

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 41 (1915)
Heft: 11

Artikel: La domestication du Dnjèpr
Autor: Chappuis, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31606>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : D^r H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *La domestication du Dnièpr*, par J. Chappuis, ingénieur, (suite et fin). — Concours pour l'Ecole professionnelle, à Lausanne. — *Sur le calcul des voûtes*.

La domestication du Dnièpr.

par J. CHAPPUIS, ingénieur.

(Suite et fin)¹.

Etude du fleuve et de la limnimétrie.

Les postes limnimétriques le long du Dnièpr sont très nombreux, le principal est Lotzmankaja-Kamenka, au commencement des rapides.

Grâce aux documents récoltés par le Service du Dnièpr, nous avons pu établir jour par jour les hauteurs et le débit du fleuve à Lotzmankaja-Kamenka, de 1881 à 1912, soit pendant 32 ans.

Un coup d'œil jeté sur nos graphiques (fig. 6) montre que les hautes, les moyennes et les basses eaux ont une allure constamment la même, c'est-à-dire qu'elles se reproduisent à peu de chose près, *toujours aux mêmes époques*, mais par contre dans des dimensions variées.

Les hautes eaux annuelles ont lieu dès le commencement de mars jusqu'à la fin de mai. On considère que les eaux sont hautes à partir d'un débit de 1800 m³, bien que

ce débit puisse atteindre 20 500 m³ et même très exceptionnellement, 22 000 m³ à la seconde.

La durée des hautes eaux est donc régulièrement chaque année de 2 1/2 à 3 mois.

Puis les eaux baissent régulièrement de juin jusqu'au commencement de septembre. Les *minima* sont entre le 15 août et le 15 septembre. Après quoi l'eau recommence à monter jusqu'aux eaux moyennes qui, depuis le mois d'octobre règnent jusqu'au mois de mars.

Les allures de la courbe et les différences n'existent que dans les dimensions. Durant les *eaux moyennes*, les débits présentent chaque année deux périodes caractéristiques d'*anomalies*, qui les ramènent vers les basses eaux, c'est-à-dire que la courbe des débits présente annuellement deux creux qui reviennent chaque année.

Le premier creux est toujours la conséquence du gel du fleuve. On comprend en effet que, lorsque le gel intervient, ce qui arrive en quelques jours en novembre habituellement, il immobilise sous forme de glace une quantité très importante d'eau qui, ne coulant plus, occasionne une diminution du débit. Cette diminution est considérable, vu la grande longueur du fleuve et c'est elle qui occasionne les plus basses eaux du Dnièpr.

L'autre creux se produit vers la fin de janvier ou com-

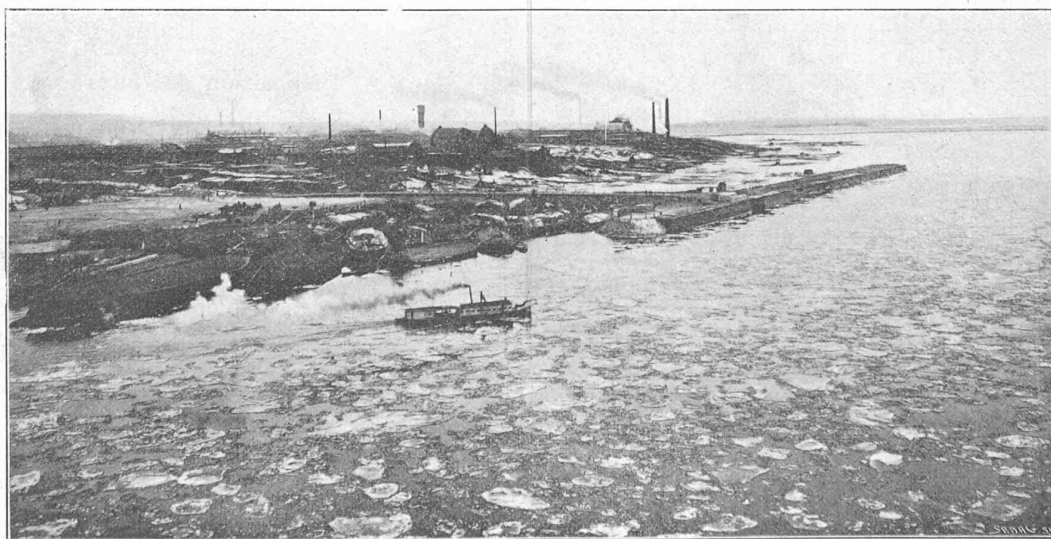


Fig. 5. — Ekatenirowslaw.

¹ Voir N° du 25 mai 1915, page 109.

mencement de février. Il est produit par la diminution durant l'hiver du ruissellement des sources. On sait en effet que le gel de l'hiver met deux à trois mois pour tarir les sources (fig. 6).

Les plus hautes eaux connues, sont celles de 1877, elles correspondent à un débit de 20 550 m³ à la seconde. Les

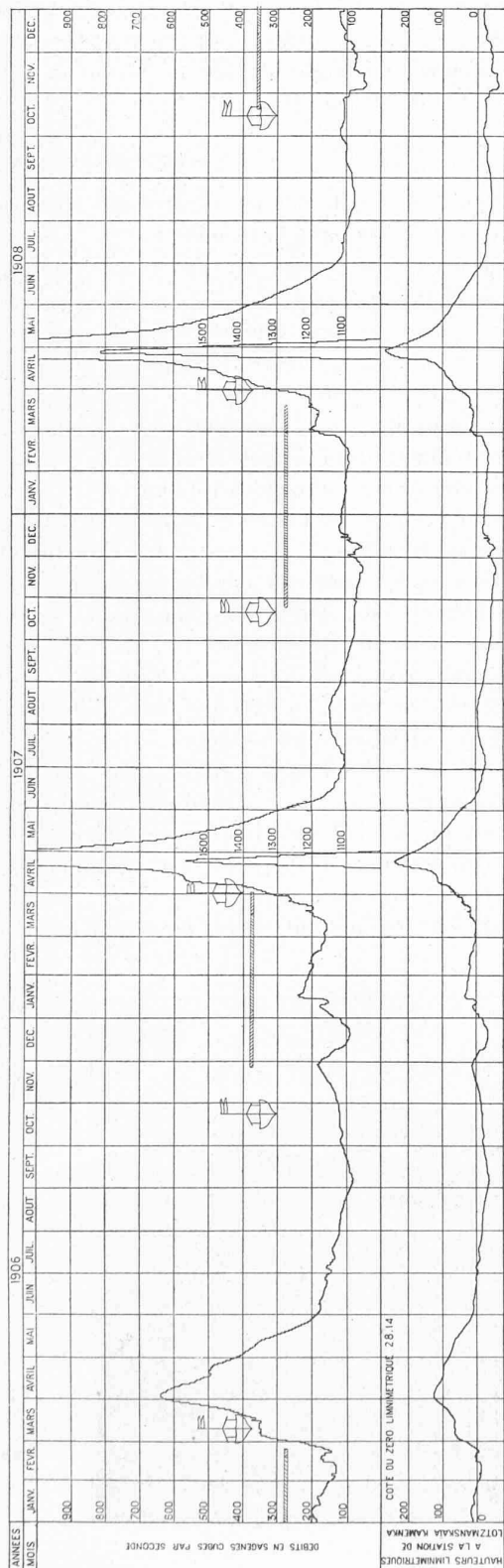


Fig. 6. — Diagramme des débits.

graphiques montrent que ces hautes eaux extraordinaires se reproduisent tous les 30 ans environ. Au surplus ce phénomène de récurrence trentennale est une loi assez générale dans toute l'Europe. Il est établi en météorologie et pour les glaciers.

Il faut donc compter que tous les 30 ans environ, il passera une quantité d'eau maximum et prendre ses mesures en conséquence. Pendant la période de 1881 à 1912, les plus basses eaux constatées ont été

290 m ³	pendant 3 jours	en 1882, soit 3 jours en 32 ans.
340 »	»	4 » 1882
» »	»	4 » 1897
» »	»	2 » 1900, soit 10 jours en 32 ans.
400 »	»	9 » 1888
» »	»	7 » 1881
» »	»	7 » 1891
» »	»	4 » 1897
» »	»	1 » 1904, soit 28 jours en 32 ans.
450 »	»	36 » 1892
» »	»	4 » 1908
» »	»	2 » 1909, soit 42 jours en 32 ans.

Les basses eaux des autres périodes ont toujours dépassé 500 m³, chiffre que nous pouvons admettre comme débit minimum pratique.

Dans le plus grand nombre de cas les hautes eaux annuelles sont comprises entre 2500 et 8000 m³. Exceptionnellement, et sept fois en 32 ans, les hautes eaux vont de 8000 à 18 000 m³ et une fois pendant trente ans, de 20 000 à 22 000 m³.

La durée des hautes eaux est presque la même chaque année.

Pour 3000 m ³	la durée est de 2 mois
» 5000	» 30 à 35 jours
» 8000	» 15 jours environ.

Les eaux en dessus de 8000 m³ sont de peu de durée.

Nous avons pris nos dispositions pour que la navigation soit possible jusqu'à un débit de 11 500 m³. Cette limite n'a été dépassée pendant 32 ans que *six fois*, faisant ensemble 58 jours.

Disposition des ouvrages.

L'examen du profil en long du fleuve montre que, d'Ekaterinoslaw à la verste 52, il y a une dénivellation en basses eaux de 25 m. 50 et, de ce point à Alexandrowsk 7 m. 50. Près de la verste 52, au porog Volinsky, il y a une forte chute dans la rivière, en sorte que ce point est tout indiqué pour y établir une usine de force.

Nous avons divisé notre projet en deux sections : la section supérieure qui va d'Ekaterinoslaw à la verste 52 ; la section inférieure de la verste 52 à la verste 83.

Nous créons ainsi deux lacs.

Le lac supérieur, retenu par le barrage Waliewka verste 35 et le lac inférieur retenu par le barrage Markousowa, verste 83.

L'emplacement des usines principales de force motrice a été choisi à la verste 52. L'eau est amenée du lac aux

usines par un canal. Celui-ci servira en même temps pour la navigation et il est prolongé en aval des usines jusqu'aux écluses, au bord du lac inférieur, d'où la navigation est de nouveau possible jusqu'au barrage inférieur à la verste 83.

De là, la navigation se fait au moyen d'un canal qui, depuis la verste 83, va déboucher près de la colonie de Kitschkass, à la verste 87.

Nous avons étudié deux projets complets pour résoudre le même problème dans le même esprit.

Le premier projet que nous appellerons *projet maximum*, est parti d'un ensemble de considérations techniques représentant la *totalité des avantages* qu'on pourrait retirer en utilisant au point de vue technique le maximum possible des éléments du projet, soit comme hauteur de chute, soit comme niveau des lacs de retenue et des quantités d'eau.

Ce projet comporte son barrage amont à la verste 35 et de là, par un canal d'environ 20 verstes de longueur, il apporte l'eau aux usines.

Le lac inférieur, dans ce projet continue en aval jusqu'au barrage inférieur à la verste 83. Le niveau de retenue du lac supérieur est fixé à 28 sagènes 50 pouvant, lorsque les eaux sont au-dessous de 300 sagènes³-seconde, soit 3000 m³ environ, être portés à 29 sagènes 50.

Ce projet donne une chute utilisable de 25 m. pouvant être portée à 27 m., par la retenue à 29 sagènes 50.

La partie du Dnièpr comprise entre Ekaterinoslaw et le porog Staro-Kaidasky présente de faibles tirants d'eaux en basses eaux, la retenue de 29 sagènes 5 permet la navigation en ce point sans artifice spécial.

Le principal défaut de ce projet est son coût élevé, occasionné par la construction du canal d'amenée de l'eau aux turbines, œuvre considérable puisque sa section mouillée est de 500 m², qu'il est en déblai et la plus grande partie dans le granite.

En outre, la retenue de l'eau à l'embouchure de la Samara, inonde une partie de cette vallée et exige des expropriations coûteuses de terres très fertiles.

C'est par ces considérations que nous avons été amenés à l'étude d'un deuxième projet que nous nommons *projet économique* et dont le coût de construction est d'environ 40 millions de francs moins cher.

Projet maximum.

Dans ce projet, le barrage se nomme barrage de Wasilewka à la verste 35. Il s'appuie sur les deux rives et est divisé en deux parties par l'île de Koslow. Sa longueur totale est de 1870 m. 5; en entier mobile, il présente une longueur de 828 m. 80 sur la rive gauche et 1041 m. 70 sur la rive droite. Le seuil fixe est à la cote 26 sagènes 60, pour les passes profondes et à 27 sagènes 47 pour les passes des glaces flottantes. La retenue d'eau opérée par ce barrage est à la cote 28 sagènes 50, éventuellement 29 sagènes 50.

Le lac de retenue d'eau ainsi créé s'étend jusqu'à Ekaterinoslaw.

De ce barrage se détache sur la rive gauche un canal dont le plan d'eau peut atteindre la cote 29 m. 50. Ce canal s'en va jusqu'aux usines centrales placées à la verste

52, il continue encore 1 km. plus loin jusqu'à l'échelle d'écluse qui le fait communiquer avec le lac inférieur. (*Ce canal est dessiné en pointillé sur le « plan général », fig. 4, page 112, du Bulletin technique, du 25 mai 1915.*)

Le lac inférieur est produit par le barrage de Markousovo placé à la verste 83. Ce barrage s'appuie sur les deux rives granitiques du fleuve, ainsi que sur une île rocheuse dans le fleuve. La longueur totale de tout l'ouvrage est de 750 m. Il comporte un barrage fixe de 465 m. transformable en barrage mobile, une digue de 115 m. 50 et un barrage mobile de 149 m. 50 (fig. 4, page 112).

Son seuil fixe est à 15 sagènes 75 et le plan de retenue de l'eau à 16 sagènes. Le seuil de la partie mobile est à 14 sagènes 12.

Canal inférieur.

Environ 1 verste en amont de ce barrage, se détache sur la rive droite le canal dit inférieur ou de Kitschkass, qui ne servira qu'à la navigation.

Ce canal est situé dans une dépression naturelle du sol qui représente un ancien cours du fleuve abandonné. Il passe sous la ligne du chemin de fer par un pont et va rejoindre le Dnièpr à la colonie de Kitschkass, en face d'Alexandrowsk.

A son extrémité, vers le Dnièpr, est une écluse rachetant la différence de niveau.

Projet économique.

Dans ce projet, le lac inférieur, le barrage et le canal inférieurs restent les mêmes que pour le projet maximum.

Le barrage supérieur est à la verste 43, il est dénommé barrage d'Alexeiewka. Il s'appuie sur les deux rives du fleuve, ainsi que sur l'île de Peskowatei.

Sa longueur totale est de 1644 m. 50, il est mobile sauf 82 m.

Le seuil fixe est à la cote 25 sagènes 55 pour les passes profondes et 26 sagènes 56 pour les passes des glaces flottantes. La retenue d'eau est à 27 sagènes 50.

Il a été impossible d'élever la retenue à plus de 27 sagènes 50, sans quoi on aurait inondé en partie le village de Woiskowaia et presque complètement celui de Nikolskoie, car, déjà à la cote 27 sagènes 50, ce dernier village est touché dans sa partie basse.

Ce barrage ne relève le plan d'eau du Dnièpr d'une façon appréciable que jusqu'à l'embouchure de la Samara, où les eaux sont relevées de 0 m. 70, ce qui inonde seulement des parties sablonneuses et sans valeur.

En ce qui concerne le porog Staro-Koidasky, le niveau n'y étant relevé que de 1 m., il faut y prévoir des agencements spéciaux pour la navigation. Il y sera créé un chenal par dérasement et une écluse.

Le lac supérieur est réuni à l'usine centrale par un canal placé rive droite. Ce canal n'a plus que 8185 verstes de longueur et il se continue après les usines sur 400 m. environ pour aboutir à une échelle de 3 écluses. (*Ce canal est dessiné en trait plein sur le « plan général », fig. 4, page 112, du Bulletin technique, du 25 mai 1915.*)

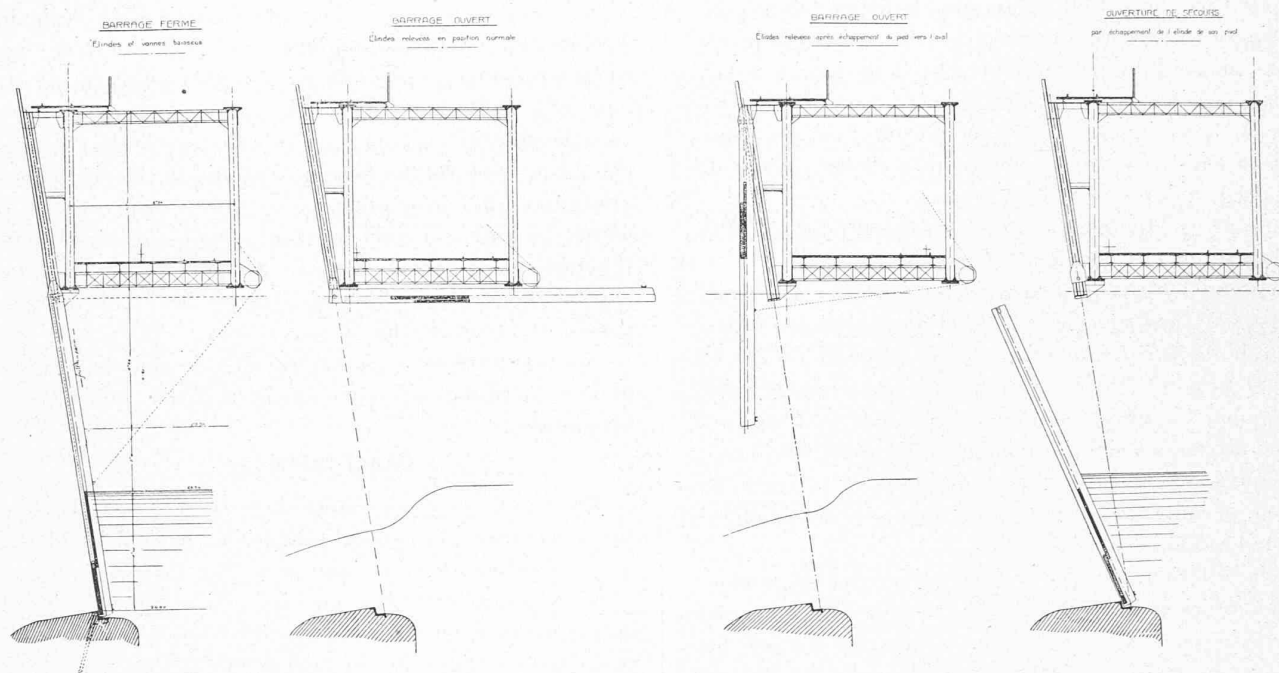


Fig. 6. — Manœuvre des élinde — 1 : 240.

Description des ouvrages.

Les lacs jouent un rôle important comme réservoirs régulateurs de la force motrice.

Le lac supérieur a une surface de 50 km². pour le projet maximum et de 60 km². pour le projet minimum. Un pareil réservoir permet d'accumuler l'eau pendant les heures où la force est peu ou pas employée, au profit des heures de marche des usines. C'est grâce aux lacs que nous pouvons compter sur un débit de 1000 m³ seconde et sur une force théorique à l'usine de près de 300 000 HP, pendant les 10 heures de marche des usines, même en basses eaux.

Les barrages.

Afin de profiter de la force motrice du fleuve dans la plus grande mesure possible, nous avons projeté les barrages mobiles.

Ces barrages doivent être construits de manière à retenir toute l'eau lors des basses eaux, à laisser passer les crues, les glaces flottantes et la débâcle des glaces du fleuve.

Pour remplir toutes ces conditions, nous avons adopté le type de barrage appliqué à St-Maurice pour la commune de Lausanne, en y apportant les modifications nécessaires pour les conditions particulières du Dnièpr.

Comme les glaces flottantes peuvent survenir à un moment où les eaux sont encore basses, (au commencement du gel) nous avons prévu sur une partie du barrage un seuil fixe plus élevé, afin de faire passer le moins d'eau possible pour débiter ces glaces flottantes.

Pour les débâcles, il faut que le pont supérieur soit haut, au-dessus du niveau de l'eau et que les ouvertures soient aussi grandes que possible.

Il est bon de remarquer ici que la création des lacs, modifiera la formation des glaces flottantes et l'amplitude des débâcles.

Pour ces dernières, qui se produisent de l'aval en amont le lac supérieur emmagasinerà la plus grande partie des glaces en provenance du Dnièpr en amont d'Ekaterinoslaw, en sorte que ces glaces arriveront beaucoup moins brusquement au barrage.

Le barrage se compose d'un pont supérieur, soutenu par des piles, éloignées les unes des autres de 69 m. 70 et 59 m. 20. On voit que lorsque la partie mobile du barrage est enlevée, les glaces flottantes ou la débâcle passeront sur le barrage comme sous un pont.

Chaque élément mobile est représenté par deux élinde dans lesquelles battent des vannes. Les élinde sont attachées à la poutre tubulaire par un pivot et elles viennent s'appuyer librement sur le seuil fixe du barrage.

Les vannes peuvent être remontées le long des élinde à l'aide de crémaillères, actionnées par un treuil. La vanne inférieure porte à sa partie basse un taquet, qui, lorsque la vanne est au bout de sa course, entraîne la vanne supérieure. C'est ainsi que les vannes sont sorties de l'eau, les élinde restant en place (fig. 6).

Les vannes sorties de l'eau, il faut retirer les élinde, pour cela nous avons prévu trois dispositions.

1° L'élinde peut être repliée sous la poutre, à l'aide d'un treuil disposé à l'intérieur de la poutre métallique: c'est la manœuvre la plus usuelle.

2° L'élinde peut être retirée de l'eau verticalement par un treuil à l'aide d'un câble.

3° Enfin, s'il devient nécessaire d'exécuter une manœuvre d'élinde très rapidement, on peut dégager l'élinde par un dispositif spécial appliqué au pivot et qui permet de

déclancher l'élinde par son sommet et de la laisser s'échapper dans le sens du courant.

Il est bien évident que dans la construction du tablier du pont du barrage, il faut tenir compte de la pression produite par les élinde. On traite ce problème de la même façon que la pression du vent.

Chaque travée du barrage est armée de tous les dispositifs nécessaires au barrage, en sorte que, en cas de besoin, on peut débarrer toutes les travées en même temps.

Il y a lieu de remarquer que pendant les grands froids les eaux sont basses, en sorte qu'il n'y a pas lieu de débarrer.

Pour le passage des glaces de la débacle, la manœuvre se fait sans hâte, car on est averti de la débacle par tout un ensemble de conditions climatériques. C'est le temps du dégel, pendant lequel il est facile de lever les vannes et de sortir les élinde successivement, d'après le volume d'eau charrié par le fleuve. De sorte que l'ouverture du barrage est pratiquée avant que les glaces de la débacle n'atteignent le barrage.

Il est à remarquer que, vu le système de barrage mobile admis, il est avantageux, pour faciliter les manœuvres, d'avoir une hauteur entre le seuil fixe et le dessus des vannes pas trop grande. De là, la nécessité d'avoir des barrages très longs pour débiter les grandes crues qui atteignent 22 000 m³ à la seconde.

Les seuils fixes sont établis de façon à ce que les remous du fleuve, en cas de très hautes eaux, soient sans influence sur le niveau du fleuve en aval d'Ekaterinoslaw.

Les canaux.

Les canaux sont calculés pour un débit de 1 200 m³ à la seconde et comme ils doivent servir à la navigation, on a disposé sur les rives des voies armées de crémaillères et la remorque des bateaux se fera à l'aide de locomotives.

Une des rives sert aux bateaux montants remorqués par une locomotive et l'autre rive sert aux bateaux descendants, guidés par deux locomotives, l'une en tête et l'autre en queue servant de frein.

La partie amont des canaux commence à plus de 1 km. du barrage, afin d'éviter que les bateaux soient entraînés par le courant. Cette partie ne servant qu'à la navigation n'a qu'une profondeur de 3 m. 50. La deuxième partie, servant à l'amenée de l'eau aux turbines à 8 m. 50 de profondeur.

Enfin la dernière partie, allant des usines aux écluses, n'a que 3 m. 50 de profondeur. Cette partie du canal, comme la première, sont élargies de façon à servir de port.

Canal inférieur de Kitschkass.

Ce canal est exclusivement un canal de navigation. Il profite d'une dépression du terrain et coupe la grande courbe du Dnièpr à Kitschkass, permettant ainsi d'éviter de passer par les gorges étroites et dangereuses de Kitschkass.

La profondeur en est de 4 m. 30, pour tenir compte des fluctuations du niveau du lac de retenue inférieur et assu-

rer ainsi en tout temps, quelles que soient ses fluctuations, un tirant d'eau de 3 m. 50.

Ce canal passe sous le remblai du chemin de fer à l'aide d'un pont et il est raccordé au Dnièpr par une écluse.

La partie en aval de l'écluse est élargie afin de créer un port permettant aux bateaux montants de s'arrimer et prendre leur tour de montée.

Le port de commerce est celui d'Alexandrowsk, sur la rive gauche du Dnièpr, en face et un peu en aval du point où le canal débouche dans ce fleuve.

Usines centrales d'énergie.

Notre projet comporte une usine d'énergie à la verste 52, usine de *Wolnigski*, et une deuxième au pied du barrage de *Markousovo*.

Nous avons vu que les basses eaux du Dnièpr peuvent être admises à 500 m³ seconde. Les chutes nettes du barrage de *Wolnigsky* varient, de 22 m. 70 en basses eaux à 15 m. 80 en hautes eaux dans le cas du projet maximum, et de 22 m. 50 à 15 m. dans le cas du projet économique.

La force de l'eau est donc, pour un débit de 1000 m³ à la seconde de 300 000 HP pour le projet maximum et de 280 000 HP pour le projet économique.

Il s'agira donc de construire des turbines ayant la même vitesse, malgré la différence de chute entre les hautes et les basses eaux et ayant également la même force, c'est-à-dire suffisamment grande, pour avaler en hautes eaux toute l'eau nécessaire pour conserver leur force.

Nous n'avons étudié que l'usine de *Wolnigsky*, car la deuxième usine à *Markousovo* ne deviendra utile que quand celle de *Wolnigsky* deviendra insuffisante.

Usine de Wolnigsky.

Nous avons assigné à cette usine une puissance de 300 000 HP sur l'arbre des turbines nécessitant un débit de 1200 m³ à la seconde. Dans les 300 000 HP sont compris les turbines de réserve.

La puissance totale est répartie en 20 unités de 15 000 HP chacune sur l'arbre des turbines, sous toutes les chutes.

Il y a en outre 4 groupes d'excitation, ayant chacun une force de 3500 HP.

L'arbre vertical a été adopté pour tous les groupes. Cette disposition a l'avantage, dans notre cas particulier, de conduire à une surface de bâtiment beaucoup moins grande, ce qui est à considérer avec les dimensions dont il s'agit ici. De plus on a tout intérêt à élever le sol de l'usine autant que possible, afin de le maintenir constamment au-dessus des eaux d'aval, alors même que le niveau aval varie de plus de 6 m., ce qui par contre ne pourrait être obtenu avec l'arbre horizontal, vu la limite imposée par la hauteur d'aspiration.

Le projet comporte pour chaque groupe deux turbines Francis sur le même arbre, avec une vitesse de 136 tours à la minute.

L'usine est divisée dans sa longueur en deux parties

égales, entre lesquelles un espace est réservé pour un pavillon central.

Les chambres d'eau des turbines, à proximité des bâtiments de l'usine, sont séparées du canal d'aménée, par deux grandes grilles, correspondant aux deux moitiés de l'usine. En aval de ces grilles et à l'extrémité du canal d'aménée, se trouve une vanne de purge du canal.

Chaque groupe possède ses conduites et sa chambre d'eau.

L'orifice de la conduite a son axe vertical et peut être fermé à l'aide d'une vanne cylindrique équilibrée. Les chambres d'eau sont disposées de façon à permettre l'établissement d'un batardeau, en cas de réparations.

Les conduites sont creusées dans le granite et les parois en béton armé doublées de tôle d'acier, dans les parties où l'eau a une grande vitesse.

Chaque turbine double a un seul canal de décharge, également creusé dans le rocher et doublé en tôle d'acier.

Les turbines sont, comme nous l'avons dit, du type Francis double, avec deux distributeurs et deux roues distinctes.

Le réglage du débit est obtenu au moyen d'aubes mobiles commandées par un seul mécanisme qui est hors de l'eau, visitable et se graissant en marche.

Les régulateurs de chaque groupe de turbines fonctionnent à pression d'huile avec pompe pour chaque groupe et réglage à main au besoin.

Ces turbines étudiées par la maison Piccard & Pictet à Genève, ont les caractéristiques suivantes : chutes de 19 à 25 m., débit par seconde 81 à 57 m³, puissance 15 000 HP, vitesse 136 tours, rendement de 75 à 80 % suivant la chute.

Toutes les dispositions sont prises pour mettre à sec chaque chambre de turbine, en cas de réparations, sans arrêter les groupes voisins.

Les grilles sont dimensionnées de façon à avoir, dans le cas le plus défavorable, 2 m. 20 de surface de grille par m³ d'eau. Il est fait emploi, pour le nettoyage des grilles, de l'appareil employé à l'usine de Chèvres à Genève pour cet usage.

Dans l'étude des turbines du projet économique, MM. Piccard & Pictet ont proposé une turbine à une seule roue d'aubes, qui présente de grandes dimensions d'orifices. Ces turbines sont placées au-dessus des plus hautes eaux d'aval, ce qui permet les réparations en tout temps sans épuisement (fig. 7 et 8).

Considérations sur l'influence du gel.

Lorsque le fleuve et le canal sont gelés, l'eau passe sous la glace, mais quand le fleuve et le canal ne sont pas encore recouverts d'une couche de glace nous devons nous préoccuper des glaces flottantes. Celles-ci sont de trois espèces.

Coupe M.N.

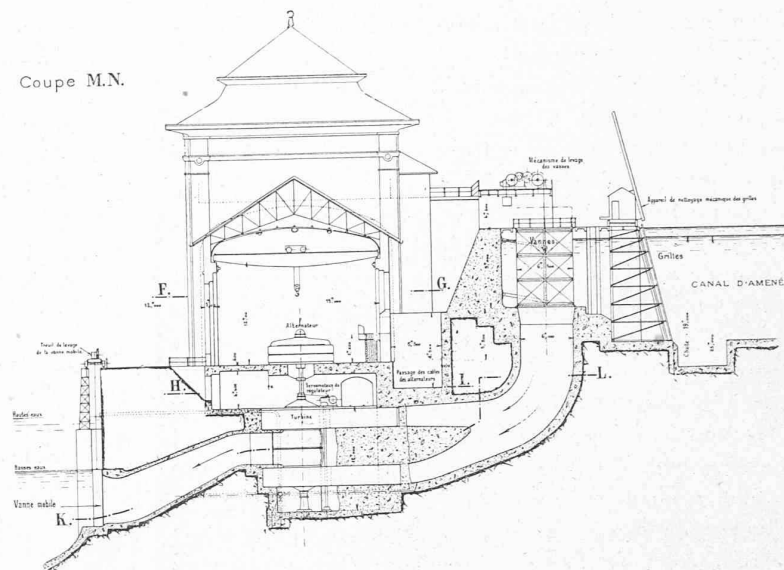


Fig. 7. — Projet de Centrale. — Coupe M-N.

Les aiguilles de glace, appelées suif en Russie.

Les glaces de fond.

Les glaçons flottants.

Le suif peut être formé par des aiguilles molles ou des aiguilles dures.

Glaçons flottants à la surface.

Pour s'en débarrasser, on dispose à l'entrée du canal et devant les grilles une passerelle en forme de Z, dont une branche est immergée de 0 m. 50 à 0 m. 60 sous l'eau, sur l'autre branche sont des hommes qui font descendre les glaçons jusqu'à une vanne de décharge située en aval.

Les glaçons qui passent au travers des grilles sont avalés par la turbine.

Afin de dégager les glaçons qui se collent contre les grilles, on fait ces dernières par panneaux qui peuvent sortir de l'eau comme des vannes.

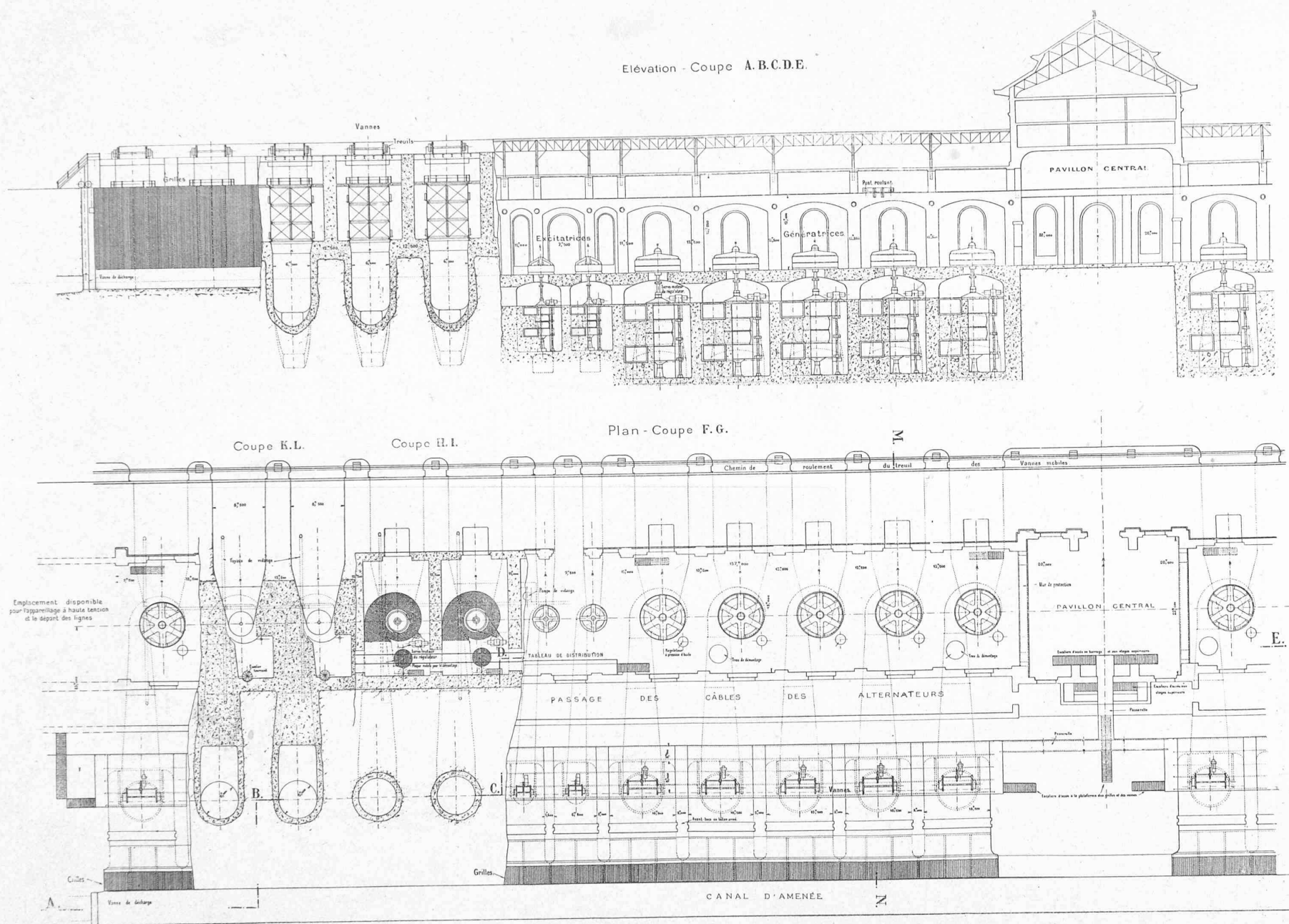
Suif mou et suif dur.

Il s'agit ici de flocons de glace qui se forment à la surface avant que le fleuve ou le canal ne soient complètement gelés.

Le suif mou se forme quand il ne fait pas très froid. On l'évacue comme les glaces flottantes. Ce qui passe au travers des grilles se colle contre les barreaux, comme on sait la glace à une tendance à se coller contre le fer. Pour éviter l'obstruction des grilles il faut augmenter la vitesse de l'eau en obstruant une partie des grilles.

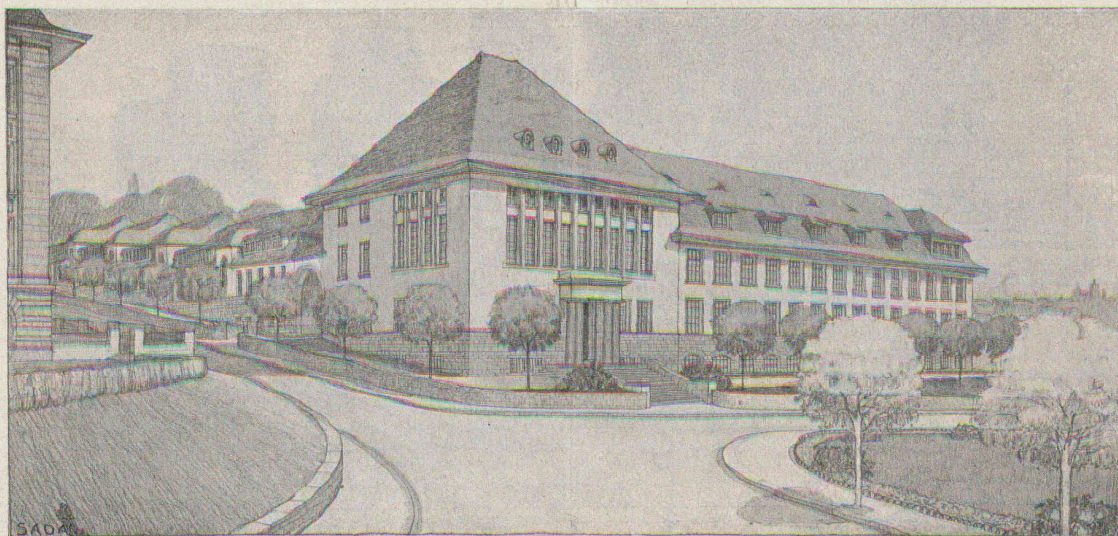
Il peut arriver qu'une chambre de turbine se remplisse de suif, comme cela arrive quelquefois à Vessy près Genève, sur l'Arve, il ne reste alors qu'à arrêter l'entrée de l'eau et à vider la chambre à la pelle. A Vessy on met, pendant qu'on vide la chambre, un grand foyer de pétrole qui réchauffe la chambre et facilite l'enlèvement du suif.

Au Niagara, où le suif a occasionné de grands ennuis, les grilles, pour les dernières usines construites, sont à l'intérieur du bâtiment, de façon à être moins accessibles

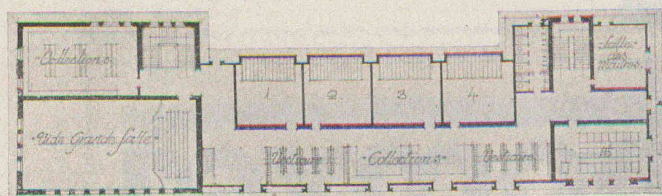
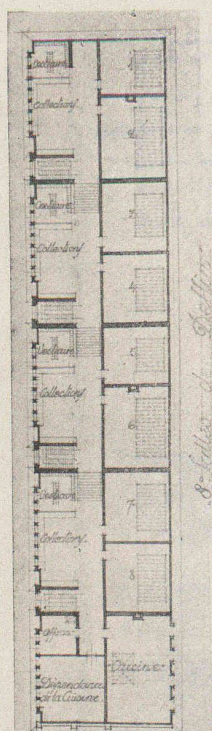




1^{er} prix : projet « Varlope », de MM. *Taillens et Dubois*, architectes, à Lausanne.



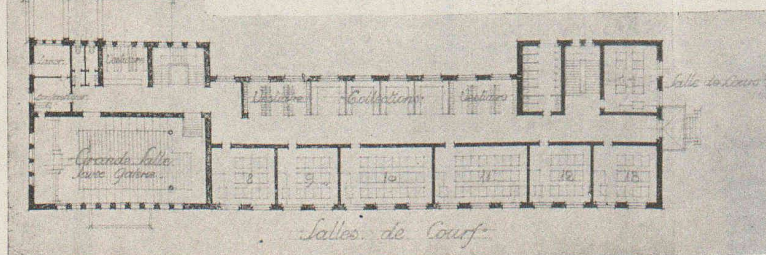
Perspective.

Plan du II^{me} étage. — 1 : 800.

Ekaterinoslaw nécessite une accumulation de la force journalière, de façon à ce que cette force puisse être rendue aux usines pendant les 10 heures de marche intensive et accumulée pendant les autres heures de la journée, en tout ou partie.

Le lac de 60 km² créé à l'amont de Wolnigsky sera utilisé dans ce but et c'est pour permettre cet emploi que nous créons une usine avec 20 unités de 15 000 HP sur l'arbre des turbines.

La fermeture du barrage de Wolnigsky en entier ne présente pas d'inconvénient à l'amont, mais à l'aval il est indispensable à la navigation allant d'Alexandrowsk à la mer que l'eau qui arrive par le Dnièr coule à l'aval sans arrêt.

Plan du I^{er} étage. — 1 : 800.

Pour cela, le lac entre Kitschkass et Wolnigsky fera la régularisation. Le barrage de Markousovo sera ouvert de façon à laisser écouler à l'aval toute l'eau arrivant à l'amont de Wolnigsky.

Quant on construira l'usine de Kitschkass, au pied du barrage de Markousovo, cette usine, qui utilisera de 4 à 7 m. de chute, devra être disposée pour utiliser la force constamment, de façon à laisser en tout temps passer l'eau nécessaire en aval.

C'est de cette usine que la force constante sera transmise.

Les dynamos, générateurs sont portés par le même axe que les turbines. La tension prévue de ces dynamos est de 11 000 volts.

Des génératrices l'électricité est transmise sur le bord du canal dans un bâtiment séparé où sont les survolteurs et autres appareils. De ce bâtiment partiront les canalisations électriques de transport de la force.

Arrivée à Ekaterinoslaw et éventuellement à Kremenschouk, la force électrique sera transformée au voltage des usines. Comme les grandes usines d'Ekaterinoslaw possèdent toutes des centrales à vapeur et à turbo-moteurs, un arrangement sera fait avec ces usines pour conserver ces installations comme réserve thermique.

Devis.

Le coût total du projet maximum, comprenant l'installation de 20 turbines avec dynamos de 15 000 HP, sans les conduites électriques, serait de 180 millions de francs, dont 100 millions pour la navigation et 80 millions pour la force — soit Fr. 300 par cheval sur l'arbre de la turbine. Le projet économique coûtera, avec 20 unités de 15 000 HP, 140 millions de francs sans les lignes de transport de l'électricité, dont 100 millions pour la navigation.

Le prix du cheval-heure sur l'arbre des turbines pour le coût afférent à la force motrice, serait donc d'environ Fr. 150 par cheval.