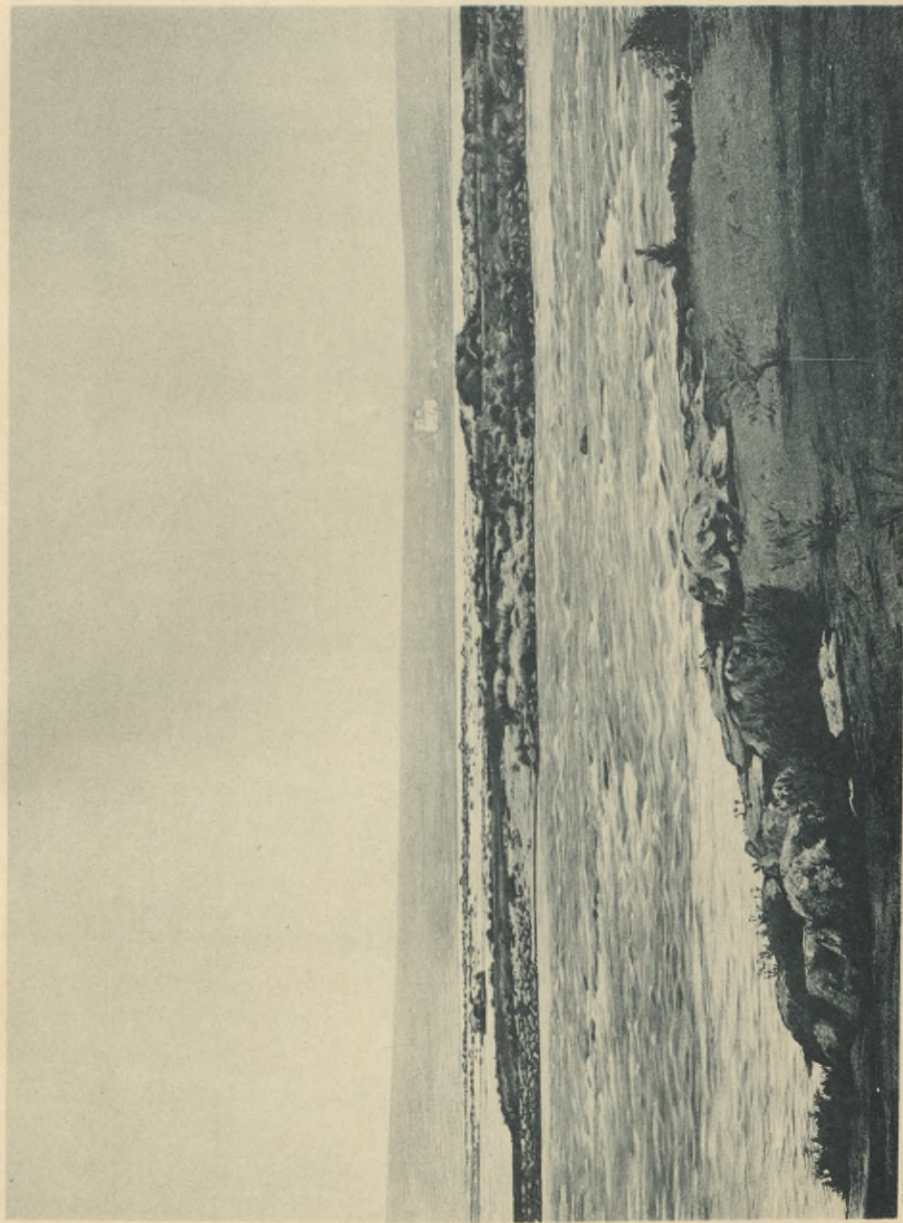
En 1890 les bateaux à vapeur étaient au nombre de 103 avec une puissance totale de 6375 ch. vap. sur le Bas Dnièpre et de 131 avec 5376 ch. vap. sur le Haut et le Moyen Dnièpre. La valeur totale des premiers était de 7.174.000 roubles (17.935.000 fr.) des seconds 3.877.000 roubles (9.695.000 fr.). Le plus grand nombre des bateaux à vapeur qui naviguent, en amont des cataractes, sont des remorqueurs, tandis que ceux naviguant en aval, sont au contraire des bateaux à voyageurs.

Les vapeurs du Dnièpre appartiennent à plusieurs compagnies de navigation et à des particuliers.

Les dimensions des bateaux à vapeur du Dnièpre varient dans d'énormes proportions. Nous donnons dans le tableau XIV quelques chiffres relatifs aux grands bateaux.

XIV. TABLEAUX DES DIMENSIONS DE QUELQUES BATEAUX A VAPEUR NAVIGUANT SUR LE DNIÉPRE (CHOISIS PARMI LES PLUS GRANDS).

CATEGORIES DE BATEAUX.	Puissance du moteur en ch. vap. indiqués.		LONGUEUR.		L A R G E U R.		TIRANT D'EAU DU BATEAU CHARGÉ.	CHARGE MAXIMUM QU'UN BATEAU PEUT REMORQUER CONTRE LE COURANT.	Poids.	Tonnes.	OBSERVATIONS.
	Sagènes.	Mètres.	Coque.	Coque et tambours.	Quarts d'arch.	Mèt.					
							Sag.	Mèt.	Sag.	Mèt.	
<i>a) En amont des cataractes.</i>											
B. à voyag.	540	28,6	60,618	3,4	7,242	7,0	14,910	6,0	1,07	—	Porte jusqu'à 5000 pouds (82 tonnes) de marchandises.
id.	320	29,5	62,885	4,0	8,520	6,67	14,207	6,0	1,07	—	
Remorqueur	335	22,15	47,180	4,0	8,520	6,6	14,058	4,75	0,84	100,000	
<i>b) Cataractes.</i>											
<i>c) Entre Alexandrovsk et Berislav-Kakhovka.</i>											
B. à voyag.	500	25,7	51,741	3,7	7,881	5,7	12,141	7,5	0,33	—	Porte 1500 pouds de marchandises (25 tonnes).
Remorqueur	230	23,0	48,99	2,7	5,751	5,6	11,928	7,0	1,24	180,000	
<i>d) Dniépre maritime.</i>											
B. à voyag.	750	30,7	65,39	3,6	7,66	5,3	11,28	14,5	30,88	—	Porte 7000 pouds (115 tonnes). Porte 12000 pouds (197 tonnes). Porte 6000 pouds (92 tonnes).
id.	1060	31,4	66,88	4,0	8,52	6,0	12,78	12,75	27,15	—	
Remorqueur	750	21,6	46,00	3,7	7,88	—	—	19,5	41,53	180,000	



N. Ivanoff—Pho.

O. I. Ignatloff—Art-peintre.

LA CUVETTE.
(LA LOKHANSKI).

CHAPITRE III.

Le Commerce du Dnièpre.

SOMMAIRE.

- § 25. Obstacles au développement du commerce du Dnièpre. — § 26. Nombre de bateaux et quantités de marchandises expédiés et arrivés aux différents ports du bassin Dniéprien pendant la pér. 1880—91. — § 27. Nombre de bateaux et quantités de marchandises expédiés des différents ports du bassin en 1890. — § 28. Catégories des marchandises expédiées des ports du bassin Dniéprien en 1890. — § 29. Nombre de bateaux et quantités de march., arrivés aux différents ports du bassin du Dnièpre. — § 30. Catégories de marchandises apportées aux différents ports du bassin Dniéprien. — § 31. Mouvement des bateaux et des radeaux dans la section des cataractes (à la descente seulement). — § 32. Fret. — § 33. Résumé des données sur le commerce du bassin Dniéprien.

§ 25. Obstacles au développement du Commerce du Dnièpre.

Malgré la situation très favorable du bassin Dniéprien et des voies navigables qui le sillonnent, le commerce est encore infiniment loin du développement qu'il aurait dû avoir si les différents obstacles qui s'opposent à son essor étaient écartés. Ces obstacles sont — l'insuffisance des voies de jonction du Dnièpre à la mer Baltique et la présence des cataractes dans le Bas Dnièpre.

Les cataractes partagent le système fluvial du Dnièpre en deux sections bien distinctes. Celle d'amont, comprenant un développement de plus de 9,000 verstes de voies navigables, est presque isolée, les voies qui la relient aux mers étant très imparfaites. Ces voies sont d'une part les trois systèmes artificiels (§ 17) conduisant du Dnièpre à la Vistule, au Niémen et à la Duna, de l'autre, la partie torrentielle du Dnièpre entre les villes d'Ekatérimoslav et d'Alexandrovska qui unit le Haut et le Moyen Dnièpre, au Dnièpre Inférieur. Nous avons déjà dit plus haut que les systèmes de jonction avec la Baltique permettent à peine le transport du bois.

Quant à la partie torrentielle du Dnièpre, elle n'est accessible jusqu'à présent, ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire également, qu'à la navigation à la descente. Encore celle-ci ne peut se pratiquer que pendant une courte période et avec des pertes sensibles occasionnées par des arrêts, des avaries fréquentes, l'absence de toute assurance (les compagnies n'acceptant pas le risque), un pilotage coûteux, etc.

Des radeaux de bois au nombre de 500—600 en moyenne et quelques centaines de bateaux d'une construction médiocre descendent annuellement les cataractes pour porter vers les ports du Bas Dnièpre quelque 100,000 tonnes de marchandises. Par contre il n'y a aucun mouvement de marchandises en sens opposé.

Le Bas Dnièpre ou le Dnièpre Inférieur n'ayant qu'une étendue de 325 verstes, soit moins de $\frac{1}{25}$ du développement de la section d'amont, dépasse celle-ci en activité commerciale, grâce à la jonction directe avec la mer Noire.

Cependant, même dans les conditions désavantageuses d'aujourd'hui, le mouvement fluvial du Dnièpre et de ses affluents se chiffre par des quantités importantes, ainsi que l'indiquent les tableaux qui suivent.

Les données de ces tableaux sont puisées à la statistique officielle, qui, par sa nature fiscale, fournit, ainsi qu'on le sait, des résultats de beaucoup inférieurs à la réalité. Cela est vrai surtout quant à la valeur des matières transportées déclarées par les propriétaires, cette valeur servant de base pour le prélèvement des taxes de navigation.

§ 26. XV. TABLEAU INDIQUANT LE NOMBRE DE BATEAUX ET LES QUANTITÉS DE MARCHANDISES EXPÉDIÉS ET ARRIVÉS AUX DIFFÉRENTS PORTS DU BASSIN DU DNIÈPRE PENDANT LA PÉRIODE 1880—1891.

ANNÉES.	Nombre de bateaux.	Nombre de ra-deaux (bois).	POIDS DES MARCHANDISES TRANSPORTÉES PAR LES BATEAUX ET LES RADEAUX (LE BOIS FORMANT LES RADEAUX NON COMPRIS).		POIDS DU BOIS FORMANT DES RADEAUX.		POIDS TOTAL DES MATIÈRES TRANSPORTÉES.		PRIX TOTAL DES MATIÈRES TRANSPORTÉES (DÉCLARÉ PAR LES PROP.).	
			En pouds.	En tonnes de 1000 kg.	En pouds.	En tonnes de 1000 kg.	En pouds.	En tonnes de 1000 kg.	En roubles papier.	En francs (1 r.=2 fr. 50 c.).
1880	4392	8345	23.638.000	387.214	—	—	17.007.000	42.517.500	—	—
1881	4080	10336	22.147.000	362.790	—	—	17.260.000	43.150.000	—	—
1882	6792	9000	39.105.000	640.579	—	—	22.795.000	5.098.750	—	—
1883	7431	9733	36.171.000	592.517	—	—	24.036.000	60.090.000	—	—
1884	6834	7662	36.952.000	605.311	—	—	21.638.000	54.095.000	—	—
1885	7096	7194	39.659.000	649.654	—	—	21.116.000	52.790.000	—	—
1886	7397	8272	42.783.000	708.828	—	—	24.539.000	61.347.500	—	—
1887	7782	7684	58.636.000	960.516	—	—	31.839.000	79.597.500	—	—
1888	8514	8534	61.165.000	1.001.944	—	—	35.689.000	89.222.500	—	—
1889	10175	10091	77.757.000	1.273.737	111.531.000	1.826.878	189.288.000	30.995.677	38.818.000	97.045.000
Moyenne pour une année.	7049	8685	43.801.000	717.509	—	—	—	—	25.474.000	63.685.000
1890	11765	8135	63.331.000	1.042.667	97.608.000	1.598.917	162.939.000	2.668.941	30.726.000	76.815.000
1891	12104	6892	59.161.000	969.057	93.537.000	1.532.136	152.698.000	2.501.193	35.232.000	88.080.000
B. A R R I V A G E.										
1889	6680	3513	59.603.000	976.299	62.893.000	1.029.917	122.496.000	2.006.483	15.629.000	39.072.500
1890	10370	2903	50.076.000	819.293	52.076.000	853.057	102.102.000	1.672.350	15.741.000	39.352.500
1891	12022	3269	52.479.000	859.606	54.744.000	896.707	107.223.000	1.756.315	32.001.000	80.002.500

§ 27. XVII. TABLEAU INDICANT LE NOMBRE DE BATEAUX ET LES QUANTITÉS DE MARCHANDISES EXPÉDIÉES DANS LE BASSIN DU DNIËPRE EN 1890 ET IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS PORTS.

P O R T S.	NOMBRE DE BATEAUX.	POIDS DES MARCHANDISES TRANSPORTÉES.		NOMBRE DE RADEAUX.	POIDS DES RADEAUX.		PRIX DES MARCHANDISES ET DES RADEAUX DÉCLARÉS PAR LES PROPRIÉTAIRES.		
		En pouds.	En tonnes de 1,000 kilog.		En pouds.	En tonnes.	Roublés.	Francs.	
I. Sur le Dnièpre en aval des cataractes.									
Embouchure (venant des ports de la mer Noire)	157	1680000	27519	0	—	—	2390000	5975000	
Kherson	1087	7179000	117599	0	—	—	2213000	5532500	
Kakhovka	243	4280000	70111	0	—	—	2464000	6160000	
Nicopol	414	6522000	106837	0	—	—	3786000	9465000	
Alexandrovsrk	272	7076000	115912	0	—	—	3733000	9332500	
Autres ports	696	8090000	132522	0	—	—	4308000	10770000	
Total pour le Dnièpre en aval des cataractes.	2869	34827000	570467	0	—	—	18394000	47235000	
II. En amont des cataractes:									
Ekaterinoslav	662	3630000	59463	36	722000	11827	1002000	2505000	
Kremenouchoung	1674	1104000	18085	1	210000	344	1503000	3757500	
Tcherkassy	667	435000	7126	0	—	—	1092000	2730000	
Kiev	935	876000	14350	20	166000	2719	967000	2417500	
Rogatchev	4	59000	966	256	4501000	73731	241000	602500	
Autres ports.	3399	13972000	228575	742	18246000	298888	5325000	13312500	
Total pour le Dnièpre en amont des cataractes	7341	20076000	328865	1055	23656000	387509	10130000	25325000	
III. Sur les affluents du Dnièpre en amont des cataractes									
Total pour le bassin du Dnièpre en amont des cataractes (II et III).	8896	30504000	499686	8135	97608000	1598917	14222000	35555000	
Total pour tout le bassin du Dnièpre (I, II et III)	11765	65331000	1042667	8135	97608000	1598917	33116000	82790700	

§ 28. XVII. TABLEAU INDICANT LES PRINCIPALES CATEGORIES DE MARCHANDISES EXPÉDIÉES DES PORTS DU BASSIN DU DNIÈPRE (ANNÉE 1890, MOUVEMENT DE L'EMBOUCHURE NON COMPRIS).

DÉNOMINATIONS DES MARCHANDISES.	LE DNIÈPRE EN AVAL DES CATARACTES.		LE DNIÈPRE EN AMONT DES CATARACTES.		LES AFFLUENTS DU DNIÈPRE.		TOUT LE BASSIN DU DNIÈPRE.	
	Poids.	Tonnes.	Poids.	Tonnes.	Poids.	Tonnes.	Poids.	Tonnes.
Blés	25524080	418109	3805000	62330	524000	8584	29853000	489022
Houille	205000	3358	707000	11551	—	—	912000	14939
Sel	113000	1851	2680000	43901	34000	557	2827000	46309
Bois de chauffage et bois de construction transporté sur des bateaux	5772000	94551	5837000	95616	8072000	132227	19861000	325343
Bois de chauffage et bois de construction sur des radeaux	—	—	23656000	387509	73952000	1211408	97608000	1598917
Autres marchandises	1535000	25112	7047000	115437	1798000	29453	10378000	170002
Total	33147000	542981	43732000	716374	83350000	1382229	161259000	2641584

§ 29. XVIII. TABLEAU INDICANT LE NOMBRE DE BATEAUX ET LES QUANTITÉS DE MARCHANDISES ARRIVÉS AUX DIFFÉRENTS PORTS DU BASSIN DU DNIÉPRE EN 1890.

P O R T S .	NOMBRE DE BATEAUX.	POIDS DES MARCHANDISES TRANSPORTÉES.		NOMBRE DE RADEAUX.	POIDS DES RADEAUX.		PRIX DES MARCHANDISES ET RADEAUX DÉCLARÉ PAR LES PROPRIÉTAIRES.		
		Poids.	Tonnes.		Poids.	Tonnes.	Roublies.	Francs.	
I. Le Dniépre en aval des cataractes :									
Embouture (à destination des ports de la mer Noire) . . .									
Kiberson	1177	24437000	—	—	—	—	13303000	33237500	
Kaklovka	351	3832000	62772	362	9042000	148117	3528000	8820000	
Nikopol	58	192000	3145	4	145000	2375	331000	8275000	
Autres ports	155	370000	6061	13	281000	4603	378000	945000	
	110	290000	4750	9	156000	3047	377000	942500	
Total pour le Dniépre en aval des cataractes	1351	29121000	76728	388	9654000	158142	17917000	44792500	
II. En amont des cataractes :									
Ekatérinoslav	1814	3827000	62690	495	10896000	178487	2404000	6010000	
Kréménichoug	1362	1700000	27848	415	10239000	167725	1503000	3757500	
Tcherkassy	873	1216000	19919	197	2425000	39724	1092000	2730000	
Kiev	1610	8001000	131064	517	8683000	142318	2883000	7212500	
Autres ports	1725	2805000	45949	188	3040000	49798	1175000	2937500	
Total pour le Dniépre en amont des cataractes	7384	17549000	237470	1812	35285000	578053	9059000	22647500	
III. Affluents du Dniépre en amont des cataractes									
Total pour le bassin du Dniépre en amont des cataractes (II et III)	1135	3356000	54975	703	7134000	116562	2063000	5170000	
Total pour le bassin du Dniépre (I, II et III)	8319	20905000	342445	2515	42422000	694915	11127000	27817500	
Total pour tout le bassin du Dniépre (I, II et III)	10370	50076000	819293	2903	52076000	853057	29044000	72610000	

**§ 30. XIX. TABLEAU INDIQUANT LES PRINCIPALES CATÉGORIES DE MARCHANDISES APPORTÉES AUX DIFFÉRENTS PORTS
DU BASSIN DNIÉPRIEN (MOUVEMENT DE L'EMBOUCHURE NON COMPRIS).**

DÉNOMINATIONS DES MARCHANDISES.	LE DNIÉPRE EN AVAL DES CATARACTES.		LE DNIÉPRE EN AMONT DES CATARACTES.		LES AFFLUENTS DU DNIÉPRE.		TOUT LE BASSIN DU DNIÉPRE.	
	Poids.	Tonnes.	Poids.	Tonnes.	Poids.	Tonnes.	Poids.	Tonnes.
Blés	236000	3566	2585000	47259	623000	10205	3444000	56416
Houille	51000	835	469000	7683	13000	213	533000	8731
Sel.	10000	164	1001000	16397	1031000	16889	2042000	33450
Bois de chauffage et bois de construction apporté sur des bateaux.	984000	16119	7265000	119008	286000	4685	8535000	139812
Bois de chauffage et bois de construction sur des radeaux.	9614000	157487	35379000	579543	6773000	110949	51766000	847979
Autres marchandises.	3443000	56400	6138000	100547	1764000	28896	11345000	185842
Total.	14335000	234871	52937000	870437	10490000	171837	77665000	1272330

§ 31. Mouvement des bateaux et des radeaux dans la section des cataractes (à la descente seulement).

Le mouvement commercial de la section des cataractes ressort des tableaux suivants, dont le premier, graphique, a pour but d'indiquer les pertes de temps (fig. 21), le second, numérique, surtout les pertes de bateaux.

TABLEAU GRAPHIQUE DU MOUVEMENT DES BATEAUX ET DES TRAINS DE BOIS A TRAVERS LES CATARACTES DU DNEPR EN 1852—1879.

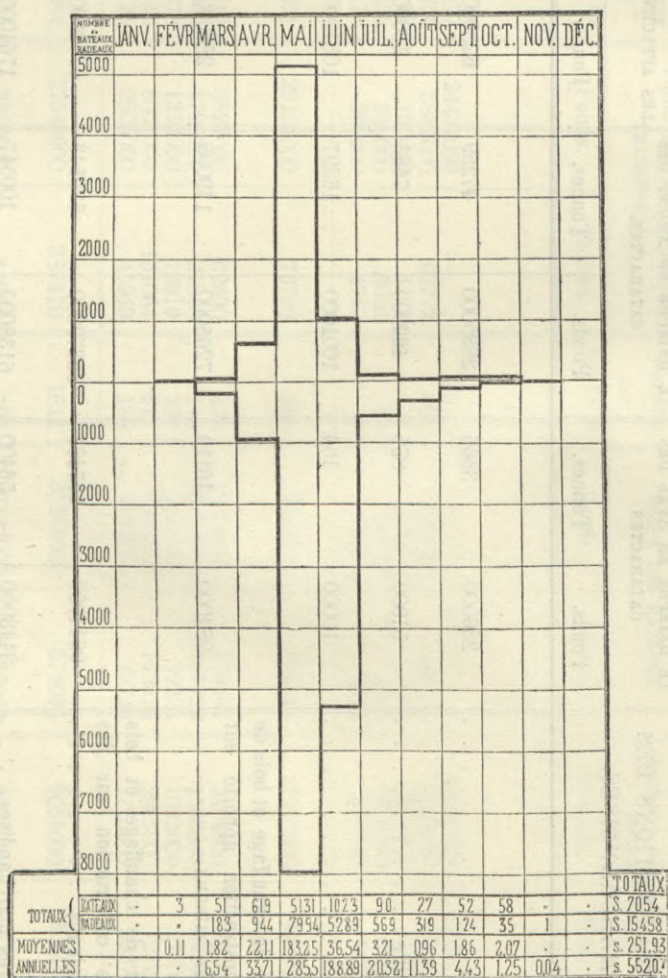
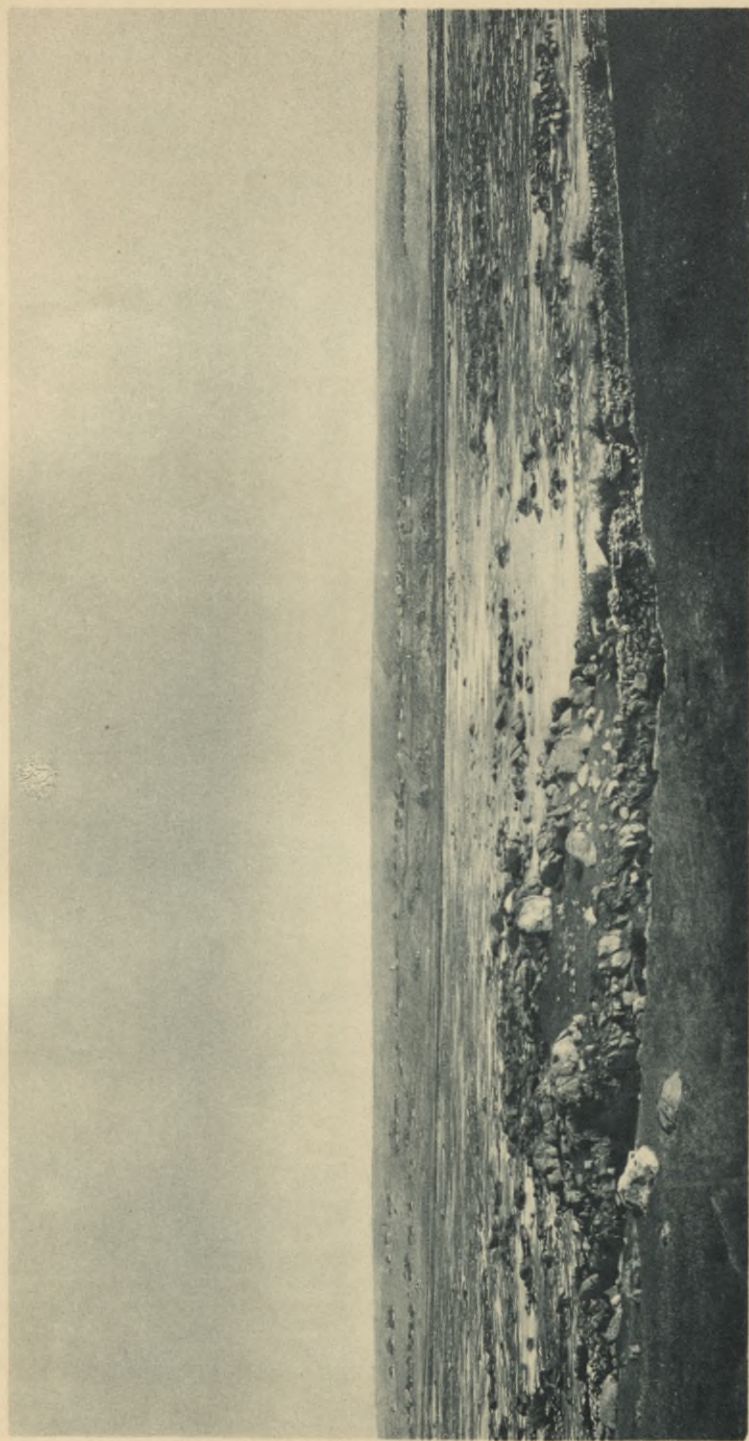


Fig. 21.



X. Franke-Pho.

O. L. Iguatloff-Art.-plastine.

J'JNSATIABLE.
 (LA NENASSYETSKI).

AU PREMIER PLAN LE CANAL A ÉCLUSES DU GÉNÉRAL DE WOLLANT.

XX. TABLEAU DU NOMBRE DE BATEAUX ET DE RADEAUX DE BOIS AYANT TRAVERSÉ LES CATARACTES DU DNIÈPRE AINSI QUE DU NOMBRE DE BATEAUX PERDUS.

ANNÉES.	Nombre des radeaux de bois	NOMBRE DES BATEAUX		Rapport des nombres (c) et (d) exprimé en %.	OBSERVATIONS.
		Ayant traversé les cata-ractes (c).	Perdus dans les cata-ractes (d).		
(a).	(b).	(c).	(d).		
1852	309	307	2	0,65	D'après les données publiées dans les An. des V. de Com., 1874, l. III. Le poids annuel des matières transportées à travers les cata-ractes serait pendant 1852—72 d'après les données ci-dessus de 6 millions pouds (100,000 tonnes) en moyenne, de 15 millions de pouds (250,000 tonnes) au maximum et de 1½ million de pouds (25,000 tonnes) au minimum.
1853	249	277	1	0,36	
1854	436	264	11	4,17	
1855	345	203	1	0,49	
1856	352	386	1	0,26	
1857	760	429	6	1,40	
1858	606	405	8	1,98	
1859	444	279	8	2,87	
1860	390	340	8	2,35	
1861	543	321	—	—	
1862	402	298	11	3,69	
1863	411	159	3	1,89	
1864	637	255	4	1,57	
1865	509	239	5	2,09	
1866	495	227	3	1,32	
1867	603	320	3	0,94	
1868	521	298	8	2,68	
1869	764	263	6	2,29	
1870	705	251	2	0,80	
1871	964	266	8	3,01	
1872	939	212	3	1,46	
1873—78 . .	—	—	—	—	D'après les documents officiels.
1879	842	237	2	0,8	
1880	981	229	3	1,3	
1881	653	252	5	2	
1882	561	161	7	4,3	
1883	726	168	5	3	
1884	687	178	3	1,7	
1885	—	139	5	3,6	
1886	—	132	1	0,8	
1887	859	165	2	1,2	
1888	1030	189	4	2,1	
1889	1159	221	—	—	
1890	698	200	—	—	
1891	724	163	—	—	
1892	442	117	—	—	

Quant à la section des cataractes, les prix de transport sont ici tout à fait hors de proportion avec ceux d'amont. Les frais de pilotage, d'ouvriers supplémentaires, de reformation des radeaux au besoin, etc., en constituent la plus grosse part.

On admet généralement, par exemple pour les trains de bois, que la traversée des cataractes coûte en moyenne 400 roubles, soit 1,000 fr., par radeau si la navigation est heureuse. Le rapport de cette dépense à celle qu'occasionne le mouvement d'un radeau en amont est de 10 à 1 environ.

Le mauvais temps, les avaries, la baisse des eaux augmentent souvent ce rapport encore davantage.

§ 33. Résumé des données sur le commerce du bassin Dniéprien.

Les données ci-dessus font ressortir les conclusions suivantes :

1) Les ports du bas Dnièpre situés en aval des cataractes sur un parcours de 325 verstes (346,77 kil.) seulement expédient plus de la moitié (52 %) de toute la valeur des marchandises expédiées par les ports du bassin Dniéprien, tandis que le haut et le moyen Dnièpre (en amont des cataractes) sur un parcours de voies navigables de plus de 9600 kilomètres expédient 42% de cette valeur seulement (Tab. XVI).

2) Le Dnièpre en aval des cataractes expédie principalement les blés (85% de toute la quantité expédiée des ports du bassin Dniéprien). Le Dnièpre en amont des cataractes expédie surtout du bois de chauffage et de construction (90% de l'expédition totale du bois).

3) Les marchandises débarquées dans les ports du Dnièpre sont en grande partie du bois de chauffage et de construction.

Ainsi sur les 34827000 pouds (570467 tonnes) de marchandises expédiées des ports du Bas Dnièpre en 1890, 4684000 pouds (76725 tonnes) étaient débarquées dans ces ports (Tab. XVI, XVIII).

Sur 30504000 pouds (499686 tonnes) de marchandises diverses expédiées des ports en amont des cataractes 20905000 pouds (342445 tonnes) étaient débarquées dans les limites du bassin (Tab. XVI et XVIII).

Et sur 96708000 pouds (1584077 tonnes) de bois — 52076000 pouds (853004 tonnes) (Tab. XVI et XVIII).

4) La plus grande partie des marchandises expédiées par le Bas Dnièpre sont transportées par le cabotage dans les ports de la mer Noire, principalement à Odessa.

Une notable partie de celles du Haut et du Moyen Dnièpre (le bois

en radeaux) s'en vont par les canaux de jonction vers les ports de la mer Baltique.

Une partie relativement faible (le bois en radeaux principalement) descend du Moyen Dnièpre à travers les cataractes dans le Bas Dnièpre.

5) Le Bas Dnièpre n'envoie pas vers l'amont une seule tonne de marchandises, à cause de l'impossibilité de remonter les cataractes.

6) Presque tout le bassin Dniéprien comprenant le Haut et le Moyen Dnièpre et tous les affluents navigables se trouve dans l'impossibilité de recevoir des marchandises venant de la mer Baltique ou de la mer-Noire par les voies navigables à cause du peu de profondeur dans les canaux de jonction avec la première, et des cataractes situées presque à la porte de la seconde.

Ces mêmes raisons ne permettent guère d'exporter du bassin du Dnièpre (à l'exception du Bas Dnièpre) que du bois en radeaux.

7) Les pertes de la navigation à la descente, la seule qui se pratique aujourd'hui dans les cataractes du Dnièpre, sont très considérables à cause des retards, avaries, pilotage très coûteux, impossibilité de retourner les bateaux vides, etc. Ces pertes directes ne peuvent être chiffrées exactement, mais n'en constituent pas moins une somme de plusieurs centaines de mille roubles par an.

8) Les pertes du commerce et de l'industrie nationales, par suite de l'absence de voies navigables commodes reliant l'immense réseau du Dnièpre et de ses affluents aux mers extérieures, sont encore plus difficiles à calculer, mais l'estimation la plus sommaire ne peut conduire à un total inférieur à plusieurs millions de roubles par an.



N. Ivanoff - Pho.

O. I. Ignatieff, Art.-peintre.

L'JNSATIABLE.
 (LA NENASSYETSKI).

ENTRÉE AMONT DU CANAL INFÉRIEUR.

CHAPITRE IV.

Description sommaire des principales cataractes du Dnièpre entre les villes d'Ekatérinoslav et d'Alexandrovsk.

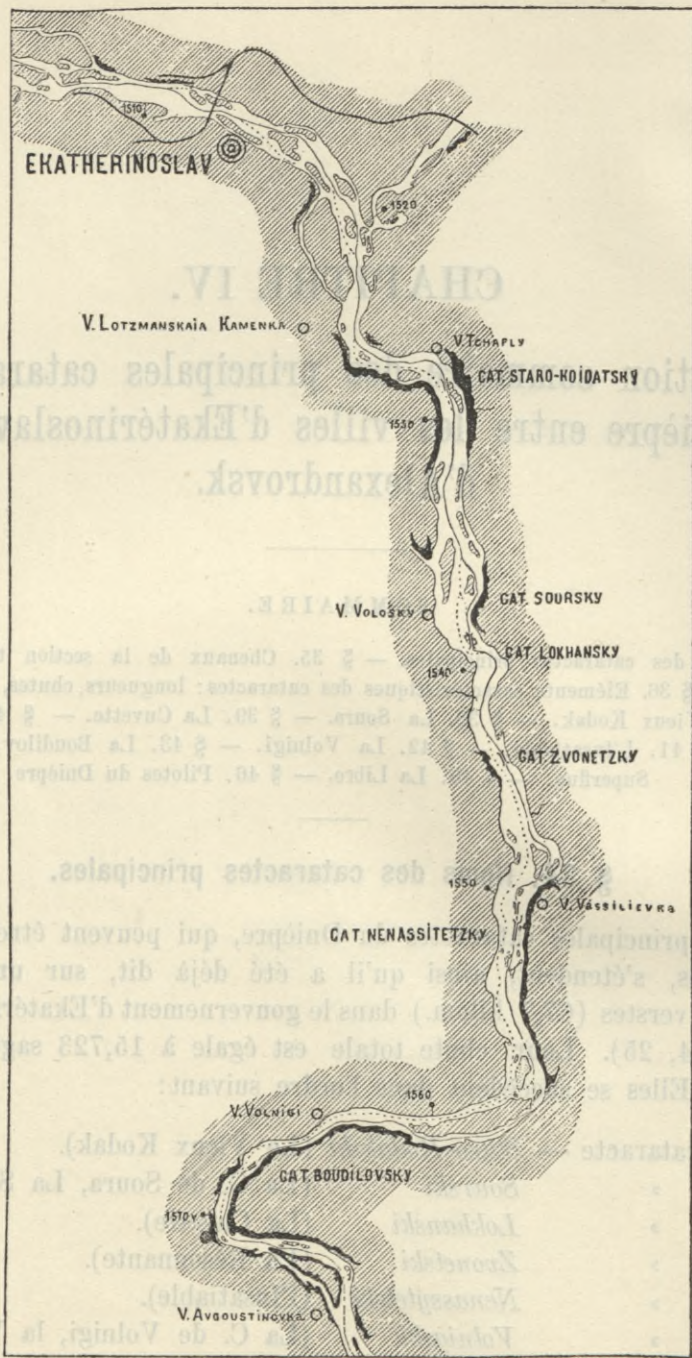
SOMMAIRE.

§ 34. Noms des cataractes principales. — § 35. Chenaux de la section torrentielle du Dnièpre. — § 36. Éléments caractéristiques des cataractes : longueurs, chutes, pentes, etc. — § 37. Le Vieux Kodak. — § 38. La Soura. — § 39. La Cuvette. — § 40. La Résonnante. — § 41. L'Insatiable. — § 42. La Volnigi. — § 43. La Boudilov. — § 44. La Superflue. — § 45. La Libre. — § 46. Pilotes du Dnièpre.

§ 34. Noms des cataractes principales.

Les principales cataractes du Dnièpre, qui peuvent être divisées en 9 groupes, s'étendent, ainsi qu'il a été déjà dit, sur une distance de $62\frac{1}{2}$ verstes (67,7 kilom.) dans le gouvernement d'Ekatérinoslav (fig. 22, 23, 24, 25). Leur chute totale est égale à 15,723 sagènes (33,49 mètres). Elles se succèdent dans l'ordre suivant :

La cataracte —	<i>Staro-Kodakski</i>	(Le Vieux Kodak).
»	<i>Sourski</i>	(La C. de Soura, La Soura).
»	<i>Lokhanski</i>	(La Cuvette).
»	<i>Zvonetski</i>	(La Résonnante).
»	<i>Nenassytetski</i>	(l'Insatiable).
»	<i>Volnigski</i>	(La C. de Volnigi, la Volnigi).
»	<i>Boudilovski</i>	(La Boudilov).
»	<i>Lishni</i>	(La Superflue).
»	<i>Vilny</i>	(La Libre).



■ Dépôts récents fluviaux et lacustres ■ Gneiss, granites
 ■ Paléogène. ■ Diorites, diabases etc.

3 2 1 0 3 6 9 verstes
 3 2 1 0 3 6 9 kilometres

Fig. 22 et 23. — Carte de la partie torrentielle du Dnièpre entre les villes d'Ekaterinoslav et d'Alexandrovsk dressée d'après les données du Ministère des Voies de Communication et Géologique.

et d'Alexandrovsk dressée d'après les données du Ministère des Voies de Communication et Géologique.

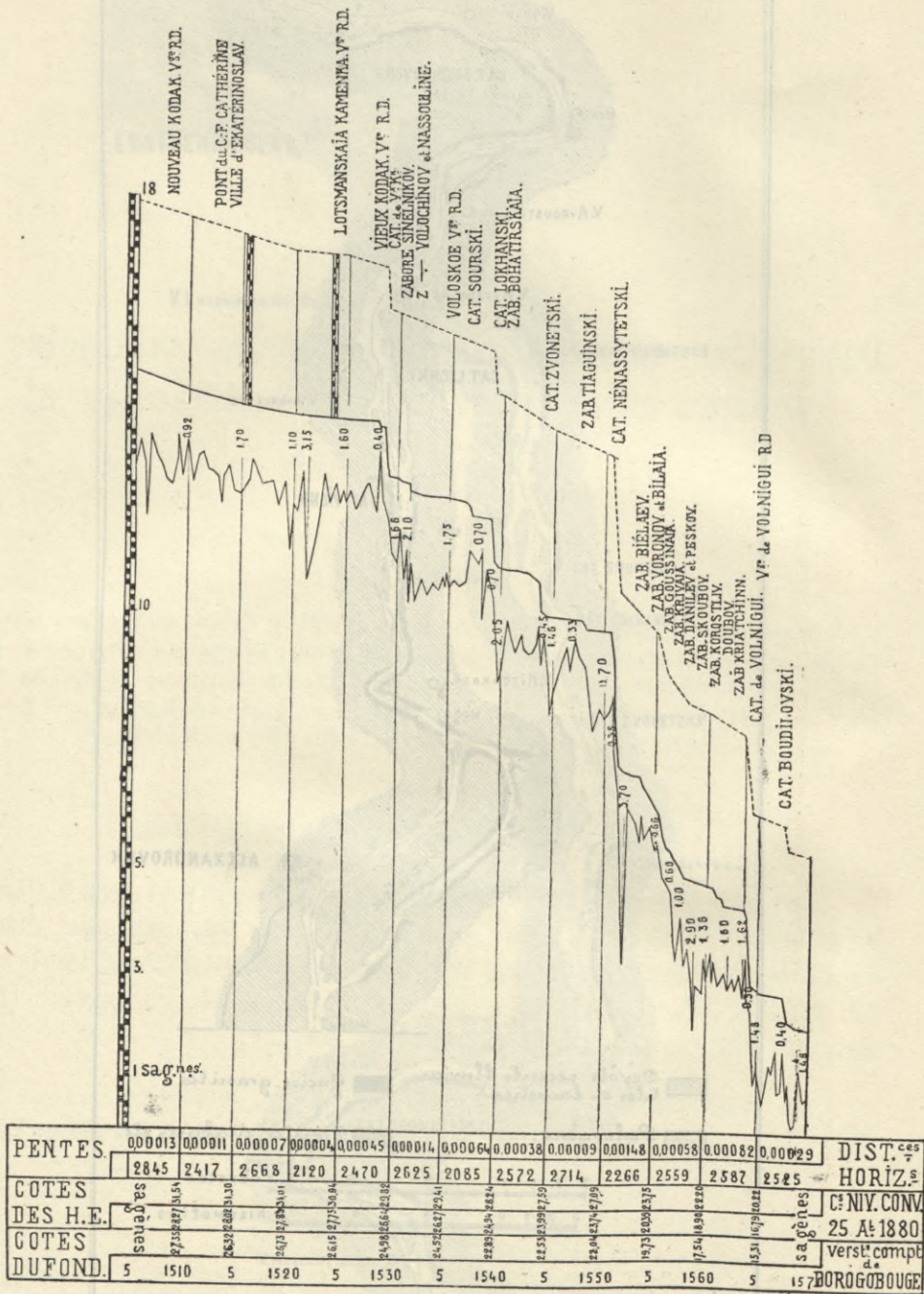
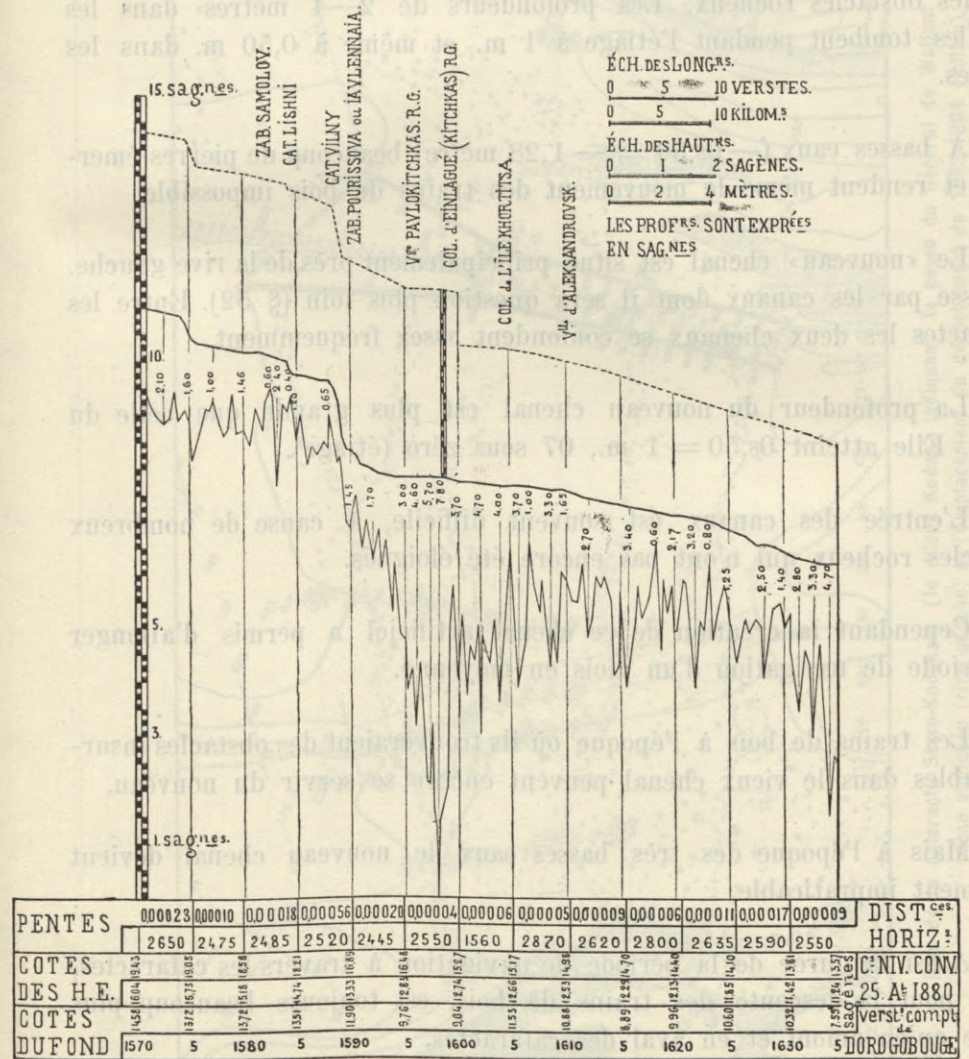


Fig. 24 et 25. — Profil en long de

Nota. Les traits pleins indiquent le fond et la surface du niveaux d'eaux assez basses



la partie torrentielle du Dnièpre.

(niv. conv. de l'expédition du Général Polycarpof); le pointillé — les hautes eaux.

§ 35. Chenaux de la section torrentielle du Dnièpre.

Aujourd'hui la partie torrentielle du Dnièpre a deux chenaux portant les noms de «vieux» et de «nouveau». Le vieux chenal, qui s'appelle aussi le chenal «des Kosaks», longe la rive droite, sur une grande partie de son parcours, et passe aux endroits le moins encombrés par des obstacles rocheux. Les profondeurs de 2—4 mètres dans les mouilles tombent pendant l'étiage à 1 m. et même à 0,50 m. dans les rapides.

A basses eaux (— 0s,60 = — 1,28 mètre) beaucoup de pierres émergent et rendent même le mouvement des trains de bois impossible.

Le «nouveau» chenal est situé principalement près de la rive gauche. Il passe par les canaux dont il sera question plus loin (§ 52). Entre les cataractes les deux chenaux se confondent assez fréquemment.

La profondeur du nouveau chenal est plus grande que celle du vieux. Elle atteint 0s,50 = 1 m., 07 sous zéro (étiage).

L'entrée des canaux est souvent difficile, à cause de nombreux obstacles rocheux qui n'ont pas encore été éloignés.

Cependant la création de ce chenal artificiel a permis d'allonger la période de navigation d'un mois en moyenne.

Les trains de bois à l'époque où ils trouveraient des obstacles insurmontables dans le vieux chenal peuvent encore se servir du nouveau.

Mais à l'époque des très basses eaux le nouveau chenal devient également impraticable.

Aussi la durée de la période de navigation à travers les cataractes, même pour la descente des trains de bois, est toujours beaucoup plus courte qu'en amont et en aval des cataractes.

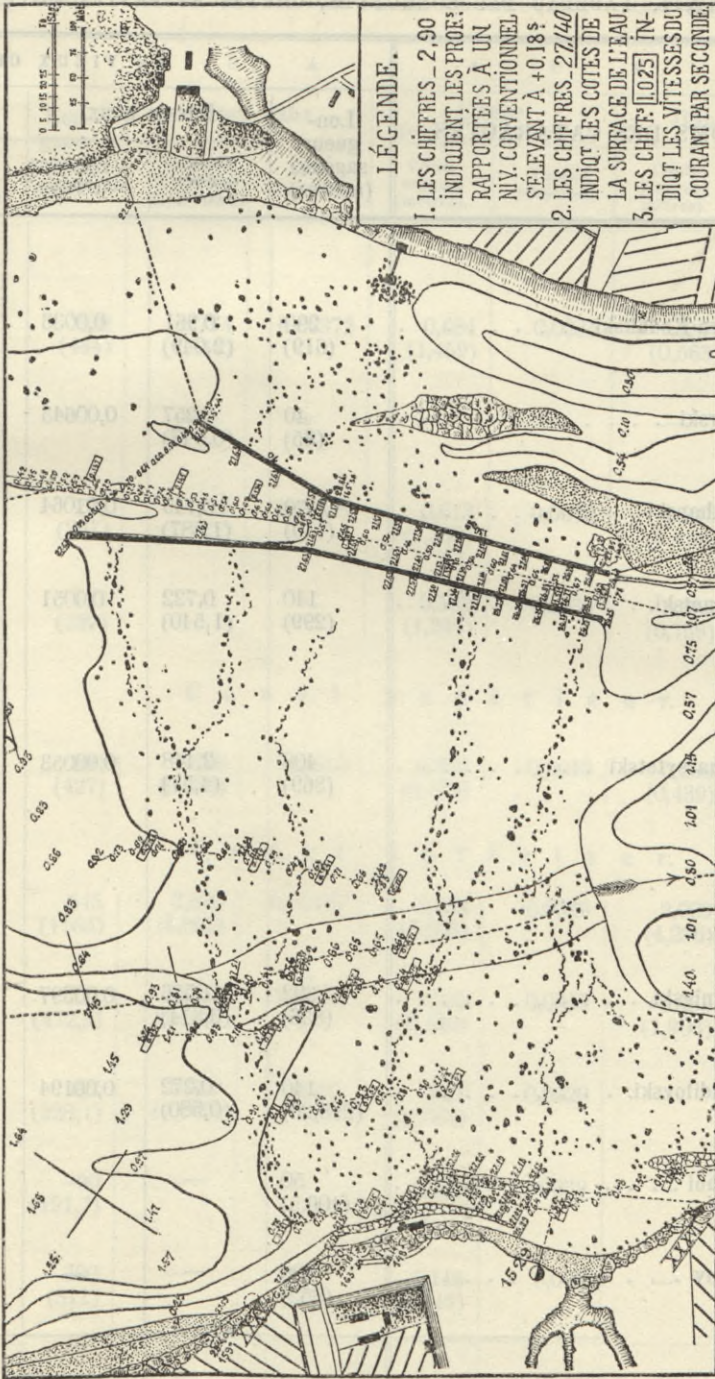


Fig. 26. — Plan de la cataracte Staro-Kodakski (le Vieux Kodak) indiquant la passe du Général de Wollant (près de la rive droite), passe endiguée (rive gauche) et l'emplacement du dérochement de 1863-1884 (milieu).

§ 36. Éléments caractéristiques des cataractes.

XXII. TABLEAU DES LONGUEURS, CHUTES ET PENTES MOYENNES DES CATARACTES DU DNIÈPRE (DRESSÉ D'APRÈS LES ÉTUDES DE M. SOULKOVSKI.—1887-88).

N ^o	NOMS DES CATARACTES.	LE VIEUX CHENAL DES CATARACTES.					C A N A L S U P É R I E U R.								
		Longueur sagènes (mètres)	Basses eaux.		Étiage. (niveau conventionnel.)		Hautes eaux.		Longueur sagènes (mètres)	Basses eaux.		Étiage. (niveau conventionnel.)		Hautes eaux.	
			Chute sagènes (mètres).	Pente moyenne.	Chute sagènes (mètres).	Pente moyenne.	Chute sagènes (mètres).	Pente moyenne.		Chute sagènes (mètres).	Pente moyenne.	Chute sagènes (mètres).	Pente moyenne.	Chute sagènes (mètres).	Pente moyenne.
1	Staro-Kodakski	290 (619)	0,961 (2,049)	0,0033	0,871 (1,857)	0,003	0,451 (0,962)	0,00156	208 (444)	0,774 (1,649)	0,00372	0,684 (1,459)	0,0034	0,264 (0,563)	0,00122
2	Sourski	40 (85)	0,257 (0,547)	0,00643	0,24 (0,512)	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Lokhanski	70 (149)	0,745 (1,587)	0,01064	0,525 (1,120)	0,0075	0,125 (0,267)	0,00178	125 (267)	0,823 (1,753)	0,00658	0,613 (1,308)	0,0049	0,213 (0,454)	0,00170
4	Zvonetski	140 (299)	0,722 (1,540)	0,0051	0,552 (1,177)	0,0039	0,272 (0,580)	0,002	112 (239)	—	—	0,583 (1,244)	0,0039	0,356 (0,759)	0,0032
C a n a l s u p é r i e u r.															
5	Nenassytetski	408 (869)	2,148 (4,57)	0,00053	2,258 (4,810)	0,00055	1,828 (3,893)	0,00448	200 (427)	0,206 (0,439)	0,0010	0,206 (0,439)	0,0010	0,206 (0,439)	0,0010
C a n a l i n f é r i e u r.															
6	Volnigski	392 (836)	1,556 (3,314)	0,00397	1,326 (2,827)	0,0034	1,216 (2,589)	0,00310	545 (1163)	2,329 (4,961)	0,00427	2,439 (5,203)	0,0046	2,009 (4,286)	0,0037
7	Boudilovski	140 (298,20)	0,272 (0,580)	0,00194	0,272 (0,580)	0,0019	—	—	107 (228,1)	0,310 (0,660)	0,00291	0,31 (0,661)	0,0029	—	—
8	Lishni	50 (106,5)	—	—	0,031 (0,0661)	0,0006	—	—	90 (191,7)	—	—	0,035 (0,070,075)	0,00039	—	—
9	Vilny	400 (852)	—	—	0,928 (1,981)	0,00232	—	—	380 (811)	—	—	1,148 (2,449)	0,003	—	—
Totaux		1930	—	—	7,003	—	—	—	1988	—	—	7,021	—	—	—

XXIII. VITESSE DU COURANT DANS LES CATARACTES DU DNIÈPRE PENDANT UN ÉTAT D'EAUX ASSEZ BASSES (D'APRÈS LES ÉTUDES DU GÉNÉRAL POLYKARPOF. — 1880—1882).

N.º	CATARACTES.	Cotes des eaux par rapport à l'étiage (0). Sagènes (mètres).	LE VIEUX CHENAL DES CATARACTES.			LE NOUVEAU CHENAL DES CANAUX.		
			Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
S a g è n e s (m è t r e s) p a r s e c o n d e .								
1	St-Kodakski . . .	-0,26 (-0,555)	0,569 (1,214)	0,471 (1,005)	0,527 (1,124)	1,514 (3,230)	0,137 (0,292)	} A l'entrée 0,275 (0,587) Dans la partie étroite du canal 1,408 (3,004)
2	Sourski	-0,36 (-0,768)	Vieux che- nal 0,969 (2,067)	0,565 (1,205)	0,742 (1,583)	—	—	
			Chenal des hautes eaux 0,916 (1,954)	0,415 (0,885)	0,649 (1,385)	—	—	—
3	Lokhanski	-0,28 (-0,597)	Vieux che- nal 2,431 (5,187)	0,748 (1,596)	1,744 (3,721)	1,415 (3,019)	0,479 (1,012)	1,197 (2,554)
			Chenal des hautes eaux 1,394 (2,974)	0,562 (1,199)	0,985 (2,102)	—	—	—
4	Zvonetski	-0,305 (-0,651)	1,452 (3,098)	0,625 (1,334)	1,085 (2,315)	1,565 (3,339)	0,745 (1,590)	1,162 (2,479)
5	Nenassytetski . . .	-0,445 (-0,950)	1,295 (2,763)	0,734 (1,566)	1,004 (2,142)	Canal su- périeur 0,670 (1,430)	0,415 (0,885)	0,529 (1,129)
						Canal in- férieur 1,415 (3,019)	0,996 (2,125)	1,168 (2,492)
6	Volnigski	-0,38 (-0,811)	1,495 (3,190)	0,584 (1,246)	0,99 (2,112)	1,316 (2,808)	0,241 (0,514)	0,897 (1,914)
7	Boudilovski	-0,34 (-0,725)	1,248 (2,663)	0,475 (1,013)	0,867 (1,850)	1,297 (2,767)	0,341 (0,728)	0,843 (1,799)
8	Lishni	-0,34 (-0,725)	0,845 (1,803)	0,414 (0,883)	0,614 (1,310)	0,815 (1,739)	0,316 (0,674)	0,573 (1,223)
9	Vilny	-0,34 (-0,725)	1,105 (2,358)	0,395 (0,843)	0,81 (1,728)	1,205 (2,571)	0,505 (1,077)	0,825 (1,760)

XXIV. PENTES MAXIMA PENDANT L'ÉTIAGE (0) (D'APRÈS LES ÉTUDES DE M. SOULKOVSLI).

N.º	NOMS DES CATARACTES.	LE VIEUX CHENAL.			CANAUX.			OBSERVATIONS.
		Chute partielle sag.	Longueur correspond. sag.	Pente maximum.	Chute partielle sag.	Longueur correspond. sag.	Pente maximum.	
1	V.-Kodakski . . .	0,426	65	0,00655	0,306	50	0,00612	
2	Sourski	0,214	30	0,00713	—	—	—	
3	Lokhanski	0,169	15	0,01126	0,545	100	0,00545	
4	Zvonetzki	0,169	9	0,01877	0,224	17	0,01317	
5	Nenassytetzki . . .	0,540	41	0,01317	0,465	50	0,0093	
6	Volnigski	0,519	69	0,00752	0,347	50	0,00694	
7	Boudilovski	0,156	33	0,00473	0,136	40	0,0034	
8	Lichni	—	—	—	0,016	30	0,00053	
9	Vilny	0,443	70	0,00633	0,577	100	0,00577	

XXV. PROFONDEURS MINIMA DANS LES CHENAUX DE LA SECTION TORRENTIELLE, PENDANT L'ÉTIAGE ET LES PLUS BASSES EAUX DE 1892 (D'APRÈS LES ÉTUDES DE M. SOULKOVSKI).

N.º des cataractes.	NOMS DES CATARACTES, DES ZABORES ET DES BAS-FONDS.	VIEUX CHENAL.				NOUVEAU CHENAL.			
		Profondeurs minima rapportées au niveau de l'étiage conventionnel (0).	Différence des niveaux de l'étiage et des basses eaux.	Profondeurs minima rapportées au niveau des basses eaux de 1892.	Mètres	Profondeurs minima rapportées au niveau de l'étiage conventionnel (0).	Différence des niveaux de l'étiage et des basses eaux.	Profondeurs minima rapportées au niveau des basses eaux de 1892.	Mètres
	En amont de la première cataracte.	Sagènes	Sagènes	Sagènes	Mètres	Sagènes	Sagènes	Sagènes	Mètres
1	Cataracte Kodakski	0,90	0,43	0,47	1,00	—	—	—	—
	Zabore Boutzef. .	0,75	0,46	0,29	0,62	0,58	0,44	0,14	0,30
	Bief Nemetzki . .	0,93	0,49	0,44	0,34	—	—	—	—
	Bief Nemetzki . .	1,16	0,50	0,66	1,40	—	—	—	—
2	C. Sourski	0,98	0,42	0,56	1,19	—	—	—	—
	Z. Bondarev . . .	1,04	0,43	0,61	1,30	—	—	—	—
3	C. Lakhanski . . .	1,20	0,49	0,71	1,51	0,84	0,48	0,36	0,77
	Z. Bogatyrski . .	0,61	0,58	0,03	0,06	—	—	—	—
	Bief.	1,12	0,53	0,59	1,26	1,0	—	—	—

№.№ des cataractes.	NOMS DES CATA- RACTES, DES ZA- BORES ET DES BAS-FONDS.	VIEUX CHENAL.				NOUVEAU CHENAL.			
		Profondeurs minima rapportées au ni- veau de l'étiage conventionnel (0).		Profondeurs minima rappor- tées au niveau des basses eaux de 1892.		Profondeurs minima rapportées au ni- veau de l'étiage conventionnel (0).		Profondeurs minima rappor- tées au niveau des basses eaux de 1892.	
		Différence des ni- veaux de l'étiage et des basses eaux.				Différence des ni- veaux de l'étiage et des basses eaux.			
		Sagènes	Sagènes	Sagènes	Mètres	Sagènes	Sagènes	Sagènes	Mètres
4	C. Zvonetski . . .	0,70	0,50	0,20	0,43	1,08	0,49	0,59	1,26
	Z. Gloukhi . . .	1,15	0,62	0,53	1,13	—	—	—	—
	Bief.	0,92	0,53	0,39	0,83	0,69	0,50	0,19	0,40
5	C. Nenassytetzki .	0,81	0,48	0,33	0,70	0,58	0,41	0,17	0,36
	Bief.	—	—	—	—	0,57	0,38	0,19	0,40
	Z. Golodaïka. . .	0,75	0,38	0,37	0,79	—	—	—	—
	Z. Kolotnitchev. .	0,65	0,39	—	—	0,66	0,39	0,27	0,57
6	C. Volnigski . . .	0,50	0,40	0,10	0,21	0,64	0,41	0,23	0,49
	C. Volnigski . . .	0,98	0,55	0,35	0,74	0,80	0,55	0,25	0,53
	Bief.	1,15	0,73	0,42	0,89	1,04	0,73	0,31	0,66
7	C. Boudilovski . .	1,03	0,69	0,34	0,72	0,62	0,69	(—)0,07	(—)0,15
	Bief.	0,95	0,69	0,26	0,55	0,95	0,69	0,26	0,55
8	C. Lishny	0,50	0,69	(—)0,19	(—)0,40	0,70	0,69	0,01	0,02
9	C. Vilny	0,56	0,69	(—)0,13	(—)0,28	0,61	0,69	(—)0,08	(—)0,17
	Z. Iavlenny . . .	1,00	0,69	0,31	0,66	1,23	0,69	0,54	1,15

§ 37. Le Vieux Kodak (la Staro-Kodakski).

A 13,2 verstes (14,2 km.) en aval de la ville d'Ekaterinoslav, et à 6 kilom. du village de *Kamenka des Pilotes* vis-à-vis du village de *Staroï-Kodak* — on voit la première cataracte (fig. 26, 27) *Staro-Kodakski*.

Dans cet endroit le Dnièpre pendant les basses eaux a une largeur *d'à peu près un kilomètre*; pendant ses eaux moyennes il atteint 1,51 k., 5 et pendant les hautes eaux un peu plus. La cataracte est formée de plusieurs rangées de rochers qui barrent toute la largeur du fleuve. Les berges atteignent jusqu'à 20 mètres de hauteur et forment des promontoires s'avancant de 300 mètres environ dans le fleuve.

La chute de cette cataracte varie entre 0,563 et 2,049 mètres, suivant l'époque de l'année et la direction des chenaux (§ 36).

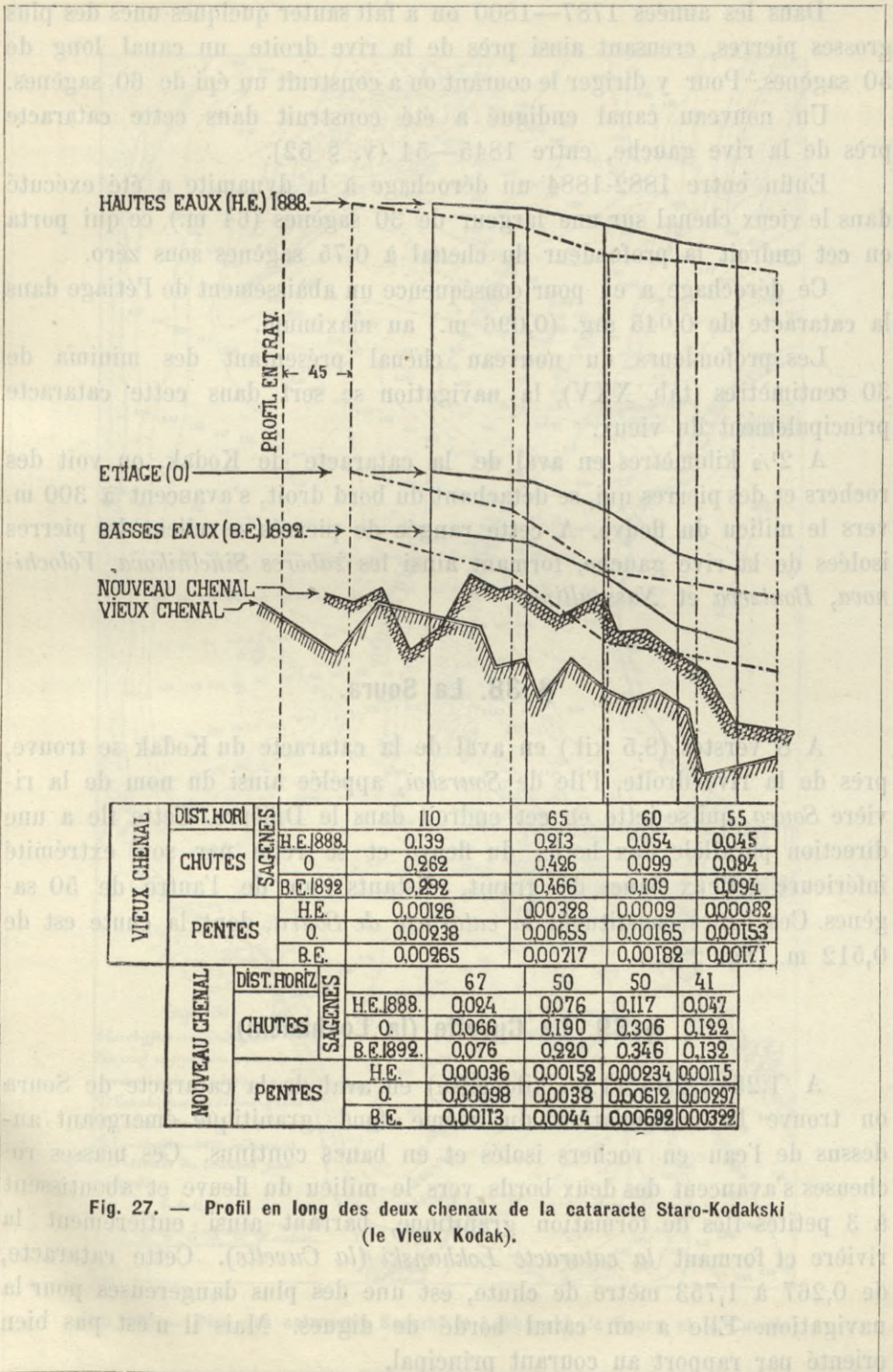


Fig. 27. — Profil en long des deux chenaux de la cataracte Staro-Kodakski (le Vieux Kodak).

Dans les années 1787—1800 on a fait sauter quelques-unes des plus grosses pierres, creusant ainsi près de la rive droite un canal long de 50 sagènes. Pour y diriger le courant on a construit un épi de 60 sagènes.

Un nouveau canal endigué a été construit dans cette cataracte près de la rive gauche, entre 1845—54 (v. § 52).

Enfin entre 1882-1884 un dérochage à la dynamite a été exécuté dans le vieux chenal sur une largeur de 30 sagènes (64 m.), ce qui porta en cet endroit la profondeur du chenal à 0,75 sagènes sous zéro.

Ce dérochage a eu pour conséquence un abaissement de l'étiage dans la cataracte de 0,045 sag. (0,096 m.) au maximum.

Les profondeurs du nouveau chenal présentant des minima de 30 centimètres (tab. XXV), la navigation se sert dans cette cataracte principalement du vieux.

A 2½ kilomètres en aval de la cataracte de Kodak, on voit des rochers et des pierres qui, se détachant du bord droit, s'avancent à 300 m. vers le milieu du fleuve. A cette rangée de pierres se relie des pierres isolées de la rive gauche, formant ainsi les *zabores Sinelnikova, Volochinova, Boutzeva et Nassoullina*.

§ 38. La Soura.

A 8 verstes (8,5 kil.) en aval de la cataracte du Kodak se trouve, près de la rive droite, l'île de *Sourskoï*, appelée ainsi du nom de la rivière *Soura*, qui se jette en cet endroit dans le Dnièpre. Cette île a une direction parallèle aux bords du fleuve et se relie par son extrémité inférieure à deux bancs de granit, distants l'un de l'autre de 50 sagènes. Ces bancs constituent *la cataracte de Soura*, dont la chute est de 0,512 m. (fig. 28).

§ 39. La Cuvette (la Lokhanski).

A 1,25 verste (1,33 kilomètre) en aval de la cataracte de Soura on trouve la continuation du même fond granitique émergeant au-dessus de l'eau en rochers isolés et en bancs continus. Ces masses rocheuses s'avancent des deux bords vers le milieu du fleuve et aboutissent à 3 petites îles de formation granitique, barrant ainsi entièrement la rivière et formant *la cataracte Lokhanski (la Cuvette)*. Cette cataracte, de 0,267 à 1,753 mètre de chute, est une des plus dangereuses pour la navigation. Elle a un canal bordé de digues. Mais il n'est pas bien orienté par rapport au courant principal.

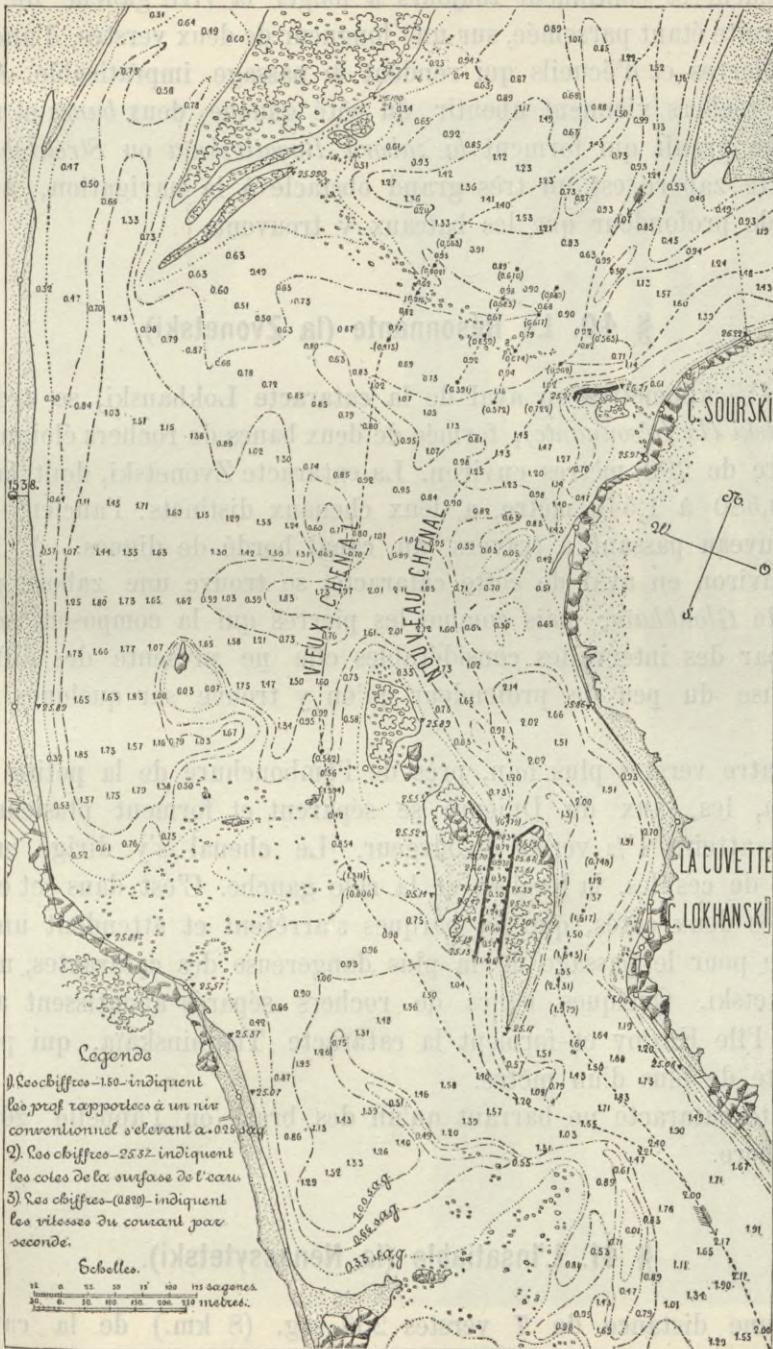


Fig. 28. — Plan des cataractes Sourski et Lohanski (la Soura et la Cuvette).

Après le passage de la cataracte Lokhanski les deux chenaux se confondent et continuent toujours à longer la rive gauche du fleuve, la rive droite étant parsemée, sur une longueur de deux verstes, d'une quantité de pierres et d'écueils qui rendent le passage impraticable. A cette ligne de rochers viennent aboutir, du côté gauche, deux *bancs* et une petite île en granit qui forment la *zabora Bogatirskaïa* ou *Stréletchaïa*.

Cette zabore est un très grand obstacle à la navigation, à cause du peu de profondeur que les bateaux y trouvent.

§ 40. La Résonnante (la Zvonetski).

A 4¹/₂ kilomètres en aval de la cataracte Lokhanski, se trouve la *c. Zvonetski (la Résonnante)*, formée de deux bancs de rochers éloignés l'un de l'autre de 200 mètres environ. La cataracte Zvonetski, dont la chute est de 0,580 à 1,540 mètre, a deux chenaux distincts: l'ancien — libre, et le nouveau passant à travers un canal bordé de digues. A 1 kilomètre environ en aval de cette cataracte, se trouve une zabore portant le nom de *Gloukhaïa*; mais comme les pierres qui la composent sont séparées par des intervalles considérables elle ne présente des difficultés qu'à cause du peu de profondeur qu'on y trouve sur quelques pierres isolées.

Quatre verstes plus loin, près de l'embouchure de la petite rivière Voronaïa, les eaux du Dnièpre se séparent et forment plusieurs îles; le fleuve atteint 1¹/₂ verste de largeur. Le chenal s'y dirige entre la dernière de ces îles, la Kozlov, et la rive gauche. C'est dans cet endroit, abrité des deux côtés, que les barques s'arrêtent et attendent un temps favorable pour le passage de la plus dangereuse des cataractes, nommée Nenassytetski. Quelques bancs de rochers séparés aboutissent au côté droit de l'île Kozlov et forment la cataracte Tiaghinskaïa, qui présente une chute de plus d'un mètre.

Cette cataracte ne barrant qu'un des bras, on l'appelle généralement zabore.

§ 41. L'Insatiable (la Nénassytetski).

A une distance de 7 verstes 253 sag. (8 km.) de la cataracte Zvonetski, on voit sur le bord droit du Dnièpre un groupe de grands rochers, d'où partent, dans toutes les directions, des bancs pierreux qui traversent tout le fleuve et se relient aux nombreuses îles de la rive



N. Ivanoff-Photo.

O. L. Igranoff-Art-painting.

L'INSATIABLE
 (LA NENASSYETSKI).

ENTRÉE AVAL DU CANAL INFÉRIEUR ET BATEAU-TOUEUR D'EXPÉRIENCE.

droite. Le courant étant ainsi retenu et contrarié par une immense quantité d'obstacles disséminés sur une distance de presque 1 kilomètre, fait naître de forts remous et des tourbillons. Un peu au-dessous des îles, apparaît du côté gauche un banc de rochers qui s'avance obliquement assez loin dans le fleuve. Ce banc rejette le courant de nouveau vers la rive droite, où l'eau vient se briser contre les rochers avec la plus grande impétuosité. Ces courants contraires, resserrés et brisés par des rochers, occasionnent des chutes où l'eau bouillonne et se précipite en tournoyant avec violence. La plus dangereuse de ces chutes porte le nom de « *l'Enfer* » (fig. 29).

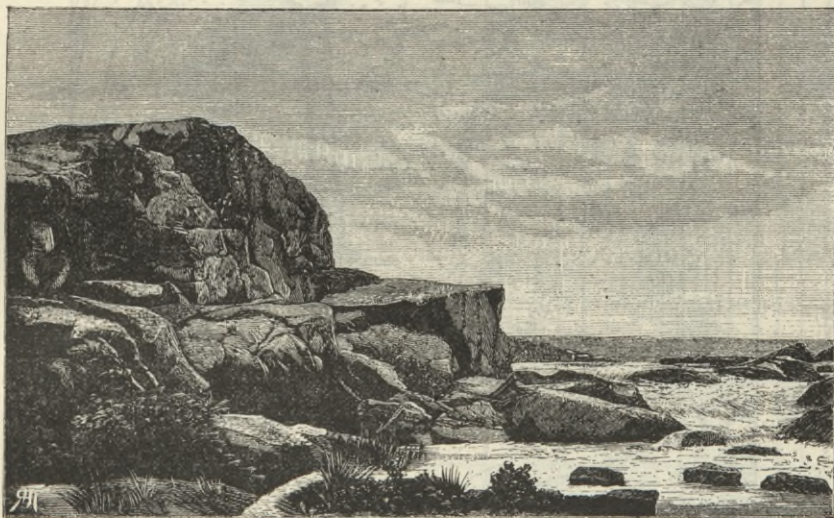
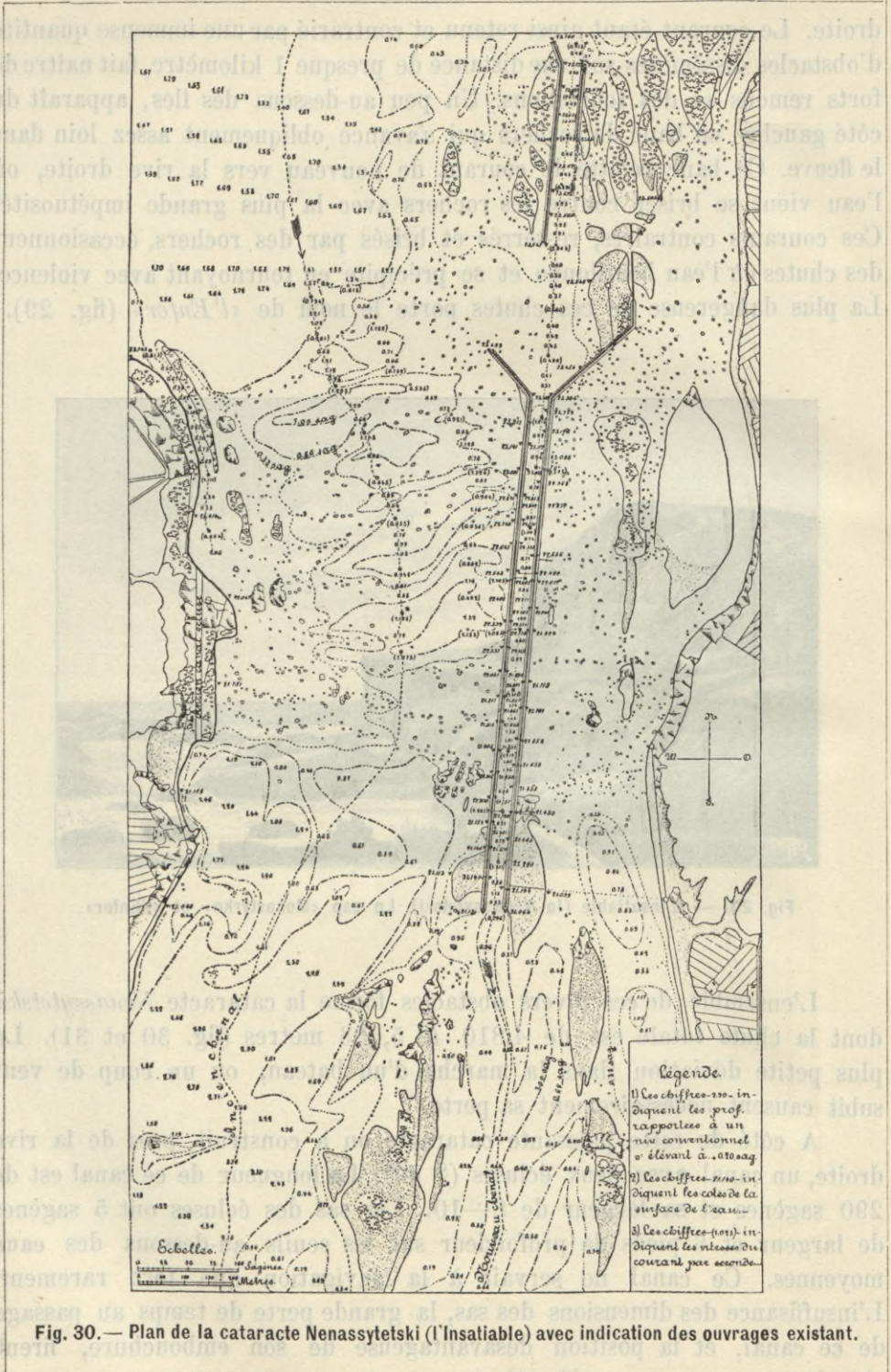


Fig. 29. — L'Insatiable (la Nénassytetski). Le cap « Monastyrko » et « l'Enfer ».

L'ensemble de ces divers obstacles forme la cataracte *Nenassytetski*, dont la chute totale est de 4,810 à 5,203 mètres (fig. 30 et 31). La plus petite déviation dans la marche d'un bateau, ou un coup de vent subit causent nécessairement sa perte.

A côté de cette puissante cataracte, on a construit, près de la rive droite, un canal avec deux écluses (§ 49). La longueur de ce canal est de 290 sagènes et sa largeur de 8—10. Les sas des écluses ont 5 sagènes de largeur et 6 pieds de profondeur sur les seuils au-dessous des eaux moyennes. Ce canal ne servait à la navigation que fort rarement. L'insuffisance des dimensions des sas, la grande perte de temps au passage de ce canal, et la position désavantageuse de son embouchure, firent abandonner cet ouvrage (§ 49).



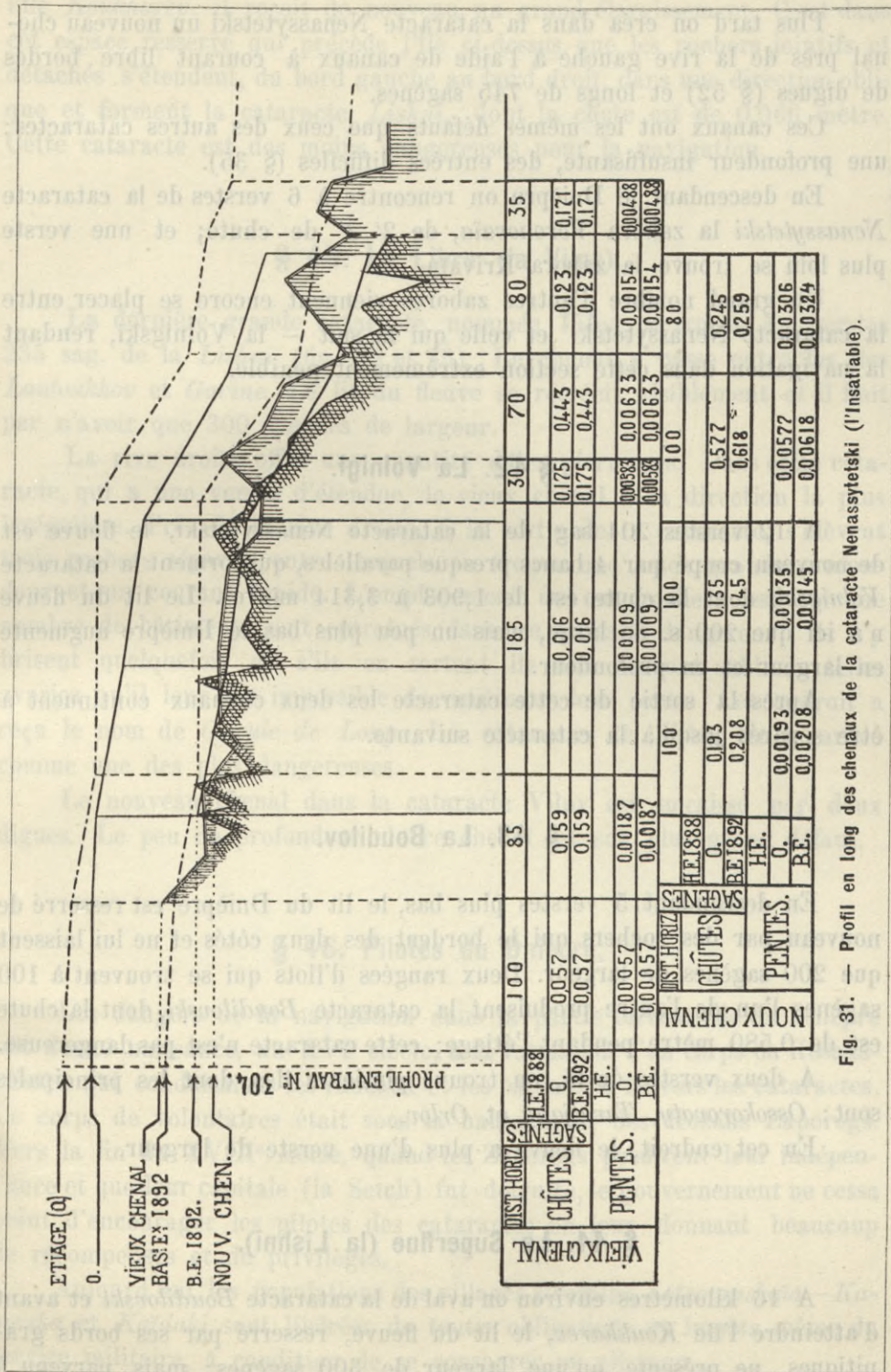


Fig. 31. — Profil en long des chenaux de la cataracte Nenassytetski (l'insatiable).

Plus tard on créa dans la cataracte Nenassytetski un nouveau chenal près de la rive gauche à l'aide de canaux à courant libre bordés de digues (§ 52) et longs de 745 sagènes.

Ces canaux ont les mêmes défauts que ceux des autres cataractes : une profondeur insuffisante, des entrées difficiles (§ 35).

En descendant le Dnièpre on rencontre à 6 verstes de la cataracte *Nenassytetski* la zabora *Voronovaïa*, de 2' 2" de chute; et une verste plus loin se trouve la zabora *Krivaïa*.

Un grand nombre d'autres zabores viennent encore se placer entre la cataracte Nenassytetski et celle qui la suit — la *Volnigski*, rendant la navigation dans cette section extrêmement pénible.

§ 42. La Volnigi.

A 12 verstes 204 sag. de la cataracte Nenassytetski, le fleuve est de nouveau coupé par 4 bancs presque parallèles, qui forment la cataracte *Volnigski*, dont la chute est de 1,903 à 3,314 mètres. Le lit du fleuve n'a ici que 200 s. de large, mais un peu plus bas le Dnièpre augmente en largeur et en profondeur.

Après la sortie de cette cataracte les deux chenaux continuent à être séparés jusqu'à la cataracte suivante.

§ 43. La Boudilov.

En descendant 5 verstes plus bas, le lit du Dnièpre est resserré de nouveau par des rochers qui le bordent des deux côtés et ne lui laissent que 200 sagènes de largeur. Deux rangées d'îlots qui se trouvent à 100 sagènes l'un de l'autre produisent la cataracte *Boudilovski*, dont la chute est de 0,580 mètre pendant l'étiage; cette cataracte n'est pas dangereuse.

A deux verstes de là, on trouve plusieurs îles, dont les principales sont : *Ossokorovaty*, *Tavaljany* et *Orlov*.

En cet endroit, le fleuve a plus d'une verste de largeur.

§ 44. La Superflue (la Lishni).

A 16 kilomètres environ en aval de la cataracte *Boudilovski* et avant d'atteindre l'île *Koukharev*, le lit du fleuve, resserré par ses bords granitiques, ne présente qu'une largeur de 300 sagènes; mais, parvenu à

l'île *Koukharev*, il reçoit de nouveau un grand élargissement. C'est dans cet espace resserré qui précède l'île ci-dessus que les rochers jointifs et détachés s'étendent, du bord gauche au bord droit, dans une direction oblique et forment la cataracte *Lishni*, dont la chute est de 0,066 mètre. Cette cataracte est des moins dangereuses pour la navigation.

§ 45. La Libre (la Vilny).

La dernière grande cataracte, nommée *Vilny*, se trouve à 4 verstes 235 sag. de la *Lishni* (fig. 32 et 33). Le chenal y passe entre les îles *Lantoukhov* et *Gavine*. Le lit du fleuve se rétrécit visiblement et il finit par n'avoir que 300 sagènes de largeur.

La rive droite offre une quantité d'îles pierreuses. Dans cette cataracte, qui a une verste d'étendue, le vieux chenal a la direction la plus irrégulière. Près de la rive droite, à la sortie de la cataracte, s'élèvent trois rochers séparés, entre lesquels on trouve une assez grande profondeur et un courant rapide. L'emplacement de ces rochers est tel que nombre de bâtiments sont entraînés dans ce passage dangereux. Ils s'y brisent quelquefois ou s'ils en sortent ils ont souvent subi de telles avaries qu'il leur est impossible de continuer leur route. Cet endroit a reçu le nom de *Gueule de Loup*. La cataracte de *Vilny* est regardée comme une des plus dangereuses.

Le nouveau chenal dans la cataracte *Vilny* est encaissé par deux digues. Le peu de profondeur de ce chenal est son plus grand défaut.

§ 46. Pilotes du Dnièpre.

Les dangers de la navigation dans la partie torrentielle du Dnièpre ont donné naissance, au XVI^e siècle, à la formation d'un corps de Kosaks-pilotes qui conduisaient les radeaux et les bateaux à travers les cataractes. Ce corps de volontaires était sous la haute main des Kozaks Zaporogs. Vers la fin du XVIII^e siècle, quand les Zaporogs perdirent leur indépendance et que leur capitale (la *Setch*) fut détruite, le gouvernement ne cessa point d'encourager les pilotes des cataractes en leur donnant beaucoup de récompenses et de privilèges.

Aujourd'hui les populations des villages riverains *Lotzianskaïa—Kamenka* et *Kaidaki* sont libérées de toutes obligations et impôts, même du service militaire, à condition de se consacrer au pilotage.



Fig. 32. — Plan de la cataracte Vilny (la Libre).

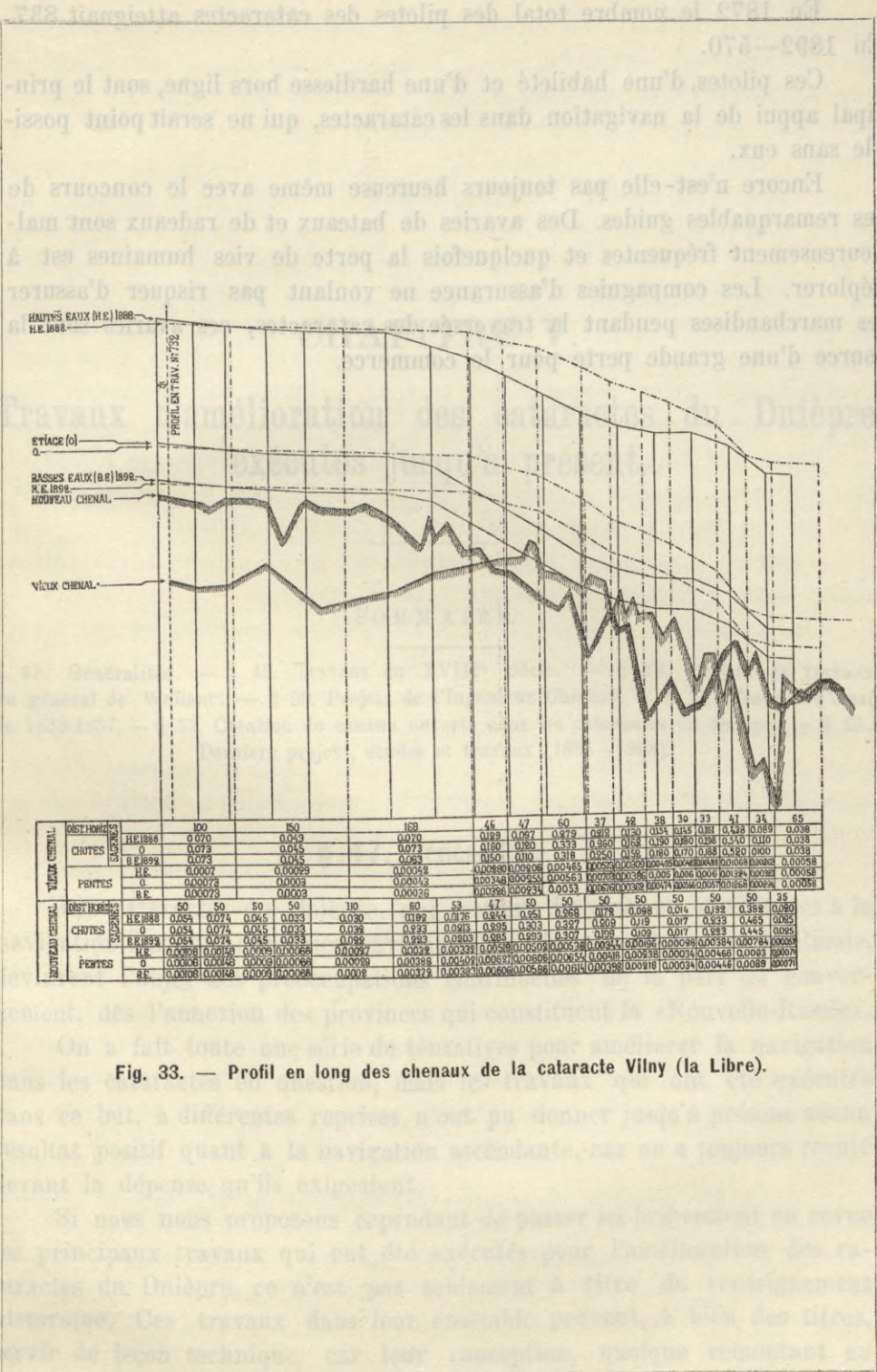


Fig. 33. — Profil en long des chenaux de la cataracte Vilny (la Libre).

En 1872 le nombre total des pilotes des cataractes atteignait 837.
En 1892—570.

Ces pilotes, d'une habileté et d'une hardiesse hors ligne, sont le principal appui de la navigation dans les cataractes, qui ne serait point possible sans eux.

Encore n'est-elle pas toujours heureuse même avec le concours de ces remarquables guides. Des avaries de bateaux et de radeaux sont malheureusement fréquentes et quelquefois la perte de vies humaines est à déplorer. Les compagnies d'assurance ne voulant pas risquer d'assurer les marchandises pendant la traversée des cataractes, ces avaries sont la source d'une grande perte pour le commerce.

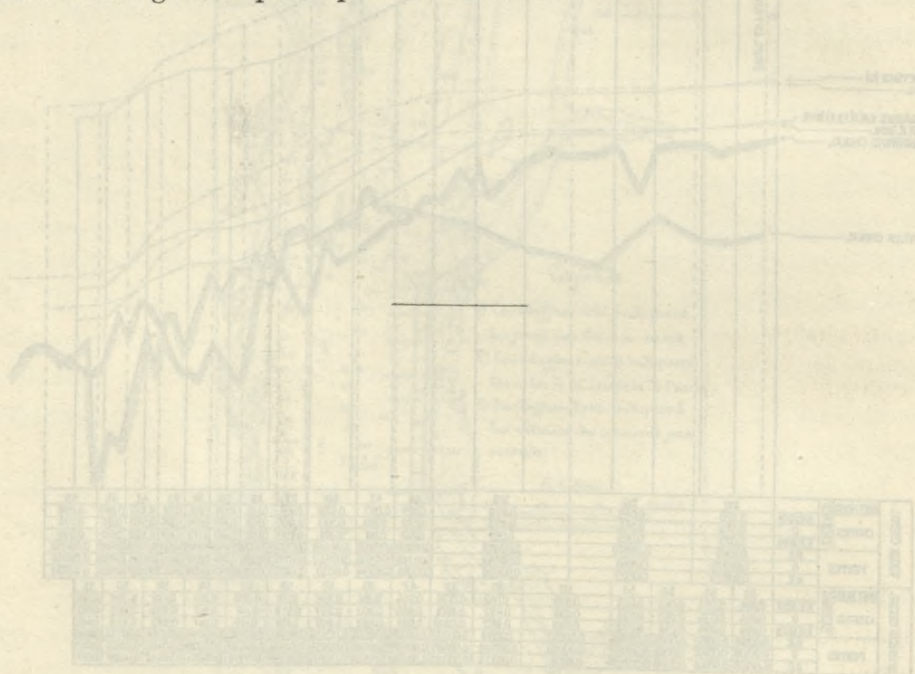


Fig. 32. — Profil en long des chenaux de la cataracte Vily (à l'échelle).

CHAPITRE V.

Travaux d'amélioration des cataractes du Dnièpre exécutés jusqu'à présent.

SOMMAIRE.

§ 47. Généralités. — § 48. Travaux du XVIII^e siècle. — § 49. Projets et travaux du général de Wollant. — § 50. Projets de l'Ingénieur Chichoff. — § 51. Travaux d'essai de 1833-1837. — § 52. Création de canaux ouverts dans les cataractes du Dnièpre. — § 53. Derniers projets, études et travaux (1855—1893).

§ 47. Généralités.

Les cataractes du Dnièpre, qui mettent des entraves si sérieuses à la navigation sur une des voies navigables les plus importantes de la Russie, devinrent l'objet des préoccupations continuelles de la part du gouvernement, dès l'annexion des provinces qui constituent la « Nouvelle-Russie ».

On a fait toute une série de tentatives pour améliorer la navigation dans les cataractes en question, mais les travaux qui ont été exécutés dans ce but, à différentes reprises, n'ont pu donner jusqu'à présent aucun résultat positif quant à la navigation ascendante, car on a toujours reculé devant la dépense qu'ils exigeaient.

Si nous nous proposons cependant de passer ici brièvement en revue les principaux travaux qui ont été exécutés pour l'amélioration des cataractes du Dnièpre, ce n'est pas seulement à titre de renseignement historique. Ces travaux dans leur ensemble peuvent, à bien des titres, servir de leçon technique, car leur conception, quoique remontant au

siècle dernier, embrasse les principes que l'on suit aujourd'hui pour ce genre de travaux, notamment sur le Danube, et que l'on suivra sans doute pour les travaux à venir du Dnièpre.

§ 48. Travaux du XVIII^e siècle.

C'est encore en 1771 que le prince Potemkine, Gouverneur Général de la Nouvelle-Russie, cherchant à prendre toutes les mesures pour faciliter le développement de la flotte et des nouvelles cités de la mer Noire, proposa d'améliorer le passage dans les cataractes du Dnièpre. C'est aussi à cette époque qu'on rapporte les travaux exécutés par le colonel Faleieff que mentionne la description d'un voyage à Kherson en 1782 *).

Parmi ces travaux on cite le canal dans la cataracte de Kodakski ainsi que celui dans la cataracte de Nenassytetski, dont le dernier a conservé encore jusqu'à nos jours le nom du *canal de Faleieff*.

C'étaient, à en juger par le dernier, de petits canaux de dérivation creusés dans la rive pour contourner la cataracte.

On considère d'habitude ces travaux comme les premiers qui aient été entrepris dans les cataractes du Dnièpre.

Cependant, d'après certains auteurs, c'est à Pierre le Grand que reviendrait l'honneur de l'initiative des premiers travaux, tendant à l'amélioration de la navigation dans les cataractes du Dnièpre, mais de ces travaux il ne subsiste aucune trace et la mémoire n'en a conservé que la tradition.

Un grand essor fut donné à l'œuvre de l'amélioration des cataractes par le voyage dans le midi de la Russie de l'Impératrice Catherine, qui, en 1787, visita les cataractes et fonda la corporation des pilotes (§ 46) dont les membres ont été délivrés de toutes contributions. Par cet acte généreux l'Impératrice voulait glorifier le courage et l'adresse hardie des braves habitants du village riverain, Kaïdaki, grâce au concours desquels toute la flottille Impériale avait pu franchir, en présence de Sa Majesté, la cataracte de Nenassytetski, la plus dangereuse de toutes.

§ 49. Projets et travaux du Général de Wollant.

En 1795, l'Ingénieur-Colonel, plus tard Ingénieur-Général et Directeur Général des voies de communication (1812-1818), de Wollant, fut

*) Zoueff.

délégué par le gouvernement Impérial pour étudier sur place la question des cataractes. La première idée de Wollant était de faire des écluses à toutes les cataractes, mais les raisons d'économie l'obligèrent à modifier ensuite son projet. Le nouveau projet d'amélioration des cataractes dressé par de Wollant prévoyait des moyens distincts suivant l'importance des cataractes: soit un simple approfondissement du chenal navigable, soit un approfondissement avec établissement de digues directrices pour empêcher les bateaux d'éviter le chenal à cause des courants obliques, enfin des canaux à écluses. Dès le début, de Wollant projetait la construction d'une écluse seulement pour la cataracte Nenassytetski et proposait d'améliorer les autres d'abord par des procédés plus économiques et ne faire des écluses que lorsque les besoins de la navigation le demanderaient. La dépense prévue pour ces travaux fut de 1,136,000 roubles seulement. Le projet du général de Wollant avait été honoré, en 1797, d'une approbation impériale et on en a commencé l'exécution encore la même année. Ces travaux ont duré jusqu'en 1810.

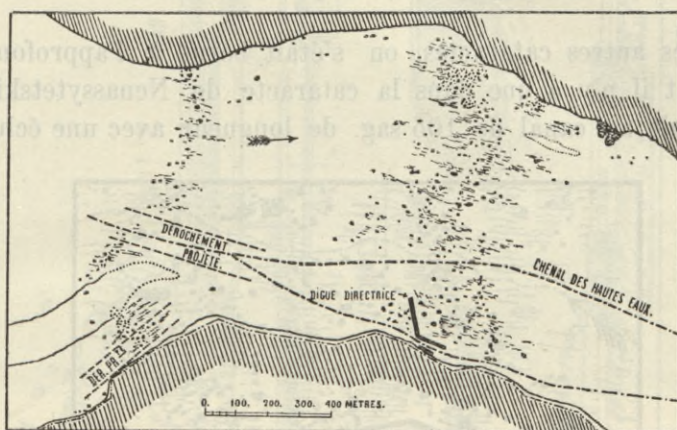


Fig. 34. — Plan de la cataracte du Vieux Kodak avec indication des ouvrages exécutés d'après le projet du général de Wollant.

On a procédé principalement à l'approfondissement du chenal navigable. Ensuite, dans les trois premières cataractes: Starokodakski, Sourski et Lokhanski, on a construit en outre des digues directrices en moellons bruts posés à sec. La profondeur de ces canaux ainsi que leur largeur étaient tout à fait restreintes. Le canal du Vieux Kodak avait à peine 20 mètres de large (fig. 34).

Les digues directrices étaient aussi très réduites. Celle du Vieux Kodak avait 50 s. de longueur seulement, celle de la Soura 80 sagènes; enfin,

celle de la troisième cataracte, la Cuvette, une longueur de 90 s. (fig. 35). Le profil des digues était très faible et elles ne pouvaient supporter longtemps l'effet des glaces. Quelques années plus tard il ne restait plus aucune trace de ces digues.

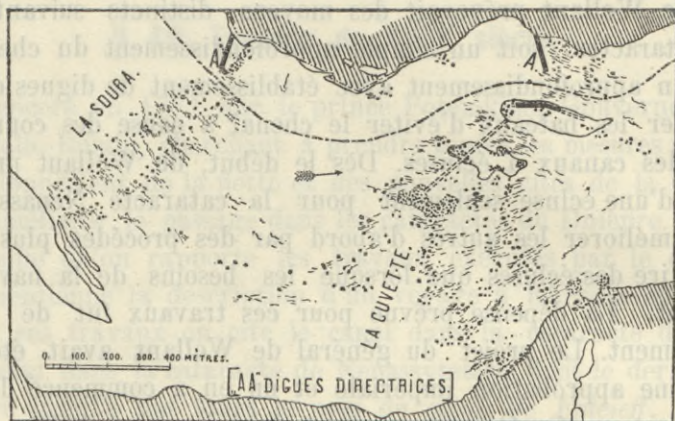


Fig. 35. — Plan des cataractes de la Soura et de la Cuvette avec indication des ouvrages exécutés d'après le projet du général de Wollant.

Dans les autres cataractes, on s'était borné à l'approfondissement du chenal, et il n'y a que dans la cataracte de Nenassytetski que l'on avait construit un canal de 105 sag. de longueur avec une écluse à deux

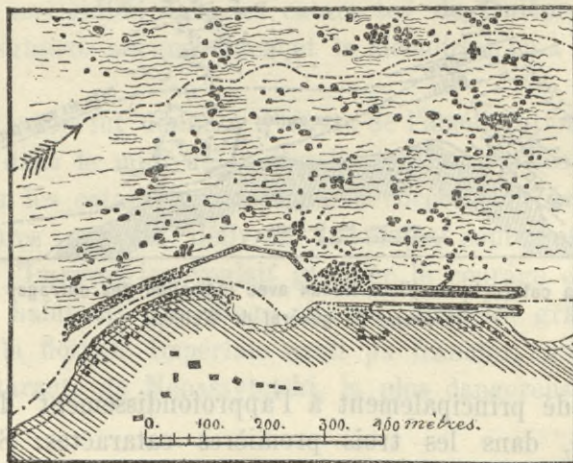


Fig. 36. — Plan de la cataracte de l'Insatiable avec indication des ouvrages exécutés d'après le projet du général de Wollant.

sas avec un bassin intermédiaire, d'une chute totale de 14 pieds. La profondeur sur les seuils de ces écluses était de 6 pieds au-dessous d'un niveau qu'on considérait comme niveau moyen (fig. 36—41).

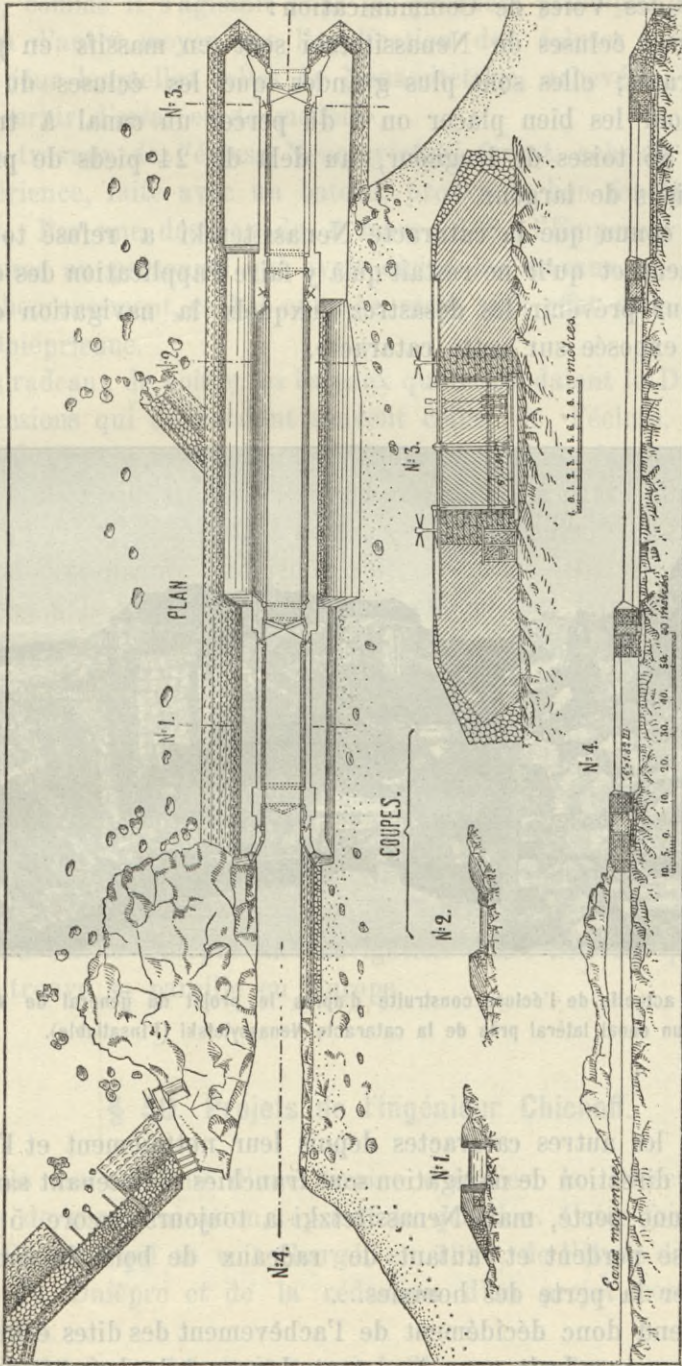


Fig. 37, 38, 39, 40, 41. — Plan et coupe de l'écluse de l'insatiable exécutée d'après le projet du général de Wollant.

Voici comment, en sa qualité d'Inspecteur des travaux, de Wollant décrivait cette écluse dans une lettre qu'il avait adressée le 2 janvier 1805 au Directeur des Voies de Communication :

« Ces deux écluses de Nenassitetzki sont en massifs en pierres de « taille de granit; elles sont plus grandes que les écluses du canal de « Ladoga; pour les bien placer on a dû percer un canal à travers un « roc vif de 55 toises de longueur, au delà de 24 pieds de profondeur « et de 56 pieds de largeur.

« Il est connu que la cataracte Nenassitetzki a refusé tout moyen « de nettoyage et qu'il ne restait qu'à y faire l'application des écluses en « question pour prévenir les désastres auxquels la navigation est conti- « nuellement exposée sur cette cataracte.

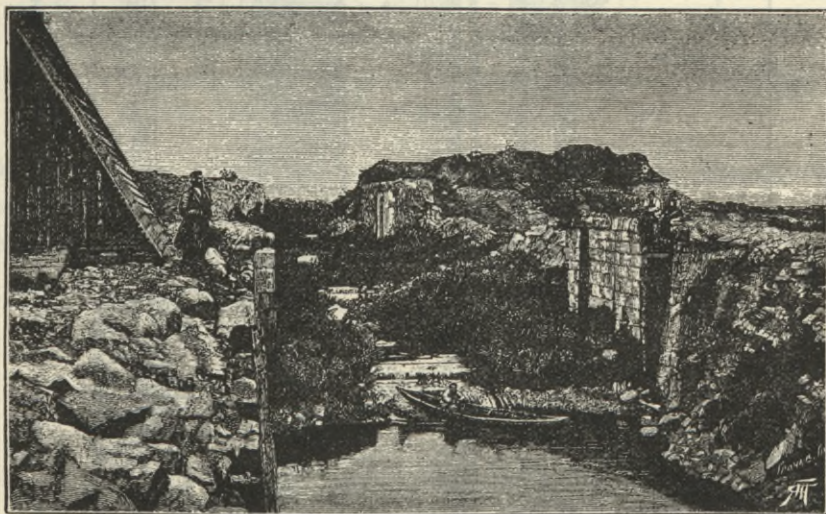


Fig. 42. — Vue actuelle de l'écluse construite d'après le projet du général de Wollant dans un canal latéral près de la cataracte Nenassytetski (l'Insatiable).

« Toutes les autres cataractes depuis leur nettoyage et l'établisse- « ment de la direction de navigation sont franchies maintenant sans danger « et sans aucune perte, mais Nenassitetzki a toujours encore 5 à 6 des- « centes qui se perdent et autant de radeaux de bois de construction « sans compter la perte des hommes....

« Il dépend donc décidément de l'achèvement des dites écluses et des « ouvrages de cet endroit pour ôter tout danger à la descente du Dnièpre « par toutes ses cataractes pour les termes des hautes et moyennes eaux,

«et même pour des basses eaux si elles ne sont pas extraordinairement petites; pour ce dernier cas et pour la remonte des navires contre le courant, comme il s'agissait dans les premiers principes du projet, — il n'y aura d'autre moyen que l'application des écluses à 8 autres cataractes, pour lesquelles celles de Nenassitetsky, achevées, étaient destinées à servir d'essai et de modèle».

Les travaux de l'écluse Nenassyetzki furent achevés en 1808 et une expérience, faite avec un bateau, prouva le bon fonctionnement des appareils. Par une décision du 6 mars 1808, l'Empereur accorda des récompenses au personnel qui avait dirigé les travaux.

Malheureusement, ce bel ouvrage resta sans effet utile pour la navigation Dniéprienne.

Les radeaux de bois et les bateaux qui descendaient le Dnièpre avaient des dimensions qui dépassaient souvent celles de l'écluse. Les radeaux devaient donc être réformés pour traverser l'écluse, les bateaux allégés. L'écluse était d'ailleurs difficilement accessible, à cause du peu de profondeur qu'offrait le chenal d'accès. Ces inconvénients firent suivre à la navigation descendante l'ancienne voie.

Quant à la navigation montante, elle ne put faire usage de l'écluse de la cataracte Nenassyetzki à cause des autres cataractes qu'elle ne pouvait franchir.

Peu à peu l'ouvrage fut abandonné et déperit; mais il reste toujours un monument digne de son auteur et une leçon, chère il est vrai (l'écluse aurait coûté 1¹/₂ million de roubles), des entreprises insuffisamment étudiées au point de vue financier. Si on pouvait disposer, à l'époque où on avait fait cette écluse, des fonds nécessaires pour compléter la série en en faisant de semblables dans les autres cataractes, nous verrions aujourd'hui sur le Dnièpre une navigation d'une activité qui aurait difficilement trouvé sa pareille en Europe.

§ 50. Projets de l'Ingénieur Chichoff.

Après une accalmie d'une dizaine d'années, la Direction Générale des voies de communication reprend la question. Cette fois-ci c'est l'ingénieur Chichoff qui se voit chargé, en 1824, de l'étude détaillée des cataractes du Dnièpre et de la rédaction d'un projet complet de leur amélioration.

En 1826, le projet était terminé. Il comprenait une analyse détaillée des différentes solutions qui pouvaient être adoptées, telle qu'un canal

de dérivation réunissant le Dnièpre en amont des cataractes à la mer Noire ou à la mer d'Azof, un canal latéral contournant les cataractes, un canal éclusé dans le lit même du fleuve bordé de digues sur toute la longueur de la section torrentielle du Dnièpre, un dérochage du chenal pour la navigation ascendante avec des écluses à chaque cataracte, enfin, des canaux à courant libre bordés de digues dans les limites de chaque cataracte pour la navigation descendante.

Dans le canal éclusé en lit de rivière, Chichoff prévoyait 16 écluses. Les digues demandaient plus de 5 millions de mètres cubes d'enrochement. La dépense s'élevait à 10,643,014 roubles. Outre cet inconvénient Chichoff pensait que les ouvrages établis en lit de rivière ne peuvent pas être suffisamment protégés contre l'action destructive de la glace et que le vent rendrait les canaux inaccessibles ou difficilement accessibles aux bateaux.

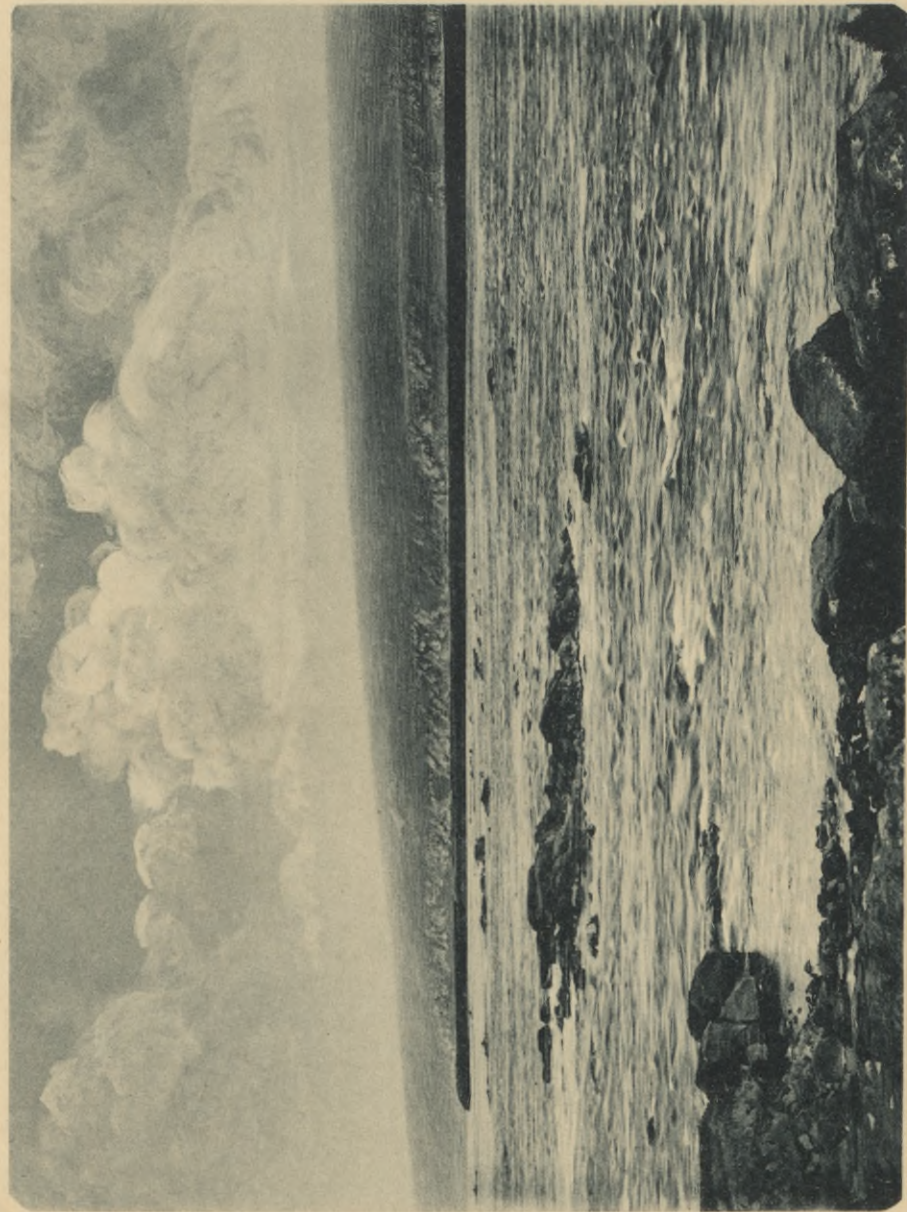
Un canal général de dérivation serait, d'après Chichoff, à l'abri de ces derniers inconvénients. Mais l'étude de plusieurs variantes de cette solution a conduit Chichoff à la conclusion qu'un canal latéral demanderait une somme énorme, car on serait obligé de percer le canal dans un rocher dur s'élevant souvent à une hauteur de plus de 35 sag. ou bien le conduire à travers un grand nombre de vallons profonds.

Chichoff écartait donc toutes ces solutions et s'en tenait à la nécessité d'établir deux voies différentes et séparées pour les bateaux montant et les bateaux descendant. Pour les premiers, il préconisait, entre les cataractes, le long de la rive droite, un chenal, large de 30 sagènes, obtenu au moyen du dérochage direct de $5\frac{1}{2}$ pieds de profondeur sous l'étiage et des canaux éclusés à chaque cataracte; pour les bateaux descendant un chenal de 15 sagènes, profond de $5\frac{1}{2}$ pieds sous les plus basses eaux (?) et bordé de digues dans les cataractes. L'exécution de ce projet d'après Chichoff devrait coûter 4,200,000 roubles et demanderait 7 années de travail.

Il est à remarquer que, quoique Chichoff propose de construire le long de ses canaux des digues longitudinales, il ne leur attribue pas d'autre rôle que celui de protéger les bateaux contre les effets du vent latéral et il ne semble pas pressentir le rôle beaucoup plus important encore qu'elles joueront dans la répartition de pente.

§ 51. Travaux d'essai de 1833-1837.

La Direction générale des Voies de Communication approuva seulement une partie du projet de Chichoff, celle qui concernait la navigation à la descente; mais ce ne fut qu'en principe. On décida de ne pas procéder



X. Frensch-Dino.

O. I. Ignatouff-Art-peintre.

LA VOLNIGHI.

(LA VOLNIGSKI)

AVEC SON CANAL ET LE ROCHER „GROZA“.

immédiatement à l'exécution du projet et se réserva le droit de pouvoir y faire certaines modifications après une étude expérimentale que l'on jugea indispensable.

C'étaient les digues qui furent le premier point d'attaque.

On voulait tout d'abord les supprimer complètement en les remplaçant par des appuis élastiques qui protégeraient les bateaux contre les chocs sous l'action du vent.

Ensuite on proposa de supprimer une digue par raison d'économie et de creuser, de l'autre côté de la digue conservée, un second chenal pour que les bateaux pussent être à l'abri des vents côtiers. Enfin on réduisit le projet à un travail d'essai à faire dans la première cataracte (le Vieux Kodak).

Sous cette forme, les travaux eurent, en 1833, l'approbation de l'Empereur, et on procéda encore la même année à leur exécution.

On n'exécuta d'abord qu'une seule digue conformément aux modifications du projet. Cette digue fut construite à une distance de 120 sag. de la rive gauche du fleuve. Elle avait été exécutée en grosses pierres, posées à sec, et avait une longueur de 150 sag. sur une hauteur de $12\frac{1}{2}$ pieds à peu près et une largeur de 2 sagènes au couronnement (v. ff. 43—55). Le chenal fut approfondi à 6 pieds au-dessous de l'étiage (?).

Au cours de ces travaux on était revenu, par raison d'économie reconnue par l'expérience, à la construction de deux digues bordant un seul chenal.

La deuxième digue n'avait plus qu'une hauteur de 9 pieds avec une largeur à la couronne de 1 sag. seulement.

Les travaux furent achevés en 1837. Cinq ans plus tard, on avait démoli une certaine portion de la digue gauche, à l'entrée du canal, pour faciliter l'accès aux bateaux. En même temps on avait exhaussé cette digue jusqu'à la hauteur de la digue droite.

L'exécution de ce canal a donné lieu à une dépense de 89427 roubles, mais cette somme se trouve portée à 95500 environ (238750 fcs) si l'on comprend également les autres travaux qui ont été exécutés dans cette cataracte.

§ 52. Création de canaux à courant libre dans les cataractes du Dnièpre.

Des 25 observations que l'on fit en 1842 dans le canal de la cataracte du Vieux Kodak, on constata que la vitesse du courant était de 8 pieds, 1 par seconde. Ce résultat sembla tellement favorable qu'il fit naître l'idée de la possibilité de se passer d'écluses pour remonter

Travaux d'essai de
1833-1837. Améliora-
tion de la cataracte
du Vieux-Kodak.

Fig. 43—55.



Fig. 43. — Plan du
canal endigué.

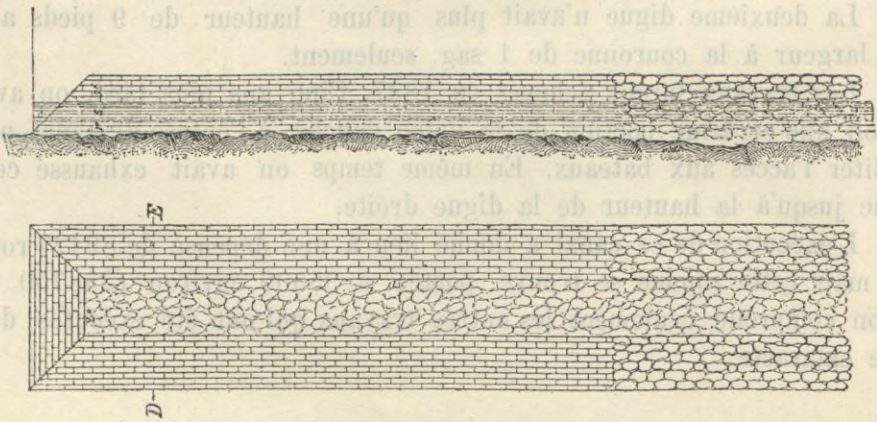


Fig. 44 et 45. — Elévation et plan d'une digue.

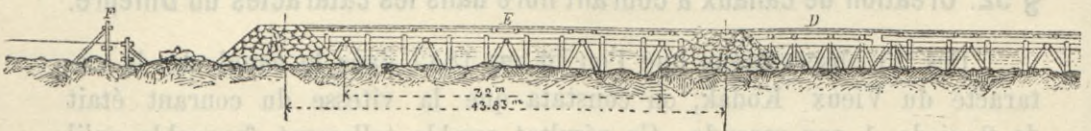


Fig. 46. — Coupe transversale du canal.

Fig. 51.

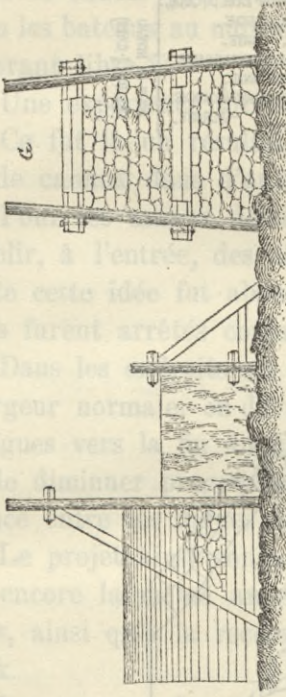


Fig. 49.

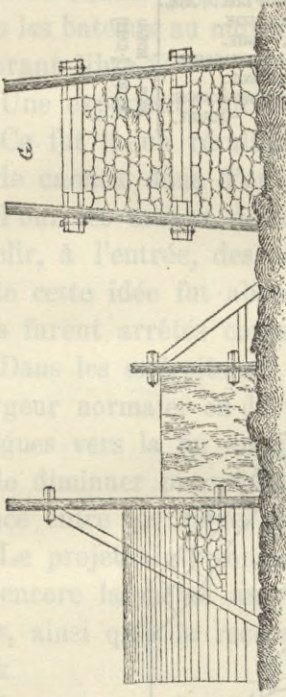


Fig. 50.

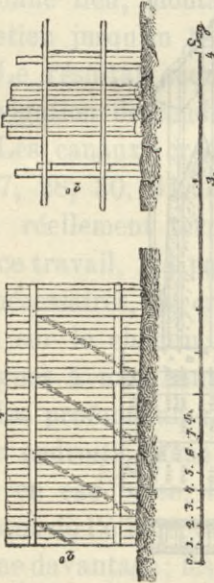


Fig. 48.

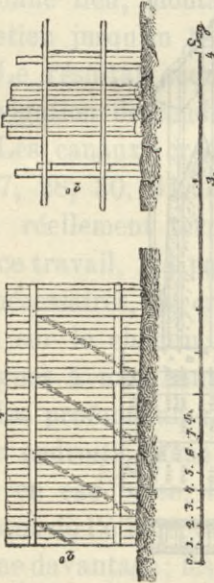


Fig. 54.

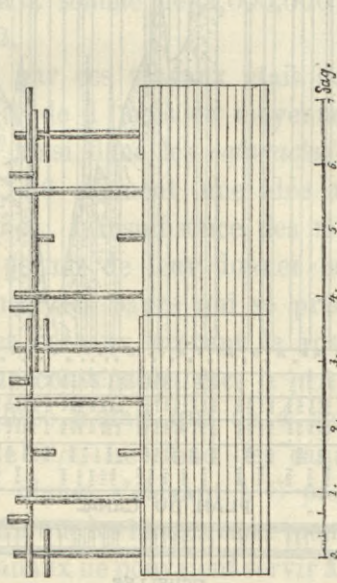


Fig. 52.

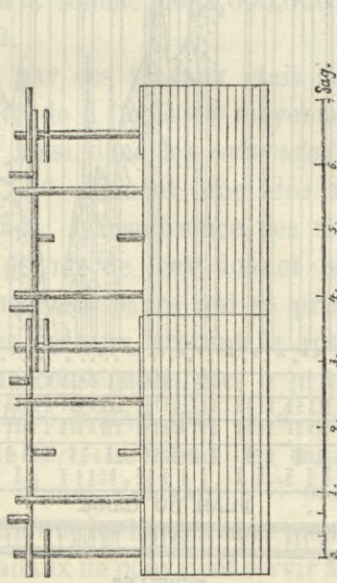


Fig. 55.

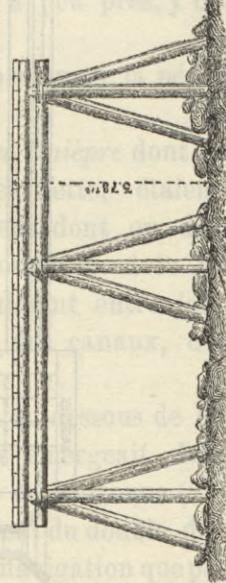


Fig. 53.

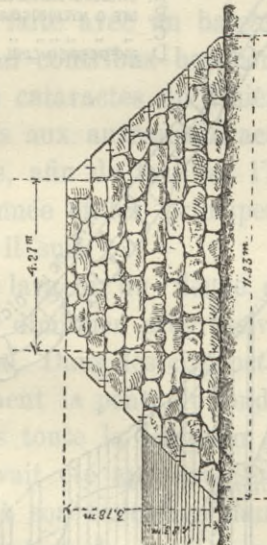
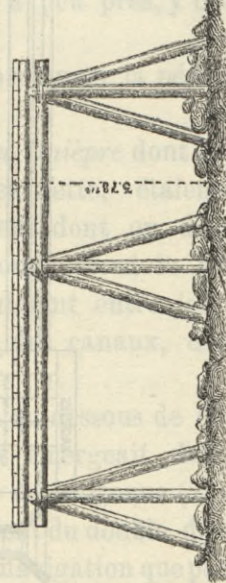


Fig. 47. — Coupe en travers d'une digue suivant DE.

Fig. 48 et 49. — Vue latérale (côté du fleuve) et coupe du batardeau FF.

Fig. 50 et 51. — Vue latérale et coupe du batardeau GG.

Fig. 52 et 53. — Plan et coupe du pont de service.

Fig. 54. — Echelles des fig. 49, 51 et 54.

Fig. 55. — Echelles des fig. 48, 50 et 52.

les fortes chutes que présentaient les cataractes du Dnièpre, en halant au besoin les bateaux au moyen de cabestans fixés sur les digues des canaux à courant libre *).

Une expérience directe, faite avec un bateau, confirma l'hypothèse.

Ce fut là un résultat qui contribua beaucoup à accélérer la création de canaux dans d'autres cataractes du Dnièpre **).

Pour les canaux destinés aux autres cataractes, on projetait d'abord d'établir, à l'entrée, des ailes, afin de faciliter l'accès aux bateaux, mais ensuite cette idée fut abandonnée et les principes de la disposition des digues furent arrêtés comme il suit.

Dans les endroits où la largeur du fleuve est à peu près égale à la largeur normale, on devait diminuer progressivement la distance entre les digues vers la fin du canal. Dans des circonstances inverses, on proposait de diminuer progressivement la pente du fond en conservant la même distance entre les digues dans toute la longueur du canal.

Le projet ainsi conçu avait été approuvé en 1843, et on avait procédé encore la même année à son exécution dans les 8 cataractes suivantes, ainsi qu'à la reconstruction du canal dans la cataracte du vieux Kodak.

Les travaux furent achevés vers 1854. La dépense à laquelle ils ont donné lieu, monta à la somme de 2,000,000 r. à peu près, y compris l'entretien jusqu'en 1872.

Le résultat acquis par ces travaux était de prolonger la période de la navigation descendante de 1 mois en moyenne.

Les canaux créés ainsi dans les *cataractes du Dnièpre* dont les fig. 26, 27, 28, 30, 31, 33, 56 donnent une idée assez nette, étaient loin d'être réellement terminés. L'insuffisance des moyens dont on disposait pour ce travail, n'a pas permis de leur donner la longueur et la profondeur nécessaires, de creuser les bancs qui se présentaient entre les cataractes sur le chemin des bateaux prenant la route des canaux, d'élever les digues à une hauteur convenable, etc.

La profondeur réalisée n'était que de 4 pieds au-dessous de l'étiage et par endroits même de $3\frac{1}{2}$. Le fond des canaux émergeait donc par places en eau basse, les digues s'élevant à 8 pieds en moyenne (2,4 m.) au-dessus de l'étiage, tandis que les hautes eaux montaient du double, du triple et même davantage; les canaux ne pouvaient servir à la navigation que pendant une période restreinte d'eaux moyennes assez hautes pour donner une

*) Les cataractes du Dnièpre. Ann. des Voies de Com. 1845.

**) id. (études de M. Golovatchef) A. V. C. 1863.

profondeur suffisante dans les canaux, et assez basses pour ne pas se déverser par-dessus les digues.

La navigation à la remonte rencontra des difficultés considérées comme insurmontables, et ne se créa pas.

Cependant, quoi qu'il en soit, les travaux de 1843-1854 mirent en application un principe qui, presque un demi-siècle plus tard, vint triompher lors du choix d'une solution pour les Portes de Fer du Danube — celui de canaux ouverts, sans écluses.

§ 53. Derniers projets, études et travaux (1855-1893).

L'insuccès relatif des travaux d'amélioration qui dotèrent les cataractes du Dnièpre de canaux à courant libre, insuccès dont les causes furent attribuées au défaut du principe plutôt qu'à l'insuffisance de l'exécution, donna une vie nouvelle à l'idée de canaux éclusés.

Aussi voyons-nous en 1873 un nouveau projet d'amélioration des cataractes du Dnièpre, où les écluses sont considérées comme le seul moyen susceptible de rendre cette partie du fleuve navigable à la remonte. Ce projet, préparé par M. *Mitrofanoff*, ingénieur des Voies de Communication, malheureusement mort depuis, comportait des canaux éclusés à toutes les cataractes. Chaque canal devait être formé au moyen d'une seule digue longitudinale placée à une distance très faible de la rive. Les écluses étaient placées à l'extrémité aval du canal et précédées d'un déversoir destiné à maintenir le niveau du canal à une cote déterminée. Le nombre d'écluses prévu par le projet était de neuf, dont trois à deux sas et 1 à 3 sas échelonnés.

Les digues s'élevaient à 0,20 sagène au-dessus du niveau des eaux navigables et les seuils des écluses étaient projetés à 5 pieds (0,714 mètre) au-dessous de l'étiage (0 conventionnel) du fleuve.

Les dimensions utiles des sas étaient $55\frac{1}{2} \times 6$ sagènes ($118,4 \times 12,8$ mètres). Les bajoyers dépassaient le niveau des hautes eaux extraordinaires (1845) de 0,25 sagène (0,533 mètre). Les dépenses prévues s'élevaient à 10,157,000 roubles (25,380,000 fcs.).

La nécessité de demander une pareille somme au Trésor effraya le Ministère des Voies de Communication, le projet ne reçut point d'approbation et la question fut soumise à une série d'études nouvelles.

On s'était de nouveau demandé s'il ne serait pas possible de créer la navigation à la remonte sans faire des ouvrages aussi dispendieux que

les écluses, en profitant par exemple des canaux existants. A cet effet, on essaya un système de touage dans les cataractes. L'expérience ne réussit point, tant à cause des défauts des canaux dont nous avons déjà parlé plus haut (profondeur insuffisante, pente irrégulière, etc.) que par suite d'une installation défectueuse du toueur. L'expérience manquée ne prouva donc rien, d'autant moins qu'on connaissait les exemples de la remonte à travers les cataractes de bateaux et même d'une drague, mais l'insuccès contribua à décourager encore davantage l'opinion publique, et c'est à l'influence personnelle d'un ingénieur éminent, dont la mort est aussi à regretter depuis, M. *Golovatchef*, directeur des Voies de Communication de l'arrondissement de Kiev, que l'on doit la continuation des études et des travaux dans les cataractes pendant cette époque de déceptions.

Grand partisan de l'amélioration des cataractes sans écluses, M. *Golovatchef* fit entreprendre des travaux d'essai de dérochements subaqueux à l'aide de la dynamite.

Les travaux exécutés pendant les années 1884-1886 avaient pour but de porter la profondeur du vieux chenal, dans la cataracte du Vieux Kodak, à 10 quarts d'archines (1,778 mètre) au-dessous de l'étiage sur une largeur de 30 sagènes (64 mètres).

Ils prouvèrent, d'une part l'économie que l'on pouvait réaliser en employant la dynamite au lieu de la poudre, dont on s'était servi auparavant; de l'autre, ils firent tomber un préjugé important qui entravait beaucoup la solution de la question des cataractes, et dont nous dirons quelques mots.

Les années de sécheresse qui suivirent les travaux de construction des canaux dans la partie torrentielle du Dnièpre, donnèrent naissance à l'idée que les dérochements exécutés dans les cataractes, étaient la cause du manque d'eau dans le fleuve pendant l'étiage. L'hypothèse changea bientôt en certitude, pour les populations Dniépriennes, et fit le tour de l'Empire, nuisant beaucoup à la cause de l'amélioration ultérieure des cataractes. Bien des gens ne cessaient de répéter avec aplomb, sans entendre quoi que ce soit à l'hydraulique fluviale, que les travaux des cataractes avaient produit un abaissement du plan d'eau du Dnièpre jusqu'à Kiev, distant de plusieurs centaines de kilomètres des cataractes!

Les travaux de la cataracte du Vieux Kodak prouvèrent de visu l'absurdité de ce dire.

L'abaissement maximum du plan d'eau dans la cataracte, même au-dessous de la fouille, mesuré directement, fut de 0,045 sagène (0,096 mètre) seulement; il ne pouvait évidemment être sensible qu'à une faible distance de la cataracte. En se basant sur ces travaux d'essai, M. *Golo-*

vatchef dressa, avec le concours de M. *Soulkovski*, ingénieur des Voies de Communication, un nouveau projet d'amélioration des cataractes. Il s'agissait cette fois de créer dans les cataractes deux voies différentes: l'une pour la descente, l'autre pour la remonte.

La première de ces voies devrait suivre le vieux chenal et être réalisée par un approfondissement direct de tous les seuils rocheux de façon à porter la profondeur partout à 10 quarts d'archines (1,778 mètre) au-dessous de l'étiage.

La seconde serait celle des canaux que l'on devait approfondir jusqu'à 7¹/₂ quarts d'archines (1,335 mètre) sous zéro et améliorer quant à leurs digues, etc. On prévoyait la nécessité d'une traction mécanique dans les cataractes et on ne pensait d'ailleurs qu'à la remonte de bateaux vides.

La dépense prévue était de 1,600,000 roubles (4,000,000 fcs.).

Ce projet, présenté au Ministère des Voies de Communication en 1889, ne fut pas sanctionné à l'instar de ses précurseurs et, M. Golovatchef étant mort, l'affaire des cataractes du Dnièpre semblait devoir être oubliée pour longtemps quand elle fut ranimée avec une énergie remarquable par Son Excellence Monsieur le Ministre des Voies de Communication A. C. Krivochéine, qui s'en occupa presque dès son entrée au Ministère (1892). Lors de sa visite des ports et des fleuves du Midi de la Russie M. Krivochéine fut frappé de l'état de négligence dans lequel se trouvait la section torrentielle du Dnièpre, barrant, de même qu'il y a cent ans, le courant commercial, de puissance énorme, presque à la porte de la mer Noire.

Aussi des études nouvelles furent ordonnées afin de dresser le projet d'une amélioration complète. Nous avons eu l'honneur d'être chargé par Monsieur le Ministre de la tâche aussi flatteuse que difficile de rédiger ce projet et de diriger les travaux d'essai qui doivent fournir les bases pour les marchés à venir.

Dans le chapitre qui suit nous exposerons les principes que nous avons cru devoir suivre dans notre étude.

CHAPITRE VI.

Principes du projet en étude.

SOMMAIRE.

§ 54. Comparaison des cataractes du Dnièpre avec celles du Danube. — § 55. Différences essentielles entre les cataractes du Danube et celles du Dnièpre. — § 56. But de l'amélioration proposée. — § 57. Discussion générale des systèmes d'amélioration et division des cataractes en catégories. — § 58. Canaux. — § 59. Passages éclusés projetés dans les cataractes du Dnièpre. — § 60. Traction mécanique des bateaux et utilisation de la force motrice des cataractes. — § 61. Travaux d'essai.

§ 54. Comparaison des cataractes du Dnièpre avec celles du Danube.

Afin de faciliter l'examen des principes de l'amélioration des cataractes du Dnièpre nous commencerons ce chapitre par un succinct parallèle entre les propriétés de la section torrentielle du Dnièpre avec celles de la section torrentielle du Danube, bien connue à MM. les membres du présent Congrès, grâce au rapport de M. de Gonda présenté par lui au Congrès de Paris en 1892 *).

*) Nous saisissons cette occasion pour témoigner notre vive reconnaissance à MM. Wallandt, Hoszpodski et de Gonda des excellents renseignements qu'ils ont bien voulu nous donner sur les cataractes du Danube lors de notre visite des travaux si remarquables qu'ils y dirigent.

LE DANUBE.

LE DNIÈPRE.

a) *Longueur de la section torrentielle.*

La longueur de la section torrentielle du Danube entre la première cataracte «Stenka» et la dernière «Les Portes de Fer» est égale à 86 kilomètres.

La longueur de la section torrentielle du Dnièpre entre les cataractes extrêmes est égale à 62,5 verstes, soit 66,7 kilomètres.

b) *Longueur totale des sections présentant des obstacles rocheux.*

La longueur totale des sections présentant des obstacles rocheux dans la partie torrentielle du Danube est de dix kilomètres environ, soit 12% de la longueur entière de cette partie torrentielle.

Pour le Dnièpre la longueur cumulée des 9 cataractes est égale environ à 7% de la longueur totale de la partie torrentielle. En y ajoutant l'étendue des obstacles formés par les zabores, etc., on ne trouverait cependant pas moins de 20% de la longueur de la section torrentielle.

c) *Largeur du lit.*

La largeur du lit du Danube dans sa section torrentielle varie dans les limites de 170 mètres (le défilé de Kazan) et 2020 mètres (près Greben), soit de 1 à 12.

La largeur du lit du Dnièpre dans sa section torrentielle varie beaucoup moins, les limites extrêmes étant en chiffre rond 400 et 1200 mètres, soit de 1 à 3.

d) *Profondeurs en basses eaux.*

Les profondeurs en basses eaux varient de 2 à 52 mètres, à l'exception de cinq endroits, des cataractes proprement dites, où les profondeurs peuvent descendre à

1,05 m.	>	>	>	pour la cataracte de <i>Stenka</i> ,
1,8	>	>	>	Kozla-Dojka
0,2	>	>	>	Izlas-Tachta-lia-Greben
0,7	>	>	>	Iucz
0,3	>	>	>	les Portes de Fer.

Outre les 9 cataractes principales on compte jusqu'à 60 zabores, où les rochers appartenant au fond ou bien étant des pierres erratiques réduisent la profondeur, rétrécissent le chenal, etc.

La profondeur en basses eaux est très petite, tombant à quelques décimètres, en un grand nombre de points des chenaux. Beaucoup de pierres se trouvant dans le chenal émergent à cette époque.

Les basses eaux, qui donnent de si faibles profondeurs, sont exceptionnelles et durent peu de temps.

D'après les observations d'une période de 40 années consécutives (1840-1880) pendant 158 jours sur les 275 de la durée moyenne de la navigation, la profondeur dans les cataractes du Danube permettait un tirant d'eau des bateaux de 1,5 mètre.

Quand les eaux ne sont pas encore au niveau le plus bas atteignant la cote de (— 15) verschoks (—0,67 mètre), la descente des radeaux même devient impossible.

e) *Pente totale et pente moyenne.*

La pente totale du Danube dans sa section entre les cataractes extrêmes est de 23,392 mètres, ce qui donne une pente moyenne de 0,00027.

La pente totale du Dnièpre, entre les cataractes extrêmes, est de 15,7 sagènes (33,44 mètres) ce qui donne une pente moyenne de 0,0005.

f) *Pentes maxima du fleuve.*

Les pentes de la surface des basses eaux du Danube varient dans les cataractes entre les limites de 0,0001 et 0,00417. La dernière limite ne se rencontre que sur une longueur de 410 mètres dans les Portes de Fer, où la pente moyenne est, sur un kilomètre de parcours, de 0,0032 et sur toute la longueur de la cataracte (2,59 kilomètres) de 0,00199, la chute totale étant de 5,156 mètres.

Les pentes de la surface des basses eaux du Dnièpre dépassent en bien des endroits la pente maximum du Danube.

Ainsi dans la Cuvette la pente atteint 0,01064, dans l'Insatiable 0,0055, etc.

g) *Vitesses maxima.*

La vitesse maximum dans les cataractes du Danube est celle des Portes de Fer. Elle ne dépasse guère 5 mètres.

La vitesse maximum dans les cataractes du Dnièpre est offerte par la Cuvette, atteignant jusqu'à 2,5 sagènes (5,33 mètres) par seconde.

Pour l'Insatiable, elle est de 1,92 sagène (4,1 mètres).

h) Débits.

Les débits du Danube d'après les dernières données seraient: pendant les plus basses eaux, de 1475 m. cubes et pour une surélévation du plan d'eau de:

1 mètre . . .	2440 m. c.
2 > . . .	4000 >
3 > . . .	5500 >
4 > . . .	7700 >
5 > . . .	? >

Les variations du débit du Dnièpre sont beaucoup plus fortes. Le débit calculé pour les plus basses eaux serait de 29 sagènes cubes (282 mètres cubes).

Pendant l'étiage le débit atteint 500 m. c. environ. Enfin pendant les hautes eaux il s'élève à 9000 m. c.

Le maximum calculé pour les plus hautes eaux serait de 17000 m. c.

k) Crues.

Les crues du Danube s'élèvent à 5 mètres au-dessus de l'étiage et en un point seulement (Greiben), les difficultés de la navigation s'aggravaient pendant les hautes eaux à cause des chutes et tourbillons que produisait ici un élargissement subit du lit.

Les crues du Dnièpre font varier le niveau de l'eau dans les limites de plus de 8 mètres. A l'échelle de Lotsmanskaïa Kamenka le plan d'eau s'élève à + 3,7 sag. (7,9 m.) et baisse à (—) 0,60 sag. (1,28 mètre).

Dès que le niveau de l'eau a dépassé la cote de 6 archines (4,27 mètres) au-dessus de l'étiage, le courant, contrarié par des rochers qui émergent à eau basse, devient tellement désorienté en plusieurs endroits que toute navigation est interdite par ordre de la loi pour éviter les désastres.

Les hautes eaux créent donc pour le Dnièpre des difficultés infiniment plus sérieuses que pour le Danube, les conditions d'écoulement dans le lit majeur différant beaucoup de celles du lit mineur.

l) *Vent.*

Le vent, toujours gênant dans un endroit du fleuve où il y a des obstacles à la navigation, ne fait nullement cesser le mouvement des bateaux dans la partie torrentielle du Danube, ce qui est dû, tant au petit nombre d'obstacles rocheux qui s'y trouvent qu'à la puissance des moteurs des bateaux à vapeur.

Le vent, pour la partie torrentielle du Dnièpre à son état actuel, est un obstacle absolu pour la descente de bateaux et de radeaux.

La puissance du courant étant la force qui les transporte, l'équipage ne peut point les maintenir dans le bon chenal s'il y a un vent oblique tant soit peu sensible.

Aussi pour traverser les cataractes est-on souvent obligé d'attendre, pendant des jours et des semaines, un temps favorable.

Sans cette précaution, les désastres sont imminents.

Il est à remarquer que lorsque un chenal profond sera créé partout, l'emploi des moteurs à vapeur atténuera beaucoup cet inconvénient; mais il ne pourra jamais disparaître complètement, à moins de faire des travaux trop coûteux à cause de l'énorme quantité d'obstacles rocheux disséminés dans cette partie du fleuve. Ce n'est pas seulement en cinq endroits comme sur le Danube, c'est en plusieurs dizaines d'endroits qu'on risquerait d'avarier le bateau en s'écartant du chenal sous la poussée du vent.

m) *Navigation.*

L'existence des cataractes du Danube n'a pas empêché la navigation de prendre sur cette partie du fleuve un développement remarquable.

De nombreux bateaux appar-

Les cataractes du Dnièpre, malgré les travaux considérables exécutés pendant le courant du siècle, ne permettent la navigation à la descente qu'avec risque; encore n'est-

tenant à l'Autriche-Hongrie, à la Serbie, à la Roumanie, à la Russie, remontent et descendent les cataractes. Le tirant d'eau des bateaux atteint 1,83 mètre, la puissance des machines des bateaux à vapeur 400 chevaux, le tonnage des bateaux 1,000 tonnes.

Il est vrai que les cataractes gênent la navigation, l'arrêtent même temporairement, mais sur les 275 jours de la période navigable, pendant 158 jours en moyenne, des bateaux, tirant encore 1,50 mètre d'eau, peuvent passer dans la section des cataractes.

elle possible que pendant quelque 75 jours de l'année en moyenne. La navigation à la remonte n'existe pas, la traversée des cataractes par les canaux n'étant possible, dans la pratique courante, que pour de petites embarcations.

n) Amélioration des cataractes exigée par la navigation.

Deux mètres à basses eaux pour toutes les cataractes, à l'exception de la dernière, les Portes de Fer, pour laquelle on demande 3 mètres.

Cinq pieds (1,52 mètre) à basses eaux et la possibilité de naviguer à la remonte avec sécurité et économie.

§ 55. Différences essentielles entre les cataractes du Danube et celles du Dnièpre.

L'examen comparatif des cataractes du Dnièpre et de celles du Danube ne laisse point de doute au sujet des difficultés relatives que les unes et les autres doivent présenter à la navigation.

Rien que le fait signalé au § précédent : l'existence depuis des siècles d'une navigation active à la remonte sur le Danube et l'absence de celles-ci malgré les travaux d'amélioration assez importants, sur le Dnièpre, suffit pour constater que le Dnièpre dans sa partie torrentielle est un ennemi plus puissant que le Danube.

Cette conclusion ne se trouve que trop confirmée par les résultats fournis par le parallèle ci-dessus.

Nous avons vu en effet que :

la longueur de la section occupée par les cataractes et les obstacles

rocheux en général, est plus grande pour le Dnièpre que pour le Danube (§ 54, a, b);

la profondeur des basses eaux du Dnièpre est de beaucoup inférieure, en bien des points, à celle que l'on trouve sur les points les plus saillants des cataractes du Danube (d);

la pente totale des cataractes du Dnièpre dépasse presque de 50% et *la pente moyenne* de 100% les valeurs correspondantes du Danube (e);

les pentes moyennes maxima des cataractes du Dnièpre dépassent de 150% les maxima du Danube (f);

la vitesse maximum en plusieurs endroits dépasse le maximum du Danube (g);

les variations du débit du Dnièpre (de 1 à 30, voire même à 60) sont infiniment plus considérables que celles du Danube (h);

les crues du Dnièpre sont presque le double de celles du Danube (k); enfin

les vents présentent de très grands dangers pour la traversée des cataractes du Dnièpre et la rendent souvent impossible, tandis que pour le Danube ils sont au plus gênants.

On risquerait donc de tomber dans l'erreur si l'on voulait appliquer au Dnièpre le système d'amélioration adopté pour les cataractes du Danube sans une analyse scrupuleuse de toutes les divergences physiques des deux fleuves, accompagnée de celle des exigences de la navigation dans les deux cas.

§ 56. But de l'amélioration proposée.

Nous avons déjà dit qu'aujourd'hui les cataractes du Dnièpre permettent seulement une navigation à la descente. Encore celle-ci n'est possible que pendant un temps très court et toujours est-elle dangereuse. Jusqu'à cinq % du nombre total des bateaux et des cargaisons se perdent tous les ans. Les bateaux, une fois qu'ils ont descendu les cataractes, ne peuvent plus retourner à leurs ports de départ. Ils ne servent qu'à un seul voyage, ce qui frète les marchandises d'une surtaxe énorme. Aucun progrès sérieux n'est ainsi possible dans la construction des bateaux.

Les travaux des cataractes doivent donc faire disparaître ou atténuer les causes qui rendent impossible la remonte et si dangereuse la descente des bateaux. Ces causes sont:

la sinuosité du chenal,
l'insuffisance de profondeur,
l'insuffisance de largeur,
la rapidité du courant et l'importance des pentes dans les cataractes,
l'irrégularité des directions du courant, souvent oblique par rapport
à la direction générale du chenal,
enfin, l'action des vents.

Quant à la profondeur que l'on doit chercher à réaliser maintenant
aux cataractes du Dnièpre pour créer une navigation non seulement sûre,
mais économique à la descente et à la remonte, elle est déterminée par
la considération suivante.

Les bateaux partant de Berislav-Kakhovka, où commence la partie mari-
time du Dnièpre, doivent pouvoir monter jusqu'à Ekaterinoslav et au-delà,
non seulement les bateaux qui naviguent sur le Bas-Dnièpre aujourd'hui, mais
également ceux qui y navigueront, lorsque le Bas-Dnièpre aura sur ses
hauts-fonds la profondeur de 5 pieds, qu'on croit pouvoir y réaliser.

C'est aussi à 5 pieds au-dessous des basses eaux qu'il semblerait
indispensable de porter la profondeur du chenal dans la partie torren-
tielle entre Ekaterinoslav et Alexandrovsk.

§ 57. Discussion générale des systèmes d'amélioration et division des cataractes en catégories.

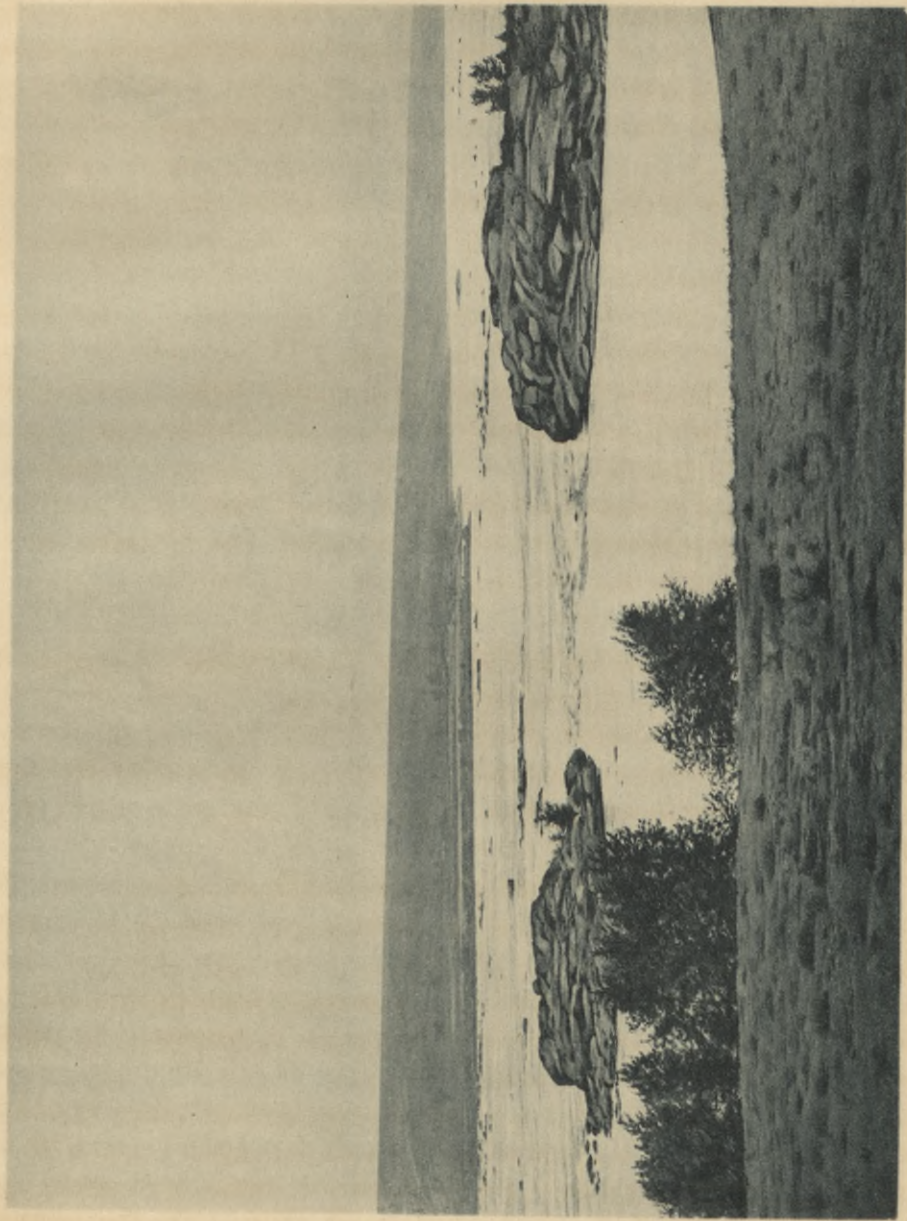
Diverses méthodes peuvent être appliquées pour créer un chenal
assez droit, suffisamment large et profond, avec une pente et une vitesse
du courant convenables.

La méthode universelle qui pourrait s'appliquer à tous les cas, don-
nant toujours un résultat sûr et incontestable, est celle de la construc-
tion de barrages éclusés.

L'examen le plus sommaire suffit cependant pour prouver que l'ap-
plication de cette méthode pour un fleuve de la puissance du Dnièpre
conduirait à des dépenses énormes.

Encore ne serait-ce point toujours une application rationnelle dans la
section des cataractes. Les hauts-fonds rocheux formant les cataractes sont
en effet des barrages naturels qui partagent la section torrentielle en un
certain nombre de biefs dont la profondeur est pour la plupart suffisante,
même en eaux basses.

Il semblerait donc que le barrage étant déjà formé par la nature
il ne faudrait demander à l'art que le moyen de traverser ce barrage,
de passer d'un bief à l'autre.



X. Ivanoff - Pho.

LA JIBRE.
(LA VILNY)

AVEC LA PASSE DE ³³GUEULE DE LOUP⁶⁴.

O. I. Ignatiouf-Art-paintre.

Or ce passage peut être effectué soit par un simple approfondissement du chenal conduisant à travers la cataracte, soit à l'aide d'un canal endigué, soit enfin à l'aide d'une écluse.

Ces moyens différents trouvent plusieurs applications.

Ainsi que nous l'avons vu, sur le Dnièpre même, on a essayé la construction d'écluses, la création de canaux et les dérochements directs du fond.

En Suède, la branche Ouest du canal de Gothie, formée en partie par la rivière de Gotha-Elf, présentant de fortes chutes, fournit l'exemple d'une application grandiose d'écluses.

En Amérique le canal de dérivation des rapides de Sault St. Marie sur la rivière de St. Marie entre les lacs «Superior» et «Huron» a une écluse traversée tous les ans par plus de 10,000 bateaux en moyenne.

Sur le Danube enfin, où les travaux d'amélioration des cataractes sont encore en cours d'exécution, on n'a pas cru pouvoir recourir aux écluses et c'est au dérochement direct pour les quatre cataractes supérieures, accompagné en partie par un rétrécissement partiel du lit, et à un canal à courant libre pour les Portes de Fer, qu'on a demandé la création d'une voie sûre et profonde.

Quel est le système que l'on devrait préférer pour les travaux à venir du Dnièpre?

Nous n'avons pas cru pouvoir y répondre autrement qu'en admettant tous les trois.

Nous sommes d'avis que pour les cataractes à chute et à pente faibles, où le défaut principal est l'insuffisance de profondeur du chenal, — on peut obtenir une amélioration très sérieuse de ce dernier en l'approfondissant par un dérochement direct.

Ainsi que l'ont prouvé les travaux d'essai exécutés sur le Dnièpre dans la cataracte du Vieux Kodak (§ 51) en 1884-86, il n'y a pas lieu de craindre qu'un semblable approfondissement, s'il n'occupe qu'une faible partie de la largeur du fleuve, soit accompagné d'un abaissement du plan d'eau notable ni dans la cataracte, ni, d'autant moins, dans le bief supérieur.

Quant à la limite de pente jusqu'à laquelle on ne devrait chercher d'autre moyen qu'un simple approfondissement, il ne serait guère possible de l'indiquer d'une manière absolue.

Pour le Danube on a les pentes suivantes :

à Stenka	$\frac{0,391}{1094}$	= 0,000357	par mètre.
à Kozla-Dojke	$\frac{1,699}{1721}$	= 0,00099	>
à Izlas-Tachtalia-Greben	$\frac{2,041}{1583}$	= 0,00129	>

C'est donc vers 1 millième que se trouverait cette limite pour les cataractes ci-dessus, surtout si on fait abstraction de la dernière, où des travaux de rétrécissement du lit par une digue compliquent la discussion.

Nous pensons aussi qu'il ne faudrait point aller trop loin au delà. Les observations des vitesses faites sur le Dnièpre prouvent que dans ces conditions la vitesse maximum du courant ne dépasse pas 6 pieds (1,83 mètre) par seconde.

D'autre part, le calcul prouve que la pente des canaux à courant endigués ne devrait pas excéder de beaucoup 1 millième pour que la limite de vitesse de 6 pieds ne soit pas dépassée.

Le dérochement direct du fond serait donc à faire dans la cataracte Lishni et dans les nombreuses zabores (bancs rocheux avec une faible chute).

Cependant, le bief situé entre les cataractes Nenassytetki et Volnigski, où les zabores se succèdent à très faible distance, et où la profondeur en basses eaux est exceptionnellement petite, semble devoir être soumis à une étude spéciale pour voir s'il ne serait peut-être pas possible de réaliser une économie notable sur les frais que nécessitera un dérochement du fond dans cette section, en construisant soit un barrage éclusé, soit des digues resserrant le lit du fleuve à l'instar de celles de Greben et de Jucz au Danube.

Revenant aux huit cataractes qui restent (à l'exclusion de la Lishni), il s'agit d'établir entre elles une subdivision en groupes correspondant aux deux solutions différentes: écluse et canal à courant.

Si, d'une part, l'écluse est un moyen s'appliquant à tous les cas, de l'autre, c'est un moyen incontestablement très coûteux et dont le prix n'est pas en proportion avec l'importance de la chute, étant relativement trop grand pour des chutes faibles.

Quant aux canaux à courant, à en croire l'exemple des Portes de Fer, il semblerait qu'ils peuvent s'appliquer aux cataractes de toutes dimensions. Ainsi, aux Portes de Fer, un canal semblable est établi pour régulariser une cataracte de 3,42 mètres de chute et de 0,00247 de pente moyenne. Mais il n'en est pas moins vrai qu'au delà d'une certaine limite, on est conduit à tolérer dans le canal des vitesses trop grandes ou bien, pour que la navigation puisse se faire dans des conditions avantageuses, de donner au canal un développement qui augmente beaucoup les frais de premier établissement.

On voit donc que la question du choix à faire entre une écluse et un canal ne comporte point de solution générale.

Si la chute est forte et très concentrée, l'écluse, pour une même

quantité de mouvement commercial, peut coûter beaucoup moins cher qu'un canal.

Pour les chutes d'importance moindre, surtout si la cataracte est longue, les frais du premier établissement du canal peuvent au contraire être sensiblement inférieurs au prix de l'écluse.

La limite à laquelle les deux solutions se compensent dépend essentiellement des circonstances locales; c'est une fonction très complexe de la chute totale et de la longueur de la cataracte, ou bien de la pente moyenne, ainsi que des prix unitaires des travaux.

Pour le Dnièpre, cette limite semble se trouver à peu près vers une chute de 2 mètres et une pente moyenne de la cataracte de 2 millimètres par mètre.

Il en résulterait que les cataractes Nenassytetski, Volnigski et Vilny, dont la chute dépasse dans chaque cas 2 mètres et la pente 2 millimètres par mètre, seraient à améliorer au moyen d'écluses.

Les cataractes Sourski et Boudilovski, à chute inférieure à 1 mètre, exigent plutôt la création de canaux à courant libre.

Enfin les deux cataractes Lokhanski et Zvonetski, ayant une chute supérieure à 1 mètre et inférieure à 2 mètres, seront l'objet d'une étude comparative afin de pouvoir prendre une décision.

Remarquons que cette étude ne doit nullement se borner à la comparaison des frais de premier établissement, mais qu'il y a lieu d'y faire entrer les considérations sur les frais d'exploitation technique et de l'exploitation commerciale des ouvrages, dans l'acception la plus large de ces mots.

§ 58. Canaux.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer au § 57, parmi les cataractes du Dnièpre, il y en a quelques-unes dont la chute ne dépasse pas 2 m. Dans ces cataractes, on prévoit la possibilité d'établir des canaux à courant libre qui, coûtant peut-être sensiblement moins cher que les canaux à écluses, pourraient fournir à peu de chose près les mêmes avantages à la navigation.

La possibilité d'un résultat semblable a été indiquée d'ailleurs par les commissions chargées d'étudier le projet de l'amélioration des cataractes du Danube.

Ainsi par ex., d'après le projet de la commission de 1874, le canal à courant dans la cataracte des Portes de Fer n'aurait coûté que 4,000,000 frcs., à peu près, tandis que la dépense d'un canal éclusé

dans la même cataracte avait été évaluée par la commission de 1879 à 12,000,000 *).

Il est vrai que la commission de 1874 avait admis dans le canal des vitesses allant jusqu'à 4 m. par seconde et au-dessus **), ce qu'on n'oserait pas proposer pour le Dnièpre, mais, d'un autre côté, les partisans de canaux font remarquer que la main-d'œuvre relativement rustique que nécessite l'établissement d'un canal ouvert bordé de digues en enrochements, est de beaucoup moins coûteuse en Russie qu'à l'étranger, tandis qu'en ce qui concerne les travaux plus délicats qu'exigent les écluses, c'est l'inverse qui a lieu.

Outre les raisons d'économie de premier établissement de canaux pour les cataractes de chute moyenne, on cite encore plusieurs autres raisons qui leur donneraient des avantages sur les écluses. Ainsi on est porté à admettre que l'entretien et l'exploitation d'un canal à courant coûtent moins cher que pour un canal à écluses; que l'éclusage gêne beaucoup plus la navigation et délimite davantage le trafic comparativement à un canal, surtout lorsque la navigation à la descente prédomine, etc.

Enfin on trouve encore une raison particulière pour préférer les canaux aux écluses, raison qui ne serait vraie que tant qu'il s'agit du Dnièpre, mais qui néanmoins mérite d'être mentionnée.

Les cataractes rendant impossible aujourd'hui encore toute navigation à la remonte, beaucoup de personnes pensent, ainsi que l'a fait ressortir le dernier congrès national de navigation intérieure en Russie (qui s'est tenu à St-Petersbourg au commencement de cette année) que, même après la disparition des entraves séculaires que forment les cataractes, on ne pourra pas compter, au moins dans les premiers temps, sur une navigation à la remonte de quelque importance.

Pendant les premières années qui suivront l'amélioration, selon l'avis des représentants assez autorisés de la navigation Dniéprienne, on ne devra s'attendre à une autre navigation à la remonte, que celle de barques vidés, démolies actuellement après leur arrivée aux endroits de destination.

Si donc, disent ces critiques, on s'était proposé d'atteindre dès le début une amélioration complète des cataractes dont il s'agit, on aurait couru le risque de dépenser une somme hors de proportion avec l'utilité obtenue immédiatement. Le gouvernement aurait pu dépasser ainsi le

*) V. «Actenstücke zur Regulirung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldova und Tourn-Severin», herausgegeben von Donau-Vereine, Wien, 1880 p. 89 et 124.

**) Loc. cit. pp. 86 et 87.

but, qui devrait consister à ne satisfaire, d'abord, qu'aux exigences de la navigation actuelle, sans grever le budget de dépenses qui ne seraient utiles que dans un avenir éloigné.

Si on admet cette manière de voir, on peut être porté à trouver encore un argument en faveur des canaux à courant libre.

Un canal à courant libre jouit pour ainsi dire d'une certaine élasticité quant aux dépenses qu'il exige. N'étant provisoirement approprié qu'aux exigences actuelles, il est apte à être perfectionné plus tard au fur et à mesure du développement de la navigation. Les digues d'un canal à courant peuvent être allongées et exhaussées, la pente adoucie, la profondeur augmentée. On peut même en dire autant de la largeur, quand c'est la berge naturelle qui sert de seconde digue. Rien n'empêche du reste de murer plus tard le canal à courant d'une écluse à sas, si le besoin s'en fait sentir.

Les canaux peuvent permettre ainsi de répartir la dépense que nécessite l'amélioration des cataractes du Dnièpre sur un certain laps de temps.

Toutes ces raisons portent à étudier les conditions d'établissement des canaux à courant libre dans quelques-unes des cataractes du Dnièpre *).

Les canaux seront disposés dans le lit même du fleuve.

On les rapprochera vers celle des deux rives du fleuve qui permettra de réduire autant que possible la longueur de la digue de rive et de répartir la pente le plus uniformément possible sur toute la longueur du canal.

Les avantages que nous trouvons à cette disposition du canal, par rapport à celle qui consisterait à le placer au milieu du fleuve, sont confirmés par les commissions qui avaient été chargées à différentes reprises d'étudier le projet d'amélioration des cataractes du Danube.

Ainsi la commission de 1874 fait remarquer, avec juste raison, «qu'il ne serait pas possible d'établir un chenal endigué dans la partie centrale de la section du fleuve, mais l'exécution serait ici beaucoup plus difficile et plus coûteuse que près des rives; en outre, les deux digues avec des masses énormes posées au milieu du fleuve causeraient une grande confusion dans le régime des hautes eaux**). La commission de 1879 complète cette opinion en ajoutant que «le tracé en pleine rivière ne donnerait aucune amélioration du profil des basses eaux. Il

*) Les canaux dans les cataractes sont étudiés par nous en collaboration de MM. Kandiba, Ingénieur des Voies de Communication, et Packievicz, Ingénieur, Anc. E. Ec. P. Ch.

***) Actenstücke zur Regulirung der Strom schnellen der Donau swischen Moldova und Turn-Severin, Wien, 1880, p. 85.

«rencontrerait en effet, poursuit le rapport de la commission, des alternatives de seuils élevés et d'énormes profondeurs. L'abaissement d'un seuil ne ferait que reporter la cataracte sur le seuil précédent, et l'on serait conduit à des dérochements considérables sur les chutes supérieures. Nous n'insisterons pas sur ce point, dit le rapport cité, puisque tout le monde est d'accord pour repousser l'établissement d'un chenal dans la partie centrale du Danube».

Partout où le plan du fleuve ou la configuration naturelle des berges ne permettent pas de se passer complètement de la digue de rive, on pourra peut-être ne l'exécuter que sur une certaine longueur, au commencement et à la fin du canal. On tolérerait ainsi des élargissements partiels dans la partie moyenne des canaux, ces élargissements pouvant dans certaines conditions être plutôt utiles que nuisibles à la navigation. En effet, un élargissement d'une longueur restreinte, suivi d'un rétrécissement, peut être accompagné d'une surélévation de niveau *); de plus, la vitesse du courant étant en raison inverse de sections vives, pour un débit constant, et la résistance que les bateaux opposent à leur traction diminuant à mesure que croît la section transversale du canal — un élargissement partiel pourrait faciliter la traction, servir de lieu de garage, etc.

Quant à la vitesse du courant, on ne voudrait pas dépasser 6 pieds, soit 1 m., 83 environ par seconde, et on se propose même de la réduire dans l'avenir autant que possible.

Aussi la longueur des canaux sera au moins telle que la pente moyenne ne dépasse pas beaucoup 0,001 par mètre, chiffre que l'on est porté à considérer comme la limite supérieure de pentes des rivières navigables **). Mais provisoirement on essayera (peut-être) des pentes plus fortes, sans dépasser probablement la pente de m. 0,002 par mètre, vers laquelle se trouverait la limite qui sépare les torrents de rivières ***).

En ce qui concerne la profondeur des passes à travers les cataractes du Dnièpre, on ne croit pas pouvoir dépasser actuellement 5 pieds anglais (soit 1,524 m.) au-dessous de l'étiage de 1892, car il ne serait pas possible de réaliser pour le moment une profondeur plus grande entre les cataractes sans dépenses trop considérables.

Cette profondeur est d'ailleurs motivée par l'état du Dnièpre en aval d'Alexandrovsk, ainsi que nous l'avons indiqué au § 56.

*) V. par ex. le cours d'hydraulique de M. Flamant, p. 273.

**) Elie de Beaumont «Leçons d'hydraulique, torrents, rivières, fleuves, vallées». Cours professé au Collège de France. Paris, 1869.

***) v. Bazin, Recherches hydrauliques.

La largeur des canaux est déterminée par les considérations suivantes.

Pour donner une plus grande liberté au mouvement des bateaux ainsi qu'une plus grande facilité à la traction, il y aurait avantage à augmenter la largeur des canaux *).

Mais d'un autre côté, avec l'augmentation de la largeur, la vitesse, et surtout le volume d'eau nécessaire pour alimenter le canal, augmentent également, quoique ces éléments croissent surtout avec la profondeur, tandis que la largeur y influe, comme on le sait, moins.

Ainsi que nous l'avons vu, la plupart des canaux établis dans les cataractes du Dnièpre (§ 52) entre 1843—1854 pour la descente, ont une largeur de 15 sag., soit 32 m., au plafond. C'est une largeur très faible, étant donné que parmi les bateaux qui naviguent sur le Dnièpre il y en a qui atteignent 9 sag. (19,2 mètres) au maître-couple. Quoique le nombre de bateaux ayant cette largeur exceptionnelle soit très restreint, la largeur courante des plus grands bateaux étant de 7 sagènes au maximum, on considère néanmoins la largeur de 15 sag. au plafond comme insuffisante et il y a une tendance générale d'admettre une largeur plus grande pour les canaux destinés à la navigation montante.

Dans les canaux à travers les Portes de Fer du Danube on avait admis une largeur au plafond de 80 m. (soit 38 sag. à peu près) avec une profondeur de 2 m. au-dessous de l'étiage **).

Pour le Dnièpre on ne saurait aller aussi loin.

Avec une largeur au plafond de 15 sag., une profondeur de 5 pieds et une pente de fond de 0,001, on obtiendrait une vitesse de 0 sag. 93, soit environ 2 m., et un débit de 16 sag. cubes (155 m. c.) à peu près.

Ce débit est relativement grand, étant donné que le débit total du fleuve pendant les plus basses eaux n'est que de 30 sag. ³ environ.

Mais il y a tout lieu de croire que le débit réel serait de beaucoup inférieur à celui que nous venons d'indiquer.

En effet, pour l'évaluation de ce dernier, le coefficient C de la formule $v = c \sqrt{Ri}$ avait été évalué d'après la formule de Ganguillet et Cutter en adoptant pour le coefficient de rugosité $n = 0,02$, valeur correspondant aux « parois rugueuses » (moellons bruts).

Or, les observations nombreuses faites dans les canaux existant du Dnièpre, prouvent que la vitesse réelle est de beaucoup inférieure à celle qui devrait y être, si les formules ci-dessus et leurs coefficients répondaient à la nature des choses. Une série de calculs faits pour le canal des

*) v. Du Buat, Principes d'hydraulique, III^e partie.

**) *Bella de Gonda*. Les cataractes du Danube. Paris. 1892. — Depuis la profondeur fut portée à 3 m., ce qui réduisit la largeur au plafond.

cataractes de «l'Insatiable» et de «la Libre», semblent prouver que le coefficient C dans la formule

$$v = c \sqrt{Ri}.$$

a une valeur de 20 environ pour les mesures en sagènes et de 29 pour les mesures en mètres, tandis que sa valeur pour $n = 0,02$, d'après la formule de Ganguillet et Kuter, serait de 37 pour les mesures en sagènes et de 54 pour les mesures en mètres.

Les débits des canaux destinés à la navigation montante seront donc incontestablement inférieurs à ceux calculés. Si on remarque d'ailleurs que l'état des basses eaux pour lequel la proportion semblait défavorable est un état tout à fait exceptionnel et que, pendant les eaux basses ordinaires, le débit du Dnièpre est de 50,3 sag. environ, on verra que la création de canaux ayant 20 sagènes (42,6 mètres) au pifond et une pente de 0,001 par mètre est un problème tout à fait réalisable.

Pendant les plus hautes eaux, la vitesse du courant sera nécessairement plus grande, comme l'indique la formule approximative

$$v = a \sqrt{hi}$$

ou bien
$$v = b \sqrt[5]{Qi^2}.$$

Si on désigne par k le rapport entre les débits pendant les plus hautes eaux et pendant l'étiage, par m le rapport entre les pentes moyennes, et par α le rapport entre les vitesses aux mêmes états du fleuve, il est facile de voir que

$$\alpha = \sqrt[5]{km}.$$

Pour le Dnièpre on peut poser $k = 30$ à peu près (§ 10). Quant à m, il varie pour les diverses cataractes dans de très grandes limites (§ 36): de 1 à 10. En le faisant = 1, on aurait pour ce cas le plus défavorable

$$\alpha = 2,02.$$

C'est un maximum au-dessous duquel il sera toujours possible de se tenir, car on peut s'arranger de façon à ce que le débit du canal augmente moins vite que proportionnellement à l'augmentation de la quantité d'eau dans le fleuve.

Les digues seront exécutées en enrochement. On utilisera à cet effet la pierre provenant de l'approfondissement du chenal.

Les digues auront une largeur au couronnement de 1 à 2 sagènes (soit m. 2,10 à 4,20 à peu près) et des talus de 1 de base pour 1 de hauteur.

En ce qui concerne la hauteur des digues, il serait difficile de la fixer d'une manière absolue.

Les digues trop basses n'auraient qu'une action limitée sur la répartition de la pente et la modération de la vitesse pendant les hautes eaux.

Mais l'amplitude des variations du niveau du Dnièpre est de plus de 9 mètres. On aurait ainsi des digues d'une hauteur très respectable si on voulait les faire monter au-dessus du niveau des plus hautes eaux.

Or ce niveau est une exception. De plus, les crues du Dnièpre, qui n'ont lieu qu'une fois par an, au mois d'avril, ne durent que pendant un temps très court.

Il y a donc là des éléments qui pourraient conduire après une série d'observations à fixer pratiquement la hauteur des digues qu'il ne serait guère utile de dépasser.

§ 59. Passages éclusés projetés dans les cataractes du Dnièpre.

Dans les cataractes présentant des chutes d'une certaine importance qui exigeraient des canaux d'une longueur dépassant par exemple 1 à 2 kilomètres, et surtout si la chute est concentrée et la cataracte n'a qu'une étendue restreinte, un canal éclusé peut être une solution plus économique qu'un canal à courant libre.

On prévoit dans ces conditions la création de passages éclusés dont nous exposerons ici brièvement les principes*). Les passages éclusés seront disposés contre la rive vers laquelle l'accès du chenal navigable est plus facile, et on établira les écluses autant que possible vers l'aval de la cataracte, afin de diminuer les déblais, qui sont très coûteux, vu la constitution éminemment rocheuse du terrain. Au lieu de border les canaux éclusés, comme on le fait habituellement, de deux digues longitudinales, on n'exécutera qu'une seule de ces digues, dans tous les endroits où les circonstances locales le permettent, en s'arrangeant de manière à ce que la berge voisine puisse tenir lieu de l'autre digue. De cette façon on pourra réaliser une certaine économie qui promet souvent d'être très importante, grâce à la configuration des berges, heureuse sous ce rapport dans la plupart des cas.

On obtiendra d'ailleurs par cette disposition d'autres avantages dont il sera question plus loin.

*) Les passages éclusés sont étudiés par nous en collaboration avec M. P. Bérésine, Ingénieur des Voies de Communication.

D'habitude on cherche à éviter généralement tout courant dans les sas des écluses ainsi que dans leurs canaux d'accès, excepté bien entendu ceux qui se produisent inévitablement à chaque éclusée. Mais dans le cas spécial qui nous occupe, l'absence absolue du courant dans le canal d'accès pourrait présenter des inconvénients. Le courant du fleuve, qui s'accroît de plus en plus à mesure que l'on descend vers la cataracte, ne pouvant pas pénétrer dans le canal, contournera nécessairement son entrée; le bateau pourrait ainsi manquer celle-ci et aller se perdre dans la cataracte, d'autant plus facilement que le courant est plus oblique par rapport à l'entrée du canal.

Afin de parer à cet inconvénient il serait donc désirable d'avoir dans le canal d'accès un courant d'une certaine intensité.

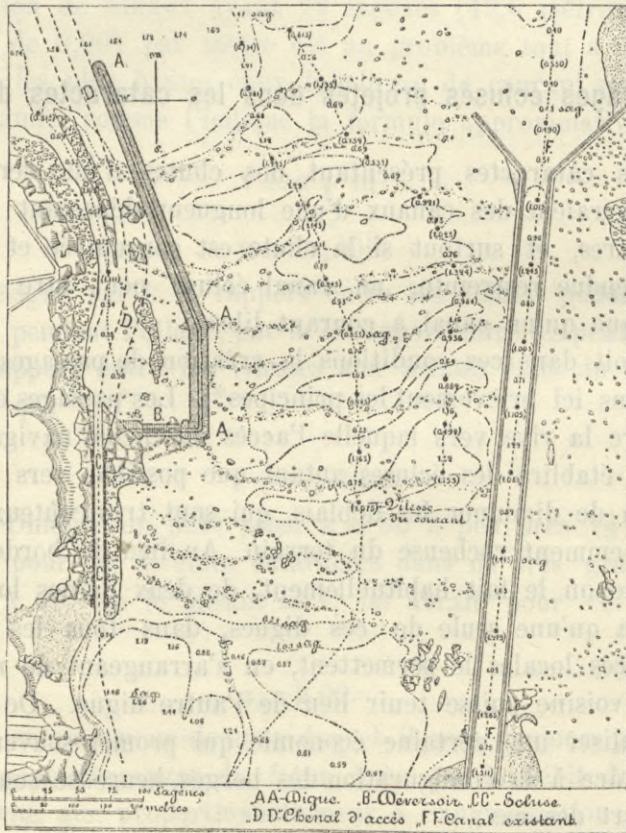


Fig. 57. — Plan des ouvrages projetés pour la traversée de l'Insatiable.

A cet effet, nous proposons d'établir dans le canal d'accès, en amont de l'écluse, un déversoir donnant un certain débit, correspondant au débit à l'entrée du canal d'accès (fig. 57).

Pour pouvoir régler ce débit suivant les oscillations du niveau dans le fleuve, le déversoir dont nous venons de parler aura une largeur variable, ce que l'on réalisera à l'aide de fermetures mobiles.

Le débit sera ainsi réglé de façon à ce que devant l'entrée du canal d'accès il n'y ait aucun remous donnant naissance à un courant oblique, sensible, mais qu'au contraire il y ait dans cette entrée un courant suffisamment intense (sans être pourtant gênant) pour faciliter les manœuvres du bateau pénétrant dans le canal.

A la fin de la navigation, le barrage pourra être complètement fermé, pour faire cesser tout courant pendant la débâcle, empêcher la glace de pénétrer dans le canal et protéger ainsi les ouvrages.

Il est évident d'après ce qui précède que la digue qui constitue avec la berge voisine le canal d'accès de l'écluse n'aurait besoin d'être étanche que si on pouvait être assuré que les filtrations ne dépasseront pas le débit dont on pourra disposer pour alimenter le canal. Cette certitude n'existant pas, nous proposons la construction de digues étanches. En ce qui concerne la disposition en plan de ces digues, il est à remarquer qu'elles ne seront pas parallèles à la berge. Nous préférons que la digue fasse un certain angle avec celle-ci de sorte que le canal d'accès s'élargisse progressivement vers l'aval. Par cette disposition on a en vue de diminuer graduellement la vitesse d'écoulement dans le canal d'accès près de l'entrée de l'écluse et de réduire ainsi au minimum les inconvénients que pourrait présenter à la navigation l'existence de cette vitesse dans un canal éclusé.

Les écluses pourront recevoir les bateaux pendant tous les états des eaux. Leur remplissage et leur vidange seront assurés à l'aide des aqueducs pratiqués dans les bajoyers communiquant avec le sas par l'intermédiaire d'une série d'ouvertures distribuées le long du radier. Les avantages de ce mode de remplissage sont trop connus pour qu'il soit nécessaire d'insister là-dessus. Nous ferons remarquer seulement que pour éviter autant que possible l'action de l'eau sur les parois des bateaux qui sont souvent de construction peu solide nous avons cru devoir placer les orifices d'écoulement beaucoup plus bas qu'on ne le fait d'habitude et augmenter leur nombre plutôt que de leur donner des dimensions trop grandes.

Les seuils seront à la profondeur de 8 pieds (2,44 mètr.) au-dessous des basses eaux (1892). Elle est plus grande que celle à laquelle on se propose de porter la profondeur courante du chenal navigable dans un avenir plus ou moins rapproché. Mais en projetant des ouvrages aussi dispendieux ne faut-il pas prévoir les exigences d'un avenir plus éloigné?

Les autres dimensions des écluses ont été arrêtées conformément

aux dimensions des bateaux qui naviguent sur le Dnièpre et à celles des passes navigables du pont de Kiev.

La longueur du sas est de 90 sag. (192 mètres). Le sas ayant cette longueur pourra recevoir à la fois un train composé de trois bateaux des plus longs que l'on rencontre sur le Dnièpre.

Une longueur plus grande des sas ne pourrait être utile que dans certains cas, tandis qu'en somme elle aurait plutôt pour résultat d'entraver la navigation, augmentant pour les cas ordinaires la durée du remplissage.

La largeur des sas serait de 7 sag. (14,94 mètres).

Les portes qui serviront de fermeture aux écluses seront à un seul vantail. Nous avons adopté cette disposition comme présentant plusieurs avantages incontestables sur les portes busquées. Ainsi, leur manœuvre est plus simple et moins délicate, elles n'exercent aucune poussée sur les bajoyers et, enfin, les efforts s'y répartissent plus régulièrement. Ces avantages s'accroissent d'autant plus que l'ouverture est plus grande et que les efforts à supporter sont plus considérables.

L'ouverture ainsi que la fermeture du vantail s'opérera par rotation autour du poteau tourillon à axe vertical. Cette disposition s'adapte mieux que toute autre dans les circonstances où on se trouve placé.

La manœuvre des portes ainsi que la traction des bateaux à leur entrée et à leur sortie du sas seront assurées par des mécanismes appropriés, mus par la force motrice gratuite de la chute.

Pour terminer cet aperçu sommaire des dispositions adoptées pour les passages éclusés, nous dirons que nous avons toujours en vue d'utiliser autant que possible les ouvrages existants, tout en laissant intact le vieux chepal navigable naturel, autant que faire se pourra.

Ainsi pour l'Insatiable nous avons disposé l'écluse à l'emplacement de l'ancienne écluse du Général de Wollant, profitant des fouilles déjà faites en partie.

En ce qui concerne les détails des dispositions adoptées, elles ressortent suffisamment des esquisses du projet dressé par nous de la nouvelle écluse pour l'Insatiable (ff. 58—64). Notons entre autres l'emploi d'un bateau-porte pour les cas de réparations.

§ 60. Traction mécanique des bateaux et utilisation de la force motrice des cataractes.

Tous les moyens d'amélioration du chepal navigable dans la partie torrentielle du Dnièpre ne sauraient encore assurer complètement la sécurité de la navigation pendant un vent oblique qui, poussant le bateau

COUPE TRANSVERSALE SUIVANT AB



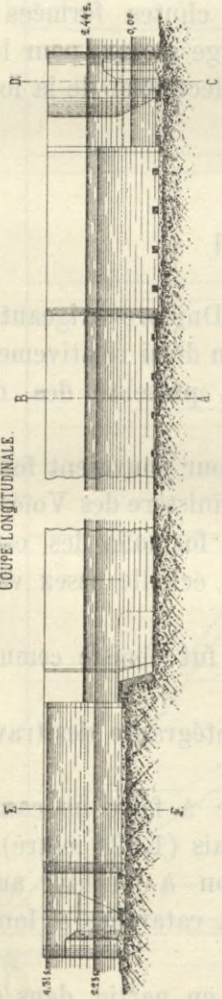
COUPE TRANSVERSALE SUIVANT CD



COUPE TRANSVERSALE SUIVANT EF



COUPE LONGITUDINALE



PLAN

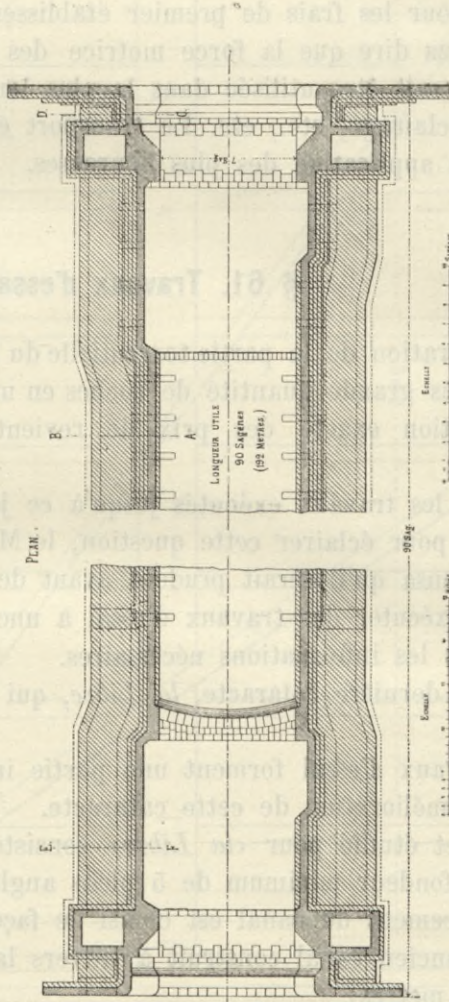


Fig. 58, 59, 60, 61, 62. — Projet d'une écluse à sas pour la cataracte Nenassytetski (l'insatiable).

contre le talus rocheux du chenal, pourrait être la cause d'une avarie plus ou moins grave.

Il est vrai qu'un chenal profond et large est déjà une garantie assez sérieuse sous ce rapport, tant par suite de la marge qui est réservée au bateau que par la possibilité de donner aux moteurs une puissance suffisante pour lutter contre les effets du vent.

Pourtant il nous semble qu'une chaîne de touage placée dans le chenal serait encore une précaution utile, sans parler de l'économie que l'on pourrait trouver dans l'établissement d'un touage régulier sur toute la longueur de la section torrentielle tant pour l'exploitation de cette section que pour les frais de premier établissement.

Il va sans dire que la force motrice des chutes formées par les cataractes devrait être utilisée dans la plus large mesure pour le touage, le halage, l'éclairage, etc., etc. Le transport électrique de la force trouverait ici une application des plus heureuses.

§ 61. Travaux d'essai.

L'amélioration de la partie torrentielle du Dnièpre exigeant l'extraction d'une très grande quantité de roches en un délai relativement court, la détermination exacte des prix de revient présente des difficultés considérables.

Quoique les travaux exécutés jusqu'à ce jour pouvaient fournir bien des éléments pour éclairer cette question, le Ministère des Voies de Communication pensa qu'il serait prudent avant de formuler les estimations définitives d'exécuter des travaux d'essai à une échelle assez vaste pour obtenir toutes les informations nécessaires.

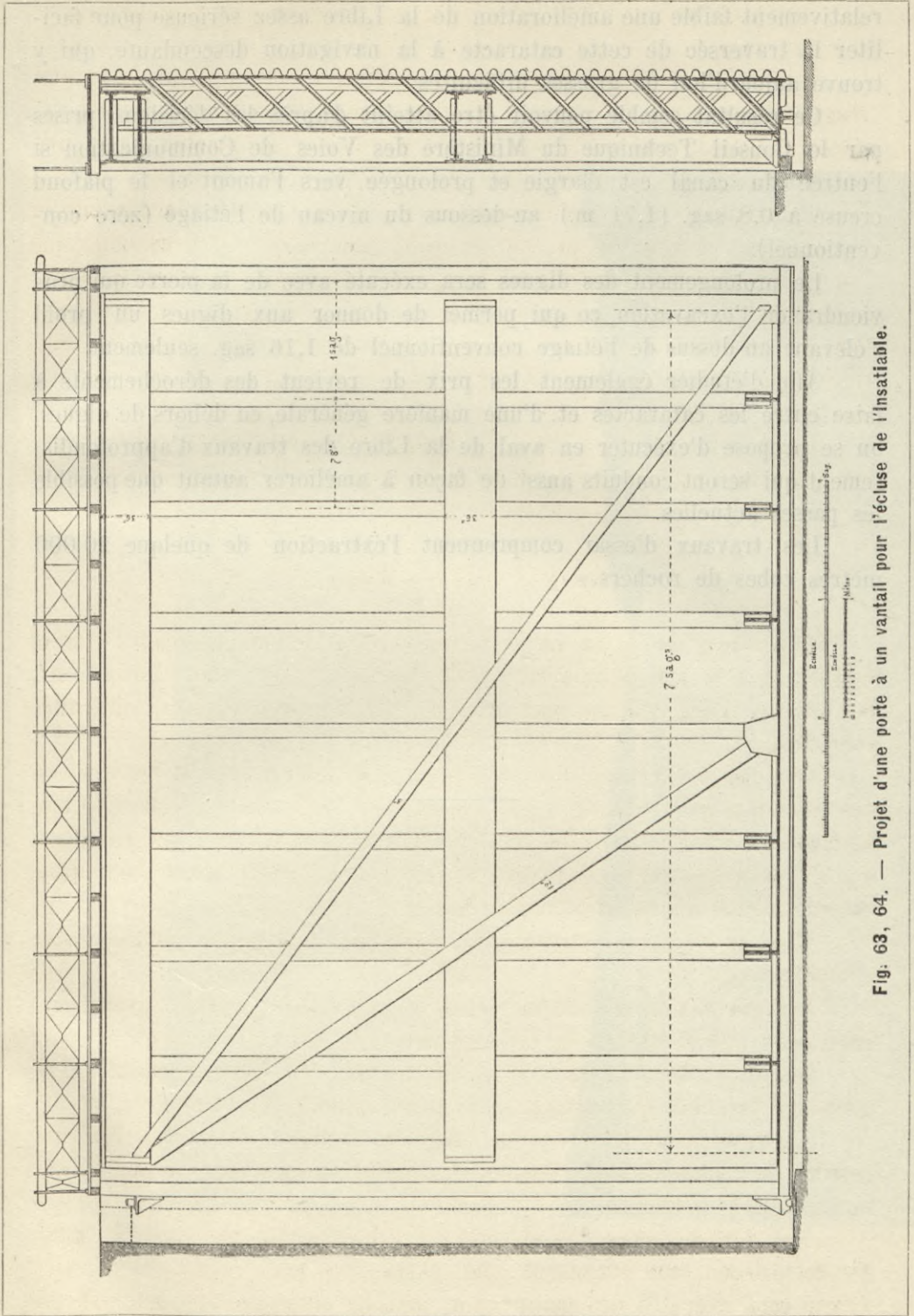
C'est la dernière cataracte, *la Libre*, qui fut choisie comme champ d'expérience.

Les travaux d'essai forment une partie intégrante des travaux projetés pour l'amélioration de cette cataracte.

Le projet étudié pour «*la Libre*» consiste à faire un canal éclusé avec une profondeur minimum de 5 pieds anglais (1,524 mètre).

L'emplacement du canal est choisi de façon à profiter autant que possible de l'ancien canal construit à travers la cataracte et long de 380 sagènes (811 mètres).

Les dérochements d'essai seront exécutés en partie dans ce canal. De cette façon, non seulement une partie des travaux du futur canal éclusé sera exécutée dès maintenant, mais on obtiendra avec une dépense



relativement faible une amélioration de la Libre assez sérieuse pour faciliter la traversée de cette cataracte à la navigation descendante, qui y trouve aujourd'hui de grosses difficultés.

Ce résultat semble pouvoir être atteint d'après les décisions prises par le Conseil Technique du Ministère des Voies de Communication si l'entrée du canal est élargie et prolongée vers l'amont et le plafond creusé à 0,8 sag. (1,71 m.) au-dessous du niveau de l'étiage (zéro conventionnel).

Le prolongement des digues sera exécuté avec de la pierre qui proviendra de l'excavation, ce qui permet de donner aux digues un profil s'élevant au-dessus de l'étiage conventionnel de 1,16 sag. seulement.

Afin d'étudier également les prix de revient des dérochements à faire entre les cataractes et, d'une manière générale, en dehors de digues, on se propose d'exécuter en aval de la Libre des travaux d'approfondissement qui seront conduits aussi de façon à améliorer autant que possible les passes actuelles.

Les travaux d'essai comprennent l'extraction de quelque 20,000 mètres cubes de rochers.



N. Ikonoff - Photo.

O. I. Ignatieff, Art-peintre.

LE DÉFILÉ DE „SHKOLA“
EN AMONT DE KITCHKAS
À LA SORTIE DE LA PARTIE TORRENTIELLE.

CHAPITRE VII.

Résumé et conclusions.

SOMMAIRE :

§ 62. Rôle historique du Dnièpre. — § 63. Hydrographie du Dnièpre. — § 64. Commerce du Dnièpre. — § 65. Particularités des cataractes du Dnièpre. — § 66. Historique des travaux d'amélioration des cataractes. — § 67. Principes du projet en étude. — § 68. Conclusions. — § 69. Appendice.

§ 62. Rôle historique du Dnièpre.

Aucun des fleuves qui parcourent l'immense plainé de la Russie n'est plus intimement lié avec son histoire que le Dnièpre. Depuis les temps les plus reculés il servait de grande route au commerce des Normands et des Russes avec Byzance.

C'est sur les bords du Dnièpre que se sont passés les plus grands événements de la jeunesse du peuple russe.

Tombé en partie entre les mains des peuples nomades, le Dnièpre ne devint définitivement un fleuve coulant à l'intérieur des territoires de la Russie que vers la fin du XVIII^e siècle.

Depuis lors, le gouvernement ne cessa de s'occuper de l'amélioration de cette puissante voie de transport, mais le rôle historique du Dnièpre comme voie de jonction entre la mer Noire et la mer Baltique n'a pas toujours été bien présent à l'esprit de ceux qui étaient appelés à diriger la grande œuvre des voies de communication de la Russie, ni à l'esprit du public.

Il en résultait des doutes aux moments suprêmes. Les travaux étaient toujours limités par les crédits, que l'on cherchait à rendre aussi faibles que possible. Un siècle s'est écoulé sans que l'on puisse signaler des résultats d'amélioration dignes de la grande idée de jonction des deux mers par le Dnièpre.

Aussi aujourd'hui, par ordre de Monsieur le Ministre des Voies de Communication, A. C. Krivochéine, est entreprise une étude détaillée, tant technique qu'économique, du grand problème de l'amélioration du Dnièpre et de la jonction de son bassin avec celui de la Duna Occidentale par une vraie voie navigable.

L'amélioration des cataractes du Dnièpre occupe la première place parmi les travaux que nécessite cette entreprise.

§ 63. Hydrographie du Dnièpre.

Le Dnièpre et ses affluents embrassent un bassin de 527,000 kilomètres carrés avec une population de plus de 17 millions d'âmes.

La longueur totale des voies navigables et flottables du système fluvial Dniéprien est de 14,365 kilomètres, dont 9,666 kilomètres sont navigables (§ 1).

Les profondeurs du Dnièpre sont très variables le long de son cours, sans que l'on puisse indiquer pour chaque section une moyenne typique. De nombreux hauts-fonds, bancs sableux et rocheux, etc., placent des profondeurs très faibles à côté de très grandes. Ainsi entre Kiev et Ekaterinoslav la profondeur en basses eaux tombe par endroits à 74 centimètres, tout en atteignant dans la même partie du cours du fleuve 20 mètres (§ 6).

La vitesse du courant, quoique variable, n'est un obstacle sérieux pour la navigation que dans la section des cataractes, où elle rend jusqu'aujourd'hui la remonte du fleuve presque impossible.

Les crues ont lieu une fois pendant l'année, au printemps, et sont d'une durée relativement courte. Elles augmentent dans d'énormes proportions le débit du fleuve, qui varie par exemple pour la section des cataractes de 300 mètres cubes (en basses eaux) à 17000 mètres cubes pendant une grande crue (§ 10).

La durée de la navigation est variable pour différents points du cours du Dnièpre. Près de Smolensk, elle est à peine de 200 jours, à Kherson de 277 en moyenne (§ 9).

Le Dnièpre est réuni par trois systèmes de canaux et rivières canalisées aux bassins de la Duna Occidentale, du Niémen et de la Vis-

tule, mais ces voies ne servent maintenant qu'au transport du bois, principalement en radeaux (§ 17).

L'immense réseau des voies navigables du bassin Dniéprien est barré, à quelques centaines de kilomètres de la mer Noire, par un grand nombre de cataractes qui, occupant une section de 66,7 kilomètres de longueur, présentent un obstacle infranchissable pour la navigation montante et très dangereux pour la navigation descendante.

§ 64. Commerce du Dnièpre.

Malgré la situation très favorable du bassin Dniéprien et des voies navigables qui le sillonnent, le commerce, quoique considérable, est encore infiniment loin du développement qu'il aurait dû avoir si les différents obstacles qui s'opposent à son essor étaient écartés. Ces obstacles sont l'insuffisance des voies de jonction du Dnièpre à la mer Baltique et la présence des cataractes dans le Bas Dnièpre.

Les cataractes partagent le système fluvial du Dnièpre en deux sections bien distinctes. Celle d'amont, comprenant un développement de plus de 9000 kilomètres de voies navigables, est presque isolée, les voies artificielles qui la réunissent à la Baltique permettant à peine le transport du bois en radeaux et les cataractes n'étant accessibles qu'à la navigation à la descente. Encore celle-ci ne peut se pratiquer que pendant une courte période et avec des pertes sensibles occasionnées par des arrêts, des avaries, l'absence d'assurances, un pilotage coûteux, etc.

Des radeaux de bois au nombre de 500 à 600, quelques centaines de bateaux d'une construction médiocre descendent annuellement les cataractes, portant en tout quelque 100000 tonnes de marchandises.

Par contre, il n'y a aucun mouvement de marchandises en sens opposé. Aussi le Bas Dnièpre entre Alexandrovsk et l'embouchure ayant 347 kilomètres, soit $\frac{1}{25}$ du développement de la section d'amont, dépasse celle-ci en activité commerciale.

Tel est le résultat de la jonction directe d'une voie fluviale avec la mer.

Cet état de choses a la plus funeste influence sur les progrès dans la construction du matériel de la batellerie sur le Dnièpre, les bateaux une fois descendus à travers les cataractes, de la section d'amont dans celle d'aval, ne pouvant plus retourner à leurs ports de départ.

§ 65. Particularités des cataractes du Dnièpre.

Les cataractes du Dnièpre se trouvant entre les villes d'Ekaterinoslav et d'Alexandrovsk s'étendent sur une longueur de 66,7 kilomètres, leur chute totale étant de 33,4 mètres.

On les divise généralement en 9 groupes, comprenant chacun une chute principale, la cataracte proprement dite, et plusieurs bancs rocheux nommés *zabores* avec des chutes faibles, souvent très faibles même.

Outre ces obstacles barrant le fleuve sur toute sa largeur ou sur une grande partie de celle-ci, on trouve dans la section des cataractes nombre de rochers isolés, des blocs erratiques, etc., situés souvent à proximité du chenal et gênant beaucoup la navigation.

Le caractère des cataractes du Dnièpre ressort le mieux de leur comparaison avec celles du Danube :

Cette comparaison peut se condenser sous la forme suivante :

La longueur de la section occupée par les cataractes et obstacles rocheux en général est plus grande pour le Dnièpre que pour le Danube.

La profondeur des basses eaux du Dnièpre est beaucoup inférieure en bien des points à celle des points les plus saillants des cataractes du Danube.

La pente totale des cataractes du Dnièpre dépasse presque de 50% et *la pente moyenne* de 100% les valeurs correspondantes du Danube.

Les pentes moyennes maxima des cataractes du Dnièpre dépassent de 150% les maxima du Danube.

La vitesse maximum en plusieurs endroits dépasse le maximum du Danube.

Les variations du débit pour le Dnièpre (de 1 à 30 au moins, voire même à 60) sont infiniment plus considérables que celles du Danube

La hauteur des crues du Dnièpre est presque le double de celle du Danube.

Enfin, *les vents* présentent de très grands dangers pour la traversée des cataractes du Dnièpre et la rendent souvent impossible, tandis que pour le Danube ils sont au plus gênants.

On risquerait donc de tomber dans l'erreur si l'on voulait appliquer au Dnièpre le système d'amélioration adopté pour les cataractes du Danube sans une analyse scrupuleuse de toutes les différences physiques que nous venons d'énumérer, accompagnée de celle des exigences de la navigation dans les deux cas.

§ 66. Historique des travaux d'amélioration des cataractes.

Les premières tentatives d'amélioration des cataractes du Dnièpre sont attribuées à Pierre le Grand, mais ce n'est que depuis le règne de Catherine II que l'on possède des informations exactes au sujet des travaux entrepris dans les cataractes.

Commencés par le colonel Faleieff en 1783 sans un plan d'ensemble bien arrêté, ils furent continués entre 1797-1810 d'après un projet dressé en 1796 par François de Wollant, qui fit lui-même les études nécessitées par ce projet.

D'après une première idée du général de Wollant, 9 écluses devaient être construites, une à chaque cataracte. Le projet réalisé différait cependant beaucoup de celui-ci.

Une seule écluse a été faite à la plus grande des cataractes — à l'Insatiable. Pour les autres, on se borna à nettoyer le chenal des pierres les plus gênantes sur une largeur de quelques dizaines de mètres.

Ces travaux facilitèrent un peu la navigation à la descente, mais la navigation à la remonte ne put pas se créer.

Le général de Wollant étant mort en 1818, la question des cataractes fut reprise en 1824 par l'ingénieur Chicïhoff, qui après une étude physique et économique de la section torrentielle du Dnièpre présenta en 1826 un projet d'établissement dans cette section de deux chenaux différents. L'un devait être formé au moyen de canaux à courant libre, l'autre au moyen de canaux à écluses placés à chacune des cataractes. Le premier servirait à la descente, le second à la remonte. La profondeur projetée était de 5 $\frac{1}{2}$ pieds au-dessous des basses eaux moyennes (?).

Le gouvernement n'approuva que la partie du projet qui concernait la navigation à la descente, mais avant de la réaliser entreprit des travaux d'essai (1833—37). Ces travaux dotèrent la première des cataractes (le Vieux Kodak) d'un canal à courant libre bordé de digues et mirent en évidence l'effet des digues sur la répartition de pente. On constata par une expérience directe la possibilité de remonter le canal en halant les bateaux au moyen de cabestans fixés sur les digues. Ainsi naquit l'idée de la création d'une navigation à la remonte dans les cataractes du Dnièpre sans l'aide d'écluses.

L'espoir de voir se réaliser une révolution si importante dans le commerce du Dnièpre avec des dépenses relativement minimales, fit hâter la construction dans les cataractes du Dnièpre de canaux à courant destinés d'après le projet primitif à faciliter la descente seulement.

On continua ces travaux jusqu'en 1854, époque à laquelle la Russie

eut trop à s'occuper de ses affaires extérieures pour pouvoir continuer à gérer les intérêts de la navigation. Aussi les canaux ne furent pas complètement achevés, n'ayant obtenu ni la longueur, ni la profondeur nécessaires.

Ils donnèrent pourtant des résultats très sérieux à la navigation descendante. La période navigable fut prolongée en moyenne de 1 mois atteignant quelquefois jusqu'à 147 jours.

La navigation à la remonte rencontra des difficultés considérées comme insurmontables et n'en se créa pas.

Cependant, quoi qu'il en soit, les travaux de 1843-1854 mirent en application un principe qui presque un demi-siècle plus tard vint triompher lors du choix d'une solution pour les Portes de Fer du Danube — celui de canaux sans écluses.

Peu de chose a été fait depuis pour améliorer les cataractes du Dnièpre.

En 1884-86, on entreprit des travaux de dérochement à la dynamite dans le chenal du Vieux Kodak, ce qui en porta la profondeur à 9—10 quarts d'archine (1,8 m.) sous zéro.

Puis on améliora un peu les canaux existants, et ce fut à peu près tout.

La navigation à la remonte reste donc toujours un problème réservé à l'avenir.

§ 67. Principes du projet en étude.

L'amélioration que l'on croit devoir chercher à réaliser maintenant aux cataractes du Dnièpre a pour but la création d'une navigation sûre et économique tant à la descente qu'à la remonte. Les bateaux partant de Bérislav-Kakhovka, où commence la partie maritime du Dnièpre, doivent pouvoir monter jusqu'à Ekaterinoslav et au-delà. La profondeur dans toute cette section serait donc de 5 pieds au-dessous du niveau des plus basses eaux.

Les bateaux avec un tirant d'eau correspondant à cette profondeur, peuvent faire la traversée entre l'embouchure du Dnièpre et Odessa. D'autre part, la section du Dnièpre entre Kiev et Ekaterinoslav peut facilement être améliorée de façon à permettre la circulation de semblables bateaux. L'amélioration des cataractes aurait donc pour effet de fournir une issue au courant commercial du bassin Dniéprien permettant d'ailleurs le transport direct des marchandises sans transbordement jusqu'à Odessa, en attendant que les travaux du canal maritime commencés dans

les bouches du Dnièpre viennent rendre celles-ci accessibles aux bateaux à vapeur d'un fort tonnage.

Les travaux à faire dans la section des cataractes doivent donc faire disparaître ou atténuer les causes qui rendent impossible la remonte et, si dangereuse, la descente des bateaux dans cette section. Ces causes sont (§ 56):

la sinuosité du chenal,
l'insuffisance de profondeur,
l'insuffisance de largeur,
la rapidité du courant et l'importance des pentes dans les cataractes,
l'irrégularité des directions du courant souvent oblique par rapport à la direction générale du chenal,
enfin, l'action des vents.

Diverses méthodes peuvent être appliquées pour créer un chenal assez droit, suffisamment large et profond, avec une pente et une vitesse du courant convenables.

La méthode universelle qui pourrait s'appliquer à tous les cas donnant toujours un résultat sûr et incontestable est celle de la construction de barrages éclusés.

L'examen le plus sommaire suffit cependant pour prouver que l'application de cette méthode pour un fleuve de la puissance du Dnièpre conduirait à des dépenses énormes et que d'ailleurs ce ne serait point dans la section des cataractes une application rationnelle qu'à titre d'exception. Les hauts-fonds rocheux formant les cataractes sont en effet des barrages naturels qui partagent la section torrentielle en un certain nombre de biefs dont la profondeur est pour la plupart suffisante, même en eaux basses.

Il semblerait donc que le barrage étant déjà formé par la nature, il ne faudrait demander à l'art que le moyen de passer d'un bief à l'autre.

Or, ce passage peut être effectué, soit par un simple approfondissement du chenal conduisant à travers la cataracte, soit à l'aide d'un canal endigué, soit enfin à l'aide d'une écluse.

Ces moyens différents trouvent plusieurs applications déjà citées (§ 57).

Pour les cataractes du Dnièpre nous admettons tous ces trois moyens.

Nous sommes d'avis que pour les cataractes à chute et à pente faibles, où le défaut principal est l'insuffisance de profondeur du chenal, — on peut obtenir une amélioration très sérieuse de ce dernier en l'approfondissant par un dérochement direct.

Quant à la limite de pente jusqu'à laquelle on ne devrait chercher d'autre moyen qu'un simple approfondissement, il ne serait guère possible de l'indiquer d'une manière absolue.

Pour le Danube c'est vers 1 millième que se trouverait cette limite (§ 57).

Nous pensons aussi qu'il ne faudrait point aller trop loin au delà.

Le dérochement direct du fond serait donc à faire dans la cataracte Lishni et dans les nombreuses zabores (bancs rocheux avec une faible chute).

Cependant, le bief situé entre les cataractes Nenassytetski et Volnigski, où les zabores se succèdent à très faible distance et où la profondeur en basses eaux est exceptionnellement petite, sera soumis à une étude spéciale pour voir s'il ne serait peut-être pas possible de réaliser une économie notable sur les frais que nécessitera un dérochement du fond dans cette section, en construisant, soit un barrage éclusé, soit des digues resserrant le lit du fleuve à l'instar de celles de Greben et du Jucz au Danube.

Les huit cataractes qui restent (à l'exclusion de la Lishni) seront dotées d'écluses ou de canaux suivant les cas.

Si la chute est forte et très concentrée, l'écluse, pour une même quantité de mouvement commercial, peut coûter beaucoup moins cher qu'un canal.

Pour des chutes d'importance moindre, surtout si la cataracte est longue, les frais du premier établissement du canal peuvent au contraire être sensiblement inférieurs au prix de l'écluse (§ 57).

La limite à laquelle les deux solutions se compensent dépend essentiellement des circonstances locales, étant une fonction complexe de la chute totale, de la pente moyenne et du prix des différents travaux.

Les cataractes Nenassytetski, Volnigski et Vilny, dont la chute dépasse dans chaque cas 2 mètres et la pente 2 millimètres par mètre; seraient à améliorer au moyen d'écluses.

Les cataractes Sourski et Boudilovski, à chute inférieure à 1 mètre exigent plutôt la création de canaux à courant.

Enfin les deux cataractes Lokhanski et Zvonetski, ayant une chute supérieure à 1 mètre et inférieure à 2 mètres, seront l'objet d'une étude comparative, afin de pouvoir prendre une décision.

Cette étude, loin de se borner à la comparaison des frais de premier établissement, comprendra la comparaison des frais d'exploitation technique et d'exploitation commerciale des ouvrages, dans l'acception la plus large de ces mots.

Tous les moyens d'amélioration du chenal navigable dans la partie

torrentielle du Dnièpre ne sauraient encore assurer complètement la sécurité de la navigation pendant un vent oblique qui, poussant le bateau contre le talus rocheux du chenal, pourrait être la cause d'une avarie plus ou moins grave (§ 60).

Il nous semble qu'une chaîne de touage placée dans le chenal serait encore une précaution utile sous ce rapport, sans parler de l'économie que l'on pourrait trouver dans l'établissement d'un touage régulier sur toute la longueur de la section torrentielle, tant pour l'exploitation de cette section que pour les frais de premier établissement.

Enfin la force motrice des chutes formées par les cataractes sera utilisée dans la plus large mesure pour le touage, l'éclairage, etc., etc.

§ 68. Conclusions.

En résumant les considérations qui précèdent et en nous bornant aux conclusions générales nous pensons avoir prouvé que :

1° La création dans les cataractes du Dnièpre d'une navigation sûre et économique, tant à la remonte qu'à la descente, est une nécessité pour le pays.

2° L'amélioration des cataractes du Dnièpre au moyen d'ouvrages et de travaux exécutés dans le lit même du fleuve est tout à fait possible sans que les dépenses qu'elle nécessitera soient hors de proportion avec les sommes dépensées pour de semblables entreprises ailleurs, ni surtout avec les avantages qui en résulteront pour l'industrie et le commerce du pays.

3° Le système d'amélioration qui semble le mieux convenir à la nature des cataractes du Dnièpre est un système mixte comprenant le dérochement direct du fond, la création de canaux à courant et la création de passages éclusés, chacun de ces modes d'amélioration devant être appliqué de préférence aux autres suivant l'importance de la chute et la longueur de la cataracte.

4° L'établissement d'une traction mécanique des bateaux sur toute la longueur de la section des cataractes peut non seulement faciliter l'exploitation de la section, mais aussi diminuer les frais du premier établissement permettant de réduire la largeur du chenal.

5° L'utilisation du travail des chutes d'eau pour la traction des bateaux, manœuvre des portes d'écluses, éclairage, etc., et le transport de la force par l'électricité semblent indiqués pour toute amélioration des cataractes.

Il ne nous serait guère possible de terminer notre rapport sans rendre hommage à la mémoire de l'éminent ingénieur hollandais dont le nom est tracé à la première page de cet écrit.

Appelé de la Hollande au service de la Russie en 1787, François de Wollant, qui avait dans l'armée hollandaise le grade de capitaine du génie, fit en Russie d'abord une brillante carrière militaire. Il prit part aux guerres avec la Suède (1788) et la Turquie (1789), fit construire des fortifications dans le midi de la Russie et en 1797 avait déjà le grade de général-major. Pendant cette première période de son service en Russie, de Wollant se distingua comme un Ingénieur très habile non seulement pour les travaux de guerre, mais aussi pour ceux qu'exigeait le développement des communications pacifiques. Il prit une part active aux travaux de quelques villes nouvelles dans le midi de la Russie, à la construction du port d'Odessa, à l'examen des fleuves du Dnièpre et du Dniestre. Tombé malade en 1797, il donna sa démission de l'armée, mais fut presque immédiatement nommé membre du Département des Voies de Communication. C'est ainsi qu'il devint spécialement attaché à l'œuvre de nos voies de communication, à laquelle il rendit de très grands services et où il parvint aux plus grands honneurs.

C'est pendant cette seconde période de son service qu'il vit se réaliser une partie des travaux qu'il avait projetés pour le Dnièpre en 1796.

Le projet que de Wollant avait conçu peut encore maintenant, à un siècle d'intervalle, donner des indications précieuses à celui qui est appelé à reprendre le travail inachevé de l'amélioration des cataractes du Dnièpre.

Et nous sommes infiniment heureux de puiser des leçons si utiles dans le travail d'un ingénieur appartenant à la noble nation hollandaise, qui a donné autrefois l'hospitalité à un des plus grands souverains venu étudier chez elle l'art de bâtir les canaux et les navires, à la nation qui reçoit aujourd'hui si gracieusement les représentants de la navigation de tous les pays.

§ 69. Appendice.

La rédaction de ce rapport sur les cataractes du Dnièpre a présenté pour l'auteur les plus grandes difficultés, car il s'agissait de résumer les résultats des observations et des études faites pendant un siècle et restées pour la plupart sous la forme de volumineux et primitifs documents d'archives. La grande divergence des indications de semblables documents compliquait de beaucoup notre tâche.

En invoquant ces raisons comme excuse des défauts de notre écrit nous croyons devoir mentionner ici les ouvrages qui nous ont souvent aidé dans l'étude des documents inédits.

Ce sont :

- L'hydrographie de la Russie par *Trofimovitch*. St-Petersbourg. 1830.
- Le Dnièpre par *M. Stuckenberg*, Dictionnaire encyclopédique de Pluchard, v. XVII, St-Petersbourg, 1836.
- Hydrographie des Russischen Reiches, par *Stuckenberg*.
- Bibliothèque des sciences commerciales (livre 9, St-Petersbourg, 1842).
- Les cataractes du Dnièpre (étude). (Journal du Ministère des voies de communication, 1845).
- Esquisses du Dnièpre par *Afanassieff-Tchoujbinsky*. (Recueil de la marine, 1857-1860).
- Dictionnaire de géographie et de la statistique de l'Empire de Russie, par *Seménoff*, (v. I, St-Petersbourg, 1853).
- Matériaux pour la géographie et la statistique des gouvernements: de Smolensk, par *M. Zébrikoff* (St-Petersbourg, 1861); d'Ekathérinoslav, par *V. Pavlovitch* (St-Petersbourg, 1862); de Kherson, par *A. Schmidt* (St-Petersbourg, 1863).
- Mémoires sur les cataractes du Dnièpre, par *Golovatchef*, Journ. du Min. des V. de Com. 1863.
- Atlas de la partie du Dnièpre de la ville du Krementchoug jusqu'au liman (édition de la Direction Générale des voies de communication et des édifices publics, St-Petersbourg, 1863).
- Matériaux pour la statistique de la navigation sur les rivières de la Russie Européenne, par *Zvérinsky*, (St-Petersbourg, 1872).
- Mémoire sur les cataractes du Dnièpre, etc., (Journal du Ministère des voies de communication, 1874).
- Renseignements sur l'état du niveau de l'eau dans les rivières et les lacs de la Russie Européenne, (édition du Département des Routes et de la Navigation, St-Petersbourg, 1881).
- « Nos voies de communication », par *Rybakoff* et *Beloff*, (St-Petersbourg, 1882).
- Nivellements de la Russie d'Europe, par *A. A. Thillo*, (édition de la Société Impériale géographique de la Russie, 1882, v. XVIII).
- Le Dnièpre, par *N. Mossakovsky*, (St-Petersbourg, 1884).
- Amélioration des cataractes du Dnièpre, par *M. Pentkovski*. Revue de l'Assoc. des Ing. des V. de Com., 1885—1887.
- Le Dnièpre et ses cataractes, par *N. Mossakovsky*, (Journal du Ministère des voies de communication, 1886).
- Carte des longueurs et des chutes des fleuves et rivières de la Russie d'Europe dressée par *A. A. Thillo*, (St-Petersbourg, 1886).
- Besoins de la navigation du Dnièpre, par *Martchenko*, (« Navigation Russe », 1887).
- Guide du Dnièpre et de ses cataractes, par *J. Kirgopoltzeff*, (Ekathérinoslav, 1888).
- Atlas du Dnièpre dressé d'après les études d'une expédition sous les ordres du Général *Polykarpof* (sect. des catar. Etudes de 1880—1881).
- Etude sur les cataractes du Dnièpre, par *Golovatchef*. Revue de l'Assoc. des Ing. des V. de Com., 1890.
- Débâcle et congélation des rivières, des lacs et des canaux de la Russie d'Europe de 1881 jusqu'à 1892, (« Recueil statist. du Minist. des voies de com. »).

- Frets pour le blé pendant la navigation 1891 et 1892, (édition de la section statistique du Ministère des voies de communication).
- Projet d'amélioration des cataractes du Dnièpre, par *Golovatcheff*, (Travaux du congrès des ingénieurs hydrotectes, St-Pétersbourg, 1892).
- Nivellements des rivières, leur chute et catalogue des hauteurs des niveaux des eaux de la Russie d'Europe, (Journal du Ministère des voies de communication 1892 avril—mai).
- Etude d'une ligne de chemin de fer de Kiev à St-Pétersbourg, par *K. Zavadski*. Kiev 1892.
- «Recueils statistiques du Ministère des voies de communication», livraisons depuis 1877 jusqu'à 1893, (édition de la section de statistique du Ministère des voies de communication).
- Le Dnièpre, par l'Amiral *Béliavski*. Dict. Encycl. d'Effron et Bröckhaus. St-Pétersbourg, 1893.
- Carte des voies de communication, (édition du Ministère des voies de communication 1893).



