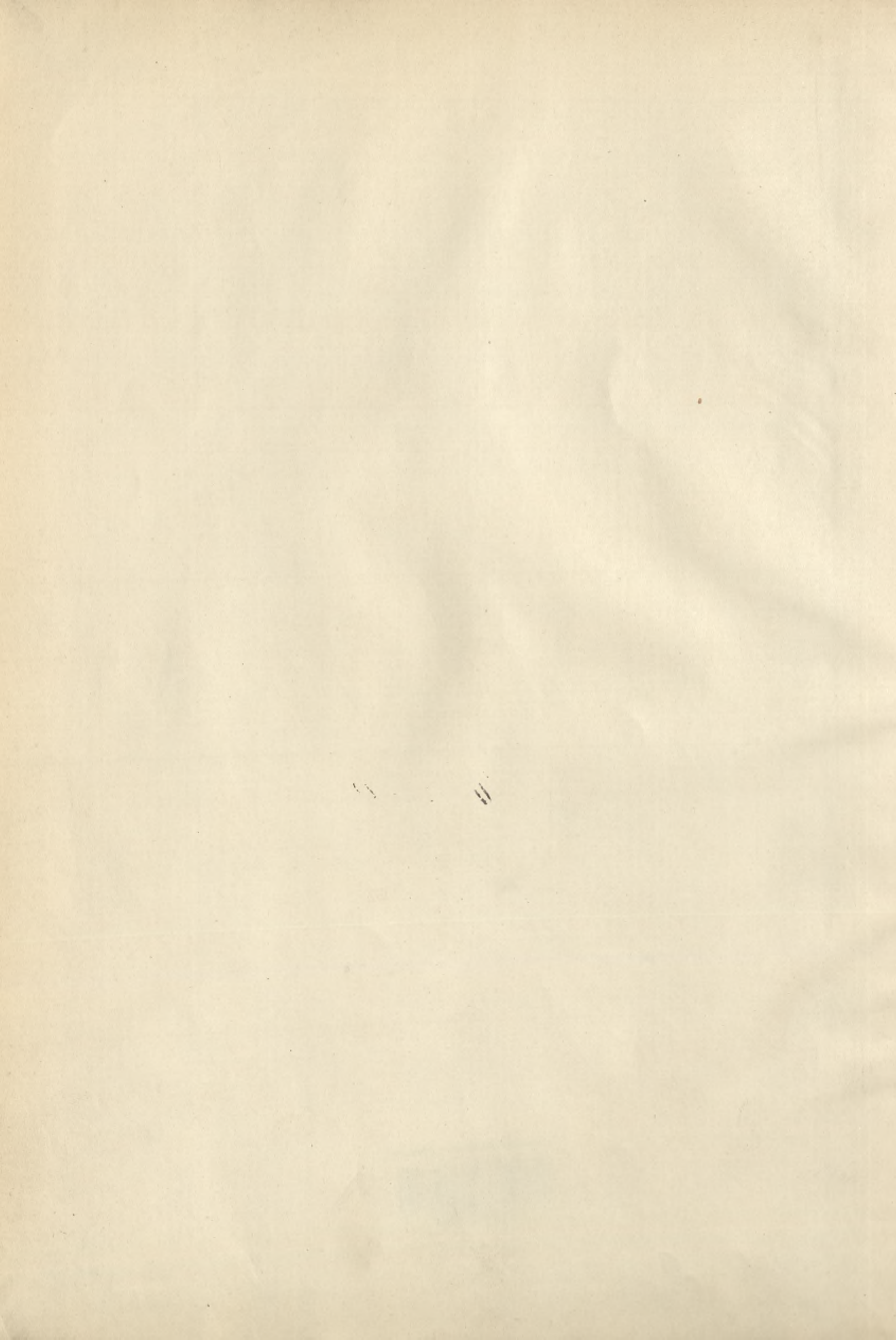




Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300750



LE
PONT SUR LE VOLGA

PRÈS DE BATRAKI

CHEMIN DE FER ORENBourg-BATRAKI

PAR L'INGÉNIEUR

LOUIS D.^R BUZZI

CHEVALIER DE PLUSIEURS ORDRES ET ANCIEN PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS
ET ARCHITECTS DE TRIESTE

17908
VII C 6



TRIESTE

IMPRIMERIE DE MORTERRA & C.^{IE}

1887.

751



III 17994

Editeur l'Auteur

Dans mon étude sur les chemins de fer de la Russie, publiée dans les Annales de la Société des Ingénieurs et Architectes de Trieste, j'ai mentionné, parlant du chemin de fer Orenbourg-Batraki, en peu de mots le pont grandiose sur le Volga, relevant quelques données qui étaient à ma connaissance à l'époque où il fut livré au service public.

Sollicité successivement par plusieurs des mes collègues à vouloir publier quelque détail sur cette oeuvre monumentale, je m'induisis, après avoir recueilli tout le matériel nécessaire, à publier d'autant plus la monographie ci-après, que jusqu'à présent bien peu à ce propos fut porté à la connaissance des cercles techniques.

J'ai envisagé être non sans intérêt de faire précéder une succincte hydrographie du bassin du Volga, et aussi de porter en appendice une courte description des systèmes des canaux de la Russie Européenne, attendu que une bonne part de ceux-ci présente une relation très-intime avec la plus grande rivière de l'Europe.

S'agissant d'une oeuvre grandiose — elle occupe parmi ces oeuvres la première place sur le continent européen, et peut se mesurer dignement avec celles plus grandes construites ailleurs — j'ai réputé être pas hors de propos d'alléguer un tableau comparatif des ponts pareils exécutés récemment en d'autres pays, afin de pouvoir faire une comparaison des diverses conditions, sous lesquelles ces oeuvres-là ont été construites.

En hommage à la vérité, je dois confesser que les démarches faites, pour venir en possession des données paraissant dans le susdit tableau, n'allèrent pas exemptes de quelque fatigue, compensée d'ailleurs hautement par l'obligeance de tous ces illustres personnages et de diverses corporations auxquels je m'étais adressé, et qui eurent la complaisance de m'assister dans ma tâche de la manière supérieure à toute éloge.

C'est donc mon devoir, et je remplie un acte de la plus vive reconnaissance, en remerciant publiquement en premier lieu M.^r de Maléïne, Consul de S. M. l'Empereur de toutes les Russies à Trieste, et M.^r N. Belebubsky, professeur à l'école impériale polytechnique à St. Pétersbourg et auteur du projet, et ensuite:

Le Consul Général de France à Trieste, M.^r C. Challet,

Le Consul d'Espagne à Trieste, M.^r M. Villanueva,

Le Ministère des travaux publics à *La Haye*,

La Direction Générale des chemins de fer impériaux à *Strassbourg*,

La Direction Générale des chemins de fer d'état à *Munich*,

La Direction Générale des chemins de fer d'état à *Stuttgard*,

La Direction Générale des chemins de fer d'état à *Carlsruhe*,

La Direction Générale des chemins de fer d'état et la Direction du chemin de fer *Bombay-Baroda* aux Indes Orientales,

La Direction Générale des chemins de fer du *New South Wales* en Australie,

Les Directions des chemins de fer d'état à *Berlin, Breslaw, Bromberg, Cologne, Elberfeld, Hannover* et *Magdebourg*,

Plusieurs Directions de chemins de fer américains,

La Direction du chemin de fer *Lubeck-Büchen*,

Les Sociétés Suisses d'Ingénieurs et Architects à *Fribourg* et *Zurich*,

La Société Saxone d'Ingénieurs et Architects à *Dresde*,

La Société Bavaroise d'Ingénieurs et Architects à *Ludwigshafen*,

La Rédaction de l'„*Archiv für Eisenbahnwesen*“ à *Berlin*,

L'Inspecteur au Ministère des travaux publics à *Rome*, M.^r le professeur A. comm. Betocchi,

Les Chefs de section des chemins de fer de la Haute Italie, M.^{ers} Iean Cosmacini, Auguste Croci, Guillaume Heimann, Louis Negri, François Olivieri et François Sartori,

Le Secrétaire de l'„*Institution of Civil Engineers*“ à *Londres*, M.^o I. Forrest,

Le Directeur du service de l'entretien du chemin de fer du Midi à *Vienne*, M.^r C. de Prenninger,

L'Ingénieur en chef du chemin de fer du Midi à *Madrid*, M.^r I. Ortega.

L'Inspecteur en chef du chemin de fer du Nord à *Vienne*, M.^r T. Lessle,

L'Inspecteur des ponts du chemin de fer austro-hongrois à *Vienne*, M.^r F. Wostry,

TRIESTE, le 23 Décembre 1886.

Louis D.^r Buzzi.



I.

Hydrographie du bassin du Volga

Consultant une carte topographique de la Russie européenne, on y aperçoit une grande division d'eaux qui la partage en deux territoires hydrauliques très-vastes et bien définis : baltique-polaire et ponto-caspien. Dirigeant ensuite l'attention sur les grandes voies fluviales, qui trouvent leur origine à peu près dans le centre de cette division, et qui croisent les plaines spacieuses de la Sarmatie, pour finir aux rivages du Pont-Euxin et de la Mer Caspienne, on voit primer, comme système hydraulique et grande forme naturelle, le bassin hydraulique du Volga. On rencontre vers l'Occident une autre forme qui constitue le bassin hydraulique du Dniéper, et qui présente aussi un intérêt historique-ethnographique, car elle marquait un jour la ligne de démarcation entre les tribus ugriennes et slaves, et ayant été passée par ces dernières, celles-ci ôtèrent les premières à l'influence de l'Orient asiatique, et les attrayèrent par cela dans la sphère de l'Occident européen. Parmi ces deux grandes formes naturelles, qui exercèrent pas petite influence sur le cours évolutif de l'histoire, se présente une troisième : le système hydraulique du Don.

De tous ces trois systèmes, celui du Volga est le plus important non seulement pour la Russie, mais aussi pour tout le continent européen. En vérité, le système hydraulique du Volga est bien le plus considérable parmi tous les systèmes hydrauliques de l'Europe, et il suffit de faire une comparaison entre ses dimensions et celles des systèmes du Danube et du Rhin, pour acquérir la persuasion, qu'on le doit placer parmi les formes naturelles les plus influentes du continent européen. Les chiffres ci-après servent à corroborer cette affirmation.

	Longueur développée en kilomètres	Territoire en kilomètres carrés
Volga	3735	1,710.000
Danube	2880	798.000
Rhin	1330	205.000

Le système du Volga exerce donc une influence sur un territoire huit fois plus grand de celui du Rhin, et plus de deux fois plus grand de celui du Danube ; c'est donc comme si la France, l'Autriche-Allemagne et la péninsule ibérique fussent croisées et dominées par un seul et commun cours d'eau.

Cette énorme extension du bassin du Volga dénoue bien sa grande richesse d'eau. Les deux rives reçoivent un très-grand nombre de tributaires, une quantité d'eau recueillie par beaucoup de ruisseaux des plaines sarmatiques, lesquelles s'étendent pour 1500 kilomètres de l'Est à l'Ouest, et en égale mesure du Sud au Nord, et qui sont circonscrites d'un côté par les bassins hydrauliques de l'Irtyche et de

l'Obi, de la Petchora et de la Dwina septentrionale, de l'autre par ceux de la Néwa et de la Dwina occidentale, et aussi par ceux du Don, du Dniéper et du Yaik. C'est bien remarquable ensuite, que telle énorme quantité d'eau s'écoule par un chenal relativement bien limité, avant d'arriver à ce gouffre immense qu'on appelle Mer Caspienne *)

Les principaux confluent du Volga sont l'Oka et la Kama, deux rivières qui, en constituant à leur tour deux systèmes hydrauliques bien marqués, dont je m'occuperai plus en avant, peuvent être placées parmi les principales rivières de l'Europe. C'est dû à la confluence de ces grands tributaires, si le Volga, s'acquiescant jusque là d'une conque large de peu de kilomètres, a besoin ensuite d'une largeur de 20 à 30 kilomètres, et s'écoule par un lit large plus d'un kilomètre.

Le cours du Volga favorise la navigation intérieure la plus étendue dans la partie la plus continentale de l'Europe. En vérité, les villes commerciales les plus importantes de la Russie intérieure, situées le long de ce cours-là, par exemple: Tver, Yarosslaw, Rybinsk, Kostroma, Nijni-Novgorod, Kazan, Saratow, Tsaritsyne et Astrakhan, sont autant de places florissantes pour le trafic commercial entre la Mer Caspienne et la Mer Baltique. Déjà dans mon étude sur les chemins de fer de la Russie j'ai dûment mentionné comme, en projetant le grand réseau des voies ferrées de l'Empire, on a su et voulu très-judicieusement établir un rapport intime entre cette navigation intérieure très-étendue et le moderne moyen de communication.

Les provinces, à travers lesquelles s'écoule le Volga, sont les plus belles, les plus fertiles et les plus peuplées de l'Empire; ces provinces-là sont le grenier de l'Europe Orientale. Ce fait est dû, outre le travail et l'énergie de la population, aux crues régulières du Volga qui, comme celles du Nil, fécondent extraordinairement une grande part des champs et des terres situés le long de la rivière. Il est certes aussi, que ces crues, en concomitance des alluvions, ont produit ce delta énorme et fertile qui s'avance bien dans la Mer Caspienne. Un autre fait, très-important pour toute la population des plaines sarmatiques, est celui que le Volga pour sa richesse de poissons a la primauté sur toutes les rivières de l'Europe, et c'est précisément par cette richesse que le Volga exerce son influence immédiate bien en deça de ces territoires, en l'étendant même au de là de l'Occident européen.

Maintenant je dirai peu de mots sur la position universelle du système hydraulique du Volga.

Abstraction faite de la péninsule de l'Asie Mineure, le bassin du Volga constitue, par ses conditions physiques et ses rapports historiques, ensuite par son cours entre les deux immenses frontières de l'Europe et de l'Asie — les Ourals et le Caucase — certainement le seul grand anneau naturel de communication entre l'Occident européen et l'Asie Occidentale et Centrale; et il présente d'autant plus la forme naturelle d'intermédiaire entre l'Europe et l'Asie, car son embouchure se trouve tout près de ce deuxième continent. On pourrait même affirmer, qu'il aboutit hors de l'Europe. C'est une particularité qui n'est partagée par aucun autre système hydraulique du vieux monde, et qui relève, juste par ce fait, un rapport intime avec l'importance historique du Volga et avec son influence sur la vie et le développement des populations.

*) C'est un fait connu, que le niveau de la Mer Caspienne est déprimé de 30 mètres du celui de la Mer Noire, donc de l'Océan.

Le Volga, en se déchargeant dans la Mer Caspienne — qu' on peut considérer comme un élargissement maritime du celui-là — présente une antithèse bien prononcée vis-à-vis du Danube et du Rhin; car, tandis que ces deux rivières vont finir dans la mer ouverte, et favorisent par cela une navigation océanique — et directe pour ce qui concerne le Rhin — car, comme je le disais, le Volga aboutit à une mer intérieure, et étant circonscrit d' un côté par des steppes bien étendues, et contenu de l' autre par un des plus grands systèmes orographiques connus, il aboutit donc dans une contrée la plus continentale du vieux monde.

J' ai mentionné tout à l' heure l' importance historique du Volga. En effet, son cours inférieur suit la grande route sur laquelle s' acheminaient les hordes asiatiques quand, après avoir passé le rempart ouralique et séjourné plus ou moins longtemps aux rivages du Pont-Euxin, elles envahissaient l' Europe, en la menaçant du servage et de la barbarie. Cette position du Volga sur le globe, et sa participation aux doubles conditions naturelles, sont sans doute la cause efficiente, si à son système hydraulique avait manqué durant au moins un millier d' années, cette unité ethnographique qui est tout propre au Rhin, et dont le défaut continue encore aujourd' hui à être fort nuisible au système du Danube.

Si la position, que le bassin hydraulique du Volga occupe sur la terre, a influé considérablement sur la transmigration et sur le séjour des hordes asiatiques dans l' Europe, lesquelles, non-obstant les frontières naturelles, arrachèrent à notre continent en grande partie le Volga, pour le faire revendiquer par l' Asie, une influence plus grande et bien plus importante a exercé la première rivière d' Europe sur les routes commerciales qui allaient de l' Orient jusqu' à l' extrême Septentrion et à l' Occident du vieux monde. Les plaines sarmatiques sont déjà connues dès plus de deux milles années comme les contrées, par lesquelles passait le commerce du monde avec l' Orient, et c' est précisément par ces routes-là, et par le trafic considérable qui avait lieu dans la contrée du Volga, qu' on a pu connaître son système hydraulique. Les villes de Nijni-Novgorod et Kazan, situées au milieu de son cours, constituaient depuis des siècles des places commerciales bien importantes, tandis que le long de son cours inférieur Astrakhan jouait un grand rôle dans le commerce du monde. A cette dernière ville aboutissait la grande route commerciale de la Chine vers la Mer Caspienne, qui s' y bifurquait en deux directions: vers Kazan, le long du Volga, et vers Kiew, le long du Dniéper, et d' ici, le long du Danube, vers l' Allemagne méridionale.

Cependant, comme le cours du Volga servait pendant long-temps de passage aux tribus sauvages de l' Asie et aux carovanes pacifiques, pour se porter dans l' intérieur des plaines sarmatiques, ainsi plus tard, et aussitôt qu' il s' y établit la domination européenne, ce grand cours fluviale dû servir pour conduire de nouveau dans l' intérieur de l' Asie la prépondérance européenne en ligne politique, et avec celle-ci aussi la culture de notre continent.

De ce que je viens de dire, il en résulte que le Volga portait pendant bien des siècles le caractère d' une rivière asio-européenne; elle devint en fait une rivière à nous, grace au fondateur de l' Empire russe: Pierre le Grand. Sous son règne le Volga devint le courant pour transporter une grande armée européenne dans l' Asie; sous sa domination y passa pour la première fois une flotte, construite du bois des Ourals, en se dirigeant à la Mer Caspienne et les rivages de la Perse; Kazan devint le centre de la navigation le long du Volga; et dès ce temps-là date la haute

importance de cette grande route hydraulique non seulement comme une des sources principales de la richesse publique de l'Empire, mais aussi parce qu'elle constitue une part intégrante des deux grands systèmes orographiques, qui s'élèvent aux frontières orientales de l'Europe, avec la possession et la domination desquelles peuvent seulement être conservées la sûreté et la prépondérance de l'Empire en rapport à l'Asie.

* * *

Conduisant une ligne à travers l'Europe Orientale, et précisément des extrêmes contre-forts des Monts Carpathes jusqu'aux pieds extrêmes des Ourals, elle va croiser une suite des collines qui forment la division d'eaux mentionnée plus en arrière. Ces collines ne tombent point le long de la ligne susdite ; plutôt on trouve dans la contrée, renfermée par le Pont-Euxin et la Mer Baltique, une grande dépression à travers laquelle s'écoulent en direction opposée le Dniéper et le Niemen, qui présentent entre eux une communication naturelle. Au Nord-Ovest de cette dépression, et précisément à la rive droite de la Dwina occidentale près de Witebsk et Polozk — où cette rivière-là se replie vers le Nord-Ovest, pour se diriger au golfe de Riga — commence la successive apparition du paysage constitué par les collines susmentionnées, lesquelles s'élargissent au Sud-Est de St. Pétersbourg dans le bassin où trouve ses sources le Volga, le Dniéper et la Dwina occidentale, et s'étendent de Midi à Septentrion.

Ces collines, qui vers Nord-Est se rencontrent avec celles de la chaîne des Ouwalles, se diversifient de celle-ci moins par leur élévation et par autres conditions naturelles, que par leur plus grande extension en chaque direction et par leur formation ; car elles présentent des terrasses avec dos larges et plans, tandis que cette chaîne-là est constituée de simples hauteurs déprimées à double penchant. Quoique ces collines n'offrent point le caractère d'un système orographique, néanmoins on trouve, entre la grande ligne de la division des eaux, le commun relief central, dont se séparent les cours fluviales les plus importants de l'Europe Orientale, aboutissant à quatre mers qui circonscrivent cette partie-là de notre continent. Ces collines, qu'on devrait plus proprement appeler rides, constituent, à côté du groupe lacustre de la Finlande, la deuxième grande formation caractéristique rompant la monotonie de ces plaines bien étendues, et se présentent d'autant plus importantes, parce qu'elles sont le point central des divers systèmes hydrauliques de la Russie européenne. Ces rides cependant ne sont pas placées au milieu des ces plaines-là, mais plus près du golfe de Finlande, et c'est la raison par laquelle le développement des systèmes hydrauliques vers la Mer Baltique a dû s'arrêter vis-à-vis de ceux du côté opposé, où nous est donné à rencontrer les plus grands systèmes hydrauliques de l'Europe.

Le système des rides susmentionné est connu par divers noms. Tolomée les appelait Mont Alaune ; Mannert *) soutenait que la dénomination „Alaune“ fût une mutilation du nom „Alanes“ une tribu celle-ci, qui séjournait dans le midi de la Russie d'aujourd'hui ; Nestor **), le vieux historiographe russe, appelle ce système de rides le „Bois Wolkhonski“ (*Wolkhonski Bor*) à cause de bois bien épais qui y existaient ; en temps pas bien éloignés, les indigènes et aussi les étrangers appelaient

*) Géographie des Grecs et Romains.

**) Annales russes.

ce système *Collines de Waldai*, de la petite ville homonyme située à peu près au centre du système. Pour donner à l'élevation en question une dénomination plus caractéristique, on pourrait plutôt l'appeler *Plateau du Volga*, car les rides, qui constituent cette élévation, ont un rapport bien particulier avec le système hydraulique de cette rivière. En effet, non seulement elle trouve son origine dans le coeur de ces rides, et y recueille presque toute la richesse d'eau contenue dans leurs entrailles, mais la rivière communique aussi, au moyen d'un remarquable système de canaux qui croise précisément l'axe de ces rides, avec la Mer Baltique. Déjà ce fait prouve que les rides en question n'appartiennent pas à un système orographique proprement dit. Une petite part seulement, celle qui est plus proche à la ville de Waldai, au Sud-Est de l'ancienne Novgorod, démontre un caractère plus montueux.

Les rides du plateau du Volga s'étendent des rives du lac Ilmen près de Novgorod jusqu'à Tver sur le haut Volga, c'est-à-dire sur une distance de 380 kilomètres, et se prolongent en forme de faibles éminences vers Sud-Est jusqu'à l'ancienne capitale de l'Empire. Elles s'étendent aussi en direction opposée le long d'une ligne, qui court au Sud-Ouest de Toropetz sur la haute Dwina occidentale jusqu'à la rivière Tchagoda au Nord-Est, où le canal Tikhwinski établit la communication entre le cours moyen du Volga et le lac Ladoga. La hauteur du système sur la mer atteint 340 mètres, la hauteur au dessus du niveau de la base commune surpasse quelque peu 60 mètres. Les rides sont coupées par des profonds précipices; les vallées présentent rarement une communication entre elles.

Quoique le plateau du Volga aujourd'hui n'est couvert de bois épais comme dans le passé — la coupe des bois est due en grande partie à l'exécution du grand système de canaux du Volga — néanmoins il se signale toujours par considérables quantités de sapins, bouleaux, larix, pins, etc. etc. Et puisqu'il est une chose notoire, que des bois plus épais dépend la grande richesse d'eau, par laquelle se distingue cette contrée-là, il vient de soi-même la déduction que la coupe imprudente des ses bois doit devenir bien préjudiciable au système d'arrosage de la Russie. Certes, les plaines du midi présenteraient une circulation hydrique bien plus marquée, si pendant les siècles passés le plateau susmentionné n'eût été privé de sa végétation luxurieuse. Et puisque le territoire des sources des grandes rivières sarmatiques est d'une haute importance pour le vaste système des canaux qui croisent la Russie, le gouvernement impérial dirigea récemment les soins les plus pressants sur cette affaire, bien convaincu que le dessèchement des terres dans ces contrées-là influerait sinistrement sur le trafic et sur la vie publique entière. Persuadé de ceci, le gouvernement, qui veille incessamment et avec oeil attentif sur les voies hydrauliques naturelles, aussi en ces derniers temps observe-t-il et étudie ces voies, et pourvoit à leur régime. Sous ce rapport-là, il n'est pas le dernier des mérites de S. E. Mr. le ministre des voies de communication, d'avoir ordonné et activé des stations d'observation le long des grands cours hydriques, dans le but d'y effectuer continuellement des sondages et des mesurages sur leurs débits! Mais tous ces soins et mesures ont sauvé et sauvent l'Empire de ces terribles inondations, avec leurs bien tristes effets, qui presque périodiquement surgissent dans d'autres états de l'Europe!

Jetant un coup d'oeil sur la carte de la Russie européenne, on verra que le plateau du Volga constitue dans les plaines sarmatiques une barrière naturelle entre les contrées baltiques et celles ponto-caspiennes, ce qui vient être confirmé par les particulières conditions naturelles des divers territoires; car l'influence du groupe

lacustre de la Finlande, où la forme liquide de la surface terrestre prédomine de la manière vraiment caractéristique, s'étend seulement jusqu'au Nord-Ouest des rides de Waldai, tandis qu'au Sud-Est paraissent les plaines très-vastes et bien plus seches de l'Europe Orientale. Le grand nombre de lacs ensuite, répandus sur toute la Finlande et le long du golfe homonyme, et dont l'origine est due au soulèvement postglacial des côtes orientales de la Mer Baltique*), contribue à ce que l'influence du climat humide de l'Europe Occidentale arrive jusqu'à ces rides-là, et s'étende à l'Est jusqu'au territoire de la Dwina septentrionale, et à Midi jusqu'à celui de la Dwina occidentale et à la Lithuanie. L'influence du climat sec de l'Asie au contraire s'étend, le long du système hydraulique du Volga, jusqu'aux pieds des rides susmentionnées, et favorise ces différences et ces contrastes qui, abstraction faite des diverses latitudes géographiques des deux territoires, surgissent de la manière si caractéristique en rapport au climat et à la végétation.

* * *

Les sources du Volga se trouvent en proximité de presque toutes les autres, qui vont ensuite former les plus grands cours hydriques de l'Europe Orientale, et qui s'écoulent dans tant de directions opposées. Cette circonstance et la formation superficielle de cette contrée-là, expliquent bien l'hypothèse faite en temps passé, savoir que toutes les sources de ces cours-là présentent une relation entre elles. Si le Volga trouve son origine au dedans d'un système de rides bien déprimées, et néanmoins devient la plus grande voie hydraulique de l'Europe, il le doit à la circonstance particulière que la différence du niveau, entre sa source et son embouchure, résulte toujours plus grande de celle qu'on rencontre dans les autres rivières de l'Europe à la sortie de leur berceau. Le plateau central de la Russie présente un double rapport avec la mer : d'un côté avec la Mer Baltique et Noire, de l'autre avec la Mer Caspienne. La surface de cette dernière est cependant déprimée de 30 mètres au dessous de celle du Pont-Euxin ou de l'Océan, et c'est pour ce fait que le Volga acquiert une pente qui surpasse la différence absolue de toutes les autres rivières du monde. Déjà à son passage à travers l'Obschtchii-Syrt, le Volga se trouve au niveau de la Mer Baltique, tandis que de Kamychine jusqu'à Astrakhan il s'écoule au dessous du niveau de l'Océan. Or, tenant compte de la hauteur du plateau du Volga, il résulte une différence de niveau de 310 mètres dans son cours, donc bien suffisante pour conserver à une voie hydraulique si étendue son cours sans interruption. Ce rapport singulier des plaines sarmatiques avec un double niveau de la mer, en concomitance au double penchant des contrées vers des mers diverses et en directions opposées, doit exercer essentiellement une grande influence sur la végétation entière et aussi sur l'individualisation de celles contrées autrement si monotones.

En jetant un coup d'oeil sur tout le cours du Volga, on y aperçoit, comme dans les autres grandes rivières, trois sections : le cours supérieur, le moyen et l'inférieur. Déjà le premier, le haut Volga, se signale par une particularité caractéristique parmi toutes les autres grandes rivières du monde. En effet, tandis que le haut cours

*) Le soulèvement postglacial, en séparant la Mer Baltique de la Mer Arctique, mit à sec le fond de l'océan le plus étendu, et forma ainsi les lacs salifères de cette contrée-là, lesquels dans l'écoulement des siècles perdirent la salure primitive.

de celles-ci s'écoule ou au milieu des montagnes, ou sur des plateaux en derrière de celles-ci, où l'on rencontre bien de fois des cataractes et des cascades, le haut Volga s'écoule le long d'une contrée bien peu élevée, et sans difficultés spéciales on peut le naviguer à peu près jusqu'à ses sources. Cette première section du Volga, qui va du Nord-Ovest au Sud-Est et mesure en rectiligne presque 150 kilomètres, s'étend jusque là, où la rivière se replie sous un angle droit, pour arroser dans son cours moyen les plaines de la Russie centrale. Cependant on doit y comprendre la partie ultérieure, savoir celle qui va jusqu'à la confluence de la Twertza, car cette rivière se trouve en rapport bien intime avec le système de canaux dit de Wichni-Wolotchok, lequel de son côté présente un moment intéressant, quand on va considérer le bassin des sources du Volga.

Le cours moyen peut être partagé, à cause du grand coin près de Kazan à la confluence de la Kama, en deux sections distinctes : la première court de l'Ovest à l'Est, commence près de la ville de Tver et finit à Kazan ; elle mesure en rectiligne presque 900 kilomètres ; la deuxième court du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ovest, et s'étend à peu près jusqu'à 840 kilomètres presque en rectiligne de Kazan jusqu'à Tsaritsyne, près du deuxième coin formé par la rivière au-dessous de son passage des contrées le plus élevées et fertiles à la grande dépression salifère mouillée par la Mer Caspienne.

Le cours inférieur et le grand delta du Volga vont du Nord-Ovest au Sud-Est, et s'étend à peu près sur une distance de 380 kilomètres du coin susmentionné jusqu'à son embouchure.

Après ces considérations générales, je vais passer à l'examen de chaque section, en commençant par le haut Volga.

* * *

Le bassin des sources du Volga est constitué d'une suite des lacs plus ou moins grands, qu'on rencontre à 75 kilomètres au Sud-Sud-Ovest de la petite ville de Waldai, entourés par des marais lesquels à leur tour sont plus ou moins étendus, et dont quelques-uns possèdent une végétation bien épaisse. Cependant les vraies sources du Volga forment encore aujourd'hui objet de contestation parmi les hommes compétents de la matière.

D'après les uns, un ruisseau, formé par des sources peu considérables, constituerait l'origine de la grande rivière, laquelle, après avoir passé par plusieurs lacs, se réunit au Midi de la ville d'Ostachkow avec la Selicherowka, qui est un émissaire du lac Selicher et porte ensuite le nom de Volga ; tandis que d'autres prétendent que c'est dans un petit marais, qu'on rencontre au-dessous du village Wolgoverkhowie, que le Volga, ou, plus exactement parlant, le ruisseau homonyme trouve son origine. Je citerai aussitôt, qu'aussi la population du lieu indique ce marais-là comme la place d'où naît le plus grand fleuve de l'Europe.

Ragosine au contraire semble avoir une autre opinion. Dans son oeuvre qu'on vient de publier, et qu'on peut considérer comme une véritable encyclopédie du Volga, il indique la Rouna, qui se décharge dans le Volga à sa rive droite, comme le vrai cours-source de ce dernier, car il obéit mieux que l'autre aux lois scientifiques sur les sources et sur le cours supérieur des rivières. Pour corroborer son affirmation, Ragosine allègue les raisons ci-après à quelques-unes parmi lesquelles l'on ne peut nier une certaine importance.

1. La supposition, d'après laquelle le Volga jaillit près du village Wolgoverkhowie, est arbitraire et relativement moderne ;

2. La Rouna, avec un cours de 48 kilomètres, est plus long du ruisseau Wolgoverkhowie ;

3. Comme ce dernier, aussi la Rouna jaillit de la même division d'eau ;

4. La source de la Rouna, loin d'être plus déprimée de celle du dit ruisseau, est bien plus élevée ;

5. Le bassin hydraulique de la Rouna comprend environ 569 kilomètres carrés, tandis que le bassin du ruisseau mentionné en comprend seulement 35, abstraction faite dans l'un et l'autre du lac Stertch ;

6. Les conditions géologiques des rives de la Rouna correspondent mieux au cours du Volga, c'est-à-dire ces conditions l'expliquent mieux que la direction du Wolgoverkhowie ;

7. Le bien connu géographe Ritter opine aussi que la Rouna, qui du côté Sud aboutit dans le lac Stertch, et passe par celui-ci, est le véritable cours-source du Volga.

Néanmoins Ragosine dans le 1.^{er} chapitre arrête son attention sur l'ubication communément considérée comme la source du Volga ; moi-même je vais donc l'examiner et en faire la description.

Dans la contrée marécageuse et repandue de blocs erratiques, qui s'étend au Midi et Sud-Ovest de Wichni-Wolotchok, village et station sur la grande artère ferrée St. Pétersbourg-Moscou, on rencontre plus d'un centaine de lacs plus ou moins grands. Parmi ceux-ci prime le lac Selicher d'une longueur de 85, d'une largeur de 30 kilomètres, et d'une profondeur de 33 mètres, sur lequel on peut compter 160 îles. Des marais séparent ces lacs-là, dont quelques-uns atteignent une longueur de 60 kilomètres ; dans un de ces marais, au-dessous du village Wolgoverkhowie, naît le Volga, ou plutôt, comme j'ai le relevé plus haut, le ruisseau qui prend son nom de ce village-là. Ce ruisseau, tournant à l'Est de celui-ci, s'écoule par une dépression large 21 à 42 mètres, tandis que son lit présente une largeur si minime, qu'on peut se donner les mains à travers les rives ! Le ruisseau passe ensuite par un bois presque impénétrable, où il se perd de sorte, qu'il est fort difficile de reconnaître son cours ; seulement à un kilomètre de sa sortie de ce bois, il présente sa voie bien marquée.

Près du village Woronowo, le Volga reçoit son premier tributaire, la Persianka, il entre aussitôt dans un bois tellement épais, qu'il est presque impossible de suivre sa course, et rejoint ensuite un petit étang large 128 mètres, appelé *Petit Werkhit* et situé dans le grand marais qu'on rencontre en ce lieu. Le Volga s'écoule après à travers des bois qui ont une extension de 5 kilomètres, il y reçoit le deuxième tributaire, le Krassny, en présentant toujours une largeur si minime, qu'on pourrait d'un simple bond le passer d'une à l'autre rive. Il arrive bientôt à ce grand lac, qu'on appelle *Grand Verkhit*, où il se décharge à une extrémité pour en sortir de l'autre ; sa largeur atteint déjà 7 à 9 mètres, sa profondeur normale cependant seulement 50 centimètres. Le Volga passe ensuite par une petite vallée profonde et étroite, reçoit à la rive gauche un autre confluent, le Starskiï, entre ensuite dans un bois pour aboutir enfin dans une plaine vaste.

En traversant celle-ci, le Volga rencontre le lac Stertch, où il va se décharger. Ce lac, qui a une longueur de 10 kilomètres et un en largeur, et à l'extrémité méridionale duquel se verse la Rouna, est alimenté par le Volga ainsi que par la Pestchinka

et la Sintchina qui y aboutissent du côté occidental. Sortant du lac Stertch, le Volga se décharge à 2 kilomètres de celui-ci dans le lac Owsselug, pour se verser aussitôt dans le lac Pöno. Ces deux derniers lacs, dont l'espacement est petite, ont une longueur de 23 kilomètres et une largeur de 3 à 4 kilomètres.

A sa sortie du lac Pöno, le Volga présente à son tour le caractère d'un lac, et reçoit près du village Tinnizy la Soukopa qui est navigable; celle-ci vient du Midi, son cours atteint 85 kilomètres. Après un écoulement de 32 kilomètres, le Volga se verse dans le lac Wolgo, qui a une longueur de 7 et une largeur de 2 kilomètres; c'est le dernier qui traverse le Volga, lequel présente le long de cet écoulement-là une largeur de 43 mètres. En sortant du lac Wolgo, le Volga prend le caractère d'un canal large et profond, et, tandis que jusqu'à l'embouchure de la Soukopa il conserve la direction vers Midi, pour puis se tourner brusquement vers l'Est, il s'écoule ensuite vers Sud-Est.

Avant de poursuivre le cours ultérieur du Volga, je dois mentionner ici une oeuvre singulière qu'on rencontre à un kilomètre de Kotochino, village situé sur une des îles du lac Selicher. Cette oeuvre constitue un système d'écluses, sert pour inonder la plage lacustre mentionnée plus haut, et fut effectuée en l'an 1841 pour conserver navigable le Volga à l'aval du dit village. J'aurais à faire une digression pas petite, si je devais relever son détail bien intéressant; je me bornerai cependant à dire qu'on y rencontre six remblais longitudinaux constituant cinq grandes chambres, et un remblais transversal qui contient 96 portes. Près de l'écluse, qui règle la navigation sur une extension de 530 kilomètres, donc jusqu'à l'embouchure de la Mologa, où l'eau s'élève jusqu'à 1,10 mètres, près de cette écluse la surface de l'eau atteint une hauteur de 5,35 mètres, et la masse d'eau, qui en état normal présente un volume de 116,544.000 mètres cubes, augmente jusqu'à 271,936.000 mètres cubes, lesquels à l'aide de l'oeuvre en question servent à conserver imperturbable la navigation. Un fil télégraphique renseigne chaque jour sur le niveau de l'eau.

Quand on fait inonder l'ubication, les lacs Stertch, Owsseloug, Pöno et Wolgo forment un seul lac long de 85 kilomètres et un grand réservoir du Volga d'une extension de 170 kilomètres carrés, tandis que la Rouna, la Soukopa et autres petites rivières vont de leur côté grossir les eaux de ces lacs et du Volga.

Arrivé ici, je dirai encore que pas loin des lacs du Volga on trouve ceux qui donnent origine à la Dwina occidentale, dont le cours est dirigé vers Sud-Ovest. En ce lieu il serait un peu difficile de préciser exactement dans certaines saisons la division des eaux, mais non pas pour les sources du Dniéper, quoique justement pour celles-ci subsiste dès long-temps la tradition, qu'elles sont communes avec celles du Volga.

Quand on a passé le réservoir susmentionné, le Volga devient une rivière véritablement navigable*), car le peu des rapides, qui l'accompagnent ça et là jusqu'à la confluence de la Selicherowka, ne présente pas des obstacles considérables à la navigation. Le Volga s'élargit ensuite jusqu'à 64 mètres, et reçoit, à 10 kilomètres de la grande écluse, deux tributaires plus grands: de Midi la navigable Pessotchnaja, de Septentrion la Selicherowka. Le cours de celle-ci compte il est vrai seulement 26 kilomètres, mais sa largeur est de 21 à 42 mètres, et elle est navigable pour des petits bateaux pendant tout l'été.

*) Le cours navigable du Volga a une longueur de 3610 kilomètres.

Le Volga, ainsi renforcé, court vers Sud-Est, et, passant par une plaine peu inclinée, il change cependant bien de fois la direction initiale à l'embouchure d'un confluent, dont il suit la voie. Un détour surprenant est celui, qu'on rencontre près de Krizowo, à 66 kilomètres de Rjev, où le Volga se dirige pour 15 kilomètres vers l'Ovest, pour prendre après de nouveau son cours vers Midi et Sud-Est jusqu'à Soubtzow. Près de ce lieu il reçoit la Wesouga, le premier confluent de quelque importance, se replie sous un angle droit vers Nord-Est, sort au-dessous de Staritza, dirais-je, de son berceau, et court ensuite généralement vers l'Est jusqu'à Kazan.

La Wesouga s'écoule parmi les sources du Dniéper à l'Ovest, et celles de la Moskova à l'Est; elle trouve son origine près de Wjasma, ville située sur la grande artère ferrée Moscou-Brest, et reçoit à 45 kilomètres de son embouchure le Gjhat, où elle devient navigable en printemps pour petits bateaux. Son cours a une longueur de 153 kilomètres; ses rives sont escarpées et constituées de couches calcaires.

Poursuivant dans son cours sinueux vers Nord-Est, le Volga rejoint bientôt l'ancienne ville de Tver, vis-à-vis de laquelle il reçoit la Twertza. Les sources de celle-ci se trouvent immédiatement près de la ville de Wichni-Wolotchok, sur le dos des terrasses de Waldai, et s'écoule de Nord-Ovest à Sud-Est, donc en direction vers la Mer Caspienne. Le long de son cours on rencontre, comme dans celui de la Msta, trois cascades. Si on envisage la Twertza plus de près, il résulte que ses sources originaires se sont perdues, présentant le fait singulier, et peut-être unique, à savoir qu'une rivière trouve son origine dans une autre. Aujourd'hui la Twertza s'écoule apparemment du ruisseau Zna, et est alimentée par celui-ci et par un grand réservoir appelé Sawodskij.

La Twertza, dont les rives, constituées de couches calcaires, s'élèvent jusqu'à 20 mètres, a une longueur de 190 kilomètres, une largeur de 43 à 85 mètres, et une profondeur de 0,65^m à 2,00^m.

La Twertza est un tributaire important du Volga aussi par le fait, qu'elle se trouve, comme je l'ai déjà relevé plus en arrière, en rapport intime avec un des plus remarquables systèmes de canaux du vieux monde. Ce grandiose système, qui raccorde les bassins hydrauliques du Volga et de la Dwina septentrionale, du Niemen et de la Néwa, du Dniéper et de la Dwina occidentale, et puis celui de la Vistule, est constitué de neuf voies hydrauliques, dont le centre principal c'est le Volga. De celui-ci se détachent deux de celles voies-là (les canaux d'Alexandre et de Cathérine) qui conduisent à la Mer Blanche, et les autres trois (les canaux de Marie, Tikhwinski et Wichni-Wolotchok) à la Mer Baltique, tandis que le Dniéper fournit quatre voies (les canaux Bérésina, Royal, Oginski et Windau) qui lient la Mer Baltique au Pont-Euxin.

J'ai fait mention plus haut de la Msta; je dirai maintenant quelques mots sur cette rivière, non pas parce que celle-ci appartient au bassin du Volga, mais parce que la Msta, en constituant un intermédiaire du grand réseau de canaux de la Russie occidentale, relève une haute importance pour la navigation intérieure de cette contrée-là.

La Msta jaillit aussi des terrasses de Waldai à peu d'espacement des sources de la Twertza; elle court de Sud-Est à Nord-Ovest, donc en direction opposée de cette dernière, et aboutit après un cours de 300 kilomètres dans le lac Ilmen, en traversant près de son embouchure une vaste plaine répandue de blocs de granit rouge et gris. La Msta et la Twertza croisent donc ces terrasses-là, et précisément en une longueur de 265 kilomètres. Ce croisement singulier, puis l'entière distribution à

treillis des cours d'eau et des petites vallées en cette contrée-là, pourrait être la conséquence de la nature particulière du terrain, d'autant plus si l'on prend en considération la direction entière de la conque du Volga et celle du territoire lacustre de la Finlande, qui se rencontrent précisément dans cette contrée.

Le cours de la Msta présente une pente brusque, c'est-à-dire de 240 mètres, et il est interrompu par cinq cataractes.

Avant de poursuivre, je dirai quelques mots sur les conditions géologiques du haut Volga.

La surface de la Russie européenne d'aujourd'hui eût commencement par une émergence du fond de l'océan silurien avenue au Nord-Ouest, qui se présentait sous la forme d'une île longue et étroite, et s'étendait de l'Ouest à l'Est. Cette île allait successivement s'agrandir de sorte, que vers la fin de la période dévonienne elle s'étendait, vers l'Est, jusqu'à Tver et peut-être plus au-delà encore, vers Midi jusqu'à la ville d'aujourd'hui de Witebsk, vers l'Ouest jusqu'à la Courlande et la Livonie, et vers Septentrion jusqu'à Archangel. Une langue de terre se détachait de la côte orientale de cette grande île-là, et s'avancait pour environ 53 kilomètres dans l'océan dévonien ; c'est précisément sur cette langue de terre que gît le bassin des sources ou le berceau du Volga. A cause des commotions de la jeune croûte terrestre, la partie la plus orientale de l'île, en allant se submerger ensuite, devenait être envahie par la mer qui dominait pendant la période houillère, et déposait sur la partie submergée ses sédiments, lesquels se soulevaient partialement vers la fin de cette période ou peut-être à l'aurore de la période permienne.

Les couches dévoniennes reposent presque horizontalement et uniformément sur celles de la période silurienne, et, en rencontrant ce fait aussi dans les Ourals, il serait bien fondé de faire la déduction que les couches dévoniennes constituent le sous-sol de la Russie européenne. Ces couches offrent un autre fait singulier, à savoir que, tandis que dans celles de l'Allemagne et de l'Angleterre on retrouve les vestiges des poissons séparés de ceux des mollusques, en Russie au contraire on les retrouvent toujours entremêlés les uns avec les autres. Il s'en suit de cela, que la formation dévonienne de la Russie est plus parfaitement développée, et non sans raison on pourrait donc l'appeler formation russe.

Les terrains du berceau et le long du cours supérieur du Volga appartiennent donc à l'époque paléozoïque, c'est pour ce qu'ils datent de ces temps ténébreux, où la vie organique du notre globe commençait à peine germer, et ils se présentent comme ci-après.

Le long de la section, renfermée entre les sources du Volga et le lac Pöno, la formation prédominante est la dévonienne ; seulement près de Wichni-Wolotchok, à droite de la Twertza, on retrouve les couches de la période silurienne. Dans la section successive, et jusqu'à la confluence de la Twertza, paraissent les couches du terrain houiller inférieur, lesquelles, allant s'approfondir successivement, deviennent couvertes ensuite par les sédiments diluviaux ou alluviaux.

Le terrain des terrasses de Waldaï est constitué de roches calcaires, de schistes et d'argile, qui sont couvertes par de puissantes couches d'humus. Le sommet des rides est tapissé par des débris de granit, qui, étant arrondis et cannelés, prouvent qu'y régnèrent les glaciers et les morènes, qui descendaient de la Finlande ou peut-être aussi des hautes montagnes de la Suède. En passant dirai-je qu'aussi la formation géologique des plaines sarmatiques est due à l'époque glaciaire ; aussi-là on rencontre les vestiges de glaciers anciens.

Les terrasses plus mentionnés plus haut offrent une particularité commune au territoire du groupe lacustre de la Finlande, savoir, partout l'on y retrouve la sydérolithe. A l'extrême Nord-Est de ces terrasses, près de la ville d'Ustiuchna, située à Septentrion de Tver, la contrée manifeste une telle richesse de sydérolithe, qu'elle est appelée le *Champ de fer*, tandis que cette ville-là porte aussi le nom caractéristique de *Gélesopolskaïa*. Au surplus, on retrouve au-dessous du calcaire ça et là des filons d'antracithe non sans importance. Valent aussi mentionnées les carrières situées près de la petite ville de Staritza, dont le produit — pierres taillées — est transporté dans les villes le long du Volga.

Le haut Volga révèle une singularité, à savoir que dans son lit on ne rencontre pas du sable, qui paraît à peine près du village Otmitchi, à l'embouchure du ruisseau Tma. Le lit et les rives sont constitués d'une roche calcaire ou d'argile, tandis que blocs erratiques — qu'on écarte continuellement — offrent à la navigation jusqu'à Tver des obstacles principaux. Le lit du Volga, même en amont du lac Werkhit, est constitué d'argile et de déjections granitiques.

Les rives sont toujours accompagnées de blocs erratiques, ont en général une petite hauteur et présentent aucune régularité. Tantôt la rive droite, tantôt la gauche est la plus élevée; quelque fois toutes les deux sont plates, ou de la même hauteur. La plus grande hauteur atteint la rive gauche près de Rjev, et la droite près de Rog, cependant elle ne surpasse pas 33 mètres. Le long de la section, renfermée par les lacs Põno et Volga, la hauteur des rives se conserve à peu près constante, et maintient 6 mètres; de ce dernier lac jusqu'à la Twertza, la hauteur atteint 10 mètres, et 25 à 29 mètres en maximum.

* * *

La première section du cours moyen du Volga commence à Tver. Ici le Volga, suivant la direction de la Twertza, se replie brusquement vers Sud-Est, et conserve ce cours jusqu'à l'embouchure de la Schocha, à 56 kilomètres à l'aval de Tver, qui s'écoule sur une distance de 203 kilomètres de Sud-Ovest à Nord-Est. Le Volga, après avoir reçu la Schocha, se replie tout à coup de nouveau vers Nord-Est, en conservant cette direction pendant 300 kilomètres, savoir jusqu'à la confluence de la Mologa. Près de la ville homonyme, le Volga rejoint son plus grand avancement vers Nord-Est, et se tourne ensuite encore une fois brusquement vers Sud-Est; il fait donc un deuxième grand coin, au sommet duquel se décharge la Mologa.

Ce changement fréquent de la direction du Volga est dû à ses rives, lesquelles s'y présentent discrètement déprimées, à son faible courant, et aussi parce que probablement les conques de la Twertza et de la Schocha se sont formées auparavant de celle du Volga. Au surplus, ses nombreux tributaires doivent exercer, quoique pendant peu de temps, une action sur son cours.

Le coin susmentionné est dû probablement au très-grand rapprochement du Volga à la chaîne des Ouwalles, et il est de grande importance à tout son système par le fait, qu'en y confluant la Mologa et la Cheksna, on a pu ouvrir, tournant les terrasses de Waldaï, les deux autres voies hydrauliques qui raccordent la Mer Caspienne avec la Mer Baltique, avec lesquelles se trouve en rapport une de celles qui vont à la Mer Blanche. Tout le cours de la Sukhona, qui naît près de la ville de Wologda et qui finit dans la Dwina septentrionale, peut en quelque manière être considéré comme la continuation de la grande conque du Volga vers Nord-Est, et précisément de Soubtzow

à Mologa. Ce cours-là, en se maintenant parallèle avec la chaîne des Ouwalles, croise sous un angle droit non-seulement la direction normale du Volga, mais aussi toutes les grandes conques et dépressions des penchants baltiques-polaires et ponto-caspiens des plaines sarmatiques.

La Mologa trouve son origine près de Krasnoi Cholm et Bechetzka, faisant un grand arc de cercle tourné vers l'Ouest et Nord, s'éloigne beaucoup du Volga, s'écoule par le susmentionné *Champ de fer*, reçoit au-dessous de la ville de Ustiuchna la Tchagoda, et se décharge dans le Volga après avoir parcouru 430 kilomètres. La Tchagoda jaillit du lac homonyme situé sur le dos à Nord-Est de la petite ville de Borowitch, qui sépare les cours parallèles mais opposés de la Tchagoda-Mologa et de la Msta. La Tchagoda, dont le cours atteint presque 200 kilomètres, reçoit la Somina et le Gorjun qui viennent du Nord-Ouest; ce petit système hydraulique a une extension de 300 kilomètres.

Le long de la section, renfermée par les embouchures de la Twertza et de la Mologa, le Volga reçoit à sa rive droite une quantité de tributaires petits, mais riches d'eau; parmi ceux-ci sont remarquables la Lama et la Sestra. A la rive gauche mérite d'être notée la Medvitza, dont l'origine se retrouve près de Wichni-Wolotchok. Ce tributaire de quelque importance du Volga s'écoule à peu près parallèlement avec la Twertza, a une longueur de 300 kilomètres, une largeur de 100 mètres, et une profondeur de 2,00 à 2,50 mètres.

Le long de la section susmentionnée, le Volga présente une largeur de 145 à 320 mètres, et ça et là aussi celle de 385 mètres; la profondeur moyenne cependant ne surpasse pas 2.10 mètres.

De son coin le plus septentrional, donc depuis de la Mologa, le Volga conserve la direction vers Sud-Est sur une distance d'environ 800 kilomètres jusqu'au-dessous de Nijni-Novgorod, avec la tendance évidente de tourner en deux points vers l'Est, et l'on peut dire qu'il s'écoule comme une ample continuation des conques de la Mologa et de la Cheksna.

Près de Rybinsk, une importante place commerciale sur le Volga, et à 32 kilomètres de la Mologa, celui-ci reçoit un autre confluent considérable, la Cheksna. Celle-ci vient du Lac Blanc (*Bielo Osero*) qui reçoit une grande quantité — environ 300 — de petits cours d'eau; elle en constitue, en s'écoulant sur une distance de 425 kilomètres, le grand émissaire, et convoite à cause de maints de ses tributaires un volume considérable d'eau. Le Lac Blanc, qui a une longueur de 60 et une largeur de 40 kilomètres, et une profondeur de 2 à 8 mètres, se présente au haut degré apte à la navigation, et c'est pour cela qu'il forme un anneau bien important dans le système des canaux de la Russie.

L'importance de Rybinsk pour tout le système du Volga est due à la circonstance, que justement de cette place-là se détachent non-seulement les trois voies hydrauliques qui conduisent à St. Pétersbourg, mais aussi parce qu'il s'y ébranle une des deux voies hydrauliques qui du Volga à la Dwina septentrionale se dirigent vers Septentrion, à savoir celle d'Occident qui établit la communication entre Moscou et Nijni-Novgorod avec Archangel, et par là entre la Mer Blanche et la Mer Caspienne.

A l'aval de Yaroslawl le Volga reçoit le petit confluent Kotorosl, les sources duquel sont croisées par le chemin de fer conduisant de cette ville à Moscou. Immédiatement au-dessous de l'embouchure du Kotorosl, le Volga se dirige vers l'Est jusqu'à la ville de Kostroma, où, à cause de la confluence de la rivière homonyme, il prend de nouveau la direction normale vers Sud-Est.

Les sources de la Kostroma se trouvent sur le dos des Ouwalles près de la petite ville de Sol-Galitchskaïa, où la division d'eau des deux grands systèmes hydrauliques de la Russie septentrionale et orientale est constituée d'une suite de collines relativement déprimées. Ce tributaire du Volga vient du Nord-Est et s'écoule vers Sud-Est; son cours mesure environ 260 kilomètres, et il est navigable en printemps et automne sur une extension de 150 kilomètres. Près du village Boui il reçoit le ruisseau Weksa, qui est l'émissaire du lac Galitchskoïe, à la rive orientale duquel est située la ville de Galitch, tandis que son confluent plus important, dont le cours atteint 50 kilomètres, vient du lac Tchuchloma.

Partant de la ville de Kostroma, le Volga s'écoule encore sur une étendue de 50 kilomètres vers Sud-Est, pour se replier tantôt pour la deuxième fois vers l'Est, rejoignant à 107 kilomètres à l'aval de Kostroma la place commerciale de Kinechma; il tourne ensuite près de la petite ville de Iurievez vers Midi, et va à l'encontre de son grand tributaire à la rive droite, qu'on appelle l'Oka. Vis-à-vis de cette dernière ville il reçoit un autre confluent considérable, l'Uncha.

Celle-ci jaillit dans un bois par des ruisseaux nombreux, qu'on retrouve au Sud-Est du village Totma situé sur la Sukhona; elle s'écoule pendant 190 kilomètres de Nord-Ovest à Sud-Est, se replie ensuite brusquement vers Sud-Ovest, pour se décharger dans le Volga, après avoir parcouru 430 kilomètres. La conque de l'Uncha a une largeur de 2 à 10 kilomètres; son courant est rapide. En printemps elle est navigable jusqu'à la moitié environ de son cours. Le lit est sablonneux; ses rives, qui atteignent maintes fois 20 mètres de hauteur, sont constituées de calcaires jurassiques qui renferment beaucoup d'ammonithes et bélemnithes.

A 55 kilomètres de l'embouchure de l'Uncha, le Volga entre dans le gouvernement de Nijni-Novgorod, prend peu après de nouveau sa direction normale vers Sud-Est, touche la place de Balakhna, où la surface d'eau atteint une largeur de plus de 400 mètres, et reçoit à 34 kilomètres à l'aval de cette place-là son plus grand tributaire le long de la rive droite, l'Oka, qui vient du Sud-Ovest, convoitant après cela une énorme masse d'eau. Près de l'embouchure du ruisseau Kerchenetz, le Volga se tourne de nouveau vers l'Est, conservant cette direction jusqu'à Kazan. A environ 160 kilomètres de Nijni-Novgorod, et précisément à la sortie de ce gouvernement, le Volga reçoit deux confluent bien considérables: près de la ville de Wasilkoursk, la Soura qui vient de Midi, et près de Kosmodemiansk, la Wetlougua qui vient de Septentrion.

La Soura, qui présente une importance historique et ethnographique pour ces contrées-là, s'écoule presque parallèlement avec la deuxième section du cours moyen du Volga, cependant en direction opposée. Ses sources se trouvent en proximité du Volga, sur le dos peu élevé, qu'on rencontre près du grand et singulier arc décrit par celui-ci pas loin des villes de Samara et Syzran, et qui constitue la division des eaux se déchargeant à Septentrion dans l'Oka, et à Midi dans le Don. Le cours de la Soura, tourné d'abord vers l'Occident pour se replier ensuite près de la ville de Penza vers Septentrion, mesure 480 kilomètres; son courant est rapide. En temps passés la Soura inondait les plaines environnantes pendant les crues, déposant de la terre, d'alluvions et du bois dans son lit; c'est pour cela que le gouvernement impérial fut induit à y effectuer des dispositions pour conserver intacte la navigation, laquelle a lieu déjà à la ville de Penza, quoique en amont de cette ville la Soura ait une largeur de 20 à 60 mètres. La profondeur atteint 6 à 8 mètres.

Tout le territoire contigu à la Soura est couvert par un humus si excellent, que les champs de culture y situés n'exigent aucun engrais, et, restant en état de jachère seulement une fois pendant trois ans, ne perdent rien de leur force productive ! Les rives et le lit de la Soura présentent des conditions analogues à celles de l'Oka, dont je parlerai en son lieu.

La Soura reçoit beaucoup de tributaires, cependant les plus considérables sont l'Alatyr et la Pianaïa qui viennent de l'Ovest. Le premier s'écoule presque constamment de l'Ovest à l'Est, et finit après avoir parcouru 220 kilomètres près de la ville homonyme. La Pianaïa au contraire relève une marche bien irrégulière ; dans ses premiers 90 kilomètres elle court de Sud-Est à Nord-Ovest, décrit ensuite un grand hémicycle tourné vers l'Occident, pour s'écouler après presque parallèlement à l'Alatyr. Son cours atteint 270 kilomètres. La Pianaïa se signale aussi par ses rives bien escarpées et affouillées, qui sont constituées d'une masse gypseuse et renferment dans leurs entrailles des nombreuses et singulières cavernes, où l'on rencontre une température basse.

La Wetlougga est le plus grand et le plus oriental parmi les trois tributaires du Volga, qui, venant de la chaîne des Ouwalles, se déchargent dans l'extension renfermée par les deux grands coins du Volga : près de Mologa à l'Ovest, et près de Kazan à l'Est. On rencontre les sources de la Wetlougga sur un dos au Sud-Ovest de Nikolsk ; elle croise une contrée plate couverte par des énormes bois de tilleuls, qui forment un article commercial bien important, et devient navigable déjà à 50 kilomètres en amont de la ville de Wetlougga. Cette rivière présente, avec sa voisine occidentale, l'Uncha, une conformation analogue, quoique dans une mesure bien limitée, à celle que présentent le Volga et le Don dans leurs singulier rapprochement près de Tsaritsyne.

La Wetlougga court d'abord durant 130 kilomètres de l'Est à l'Ovest, se dirige ensuite brusquement vers Midi, conservant cette direction jusqu'à la ville de Wetlougga, ensuite elle se tourne sur une distance de 60 kilomètres vers Sud-Ovest, et, en se repliant sous un angle droit, elle s'écoule enfin sans interruption vers Sud-Est jusqu'à son embouchure. Son cours atteint environ 530 kilomètres.

Ici je dirai que la Kostroma, l'Uncha et la Wetlougga, qui ont un berceau commun et arrosent les contrées voisines au Nord du Volga en une extension de 600 kilomètres de l'Ovest à l'Est, confirment la loi d'après laquelle le cours des tributaires principaux et secondaires du bassin du Volga, en se tournant généralement vers Sud-Est, croisent toujours sous une ligne diagonale les cercles parallèles et les méridiens ; tandis que les tributaires du système de la Dwina septentrionale, et ces autres qui jaillissent sur le penchant opposé des Ouwalles, s'écoulent en direction opposée. Est remarquable aussi le fait que, plus le Volga s'éloigne de ce système orographique-là, et d'autant plus considérables sont ses tributaires.

Pas loin de Kazan, le Volga reçoit deux petits confluent : le Swiïaga et la Kazanka. Les sources du premier se retrouvent à la rive occidentale du Volga, près de la ville de Simbirsk ; il court de Midi à Septentrion, et se décharge, après un parcours de 240 kilomètres, à 2 kilomètres à l'aval de la petite ville de Swiïajsk. La Kazanka, sur les rives de laquelle gît Kazan, la grande métropole en ligne politique et commerciale de la contrée du cours moyen du Volga, trouve son origine dans une plage montueuse à 25 kilomètres en amont de la petite ville d'Arsk, court vers Sud-Est, et aboutit dans le Volga à 7 kilomètres à l'aval de cette métropole-là.

La rive droite vient accompagnée par une suite de collines constituées d'argile et de calcaires. La Kasanka a un parcours d'environ 120 kilomètres ; la largeur de son lit atteint en été, et à l'aval d'Arsk, 12 à 25 mètres. Sa conque, large un kilomètre, vient inondée par les crues du Volga jusqu'à 20 kilomètres en amont, et devient par cela navigable pour grands bateaux jusqu'à Kazan.

Près de cette ville-ci, on rencontre en un alignement trois lacs appelés le haut, le moyen et le bas Kaban, et raccordés par un ruisseau. Celui-ci jaillit du haut lac, et, croisant le bas quartier de Kazan, il se décharge dans la Kazanka, formant ainsi un canal naturel qu'on appelle Boulak. La largeur et la profondeur de ce canal sont variables selon la surface de l'eau de la Kazanka ; en printemps y circulent des bateaux de port pas petits.

J'examinerai maintenant en peu de mots les conditions géologiques et topographiques le long de la première section du cours moyen du Volga.

La formation prédominante est celle de l'houiller supérieur, dont les couches, allant successivement s'abaisser, sont couvertes par les sédiments diluviaux.

A l'aval de Tver, où la conque du Volga commence s'agrandir en mesure plus grande, et jusqu'à Mologa, les rives sont constituées d'argile et de sable, et en ce dernier cas elles sont sujets à des affouillements considérables ; dans le lit paraissent déjà des bancs de sable. Les blocs erratiques ne barrent plus la rivière, ni accompagnent-ils plus ses rives : le règne des anciens glaciers s'arrête vers l'Est à l'ancienne ville d'Ouglitch.

Partant de la ville de Mologa, le Volga s'écoule par un lit, dont l'espace-ment des rives atteint 3 à 5 kilomètres ; maintefois elles sont bien escarpées et déchirées. Tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre rive on rencontre des rides de nature sédimentaire, qui accompagnent en extension plus ou moins grande le cours de la rivière. Ces rides, dont l'origine est due partialement à l'action des tributaires, s'élèvent de 10 à 40 mètres, et constituent la rive qu'on appelle rive surhaussée (*Gornoï Bereg*), tandis que l'opposée, appelée *Lougowoï Bereg*, s'élève bien peu et se confond aussitôt avec la plaine environnante. Bien rarement on rencontre ces rides en même temps sur toutes les deux rives. Les parois de celles-ci consistent de calcaires, argiles, marnes, schistes, grès et de terrain houiller. Ce type de leur constitution géologique se répète dans toute l'Europe Orientale, et relève une relation avec la structure et la formation des Ourals, tandis que son développement le plus grand et le plus parfait se manifeste le long de la deuxième section du cours moyen du Volga.

Près de la ville de Kostroma, la conque du Volga va se resserrer quelque peu à cause des rives, toutes deux surhaussées à cet endroit et qui s'approchent en mesure sensible, pour acquérir soudain après une largeur de 5 à 10 kilomètres. En quelques points les parois de la conque s'élèvent bien vis-à-vis des fonds contigus, cependant elles ne présentent pas le caractère décisif des rives. Les «rides» caractéristiques, qui quelque fois disparaissent tout-à-fait, reparaissent alternativement jusqu'à Nijni-Novgorod, sans s'étendre cependant exçessivement ; seulement à l'angle détourné vers le Sud-Est près du village Gorodetz, où elles paraissent à la rive gauche, elles ont une extension de 10 kilomètres et s'élèvent jusqu'à 30 mètres.

A l'aval de Nijni-Novgorod cependant, où la surface de l'eau du Volga a une largeur normale de plus de 500 mètres, les deux rives portent un caractère régulier. La rive droite se conserve constamment surhaussée, et est accompagnée sans interruption par un alignement de rides d'une hauteur allant jusqu'à 50 mètres ; elles

sont constituées des sédiments argileux, calcaires et de sable-schisteux, et sont en fait de formation la continuation de celles qui paraissent le long du cours de l'Oka. La même rive, déchirée et bien escarpée, présente des affleurements calcaires, marneuses et gypseuses; la rive gauche se maintient toujours déprimée et plate, et se manifeste partialement de nature sablonneuse.

Arrivé ici, je pense qu'il ne sera pas sans intérêt, si je cite les oeuvres effectuées dans le Volga, pour y faciliter la navigation.

Si le Volga est navigable pour bateaux de grand port déjà à l'aval de Tver, et si une navigation à vapeur régulière y a lieu, c'est à l'art qu'on le doit. En temps passés l'on se contentait d'enlever les blocs erratiques dispersés dans le lit entre Tver et Ouglitch, et de le nettoyer avec des appareils y appropriés; tout cela cependant n'était qu'un remède palliatif. On obtint un remède radical en ces derniers temps au moyen des remblais longitudinaux, qui forcèrent la rivière elle-même d'y effectuer les déblais, et de consolider les rives par voie naturelle.

Ces remblais, nommément, construits en ligne droite allant comme une corde tendue tantôt le long d'une rive courbée, tantôt le long de l'autre, séparent celles-ci de la partie résiduelle du lit, tandis que d'autres remblais, disposés en direction normale aux premiers, raccordent ceux-ci avec la rive respective. Dans les endroits formés par les remblais en question, le Volga vient déposer le sable, la bourbe, les détritiques, etc. etc., et à mesure que l'eau y s'évapore, le fond de ces endroits commence à s'élever de plus en plus par le développement successif de la végétation couvrant ces mêmes endroits, et l'on parvient enfin à obtenir par cela la consolidation de la rive la plus menacée. De l'autre côté le courant, à cause de la restriction dans la section, se manifeste plus énergique, et contribue ainsi au nettoyage du lit de la rivière. On a construit de ces remblais, ayant une longueur de 80 à 100 mètres, aussi près des embouchures des confluent.

Après avoir reçu la Kazanka, le Volga se tourne tout à coup sous un angle droit vers le Midi, s'écoule durant 70 kilomètres dans cette direction-là, et reçoit peu après à la rive gauche le grand tributaire, la Kama, qui vient du Nord-Est et semble écarter le Volga vers le Sud-Ouest. Ici je trouve à propos de dire quelques mots sur ce tributaire ainsi que sur son compagnon, l'Oka, et je commencerai par le premier, malgré qu'il appartient à la deuxième section du cours moyen du Volga.

La Kama constitue bien seulement un confluent du grand système hydraulique du Volga, lequel par celui-là pénètre en mesure considérable dans les contrées septentrionales des plaines de l'Europe Orientale, et attire dans sa sphère même une grande partie du système orographique des Ourals; néanmoins la Kama se présente par elle-même de telle extension et d'importance, qu'elle serait dans l'Europe Occidentale rangée parmi les plus grands cours d'eau. En effet, la Kama avec sa multiple ramification et division, qui circonscrit et domine une contrée très-considérable et bien particulière, constitue par elle-même un grandiose système hydraulique, lequel, étant aussi en rapport intime et en dépendance avec celui du Volga, prouve par cela la grandeur des formes naturelles en ligne hydrographique dans l'Europe Orientale. Le cours de la Kama raccorde, comme compagnon longitudinal des Ourals du milieu, non-seulement ce système orographique avec le grand bassin du Volga, mais il établit aussi la relation essentielle de ce bassin avec le système hydraulique de la Russie septentrionale, qui est celui de la Dwina. Ils sont donc, pour ainsi dire, trois mondes qui sont raccordés sur le sol européen par la Kama: l'Orient, le Nord et l'Occident,

tandis que l'influence, que grâce à sa position dans le monde le système hydraulique de la Kama exerce sur le cours évolutif des populations, en ligne intellectuelle, politique et commerciale, saillit pendant tous les siècles de l'histoire.

La longueur développée de la Kama surpasse celle de presque toutes les plus grandes rivières de l'Europe Occidentale ; car son cours, d'une longueur de 1800 kilomètres, est plus étendu du celui du Rhin, tandis que son bassin renferme une extension qui atteint le tiers du celui du Volga, ce qui fait 570,000 kilomètres carrés, une telle extension qui est égale à celle de l'Allemagne, et qui s'étend uniformément de Sud-Ovest à Nord-Est, ou de l'embouchure de la Kama jusqu'aux sources de la Wichera près de celles de la Petchora, puis de Nord-Ovest à Sud-Est, c'est-à-dire des extrêmes confluent de la Wiatka jusqu'à la haute Bielaïa.

La Kama, appelée par quelqu'un le petit Volga, trouve son origine dans une faible éminence près de la ville de Glazow, à peu de distance de la Wiatka, s'écoule d'abord vers l'Ovest jusqu'au pied de cette éminence, et se tourne ensuite vers le Septentrion, le long d'une petite vallée couverte de bois, dont les douces parois vont constituer ses rives. Sur le penchant méridional de la même éminence, et à une distance de 7 kilomètres, on retrouve les sources d'un deuxième bras de la Kama, qui se joint au premier à 3 kilomètres à l'aval des sources de celle-ci. La Kama, ainsi rejoint, poursuit sa marche vers le Septentrion, reçoit un grand nombre de tributaires, et se présente, après un parcours de 40 kilomètres, en état d'être navigable sans aucune difficulté pour les bateaux de transport des grains. Elle se rapproche ensuite pour peu de kilomètres de la Wiatka, se tourne doucement vers le Nord-Ovest jusqu'à ce qu'en, se rapprochant l'une de l'autre près les hauteurs des Ouwalles, elles replient toutes les deux sous un angle droit, s'écoulant cependant en direction opposée : la Kama vers le Nord-Est, et la Wiatka vers le Sud-Ovest.

Ensuite la Kama suit sur une distance de 190 kilomètres les hauteurs susmentionnées, se replie à son rapprochement des contre-forts ouraliques pour la deuxième fois sous un angle droit vers le Sud-Est, et reçoit le premier confluent important, la Wichera, remarquable déjà par sa profondeur et sa longueur, mais qui se présente plus importante encore sous le rapport historique, car sur ses rives est placée l'ancienne métropole permienne, et aussi par la communication hydraulique qu'y existe depuis des temps bien reculés entre les contrées contigues à la Dwina septentrionale et la Petchora et celles du Transouwalles.

La Wichera jaillit des hauteurs de l'Oural-Tau, où l'on rencontre aussi les sources de la Petchora, et s'écoule, encaissée dans des hautes parois très-escarpées, vers le Sud-Ovest, présentant en maints points une largeur de 400 mètres. A peu de kilomètres du détour Nord-Est formé par la Kama, vers lequel est tourné son cours, la Wichera est jetée, à cause de la confluence de la Kolwa, tout à coup vers le Midi, et se décharge dans la Kama à 30 kilomètres en amont de la ville de Solikamsk. La Kolwa, le plus important tributaire de la Wichera, jaillit parmi les sources de celle-ci et celles de la Petchora, court d'abord, descendant des hauteurs ouraliques, vers Sud-Ovest, se replie ensuite vers le Midi, et se décharge dans la Wichera ; à sa confluence est située la ville de Tcherdyn. Les rives de la Kolwa sont accompagnées par des hautes éminences, par des bois épaisses et par des marais.

Il ne sera pas sans intérêt de relever ici, que les Ouwalles atteignent vers le pied occidental des Ourals une hauteur relativement faible, et que, à cause de la grande richesse d'eau de cette contrée, il s'y établit à l'époque des crues printanières

une communication hydraulique naturelle entre la Kama, la Petchora et la Wytchegda, et c'est pour ce fait-là que, déjà pendant les siècles écoulés, une vive navigation y eut lieu. Plus importante cependant était la voie hydraulique entre la Kama et la Dwina septentrionale, qui raccorde Arkhangel avec le Volga. Cette voie, utilisée déjà en temps bien éloignés par les populations permienues, attira plus tard toute l'attention de Pierre le Grand, lequel, appréciant dignement le fait, que justement là le Volga au moyen de la Kama pénètre en majeure partie dans la contrée septentrionale des plaines sarmatiques, lequel, dirai-je, imagina le projet d'un canal artificiel pour rejoindre le raccordement susmentionné.

Partant de l'embouchure de la Wichera, la Kama s'écoule d'abord en rectiligne vers le Midi jusqu'à la ville de Perm. A 30 kilomètres à l'aval de cette ville, la Kama reçoit le petit confluent Oussolka, sur lequel est située à 7 kilomètres de son embouchure l'importante ville de Solikamsk, qui doit son origine aux sources salifères y retrouvées, et qui est le centre de l'industrie du sel dans le gouvernement de Perm. A l'aval de celle ville se déchargent dans la Kama la Koswa et le Yaiwa, qui viennent des Ourals Werkhoturiens, ensuite l'Ynwa et l'Obwa, dont les sources se retrouvent dans la même contrée de la Kama. Ces rivières-là sont de toute importance pour les usines métallurgiques qui y existent, et forment les voies naturelles pour le transport des grains dans ces contrées.

Peu de kilomètres en amont de la ville de Perm, la Kama reçoit le deuxième des ses confluentus principaux, la Tschoussowaïa, qui vient aussi des Ourals, et dont le cours développé mesure environ 300 kilomètres. Ce confluent forme, dans sa dépression vers le Nord-Ovest, la grande rupture à travers l'axe des Ourals, et présente ainsi la grande voie naturelle, par laquelle devaient probablement passer en temps très-éloignés les populations de la Sibérie d'aujourd'hui, lorsqu'elles envahissaient les plaines sarmatiques, et laquelle en effet fut passée plus tard par les populations de l'Occident. A sa rive gauche, et peu loin de son embouchure dans la Kama, la Tschoussowaïa reçoit la Silva, un cours d'eau aussi considérable.

Près de Perm la surface d'eau de la Kama atteint une hauteur de 115 mètres sur la mer; à l'aval de Solikamsk elle présente une largeur de 100 à 500 mètres, et celle d'un kilomètre près de Perm, où sa profondeur mesure 6 à 10 mètres. La rive droite a une hauteur de 25 mètres; le long de celle-ci courent des collines de nature sédimentaire, constituées de couches calcaires, argileuses et marneuses, et en particulier de grès; à la rive gauche au contraire, le sol est plat sur une extension de deux kilomètres: en général, la Kama présente une analogie merveilleuse avec le Volga. Le long de sa conque, qui s'élargit jusqu'à 4 kilomètres, on rencontre des prairies et des lieux marécageux; son cours, quoique plus rapide de celui du Volga, n'est point interrompu par des rapides. Comme celles du Volga, aussi les rives de la Kama sont inondées en printemps.

Entre les embouchures de la Tschoussowaïa et de la Bielaïa, la marche de la Kama se tourne principalement vers le Sud-Ovest, quoique il semble près des villes d'Okhansk et Sarapoul prendre la route vers le Midi. Près de la première de ces villes, où la Kama est croisée par la grande route militaire qui de Kazan conduit en Sibérie, son cours Sud-Ovest a décrit tel arc, d'espacer seulement 70 kilomètres des ses origines, tandis que sa longueur développée atteint déjà 850 kilomètres!

A 75 kilomètres au Sud de Sarapoul, la Kama reçoit le troisième et le plus important des ses confluentus: la Bielaïa. Celle-ci, en concomitance de l'Oufa, renferme

l'entière chaîne occidentale des Ourals d'Orenbourg, et convoit la richesse d'eau de ces derniers à la Kama. De la ville d'Oufa, où la rivière homonyme se décharge dans la Bielaïa, celle-ci, arrosant un sol extraordinairement fertile, s'écoule constamment vers le Nord-Est, et reçoit beaucoup de tributaires, parmi lesquels saillent la Dioma et le Tanyp, tous deux venant du Septentrion.

Près de son embouchure, la Bielaïa, dont le cours développé atteint 1285 kilomètres, a une largeur de 400 mètres; de son lit sortent beaucoup d'îles, lesquelles en printemps, lorsque l'eau s'élève à deux mètres au-dessus de sa surface normale, sont ordinairement inondées. Le courant de la Bielaïa est faible. Comme la Tchousowaïa, aussi celle-ci constitue une importante voie de communication, en direction de la Kama et du Volga, pour les produits naturels de la contrée ouralique, notamment pour les nombreuses usines métallurgiques qu'y existent, et aussi pour la production du sel, dont le gouvernement d'Orenbourg est très-riche.

Partant de la confluence de la Bielaïa, où commence le cours inférieur de la Kama le long du pied occidental des Ourals, la Kama marche vers le Sud-Ovest, comme si elle fût poussée en cette direction par la Bielaïa, et conserve cette marche sans interruption jusqu'à son embouchure dans le Volga. Le cours inférieur de la Kama, qui croise la contrée très-fertile et cultivée du gouvernement de Kazan, reçoit à la rive gauche deux petits confluent, qui cependant sont d'importance pour la communication hydraulique de cette contrée-là, tandis qu'à la rive droite y se décharge ce grand tributaire qu'on appelle la Wiatka, et qui vient de Septentrion. Le premier des deux confluent mentionnés tout à l'heure, l'Yk, trouve son origine dans les hauteurs de l'Obschtï-Syrt, entre la Kama et le Volga, où s'écoulent en directions opposées la Dioma et la Samara; il a une largeur de 30 mètres, et une profondeur suffisante pour que des bateaux avec une cargaison de 32 tonnes y puissent circuler. Le deuxième tributaire, la Scheschma, est plus petite encore; sa largeur atteint 20 mètres, et elle peut accueillir des bateaux avec la même cargaison. Tous les deux ces confluent forment une voie importante pour le transport des produits métallurgiques et du sel. Entre les embouchures de l'Yk et de la Scheschma gît la petite ville Jelabouga, où la Kama atteint une largeur de 600 mètres, et son courant y est plus rapide qu'ailleurs.

Le troisième des grands tributaires de la Kama est la Wiatka, dont le cours développé atteint une longueur de 1094 kilomètres, et qui, par son entité se rapproche de la Bielaïa, présentant en même temps, par la direction singulière de son cours, l'antithèse de la Kama, tandis que par ses conditions naturelles elle offre les mêmes analogies avec celle-ci.

Les sources de la Wiatka se trouvent au Nord de la ville de Glazow, à proximité de ce dos riche d'eau qui s'élève entre les villes de Perm et Wiatka; renforcée bientôt par de nombreux tributaires, elle s'écoule vers le Septentrion, accompagne la haute Kama jusqu'à ce qu'elle, par son rapprochement de la chaîne des Ouwalles, est jetée, à proximité du détour supérieur de la Kama près de la ville de Kaïgorod, sous un angle droit vers le Sud-Ovest. La Wiatka conserve cette dernière direction le long de cette chaîne-là sur une distance de 230 kilomètres, et reçoit pendant son cours supérieur, lequel croise une contrée couverte des bois presque vierges, un grand nombre de confluent riches d'eau.

Ici il faut relever que le cours supérieur de la Kama et de la Wiatka le long des Ouwalles, présente une incision longue de plus de 450 kilomètres, qui court

diagonalement aux méridiens et parallèles, et, chose plus notable encore, cette incision se révèle comme la continuation vers le Nord-Est de tout le cours inférieur de l'Oka, depuis la ville de Riazan jusqu'à Nijni-Novgorod. Dans les plaines de l'Europe Orientale se répète donc la même lois pour la direction des conques hydrauliques ainsi que pour leur tectonique.

Vis-à-vis de l'ancienne ville de Slobodskoi, la Wiatka reçoit la Kholunitza qui se signale par ses rives hautes et très-escarpées, de sorte qu'elle, quoique son débit soit considérable, ne se dérobe jamais. Sa largeur atteint 40 à 70 mètres, et, ayant aussi une assez grande profondeur, elle est d'une importance considérable pour le transport des produits des usines montanistiques. A l'aval de la ville susmentionnée se décharge dans la Wiatka la Tcheptza, qui constitue le principal cours hydrique de la contrée renfermée par la Kama et la Wiatka, et sert notamment pour y transporter des grains. La Tcheptza jaillit près des villages Debessy et Tcheptza, s'écoule en grande partie de l'Est à l'Ovest, et se décharge après avoir parcouru 430 kilomètres.

Près de la ville de Kotelnitsch, la Wiatka, en y recevant la Maloma, se replie sous un angle droit tout à coup vers le Sud-Est, ayant une largeur de 140 à 200 mètres, qui va en augmentant jusqu'à 400 mètres près de la ville de Malmysch située à 110 kilomètres de son embouchure; sa profondeur atteint 1,60 à 3,50 mètres, et son courant est faible. Le long de son cours on ne rencontre ni des sauts ni des rapides.

La rive droite de la Wiatka, qui atteint une hauteur de 25 à 30 mètres, est couronnée par une suite de collines calcaires de l'époque jurassique, lesquelles se signalent par leur richesse de coraux, ammonithes et bélemnithes.

La Kama, après avoir reçu la Wiatka, court sur une distance de 150 kilomètres en rectiligne de l'Est à l'Ovest, et se décharge à 60 kilomètres à l'aval de Kazan, près du village Kamskoïe Oustié, dans le Volga. Le long de son passage à travers le gouvernement de Kazan, la Kama a une largeur de plus de 500 mètres; sa pente moyenne atteint 0,562 pour mille.

Je dirai maintenant quelques mots sur les conditions géologiques le long de la Kama.

La formation prédominante est permienne, constituée de trois étages. L'inférieur est formé par le gypse, marnes rouges, grès et détritits, et s'étend d'Orenbourg jusqu'au-delà du 60.° degré de latitude, et à 450 kilomètres à l'Ovest des Ourals. On y retrouve des bancs puissants de gypse, qui sont accompagnés d'énormes masses de sel, puis une extraordinaire richesse de cuivres pyriteux, qui sont à leur tour accompagnés par des troncs de palmiers, calamithes et lépidodendrons en grande part transformés en malachite. Ces cuivres pyriteux, qu'on retrouve en minces couches, fournissent le cuivre, tandis que de ces troncs-là on gagne ce marbre très-précieux et très-beau, qu'on appelle justement la malachite. De temps en temps on y retrouve aussi des filons pas insignifiant de houille encastrée le plus souvent dans le *grès bigarré inférieur*. L'étage inférieur est de formation méditerranéenne; seulement sur son bord septentrional on retrouve des sédiments marins, cependant en extension très-limitée.

L'étage moyen est constitué de petites couches de marne, de calcaires, de grès avec houille schisteuse et gypse marneux; il est de formation marine et renferme, outre des algues, ça et là des cuivres pyriteux.

L'étage supérieur, qui atteint une épaisseur à peine de 7 mètres, gît dispersé sur l'étage moyen, et consiste de tufs calcaires, où font absolument défaut les cuivres susmentionnés, et on n'y a retrouvé jusqu'ici des fossiles.

Le sol de la contrée, mouillée par la Kama et ses tributaires, s'abaisse du pied des Ourals vers le Volga, et est croisé dans différentes directions par de grandes et petites vallées, lesquelles, à cause des crues des rivières respectives, s'élargissent et deviennent toujours plus plates, de sorte qu'elles finissent, comme c'est le cas le long du cours inférieur de la Kama et de la Wiatka, par prendre le caractère de véritables plaines.

Le système hydraulique de la Kama a une importance spéciale pour l'économie publique de l'Empire. En effet, ce système sert non-seulement au transport du sel, car c'est connu que le gouvernement de Perm est le grand entrepôt salifère de la Russie, mais il est aussi l'intermédiaire de l'énorme richesse métallique et de la production métallurgique des Ourals, et sert aussi au transport de la production agricole des plaines sarmatiques vers le Nord. Sur la Kama circule dans la bonne saison un nombre imposant de bateaux, qui servent à l'échange des produits des contrées hautement variées, et on y retrouve pour cela une navigation intérieure très-étendue et intensive, laquelle, en contribuant à la croissance de la richesse publique, ne peut d'un autre côté qu'exercer une influence favorable sur le développement de la culture et de la vie sociale.

* * *

Je passerai maintenant à envisager le système hydraulique de l'Oka, au moyen duquel le Volga étend sa domination jusqu'au milieu des systèmes du Don et du Dniéper, donc jusqu'au Midi des plaines sarmatiques.

Le système hydraulique formé par l'Oka, malgré qu'il ne puisse être mis en comparaison avec celui de la Kama, et encore moins avec celui du Volga, néanmoins il surpasse beaucoup des considérables systèmes fluviaux de l'Europe Occidentale. L'Oka arrose et domine un territoire de 342,000 kilomètres carrés, lequel s'étend d'un côté depuis les environs de Smolensk jusqu'à la Soura, et de l'autre depuis ses sources jusqu'aux environs de Nijni-Novgorod. Son cours développé atteint 1472 kilomètres, et quoique la haute Oka coule du Midi vers le Septentrion, néanmoins sa direction principale va du Sud-Ovest au Nord-Est, et sous ce point ressemble-t-elle à celle de la Kama, mais seulement dans le sens opposé.

L'Oka dérive de deux ruisseaux, appelés Oka et Otchka, près du village d'Otkow au Nord-Ovest de la ville de Koursk, et précisément sur un dos faiblement incliné, et s'écoule à travers une plaine plus ou moins ondulée. Le long de sa rive droite on retrouve des éminences caractéristiques qui forment la propriété des cours hydriques de ces contrées-là, et dont j'ai tenu parole maintefois; elles atteignent une hauteur de 30 mètres, et sont constituées de grès et de calcaires. L'Oka est navigable déjà à 65 kilomètres de ses sources, et précisément à l'embouchure du confluent Orel, où elle a une largeur de 60 mètres, laquelle va croissant jusqu'à 100 mètres à cause de nombreux tributaires quoique petits, mais riches d'eau, que l'Oka reçoit bientôt après; parmi ceux-ci on compte la Souscha. Plus en avant, dans le gouvernement de Kalouga, se déchargent l'Oupa, qui vient de l'Est, et la Schisdra, qui procède de l'Ovest; ces dernières constituent les principaux cours fluviaux du dit gouvernement et du celui de Toula, et pourraient établir une communication hydraulique avec le Dniéper, car les sources de la Schisdra sont proches de celles du Bolwa, un confluent de la Dessna, laquelle à son tour se décharge dans le Dniéper. La Schisdra a une largeur de 50 mètres, et une profondeur normale de 2 mètres.

L' Oka poursuit sa marche vers le Septentrion jusqu' à la confluence de l' Ougra, où sous un angle droit elle se tourne tout à coup vers l' Est. L' Ougra est un des tributaires principaux de l' Oka, attendu que son cours mesure 200 kilomètres. De la ville de Kalouga commence le particulier cours sinueux de l' Oka, et acquiert sa direction normale vers Nord-Est près de la ville de Mourom, à 370 kilomètres de Kalouga. Près de Kolomna, l' Oka atteint une largeur de 400 mètres, et y reçoit la Moscova. Les sources de celle-ci se trouvent près de la petite ville de Gjhat au Sud-Est du premier grand détour du Volga près de Soubtzov ; elle s'écoule vers l' Est jusqu' à Moscou, où elle se replie vers le Sud-Est pour se décharger dans l' Oka. La Moscova est navigable sur 170 kilomètres ; ses eaux s' élèvent en printemps jusqu' à 10 mètres au-dessus de l' eau ordinaire.

Depuis la confluence de la Moscova, l' Oka se replie vers le Sud-Est, traverse le gouvernement de Riazan, reçoit près de la petite ville de Spask le petit confluent Choupta, se tourne ensuite vers le Septentrion, et reçoit à l' aval de Kamizov le plus grand des ses tributaires à la rive gauche, la Mokcha. Celle-ci jaillit pas loin de la Soura, court vers le Nord-Ovest et est navigable déjà à 7 kilomètres de ses sources près de la petite ville de Mokchansk. La Mokcha est renforcée par le Zna, qui trouve son origine entre le haut Don et le Khoper, tributaire de ce dernier, et qui commence à devenir navigable près de la ville de Morchansk. La Mokcha, ainsi renforcée, a une largeur de 120, et une profondeur de 7 à 10 mètres.

Après avoir accueillie la Mokcha, l' Oka rejoint la ville de Mourom ; ici elle commence sa marche normale vers le Nord-Est, ayant une largeur de 500 et une profondeur de 6 mètres ; elle s'écoule à travers une dépression large plus de 4 kilomètres. On rencontre aussi le long de son cours inférieur, tantôt sur l' une, tantôt sur l' autre rive, des faibles éminences constituées de couches argileuses et calcaires, tandis que son lit est de nature sablonneuse et argileuse. Aussitôt à l' aval de Mourom paraissent, toujours sur la rive droite, des collines très-escarpées et constituées de gypse et marne, lesquelles accompagnent l' Oka sur 150 kilomètres jusqu' à son embouchure dans le Volga, et qui cachent en grande quantité un albâtre d' extrême dureté et blancheur, qui paraît seulement au-dessus de la surface d' eau ordinaire de la rivière. Environ à 120 kilomètres à l' aval de Yelaton, l' Oka reçoit son principal confluent, la Kliazma, le premier cours hydrique du gouvernement de Wladimir.

La Kliazma jaillit à peu de kilomètres au Nord-Ovest de Moscou, s'écoule d'abord vers le Sud-Est, et prend ensuite la direction vers le Nord-Est, qu' elle conserve sur une distance de 230 kilomètres jusqu' à la confluence d' un petit tributaire appelé la Teza. Comme le Volga, l' Oka et la Moscova, aussi la Kliazma a la rive droite surhaussée, constituée d' un schiste calcaire qui est employé pour des bâtisses à Moscou. Le cours de la Kliazma a une longueur de 400 kilomètres ; sa largeur — 80 mètres dans le gouvernement de Moscou — atteint dans son cours inférieur, où elle se signale par sa navigabilité, 400 mètres, et une profondeur de 4 mètres. A l' aval de la petite ville de Souzdal, la Kliazma reçoit le plus considérable des ses nombreux tributaires, le Nerl, qui naît du petit lac Plestchova et marche vers le Sud-Est à l' encontre de la Kliazma.

A l' aval de l' embouchure de celle-ci, la rive droite de l' Oka est surhaussée jusqu' au Volga, en s'abaissant doucement en une largeur de 1 à 3 kilomètres vers l' Est, pour se rejoindre avec la rive du Volga. Dans le coin, formé par celui-ci et l' embouchure de l' Oka, est située la célèbre ville de Nijni-Novgorod.

La moyenne pente de l'Oka atteint 0,105 pour mille.

C'est superflu d'accentuer l'importance de cette voie hydraulique pour les lieux mouillés par elle ; et quoique des chemins de fer de premier ordre vont en maintes directions sillonner ces contrées-là, il est certain que ces routes ferrées, en concomitance de cette voie hydraulique, y favoriseront merveilleusement l'économie publique.

* * *

Je parlerai maintenant de la deuxième section du cours moyen du Volga.

Depuis la confluence de la Kazanka, vis-à-vis de laquelle les Monts Jou-gewski constituent la rive surhaussée du Volga, celui-ci tourne soudainement vers le Midi, conservant cette direction sur 70 kilomètres environ ; cette direction s'écarte vers le Sud-Ovest à cause de la confluence de la Kama, obéissant ainsi à la lois plus mentionnée sur la marche des rivières sarmatiques, et précisément depuis le grand détour près de Kazan jusqu'à celui, pas moins considérable, près des villes de Tsaritsyne et de Sarepta. En conséquence de cette confluence-là, le Volga acquiert une largeur de plus de 800 mètres, et c'est bien singulier que ce fleuve ne reçoit, durant ce parcours de la longueur de 750 kilomètres, pas un seul tributaire de quelque importance. Il paraît comme si la plus grande rivière de l'Europe sentait elle-même son rapprochement des steppes très-vastes mouillées par la Mer Caspienne, et dont une partie appartient à l'Asie Occidentale.

La formation singulière des rives du Volga, qu'on rencontre le long du son cours en amont de Kazan, saillit ici de manière encore plus prononcée, et offre le type de toutes les conques hydriques des plaines sarmatiques. Notamment aussi le long de la section en question, la rive droite du Volga est bordée d'une chaîne de montagnes, laquelle, accompagnant la grande rivière, s'étend pour la plupart vers l'Occident en une largeur de 2 à 4 kilomètres, et s'y abaisse doucement. Cette rive s'élève presque verticalement à une hauteur de 16 à 40 mètres, et à l'aval même de 30 à 60 mètres ; elle est percée par des innombrables incisions plus ou moins larges et plus ou moins profondes, lesquelles amènent au Volga les eaux et les neiges qui tombent dans ces montagnes. La rive gauche au contraire est déprimée, et constituée de prairies auxquelles suivent des champs bien cultivés.

Les montagnes susmentionnées ont une origine sédimentaire, et consistent d'argiles, calcaires et schistes sablonneux, présentant sur les flancs de la rive des affleurements marneuses, calcaires et gypseuses. On retrouve donc ici la même formation géologique, qu'on rencontre le long des rives des rivières qui jaillissent des monts sédimentaires des Ourals.

Au-dessous de la petite ville de Tetuchi, située à environ 40 kilomètres à l'aval de la confluence de la Kama, le Volga entre dans le gouvernement de Simbirsk, touche la ville homonyme, et y a une largeur de deux kilomètres. Dans peu d'espace à l'aval de Simbirsk, le Volga reçoit le premier petit confluent, le Tcheremchan, qui mouille la fertile contrée renfermée par la Kama et la Samara, et s'écoule avec rapidité vers le Sud-Ovest ; ses sources sont situées dans une suite de monticules couverts de bois épais, qui croisent la plaine très-vaste à l'Est du Volga. Depuis Simbirsk le Volga court plus vers le Midi, pour décrire, encore avant d'arriver à la ville de Stavropol, un énorme arc de cercle, dont la convexité est tournée vers l'Orient, et qui prend le nom de la ville de Samara.

Cet arc, véritablement singulier, décrit par le Volga dans sa marche dirigée au reste vers le Midi et le Sud-Est, est dû sans doute à la chaîne de montagnes de Samara, laquelle, en se détachant des contre-forts ouraliques, se dirige vers le Volga, et s'étend çà et là vers l'Ovest jusqu'au Don et à l'Oka, où la même chaîne constitue la division d'eau entre les tributaires du Don et ceux du Volga. Elle ne s'élève pas beaucoup vers l'Est; mais à la rive surhaussée elle atteint une hauteur de 200 mètres sur la surface du Volga, et est constituée en grande part de calcaires creusés et déchirés par des précipices, dont les entrailles cachent beaucoup de cavernes.

De la cime de ce grand arc-là se déchargent dans le Volga deux confluent : le Sok et la Samara. Le premier, qui a un cours limité, vient du Nord-Ovest, et croise une contrée remarquable par sa richesse de sources minérales. Près de son embouchure, et à sa rive droite, on rencontre un singulier cône isolé, qui a une hauteur de 40 mètres et un diamètre de 60 mètres; il est constitué, comme toutes les hauteurs qui accompagnent son cours, d'un calcaire gris. La Samara, confluent le plus considérable du Volga à l'aval de la confluence de la Kama, jaillit des hauteurs de l'Obschtchii-Syrt, qui s'étendent entre les villes d'Orenbourg et Ouralsk, à peu de distance du Yaïk, et reçoit le Tok et le Bousoulouk le long de son cours moyen, puis le grand Kinel qui accompagne parallèlement le Sok. Le cours de la Samara a une longueur de 400 kilomètres, et une largeur de 40 à 200 mètres, et, étant dépourvue des rapides, cette rivière est une des plus importantes voies de transport dans le bassin du Volga, quoique à cause de sa petite profondeur pendant l'été elle porte quelque trouble à la navigation.

Le Volga accomplit près de la petite ville de Syzran le grand arc de Samara, et prend ensuite de nouveau la direction vers le Sud-Ovest. Bientôt après se manifeste de nouveau l'antithèse caractéristique aux deux rives, de manière que près de la ville de Wolsk la chaîne de montagnes s'élève jusqu'à 180 mètres, tandis qu'à la rive gauche on rencontre le sol plat, extraordinairement fertile et bien cultivé. Le paysage à l'entour de Syzran est constitué d'une hauteur déprimée, d'où l'on aperçoit des steppes bien vastes, entrecoupées çà et là par des vallées plus ou moins profondes, au bord desquelles saillit un calcaire très-blanc, qui donne au paysage l'aspect presque hivernal.

Immédiatement au-dessous de Syzran, le Volga entre dans le gouvernement de Saratow, et reçoit vis-à-vis de Wolsk deux petits tributaires : le grand et le petit Irguis, qui croisent une steppe salifère; le premier jaillit de la hauteur de l'Obschtchii-Syrt près de la ville d'Ouralsk.

Les montagnes qui s'étendent le long de la rive droite entre Syzran et Kamychine, donc en une extension de 380 kilomètres, consistent à la leur base de schistes argileux, sur lesquels gisent en partie des calcaires et du grès, et en partie des argiles et le quartz; près de la ville de Saratow ces montagnes recèlent aussi de la sydérolithe.

En amont de Kamychine se décharge dans le Volga la singulière rivière des steppes, le Yerouslan, qui est son dernier tributaire à la rive gauche. Celui-ci jaillit dans la même contrée, où naissent les deux grands cours hydriques des steppes appelés Ouzène, qui se déchargent dans le lac Kamych-Samara, et court vers le Sud-Ovest le long du bord extérieur de l'Obschtchii-Syrt, tandis que l'intérieur est mouillé par le grand Irguis. Le Yerouslan a une longueur de 220 kilomètres, une largeur de 30 et une profondeur normale de 3 mètres.

Entre Saratow et Kamychine l'Obschtchïi-Syrt croise le Volga, et se rejoint après avec les hauteurs qui règnent sur sa rive surhaussée et l'accompagnent jusqu'à Tsaritsyne. Près de Kamychine, et après ce croisement dont il s'agit, le Volga arrive dans la même dépression, où s'écoule le Yaïk près d'Orenbourg, et y rejoint le niveau de l'Océan. Dans la route, renfermée par les villes de Kamychine et Tsaritsyne, le Volga se rapproche d'une manière singulière du Don, en restant séparé de celui-ci par une des plus remarquables chaînes de montagnes de la Russie méridionale. Et c'est ce rapprochement qui fit naître jadis l'idée d'établir une communication entre ces deux rivières, communication, qui est substituée actuellement par le chemin de fer Volga-Don. Au reste on retrouve des vestiges des deux canaux près de Kamychine, dont également je parlerai en son lieu.

La chaîne de montagnes, qui sépare le Volga du Don, s'élève successivement et doucement sur les rives du Don; sur celles du Volga elle s'élève plus brusquement, et sa plus grande hauteur y atteint 180 mètres.

Le bord de la rive droite du Volga, le long de la route susmentionnée entre Kamychine et Tsaritsyne, consiste des soi-disant «rides» très-escarpées, dont la hauteur atteint 10 à 20 mètres sur la surface de l'eau; au pied de ces «rides» court une terrasse large de 40 et haute de 2 à 3 mètres sur la même surface. Ces «rides» sont constituées d'un sable jaune-pâle à couches plus ou moins épaisses, qui renferment beaucoup de fossiles, notamment des acéphales et gastéropodes, tandis que le long des rives du ruisseau Olèneia, qui se décharge dans le Volga près de la petite ville de Doubowka, on retrouve aussi des cornes de renne.

Tandis que le Volga près de Sarepta change, comme on verra plus en avant, brusquement sa direction, la chaîne de montagnes susmentionnée conserve la sienne vers le Midi, en s'étendant sur plus de 300 kilomètres dans la steppe de Kuma jusqu'au lac Bolchoïe, et s'y présente comme l'extrême contre-fort de l'Obschtchïi-Syrt. A l'endroit où la largeur de la chaîne des montagnes est plus petite, le ruisseau Tsaritsa, qui s'écoule par un précipice profondément coupé, ouvre le plus grand passage à travers la rive surhaussée du Volga. Les rives de ce ruisseau sont très-escarpées et constituées de couches de grès et argile qui renferment de la sydérolithe. Un précipice semblable se trouve sur le penchant opposé, le long duquel s'écoule vers le Sud-Ovest la Karpovka qui se décharge dans le Don. Ces deux précipices, coupés à l'endroit où le Volga s'approche de la manière singulière du Don, formaient pendant les siècles passés un rempart naturel des provinces intérieures de la Russie contre l'irruption des peuples nomades de la steppe caucasienne, et Pierre le Grand s'en servit pour y bâtir des fortifications.

A Sarepta, petite ville située à peu de kilomètres au Sud de Tsaritsyne, le Volga reçoit son dernier tributaire, la Sarpa. Celle-ci vient de la steppe salifère de Kuma, forme, comme les autres cours hydriques qui croisent les steppes, déjà près de son origine beaucoup des bouges larges et profonds, se communiquant entre eux au moyen de petits canaux, et s'écoule du Sud au Nord le long du pied oriental de l'extrême contre-fort de l'Obschtchïi-Syrt, lequel, avec ses nombreux précipices et incisions, ne constitue d'autre chose que la terrasse du sol plus élevé et fertile vis-à-vis du sol désert de la steppe, qui s'étend à l'Est de la Sarpa jusqu'au Volga. Ce dernier tributaire présente donc à l'Occident de ce fleuve le même fait qu'on rencontre à l'Orient également le long du Yerouslan, car également ici ce contre-fort forme un degré entre le sol cultivé et celui de la steppe.

Le Volga, qui a au-dessous de Kazan une profondeur normale de 4 mètres, atteint près de Tsaritsyne celle de 8 mètres.

* * *

Maintenant je vais parler du bas Volga, c'est-à-dire de son cours inférieur.

La grande chaîne de montagnes entre le Volga et le Don présente le fait singulier, que ces deux rivières coulant en direction opposée, se rapprochent à une distance de peu de kilomètres l'une de l'autre, et font mine comme si le premier devait se décharger dans la Mer d'Azow, et le second dans la Mer Caspienne. Ne pouvant cependant s'ouvrir un passage à travers la chaîne de montagnes susmentionnée, ni à travers de la rive surhaussée du Volga, ces rivières, arrivées en contact avec les pieds des montagnes point rouilleux de la même chaîne, se détournent soudainement sous un angle droit: le Volga vers le Sud-Est, le Don vers le Sud-Ouest, pour aboutir en direction opposée aux mers respectives.

En se tournant d'abord vers l'Est et ensuite vers le Sud-Est, le Volga rejoint entre Tsaritsyne et Sarepta la grande et déserte dépression caspienne, qui est croisée par lui en une longueur de plus de 1100 kilomètres, pour se décharger enfin au-dessous d'Astrakhan dans la Mer Caspienne. C'est une chose bien remarquable, que le cours du bas Volga prend la même direction que son cours supérieur renfermé par le lac Selicher et la ville de Soubtzov, mieux encore les deux directions se confondent dans la même ligne; leur espacement de plus de 1000 kilomètres est rempli par la grande conque hydrique du Don; le grand angle près de Kazan est distant de 760 kilomètres de cette ligne.

La contrée renfermée par l'Obschtchïi-Syrt et la Mer Caspienne porte vraiment le caractère d'une dépression, cependant elle est élevée encore de plusieurs mètres sur la même mer, vers laquelle elle s'abaisse doucement. La conque du Volga y a l'énorme largeur de 40 kilomètres, et la rivière se partage en branches innombrables qui se rejoignent tour-à-tour, pour se détacher de nouveau. L'Akhtouba est la branche secondaire la plus considérable du Volga; elle se détache de celui-ci déjà à 20 kilomètres en amont de Tsaritsyne, et l'accompagne parallèlement, à peu d'espacement de la rive gauche, jusqu'à son embouchure. L'Akhtouba a une largeur de 60 mètres; de son lit saillissent des bancs de sable, son débit est très-variable, de sorte qu'elle se dessèche en grande partie pendant l'été. La branche principale du Volga coule le long du bord occidental discrètement surhaussé de la dépression, et se présente là comme une rivière très-considérable.

Effectivement la rive droite du Volga n'est plus accompagnée à l'aval de Sarepta par les chaînes de montagnes dont maintes fois il en fut question plus haut, cependant elle est toujours surhaussée vis-à-vis de la rive gauche, et constituée, en amont de Tchernoiarsk, d'un schiste argileux gris, et à son aval, où la rive droite atteint une hauteur de 11 à 15 mètres, de calcaires et de grès. Plus en avant, et jusqu'au village Yenotaïewsk, le sol de la steppe est argileux, et se convertit ensuite de plus en plus en sol sablonneux rempli des masses salifères; au-dessous de ce village le sol devient toujours sablonneux, et l'on y rencontre par ci par là même du sable mouvant. La steppe, qui s'abaisse constamment vers la mer, y a encore une hauteur de 4 à 6 mètres au-dessus de la surface d'eau du Volga.

La monotonie de cette déserte contrée est interrompue par un singulier coteau appelé Bogdo-Ola, situé à 60 kilomètres du village Wladimirowka sur l'Akhtouba,

et dont la hauteur atteint 176 mètres, et la périphérie 20 kilomètres. Sa base est constituée d'un calcaire, son pied d'un grès à gros grain, sur lequel gisent des couches argileuses et sablonneuses blanches et rouges; son sommet est couvert par des fragments du calcaire coquillier. Le long du pied de ce coteau-là est situé le lac salifère appelé Bogdoïne Dabassu, d'une largeur de 9 et d'une longueur de 16 kilomètres, qui dépose un sel d'une blancheur éblouissante. On rencontre un coteau semblable, appelé Tchaptchatchi, à l'Est de Tchernoiarsk, d'une extension de 8 kilomètres, au pied duquel on rencontre le grand lac salifère Oulan Chauk, qui communique vers le Nord-Ovest par des sols plats et également salifères avec le lac Elton d'égale nature, qui constitue le plus grand magasin naturel de sel pour tout l'Empire. Ce coteau-là consiste de masses gypseuses et de schiste calcaire.

Le lac Elton, d'une longueur de 17 et d'une largeur de 13 kilomètres, est le commencement de toute une suite de lacs et sols salifères, qui s'étendent vers le Sud-Est. croisant la steppe du Volga, jusqu'à la Mer Caspienne. Un autre lac de semblable nature est le lac Bouskountschatsk, situé à peu de distance de Wladimirovka, et raccordé à ce lieu par un chemin de fer.

On rencontre des masses salifères aussi au Midi du coteau Tchaptchatchi près des collines d'Arsagar, qui atteignent une hauteur de 108 mètres au-dessus du niveau de la mer, et sont constituées de gypse. Et c'est une chose bien notable, que cette suite des lacs et des terrains salifères, en concomitance des masses d'égale nature cachées dans les collines gypseuses, se continue immédiatement le long du pied des collines occidentales et parallèlement aux monts sablonneux, qui s'étendent juste au milieu du bas Volga et du Yaïk inférieur vers le Sud-Est jusqu'à la Mer Caspienne. Du côté opposé, c'est-à-dire vers le Sud-Ovest, la suite des masses salifères est séparée du lit du Volga par une pareille chaîne de collines constituées du sable mouvant, qui accompagne par des longues suites sa rive gauche et qui semble former à celle-ci un bord surhaussé.

En général la steppe caspienne, à l'Est du Volga, a une nature salifère par préférence, et dénoue ainsi son origine; néanmoins on y trouve çà et là aussi de l'eau potable. Par exemple: les puits, qu'on creuse à 100 mètres du lac Elton, fournissent l'eau douce, tandis qu'on rencontre à 3 kilomètres à l'Ovest de celui-ci un petit lac appelé Presnoé, dont l'eau est également potable.

Plus monotone encore se manifeste la steppe à l'Ovest du Volga. Le sol y est constitué d'une argile jaune-pâle, saturée souvent par le sel. Ce fait, en concomitance d'étangs et lacs salifères, qu'on rencontre çà et là, ensuite la présence d'une grande quantité de coquilles marines pas encore fossilisées, qu'on retrouve dans et sur le sol, prouve que cette contrée est le fond d'une mer ancienne, sailli probablement vers la fin de l'époque glaciale, ou à l'aurore de la période des terrasses. Cependant la steppe y porte rarement le caractère d'une plaine, en grande partie elle est plutôt constituée de faibles éminences, qui tour-à-tour s'abaissent.

Vu la nature incohérente du terrain le long du bas Volga, rien de plus naturel que son cours et son lit doivent varier, notamment après les dégels. A l'aval de Tsaritsyne, le Volga a seulement dans peu d'endroits une largeur d'un seul kilomètre, et ce n'est que dans ces endroits qu'on traverse la rivière à l'aide de bacs. Les principaux points du trajet sont à Wetlianskaïa Stanitza, environ à la moitié du cours inférieur entre Tchernoiarsk et Yenotaïewsk, et puis près de Samian Gorodok vers Astrakhan, où la largeur de la branche principale du Volga atteint seulement environ 200 mètres.

Enfin je vais aborder le delta du Volga.

Semblable au Nil, avec lequel le Volga offre beaucoup d'analogies, celui-ci se décharge dans la Mer Caspienne par des branches très-nombreuses, et forme par cela un delta bien étendu, au centre duquel est située cette place du commerce, qu'on appelle Astrakhan.

Le delta du Volga commence à 40 kilomètres en amont de cette ville, où se détache vers l'Est la première branche principale appelée Bousan. Celle-ci reçoit bientôt après l'Akhtouba, se dirige vers le Sud-Est, et se décharge par une embouchure séparée dans la Mer Caspienne. A 3 kilomètres en amont d'Astrakhan se détache la deuxième branche principale, la Bolda, et près de cette ville la troisième, le Koutoum, pour se joindre bientôt après avec la deuxième, et se décharger ainsi vers le Sud-Est dans la mer. Le cours principal du Volga va le long du côté surhaussé de la steppe, et après la bifurcation du Bousan plus vers le Midi, pour se diriger vers le Sud-Ouest depuis Astrakhan jusqu'à la Mer Caspienne. La branche orientale a une longueur de 30 kilomètres, tandis que celle de l'Occident est de 100 kilomètres; l'extension, renfermée par ces deux branches, atteint 150 kilomètres.

La ville d'Astrakhan d'aujourd'hui gît sur la rive gauche du cours principal à 30 kilomètres de la mer, et est entourée de nombreuses petites branches du Volga. Autrefois elle était située 10 kilomètres plus en amont sur la rive occidentale, et est croisée par un canal artificiel lequel, en établissant la communication entre le Koutoum à l'Est de la ville avec le Volga, favorise beaucoup le transport des marchandises.

A l'aval d'Astrakhan se bifurquent du Volga encore cinq branches, savoir : la Tsareva, la Bachmakowka, le Tchagan et l'Iwantchouk à la rive gauche, et le Bakhtemir à la rive droite. Quelques-unes présentent encore le Yarkowskoé et le Kamysiak, la Kanytcha et le Karasin, la Tabola et le Yerik, la grande Basma et le Schitnoï Baklanei, la Nasta et le Karaboulak. Soixante-dix sont les embouchures du Volga.

Près d'Astrakhan le cours principal atteint généralement une largeur de 730 mètres, tandis que sa profondeur diminue en allant vers l'embouchure. Ce fait-là est dû aux énormes quantités de sable traînées par le Volga, et qui vont se déposer dans le delta, mais plus encore près des embouchures, pour se transformer bientôt après en bancs ou îles de sable. C'est évident que celles-ci, allant troubler en certain temps la navigation, occasionnaient de grands préjudices à Astrakhan, la prospérité de laquelle dépend entièrement de sa position sur la plus grande voie hydraulique de l'Europe. Il paraît en outre que la contrée du Volga, et avec celle-ci la formation d'îles, marche à pas lents vers une transformation, car il semble résulter que le passe du fleuve, comme celui du Nil, va de l'Est à l'Ouest; en vérité, tandis que dans les siècles écoulés l'embouchure la plus orientale se présentait comme la plus avantageuse pour la navigation, à l'aurore du siècle passé, et pour long-temps après, c'était celle appelée Yarkowskoé; aujourd'hui au contraire c'est la branche la plus occidentale qui, par sa profondeur considérable, sert d'intermédiaire à la navigation.

Parmi les îles de sable, qui se trouvent vis-à-vis des embouchures du Volga, les plus notables sont les suivantes : La Sedlistoï, Yarkowskoé Oustié, Karantinoï, Schitnoï, Krestowoï, Konnoï, Rakouchka et Tchetyré Bougry. Les autres petites îles sont déprimées de sorte, qu'elles sont inondées pendant l'eau haute. Dans ce labyrinthe insulaire la profondeur de l'eau atteignait autrefois à peine un mètre et demi; aujourd'hui cependant cette profondeur est presque partout bien plus

considérable. En outre, six notables bancs de sable, situés en avant de l'embouchure du Volga, troublaient la navigation. Celui appelé Malaïa Yamnaïa, d'une longueur de 750 mètres et situé à 50 kilomètres du port d'Astrakhan, présentait une profondeur d'eau de 2,00^m à 2,30^m; sur le Kharbaiskaïa, long de 100 mètres et à une distance de 23 kilomètres du premier, cette profondeur atteignait 2,00^m à 2,50^m; sur le Khadinskaïa, d'une longueur de 100 mètres et situé à 10 kilomètres du deuxième, l'eau avait une hauteur de 1,70^m à 2,20^m; sur le Rakouchinskaïa, long de 1380 mètres et à 96 kilomètres du port, cette hauteur-là arrivait à 1,15^m à 1,50^m; et sur les Toumanskaïa et Lopatinskaïa, d'une longueur de 1300 mètres et situés à 107 kilomètres du port, l'eau atteignait une profondeur de 2,00^m à 2,30^m. Le Rakouchinskaïa était donc le plus périlleux, et pour cela le plus redouté. Partant de celui-ci et allant vers la mer, l'eau avait une profondeur de 3 mètres; cependant avant d'arriver à la mer, il fallait passer au-dessus d'un bas-fond appelé *Banc net*, qui s'avance notamment dans la mer, où l'eau avait une profondeur non plus de 4,30 mètres. Aussitôt qu'on a passé ce banc-là, cette profondeur atteint 5,30 mètres, et va successivement s'en augmentant jusqu'à 21 mètres. C'est là que l'eau devient peu à peu salée, et prend la couleur propre à l'eau de la mer.

Je remarquerai encore, que des navires du plus grand port peuvent passer le Rakouchinskaïa seulement quand souffle le vent intensif du Sud-Est, car, en faisant arrêter le courant du Volga, il y pousse en même temps l'eau de la mer. En printemps au contraire soufflent presque incessamment les vents du Sud, lesquels élèvent l'eau jusqu'à 4 mètres et favorisent par cela la navigation.

C'est naturel que le ministère des voies de communication, pénétré de la haute importance de cette grande artère et du port d'Astrakhan pour l'Empire, a porté depuis bien des longtemps ses soins les plus pressants, pour combattre et vaincre ces obstacles naturels. En effet, le dit ministère, malgré qu'il a constamment à lutter contre des énormes difficultés, qui ne cessent à se soulever même jusqu'à présent, a su esquiver tout trouble à la navigation, mais il n'a pu pourtout écarter entièrement ces obstacles opposés par la nature. Et il paraîtrait qu'il est maintenant convaincu de l'inanité des ses efforts dans une lutte bien glorieuse il est vrai, mais extraordinairement inégale, car il caresse le projet imaginé dans le passé, c'est-à-dire celui de transformer le port fluvial et intérieur d'Astrakhan en un port maritime sur la Mer Caspienne. Il n'est pas à nier que cette transformation devra absorber beaucoup d'argent, cependant il est certain que seulement par cette disposition radicale l'on pourra conserver l'importance de ce port pour le commerce universel ainsi que pour l'économie publique de l'Empire. Heureusement à la tête de ce très-important ministère est préposé un illustre homme de mer, lequel sert de garant à ce que le grandiose problème soit résolu de la manière raisonnable et complètement satisfaisante pour les intérêts de la nation.

* * *

Le bassin du Volga s'étendant sur bien 14 degrés de latitude, à savoir du 60.^o au 46.^o cercle parallèle, il est naturel que les dégels doivent exercer une influence non insignifiante sur le débit des ses eaux. Cependant, autant que ses crues se manifestent différentes le long des diverses sections de la rivière, tout autant est aussi variable leur durée, laquelle cependant est moins grande le long du haut Volga que dans son cours inférieur. On doit naturellement en chercher la cause dans

le nombre toujours croissant des ses tributaires depuis son origine, dans les diverses largeurs et hauteurs des ses rives, dans le nombre des embouchures des ses confluent, et dans la petite différence du niveau entre la surface de la Mer Caspienne et celle du Volga inférieur. Les eaux de celui-ci inondent en printemps les terrains environnants, mouillent aussi une partie des hauteurs voisines, et pénétrant naturellement plus ou moins dans les embouchures des confluent, y produisent parfois des remous bien grands.

La même variabilité présente aussi la hauteur des crues. Ainsi près de Tver les eaux du Volga s'élèvent en printemps de 3,20^m à 4,25^m sur l'étiage; près de Yaroslawl, 5,70^m; au-dessous de Nijni-Novgorod, où les eaux se retirent dans leurs lit au commencement de Juin, cette hauteur atteint 7,00^m. Dans les environs de Kazan le Volga grossit jusqu' à 11 mètres; à cet endroit la rivière croît ordinairement jusqu' au 5 Mai, reste stationnaire jusque le 10 du même mois, commence après à décroître, et se retire dans son lit à peine vers la moitié de Juin. L'eau envahit alors la plage entière depuis la rive gauche jusqu' à Kazan, et s'avance souvent jusqu' aux quartiers peu élevés de la ville, de manière que celle-ci, étant entourée de trois côtés par une ample surface d'eau, paraît comme une péninsule. La Kazanka, qui monte aussi 7 à 10 mètres, se répand à cause du remous dans le Boulak, et par celui-ci dans les lacs Kaban. Le premier obtient par cela une telle largeur et hauteur, à pouvoir mettre en circulation des navires d'un port considérable, et favorise ainsi à cette époque extraordinairement le commerce intérieur; dans ces lacs au contraire, l'inondation soulève et brise les glaces qui y restent encore, tandis que celles de Kaban, étant entraînées par l'écoulement des eaux, disparaissent rapidement dans toute son extension. Les eaux, après s'être retirées dans leur lit ordinaire, font féconder le sol environnant.

En plus grande mesure encore grossit le Volga le long de la deuxième section du son cours moyen, présentant, par exemple, près de Saratow une élévation de niveau de 17 mètres, de sorte que l'eau envahit l'entière rive déprimée à une hauteur de plusieurs mètres. A l'aval de cette ville, les crues vont successivement décroître.

Le long du cours inférieur du Volga se manifestent des phénomènes bien différents. Vers la fin d'Avril la rivière commence grossir, cependant pas en mesure d'atteindre les hauteurs des autres deux cours. Par exemple, près de Tsaritsyne les crues arrivent à une hauteur de 8^m à 10^m, et bien rarement à celle de 13^m. Près de Tchernoiarsk la crue s'élève seulement à 10^m, tandis que près d'Astrakhan elle atteint 2,00^m à 2,50^m, et rarement 2,20^m à 3,90^m. Les eaux croissent régulièrement jusqu' à la fin de Mai, elles restent après stationnaires pour 4 à 6 jours, et atteignent leur surface ordinaire vers la fin de Juin. En outre c'est une chose singulière, que les eaux, en commençant à se retirer, acquièrent une couleur blanchâtre.

Arrivé jusqu'ici, je dirai encore qu'on se sert des crues pour rendre autant que possible productif le sol sablonneux de la région d'Astrakhan.

Il s'entend de soi-même que, vu la nature entière de la contrée le long du cours inférieur du Volga, l'agriculture ne peut y être d'une grande importance, et qu'elle est réduite à déployer son activité sur une échelle bien limitée, c'est-à-dire seulement sur les rives du fleuve. C'est pourquoi l'on est forcé d'importer principalement dans ces parages les grains d'alimentation venant des greniers d'alentour de Kazan, et faire couper le bois de construction et de chauffage dans les riches forêts situées le long du parcours de la Kama. Néanmoins on a cherché aussi sous ce

rapport d'utiliser les crues du Volga, comme l'on en profite en Egypte de celles du Nil. Avant soit peu que les eaux du Volga commencent à croître, on laboure une partie du sol qui est communément envahi par les crues, et on l'apprête comme un champ cultivé. Immédiatement après la rentrée du Volga dans son lit, on y sème de suite le millet, le sarrasin, ainsi que le lin et le chanvre, malgré que ces semences sont labourées seulement par la herse. Vers la moitié de Septembre on obtient de cette manière une excellente récolte de ces produits, lesquels, abstraction faite du millet, ne pourraient, à cause de la sécheresse du sol, être autrement gagnés dans la contrée d'Astrakhan.

L'eau du Volga est en général limpide et claire, notamment le long du son cours moyen, et plus encore près de Saratow; il n'y dans ça rien de surprenant, lorsqu'on réfléchit que le Volga pendant son long écoulement dépose toutes les substances flottantes dans l'eau. Sa couleur est un peu jaune-pâle, notamment pendant les crues, et c'est le résultat du sol argileux par lequel s'écoule la plus grande rivière de l'Europe; cependant cette couleur n'est pas nuisible à la santé. L'eau n'a pas une saveur prononcée, est extraordinairement légère et, contenant beaucoup de parties d'air, elle se conserve constamment fraîche même pendant les plus grandes chaleurs d'été.

Jusqu'à l'île Tchetyré Bougry, dont il a été question auparavant, l'eau se maintient pure et potable, et elle sert encore de provision pour les navires qui se dirigent dans la Mer Caspienne. Seulement quand les vents de la mer soufflent avec obstination, l'on rencontre le goût salé de l'eau jusqu'à 30 kilomètres en amont du Volga, lequel disparaît bientôt quand cessent ces vents.

A cause de la largeur de son lit, le cours du Volga est paisible, mais pas autant cependant son courant en lui même, lequel est impétueux et change par cela le régime de la rivière. On y rencontre assez de bancs de sable; la profondeur de l'eau le long du chenal atteint cependant à l'aval de Nijni-Novgorod toujours 8 mètres. Au-dessous de celle ville se détache un nombre plus ou moins grand de branches appelées dans la langue du pays „Wolochka“ petits Volga, grâce auxquelles se forment des îles innombrables parfois bien étendues, où l'on retrouve quelque fois des petits lacs, qui sont le résultat des crues printanières. Aussi ces dernières et les glaces contribuent à changer le régime de la rivière et à produire des branches nouvelles, lesquelles paraissent en grand nombre notamment dans le gouvernement de Saratow, attendu que la conque de la rivière majestueuse y atteint une largeur de 15 à 20 kilomètres. On y appelle *Staritza* les lits abandonnés.

Le tableau ci-après donne les pentes le long des sections principales du Volga:

		pour mille
Depuis les sources jusqu'à Tver		0,261
id. Tver	id. „ Rybinsk . . .	0,406
id. Rybinsk	id. „ Kazan	0,045
id. Kazan	id. „ Saratow . . .	0,021
id. Saratow	id. „ l'embouchure	0,033

La pente moyenne atteint 0.08 pour mille; et, tandis que dans les autres rivières la pente va en se diminuant en raison de leur rapprochement des embouchures respectives, le Volga se signale par le contraire.

Pour ce qui concerne les agents météoriques, je dois dire que les pluies, souvent obstinées, commencent environ à la moitié de Novembre, auxquelles suivent

les neiges vers la fin de ce mois. Bientôt après paraissent les gelées, qui font couvrir le Volga d'une couche de glace si épaisse, que des traîneaux bien chargés passent dessus, et elle sert ainsi de voie de communication, notamment entre Astrakhan et le Nord, et entre cette ville et les principales têtes de lignes ferrées situées sur la rivière. Vu la basse température pendant l'hiver, l'énorme débit d'eau, et le très-grand nombre de confluent, se déchargeant directement ou indirectement dans le Volga, vu tout cela, il est, dirai-je, bien naturel que lors de sa débâcle cette grande rivière doit charrier d'énormes quantités de glace en printemps.

Dans le gouvernement d'Astrakhan éclatent aussi des orages, lesquels soulèvent en été sur une étendue de plusieurs kilomètres le sable mouvant des steppes les plus proches à la Mer Caspienne, et en hiver ils occasionnent des chasses-neige dont les flocons durcis sont transportés bien loin, et amoncés ensuite dans des précipices. Il est notable aussi le fait, que depuis Samara, et à l'aval de la rivière, la plus petite tempête produit des ondes bien grandes, lesquelles atteignent souvent une hauteur considérable.

La température extérieure en hiver arrive ordinairement à -20° , descend cependant parfois jusqu'à -29° . C'est naturel que cette basse température exerce une influence pas insignifiante sur la durée de la navigation intérieure. Le long des systèmes hydrauliques du Pont-Euxin, cette durée atteint au minimum 238 et au maximum 299 jours, tandis que le long des systèmes de la Mer Blanche, de la Mer Caspienne et de la part septentrionale de la Mer Baltique, la navigation est ouverte seulement pendant 180 et respectivement 263 jours, abstraction faite des blocs de glace dans les canaux raccordant les rivières de ces derniers systèmes, où la glace se conserve plus longtemps que celle qui couvre les eaux coulants. Pour ce fait le trafic général sur les mêmes systèmes déploie son activité à peine pendant six mois. La durée moyenne de la navigation intérieure de toute la Russie Européenne atteint 239 jours.



II.

Le pont sur le Volga près de Batraki

Chemin de fer Orenbourg-Batraki

A l'époque où les sphères compétentes de la Russie formèrent le projet général d'un réseau des voies ferrées, elles y comprirent aussi une artère qui, en se détachant de Moscou et passant par les villes de Riazan, Riajsk, Morchansk et Penza, devait aboutir à Syzran et Samara situées sur le Volga, pour être continuée plus tard jusqu'à Orenbourg aux pieds des Ourals. En passant sous silence les autres raisons d'un ordre plus élevé qu'on pouvait y avoir en vue, l'on ne saurait pourtant pas reconnaître que ce raccordement de la grande chaîne orographique, qui sépare le continent européen de l'Asie, fut suggéré par des motifs d'ordre économique. Il était urgent d'abord de rendre accessibles ces riches territoires à l'intérieur de l'Empire et à l'Europe, et favoriser par cela les échanges réciproques de leurs productions, et ensuite parce que le dit raccordement offrait la possibilité de le prolonger, en un temps plus ou moins proche, d'un côté jusqu'à Ekaterinenbourg, de le faire donc aboutir à la grande ligne projetée à travers de la Sibirie, et de l'autre jusqu'à la frontière des Indes Orientales.

La susdite artère, qui de Moscou jusqu'au Volga a une longueur de 1012 kilomètres, fut concessionnée par des motifs spéciaux à quatre diverses compagnies. A la première la ligne Moscou-Riazan, ouverte pour l'exploitation en Février 1865; à la deuxième la ligne Riazan-Riajsk-Kozlow, livrée au trafic public en Septembre 1866; à la troisième la ligne Riajsk-Morchansk, consignée à l'exploitation en Décembre 1867; et à la quatrième la ligne Morchansk-Syzran-Batraki, dont l'exploitation devait commencer en 1874. Le village de Batraki étant situé sur la rive droite du Volga à 19 kilomètres au Nord de Syzran, la communication directe avec la province d'Orenbourg entre Moscou et le Volga fut ainsi établie en 1874.

La ligne Orenbourg-Batraki, concessionnée cette dernière année à une compagnie spéciale, fut ouverte en 1877 au service public, et faute de pont, qui devait franchir plus tard le Volga, cette ligne dût s'arrêter provisoirement au village de Obchourowka situé sur la rive gauche de cette rivière. Jusque ce franchissement, la ligne Orenbourg-Batraki était donc une ligne entièrement locale.

Dans l'attente de l'érection du pont, la compagnie a dû à l'époque, où elle livrait à l'exploitation la voie ferrée, faire activer un service spécial pour le transport des passagers et des marchandises au moyen d'un bateau à vapeur allant tour et retour entre Obchourowka et Syzran.

Etudes préliminaires.

La ligne Orenbourg-Batraki étant concessionnée, l'on commença aussitôt les études préliminaires pour raccorder directement ces deux localités qui constituaient alors têtes de ligne, pour jeter un pont sur le Volga. Ces études, effectuées sur une large échelle et ample extension, firent reconnaître que le passage le plus favorable pour le franchissement de la grande rivière se trouvait près du village Vieux Kostyci, où pendant l'étiage ce fleuve présente une surface d'eau d'une largeur de 1475 mètres.

Comme il en résulte de l'aperçu hydrographique, la rive droite, la surhaussée *), s'élève à 23,47^m au-dessus de la surface susmentionnée; la rive gauche en revanche est basse, et à cause des crues qui l'envahissent au printemps, son sol est marécageux. L'on a observé que, pendant les crues, la surface d'eau s'élève jusqu'à 13 mètres au-dessus de l'étiage, et atteint alors une largeur de 8 kilomètres; en outre il fut constaté aussi que cette surface est combattue bien des fois par des orages produisant des ondes d'une hauteur de 1,85 à 2,15 mètres.

On verra plus loin, comment on a su judicieusement profiter de la sensible différence dans la hauteur des deux rives, pour s'en servir dans la pose de la superstructure métallique du pont.

Les variations de la surface d'eau sont très-considérables et se suivent avec rapidité. Les plus grandes crues ont lieu au mois de Mai, et décroissent également avec rapidité — quelquefois d'un mètre dans 24 heures — jusqu'à la fin de Juillet; pendant l'automne et l'hiver la surface d'eau se conserve passablement constante.

Pendant les crues la vitesse de l'eau atteint 2,15 mètres par seconde, et le débit correspondant en est alors de 5 456,471.000 mètres cubes en 24 heures; tandis que pendant l'étiage la vitesse atteint 0,61 à 0,91 mètres et le débit 756,076.000 mètres cubes.

La rivière présentait une section très-irrégulière. Le lit tombe en mesure sensible de la rive droite vers le chenal, pour se relever ensuite quelque peu vers la rive opposée. Le tableau ci-après donne les cotes principales rapportées à l'étiage.

Près de la rive droite au lieu de la culée . . .	— 5,18 ^m
A 110 mètres de la rive droite	3,65 ^m
Près du chenal	14,94 ^m
A 230 mètres de la rive gauche	12,17 ^m
Près de cette rive au lieu de la culée	1,83 ^m

La constitution lithologique du fond de la rivière était peu favorable pour les fondations; il est composé par des sédiments sablonneux de diverse épaisseur, par exemple: de 11 mètres près de la pile N. 6, tandis que près de la pile N. 12 (à 225 mètres de la rive gauche) l'épaisseur atteint seulement 3 mètres. Ces sédiments reposent sur une couche d'argile également de différente épaisseur, laquelle de son côté repose sur une roche calcaire bien creusée et cachant dans ses entrailles aussi des cavernes. Celles-ci et les creusages sont remplies d'argile.

*) C'est une chose connue, que toutes les rivières de la Russie ont une rive surhaussée et l'autre basse; notamment celles qui se jettent dans la Mer Noire et la Mer Caspienne ont la rive droite bien plus surhaussée que celle du côté opposé. D'après Humboldt et Buch ce phénomène est dû à la rotation de la terre.

Par tous ces faits on acquit d'avance la certitude, qu' on aura à combattre avec beaucoup de difficultés, et que par conséquent pour les vaincre il faudrait faire engloutir beaucoup d' argent.

Toutes les études préliminaires étant achevées, on obtint aussitôt la conviction que, vu l' énorme débit de la rivière, la masse très-considérable de détritits et des déjections que traînent ses eaux, et l' immense quantité de blocs de glace qu' elle charrie lors de sa débâcle, on obtint, je le répète, vu ces circonstances, la conviction, que le pont à ériger, afin qu' il ne pût occasionner aucune altération au régime de la rivière, devait avoir un nombre des piles bien limité, et que par conséquent les ouvertures ne pouvaient être autres que de la plus grande portée possible, et c' est d' autant plus que durant la belle saison un grand nombre de navires et bateaux à vapeur*) circule le long de la rivière.

Rendant hommage au principe suprême, que la somme des ouvertures doit être égale à la section transversale de la rivière pendant les crues ; et ayant établi après de longues discussions, où fut pris aussi en considération le côté financier, que douze devait être le nombre des piles, il en résulta treize ouvertures, chacune de la grande portée de 106,59 mètres. En présence de cette portée-là, la superstructure métallique s' imposait impérieusement d' elle même, tandis que pour toutes les considérations mentionnées tout à l' heure, on devait absolument s' arrêter à la maçonnerie pour l' infrastructure, malgré que le matériel nécessaire à cette fin dut être cherché bien loin du chantier.

On établit encore que le pont devait franchir la rivière en ligne presque normale ; qu' il eût à supporter bien qu' une seule voie, mais qu' il allait être muni de deux trottoirs pour les piétons ; et que, vu la hauteur encore considérable entre le niveau des crues et celui de la rive droite, la voie devait être posée sur les semelles inférieures des fermes.

Commencement des travaux ; fondations.

Le projet définitivement arrêté sur des bases ci-dessus mentionnées, fut approuvé par le ministère des voies de communications. Après avoir passé ensuite à la soumission de diverses oeuvres, on commença le 17 Août 1876 les travaux de fondation.

Vu la grande profondeur, à laquelle on allait rencontrer le terrain rocheux, on a dû y recourir au système de l' air comprimé. Une partie des caissons nécessaires fut construite sur des pontons spacieux ; on remorquait ensuite ces derniers sur le lieu des fondations, où, après les avoir fait submerger par l' introduction de l' eau, on rendait les caissons flottants. Les autres caissons furent préparés sur la rive gauche et dans de tels endroits, où ils pourraient flotter à l' époque des crues.

Les caissons en fer étaient dirigés ensuite sur le lieu de leur destination et y dûment amarrés. On commença alors la maçonnerie dans la chambre supérieure du caisson, les parois de la chambre inférieure ayant été trouvés plus que suffisants pour résister à la pression de l' eau. Lorsque le caisson allait toucher le fond rocheux, on

*) A l' époque des travaux du pont circulaient sur le Volga 485 bateaux à vapeur de la force totale de 44958 chevaux, et 616 bâtiments à voiles.

se mit à la maçonnerie dans la chambre inférieure, en se servant de l'air comprimé que fournissaient les pompes établies sur des pontons.

On avait d'abord songé à faire pénétrer les caissons dans la roche à la profondeur environ d'un mètre; ce projet cependant ne put être effectué à cause de l'irrégularité et de la nature du fond rocheux. Il a fallu donc les y enfoncer à plus de deux mètres, et même jusqu'à quatre mètres, comme c'était le cas avec le caisson de la pile N.° 12. Dans ce travail les piles N.° 2 et 10 présentèrent des difficultés spéciales, attendu que, la roche dans ces deux endroits ayant été trouvée creuse et caverneuse, on a dû d'abord déblayer de là des grandes quantités d'argile, et combler après ces creux et cavernes d'un matériel plus résistant. De plus, le caisson pour la pile N. 2, menaçant de tomber de la moitié environ de sa longueur dans un gouffre, vu qu'il ne pouvait reposer entièrement sur la roche et manifestant par là un surplomb sensible, il a fallu le renforcer dans sa base par des piliers en briques.

Le premier caisson enfoncé fut celui de la pile N.° 11, près de la rive droite; il avait une forme régulière et une longueur de 17,06^m, lesquelles, à cause d'un événement extraordinaire surgi après ce travail laborieux, ont dû bientôt être modifiées. En automne de 1876 on avait notamment achevé la maçonnerie dans ce caisson, mais au printemps suivant le Volga charria une si énorme quantité des blocs de glace, comme ne s'en souvenaient de rien pareil les habitants les plus âgés de ces parages. Les ingénieurs surveillants, prenant en considération qu'une débâcle de cette force pourrait se répéter aussi à l'avenir et compromettre la stabilité des piles, prirent la résolution de les allonger, c'est-à-dire de renforcer considérablement leurs brise-glace. C'était facile à exécuter avec les caissons et les piles pas encore fondées; tandis que la pile en question, dont la fondation, comme il en était dit plus haut, fut déjà terminée, exigea par cela une précaution spéciale, pour être mise dans la même condition avec les autres piles qu'on allait fonder successivement en se basant sur l'expérience très-précieuse acquise par l'événement ci-dessus mentionné.

Comme l'on voit de la fig. 28 planche II., le caisson de cette pile est composé de deux parties détachées; la première a la longueur et la forme établies originairement, la deuxième, dont la plus grande longueur atteint 6,40 mètres, est formée en arc à l'instar de fer à cheval. L'espacement entre ces deux parties était de 1,50 mètres; pour les joindre, c'est-à-dire pour assembler les deux maçonneries, on a dû effectuer, à 3,00^m au-dessous de l'étiage, une maçonnerie en briques en lui donnant la forme d'un arc de cercle d'une hauteur de 2,45^m. Par conséquent chacun des caissons a à sa base une longueur de 23,89^m, et on a pu par cela construire les brise-glace en forme d'un plan incliné, dont la pente présente le rapport de 1:1. La maçonnerie en briques fut exécutée presque à sec, attendu qu'on y a employé de robustes batardeaux.

A cause de la grande profondeur de l'eau, les travaux de renforcement du premier caisson eurent à combattre avec beaucoup de difficultés.

La fondation de la culée droite eût lieu presque à sec; la maçonnerie repose sur une roche, et son fond est élevé à 0,60^m au-dessus de l'étiage. La fondation de la culée gauche fut effectuée sur pilotis; son fond se trouve à deux niveaux différents: celui vers la rivière à 3,65^m au-dessous de l'étiage sur une longueur de 7,70^m, l'autre à 2,75^m. La plus grande profondeur de la fondation de la culée droite atteint 25,70^m au-dessous des rails, celle de la culée gauche 27,85^m.

Pour éviter le dégravolement au fond de la rivière près des culées, on a

muni celles-ci d'embrochements réguliers de dimensions différentes. Ainsi l'embrochement qui protège la culée droite a une section semblable à un trapèze, s'avancant sur une distance de 13 mètres vers le fond de la rivière, et a une hauteur de 3,30^m. Celui qui protège la culée gauche a une section quadrilatérale, se dirige sur 12 mètres de longueur vers le lit de la rivière, et sa hauteur est de 4,50^m. A l'extrémité de ce dernier embrochement on a enfoncé un contre-pilotage d'une largeur de 5,40^m qui fut rempli de pierres, et relié par des longrines à deux files de pilotis, dont l'espacement atteint 1,50^m; la première rangée de ces pilotis a été enfoncée en contact avec la maçonnerie de fondation. Ce contre-pilotage est aussi protégé par un embrochement, dont la base se trouve à 5,00^m au-dessous de l'étiage. Deux semblables files de pilotis, protégées également jusqu'à la hauteur de 2,00^m par les mêmes mesures de précaution que les précédentes, furent enfoncées de deux côtés de la culée.

Pendant les travaux de fondation étaient occupés simultanément près de 4000 ouvriers.

Maçonnerie.

La maçonnerie de fondation fut exécutée en béton jusqu'à 2,25^m au-dessous de l'étiage, et celle de superfondation des piles et culées en moëllons (hourdage) gagnés d'un rocher très-dur se trouvant dans les environs de la ville de Samara à 130 kilomètres des chantiers. De temps en temps, et dans certains intervalles, on posait sur le béton et le moëllon une couche de granit de Finlande; du même granit ont été exécutés les brise-glace et revêtus les piles et les culées.

Vu la grande différence altimétrique entre l'étiage et les hautes eaux, on a donné aux brise-glace une hauteur de 11,52^m; leur base a été placée à 2,133^m au-dessous de l'étiage; par conséquent ils s'encastrent dans les piles à 9,387^m au-dessous de ce niveau, ou à 17,02^m au-dessous des rails.

Le tableau suivant donne les dimensions des piles.

	A la base des piles	Au sommet des brise-glaces	Au sommet des piles
Longueur	23,37 ^m	8,45 ^m	8,10 ^m
Largeur	6,10	4,39	4,05

La confection de la maçonnerie a exigé 42,900 mètres cubes de béton et 11500 mètres cubes de granit.

Mortier.

Pour le mortier on s'est servi du ciment Portland de Novorossiïsk; il a été confectionné de la manière suivante. Pour le béton: une partie de ciment et trois de sable; dans les brise-glace et le revêtement: une partie de ciment et deux de sable, et dans certain cas particulier du ciment seul sans aucun mélange.

Des soins et des essais tout particuliers furent employés et effectués par le gouvernement par rapport au ciment. Pour celui sans mélange le gouvernement avait fixé une résistance à l'écrasement de 25 kilogrammes par centimètre carré, savoir, après 7 jours depuis son gâchage et après avoir été resté 6 jours sous l'eau et un

jour à l'air. Pour le mortier confectionné avec une partie de ciment et trois de sable, le gouvernement fixa, sous les mêmes conditions, une résistance de 4 kilogrammes par centimètre carré, et celle de 5,70 kilogrammes pour le mortier également confectionné, mais après 28 jours depuis son gâchage, dont 27 sous l'eau et un jour à l'air.

La préparation du sable normal, c'est-à-dire de celui employé dans le gâchage des mortiers, a eû lieu de la manière suivante. On fit d'abord passer le sablon naturel à travers trois tamis qui avaient 64, 121 et 225 mailles par centimètre carré. On écarta ensuite les grains adhérents au tamis de 64 mailles et ceux qui passaient celui de 225 mailles; le mélange en égales parties des résidus aux tamis de 121 et 225 mailles formait le sable normal.

La quantité d'eau employée dans le gâchage atteignait 50% du poids du ciment. Pour la confection des mortiers en été employés 12000 mètres cubes de ciment.

Superstructure.

Le pont compte treize travées d'égale portée, c'est-à-dire chacune a une longueur de 110,948^m, prises entre les axes des montants verticaux extrêmes.

Toutes les fermes sont établies d'après le système de doubles montants et tirants dans les premiers neuf panneaux, tandis que dans la partie centrale, où se développent les efforts par les charges roulantes, on y a disposé aussi des doubles contre-tirants. Puisque la hauteur des fermes atteint à peu près deux fois et demie la longueur des panneaux, les tirants et contre-tirants croisent les montants en deux points qui sont également espacés entre eux. Leur inclinaison est approximativement de 40 degrés.

Les semelles conservent le parallélisme, parti qui, bien que manifestant son infériorité au point de vue de l'économie de la matière, offre beaucoup plus de commodité pour l'exécution et le montage, et compense suffisamment par cet avantage cette infériorité.

Le tableau suivant donne les éléments principaux de chaque travée.

Espacement	} des fermes	. . . . .	6,453 ^m
Hauteur		. . . . .	11,430 ^m
Rapport de la hauteur à la portée		. . . . .	1:9,7
Nombre	} des panneaux	. . . . .	25
Longueur		. . . . .	4,40 ^m

Pour pouvoir donner aux pièces métalliques composant chaque ferme une résistance en rapport avec les efforts considérables qu'elles ont à supporter, on a dû recourir à certaines dispositions spéciales qui sont représentées par les planches qui suivent. La fig. 1 présente l'élévation latérale de la moitié d'une travée, tandis que les fig. 2, 3, 4, 5 et 6 donnent les détails et les dimensions des montants, et les fig. 7, 8 et 9 quelques détails des assemblages des tirants avec les montants et les semelles. Les formes et la composition de ces dernières sont représentées par la fig. 10.

Dans la fig. 11 on voit les formes et les diverses dimensions des tirants et des contre-tirants; il suffit donc de remarquer ici que la hauteur des tirants dans les premiers neuf panneaux (comptés de l'extrémité) diminue en allant vers le milieu de la travée, tandis que celle des autres tirants et des contre-tirants reste constamment presque la même.

Les formes et les dimensions des poteaux, qui constituent les montants, sont représentées par la fig. 13.

A cause de leur grande hauteur, les fermes avaient besoin d'un contreventement transversal très-énergique. A cet effet on a divisé leur hauteur totale en deux parties; l'une, de 7,87^m, reste libre pour le passage des trains, l'autre, de 3,56^m, est contreventée verticalement par les systèmes qu'indiquent les fig. 3, 4 et 5; la fig. 14 donne les diagrammes du contreventement horizontal, les formes et les dimensions des croisillons de celui-ci, et en outre les diamètres des rivets, tandis que le fig. 15 et 16 représentent quelques détails des contreventements horizontaux.

Le tablier de la voie est formé par des entretoises à double T, reliées longitudinalement par deux cours de longrines supportant les traverses de 4,88^m de longueur, sur lesquelles sont fixés les rails. Les traverses sont clouées à des cornières disposées l'une vis-à-vis de l'autre.

Les fig. 17 et 18 représentent les supports des fermes. Chaque ferme est supportée à l'une de ses extrémités par un coussinet à bascule fixe, se tournant autour d'un cylindre à la moindre manifestation des flexions dans la ferme, tandis que, pour que celle-ci puisse obéir librement aux variations de température (— 29 à + 21 degrés), elle est supportée à l'autre extrémité par des galets de dilatation, auxquels on a donné la forme d'un secteur en correspondance aux oscillations de fait. Cette forme, en permettant de rapprocher et multiplier le nombre des appuis, a donné de très-bons résultats. Il est encore à remarquer, qu'on a appliqué des cartons asphaltés entre la maçonnerie et la plate-bande des supports.

Chaque travée a un poids de 524,16 tonnes; le poids total de la superstructure, qui a été confectionnée par la *Société Anonyme des Hauts Fourneaux* en Belgique,*) atteint donc le chiffre de 6814 tonnes, c'est-à-dire 4724,4 kilogrammes par mètre courant.**)

Le cahier de charge fixait dans les épreuves des pièces métalliques un effort de tension de 33 kilogrammes par millimètre carré, et un allongement de 8% au moment de la rupture.

Montage.

Beaucoup d'intérêt offre le système adopté dans le montage de la superstructure, d'après l'idée de l'ingénieur en chef, M. Bérésine, et couronné du plus grand succès.

Voulant éviter, vu la grande portée des fermes, les échafaudages trop compliqués et bien coûteux, lesquels en outre auraient créés, dans une mesure plus ou moins large, des obstacles à la navigation, le susdit ingénieur en chef songea de profiter à cet effet de la hauteur de la rive droite. Dans ce but il fit construire sur celle-ci une plate-forme stable en bois, dont le plancher coïncidait avec le niveau de

*) Je dois remarquer ici qu'aussi sous ce rapport la Russie a su s'émanciper de la fabrication étrangère. Je citerai seulement que le matériel de la superstructure du grand pont sur le Dniéper (chemin de fer de l'état) près de Yékatérinoslaw — livré au service public le 18 Mai 1884 — fut fourni et monté par l'usine nationale de Briansk.

**) La superstructure du pont sur le Holland Diep en Hollande, dont les semelles supérieures sont établies en arc de cercle, a un poids de 4285,7 kilogrammes par mètre courant.

la rive. Sur cette plate-forme (A fig. 33) furent composées toutes les fermes et rangées l'une à côté de l'autre, tandis que deux ailes (B), bâties dans la rivière et dont le sommet atteignait le plancher de la plate-forme, servirent pour l'embarquement des fermes. Sept pontons flottants, chacun d'une longueur de 46,95^m et d'une largeur de 8,53^m, et reliés entre eux, supportaient un robuste échafaudage en bois d'une longueur de 76,50^m et d'une largeur de 12,00^m, sur lequel reposait une plate-forme, dont le plancher était quelque peu plus élevé que le plan de la plate-forme stable.

Cet échafaudage, qui servait pour le transport des fermes, avait une hauteur de 24,38^m.

Chaque ponton était muni de deux pompes mises en action par un locomobile monté sur le ponton central, et reliées à celui-ci par des cordes goudronnées. Les pompes avaient des cylindres horizontaux d'une longueur de 0,46^m et un diamètre de 0,38^m; le piston à disque oscillant était muni de soupapes. Pour changer le mouvement de rotation du locomobile en celui d'oscillation des pompes, on se servit de la combinaison donnée par la fig. 32. Les pompes, mises en communication entre elles par un système de cordes en fil de fer et une bascule de cloche, travaillaient toutes simultanément.

Il est inutile d'accentuer que le transport et l'embarquement d'un poids aussi considérable, que celui de chaque ferme, ont exigé des précautions spéciales. D'abord on a construit l'échafaudage mobile aussi solide que possible; sur la plate-forme stable ont été posées vingt-six lignes de rails d'une hauteur de 102 millimètres, dont l'écartement singlé était égal à l'espacement d'axe en axe des montants verticaux. Sur les deux ailes, lesquelles, comme il en était dit plus haut, formaient la place d'embarquement des fermes, on avait posé seulement quatre lignes de rails d'égal écartement. Ayant placé une draisine (Fig. 34 et 35) au-dessous de chaque montant vertical, on distribuait par là le poids d'une ferme sur cinquante-deux draisines, et en le faisant rouler sur les rails de la plate-forme stable, on faisait avancer la ferme jusqu'à l'extrémité de la plate-forme. Cette opération eût lieu à l'aide de huit treuils, dont quatre étaient placés à l'extrémité des ailes, et manoeuvré chacun par quatre ouvriers.

Les draisines avaient une longueur de 838^{mm} une largeur de 356^{mm} et une hauteur de 317^{mm} et elles étaient pourvues, à l'endroit où reposaient les montants, d'un plancher présentant une épaisseur de 32^{mm}. Pour obtenir une diminution de leurs poids, on laissait pratiquer un trou de 254^{mm} de diamètre dans l'axe de draisines. (Fig. 34.) Arrivées à l'extrémité de la plate-forme stable, les draisines centrales étaient enlevées et puis disposées en groupes de trois au-dessous des quatre montants extrêmes. La ferme, reposant par cela sur quarante-huit draisines, était ensuite dirigée le long de deux ailes avec une vitesse de 0,61^m par minute y compris les pauses. Après que l'échafaudage mobile fut conduit devant les deux ailes, on le faisait quelque peu submerger en introduisant de l'eau dans la cale des pontons et entrer ensuite dans l'espace formé par les ailes, où il fut amarré de la manière à pouvoir recevoir la ferme symétriquement par rapport à sa longueur. En épuisant après l'eau des pontons par les pompes, l'on faisait monter doucement l'échafaudage et soulever en même temps la ferme qui reposait sur les rails des deux ailes. La ferme étant de 34^m plus longue que l'échafaudage, et présentant par conséquent, après être recue par celui-ci, un surplomb de 17^m à chacune de ses côtés, l'on a dû, pour éviter toute flexion, faire soutenir les extrémités de la ferme par des arbalétriers en bois encastrés dans l'échafaudage.

Une fois que la ferme était chargée par la manière ci-dessus sur l'échafaudage mobile, celui-ci fut remorqué par trois puissants remorqueurs, et placé en juste lieu entre deux piles. Après quoi en faisant submerger successivement les pontons par l'introduction de l'eau dans leurs cales, on effectuait par là doucement la mise des fermes en leurs places fixées sur les piles.

Toute cette opération exigea 10 à 12 heures de temps, et notamment: 2 à 3 heures pour la pose de la ferme sur les draisines et son transport le long de la plate-forme stable, 4 à 5 heures pour soulever la ferme sur l'échafaudage mobile, 2 à 3 heures pour remorquer et amarrer ce dernier en juste lieu, et une heure pour faire poser la ferme sur les piles.

Ce simple et ingénieux système de montage réussit si bien, qu'on n'a pas eu besoin de soulever aucune des fermes une seconde fois.

Durée des travaux, épreuves et ouverture du pont.

Les travaux furent complètement achevés à la moitié d'Août 1880; on y a donc employé quatre ans.

Vers les derniers jours de ce mois-là, une commission du gouvernement se rendit sur le lieu pour examiner le pont et en effectuer les épreuves d'usage.

On distribua d'abord un poids mort de six pesantes locomotives de 71800 kilogrammes sur chaque travée, et on le laissa graviter pendant 14 heures sur la voie. D'après les observations faites, on eût à constater une flexion totale de 1:2189, une flexion élastique de 1:2575, et une flexion fixe de 1:25937 dans chaque travée; les valeurs absolues en centimètres sont: 4,97, 4,24 et 0,42. La flexion fixe s'est manifestée donc bien minime.

L'épreuve pour le poids roulant eût lieu par un train composé de trois locomotives et vingt-sept waggons à charge complète, qui parcourut plusieurs fois le long du pont avec une vitesse de 30 kilomètres. La flexion constatée présentait le rapport de 1:2769, c'est-à-dire 3,94 centimètres; les oscillations latérales se manifestèrent très-minimes.

Ayant reconnu satisfaisantes sous tout égard ces épreuves, auxquelles a bien voulu assister S. E. M.^r le ministre des voies de communications, accompagné du chef du département des chemins de fer, M.^r Iourawsky, et de l'inspecteur central, M.^r Klewetzky, et constaté également l'excellente qualité du fer et le montage exceptionnel, on donna à l'oeuvre majestueuse, en commémoration du 25.^e anniversaire du règne de feu l'empereur Alexandre II, le nom de *Pont Alexandrowsky*.

Le pont fut livré au service public le 30 Août 1880, et ainsi la ville et la province d'Orenbourg furent raccordées directement et promptement avec le réseau des chemins de fer de l'Empire et de toute l'Europe.

Prix de revient.

Tous les travaux exigèrent 18,920.000 francs, soit 12.743 francs par mètre courant. Le tableau ci-après donne quelques détails sur le prix de revient.

N.º d'ordre	TITRES	Mètres courants	Par mètre courant	Par kilogramme	Mètres cubes	Par mètre cube	Frais totaux	En % du prix de revient
			francs			francs	francs	
1	Expropriation et indemnité pour l'occupation de terrains .....	.	.	.	.	.	650.000	3,44
2	Infrastructure .....	.	.	.	54,400	181,62	9,880.000	52,22
3	Superstructure	1442,31	4382	0,913	.	.	6,320.000	33,40
4	Chantiers, échafaudages, appareils, etc.....	.	.	.	.	.	1,000.000	5,28
5	Frais de régie .....	.	.	.	.	.	1,070.000	5,66
	Total...	.	.	.	.	.	18,920.000	100

Le prix de revient est donc bien loin d'être exagéré; au contraire il reste encore beaucoup au-dessous du celui de plusieurs ponts de grande portée construits en Europe et en Amérique. A cet égard on peut faire une comparaison directe entre le pont sur le Volga et celui sur le Holland Diep, car ce dernier par sa longueur, le nombre et la portée des ouvertures, ainsi que par le nombre des voies présente beaucoup d'analogies avec celui sur le Volga. (Voir le tableau comparatif). Si l'on prend encore en considération, que dans les fondations de celui-ci on a dû lutter avec des énormes difficultés et obstacles; que toutes ses piles ont été fondées par l'air comprimé, tandis que au pont sur le Holland Diep seulement trois piles on été fondées par le même et bien coûteux système; et que les piles du premier sont plus de trois fois plus hautes que celles du pont véritablement imposant sur le Holland Diep, on ne saurait manquer d'acquiescer à l'instant la conviction, que dans l'érection du pont sur le Volga on a su concilier la solidité avec l'économie.

Enfin je mentionnerai tous ceux qui ont coopéré à donner à la Russie une oeuvre monumentale, qui par sa longueur occupe le premier rang sur le continent européen, le troisième dans toute l'Europe, et le sixième dans le monde entier, et qui formera à jamais une nouvelle gloire de la nation russe et des ses ingénieurs.

En premier lieu je dois faire mention de S. E. le ministre de voies de communications, M.^r de Possiet, à l'esprit illuminé et à l'énergie duquel est due non-seulement l'initiative de la grande oeuvre, mais encore le temps relativement court durant lequel elle fut achevée. Les visites périodiques et répétées faites par lui sur les lieux des travaux, et les encouragements prodigués à tous ceux qu'y étaient occupés, contribuèrent hautement à la célérité et à la bonne issue des travaux.

Le projet est dû à M.^r Beleboubsky, professeur à l'école impériale polytechnique de St. Pétersbourg, et qui est auteur aussi du projet du grand pont sur le Dniéper près de Yékatérinoslav; l'ingénieur-capitaine M.^r Bérésine était préposé à la direction des travaux; l'ingénieur civil M.^r Kroneberg fonctionnait comme inspecteur du gouvernement.

La superstructure et le montage furent adjugés à l'ingénieur civil M.^r Mikhaïlowsky, les travaux de fondation et la maçonnerie aux ingénieurs civils M.^{rs} Rayner et Knorre.

PONT SUR LE VOLGA PRÈS DE BATRAKI.

CHEMIN DE FER ORENBourg-BATRAKI EN RUSSIE.

Fig. 1.

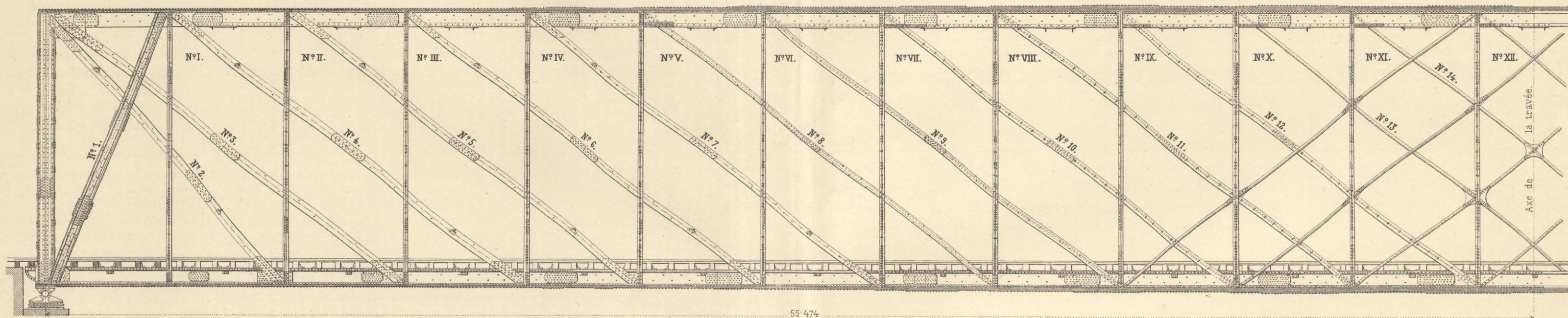


Fig. 15.

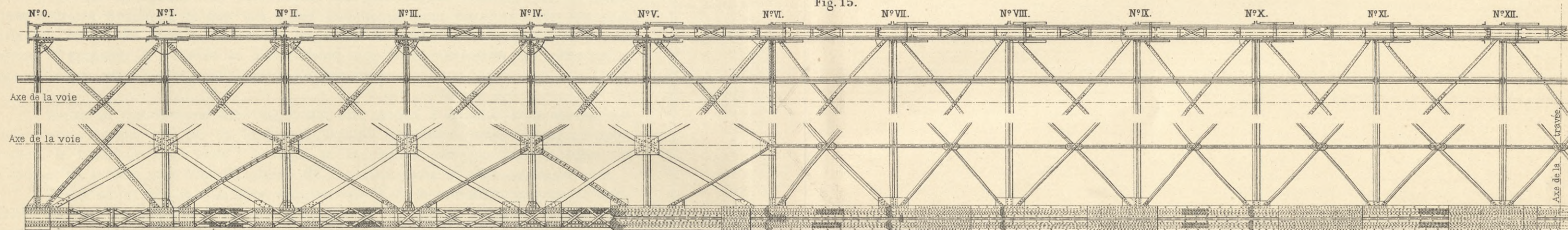


Fig. 16.

Fig. 9.

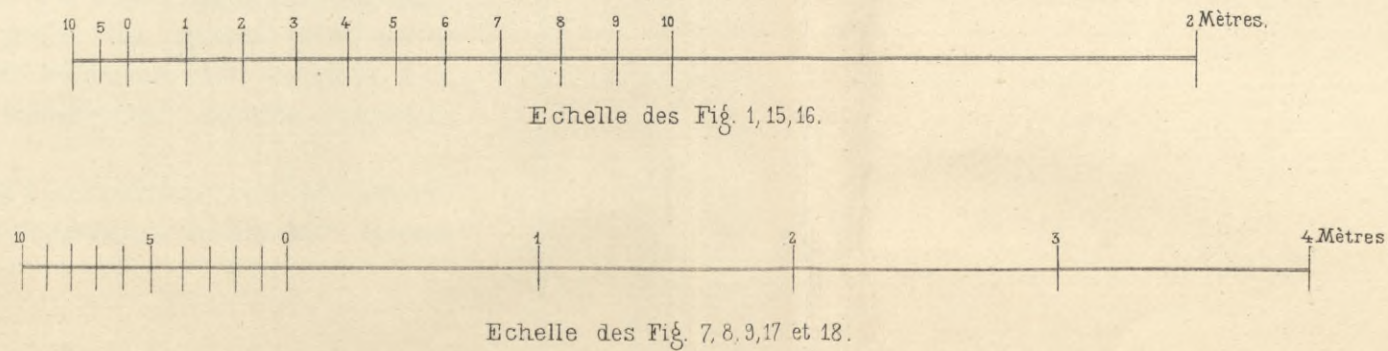
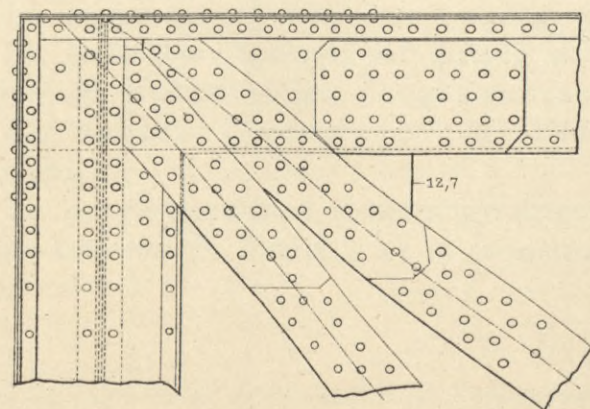


Fig. 8.

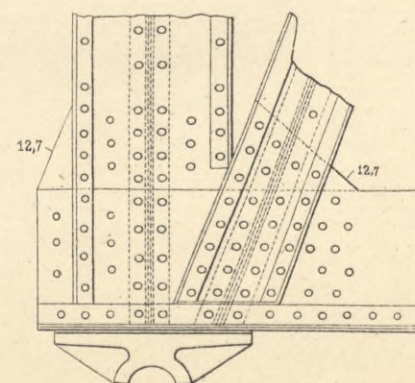
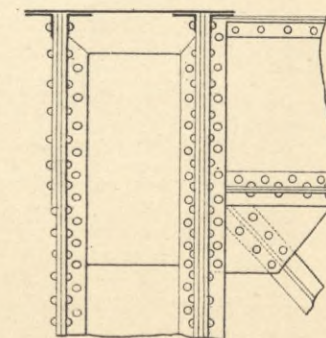


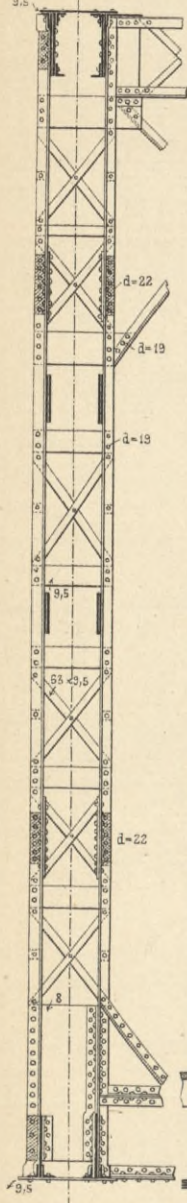
Fig. 7.



PONT SUR LE VOLGA PRÈS DE BATRAKI.

CHEMIN DE FER ORENBourg-BATRAKI EN RUSSIE.

Fig. 2.
Montant N°1.



Montants
N° 6, 8, 10.

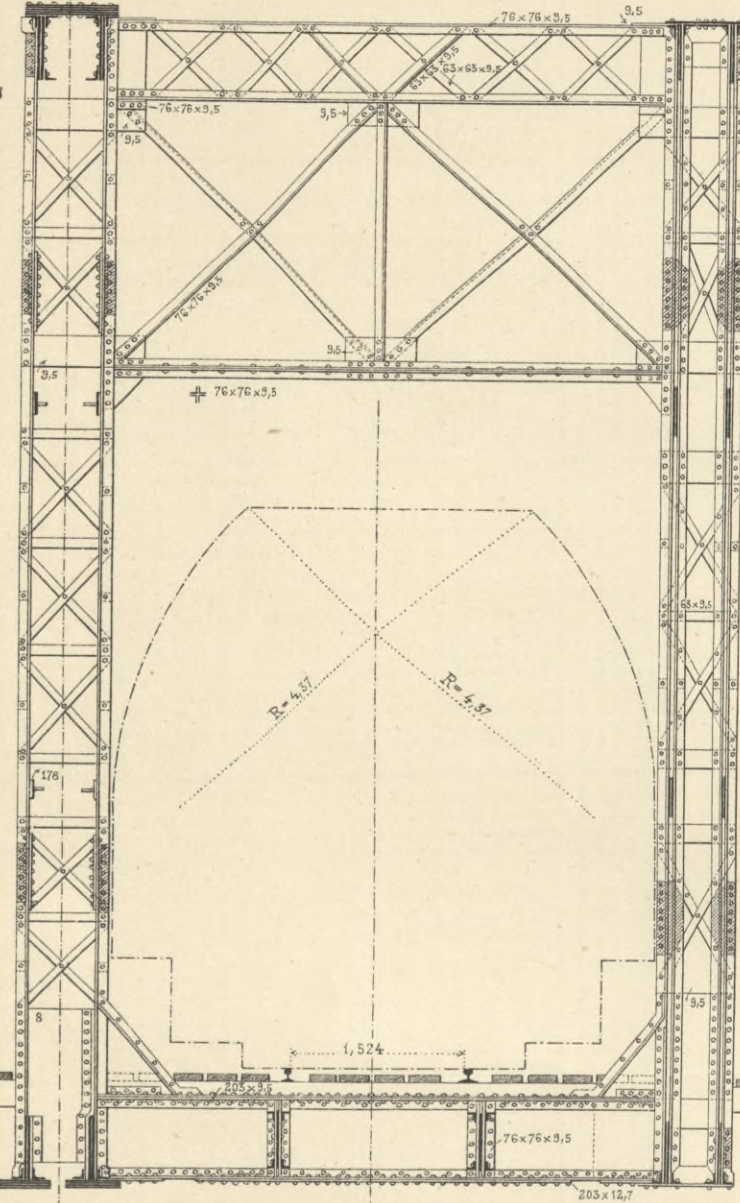


Fig. 3.
Fermes transversales.
N° 2, 4, 6, 8, 10, 12.

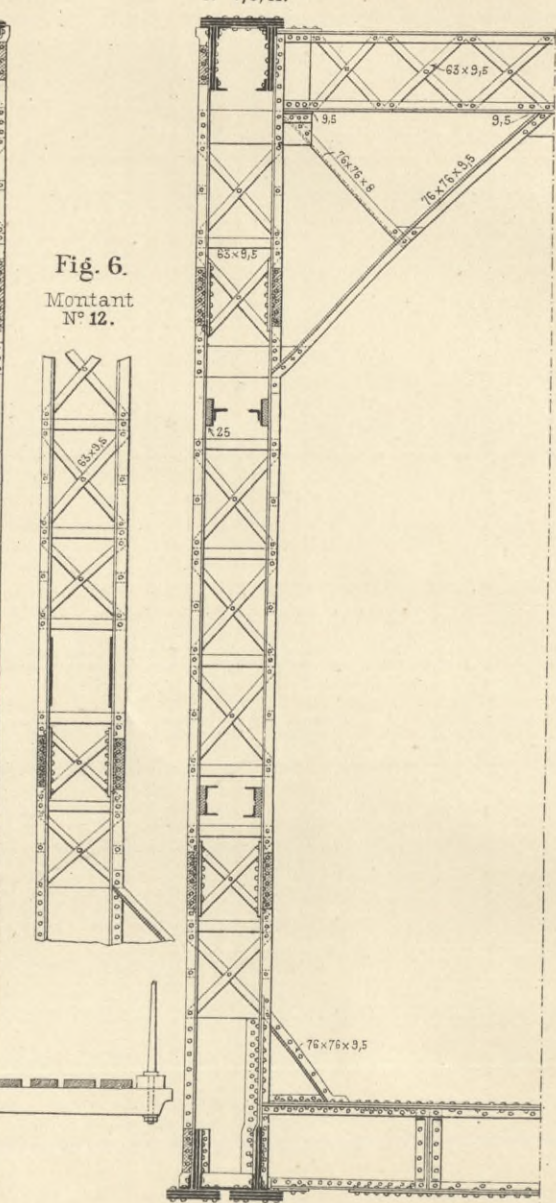


Fig. 4.
Fermes transversales.
Montants N° 7, 9, 11.

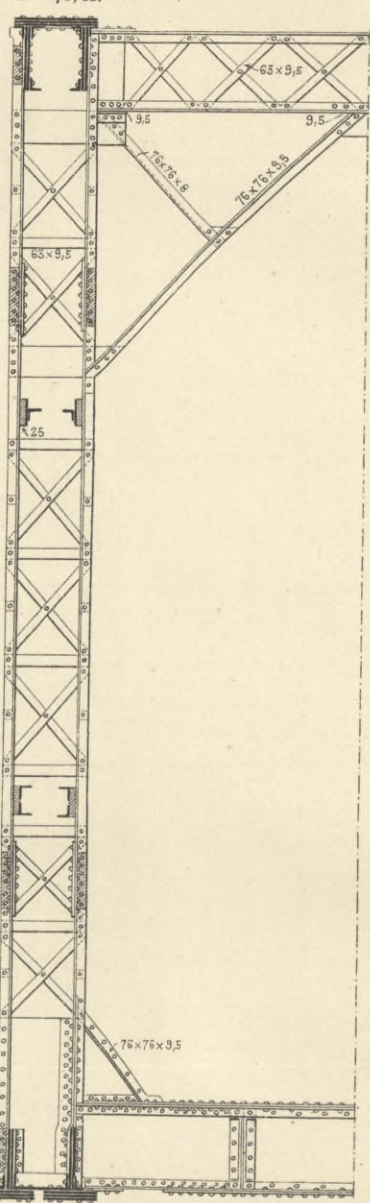


Fig. 6.
Montant N° 12.

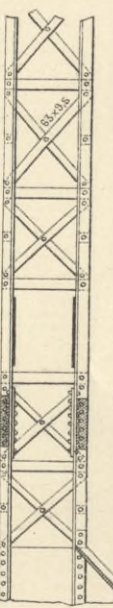


Fig. 5.
Coupe
de l'extrémité d'une travée. Elévation

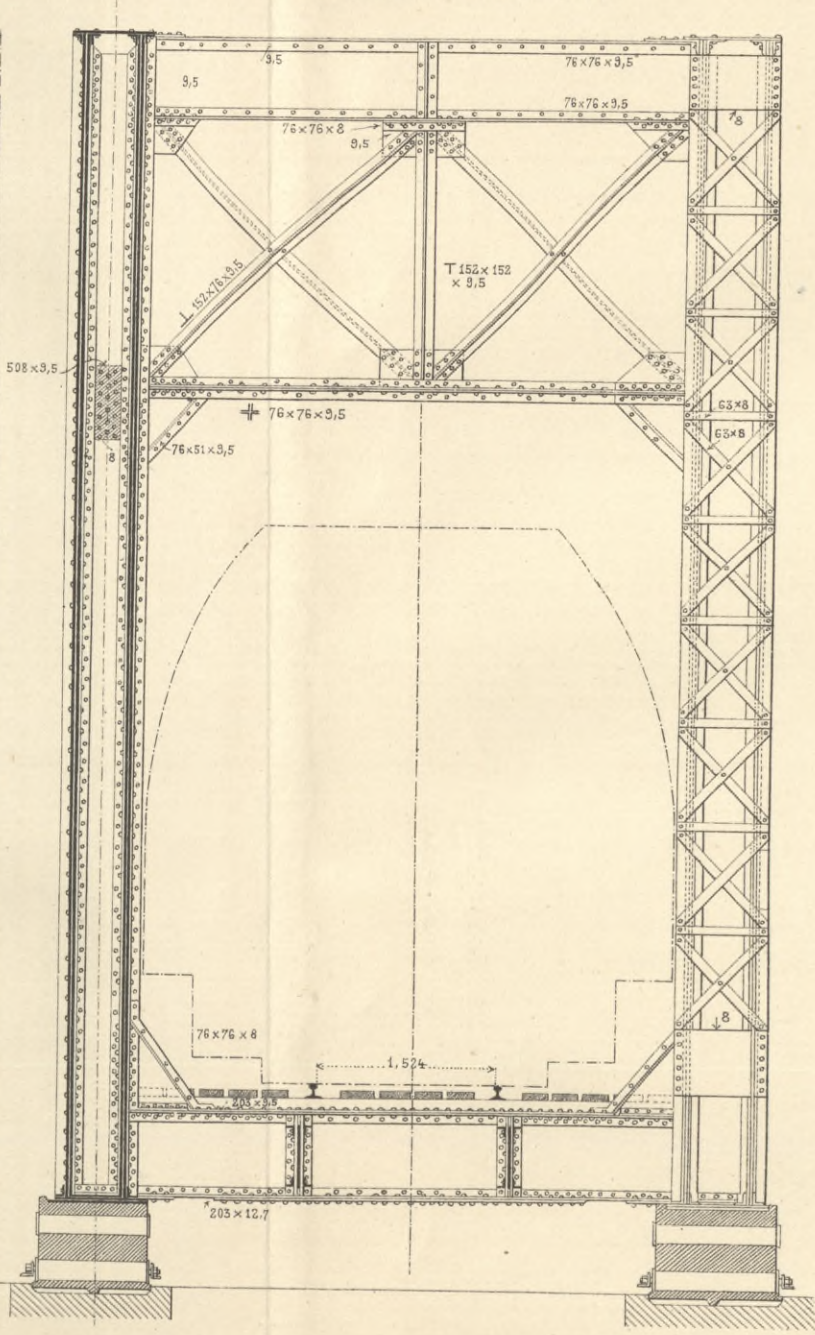


Fig. 28.

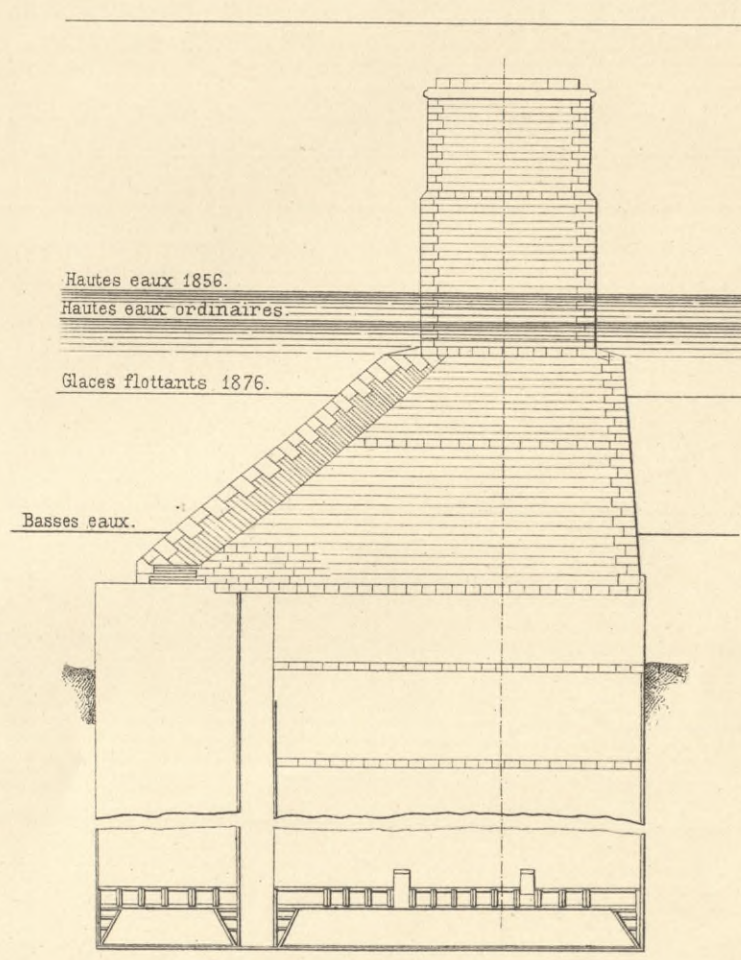


Fig. 29.

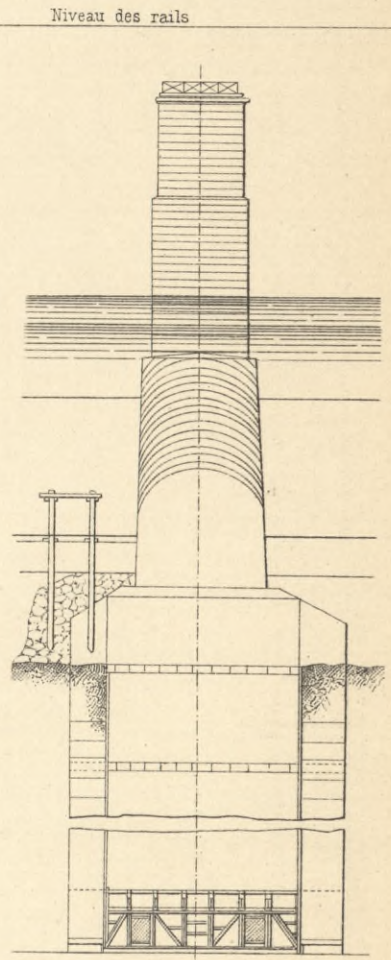


Fig. 30.

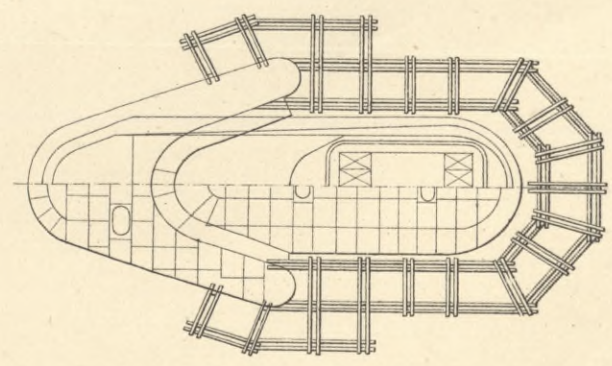
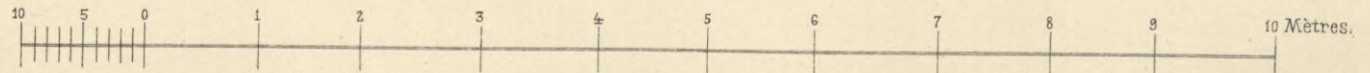
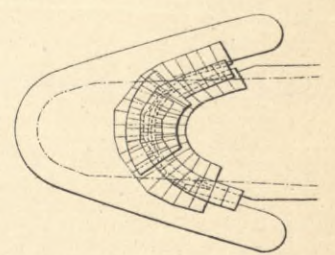


Fig. 31.



Echelle des Fig. 2-6.



Echelle des Fig. 19-31.

PONT SUR LE VOLGA PRÈS DE BATRAKI. CHEMIN DE FER ORENBourg-BATRAKI EN RUSSIE.

Fig. 10.

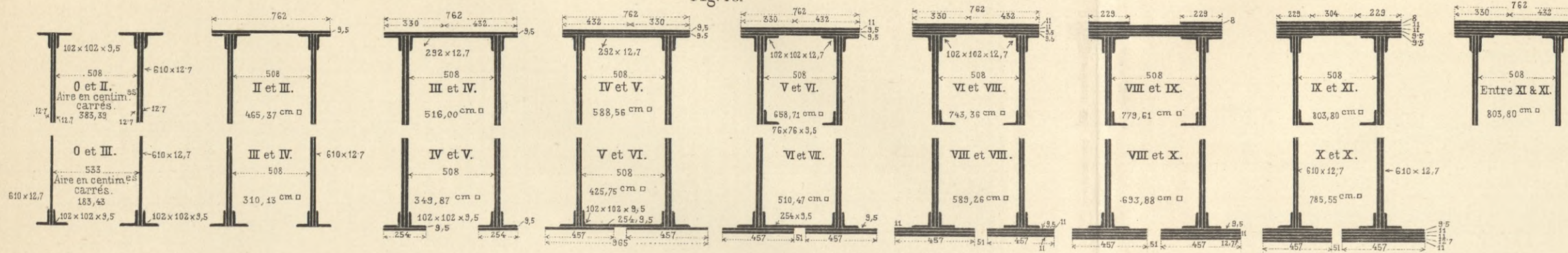


Fig. 11.

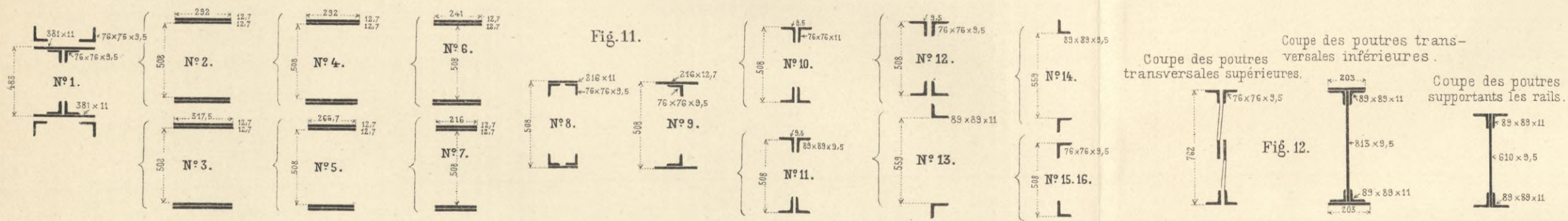


Fig. 14. Contreventement horizontal supérieur.

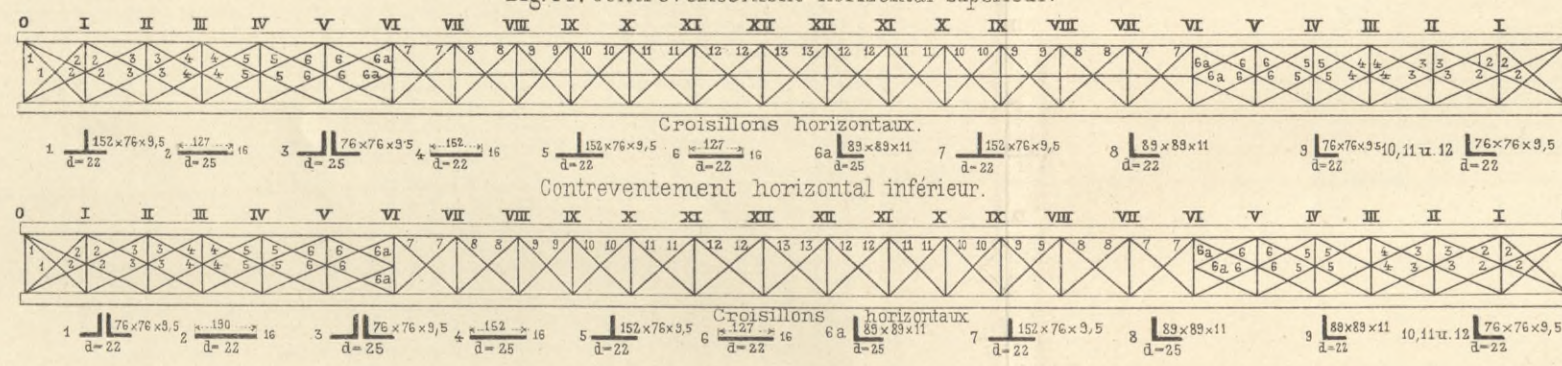


Fig. 17.

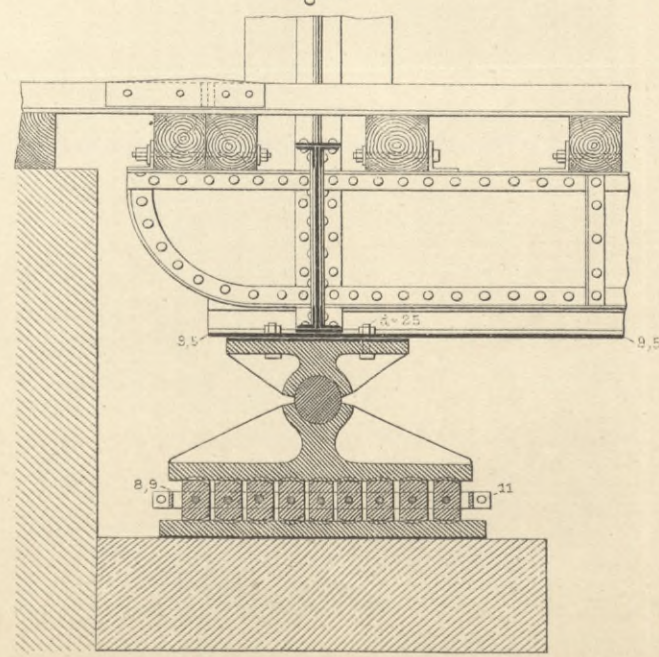


Fig. 18.

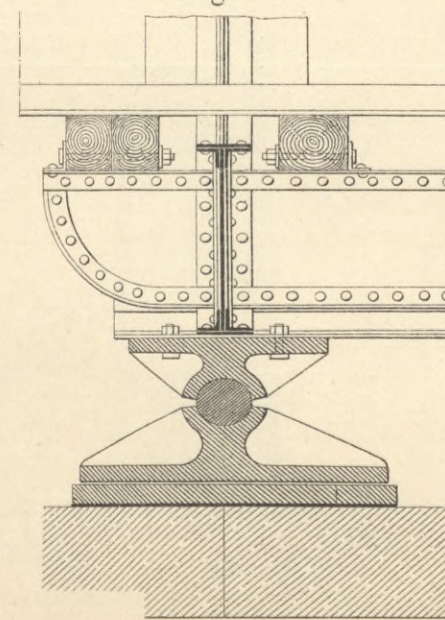


Fig. 25.

Elévations d'une pile.

Fig. 26.

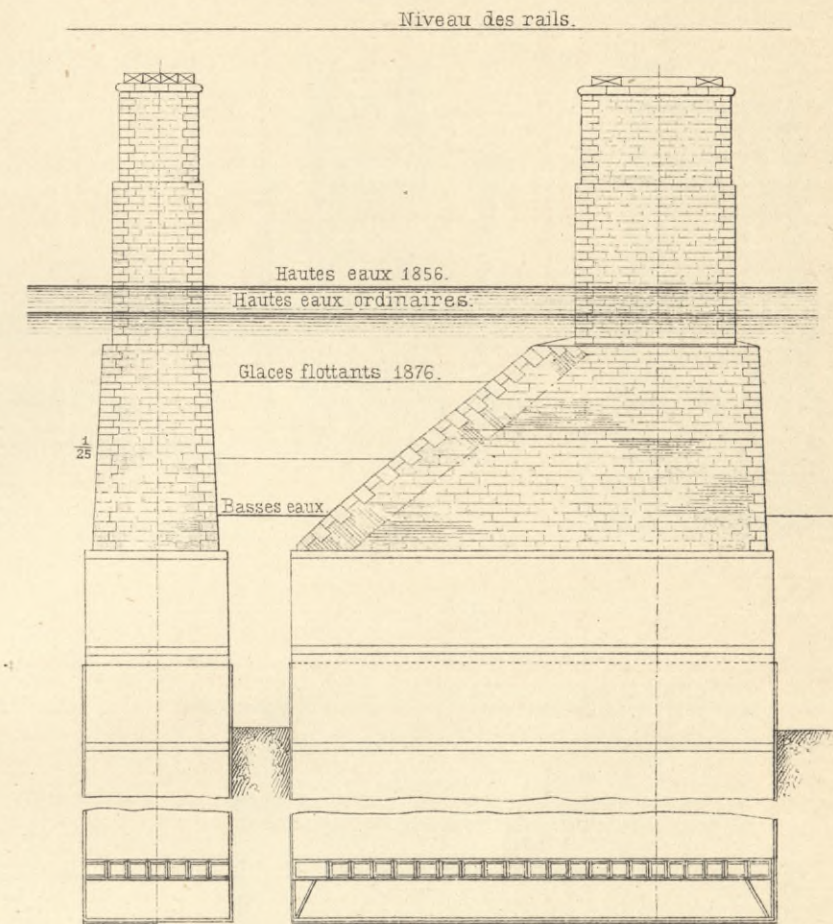


Fig. 27.

Jchnographie d'une pile.

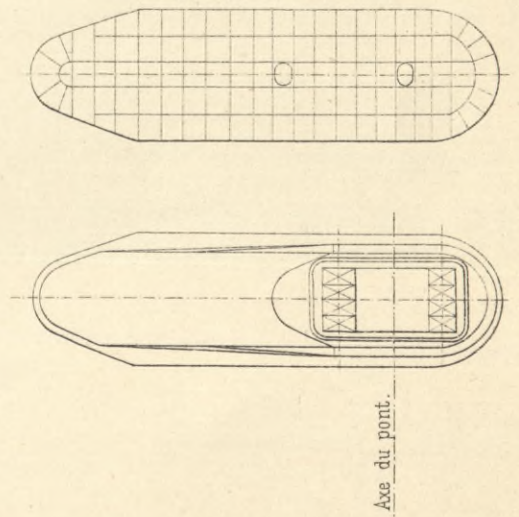


Fig. 32.

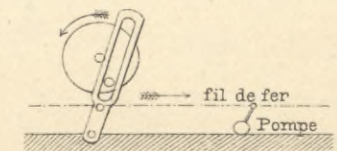
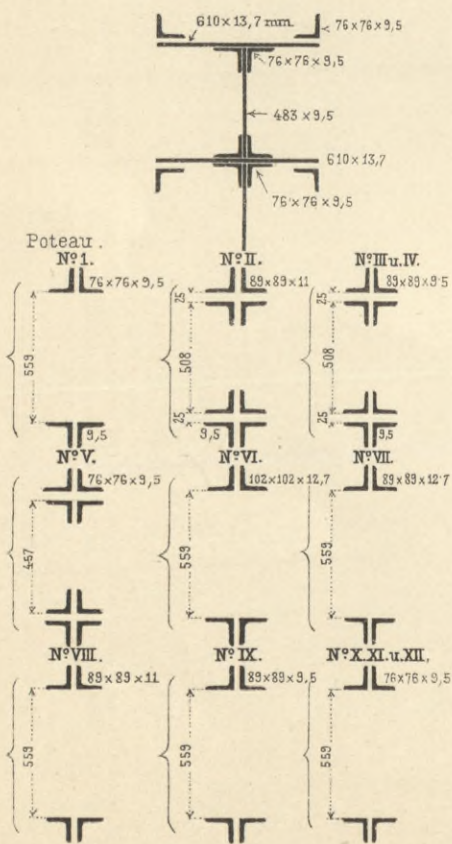


Fig. 13. Poteaux aux extrémités des travées.



PONT SUR LE VOLGA PRÈS DE BATRAKI. CHEMIN DE FER ORENBourg-BATRAKI EN RUSSIE.

Fig. 20.

Coupe de la culée droite suivant l'axe du pont.

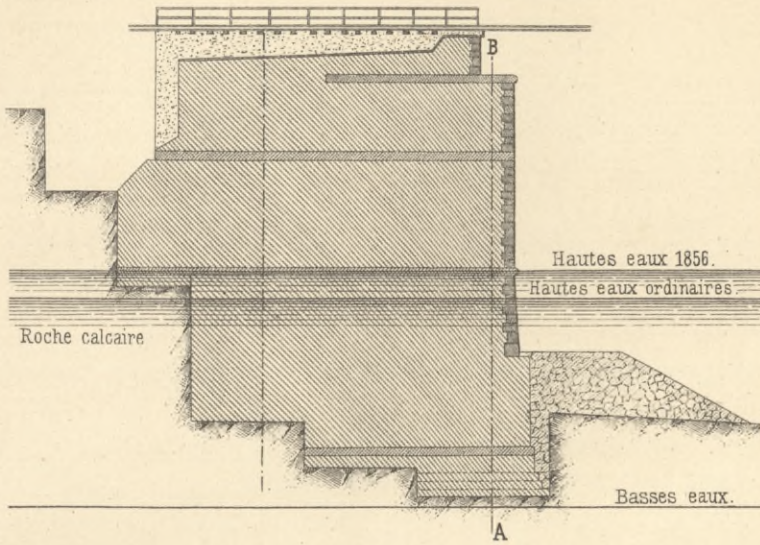


Fig. 21.

Coupe suivant CD.

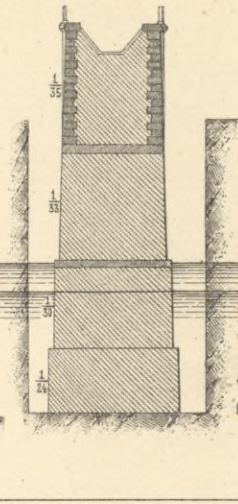


Fig. 22.

Coupe transversale de la culée droite.

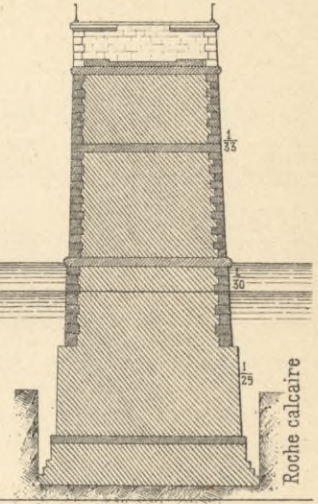


Fig. 23.

Coupe suivant EF.

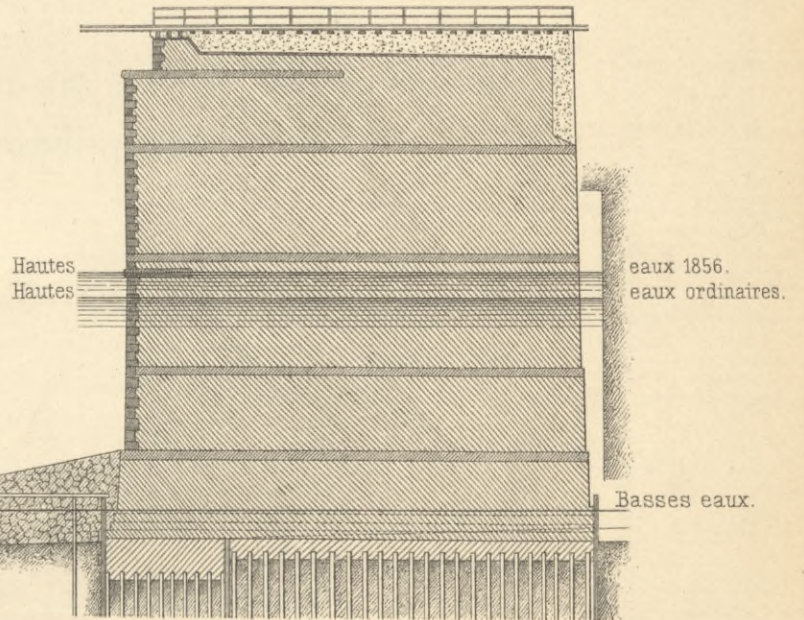


Fig. 19.

Jchnographie de la culée gauche.

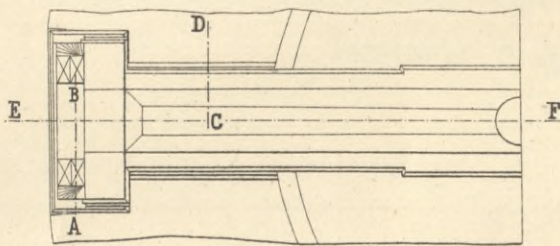


Fig. 24.

Coupe suivant AB et CD.

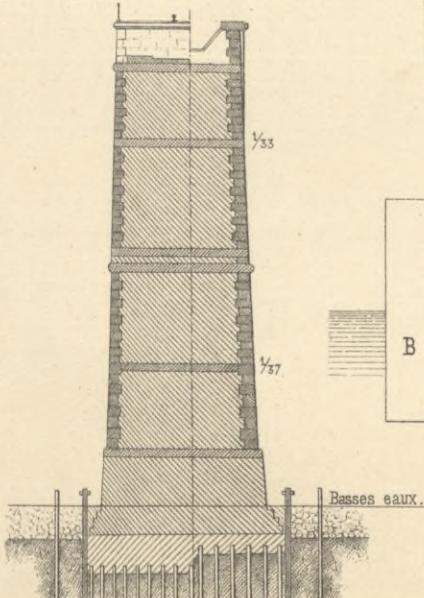


Fig. 33.

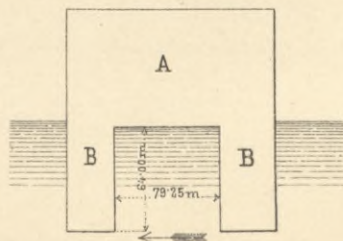


Fig. 35.

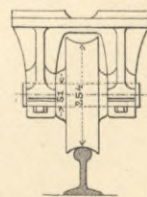
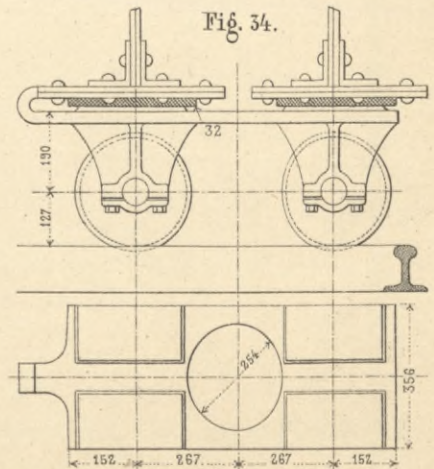


Fig. 34.



Tableau

de quelques ponts métalliques au- delà de 200 mètres de longueur à grande portée.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
2	Sur le Chenab , près de Wuzerabad	De l'état, aux Indes Orientales (Lahore-Peschaver)	2770,02	64	41,20	6,10	22,80
3	Sur le St. Laurent , près de Montréal	Canadien (Montréal-Quebec)	1992,78	1 24	100,58 73,76	18,29	4,50 — 7,00
4	Sur le Forth , près de Queensferry	Du Nord, en Ecosse (Edimbourg-Dundee)	1624,58	2 2 1 2	518,16 205,74 82,30 47,24	64,00	3,00 — 21,30
5	Sur l' Ohio à Louisville, dit <i>Ohio Falls Bridge</i>	Cincinnati-Louisville	1606,71	1 1 1 6 2 2 5 5 1 2	119,00 109,85 79,20 ^{a)} 71,88 66,24 61,05 51,90 42,63 29,33 12,25	30,96	1,50 — 2,20
6	Sur le Volga , près de Batraki	Orenbourg-Batraki	1484,72	13	106,59	24,47	9,00 — 18,00
7	Sur le Holland Diep , près de Moerdyk	De l'état, aux Pays-Bas (Zwaluwe-Willemsdorp)	1479,00	14	100,00	7,61	18,80 - 23,32 ^{a)} 7,72

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
En grande partie par l'air comprimé	8,84	deux	En construction	16,350.000 ^{c)}	5000	a) Semelles supérieures en arc parabolique. b) Poutres en arc. Toutes les autres semelles droites. c) Frais d'après le devis. Le pont a aussi 4 ouvertures avec des voûtes en maçonnerie, dont une de 15 m. et les autres de 19,28 m. de portée.
	5,03					
	3,96					
	2,44					
Sur puits enfoncés	4,05	une	50	10,200.000	3682	Poutres en treillis. Voie étroite.
Doubles batardeaux	6,85 5,78	une	48	31,250.000	15764	Poutres tubulaires. Les accès sont formés par deux remblais de 376 et 241 mètres de longueur.
Batardeaux et par l'air comprimé	106,68 ^{a)} 15,24 ^{b)}	deux	En construction	40,000.000 ^{c)}	16234	Poutres- consoles (<i>Cantilever</i>) a) Sur les piles. b) Les deux travées centrales et aux extrémités des <i>cantilevers</i> . c) Y compris les deux viaducs d'accès (piliers en maçonnerie) qui ont une longueur de 839,42 m. avec 14 ouvertures de 51,20 m. et 6 de 15,24 m. de portée.
A sec pendant les basses eaux	14,04 14,04 7,50 9,15 7,50 7,50 7,00 ^{b)} 6,25 4,80 3,00	une	36	8,250.000	5135	Les deux grandes travées présentent un système triangulaire sans intersections. Toutes les autres sont établies d'après le système Fink. a) Double travée tournante système Warren. b) Au milieu des travées. Voie des grandes travées sur le tablier inférieur, des petites travées sur les poutres.
Les piles par l'air comprimé, une culée sur pilotis et plateforme, l'autre directement sur le rocher	13,05	une	48	18,920.000	12743	L'accès à la rive gauche est formé par un remblai d'une longueur de 8400 m. et d'une hauteur moyenne de 11,50 m.
Trois piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur massifs de béton soutenus par des pilotis et entourés des palplanches	12,16 ^{b)} 6,02 ^{c)}	une	46	9,703.500	6624	Les poutres présentent un système simple de montants et de tirants du deuxième ordre. Semelles inférieures droites; semelles supérieures en arc de cercle. Voie entre les poutres. a) Les piles I, II et III, en comptant de la rive gauche. b) Au milieu c) Aux extrémités } des travées.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
9	Sur le Nerbudda , près de Bharoch	Bombay-Baroda	1428,75	25	53,10	15,85	16,15 — 31,70
10	Sur le Sutley , près de Bahawulpore	De l'état, aux Indes Orientales (Bahawulpore-Multan)	1287,48	16	77,20	9,14	30,48
11	Sur la Vistule , près de Thorn	De l'état, en Prusse (Thorn-Deutsch Eylau)	1272,00	5 1 11	94,16 48,88 34,52	15,00	3,45 — 6,28
12	Sur l' Ohio , près de Parkersbourg	Baltimore-Ohio	1269,77	2 2 1 1 7 7 6 6	106,45 64,96 64,36 ^{a)} 63,74 38,75 30,50 19,20 ^{b)} 18,00	20,25	5,00 — 10,00
13	Sur le Severn , près de Sharpness Point	Berkeley-Lydney	1268,58	2 1 5 13 1	99,67 60,05 ^{a)} 52,12 41,00 40,84	27,00	8,50 — 28,00
14	Sur le Dniéper , près de Yékaterinoslav	De l'état, en Russie (Yásinowataïa-Dolinskaïa)	1248,16	15	79,58	13,86	7,62 — 17,36
15	Sur le Susquehanna à Rockville	Pennsylvanie Central (Philadelphie-Pittsbourg)	1122,30	21 2	46,20 42,85	13,72	—
16	Sur le Gange , a Benares	Benares-Mooradabad	1114,25	7 9	108,50 34,75	20,00	36,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur colonnes en fonte	2,63	une	48	3,487.500	2373	Poutres en treillis. Le tablier supérieur supporte la voie et deux trottoirs, l'inférieur une voie charretière et un trottoir.
Sur colonnes en fonte	5,94	une	50	8,105.900	5673	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Sur puits enfoncés	7,50	une	40	8,471.000	6580	Poutres en treillis.
Sept piles sur pilotis, plateforme et béton entourés de palplanches, les autres sur puits enfoncés	14,12 ^{a)} 6,28 ^{b)}	une	46	6,562.500	5159	Semelles supérieures en arc elliptique. ^{a)} Au milieu ^{b)} Aux extrémités } des poutres. Le pont supporte aussi une voie charretière d'une largeur de 6,26 ^m et deux trottoirs.
Sur caissons sans fond et béton	11,28 7,19 4,12 2,08	une	36	6,400.000	5043	^{a)} Système Bollman. ^{b)} Système Linville. Les abords du pont sont formés par 12 travées métalliques d'une longueur de 130. ^m
Sur colonnes en fonte et à l'aide de l'air comprimé	11,89 6,20 5,89 5,10 4,88	une	48	5,070.000	4000	Semelles supérieures en arc de cercle. ^{a)} Travée tournante. ^{b)} Au milieu des poutres. L'accès Nord est formé par un viaduc en maçonnerie d'une longueur de 120. ^m
La culée droite et la pile N. I par caisson-bâtardeau, la culée gauche et les autres piles à l'aide de l'air comprimé	9,69	une	36	10,266.360	8225	Système de montants et de tirants; contre-tirants dans la partie centrale des fermes. Le tablier supérieur supporte une chaussée et deux trottoirs. Les accès, dont chacun a une longueur de 70,39 ^m sont formés par 3 travées de 21,34 ^m de portée; les semelles inférieures de celles-ci sont établies en arc parabolique.
—	6,00	deux	3	1,488.000 ^{a)}	1326	Système triangulaire avec points de suspension intermédiaires. Reconstruction en fer de la superstructure. ^{a)} Frais de la superstructure.
Sur colonnes en fonte	9,00 3,00	une	48	11,500.000	10320	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi deux trottoirs.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
18	Sur le Miramichi , près de Miramichi	Intercolonial au Canada (Quebeck-Halifax)	1091,30	17	60,09	11,70	14,50
19	Sur l' East River , à New-York	—	1090,30	1 2	486,15 282,46	41,15	15,00 — 24,00
20	Sur le Po , près de Casal-maggiore	De l'état, de la Haute Italie (Parma-Brescia)	1085,00	15 2	64,20 53,40	9,31	20,00 — 26,00
21	Sur le Dniepér , près de Kiew	Koursk-Kiew	1082,45	12	88,39	9,91	2,13
22	Sur l' Elbe , près de Dömitz	De l'état, en Prusse (Wittenberge-Lünebourg)	1044,00	4 20 2	65,00 a) 32,00 a) 13,30 b)	10,75	0,94 — 12,24
23	Sur le Rhin , près de Mayence	Hessois (Mayence-Francfort)	1028,65	4 6 2 20	101,29 33,50 25,00 15,00	14,10	5,00 — 5,03
24	Sur le Dniéper , près de Krementschoug	De l'état, en Russie (Kharkow-Nicolaïeff)	974,78	11	87,48	9,09	11,43
25	Sur le Mississipi , près de Quincy	Quincy-Kansas City	971,70	1 2 3 11	110,34 a) 73,20 57,96 45,72	6,30	10,50 — 12,60

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Cinq piles sur pilotis, plateforme et béton entouré de palplanches, les autres à l'aide de puits enfoncés	14,12 a) 6,28 b)	une	45	6,732.500 c)	6164	Semelles supérieures en arc elliptique. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } c) Y compris des grues et les travaux de défense des rives, dont le prix de revient atteint 111,250 francs. Le pont supporte aussi une voie charretière d'une largeur de 6,26 ^m et un trottoir.
Sur caissons sans fond et béton	8,53	une	26	7,996.000	7330	Système Linville.
Par l'air comprimé	—	deux	156	80,000.000	30800	Pont suspendu rigide. Le pont, d'une largeur de 25,91 ^m supporte aussi deux voies charretières et au milieu un trottoir surhaussé. Les rampes d'accès ont une longueur de 296,20 et 476,60 mètres.
Par l'air comprimé	6,21	une	En construction	3,500.000 a)	3226	Poutres en treillis. a) Frais d'après le devis.
Sur le rocher par béton	8,53	une	36	7,897.200	7296	Poutres en treillis. Voie sur le tablier inférieur. Infrastructure à deux voies.
Six piles par l'air comprimé, la culée gauche sur béton, les autres sur puits enfoncés	10,04 c) 4,71 c)	deux	37	4,375.000	4191	a) Système Schwedler. b) Travées tournantes avec poutres en tôle. c) Au milieu des poutres. Le pont supporte aussi un trottoir.
Sur béton entouré de palplanches et protégé par des enrochements	15,00 5,00 3,00 a) 2,30	deux	33	6,032.000	5854	Système Pauli. a) Au milieu des poutres. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
Les piles par l'air comprimé, une culée sur béton, l'autre sur caisson et pilotis	8,69	une	36	9,221.420	9460	Poutres en treillis. Voie sur le tablier inférieur. Le pont supporte aussi un trottoir. Les accès sont formés par deux viaducs métalliques d'une longueur de 1363 et 481 mètres avec ouvertures de 25 et 30 mètres de portée.
Sur pilotis et plateforme à l'intérieur de cribs	9,24 b) 6,85 c) 6,30 6,25 6,14	une	32	6,903.750	7105	Système Bollman et Linville. a) Double travée tournante. b) Au milieu } de la travée. c) Aux extrémités } Le pont supporte aussi une voie charretière.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
27	Sur le Jumna, près d'Allahabad	Calcutta-Délhi	938,78	14	64,00	18,28	12,19
28	Sur le Gange, près de Rajghat	Oudi et Rohilkund (Chaidausi-Allyghur)	926,59	33	26,20	7,31	16,76
29	Sur les deux bras du Niagara à Buffalo, dit Pont International	Fort Erie-Buffalo	923,06	1	110,41 a)	6,37	12,60
				2	75,59		
				2	72,36		
				2	70,65		
				2	68,50		
				1	66,75		
30	Sur le Danube à Vienne	—	898,66	4 12 8	80,30 35,50 9,50	9,95	11,40—14,00 2,50
31	Sur le Hawkesbury, près de Sydney	Du New South Wales en Australie	882,70	5 2	122,22 120,85	15,36	37,00—54,00
32	Sur le Waal, près de Bommel	De l'état, aux Pays-Bas (Boxtel-Utrecht)	864,80	3 8	57,00 119,88	16,55	1,39—4,06
33	Sur le Missouri, près d'Omaha	Union-Pacifique (Omaha-Ogden)	850,00	11	76,25	20,50	25,00
34	Sur le Gange, près de Cawnpore	Oudi et Rohilkund (Cawnpore-Lucknow)	838,20	25	31,00	9,45	15,24—19,80

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur colonnes en fonte	2,60	une	36	2,800.000	3000	Poutres en treillis. Le tablier supérieur supporte la voie et une chaussée, l'inférieur un trottoir.
Sur colonnes en fonte	6,20	une	33	8,885.200	9465	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Sur colonnes en fonte	2,30	une	36	2,100.600	2267	Poutres en treillis.
A l'aide de caissons reposants sur pilotis et garnis au fond d'une couche (1,50 ^m) de béton, et par batardeaux flottants, entourant un caisson porté par pilotis ou par le sol naturel	10,50	une	36	7,500.000	8125	Système Linville. a) Doubles travées tournantes. Infrastructure à deux voies. Compris le remblai, qui relie les deux bras de la rivière, le pont a une longueur de 1112,52. m
	7,80					
Cinq piles par l'air comprimé, les autres sur béton entouré de palplanches	8,06	a)	48	5,007.250	5572	Poutres en treillis. a) Voie charretière et deux trottoirs d'une largeur totale de 12,64. m
	3,60					
	1,00					
Sur colonnes en fonte	15,25	deux	En construction	8,600.000 a)	9743	Système Linville. a) Frais d'après le devis.
Sur pilotis et béton entouré de palplanches	13,40 a)	une	69	6,453.900	7463	Système simple de montants et de tirants du deuxième ordre. Semelles inférieures droites, semelles supérieures des poutres des grandes travées en arc de cercle. Voie entre les poutres. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } Infrastructure à deux voies.
	7,31 b)					
	7,31 a)					
	7,20 b)					
Par l'air comprimé	8,40	une	30	14,332.000	16732	Système Post. Les piles sont constituées de colonnes en fer. Le tablier supérieur supporte une voie charretière.
Sur colonnes en fonte	3,00	une	48	4,229.200	5046	Poutres en treillis. Voie charretière sur le tablier inférieur.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
36	Sur le Tagliamento , près de Casarsa	De l'état, de la Haute Italie (Udine-Venise)	825,60	5 30	27,52 21,20	6,00	7,00
37	Sur le Chumbul , près de Dholpore	De l'état, aux Indes Orientales (Agrah-Gwalior)	822,96	12 2	56,69 41,45	33,22	6,00 — 18,00
38	Sur l' Elbe , près de Hämerten	De l'état, en Prusse (Berlin-Lehrte)	809,23	5 4 8 2	63,11 37,80 31,39 13,18 a)	12,43	8,77 — 11,45 } 0,62 — 3,29
39	Sur le Jumna à Déhi	Déhi-Allyghur	804,67	12	64,65	7,03	2,13 — 11,89
40	Sur le Hudson , près de Poughkeepsie	New York-Boston	794,20	5	154,20	62,50	28,00 — 38,00
41	Sur l' Ohio , près de Benwood	Baltimore-Ohio	792,34	1 1 1 1 1 1 3 3 3	106,14 73,66 64,97 64,66 64,36 64,05 36,90 34,50 32,00	17,65	6,00 — 12,00
42	Sur le Danube , près de Vienne	Du Nord-Ovest (Vienne-Kollin)	774,70	4 14	79,80 29,65	10,09	6,50 — 12,80
43	Sur l' Ohio à Cincinnati	Cincinnati du Sud (Cincinnati-Louisville)	769,28	1 1 2 2 1 1 1 1 1 1	155,00 110,36 a) 88,50 55,95 55,91 34,90 33,90 32,47 31,55	32,24	8,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur béton entouré de palplanches et protégé par des enrochements	11,82	une	72	13,708.125	16370	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi deux voies charretières placées à côté de la voie ferrée.
Par bâtardeaux	1,64	une	38	4,196.300	5083	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi un trottoir. Infrastructure à deux voies.
Sur colonnes en fonte	5,80	une	61	7,196.300	8744	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi une voie charretière.
Quatres piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur béton entouré de palplanches						9,42 b) 4,39 b)	deux	30	3,053.711	3774	Système Schwedler. Le pont supporte aussi un trottoir d'une largeur de 1,25.m a) Double travée tournante. b) Hauteur moyenne.
Sur colonnes en fonte	6,30	une	30	3,619.600	4498	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi une voie carrossable.
Sur caissons sans fond et béton	19,70	deux	40	17,060.000	21480	Système Linville.
Sur caissons sans fond et béton	10,60 7,35 6,40 3,50	une	30	5,286.000	6670	Les six premières travées sont établies d'après le système Linville, les autres d'après celui de Bollman. Les abords du pont sont formés sur 437 mètres par 43 voûtes en maçonnerie.
Par l'air comprimé	7,50 3,15	une	18	3,290.000	4247	Poutres en treillis.
Sur caissons sans fond et béton	15,70 11,13 11,30 4,72	une	24	4,000.000	5700	Les poutres des grandes travées sont établies d'après le système Linville. a) Double travée tournante.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
45	Sur l' Ohio , près de Newport	Cincinnati- Chattanooga	768,10	1 14	124,02 43,29	30,60	7,50
46	Sur le Po , près de Mezzanacorte	De l'état, de la Haute Italie (Milan-Gènes)	762,55	10	72,50	10,10	18,00 — 21,00
47	Sur le Danube , près de Vienne	Du Nord (Vienne-Cracovie)	761,50	4 7	79,97 57,72	10,58	15,58 5,79
48	Sur la Meuse , près de Crevecoeur	De l'état, aux Pays-Bas (Boxtel-Utrecht)	714,99	1 10	100,00 57,00	11,57	1,43 — 4,43
49	Sur l' Ottawa , près d'Ottawa	Quebek-Ontario	696,10	1 1 11	78,70 51,20 48,20	8,50	12,00
50	Sur le Jumna , près d'Agrah	Des Indes Orientales (Agrah-Ajmir)	692,50	16	40,50	9,45	21,33
51	Sur le Waal , près de Nimègue	De l'état, aux Pays-Bas (Arnhem-Nimègue)	682,50	1 1 1 4	125,50 124,00 123,70 53,00 52,50	16,85	0,08 — 7,00
52	Sur l' Elbe , près de Magdebourg	De l'état, en Prusse (Berlin-Potsdam- Magdebourg)	674,80	5 10	62,77 31,39	11,17	2,30 — 3,81

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Par l'air comprimé	7,59 3,16	deux	30	4,000.000	5200	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi un trottoir.
Sur caissons sans fond et béton	12,65 4,10	une	26	6,500.000	8461	Système Linville. Le pont supporte aussi une voie charretière.
Par l'air comprimé	8,50	deux	17	7,708.000	10108	Poutres en treillis. Le tablier supérieur supporte une voie charretière.
Cinq piles par l'air comprimé, les autres sur pilotis	11,69 a) 8,53 a)	deux	18	5,000.000	6566	Semelles supérieures en arc parabolique. a) Au milieu des poutres. Le pont supporte aussi un trottoir d'une largeur de 2,00.m
Massifs de béton por- tés par des pilotis, et encaissés par une en- ceinte de pieux	12,83 a) 7,21 b) 7,27 a) 7,20 b)	une	35	2,564.830	3587	Système simple de montants et de tirants du deuxième ordre. Semelles inférieures droites, semelles supérieures des poutres de la grande travée en arc de cercle. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } Infrastructure à deux voies.
Sur caissons sans fond et béton	7,65 5,00	une	21	1,800.000	1159	Système Pratt.
Sur puits enfoncés	4,50	une	36	3,606.200	5207	Poutres en treillis. Le tablier inférieur supporte une voie charretière.
Culée de la rive droite et quatre piles sur des couches de bé- ton dans une enceinte de pieux. Les autres piles et la culée de la rive gauche sur des massifs de béton encaissés de pieux et portés par pilotis.	21,67 a) 7,02 b) 6,70 a) 6,62 b)	deux	57	6,023.070	8825	Les poutres présentent un système simple de montants et de tirants du deuxième ordre pour les grandes, et du premier ordre pour les petites travées. Semelles inférieures droites, semelles supérieures des poutres des grandes travées en arc de cercle. a) Au milieu } des travées. b) Aux extrémités } Voies entre les poutres.
Sur puits enfoncés	9,68 a) 4,29 a)	deux	46	2,630.267	3898	Semelles en arc parabolique. a) Hauteur moyenne.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations	Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
												totaux	par mètre courant	
53	Sur le Tamar , près de Saltash	Du Cornwall (Devonport-Falmouth)	670,56	2	130,45 a)	37,19	6,00 — 23,95	Par batardeaux et colonnes en fonte	21,95 b) 17,15 c)	une	72	5,625.000	8388	a) Poutres lenticulaires. b) Au milieu c) Aux extrémités } des travées.
				2	28,35									
				2	25,45									
				2	23,77									
				2	22,10									
				9	21,18									
54	Sur le Mississipi , près de Keokuk	Keokuk-Hamilton	667,80	1	97,60 a)	12,25	16,00	Par l'air comprimé	8,24 6,41	une	27	6,100.000	9134	Système Linville. a) Double travée tournante. Le pont supporte aussi deux tramways et deux trottoirs.
				1	78,40									
				1	78,30									
				3	50,18									
				3	49,16									
				1	48,87									
55	Sur le Lek , près de Kuilenborg	De l'état, aux Pays-Bas (Boxtel-Utrecht)	665,00	1	150,00	16,26	0,34 — 6,20	Massifs de béton sur pilotis et entourés de palplanches	19,79 a) 7,52 b) 7,86 a) 7,60 b) 7,84 a) 7,73 b)	deux c)	67	5,977.600	8989	Les poutres présentent un système simple de montants et de tirants du troisième ordre pour les poutres de la plus grande travée, et du deuxième ordre pour les autres. Semelles supérieures des poutres des grandes travées en arc de cercle. a) Au milieu b) Aux extrémités } des travées. c) Provisoirement une seule dans l'axe du pont.
				1	80,00									
				7	57,00									
56	Sur le Missouri , près de St. Charles	Du Missouri du Nord (St. Charles-Kansas City)	663,50	3	93,57 a)	27,40	2,00 — 20,40	Par l'air comprimé et sur caissons sans fond	9,15 10,98 c)	une	36	11,250.000	16955	a) Système isométrique. b) Système Fink. c) Au milieu des travées. Les accès sont formés par deux viaducs métalliques d'une longueur totale de 1315 ^m et d'une hauteur de 12,20 ^m avec ouvertures de 9,67 ^m .
				4	90,22 b)									
57	Sur l' Ebro , près de Pampelona	Zaragoza-Pampelona-Barcellona	650,25	3	33,10	7,00	2,40 — 3,70	Sur colonnes en fonte	3,58	une	36	2,991.000	4600	Système triangulaire. Piles constituées de colonnes en fer. Infrastructure à deux voies.
				9	30,00									
				9	27,15									
58	Sur le Mississipi , près de Louisiana	Chicago-Kansas City	623,00	1	132,30 a)	12,42	8,00 — 10,00	Par batardeaux et sur pilotis	13,56 7,62 6,33 4,91	une	5	3,500.000	5618	Système Post. a) Double travée tournante.
				2	74,00									
				2	62,50									
				2	48,85									
				2	45,80									
59	Sur l' Ohio , près de Steubenville	Baltimore-Ohio	619,92	1	97,54	30,45	6,00 — 10,00	Sur caissons sans fond et béton	8,53 6,75 5,57	une	22	2,980.000	4810	Système Linville
				4	77,72									
				3	64,00									

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
61	Sur la Guadiana , près de Mérida	Mérida-Séville	605,00	11	52,70	15,00	2,00 — 5,40
62	Sur l' Elbe , près d'Harbourg	De l'état, en Prusse (Hambourg-Venlo)	601,35	4 6 1	96,37 a) 29,35 b) 12,71 c)	8,14	4,00 — 4,82
63	Sur l' Oka , près de Kolomna	Moscou-Riasan	577,90	10	55,17	18,90	10,00
64	Sur le Po , près de Plaisance	De l'état, de la Haute Italie (Milan-Plaisance)	577,80	6 2	72,90 59,40	12,46	12,00 — 18,00
65	Sur la Truyère , près de Garabit	Du Midi (Marvejols-Neussargues)	564,54	1 3 2	165,00 a) 55,50 b) 51,80 b)	123,86 c)	1,15 — 3,90
66	Sur la Guadiana , près de La Zarza	Badajoz-Ciudad-Real	563,00	9 2	49,98 42,59	10,50	3,00 — 7,20
67	Sur le Mississippi à Rock Island	Chicago-Omaha	562,05	1 2 3 1 1	108,17 a) 75,75 64,88 57,00 29,23	14,00	6,00
68	Sur la Mersey , près de Runcorn	Liverpool-Acton-Runcorn	560,53	3 9 2	92,96 18,59 a) 12,19 a)	28,35	13,72
69	Sur le Missouri , près de Glasgow	Alton-Chicago	553,50	5	106,70	19,00	14,00 — 24,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Quatres piles sur béton entouré de palplanches, les autres sur puits enfoncés	8,48 a)	deux	24	1,693.875	2798	Semelles supérieures en arc parabolique. a) Au milieu des travées.
Par batardeaux	6,00	une	18	2,422.500	4004	Système Linville.
Sur puits enfoncés	12,60 6,43 3,35 1,50 1,50	deux	48	4,510.100	7440	a) Poutres lenticulaires. b) Poutres en arc. c) Travée mobile. Le pont supporte aussi deux trottoirs chacun d'une largeur de 1,41. ^m
Sur pilotis et béton entouré de palplanches	6,10	deux	19	3,520.000	6091	Poutres en treillis.
Par l'air comprimé	6,60	une	24	2,889.000	5000	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
A sec.	10,00 5,16	une	26	3,100.000	5491	a) Poutres en arc parabolique dont la flèche atteint 51,86. ^m b) Poutres en treillis à semelles droites. c) La plus grande hauteur. Piles en fer d'une hauteur de 61,16. ^m
Sur béton entouré de palplanches	4,04	une	19	2,252.000	4000	Poutres en treillis.
Par batardeaux	10,15 7,30 6,21 5,46 2,83	une	26	5,000.000	8896	Système Whipple. a) Double travée tournante. Le tablier inférieur supporte une voie charretière et deux trottoirs.
Par batardeaux	8,13 2,86 1,00	deux	60	7,075.000	12622	Poutres en double treillis. a) Poutres en arc.
Par l'air comprimé	10,52	une	15	4,600.000	8310	Système Pratt.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
71	Sur l' Oka , près de Serpukhoff	Moscou-Koursk	532,18	7 2	58,34 42,67	18,43	2,50
72	Sur le Memel , près de Tilsit	De l'état, en Prusse (Tilsit-Memel)	531,30	1 2 1 1 2	94,11 94,06 93,86 93,81 13,45	10,85	6,80
73	Sur le Garai , près de Goalundo	Du Bengale Oriental (Calcutta-Goalundo)	529,00	7 9 1	52,33 14,26 7,13	15,55	24,00 — 29,00
74	Sur le Danube à Budapest, dit Pont Marguérite	—	528,73	2 2 2	87,88 82,57 73,50	19,32	10,00
75	Sur le Vieux Rhin , près de Griethausen	De l'état, en Prusse (Clèves-Zevenar)	518,83	1 20	100,43 18,83	9,38	5,02
76	Sur le Tennessee à Décarur	Memphis et Charleston	515,50	10 1	45,48 42,70 a)	9,10	6,00
77	Sur le Danube , près de Mauthhausen	De l'état, en Autriche (Linz-Budweis)	508,94	5 3	79,72 30,98	11,70	5,12 — 13,34
78	Sur la Vistule à Varsovie	De raccordement	507,55	9	54,00	11,23	11,00
79	Sur l' Elbe , près de Hohnstorf	Lübeck-Büchen	507,00	3 3 2	100,50 49,50 14,00 a)	10,68	3,20 — 9,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Par l'air comprimé	11,10 6,96	une	20	3,110.000	5802	Système Linville. a) Double travée tournante.
Sur pilotis et plateforme	} 7,30	deux	24	3,600.000	6746	Poutres en treillis. Le tablier inférieur supporte une voie charretière.
Sur pilotis et plateforme supportant le béton entouré de palplanches		une c)	42	4,562.500	8587	Semelles en arc elliptique. a) Au milieu } des poutres des b) Aux extrémités } grandes travées. c) Le pont est construit à deux voies, et supporte aussi deux trottoirs, chacun d'une largeur de 1,50.m
Sur colonnes enfoncées à l'aide de l'air comprimé	4,35	une a)	39	4,125.000	7778	Poutres en treillis. Les piles sont constituées de deux colonnes en fer. a) Infrastructure à deux voies.
Par l'air comprimé	7,50 a) 2,50 b)	c)	40	8,400.000	15887	Pont en arc constitué de deux bras rectilignes formant un angle de 150° 4' 6" a) A l'imposte b) A la clef. c) Voie charretière et deux trottoirs d'une largeur totale de 16,75.m
Sur béton entouré de palplanches	7,71 2,63	une	16	707.000	1363	Les poutres présentent un système simple de montants et de tirants du troisième ordre.
Par batardeaux	} 6,10	une	24	2,820.000	5470	Système triangulaire sans croisement. a) Double travée tournante.
Cinq piles par l'air comprimé, les autres et les culées par batardeaux		une	32	2,300.400	4520	Poutres en treillis.
Par l'air comprimé	6,10	une	24	2,870.832	5656	Poutres en treillis. Le tablier inférieur supporte une voie charretière.
Sur puits enfoncés à l'aide de l'air comprimé	15,00 b) 7,00 c) 7,00	deux	28	2,553.750	5037	Semelles supérieures des poutres des grandes travées en arc de cercle. a) Travées tournantes. b) Au milieu } des poutres. c) Aux extrémités }

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
81	Sur le Rhin à Mayence	—	498,94	1 2 2	102,08 98,13 86,15	18,50	11,50
82	Sur le Monongahela , près de Pittsburg	Pittsburg- Charlestown	497,59	1 3 1 1 3 1 2	78,25 42,20 42,06 41,00 40,60 21,38 20,36	19,50	1,83 — 5,18
83	Sur le Rhône , près de Tarascon	Paris-Méditerranée (Tarascon-Cette)	496,50	7	60,00	15,00	8,00
84	Sur le Mississipi à St. Louis	St. Louis-Indianapolis	495,90	1 2	158,50 153,01	28,16	23,40 — 34,00
85	Sur le Rhin , près de Duisbourg	De l'état, en Prusse (Dortmund-Crefeld)	485,42	4 4	96,67 13,21 a)	16,50	4,40 — 7,22
86	Sur la Save , près de Brood	Brood-Serajewo	484,58	3 2 1 1 1 1	78,31 77,91 22,12 21,33 13,50 13,13 } a)	16,84	7,00 — 10,30 2,50

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur colonnes tubu- laires en fonte rem- plies de béton	6,35	deux	23	2,994.000	5988	Poutres droites à croisillon. Le pont supporte aussi une passerelle pour les piétons. L'accès à la rive droite est formé par un viaduc en fer d'une longueur de 129,08 mètres.
Par l'air comprimé	12,50 a) 4,20 b)	c)	24	4,012.500	8044	Pont en arc d'une largeur de 13,60. ^m a) A l'imposte. b) A la clef. c) Voie charretière et deux trottoirs.
Neuf piles par cribs garnis à l'extérieur d'embrochements, les autres et les culées à sec	7,92 5,43 3,00	une	12	531,000	1067	Système Fink.
Sur béton entouré de palplanches	6,25 a) 2,10 b)	deux	24	2,681.000	5400	Pont en arc. a) A l'imposte. b) A la clef.
Par l'air comprimé	27,06 a) 12,72 b)	deux	48	33,000.000	66546	Pont en arc d'une largeur de 16,50. ^m a) A l'imposte. b) A la clef. Le tablier supérieur supporte une voie charretière et deux trottoirs. Les abords sont formés par deux viaducs en maçonnerie chacun d'une longueur de 61,52. ^m
Sur béton entouré de palplanches	3,14	deux	27	3,490.000	7189	Pont en arc. a) Doubles travées tournantes. Le pont supporte aussi deux trottoirs. Les accès sont formés par deux viaducs en maçonnerie avec 21 ouvertures à 15,69. ^m suivis de deux autres en fer de 4,71 et 8,16 mètres.
Par l'air comprimé	9,40	une	30	2,740.786	5656	Poutres en treillis. a) Sur le terrain soumis à l'inondation.
A sec	2,20					

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
88	Sur le Mississippi , près de Burlington	Burlington-Quincy	470,00	6	76,25	28,30	8,00 — 10,00
89	Sur le Danube , près de Steyeregg	De l'état, en Autriche (St. Valentin-Budweis)	467,70	5 2	79,72 26,35	10,43	3,00 — 14,00
90	Sur le Danube à Budapest	De raccordement	467,10	3 5	94,00 14,00	15,40	8,00 — 10,00
91	Sur le Rhin , près de Dusseldorf	De l'état, en Prusse (Dusseldorf-Neuss)	465,33	4 1 1	103,57 <i>a)</i> 34,85 <i>b)</i> 3,77 <i>c)</i>	17,47	4,30 — 10,04
92	Sur la Save , près de Semlin	De l'état, en Hongrie (Pesth-Semlin)	462,00	3 2	91,80 81,30	15,16	10,51 — 21,93
93	Sur le détroit de Menai , dit Pont Britannia	Londres-Holyhead	461,31	2 2	140,20 70,10	39,19	1,60
94	Sur le Missouri , près de Bismark	Pacifique du Nord (Bismark-Portland)	459,00	3 2	121,92 <i>a)</i> 34,44 <i>b)</i>	18,90	12,00
95	Sur le Mississippi , près de Clinton	Anamosa-Clinton	456,71	5	89,14	27,85	18,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Massifs de béton dans une enceinte de pieux, portés par des pilotis. Deux piles sont protégées par des enrochements	16,77 <i>a)</i> 6,62 <i>b)</i> 6,70 <i>a)</i> 6,62 <i>b)</i>	deux	35	3,307.340	6948	Système simple de montants et de tirants du premier ordre. Semelles supérieures des poutres des grandes travées en arc de cercle. Voies entre les poutres. <i>a)</i> Au milieu } <i>b)</i> Aux extrémités } des poutres.
Sur caissons sans fond et béton	8,09	une	26	6,135.000	13055	Système Linville.
Les piles par l'air comprimé, les culées par batardeaux	7,90 2,50	une	36	2,182.400	4400	Poutres en treillis.
Deux piles et les culées à l'aide de l'air comprimé, les autres par batar- deaux	10,00 1,50	deux	30	3,300.000	7065	Poutres en treillis.
Deux piles à l'aide de l'air comprimé, les autres et les cul- ées sur béton en- touré de palplanches	13,55 <i>d)</i> 6,90 <i>e)</i> 3,50	deux	26	4,425.000	9516	<i>a)</i> Semelles supérieures en arc de cercle. <i>b)</i> Double travée tournante. <i>c)</i> Pont-levis. <i>d)</i> Au milieu } <i>e)</i> Aux extrémités } des poutres Viaduc en maçonnerie sur le terrain d'inondation formé par 15 ouvertures de 18,83 ^m de portée.
Par l'air comprimé	8,45	une	26	3,100.000	6710	Poutres en treillis.
A sec <i>a)</i>	9,14 6,92	une	57	15,047.000	32618	Travées tubulaires. <i>a)</i> Pendant les basses eaux.
Sur caissons sans fond et béton	15,20 3,54	une	30	4,500.000	9804	<i>a)</i> Système Pratt. <i>b)</i> Semelles inférieures en arc parabolique.
Par l'air comprimé	10,19	une	30	4,150.000	9087	Système Bollmann.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
97	Sur le Po, près de Borgoforte	De l'état, de la Haute Italie (Mantoue-Modène)	432,20	5 2	62,40 51,70	11,97	18,00
98	Sur le Danube, près de Neusatz	De l'état, en Hongrie (Pesth-Semlin)	432,00	1 2 2	91,20 87,20 71,20	16,10	10,60 — 23,57
99	Sur le Po, près de Pontelagoscuro	De l'état, de la Haute Italie (Padoue-Bologne)	432,00	4 2	74,60 60,72	10,69	12,00 — 18,00
100	Sur l'Indus, près d'Attok	Du Pendjab (Lahore-Peschaver)	430,68	2 3	94,00 78,33	33,83	2,00 — 3,00
101	Sur le Missouri, près de Plattsmouth	Chicago-Burlington- Quincy	429,00	2 3	118,00 58,50	21,00	2,00 — 18,00
102	Sur le Rhin, près de Wesel	De l'état, en Prusse (Hambourg-Venlo)	428,07 <i>a)</i>	4 20 10 18 17 18 6 14	98,23 <i>b)</i> 9,42 6,28 3,77 18,83 <i>d)</i> 18,83 <i>e)</i> 18,83 <i>f)</i> 12,56 <i>g)</i>	16,78	5,00 — 10,00 <i>h)</i> 2,20 — 7,00 <i>i)</i>
103	Sur la Néva à St. Pétersbourg	De raccordement	428,00	1 2 2 1	74,68 65,07 53,34 21,34 <i>a)</i>	10,85	22,60 — 24,55

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Par l'air comprimé	} 8,20	deux	15	3,753.400	8587	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi une voie charretière et deux trottoirs, l'une et les autres à côté de la voie ferrée.
Par l'air comprimé						} 6,80
Par l'air comprimé	} 8,00	une	24	3,200.000	7407	
Par l'air comprimé						} 6,50
La pile centrale par batardeaux; les autres et les culées à sec	} 7,92	une	24	6,867.000	15944	
Trois piles par l'air comprimé, une par batardeaux, les culées sur pilotis						} 15,20 6,00
Les piles dans la rivière sur béton entouré de palplanches et protégé par des enrochements	} 11,30 <i>l)</i> 5,62 <i>m)</i>	deux	40	7,781.250	4011	
Par l'air comprimé						} 6,50 <i>b)</i> 2,00 <i>c)</i>

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
105	Sur le Rhin , près de Cologne	De l'état, en Prusse (Cologne-Aix-la- Chapelle)	424,33	4	98,24	13,50	7,53
106	Sur l' Uszlenkis , près de Tilsit	De l'état, en Prusse (Tilsit-Memel)	420,00	6	68,00	10,00	6,00
107	Sur l' Ohio , près de Beaver	Pittsburg-Cleveland	419,40	1 1 1 1 1 1	132,28 75,90 67,68 67,36 52,12 8,23	28,95	3,50 — 4,00
108	Sur le Missouri , près de St. Joseph	St. Joseph-Hannibal	418,50	1 3	122,00 <i>a)</i> 91,50	12,10	13,50 — 15,00
109	Sur l' Elbe , près d'Hambourg	De l'état, en Prusse (Hambourg-Venlo)	413,40	3 4	96,37 <i>a)</i> 22,60 <i>b)</i>	7,85	2,51 — 3,14
110	Sur le Missouri , près de Boonville	Missouri-Kansas-Texas	400,21	1 2 2 1	77,20 <i>a)</i> 75,60 65,60 22,61	11,85	22,90

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Deux piles sur bé- ton entouré de pal- planches, quatre à l'aide de puits en- foncés, les autres di- rectement sur le rocher	10,55 <i>c)</i> 6,45 <i>d)</i> 3,90	une	16	965.000	2260	<i>a)</i> Semelles supérieures en arc parabolique. <i>b)</i> Poutres en treillis. <i>c)</i> Au milieu <i>d)</i> Aux extrémités } des poutres. Infrastructure à deux voies. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
Béton entouré de pal- planches et protégé par des enrochements	8,53	deux	48	7.368.750	17365	Poutres en treillis. Le pont a une largeur de 16,30 ^m et supporte aussi une voie charretière à côté de la voie ferrée. Les abords sont formés par deux viaducs en maçonnerie.
Sur puits enfoncés	8,93 <i>a)</i> 6,10 <i>b)</i>	une	42	2.940.000	7000	Semelles supérieures en arc elliptique, droites seulement dans les panneaux extrêmes. <i>a)</i> Au milieu <i>b)</i> Aux extrémités } des poutres.
Par batardeaux et cribs	12,85 10,41 8,61 1,05	une	6	1.860.000	4435	Système Pratt. L'accès à la rive droite est formé par un viaduc en fer d'une longueur de 329,18. ^m
Par l'air comprimé	9,10 6,48	une	27	2.850.000	6301	Système Linville. <i>a)</i> Double travée tournante. Le pont supporte aussi une voie charretière.
Deux piles sur bé- ton entouré des pal- planches, les autres et les culées à sec	12,60 <i>c)</i> 6,43 <i>d)</i> 2,00 1,00	deux	48	3.025.100	7440	<i>a)</i> Poutres lenticulaires. <i>b)</i> Travées en arc. <i>c)</i> Au milieu <i>d)</i> Aux extrémités } des poutres. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
Par l'air comprimé	9,76 2,50	une	20	2.600.000	6496	Système Post. <i>a)</i> Double travée tournante. Deux piles en fer, les autres en maçonnerie.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations	Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
												totaux	par mètre courant	
111	Sur la Meuse , près de Rotterdam	De l'état, aux Pays-Bas (Willemsdorp- Rotterdam)	399,00	3 2	83,50 61,00	9,64	2,11 — 21,86	Culée de la rive gauche et pile I sur radiers en bois, soutenus par des pilotis. Pile II et culée de la rive droite sur des massifs de bé- ton, entourés par une enceinte de pieux et portés par des pilotis. Les deux autres piles par l'air com- primé	14,95 a) 6,89 b) 12,77 a) 6,89 b)	deux	80	3,944.040	9885	Les poutres présentent un système simple de montants et de tirants du premier ordre. Semelles supérieures en arc de cercle, semelles inférieures droites. a) Au milieu b) Sur les points d'appui.
112	Sur le Schuylkill à Phila- delphie, dit pont de l'Avenue Girard	—	398,72	5 2	60,04 41,76	14,00	14,00	Sur caissons sans fond et béton	6,00 4,05	a)	14	5,350.000	13644	Poutres en treillis. a) Voie carrossable et deux trottoirs d'une largeur totale de 30,50 m.
113	Sur la Meuse , près de Dordrecht	De l'état, aux Pays-Bas (Willemsdorp- Rotterdam)	397,91	1 1 1 1 2 2	83,64 82,65 61,78 61,04 21,13 a) 11,40 a)	7,90	1,35 — 5,10	Les culées et quatre piles sur des radiers en bois soutenus par des pilotis. Les au- tres piles sur des massifs de béton dans une enceinte des pieux, soutenus par des pilotis et protégés par des en- rochements	12,78 b) 4,62 c) 2,14 d) 2,63 b) 1,12 c) 1,06 d) 2,63 b) 0,86 c) 0,83 d)	deux	81	3,471.210	8724	a) Ponts tournants. Les poutres des travées fixes présentent un système simple de montants et de tirants du deuxième ordre. Semelles supérieures en arc de cercle. Les poutres des ponts tournants sont à parois pleines au milieu et aux extrémités, les autres parties sont évidées en croisillons. Semelles supérieures en arc parabolique. b) Au milieu c) Sur les points d'appui d) Aux extrémités } des poutres.
114	Sur le Schuylkill à Phila- delphie, dit Pont Fairmount ou Callowhill	—	394,70	1 1 1 1 1 7 7	106,67 a) 24,38 32,00 b) 70,10 c) 27,40 42,67 12,00 d)	14,00	8,00	Les deux culées de la grande ouverture par batardeaux et béton, les autres piles à sec	10,56	deux e)	22	4,069.000	11449	a) Système Linville. b) Cinq travées formant une colonnade. c) Dix travées formant une colonnade. d) Poutres en tôle. e) Voies carrossables munies de tramways placées à des niveaux différents (9,76 m). Les deux tabliers ont une largeur de 15,25 m et 14,65 m.
115	Sur l' Inn , près de Simbach	De l'état, en Bavière (Simbach-Munich)	385,00	6	55,58	14,20	3,00 — 8,50	Trois piles et la culée gauche sur béton en- touré de palplanches, les deux autres piles par l'air comprimé	5,75	une	30	2,068.750	5373	Système triangulaire. Infrastructure à deux voies.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
117	Sur le Connecticut, près de Springfield	Boston-Albany (Etats Unis)	384,02	7	52,60	8,25	5,00 — 9,00
118	Sur la Sarine à Fribourg	Berne-Lausanne	382,64	5 2	44,62 42,82	79,34	7,00 — 9,00
119	Sur la Theiss à Szeghedin	—	377,00	1 1 1 1	110,00 97,00 86,00 66,00	17,36	8,00 — 20,00
120	Sur l'Iglawa, près d'Eibenschütz	Austro-Hongrois (Vienne-Brunn)	376,50	6	59,40	42,35	3,20
121	Sur le Monongahela à Pittsburg (Nouveau pont)	—	372,16	2 6	109,73 a) 19,81 b)	18,62	10,50
122	Sur le Rhin, près de Neuenbourg	En Alsace-Lorène (Mulhouse-Neuenbourg)	367,04	3 4	70,00 27,00	10,00	2,50 — 18,07
123	Sur le Danube, près de Deggendorf	De l'état, en Bavière (Deggendorf-Eisenstein)	364,00	6	58,20	9,50	1,20 a)
124	Sur la Theiss, près de Algyo	Grosswardein-Eszeck	364,00	1 8	100,00 a) 30,00 b)	13,58	2,00 — 15,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Deux piles par l'air comprimé, une pile et la culée droite par palplanches, la culée gauche à sec	15,00 a) 6,60 a)	deux	28	2,800.000	7278	Système Köpke. Semelles supérieures en arc de cercle. a) Au milieu des poutres. Le tablier supporte aussi une voie charretière large 7,50. m
Sur pilotis, plateforme et par batardeaux	5,45	une	30	960.000	2500	Système triangulaire.
Deux piles par batardeaux, les autres et les culées à sec	4,25 4,20	deux	24	2,700.000	7005	Poutres en treillis. Piles en fonte d'une hauteur de 43,23. m
Deux piles par l'air comprimé, la troisième et les culées sur béton entouré de palplanches	11,57 a) 2,89 b)	c)	22	1,900.000	5040	Pont en arc. a) A l'imposte. b) A la clef. c) Voie charretière large 7,00 m et deux trottoirs à 3,00. m
Deux piles sur béton entouré de palplanches, les autres et les culées à sec	5,65	une	23	1,452.500	3858	Poutres en treillis. Piles en fonte.
Sur pilotis et par batardeaux	18,25 1,22	c)	26	2,290.000	6153	a) Système Pauli. b) Poutres en tôle. c) Voie charretière munie de deux tramways et deux trottoirs.
Quatre piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur béton entouré de palplanches	7,45 3,45	une	24	2,601.174	7089	Les poutres présentent le système simple des montants et des tirants. Infrastructure à deux voies.
Sur pilotis et plateforme entourés de palplanches	7,20	une	24	1,768.750	4859	Les poutres présentent un système de montants, de tirants et de contre-tirants. a) Planie de la plateforme. Infrastructure à deux voies.
Deux piles par l'air comprimé, les autres par batardeaux	10,44 3,50	une	21	1,091.500	3000	a) Poutres en treillis. b) Système triangulaire.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
126	Sur le Taunton à Fall River	Old Colony, aux Etats Unis (Boston-Newport)	355,00	1 5 2	54,90 <i>a)</i> 47,20 <i>a)</i> 24,00 <i>b)</i>	6,00	16,00 — 27,00
127	Sur le Ljmfjord , près de Norresundby	De l'état, en Danemark (Randers-Frederikshavn)	353,00	4 1 1	63,00 54,00 <i>a)</i> 35,00 <i>b)</i>	2,00	31,50 — 35,00
128	Sur le Duero à Oporto	Portugais (Lisbone-Oporto)	352,88	1 5	160,00 <i>a)</i> 34,20 <i>b)</i>	61,20	3,00 — 5,00
129	Sur le Missouri , près d'Atchinson	Atchinson-Topeka	350,50	1 3	109,82 <i>a)</i> 77,06	13,80	6,60 — 23,40
130	Sur le Kumerszeris , près de Tilsit	De l'état, en Prusse (Tilsit-Memel)	350,00	5	68,00	10,20	6,80
131	Sur le Danube à Vienne	—	345,80 <i>a)</i>	4 16 4	81,70 23,40 <i>b)</i> 19,00 <i>c)</i>	10,16	12,00-15,00 <i>d)</i> 3,00 <i>e)</i>
132	Sur le Rhin , près d'Altbrisch	En Alsace-Lorène (Colmar-Altbrisch)	345,60	3 4	70,00 27,00	9,88	3,80 — 17,70
133	Sur le Kentuky , près de Nicholasville	Du Cincinnati du Sud (Covington-Nicholasville)	342,90	3	113,57	79,13	3,30 — 6,60

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Par l'air comprimé	6,87 <i>a)</i> 1,03 <i>b)</i>	deux	21	1,700.000	4686	Pont en arc. <i>a)</i> A l'imposte <i>b)</i> A la clef.
Par l'air comprimé	5,28 2,52	une	20	1,500.000	4225	<i>a)</i> Système Linville. Double travée tournante, à l'ouverture plus grande. <i>b)</i> Système Pratt. Le tablier inférieur supporte une voie charretière.
Par l'air comprimé	6,76 3,15	une	40	2,800.000	7170	Poutres en treillis. <i>a)</i> Travée tournante sur le fil du courant. <i>b)</i> Travée de rive.
A sec	10,00 <i>c)</i> 3,50	une	22	1,340.000	3797	<i>a)</i> Poutres à double arc parabolique. <i>b)</i> Semelles droites. <i>c)</i> A la clef.
Les piles par l'air comprimé, les culées sur pilotis	10,68 <i>b)</i> 8,54 <i>c)</i> 4,20	une	21	2,600.000	7418	Système Linville. <i>a)</i> Double travée tournante. <i>b)</i> Au milieu } de la grande travée. <i>c)</i> A l'extrémité } Le pont supporte aussi une voie charretière.
Sur puits enfoncés	8,93 6,10	une	42	2,380.000	6800	Semelles supérieures en arc elliptique, aux extrémités cependant droites et horizontales.
Cinq piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur béton entouré de palplanches	8,20	<i>f)</i>	54	7,665.250	9009	Poutres en treillis. <i>a)</i> Longueur du pont métallique. <i>b)</i> Viaduc en maçonnerie sur le terrain soumis à l'inondation à la rive gauche, d'une longueur de 422,40. m <i>c)</i> Id. id. à la rive droite d'une longueur de 82,60. m <i>d)</i> Les piles dans la rivière. <i>e)</i> id. des viaducs. <i>f)</i> Voie charretière et deux trottoirs d'une largeur de 11,40. m
Quatre piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur béton entouré de palplanches	7,60 3,24	une	24	3,107.810	8992	Les poutres présentent un système de montants et de tirants du deuxième ordre. Infrastructure à deux voies.
Par batardeaux	11,43	une	4	2,021.150	5894	Système Linville. Piles en fonte d'une hauteur de 54,06. m

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
135	Sur le Neckar, près de Marbach	De l'état, en Wurtemberg (Bietigheim-Hessenthal)	340,00	5	64,20	28,00	6,00
136	Sur la Meuse, près de Ravestein	Nimègue-Herzogenbusch	337,88	4 2	60,28 40,40	11,34	6,00
137	Sur le Monongahela à Pittsburg, dit Point Bridge	—	337,56	1 2	243,80 44,23	25,30	10,00
138	Sur l'Elbe, près de Niederwartha	Berlin-Dresde	334,40	3 7	60,00 a) 20,00	14,00	5,33
139	Sur la Kliasma, près de Gorokhow	Moscou-Nijni-Novgorod	333,35	3 2	68,26 57,59	5,85	9,00
140	Sur la grande Reglitz, près de Stettin	De l'état, en Prusse (Breslau-Schweidnitz-Freibourg)	332,35	4 2	70,00 a) 14,30 b)	5,01	5,00 — 8,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur pilotis et plateforme entourés de bâtardeaux	9,14 5,49 3,66	b)	18	1,685.000	4927	Poutres en treillis. a) Travée tournante. b) Voie charretière et deux trottoirs d'une largeur totale de 11,28. ^m
Sur béton entouré de palplanches	7,08	une	36	1,325.000	3897	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Une culée sur un radier en bois soutenu par des pilotis; les piles et l'autre culée sur des massifs de béton dans une enceinte des pieux	7,35 a) 7,27 b) 4,36 a) 4,27 b)	une	22	c)	—	Système simple de montants et de tirants du deuxième ordre pour les grandes, du premier ordre pour les petites travées. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } c) Inconnus; le pont a été compris dans un contrat à forfait. Infrastructure à deux voies.
Par bâtardeaux et sur plateforme	26,80 6,50	a)	15	2,622.500	7769	Pont suspendu rigide, système Pratt. a) Voie charretière munie de deux tramways et d'une ornière à voie étroite. Le pont supporte aussi deux trottoirs reposants sur des consoles.
Sur puits enfoncés	10,00 b) 6,00 c) 2,65	une	30	2,875.000	8298	a) Semelles supérieures en arc elliptique. b) Au milieu } des poutres. c) Aux extrémités } Le pont supporte aussi une voie charretière à côté des rails et un trottoir reposant sur des consoles.
Sur colonnes en fonte	7,00	deux	24	1,866.700	5600	Poutres en treillis. Piles constituées de colonnes en fonte.
Trois piles sur pilotis, plateforme et puits enfoncés; une pile et les deux culées sur pilotis et plateforme; la pile de la travée tournante sur pilotis et plateforme entourés de palplanches	7,00 c) 1,51 c) 0,93 d)	une	12	901.071	2711	a) Système Schwedler du deuxième ordre. b) Double travée tournante; poutres en tôle. c) Au milieu } des poutres. d) Aux extrémités } Infrastructure des grandes travées et superstructure de la travée tournante à deux voies.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
142	Sur le Thur , près d'Ossingen	National en Suisse Winterthur-Singen)	330,00	3 2	69,50 54,50	42,00	3,00 — 6,00
143	Sur l' Isar , près de Landshut	De l'état, en Bavière (Landshut-Neumarkt)	323,30	3 5	50,50 30,50	15,50	1,20 — 3,80
144	Sur l' Ingoulez , près de Kriwoï Rog	De l'état, en Russie (Yásinowataia-Dolinskaïa)	320,40	1 4	91,50 a) 53,10 b)	49,10	19,10 c)
145	Sur la Msta , près de Werebinskaïa	St. Pétersbourg-Moscou	320,04	4	75,00	45,10	18,30
146	Sur le Dunajec , près de Neusandec	Saybusch-Neusandec en Galice	317,50	3 6	50,00 a) 25,00 b)	7,50	5,00
147	Sur le Niemen , près de Kowno	St. Pétersbourg-Varsovie	314,40	2 2 2	73,15 65,38 10,47 a)	13,50	9,75
148	Sur le Niagara , près de Niagara Falls	De raccordement du chemin de fer New-York Central avec celui de l'Ovest au Canada	314,37	1 4	243,84 15,24	74,68	5,49 — 7,32
149	Sur l' Elbe à Hambourg	—	312,00	3	97,50	12,05	5,38 — 8,30

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur colonnes en fonte	2,92	deux	18	1,993.500	6000	Poutres en tôle.
Sur pilotis et plateforme	7,00	une	15	1,160.000	3412	Poutres en treillis. Piles en fer d'une hauteur de 24,50.m Soubassements en maçonnerie.
Quatre piles sur pilotis et plateforme entourés de palplanches, les autres et les culées sur une couche de béton de 2,00.m	8,00 a) 5,00 b) 5,30 a) 3,10 b)	une	24	555.000	1717	Semelles inférieures polygonales. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } Le pont supporte aussi deux trottoirs pour le service de la voie.
Une pile par l'air comprimé, les autres et les culées directement sur le rocher	10,64 d) 5,65 e) 5,65	une	36	2,376.000	7416	a) Semelles inférieures en arc parabolique. b) Poutres en treillis. c) La pile dans la rivière. d) Au milieu } des poutres. e) Aux extrémités }
Par l'air comprimé	7,47	deux	30	4,160.340	12999	Poutres en treillis.
Par batardeaux	8,00 c) 3,00 d) 2,50	une	18	921.000	2900	a) Semelles supérieures en arc parabolique. b) Poutres droites en treillis. c) Au milieu } des poutres. d) Aux extrémités }
Sur colonnes en fonte	6,66 1,40	deux	26	2,370.600	8200	Poutres en tôle. a) Sur les deux rives.
A sec	7,60 a) 1,85	une	18	2,000.000	6362	Pont suspendu rigide. a) Prise entre les deux tabliers. Le tablier supérieur supporte la voie ferrée et deux trottoirs, l'inférieur une voie charretière.
Sur colonnes en fonte supportées par des pilotis	12,60 a) 6,43 b)	c)	En construction	3,500.000 d)	11224	Poutres lenticulaires. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } c) Voie charretière et deux trottoirs d'une largeur de 11,00.m d) Prix d'après le devis

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
151	Sur l' Elbe , près de Aussig	Du Nord-Ovest, en Autriche (Prague-Tetschen)	309,23	2 1 3 1	71,23 71,20 19,20 18,98	10,30	2,00 — 8,50
152	Sur le Rhin , près de Coblenz	De l'état, en Prusse (Coblenz-Lahnstein)	308,93	3	96,67	14,00	8,00
153	Sur le Rhin , près de Huningue	En Alsace-Lorène (St. Louis-Huningue)	308,58	3 2	70,00 35,00	10,40	2,10 — 8,87
154	Sur le Cère , près de Aurillac	D'Orléans (Aurillac-Figeac)	308,46	3 1 1	50,00 44,20 42,20	55,35	3,00 — 4,00
155	Sur l' Ohe , près de Regen	De l'état, en Bavière (Deggendorf-Eisenstein)	308,00	4	73,00	48,36	3,00 — 5,00
156	Sur le Delaware , près de Trenton	Philadelphie-New-York	305,20	2 1 1 1	62,00 60,40 57,70 49,10	11,50	7,00
157	Sur la Tamise à Londres	Londres-Chatam-Douvres	302,62	3 2	56,38 53,34	15,80	7,00 — 12,00
158	Sur la Tamise à Londres (Nouveau Pont)	Londres-Chatam-Douvres	302,62	3 2	56,38 53,34	15,80	8,50
159	Sur le Bouble , près de Commentry	D'Orléans (Commentry-Gannat)	300,00	6	46,50	55,00	2,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur caissons sans fond et béton	10,48	une	12	2,500.000	8009	Système Post. Piles constituées de colonnes en fonte. Le tablier supérieur supporte une voie charretière.
Quatre piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur couches de béton	7,36 2,07	une	12	1,300.000	4204	Poutres en treillis. Le tablier inférieur supporte une voie charretière et un trottoir.
Sur caissons sans fond et béton	9,42 a) 3,14 b)	deux	36	3,375.000	10924	Pont en arc. a) A l'imposte. b) A la clef.
Deux piles par l'air comprimé, les autres et les culées sur béton entouré de palplanches	7,45 4,00	une	30	2,149.780	6966	Les poutres présentent un système de montants et de tirants. Infrastructure à deux voies.
Deux piles par batardeaux, les autres et les culées à sec	4,65	une	20	854.475	2770	Poutres en treillis. Piles en fer et soubassement en maçonnerie. Les accès sont formés par deux viaducs en maçonnerie, chacun d'une longueur de 36,00 ^m
Sur béton entouré de palplanches	8,80	une	18	1,382.750	4489	Poutres en double triangle isocèle. Infrastructure à deux voies. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
Par batardeaux	6,50 6,00 5,00	une	13	638.000	2900	Système Post.
Les piles sur colonnes en fonte, les culées par batardeaux	4,65	quatre	24	5,651.000	21000	Système triangulaire. Piles constituées de colonnes en fonte.
Sur puits enfoncés	7,92 a) 2,10 b)	sept	27	12,500.000	41306	Pont en arc contigu au précédent. a) A l'imposte. b) A la clef.
A sec	4,50	une	24	1,060.000	3533	Poutres en treillis. Piles en fer et soubassement en maçonnerie. Les accès sont formés par 7 voûtes en maçonnerie, dont 5 d'une portée de 10,00 ^m et 2 de 7,00 ^m

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
161	Sur l'Atchafalaya, près de Bajou	Texas-Pacifique	295,34	1 2 1	89,35 a) 77,11 48,77	17,00	38,00
162	Sur le Neckar, près de Horb	De l'état, en Wurtemberg (Nagold-Horb)	295,00	6	45,20	5,70	4,30
163	Sur le Dniéster, près de Jezupol	Léopol-Czernowitz	294,75	5	56,89	8,27	1,76 — 6,00
164	Sur le Rhône, près de Voulté	Paris-Lyon-Méditerranée	294,00	5	55,60	13,00	8,00 — 10,00
165	Sur la Drave, près de Stein	Du Midi, en Autriche (Marbourg-Klagenfurt)	293,96	5	56,26	15,10	0,90 — 4,70
166	Sur le Boug, près de Térépol	De l'état, en Russie (Térépol-Brest)	290,17	2 2	69,52 69,46	7,01	10,46 — 12,19
167	Sur la Creuse à Busseau d'Ahun	D'Orléans (Montluçon-Limoges)	286,50	4 1 1	47,50 42,75 38,75	43,40	2,50 — 4,00
168	Sur le Rhin, près de Germersheim	Du Palatinat (Landau-Bruchsal)	284,99	3 1	87,93 a) 14,00 b)	10,78	3,00 — 12,00
169	Sur la Tamise à Londres, dit Pont Blackfriars	—	281,01	1 2 2	56,39 53,34 47,24	12,64	7,30 — 8,80

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Par batardeaux	9,80	deux	12	1,221.250	4085	Poutres en treillis. Le tablier inférieur supporte une voie charretière.
Sur colonnes en fonte						une	24	1,934.500	6550	Système triangulaire. a) Double travée tournante.
Sur pilotis, plateforme et béton entouré de palplanches	8,70 5,60	deux	33	764.250	2590					Système Schwedler.
Sur pilotis, plateforme et béton entouré de palplanches	6,95	une	10	1,006.000	3406	Semelles supérieures en arc parabolique; système Hermann. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } Infrastructure à deux voies.
A l'aide de l'air comprimé	8,40 a) 0,50 b)	une	18	1,054.856	3588	Poutres en arc en fonte. Le pont supporte aussi deux trottoirs. a) A l'imposte. b) A la clef.
Les piles et une culée sur pilotis et plateforme	7,30 a) 1,75 b)	une	30	1,120.300	3811	Poutres en treillis.
Par l'air comprimé	4,80	deux	21	867.100	2900	Poutres en treillis. Piles en fer d'une hauteur de 38,90 et 25,20 mètres, et soubassement en maçonnerie.
Deux piles par batardeaux, les autres à sec						une	13	1,687.600	5817	Poutres en treillis.
Deux piles à l'aide de l'air comprimé, la troisième et les culées sur béton entouré de palplanches	14,00 c) 6,00 d) 2,23 c) 0,96 d)	une	30	4,250.300	14912	a) Semelles supérieures } en arc parabolique b) Semelles inférieures } Infrastructure à deux voies. c) Au milieu } des poutres. d) Aux extrémités }
Les piles sur puits enfoncés, les culées par batardeaux	6,50 a) 2,10 b)	—	66	7,925.000	28478	Pont en arc d'une largeur de 22,85 ^m supportant une voie charretière et deux trottoirs. a) A l'imposte. b) A la clef.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
171	Sur le Kubelbach , près de Aach	De l'état, en Wurtemberg (Stuttgart- Freudenstadt)	280,00	3 2	56,50 46,00	45,00	10,00
172	Sur le Boug , près de Zelenia	St. Pétersbourg- Varsovie	278,86	3 2	56,86 48,39	7,00	12,00
173	Sur la Moselle , près d'Eller	De l'état, en Prusse (Coblentz-Sierk)	278,00	1 1 4	85,00 a) 37,00 33,14	17,50	4,25
174	Sur le Niagara , près de Niagara Falls	Du Michigan Central	277,40	1 2	143,23 59,47	80,77	9,44
175	Sur la Kliasma , près de Kowrow	Moscou-Nijni- Novgorod	275,90	5	53,18	4,85	8,00
176	Sur le Guadalquivir , près de Séville	Séville-Huelva	273,50	5 2	48,40 a) 8,00 b)	11,50	7,95 — 10,00
177	Sur le Wolkhow , près de Wolkowskaïa	St. Pétersbourg-Moscou	271,96	5	51,15	10,39	5,33
178	Sur le Rhin , près de Ludwigshafen	Du Palatinat (Manheim- Ludwigshafen)	269,19	3 4 2	89,00 10,00 a) 4,50 a)	15,15	2,90 b)
179	Sur le Tessin , près de Sesto Calende	De l'état, de la Haute Italie (Novara-Pino)	265,00	1 2	95,10 80,15	10,30	11,00 — 23,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur béton entouré de palplanches	} 5,20	une	38	873.750	3120	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Sur béton entouré de palplanches						856.250	3054	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Sur colonnes en fonte	} 7,00	deux	26	2,108.000	7560	Poutres en treillis.
Par batardeaux						18,00 b) 5,00 c) 6,00	deux	12	908.300	3268	a) Semelles supérieures en arc parabolique. Poutres en treillis. b) Au milieu c) Aux extrémités } des poutres.
A sec	} 17,07 a) 7,92 b) 6,38 c)	deux	9	3,750.000	14177	Poutres - consoles. a) Aux extrémités } des poutres de la grande travée. b) Au milieu c) Aux extrémités des petites travées. Piles en fonte d'une hauteur de 48,30 ^m et soubassement en maçonnerie.
Sur colonnes en fonte						5,58	deux	24	1,385.000	5200	Poutres en treillis.
Les piles à l'aide de l'air comprimé, les culées sur pilotis	6,80 0,50	une	16	1,240.000	4900	a) Poutres en arc parabolique. b) Poutres en tôle.
Sur pilotis et bé- ton entouré de pal- planches	8,38	deux	48	2,952.000	8788	Poutres en treillis.
Sur pilotis, plate- forme et caissons enfoncés	10,00	deux	36	3,918.500	14556	Système triangulaire. a) Voûtes en maçonnerie sur le terrain soumis à l'inondation. b) Niveau de la plateforme. Le pont supporte aussi une voie charretière placée à côté des rails et deux trottoirs.
Par l'air comprimé	} 11,00	deux	18	3,000.000	11320	Poutres en double treillis. Le tablier supérieur supporte une voie charretière.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
181	Sur l'Yssel, près de Westerwoort	De l'état, aux Pays-Bas (Arnhem-Leeuwarden)	257,42	4 1	49,99 41,00 a)	6,70	7,50
182	Sur la Samara, près de Samara	Orenbourg-Syzran	256,63	3	83,50	10,00	6,20
183	Sur la Sakmara, près de Orenbourg	Orenbourg-Syzran	256,03	4	62,13	11,20	5,30
184	Sur l'Aa, près de Riga	Riga-Tukkum	255,96	6	40,53	3,00	16,45
185	Sur l'Inn, près de Königswart	De l'état, en Bavière (Rosenheim-Mühlendorf)	255,00	3 1 1	65,00 28,00 20,00	48,00	4,00
186	Sur l'Elbe, près de Tetschen	Du Nord-Ovest, en Autriche (Prague-Tetschen)	253,70	2 2	96,03 23,20	13,21	7,29 — 12,74
187	Sur l'Allier, près de St. Germain-des-Fossés	Paris-Lyon (St. Germain-des- Fossés-Clermont)	252,50	6	40,00	10,65	9,20
188	Sur le Rhin, près de Stein	National Suisse (Winterthur-Singen)	252,00	4	60,50	29,00	6,50
189	Sur la Waag, près de Trencsin	Austro-Hongrois (Pressbourg-Sillein)	248,60	4	60,20	4,50	6,00
190	Sur le Danube, près de Ratisbonne	De l'état, en Bavière (Ratisbonne- Norimberg)	248,50	5 15	46,40 14,50 a)	8,96	2,50 b)

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Sur colonnes en fonte	9,00	deux	27	1,995.500	7700	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
Trois piles sur co- lonnes en fer, les autres et les culées à sec	5,20 b) 2,70 c) 3,50 b) 2,70 c)	deux	26	1,338.500	5200	Poutres en treillis. Semelles supérieures inclinées aux extrémités. a) Double travée tournante. b) Au milieu c) Aux extrémités } des poutres.
Par batardeaux	9,11	une	32	2,274.000	8900	Poutres en treillis.
Par batardeaux	6,89	une	32	2,050.000	8007	Poutres en treillis.
Par injecteurs	4,50	une	18	1,151.800	4500	Les poutres présentent un système de montants et des tirants, et de contre-tirants au milieu des travées.
Par batardeaux	7,00 3,00 2,50	une	30	1,032.750	4050	Système de montants et de tirants. Infrastructure à deux voies.
Par l'air comprimé	10,00 2,50	une	15	1,600.000	6366	Système triangulaire. Infrastructure à deux voies.
Sur colonnes en fonte	3,10	deux	14	1,262.500	5000	Poutres en tôle.
Par batardeaux	6,80	une	15	888.250	3517	Poutres en treillis.
Par batardeaux	7,60 a) 1,00 b)	une	10	660.000	2655	Semelles supérieures en arc parabolique a) Au milieu b) Aux extrémités } des poutres.
Sur pilotis, plateforme et béton entourés de palplanches	5,77	une	22	910.600	3660	Poutres en treillis. a) Voûtes en maçonnerie constituant les accès. b) Niveau de la plateforme.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
192	Sur le St. John à St. John	Canada-Pacifique	247,19	1 1 1	142,92 55,75 41,12	30,48	2,40
193	Sur le Boug , près d'Olviopol	Du Sud-Ovest, en Russie (Odessa-Yelisawetgrad)	243,16	3	77,70	13,89	9,00 — 12,00
194	Sur le Danube , près de Prüfening	De l'état, en Bavière (Ratisbonne-Ingolstadt)	240,40	3	78,00	15,45	2,25 — 10,48
195	Sur la Rems , près de Waiblingen	De l'état, en Wurtemberg (Waiblingen- Backnang)	240,00	4	53,00	45,00	10,50
196	Sur le Rhin , près de Kehl	De l'état, en Bade (Offenbourg-Kehl)	236,84	3 2	56,00 a) 26,80 b)	7,38	12,00 — 20,00
197	Sur le Weser , près de Höxter	De l'état, en Prusse (Altenbecken- Holzminden)	236,00	4	56,28	6,28	3,27
198	Sur le Prouth , près de Czernowitz	Léopol-Czernowitz	235,15	4	56,89	9,29	2,00 — 6,30
199	Sur la Moskowa , près de Kolomna	Moscou-Riasan	234,70	2 2	67,80 44,33	11,73	3,00

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
A sec	} 8,30	une	24	1,375.000	5200	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
A sec						24,38 a) 19,81 b) 8,23 c)	18	2,480.000	9992	Travées-consoles. a) Au-dessus de la pile Ovest b) Au-dessus de la pile Est c) Au milieu et aux extrémités des poutres. L'accès à la rive droite est formé par un tréteau en fer d'une longueur de 120,50 m
Par l'air comprimé	8,00	une	30	2,800.000	11515	Poutres en treillis. Le tablier inférieur supporte une voie charretière.
Les piles par l'air comprimé, les cu- lées directement sur le rocher	10,00 a) 6,80 b)	une	24	1,687.500	7019	Système de montants, de tirants et de contre-tirants. Se- melles supérieures inclinées. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } Infrastructure à deux voies.
Sur béton entouré de palplanches	6,07	une	32	1,330.625	5544	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Les piles par l'air comprimé, les culées sur béton entouré de palplanches	6,00 3,60 c)	deux	23	7,752.000	32731	a) Poutres en treillis. b) Semelles supérieures en arc parabolique. Une travée tournante. c) Au milieu des poutres. Le pont supporte aussi deux trottoirs.
Directement sur le rocher	8,16	deux	8	735.720	3117	Système Schwedler.
Sur pilotis, plateforme et béton entouré de palplanches	8,40 a) 0,50 b)	une	10	820.800	3499	Semelles supérieures en arc parabolique. Système Hermann. a) Au milieu } des poutres. b) Aux extrémités } Infrastructure à deux voies.
Sur pilotis, plateforme et béton entouré de palplanches	} 6,40	deux	20	2,065.300	8800	Poutres en treillis. Le pont supporte aussi un trottoir.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
201	Sur le Rhin , à Bâle	—	225,32	5	42,26	12,50	10,00
202	Sur le Rhin , près de Coblenz	De l'état, en Prusse (Coblenz-Sierk)	222,45	2 3	106,00 25,00 a)	21,28	6,40
203	Sur la Thaya , près de Znaim	Du Nord-Ovest en Autriche (Vienne-Kollin)	220,00	2 2	56,30 46,30	49,00	4,00
204	Sur la Tamise à Londres, dit Pont Southwark	—	218,38	1 2	72,96 63,81	15,24	4,50
205	Sur la Guadiana , près de Ternan-Caballero	Madrid-Ciudad-Réal	215,49	2 2	53,38 50,78	8,27	3,90 — 7,74
206	Sur la Zeglin , près de Stettin	De l'état, en Prusse (Berlin-Stettin)	214,85	1 3 5	88,00 a) 15,00 b) 12,50 b)	6,85	1,00
207	Sur la Seine , près de Elboeuf	—	214,72	1 5	44,00 33,48	10,62	1,00 — 14,00
208	Sur la Garonne , près de Langon	Du Midi (Bordeaux-Cette)	213,56	1 2	74,40 64,08	17,25	5,00
209	Sur le Danube , près de Poikam	De l'état, en Bavière (Ratisbonne-Ingolstadt)	212,64	4	50,16	15,00	1,62 — 3,42

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
A sec	6,30	deux	24	888.300	3820	Poutres en treillis.
Par l'air comprimé	5,00 a) 1,20 b)	—	24	1,575.000	6995	Pont en arc supportant une voie charretière et deux trottoirs d'une largeur totale de 12,60. m a) A l'imposte b) A la clef.
Sur béton entouré de palplanches	2,83 b)	deux	30	2,756.250	12399	Pont en arc. a) Voûtes en maçonnerie sur le terrain soumis à l'inondation. b) Les semelles des arcs, dont le rayon moyen est de 167,30. m
A sec	5,00	une	24	1,250.000	5686	Système triangulaire.
Sur pilotis et plateforme et par batardeaux	9,75 a) 2,44 b)	c)	54	7,680.000	35172	Pont en arc. a) A l'imposte. b) A la clef. c) Voie charretière d'une largeur de 12,90. m
Les piles à l'aide de l'air comprimé, les culées par batardeaux	4,88	une	11	969.700	4500	Poutres en treillis.
Sur pilotis, plateforme et béton entouré de palplanches	14,00 c) 6,00 d) 1,50	deux	24	568.750	2647	a) Semelles supérieures en arc elliptique. b) Poutres en treillis. c) Au milieu d) Aux extrémités } des poutres.
Les piles sur colonnes en fonte, les culées sur pieux et grillage	3,50	a)	19	1,055.956	4918	Poutres droites. a) Voie charretière.
Par batardeaux	5,50	deux	20	1,388.000	6500	Poutres en tôle.
Les piles par batardeaux, les culées directement sur le rocher	5,20	une	24	1,162.500	5467	Les poutres présentent un système de montants et de tirants. Infrastructure à deux voies. Le pont supporte aussi deux trottoirs pour le service de la voie.

N. d'ordre	P O N T	CHEMIN DE FER	Longueur du pont	Nombre des ouvertures	Portée	Hauteur de la voie sur l'étiage	Profondeur des fondations
211	Sur le Rhin à Bâle	De raccordement	208,60	1 3	56,50 47,70	13,83	6,00 — 10,00
212	Sur la Moselle, près de Guls	De l'état, en Prusse (Coblentz-Sierk)	207,00	3	65,00	15,50	4,50
213	Sur le Thouel, près de Thouars	De la Vendée (Bressuire-Tours,	206,30	2 2	51,10 48,00	38,60	3,00 — 7,50
214	Sur le Guadalquivir, près de Cordoue	Cordoue-Malaga	204,80	2 2	55,10 42,30	18,00	5,00
215	Sur le Guadalquivir, près de Menjibar	Manzanares-Cordoue	203,50	3 2	42,50 33,00	13,35	5,60 — 9,70
216	Sur le Guadalquivir, près Alcolea	Manzanares-Cordoue	200,50	3 2	42,50 31,50	13,50	3,25 — 11,40

Système de fondation	Hauteur des travées	Nombre des voies	Durée des travaux mois	Frais en francs		OBSERVATIONS
				totaux	par mètre courant	
Piles-tubes en fonte	3,50	une	24	1,426.000	6790	Poutres en treillis.
Les piles par l'air comprimé, les culées par batardeaux	6,00	une	20	730.100	3500	Poutres en treillis. Infrastructure à deux voies.
Par batardeaux	9,40 a) 2,60 b)	deux	12	868.750	4197	Pont en arc. a) A l'imposte. b) A la clef.
Par batardeaux	5,00	une	20	627.300	3040	Poutres en treillis. Piles en charpente métallique. Infrastructure à deux voies.
Sur colonnes en fonte	5,78	une	22	798.700	3900	Poutres en treillis Piles constituées de colonnes en fonte.
Les piles par l'air comprimé, les culées par batardeaux	3,85	une	17	1,017.000	5000	Poutres en treillis.
Les piles à l'aide de l'air comprimé, les culées sur pilotis	3,85	une	16	1,062.000	5300	Poutres en treillis.

III.

Les canaux de la Russie Européenne

Le cours moyen du Volga avec le bassin hydrique de l'Oka était toujours le siège principale du peuple russe. Là se trouve l'ancienne résidence des czars et c'est là aussi que s'est établie la Grande Russie.

Pierre le Grand, après avoir fondé St. Pétersbourg comme nouvelle capitale et premier port maritime de l'Empire, et reconnu la nécessité de réunir par une voie hydraulique la nouvelle à l'ancienne résidence, en décréta l'exécution, profitant de la circonstance que le bassin du Volga s'avance vers la Mer Baltique, et que la division des eaux entre celle-ci et la Mer Noire atteint une hauteur relativement insignifiante. C'est donc lui qui prit l'initiative du grand système des canaux, lesquels, semblables à un réseau, croisent l'Europe Orientale, établissent la communication entre quatre mers et, avant qu'il y fût activé le moderne moyen de communication, c'étaient ces canaux qui rendaient accessibles l'intérieur des vastes et fertiles contrées constituant la Russie Européenne.

Ce système de canaux, poursuivi sous Cathérine II.^e et Alexandre I.^{er}, et perfectionné par leurs successeurs, est devenu, grâce à l'excellente organisation du service hydraulique et à l'oeuvre des hommes éminents en matière, un des plus vastes qu'on connaisse: il a une extension de 6350 kilomètres. On peut donc affirmer que, hormis la France, on ne rencontre en aucun autre pays une navigation intérieure si étendue, comme dans la Russie Européenne.*)

Les lignes ci-après, envisageant d'abord toute cette partie qui prit le nom de la ville de Wichni-Wolotchok, serviront à donner une faible idée de ce système.

I. Système des canaux Wichni-Wolotchok.

Ce système, qui appartient au haut cours du Volga, est celui qui fut effectué avant tous les autres et, quoique unique dans son genre, est par cela le plus compliqué. Car, pour passer à son exécution, on a dû recourir à plusieurs petits cours et bassins hydriques, qu'on rencontre sur la chaîne des terrasses waldaïques entre les sources de

*) Voici la longueur des canaux et des rivières canalisées dans d'autres pays:

France	8076 kil.	Belgique	1274 kil.
Etats Unis.	6284 "	Espagne.	464 "
Angleterre.	5153 "	Italie	451 "
Allemagne	3133 "	Suède.	260 "
Hollande	2919 "	Autriche	232 "

la Tvertza et de la Msta; il unit donc le Volga avec le lac Ladoga. La concentration et la distribution, la régularisation et la dérivation des eaux, surmonter ensuite les rapides et les cataractes existantes dans les petites rivières, écarter enfin les dangers qu'offrent encore aujourd'hui les lacs orageux Ladoga et Ilmén — voilà les oeuvres principales qui furent effectuées sur une vaste échelle depuis Tver jusqu'à la capitale moderne. Il a fallu bien un siècle, pour que la plus grande route hydraulique de l'Europe ait pu atteindre sa perfection actuelle.

On ne doit pas considérer Wichni-Wolotchok comme le point culminant du système, car ce point se trouve près d'Ostachkow entre le lac Selicher et le petit lac Welié près du premier. Néanmoins Wichni-Wolotchok se trouve 198 mètres au-dessous du Wolchow, qui se décharge dans le lac Ladoga, et c'est pour cela, et à cause de la richesse d'eau cachée dans cette contrée, que cet endroit se présentait comme le plus avantageux pour la division des eaux du système.

Les deux rivières, qui constituent le pivot du système de Wichni-Wolotchok, étaient en temps bien éloignés l'intermédiaire pour le commerce de Novgorod, cependant une éminence qu'on rencontra dans ces parages d'une largeur de 8 à 12 kilomètres, ensuite la petite quantité d'eau dans les rivières et le défaut de toute ressource d'art troublaient pas peu ce trafic. Pierre le Grand, étant venu en 1704 visiter la contrée de Wichni-Wolotchok, et ayant trouvé facilement réalisable la jonction de la Tvertza avec la Msta, il ordonna une coupe d'une longueur de 2250 mètres entre la première de ces deux rivières et la Zna, qui est une des sources de la seconde, et mit par cela la base au système gigantesque tel qu'il est aujourd'hui celui de Wichni-Wolotchok. Huit ans après fut achevé le canal de Tvertza, et la première oeuvre en était la construction d'une écluse à son extrémité. Le réservoir actuel de Zawod existait déjà à cette époque, et présentait un étang d'eau pour les moulins en exploitation; l'écluse et le réservoir servaient pour élever de temps en temps le niveau déprimé de la Tvertza.

On construisit tout de suite une autre écluse dans la Zna au-dessous de la ville de Zawod, et on créa par cela le commencement du système, c'est-à-dire un distributeur à l'aide des deux écluses, et un réservoir par l'étang susmentionné. La deuxième écluse ayant été emportée par les crues du printemps suivant, et cet incident ayant fait reconnaître sa fausse disposition, on exécuta plus tard une coupe longue de 1067 mètres à travers d'une sinuosité de la Zna, et on obtint ainsi le canal navigable homonyme, à la moitié duquel on fit construire une écluse fixe. Par cela fut achevé le premier bassin et l'on y gagna un niveau constant de l'eau.

Le système de Wichni-Wolotchok se partage en trois branches principales: Le passage en amont de la Tvertza, depuis Tver jusqu'à l'écluse homonyme; le bassin de Wichni-Wolotchok; et le passage à l'aval, depuis le lac Mstino, le long de la Msta. On s'était servi dans la première branche, outre du bassin qui alimente la Tvertza, des deux petites rivières, l'Ossouga et l'Osetchno, les ayant transformées en réservoir à l'aide de l'écluses mobiles, lesquelles fonctionnent seulement pour la navigation en amont. Il faut remarquer qu'avant la transformation du réservoir de Zawod, la navigation le long de la Tvertza était peu considérable sans l'aide de l'Ossouga; depuis ce temps, celle-ci a perdu son importance. Pour écarter les grands dangers et la perte considérable de temps, qu'occasionnait la cascade principale de la Tvertza près du village Proutna, on construisit en 1812 une écluse de dérivation. Vu l'énorme quantité de petites rivières, de ruisseaux et d'eaux marécageuses qui se déchargent dans la

Tvertza et qui, n'étant croisées par aucun pont, rendaient difficile la remorque des navires, on fit bâtir en 1820 un chemin de halage en pierres, dont la longueur atteint 25600 mètres.

Le bassin de Wichni-Wolotchok, quoique servant d'un côté comme port pour les navires en amont, et de l'autre comme réservoir général pour régler l'alimentation relative de chaque branche, de la Msta et de la Tvertza, tant pour soi-même que pour toutes les deux à la fois, néanmoins on remarque le réservoir du port. Le premier est alimenté par trois petites rivières d'un débit non insignifiant, qu'on doit envisager comme les sources de la Msta, ensuite par beaucoup de ruisseaux, et enfin par plusieurs lacs considérables et beaucoup d'autres de petites dimensions.

Ces rivières-là sont la Zna, la Schlina et la Granicha, dont la deuxième est unie au lac Welié par un aqueduc long de 29 kilomètres. La Zna, sur la rive droite de laquelle se trouve Wichni-Wolotchok, jaillit près des sources de la Tvertza, à 50 kilomètres au Sud-Ovest de cette ville, où elle s'unit avec la Schlina venant de l'Ovest. La rivière ainsi renforcée est navigable pour 7 kilomètres partant du réservoir de Zawod, et se décharge sous le nom de Schlina à 3 kilomètres au Nord de la même ville dans le lac Mstino, qui a une longueur de 13 et une largeur de 3 kilomètres. Celui-ci se présente comme un élargissement de la Schlina, car la Msta y sort en direction opposée. Sur la péninsule, formée par la Schlina et la Zna, se retrouvent les deux lacs Gorodoloubié et Kloutchino, qui communiquent par des canaux avec ces rivières-là, et dirigent leur entière quantité d'eau dans le réservoir de Zawod. La surface de celui-ci, élevée originairement à une hauteur de 2,09 mètres, fut plus tard portée jusqu'à 4,80 mètres, ce qui a fait décupler sa capacité; on obtint ce résultat, en se servant de quatre écluses mobiles, appliquées à autant de petits lacs.

Le port de Wichni-Wolotchok est constitué à présent de quatre grandes chambres d'écluse parfaitement disposées, dont le but principal consiste dans la régularisation complète de l'entière section hydrique, qui est nécessaire pour l'alimentation de la Msta et de la Tvertza, tant pour la navigation simultanée sur toutes les deux branches, que lorsqu'elle a lieu uniquement sur une seule de ces dernières. Les petits lacs Beresai et Yachino, situés aux deux côtés du lac Mstino et pourvus de petites écluses mobiles, constituent des systèmes secondaires pour faciliter l'alimentation complète du bassin du port.

L'entière longueur du canal unissant la Tvertza à la Zna et traversant la ville de Wichni-Wolotchok est seulement de 4800 mètres.

Une suite de petites rivières et lacs, parmi lesquels l'Ouwer offre quelque importance, servent à alimenter la section du lac Mstino, le long de la Msta. La rude pente de celle-ci se présente principalement dans l'espace depuis Opotchenskoï Possad jusqu'à Poterpelitz sur une extension de 32 kilomètres, ainsi jusqu'aux cataractes, dont le saut atteint 64 mètres.

De telle manière on a réussi d'achever un système de canaux aussi grandiose dans ses rapports, que remarquable par son mécanisme. Les améliorations et les nouvelles dispositions, effectuées en temps pas éloignés pour surmonter les obstacles naturels et pour pouvoir dominer et régler une quantité suffisante d'eau, et qui se présentaient d'une nécessité indispensable pour une plus grande sûreté du trafic, ces améliorations et dispositions, dirai-je, surpassèrent même les plus hautes attentes des anciennes directions des ouvrages hydrotechniques du système en question.

Je dois ici faire mention aussi du canal de Cathérine construit en 1811, qui

devait former à Tver un port d'hiver pour ceux des navires en circulation sur le Volga, lesquels à cause de la saison avancée ne pouvaient plus continuer leur route. Il faut cependant remarquer que, grâce aux améliorations susmentionnées et à l'organisation plus perfectionnée du service le long du système, ce port d'hiver a perdu beaucoup de sa grande importance. Le canal Cathérine a une longueur de 6590 mètres, dont 5097 mètres depuis le Volga jusqu'à la Tmaka, et les restants appartiennent au canal qui tourne celle-ci jusqu'à son embouchure dans le Volga.

Par les oeuvres susmentionnées, on a pu créer un passage sûr depuis Tver jusqu'au lac Ilmén, par conséquent une voie hydraulique entre la Mer Baltique et la Mer Caspienne. Cependant la navigation sur ce lac-là, ainsi que sur celui de Ladoga, présentait des dangers à cause des fréquents orages qui y règnent, abstraction faite des difficultés avec lesquelles on avait à lutter dans plusieurs endroits le long du Wolkhow et de la Néva, avant d'atteindre la capitale. On avait reconnu par cela la nécessité inévitable d'établir une communication commode et sûre entre le Volga et l'embouchure de la Néva, et il est superflu d'accentuer que le projet de cette communication — la jonction de la Msta et du Wolkhow, et puis le circuit du lac Ladoga — est dû à Pierre le Grand. Me réservant de parler plus en avant du canal de Ladoga, je dirai maintenant que la jonction susmentionnée fut commencée en 1797 et achevée en 1803, et que le canal a une extension de 8800 mètres et une largeur de 25 à 30 mètres. Il se détache de la Msta, croise les deux petits lacs Donezeré et Petchéré, et se décharge dans le Wolkhowetz, une branche du Wolkhow, près de Novgorod, dont il prit le nom.*) A cause de circonstances locales et climatologiques, ce canal présentait parfois au temps passé un manque d'eau, car l'action du système de Wichni-Wolotchok n'exerceait sur lui presque pas d'effet. On a obvié à cet inconvénient par la construction d'un déversoir dans la Msta, lequel, au lieu de décharger dans le lac Ilmén la partie d'eau tirée des réservoirs pour effectuer la navigabilité de cette rivière, dirigeait le contingent qui a servi à cet effet de nouveau dans la Msta.

Plus de soins et de travaux exigea la rivière Wolkhow, qui est un émissaire du susdit lac. Les cascades de cette rivière avaient attiré l'attention du gouvernement déjà du temps de Pierre le Grand, cependant tous les expédients n'eurent aucune issue pratique. Et quoique on ait écarté sous le règne d'Alexandre I.^{er} une bonne partie de ces inconvénients, néanmoins les précautions n'y sont point achevées, et forment encore aujourd'hui l'objet des soins spéciaux du département hydraulique du ministère des voies de communications.

Tout le parcours de la voie hydraulique de Tver à St. Pétersbourg présente une distance de 894 kilomètres, à savoir :

De Tver à Wichni-Wolotchok	189 kilom.
Du lac Mstino et ensuite sur la Msta jusqu'au canal Novgorod	305 „
Sur le canal Novgorod, puis sur le Wolkhow et par le canal Ladoga et la Néva à St. Pétersbourg	400 „

*) On l'appelle aussi canal de Sievers.

II. Système des canaux de Marie et de Tikhwine.

Les voies hydrauliques de Marie et de Tikhwine conduisent par les systèmes fluviales de la Mologa et de la Cheksna aux grands lacs Ladoga et Onéga, et établissent ainsi la communication entre la section supérieure du cours moyen du Volga et la Néva, donc entre la Mer Baltique et la Mer Caspienne.

La pensée de ce système des canaux est due également à Pierre le Grand, et c'était celle d'unir la Somina, qui se décharge dans la Tchagoda, avec la Tikhwinka, qui par le Sias va aboutir dans l'angle Sud-Est du lac Ladoga. Cette pensée fut modifiée deux fois sous ses successeurs, Elisabeth et Pierre III.^e, cependant sans obtenir un résultat pratique. Cathérine II.^e s'empara de nouveau de l'affaire et la confia à des études du comte Minnich; l'exécution eut lieu au reste sous Alexandre I.^{er}, après que des recherches soigneuses et études profondes firent résulter, que la première pensée était la plus raisonnable et la plus facile à exécuter. Les travaux furent commencés en 1802 et achevés en 1814.

Depuis la première écluse sur la Somina jusqu'à la dernière sur la Tikhwinka, la jonction susmentionnée présente une longueur de 187 kilomètres. Le long de cette extension existent 36 écluses à une et à deux chambres, 50 écluses à vannes, et 2 déversoirs pour la décharge des eaux près des réservoirs. Du point culminant jusqu'au lac Ladoga il y a une pente de 185 mètres, et en direction opposée, jusqu'à l'embouchure de la Tchadoga dans la Mologa, la pente atteint 54 mètres. Le canal a une longueur de 7480 et une largeur de 13 mètres. De plus, on a effectué des coupes à la Somina et Tikhwinka sur une longueur de 5 kilomètres.

En voici la marche de cette voie hydraulique. Partant de Mologa, les barques remontent la rivière homonyme et ensuite la Tchagoda; par le Gorioun, un confluent de celle-ci, et arrivées sur le lac Watchinskoe, elles passent ensuite dans la rivière Sominsk et, après avoir passé la place homonyme, traversent la première écluse. Le barques passent après les lacs Somino et Jeglino, pour arriver, au moyen d'un canal long de 10 kilomètres, au petit lac Lebedini, l'émissaire duquel est précisément la Tikhwinka, qui se décharge dans le Sias à 94 kilomètres du lac Ladoga. Plusieurs petites rivières et six lacs alimentent particulièrement la voie hydraulique en question, tandis que le lac Piatino en constitue le réservoir principal.

Mologa est une des places commerciales sur cette voie. Or, pour en augmenter davantage son trafic, et pour ne pas exposer les transports des marchandises, dirigés vers la capitale, aux orages qui se manifestent sur le lac Ladoga entre l'embouchure du Sias et celle du Wolkhow, on a dû exécuter un autre canal, lequel établit une relation plus intime entre le système dont il s'agit et celui de Wichni-Wolotchok. Ce canal, achevé en 1802, porte le nom du Sias, unissant cette rivière avec le Wolkhow, et se dirigeant en rectiligne le long du lac Ladoga de sorte, qu'on peut l'envisager comme la continuation de celui-ci vers l'Est. Sa longueur est de 10 kilomètres, et la largeur de 17 mètres; ses eaux conservent le même niveau de celles du lac Ladoga.

Pour éviter les effets des orages mentionnés plus haut, et pour esquiver les écueils qui se trouvent dans ce lac-là, il était indispensable de réunir directement le Wolkhow avec la Néva, c'est-à-dire les systèmes de Tikhwine et de Wichni-Wolotchok avec la Mer Baltique. Cette jonction, initiée par Pierre le Grand et achevée sous l'impératrice Anne, eut lieu par le canal de Ladoga. Sa longueur est de 111 kilomètres, sa largeur de 21 à 30 mètres, et sa profondeur ordinaire de 1,25 à 2,50 mètres.

D'abord on y a construit 32 écluses, abstraction faite de celles dans le lac et dans la Néva, qui élevaient la surface des eaux jusqu'à 3 mètres. L'embouchure orientale du canal se trouve dans le Wolkow, l'occidentale dans la Néva; dans la première disposition chaque embouchure consistait d'un seul bras. L'empereur Paul fit cependant construire en 1798 près de Novaïa-Ladoga trois nouvelles embouchures avec écluses à chambres, et en 1800 une deuxième embouchure près de Schlüsselbourg; dans ce but on construisit un canal de la longueur de 1500 mètres, par lequel les barques, après avoir atteint la branche secondaire de la Néva, formée par une île étroite, pouvaient en sortir ou y entrer avec chaque vent. Plus tard, en 1826, furent surhaussés, à la rive méridionale du canal, les remblais des réservoirs, et on obtint par là un surplus de 29 millions de mètres cubes d'eau pouvant être déchargés dans le canal par 8 écluses. En outre, on effectua en 1823-31, près de l'embouchure originale du canal dans la Néva, une écluse avec 4 chambres, dont la longueur de chacune atteint 89^m et la largeur 9,50^m. Le prix de revient seulement de cet ouvrage a valu 12 millions de francs.

Parmi tous les canaux de l'Empire, celui du Ladoga est le plus connu à l'étranger, et constitue à jamais un monument ineffaçable de Pierre le Grand, qui non-seulement en visitait souvent les travaux, mais aussi il ne dédaigna pas de les commencer lui-même! Voici les distances spéciales du système de Tikhwine.

Depuis Rybinsk sur le Volga	32 kil. ^{es}
Sur la Mologa	187 "
Sur la Tchagoda, sur le Gorioun et sur le lac Tchagodochtcha	193 "
Sur la Somina et sur les lacs Somino et Watchinskoé	35 "
Sur le canal Tichwine	7 "
Sur le lac de Ieglino et sur la Tikhwinka	172 "
Sur le Sias	94 "
Sur les canaux Sias et de Ladoga, et ensuite sur la Néva	184 "
De Rybinsk à St. Pétersbourg . Total .	904 kil. ^{es} *)

Le système de Marie, projeté aussi par Pierre le Grand et exécuté sous l'égide de l'impératrice douairière Marie Fheodorowna**), est la continuation du système de Tichwine, mais il constitue par soi-même un système à part, qui unit le Volga au lac Onéga, et indirectement par ce dernier à St. Pétersbourg. On s'y sert des rivières Cheksna, Kowcha et Wytégra; un canal, construit le long de la rive occidentale du lac Bielo et d'une longueur de 64 kilomètres, unit la Cheksna avec la Kowcha, tandis qu'un autre, le canal de Marie, d'une longueur de 10 kilomètres, établit la communication entre la Kowcha et la Wytégra. Le point culminant, situé près du lac Bielo, est élevé de 100 mètres sur la surface du lac Onéga.

Ce système compte 26 écluses à une ou deux chambres, une, sur la Wytégra, à 4 chambres, 5 demi-écluses, 5 ponts-levis et 20 déversoirs; il est alimenté principalement par un aqueduc, qui dirige les eaux du lac Kowchkoé dans le bassin de Cathérine et partialement celles du lac Matko.

*) En prenant la route directe par le lac Ladoga, quoique les vents variables et violents ne permettent pas toujours ce passage, la distance totale se réduit à 882 kilomètres.

**) L'Auguste Mère des Empereurs Alexandre I.^{er} et Nicolas.

Pour obvier ensuite aux certains dangers que présente le lac Onéga, et pour pouvoir arriver jusqu'au Swir, rivière navigable d'une extension de 200 kilomètres, et qui sort du lac précité, et pour établir ainsi une communication avec la capitale, on a dû construire le canal d'Onéga, dont la longueur atteint 20 kilomètres, la largeur 27^m et la profondeur 2,20.^m Ce canal se détache à 14 kilomètres en amont de l'embouchure de la Witégra, communique à demi-route au lac Onéga, et se décharge dans le bras Sud-Ovest de celui-ci.

D'un autre côté, pour pouvoir unir le système en question aux systèmes de Tikhwine et Wichni-Wolotchok, sans être obligé de passer par le lac Ladoga, il a fallu agrandir le système Marie, et à cette fin on construisit le canal appelé Swir. Celui-ci se détache près de l'embouchure de la rivière homonyme, aboutit au canal de Sias, et constitue la continuation vers le Nord-Est du canal de Ladoga, de sorte que l'entière rive Sud-Est de ce lac, de l'embouchure du Swir jusqu'à la sortie de la Néva, est côtoyé par une voie hydraulique d'une extension de 165 kilomètres, à la demi-route de laquelle, près de Novaia-Ladoga, se détachent les voies de Tikhwine et Wichni-Wolotchok.

Le canal de Swir a une longueur de 43 kilomètres, une largeur de 28 à 47 mètres, et il est creusé à 2,20 mètres au-dessous de la surface du lac Ladoga. Seulement dans son passage par un bras du lac, à son extrémité septentrionale, il le parcourt sur une distance de 3 kilomètres entre deux remblais formant ainsi un canal à part. On n'y rencontre pas d'écluses.

Les canaux du système Marie furent construits en 1803-1810 sous la direction du conte Minnich; le canal de Swir sous celle du conte Sievers qui dirigea aussi les travaux du canal de Novgorod.

Le parcours du système Marie est représenté dans le tableau suivant.

Sur la Cheksna	451 kil. ^{es}
Sur le canal le long du lac Bielo	64 „
Sur la Kowcha	83 „
Sur le canal de Marie	8 „
Sur la Wytégra	88 „
Sur le canal d'Onéga et sur une petite route du lac homonyme	40 „
Sur le Swir	200 „
Sur le canal de l'embouchure du Swir jusqu'à Schlus- selbourg	164 „
Sur la Néva	73 „

De Rybinsk à St. Pétersbourg . Total . 1171 kil.^{es} *)

Les trois voies hydrauliques susmentionnées, qui se détachent du cours supérieur et moyen du Volga, aboutissent à l'embouchure de la Néva, tandis que à leur demi-route, entre les lacs Ilmén et Bielo, elles sont distantes l'une de l'autre de 380 kilomètres. En les soumettant à une comparaison réciproque, on trouve que le parcours du système de Tikhwine est le plus court, tandis que celui de Wichni-Wolochok est moins avantageux même que le système de Marie. Car le système de

*) Passant par le lac Ladoga, la distance totale se réduit à 1133 kilomètres.

Wichni-Wolochok présente une longueur de 894 kilomètres entre Tver et St. Pétersbourg, et si l'on y ajoute 379 kilomètres formant la distance entre Tver et Rybinsk, il en résulte un parcours total de 1273 kilomètres entre cette dernière place de haute importance sur le Volga et la capitale moderne, lequel parcours se réduit à 1253 kilomètres toutes les fois qu'on trouve la possibilité de passer par le lac Ladoga. Au contraire, si l'on envisage la valeur des marchandises transportées sur les trois voies dont il s'agit, en premier lieu se signale le système de Wichni-Wolotchok, ensuite vient celui de la Tikhwine et enfin le système de Marie.

III. Systèmes des canaux Alexandre et Cathérine.

Ces systèmes, qui se détachent aussi du cours moyen du Volga, établissent la communication entre la Mer Caspienne et la Mer Blanche.

Le premier, système Alexandre, a pour intermédiaires la Cheksna sur le penchant méridional, et la Sukhona, confluent de la Dwina, sur le penchant opposé; son lieu de départ est Rybinsk. Il est constitué de cinq canaux d'une longueur totale de 74 kilomètres, qui réunissent les petits lacs à l'entour de la ville de Kirilow. Le premier, pourvu de 5 écluses, se détache de la Cheksna et se décharge dans le lac Siewerskoé, lequel communique par un deuxième canal avec le lac Babié, ainsi que moyennant la petite rivière Posdychna, qui fut approfondie, au lac Saulomskoé, où se décharge la Oloma, à l'embouchure de laquelle on a construit une écluse à vannes. Ce dernier lac communique par un troisième canal, pourvu d'une écluse, au lac Wassirinskoé, dont la surface est de 3,60 mètres plus élevée que celle du lac Saulomskoé, et d'où découle le quatrième canal avec écluse, qui aboutit au lac Kichemskoé. De celui-ci se détache le cinquième canal avec deux écluses, et se décharge dans la Itkla et ensuite dans le lac Blagoweschtschenskoé, pour aboutir à la rivière Porosowitza, où l'on rencontre deux autres écluses, et qui se décharge dans le lac Koubinskoé, à l'extrémité orientale duquel sort la Soukhona.

On peut considérer le lac Wassirinskoé comme le point culminant de la voie hydraulique en question; d'ici jusqu'à la Cheksna la pente atteint 13 mètres, et jusqu'au lac Koubinskoé 15 mètres. Les travaux, commencés en 1825, furent achevés en 1828.

Tout ce système, au centre duquel se trouve l'ancienne ville commerciale de Wologda (tête de ligne du chemin de fer Moscou-Wologda) a une longueur de 400 kilomètres, et il est superflu d'accentuer sur son importance pour le port d'Arkhangel, attendu que celui-ci n'est pas encore raccordé par un chemin de fer au grand réseau ferré de l'Empire.

Le système Cathérine est la deuxième des voies hydrauliques qui joint la Mer Caspienne à la Mer Blanche. Le premier projet fut formé par Pierre le Grand, lequel prenait en mire, comme intermédiaires du système, la Wytchegda qui se décharge dans la Dwina, et la Kolwa se jetant dans la Wischera, un des tributaires de la Kama. Cathérine II.^e approuva un projet modifié, à savoir celui de réunir la Wytchegda immédiatement à la Kama, et de s'en servir dans ce but de deux petites rivières: de la Permskaïa Kiltma qui est un confluent de la Kama, et de la Syrianskaïa Kiltma qui se décharge dans la Wytschegda. Ces deux rivières étant navigables à 10 kilomètres de leurs sources, et la topographie du terrain entre ces dernières n'ayant

présenté aucune difficulté, l'exécution de la voie hydraulique n'a eu à lutter avec le moindre obstacle. A peine les travaux avaient-ils commencé, qu'on a dû, à cause de la guerre contre la Turquie, les faire suspendre. Ils furent repris sous Alexandre I.^{er}, et achevés en 1812.

Le canal, qui réunit les deux rivières susmentionnées, a une longueur de 17700^m, une largeur de 11 à 13^m et une profondeur de 1,70^m; il est pourvu de 3 écluses à une chambre.

Le parcours de la voie hydraulique en question, entre la Kama et la Wytschegda, atteint une longueur de 160 kilomètres, et depuis l'embouchure de la Kama jusqu'à Arkhangel celle de 2300 kilomètres.

IV. Systèmes des canaux entre la Mer Noire et la Mer Baltique.

La Mer Noire est unie à la Mer Baltique par quatre systèmes, dont la voie principale est présentée par le Dniéper.

Dans le premier système on s'était servi de la Bérésina qui se décharge dans le fleuve ci-dessus, et de la petite rivière Lepel se jettant dans la Dwina occidentale. A 50 kilomètres en amont de Borissow sur la Bérésina, se détache un canal qui traverse un petit lac, et en sortant de là continue jusqu'à le Lepel en amont de la ville homonyme. Ce petit lac alimente principalement le système, qui prit le nom de la Bérésina, et en constitue le point culminant. Le canal a une longueur de 30 kilomètres, et la route totale de cette voie, entre les embouchures de la Bérésina et du Lepel, est de 480 kilomètres.

Le deuxième système, appelé canal Royal ou Dniéprowsko-Bougski joint le Pripet, un confluent du Dniéper, au Boug qui se décharge dans la Vistule. Le canal se détache à 45 kilomètres à l'aval de Ratno, lieu situé sur le chemin de fer Brest-Litewsk- Odessa; il traverse un petit lac, et à 20 kilomètres de celui-ci il se partage en deux branches, dont l'orientale finit à 40 kilomètres de Pinsk, et celle allant vers le Nord-Ovest se décharge près de Prouschany dans une rivière, qui près de Brest-Litewsk se jette dans le Boug.

Le canal Royal a une longueur de 106 kilomètres, et le parcours de cette voie hydraulique, c'est-à-dire du Dniéper jusqu'au Boug, a une extension de 600 kilomètres.

Pas loin du deuxième système on rencontre le troisième, connu sous le nom du canal Oguinski, qui unit la Chara, un confluent du Niemen, à un petit tributaire du Pripet. Ce canal, dont la longueur atteint 53 kilomètres, se détache de ce tributaire-là à 20 kilomètres en amont de Pinsk, traverse un petit lac situé à 7 kilomètres de la Chara, et se décharge dans celle-ci à 35 kilomètres en amont de Domanowo.

Entre le confluent de la Chara et du Pripet, la voie hydraulique en question a une longueur de 580 kilomètres.

Le quatrième système, appelé canal de Windau, est situé en Courlande et dans le gouvernement de Kowno; il joint par une voie indirecte la Mer Noire avec la Mer Baltique. Le canal, d'une longueur de 20 kilomètres, se détache de la rivière Windau à 20 kilomètres, en amont de Kourschany, et finit en une petite rivière qui sort d'un petit lac à peu de distance de la chaussée de Riga à Tilsit, et qui se décharge dans le Niemen en amont de la ville de Kowno. La longueur de ce

système, entre l'embouchure de cette dernière rivière et le port de Windau, est de 350 kilomètres.

Les parcours totaux des quatre voies hydrauliques susmentionnées sont :

Système de Bérésina (Kherson-Riga)	-	1500 kil. ^{es}
„ Royal (Kherson-Dantzig)		2040 „
„ Oguinski (Kherson-Memel)		1900 „
„ de Windau (Kherson-Windau)		1500 „

Enfin je dois mentionner le canal d'Augustowo située en Pologne. Il est long de 98 kilomètres, se détache du Niemen à 22 kilomètres à l'aval de la ville de Grodno, et, allant jusqu'au Narew, près de Augustowo, il établit la communication entre le Niemen et la Vistule, et par conséquent la jonction de la Mer Noire à la Mer Baltique se fait ici indirectement, ainsi que dans le deuxième et troisième systèmes, à travers le territoire étranger.

* * *

Je crois devoir dire ici encore quelques mots sur les canaux, dont la construction fut sur différentes initiatives entreprise ou projetée dans le temps passé.

Pierre le Grand avait l'idée d'établir une communication entre le Volga et le Don; dans ce but on devait creuser un canal entre l'Ilowla, un tributaire du Don, et la Kamychinskaïa à 20 kilomètres de Kamychine. Après que ce canal fut achevé sur une longueur de 210 kilomètres et une largeur constante de 24 mètres, les travaux durent être suspendus par des causes inconnues. Plus tard, et à plusieurs reprises, les autorités compétentes s'en occupèrent de nouveau, car, sans prendre en considération la dépense qu'il occasionnerait, on ne voulait jamais abandonner ce projet. Cependant, après la construction du chemin de fer de Volga-Don, d'une longueur de 78 kilomètres, qui raccorde Tzaritzyne sur le Volga avec Kalatsch sur le Don, on a cru devoir faire remettre à l'avenir l'achèvement de cette voie hydraulique.

Indépendamment de cette communication on commença dans les premières années du siècle écoulé, aussi par ordre de Pierre le Grand, les travaux pour une autre jonction du Volga au Don, et précisément par un canal entre le haut cours du Don et le Schat, qui est un confluent de l'Oupa, laquelle se décharge dans l'Oka. On y avait déjà construit plus de vingt écluses en pierre, lorsque la mort de Pierre le Grand en 1725 fit suspendre les travaux. Néanmoins on n'abandonna pas la pensée de cette jonction, car on effectua dans les années 1775, 1779, 1789, 1808 et 1809 de nouvelles études topographiques, pour pouvoir avancer les travaux. En 1825 on a eu recours de nouveau au projet original de Pierre le Grand, dont j'ai parlé plus haut, cependant sans continuer avec les travaux.

En outre, dans le siècle présent on a formé encore les projets suivants, pour unir le Volga aux autres voies hydrauliques de la Russie.

En 1824 le capitaine Wolkow présentait un projet pour joindre le Volga à la Dvina occidentale en se servant de la Skhoukopa qui se décharge dans le lac Pöno. Celle-ci allait être réunie par un canal, qu'on devrait creuser dans un marais long de 50 kilomètres, avec le lac Okhwat Skhadenié, d'où ressort la Dwina. Cependant se présentèrent des difficultés tellement considérables, qu'on a dû abandonner le projet.

En 1825 surgit un projet pour une communication entre le Volga et la Moscowa. Pour faire naviguer les navires directement de la Mologa à Moscou, on songeait de les faire remonter sur le Volga jusqu'à l'embouchure de la Doubna, et

de celle-ci sur la Sestra jusqu'à la ville de Kline, située sur la grande artère ferrée de St. Pétersbourg à Moscou; pour éviter ensuite les nombreuses sinuosités de la Sestra, les navires devraient, en quittant la susdite ville, passer par un canal aboutissant à la Sestra, et puis continuer leur route le long de cette rivière jusqu'au lac Goutchino. On devait en outre réunir par un autre canal la Sestra avec le Labychka, un confluent de la grande Sestra, laquelle de son côté se décharge dans la Moscova. En 1830 furent achevés deux kilomètres de ce canal, après quoi on suspendit les travaux, car, par suite d'un décret impérial ordonnant la construction du chemin de fer de St. Pétersbourg à Moscou, la communication hydraulique en question devint superflue.

Il y avait trois projets pour unir le Volga à la Dwina septentrionale. D'après le premier on se proposait de faire creuser un canal entre la Lesha, un confluent de la Soukhona se déchargeant dans la Dwina, et la Monsa, un tributaire de la Kostroma. Ce canal fut projeté sous le Czar Iean Wassiliewitch et achevé sur une extension de 6 kilomètres; cependant par des causes inconnues on en avait suspendu la continuation. En 1817 fut présenté un projet pour la reprise des travaux, auquel on ne donna pas de suite, par la conviction que cette communication n'était d'aucune importance spéciale.

Dans le deuxième projet on voulait se servir de la Soukhona et de la Sagoskha (un confluent de la Chekna) dans lequel se décharge l'Oukhtoma, laquelle de son côté reçoit la petit Skhourina. Celle-ci devait être réunie par un canal avec la Petcherda, un tributaire de la Soda qui traverse le lac Nikolski, et se décharge ensuite dans la Soukhona sous le nom de Kamela. Aussi ce canal-là fut commencé sous le Czar susmentionné, mais pas achevé dans toute son extension; un projet, présenté en 1817 pour la continuation de ces travaux, n'eût également pas de succès.

Par le troisième projet on devait construire un canal d'une longueur de 7 kilomètres entre la rivière Wologda, un tributaire de la Soukhona, et la Sisma qui se jette dans la Cheksna. Ce projet fut élaboré en 1821, cependant on n'en passa à l'exécution d'abord par insuffisance d'eau, ensuite parce qu'on aurait dû écarter des obstacles dans la Wologda, et enfin par la nécessité de rendre navigable la Sisma.

Un homme privé présenta en 1804 trois projets pour unir le Volga au Dniéper. La jonction devait avoir lieu ou entre le Zon (confluent de l'Oka) et le Sueskhet (tributaire de la Dessna), ou entre le Zon et la Stawlia qui se décharge aussi dans la Dessna, ou entre la Kroma, confluent de l'Oka, et la Neroussa qui se jette dans la Dessna. A cause des difficultés considérables et de l'insuffisance d'eau pour les navires de grand port, aucun des ces projets ne fut exécuté. Plus tard ont été formés d'autres projets, et parmi eux un provenant aussi d'un homme privé, qui proposait en 1816 de construire un canal entre la Shidra et la Bolwa. Aussi ces projets n'eurent pas de succès pratique.

En 1816 un négociant prit l'initiative d'effectuer une communication entre le Volga et l'Obi, rivière de la Sibérie Occidentale. Dans ce but il commença un canal, qui devait réunir la Rechatka se déchargeant dans l'Isset, un confluent du Tobol, lequel de son côté se jette dans l'Obi, avec la Tchoussowaïa. A peine furent-ils achevés les premiers deux kilomètres, que les travaux durent être suspendus par ordre du ministère des voies de communication, de crainte que le canal et le déversoir, qui devait être construit dans la Tschoussowaïa, ne pussent occasionner des troubles à la navigation sur cette rivière. En 1830 parut un ingénieur avec un autre projet, d'après lequel le canal devait se détacher à 40 kilomètres plus en amont de la Tschoussowaïa, et unir celle-ci à la Motchalowka qui se décharge dans le Syssert,

lequel de son côté se jette dans l'Izzet. Cependant les difficultés du travail, et par conséquent le prix de revient, se manifestaient si considérables, qu'on a cru utile de renoncer à l'exécution du projet.

Je ne saurais omettre de mentionner encore que le gouvernement a fait effectuer, sous la direction du général Tcherniaïeff, des études, dans le but d'unir directement la Mer Caspienne à celle d'Aral, dans laquelle se décharge l'Amou-Daria, l'Oxus des anciens. Le projet de cette jonction, existant d'ailleurs depuis long-temps, consiste dans l'exécution des canaux qui réuniraient un certain nombre de lacs, repandus dans ces parages, avec la rivière susmentionnée. On s'est arrêté sur cette résolution, après avoir définitivement abandonné la pensée primitive de diriger ce fleuve de nouveau dans la Mer Caspienne, selon les traces de son ancien lit retrouvées dans la steppe. Une fois effectuée cette nouvelle voie hydraulique, elle présentera une longueur de 1000 kilomètres.

Un autre projet, surgit dans ces derniers temps, et auquel le ministère des voies de communication prête toute son attention, est celui d'établir une directe communication maritime entre la côte occidentale de la Mer Noire et la Mer d'Azow, afin d'éviter par là le tour de la péninsule de Crimée et le passage du détroit de Kertsch. Dans ce but on se propose de creuser un canal à travers la partie septentrionale de la Crimée entre Perékop, près de la Mer Morte (un golf de la Mer Noire) et Guénitchersk sur l'Azow; ce canal aurait une longueur d'environ 90 kilomètres, et croiserait la Mer Putride qu'on rencontre en dedans de celle contrée.

Il me reste enfin de mentionner une oeuvre commencée par le gouvernement déjà en 1878, avec l'intention de transformer St. Pétersbourg en un grand port commercial-maritime, et de conserver à Kronstadt, distante de la capitale de 29 kilomètres, tout son caractère originaire: de port de guerre et d'arsenal maritime. Il est connu, que la partie de la mer, renfermée par celui-ci et la capitale, avait une profondeur d'eau pas considérable, de sorte que les navires de grand port, à destination de St. Pétersbourg, devaient faire amarrage dans le port de Kronstadt, et décharger leur cargaison, pour être transportée après sur des chalands jusqu'à la capitale.

L'oeuvre consiste en un canal creusé le long de la partie susmentionnée de la mer, et ayant toutes les conditions pour permettre aux grands navires de poursuivre leur route directement jusqu'à St. Pétersbourg, où arrivés ils peuvent décharger ou dans magasins généraux, ou immédiatement dans les waggons des chemins de fer. Aussi on y charge directement sur les navires, et sans perte de temps, les productions de l'intérieur de l'Empire en destination pour l'étranger.

Le lit du canal est creusé jusqu'à la profondeur de 6,71^m sur toute sa longueur de 28278 mètres. Une branche du canal, de la longueur de 3735 mètres, est construite le long de la digue du chemin de fer de Poutilow. Le lit de la Néva, entre le commencement du canal et l'issue du bras de Iekaterinhof, est déblayé sur une distance de 1600 mètres.

Sur l'étendue des premiers 9070 mètres le canal est défendu par une digue, et les autres 19208 mètres ne le sont pas.

La largeur du canal, mesurée au fond, est différente. Dans ses premiers 4268 mètres, en sortant de la Néva, elle est de 64^m, dans les suivants 4268 mètres à peu près de 85,33^m, et dans les 19742 mètres ultérieurs, se dirigeant à Cronstadt par un espace entièrement ouvert, sa largeur est de 106,65^m.

La quantité de terre draguée jusqu'en 1885 du lit du canal présente un

volume de 8,051.000 mètres cubes, pesant 14,742.000 tonnes. Tous ces travaux ont coûté 27,100.656 francs.

En outre, la terre extraite des bassins du port d'importation en a donné 1,252.000 mètres cubes, pesant 2,948.400 tonnes. Les frais de ces derniers travaux s'élèvent à la somme de 6,913.052 francs, sans y compter ceux pour les voies ferrées et magasins d'entrepôts destinés au service de ce port.

L'ouverture solennelle du canal maritime eût lieu le 27 Mai 1885, et il est superflu d'accentuer de plus près les avantages qui par cette prévoyante mesure résulteront pour l'économie nationale.

* * *

Tenant compte des mers qui mouillent la Russie Européenne, et des rivières qui s'y déchargent, il résulte que cinq sont les systèmes hydrauliques dont l'Empire dispose pour la navigation intérieure: Le système de la Mer Blanche, dont la voie principale est constituée par la Dwina septentrionale; celui de la Mer Noire, par le Dniéper et Dniéster; le système de la Mer Caspienne, formé par la voie hydraulique du Volga; celui de l'Azow, par le Don; et celui de la Mer Baltique, par le Niemen et le Boug, ensuite par les deux Dwina et enfin par les lacs Ladoga, Onéga et Ilmén.

Le système de la Mer Caspienne est uni à celui de la Mer Blanche par le canal Alexandre, et à celui de la Mer Baltique par les canaux Marie, Tikhwine et Wichni-Wolotchok; le système de la Mer Noire communique avec le système de la Mer Baltique par les canaux de Bérésina, Royal, Oguinski et Windau, et indirectement par le canal Augustowo. Le canal Alexandre établit de plus la jonction directe du système de la Mer Baltique à celui de la Mer Blanche. Celle-ci et la Mer Caspienne n'ont aucune relation directe avec la Mer Noire, quoique dans le temps passé on avait essayé, comme il en résulte de l'exposé ci-devant, d'ouvrir une communication entre la Mer Noire et la Mer Caspienne.

On peut donc partager tout le réseau navigable de l'Empire en deux groupes principaux: celui du Nord-Est, le plus étendu, comprend les systèmes hydrauliques de la Mer Blanche, de la Mer Caspienne et de la partie septentrionale de la Mer Baltique, présentant une extension totale de 21600 kilomètres; celui du Sud-Ouest renferme les systèmes de la Mer Noire et de la partie méridionale de la Mer Baltique, et a une extension de 9500 kilomètres. On peut envisager la ville de Nijni-Novgorod comme le centre du premier groupe, car elle est distante d'Arkhangel, point le plus septentrional de ce groupe, de 2210 kilomètres, et d'Astrakhan, point le plus méridional, de 2310 kilomètres. Ce groupe s'étend vers l'Occident sur une distance de 1420 kilomètres jusqu'à la ville d'Orel, et vers l'Orient jusqu'à Perm a une extension de 1326 kilomètres. La ville de Kiew constitue le centre du deuxième groupe, dont les voies navigables ne présentent cependant pas les extensions qu'on rencontre dans le premier.

Abstraction faite des rivières, où la navigation a lieu sur des radeaux, ainsi que d'une partie des rivières lesquelles, quoique étant navigables, mais où la navigation se fait pourtant par le même procédé, l'extension totale des voies hydrauliques intérieures de l'Empire s'élève à 34520 kilomètres, se répartissant entre les systèmes hydrauliques de la manière suivante:

Dans le système de la Mer d'Azow . . .	3334 kil. ou	9,7%
" " " Mer Blanche . . .	4970 " "	14,4 "
" " " Mer Baltique . . .	5203 " "	15,0 "
" " " Mer Noire . . .	6110 " "	17,7 "
" " " Mer Caspienne . . .	14271 " "	41,4 "
Dans d'autres systèmes hydrauliques . . .	632 " "	1,8 "

La grande importance de ces voies hydrauliques pour la vie économique de l'Empire, résulte du tableau ci-après, démontrant le trafic qui a eu lieu le long de ces voies-là pendant les années 1869-1881.

Années	Tonnes des marchandises		Valeur des marchandises en francs		Total	
	exportées	importées	exportées	importées	tonnes	francs
1869	3,669.332	3,420.279	538,865.916	575,426.764	7,089 611	1114,292 680
1870	3,212.319	2,899.668	500,355.788	509,237.116	6,111.987	1009,592.904
1871	3,583.562	2,453.384	614,324.012	480,570.724	6,036.946	1094,894.736
1872	3,535.837	2,439.559	569,945.432	467,126.392	5,975.396	1037,071.824
1873	3,596.441	2,354.731	522,227.616	442,855.740	5,951.172	965,083.356
1874	3,398.440	2,201.018	474,175.392	506,482.292	5,599 458	980,657.684
1875	3,932.204	2,392 908	484,821.560	414,913.760	6,325.10	899,735.320
1876	5,073.767	2,789.840	465,139.884	404,033.112	7,863.607	869,172.996
1877	2,008.482	1,994.185	414,865.144	409,545.120	4,002.667	824,410.264
1878	2,994.786	2,137.988	457,601.302	411,813.611	5,132.774	869,414.913
1879	3,321.748	2,401.086	448,666.308	400,348.163	5,722.834	849,014 471
1880	3,189.988	2,280.609	441,009.707	410,560.281	5,470.597	851,569.988
1881	3,248.597	2,602.219	451,469.952	408,660.584	5,850.816	860,130.536

Afin de pouvoir faire une comparaison du mouvement des marchandises le long des voies hydrauliques avec celui sur les chemins de fer, et démontrer par conséquent la relation entre ces deux modes de transport, je fais suivre le tableau ci-après qui présente le mouvement sur les chemins de fer pendant la même époque.

Années	Longueur du réseau en kilomètres	Tonnes	Valeur en francs
		des marchandises transportées à petite vitesse.	
1869	8163	7,366 625	2322,560.000
1870	11241	9,942.529	2667,571.000
1871	13567	13,167.407	2790.249.000
1872	14114	14,102.525	2877,370.000
1873	16238	18,669.678	3032,490.000
1874	18098	22,106.677	3405,106.000
1875	18884	22,220.666	3507,285.000
1876	19415	22,071.230	3577,601.000
1877	21708	28,849.594	3725,053.000
1878	23094	32,696.151	3810,702.000
1879	23322	34,292.871	3780,004.000
1880	23457	26,985.176	3802,100.000
1881	23799	31,897.689	4017,263.000



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

17994

Druk. II. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300750