

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 43 (1951)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Les travaux hydrauliques de la Plaine de Sibérie et la liaison avec la mer Caspienne à travers le Kazakhstan, l'Ouzbékistan et la Turquie  
**Autor:** Bühler, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921666>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 19.02.2026

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

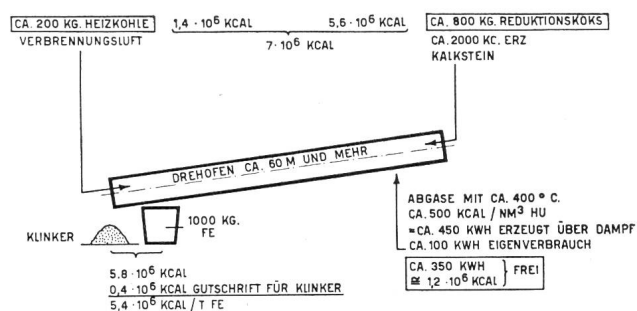


Abb. 4 Basset-Ofen, schematische Darstellung mit Anhaltszahlen

Drehofen wird das Eisenoxyd reduziert und zu Roheisen aufgekühlt. Es sammelt sich in flüssiger Form am Austragende des Drehofens, wo es von Zeit zu Zeit abgestochen wird. Das Rohmehl bildet mit den Schlackenkomponenten des Erzes und der Kohle oder des Kokes den Klinker, der das Eisen abdeckt. Man kann im Drehofen zwei verschiedene Zonen haben, nämlich eine Reduktionszone unterhalb der Klinkerschicht und eine Oxydationszone oberhalb der Klinkerschicht. Infolgedessen gelingt es, die Reduktionsgase in stärkerem Maße zu  $\text{CO}_2$  zu verbrennen als es in den erwähnten Schachtofen der Fall ist. Die je t Eisen erzeugte Klinkermenge und damit der Brennstoffverbrauch hängen von der chemischen Zusammensetzung der Einsatzstoffe ab. Es muß so gearbeitet werden, daß ein bestimmtes Verhältnis von  $\text{CaO}$  zu  $\text{SiO}_2$  im Klinker nicht unterschritten wird. Bei diesem Verfahren erübrigen sich vielfach die Aufbereitungskosten der Einsatzstoffe. Hervorzuheben ist noch, daß der Schwefel in den Einsatzstoffen zu keinerlei Schwierigkeiten führt, da er durch den kalkigen Klinker ohne weiteres entfernt wird. Der Gesamt-wärmeverbrauch je t Eisen unter Berücksichtigung des Klinkers liegt höher als bei den vorerwähnten Verfahren, was auf den bedeutend schlechteren thermischen Wirkungsgrad eines Drehofens im Vergleich zu Schachtofen zurückzuführen ist. Dem ist wiederum entgegenzuhalten, daß an Aufbereitungskosten der Einsatzstoffe in Pulverform gespart werden kann. Auch hier läßt sich nichts Allgemeines über die Wirtschaftlichkeit des Ver-

fahrens sagen, ohne die vielen dabei in Rechnung zu stellenden Faktoren geprüft zu haben.

Die Abbildungen 1 bis 4 geben ein schematisches Bild der vier besprochenen Verfahren, wobei die wichtigsten Anhaltszahlen angegeben sind. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei allen diesen Verfahren je t Roheisen mehr oder weniger Wärme in Form eines mehr oder weniger guten Gases anfällt. Diese Wärmemenge im Gas ist nach Abzug des jeweiligen Eigenverbrauchs mit etwa 5 Mio am größten beim Sauerstoffniederschachtofen, der mit Kohle arbeitet. Beim mit Koks arbeitenden Sauerstoffofen beträgt sie etwa 3 Mio und ist damit etwa 1 Mio größer als beim Hochofen, bei dem etwa 2 Mio für fremde Betriebe anfallen. Der Elektronniederschachtofen steht mit seinen 1,7 Mio Kcal dem Hochofen nicht sehr viel nach, was im allgemeinen nicht genügend beachtet wird. Der Basset-Ofen erzeugt etwa 1,2 Mio je t Eisen, wobei noch zu bemerken ist, daß das Gas des Basset-Ofens eigentlich nicht mit den anderen Gasen ohne weiteres verglichen werden darf; denn sein Heizwert ist so gering, daß es nur direkt am Ofen unter Ausnutzung seiner hohen fühlbaren Wärme verfeuert werden kann.

Der wirkliche Wärmeverbrauch je t Eisen, d. h. die je t Eisen insgesamt eingesetzte Wärme abzüglich der für fremde Betriebe im Gas freiwerdenden Wärme, ist ebenfalls eingetragen. Den niedrigsten Wärmeverbrauch hat der Elektronniederschachtofen mit 3,39 Mio je t Fe, dann folgt der Hochofen mit 3,6 Mio Kcal. Der Sauerstoffofen benötigt etwas mehr, nämlich etwa 4 Mio Kcal. Am höchsten ist der Verbrauch beim Basset-Ofen mit etwa 5,4 Mio Kcal, wobei eine Wärmegutschrift für den Klinker abgesetzt ist. Diese Wärmeverbrauchszahlen sind aber allein kein Maß für die Wirtschaftlichkeit. Für wirtschaftliche Betrachtungen muß auch die Wärmewertigkeit berücksichtigt werden. Diese kann geringer werden in der Richtung vom Hochofen zum Sauerstoffniederschachtofen, zum Elektronniederschachtofen, zum Basset-Ofen, der als Drehofen in der Lage ist, mit minderwertigstem Brennstoff zu arbeiten.

## Les travaux hydrauliques de la Plaine de Sibérie et la liaison avec la mer Caspienne à travers le Kazakstan, l'Uzbégie et la Turkménie

Dans un pays aussi immense que l'Union des Républiques Soviétiques Socialistes, certains travaux atteignent une ampleur gigantesque, dont nous ne pouvons, en Suisse, nous faire que difficilement une idée. La Plaine de Sibérie offre des contrastes très accentués. Elle est entourée à l'ouest par les Monts Oural et, à l'est, par les collines et plateaux du district de Krasnojarsk (Monts Sayan). Au sud, le steppe des Kirghiz (Kazakstan) est

barré par les contreforts des Monts Oural et du Pamir. La mer Caspienne, d'une étendue de 439 000  $\text{km}^2$  et d'une profondeur maximum de 1000 m, ferme à l'ouest cette vaste contrée, au centre de laquelle se trouve la petite mer d'Aral d'une étendue de 64 500  $\text{km}^2$  et d'une profondeur de 30 m seulement.

La Plaine de Sibérie et le steppe des Kirghiz sont reliés par un seuil peu élevé, appelé la porte de Tourgai,

par où s'écoulaient probablement, à l'époque glaciaire, les eaux de l'Ob et du Yénisséï avec leurs affluents. La mer Caspienne avait alors une étendue beaucoup plus grande, du fait de ces apports d'eau considérables. De nos jours, le niveau de cette mer intérieure est à l'altitude de 26 m au-dessous du niveau océanique. La Dépression Caspienne est indiquée sur les cartes ci-jointes (voir fig. 3 et 4).

Depuis quelques années, le régime des eaux de la Caspienne est influencé par les barrages construits sur la Volga à Rybinsk, Ivankov, Ouglitch et Cherbakow, auxquels viendront s'ajouter ceux de Gorki et de Molotow sur la Kema, affluent de la Volga, ainsi que d'autres barrages. Le débit de la Volga est ainsi presque entièrement utilisé pour la navigation fluviale, la production d'énergie électrique et, dans une mesure encore limitée, pour la mise en valeur des districts de Williams, Kostichev et Dekoutchaev. Lorsque l'aménagement de la Volga sera achevé, le volume de la Caspienne sera influencé par une diminution des apports d'eau de l'ordre de 75 milliards de m<sup>3</sup> au début des travaux et de 180 milliards de m<sup>3</sup> à leur fin, par suite de l'irrigation de vastes steppes. L'apport des eaux de la Volga, qui était autrefois de 255 milliards de m<sup>3</sup> sera ainsi réduit à 75 milliards de m<sup>3</sup>.

Une telle diminution pourrait avoir de très graves conséquences, au point de vue climatérique, pour les contrées avoisinantes, notamment en ce qui concerne l'alimentation des cours d'eau du Kazakstan et des régions limitrophes. Les ingénieurs russes estiment donc qu'il faut amener les eaux surabondantes de la Plaine de Sibérie par la porte de Tourgai, vers le sud et la Caspienne, c'est-à-dire rétablir l'état de chose de l'époque glaciaire.

Cette adduction artificielle en eau a en outre pour but de développer l'économie agricole des contrées désertiques du Kazakstan et de ses environs, comme cela a déjà été réalisé dans d'autres régions de l'URSS. Le Kazakstan est situé entre les 40<sup>e</sup> et 50<sup>e</sup> parallèles. Les isothermes de la partie méridionale varient en janvier de -10 à +4° C et en juillet de 24 à 34° C. La figure 1 indique les lignes isothermes de l'ensemble du territoire de l'URSS.

En ce qui concerne la végétation actuelle de la Sibérie, la figure 2 donne une impression générale. Le Kazakstan est constitué en majeure partie par un désert, où viennent se perdre la plupart des cours d'eau qui ont leur source dans les montagnes du sud, en bordure de l'Iran et de l'Afghanistan. On y distingue six zones de végétation: la toundra, la taïga (forêt vierge), la forêt mixte, le steppe, le steppe subdésertique et le désert. Puis viennent les montagnes et les contrées subtropicales.

Ces régions, où le régime des températures est extrêmement favorable, ont besoin de très grandes quantités d'eau. Elles pourraient alors offrir d'immenses possi-

bilités pour la culture du coton, du riz, des arbres à caoutchouc, etc. D'autre part, leur sous-sol est riche en pétrole, houille, métaux précieux, etc.

Le régime hydrographique des fleuves de l'URSS ressort de la figure 3, qui montre l'importance primordiale de la Volga, de l'Ob, du Yénisséï et de la Léna, ainsi que des cours d'eau du Kazakstan et ceux du bassin de l'Aral, Amou-daria et Syr-daria, dont l'aménagement est déjà avancé et sera complètement achevé dans un avenir rapproché. Ces cours d'eau amènent à la mer d'Aral 56 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, qui seront utilisés pour l'irrigation de 80 000 km<sup>2</sup> de terres, ce qui réduirait l'étendue de cette mer intérieure à 12 300 km<sup>2</sup>. Les mêmes considérations que pour la Caspienne sont également valables en ce qui concerne la diminution du volume de la mer d'Aral.

Pour résoudre le problème, il s'agit donc de trouver un apport supplémentaire de 180 + 56 = 236 milliards de m<sup>3</sup> d'eau pour la région de la Caspienne et de la mer d'Aral. En tenant compte des besoins spéciaux d'irrigation du Touran, d'une superficie de 250 000 km<sup>2</sup>, situé entre ces deux mers, le volume d'eau devrait être d'au moins 300 milliards de m<sup>3</sup> par an, ce qui correspond à un débit d'adduction de 10 000 m<sup>3</sup> par seconde.

Fort heureusement, la Plaine de Sibérie possède une énorme quantité d'eau, qui s'écoule inutilement dans la mer glaciaire arctique. La figure 3 donne un aperçu des

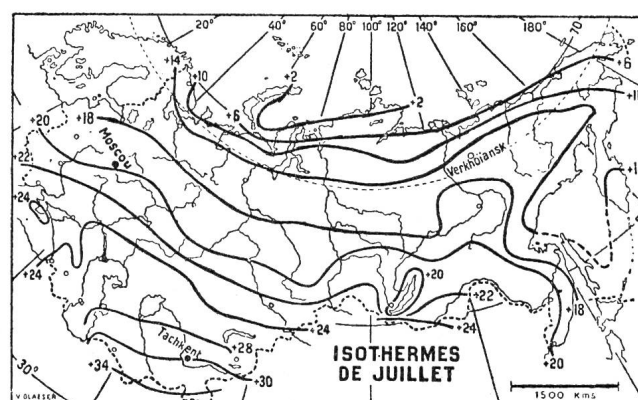
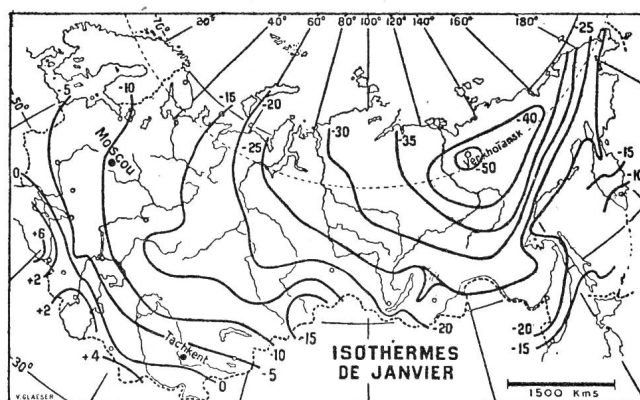


Fig. 1 Isothermes

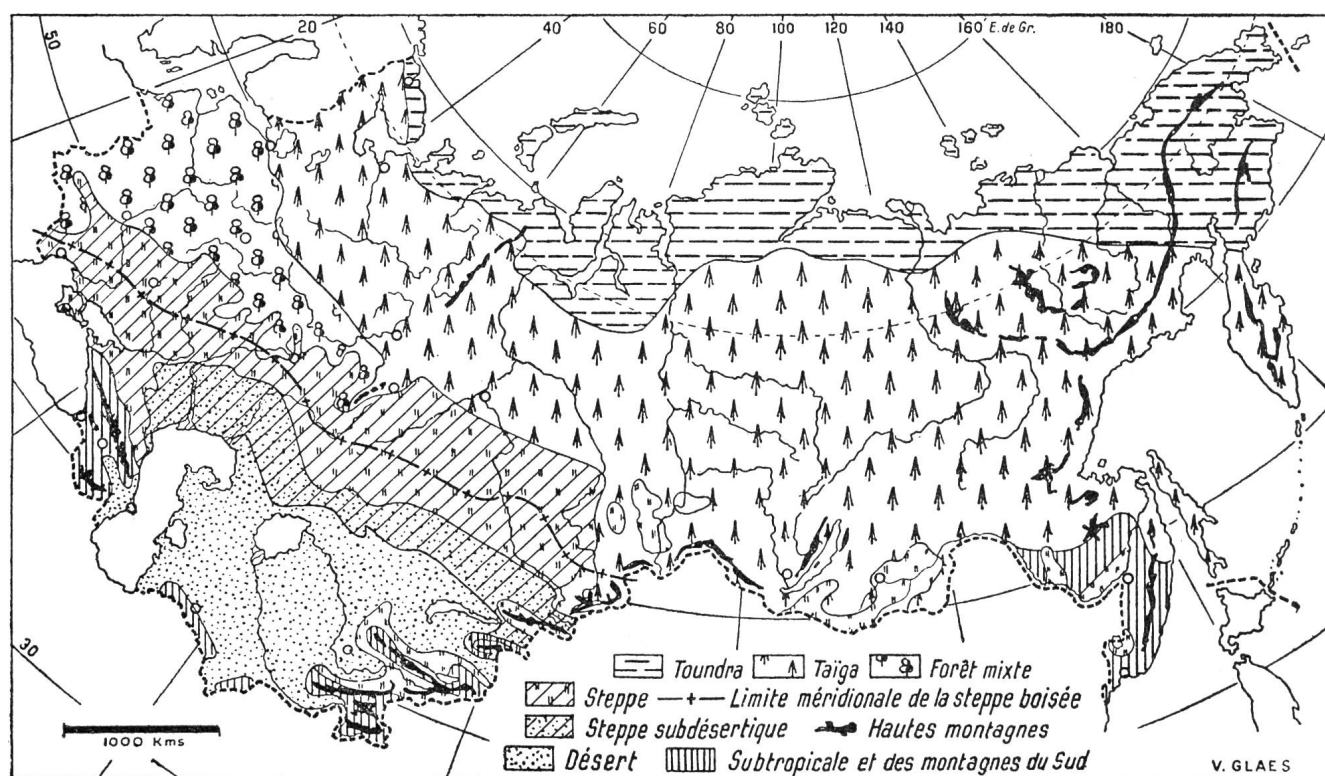


Fig. 2 Principales zones de végétation en URSS

débâts des principaux fleuves russes en années moyennes, en milliards de m<sup>3</sup>:

Dniepr	53	Pechova	120
Don	28	Ob	394
Volga	255	Yénisséi	584
Amou-daria	42	Léna	438
Syr-daria	14	Kalyma	120
Dvina	111	Amour	346

Le débit total de l'Ob et du Yénisséi est de l'ordre de 1000 milliards de m<sup>3</sup> par an et il serait possible d'en utiliser le tiers pour mettre en valeur les contrées du sud et les environs des deux mers intérieures. Les besoins des bassins de l'Ob et du Yénisséi, au point de vue de l'irrigation, ne sont estimés qu'à 30 milliards de m<sup>3</sup> par an, pour la mise en culture de 10 à 12 millions d'hectares. Le restant, soit 600 milliards de m<sup>3</sup>/an, serait suffisant pour satisfaire les besoins d'irrigation et de navigation sur ces cours d'eau.

L'ingénieur Davidow, auteur des projets des transformations hydrographiques et de la construction des usines hydroélectriques, nécessaires au développement du pays, prévoit les travaux suivants, à exécuter par étapes (fig. 4 et 5):

A une certaine distance du confluent de l'Irtych et de l'Ob, à Bélogorevsk, un barrage de 78 m de hauteur créera une retenue de 4500 milliards de m<sup>3</sup> d'eau utili-

sable, couvrant une superficie de 250 000 km<sup>2</sup> et alimentant une usine hydroélectrique d'une puissance de 5,6 millions de kW, produisant 34 milliards de kWh par an. Ce bassin d'accumulation s'étendra d'une part jusqu'à Novosibirsk et Kethsk, d'autre part vers Tobolsk. Au delà, dans des vallées anciennes et desséchées, on creusera un canal de 40 m de profondeur en moyenne et de 75 m au maximum, sur une longueur d'environ 900 km. Ce canal permettra d'amener les eaux de l'Ob et de l'Irtych au versant sud des collines de Tourgai, vers les vastes plaines du Kazakhstan, pour aboutir à la mer d'Aral dont le niveau est à l'altitude de 60 m. La distance entre le barrage de Bélogorevsk et la mer d'Aral est de 2100 km; il y a ensuite 1600 km jusqu'à la Caspienne. La navigation pourra se faire sur les parcours suivants:

1600 km par les retenues et les mers,  
900 km par les lits d'anciennes rivières,  
1200 km par les canaux à construire.

Les chutes utiles combinées atteindront 35 + 30 + 100 = 165 m et l'énergie hydroélectrique sera produite en 7 paliers: le premier sur l'Ob, le deuxième sur le Yénisséi, le troisième entre le Yénisséi et la retenue Irtych-Tobol-Ob, le quatrième à la porte de Tourgai, le trois autres dans la descente vers la Caspienne. L'exécution de ce projet entraînera de grosses dépenses, même dans un pays où l'argent n'a qu'une valeur fictive. C'est pourquoi il est prévu que les travaux se feront par étapes, comme suit:

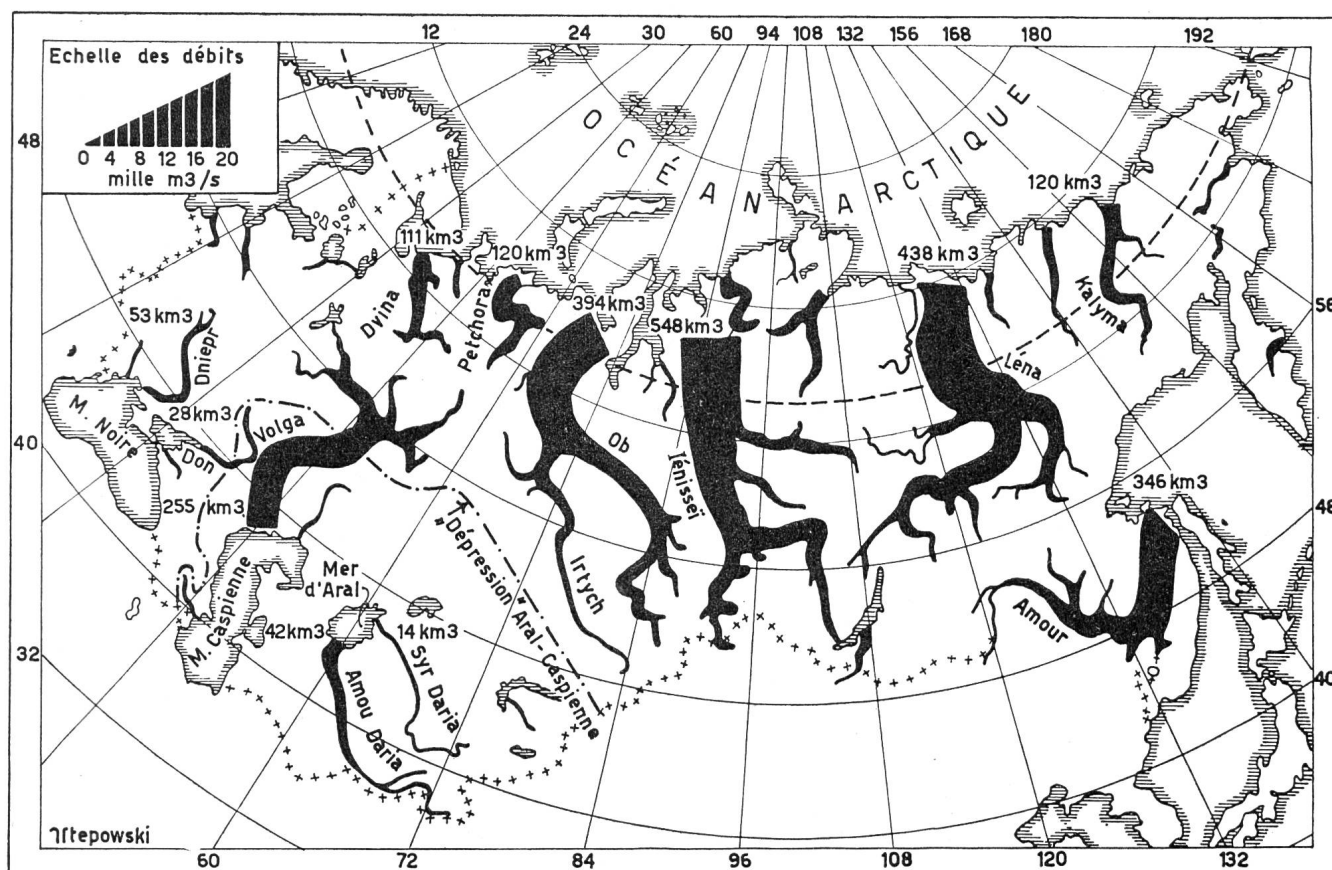


Fig. 3 Esquisse de l'URSS avec indication des débits des grands fleuves en km<sup>3</sup>/an et graphiquement en mille m<sup>3</sup>/s pour des années moyennes

- a) Le barrage de Bélogorevsk peut être construit en deux ou même trois étapes, selon les besoins en énergie électrique des centres industriels de l'Oural (Magnitogorsk), jusqu'à 5,6 millions de kW produisant 34 milliards de kWh/an.
- b) La construction du canal de la porte de Tourgai pourra également se faire en plusieurs étapes, adaptées aux besoins en énergie électrique et aux premiers besoins d'irrigation, en corrélation avec l'exécution des plans d'amélioration foncière des contrées desservies. Le plan prévoit pour commencer un canal pour un débit de 1000 m<sup>3</sup>/s, ce qui n'entraverait pas la production de l'usine de Bélogorevsk et permettrait la construction d'une usine hydroélectrique de 64 000 kW, produisant annuellement 600 millions de kWh.
- c) Pour pouvoir maintenir la production de l'usine de Bélogorevsk et permettre un plus fort débit d'eau vers la mer d'Aral et la Caspienne, il sera nécessaire d'utiliser les eaux du Yénisséï, dont le débit est de l'ordre de 10 000 m<sup>3</sup>/s. Dans ce but, on construira près de Pozknamensk un barrage qui refoulera l'eau vers l'Ob, par l'intermédiaire des bassins du Kas et du Keth. Un canal latéral avec 4 écluses sera prévu pour la navigation. On compte pouvoir utiliser 9000

m<sup>3</sup>/s, ce qui laisserait 1000 m<sup>3</sup>/s pour la navigation sur le Yénisséï. Deux usines seront construites, l'une sur ce fleuve, d'une puissance de 750 000 kW, fournissant 4,7 milliards de kWh/an, l'autre alimentée par la retenue de Bélogorevsk avec une chute de 35 m, d'une puissance de 2,6 millions de kW, fournissant 20 milliards de kWh/an.

On pourra ensuite agrandir, par étapes, le canal de la porte de Tourgai, de manière à atteindre un débit de 5000 m<sup>3</sup>/s, puis de 10 000 m<sup>3</sup>/s. Il va sans dire que tous ces travaux devront être entrepris en étroite corrélation avec les besoins de l'agriculture et de l'irrigation du Kazakhstan et des régions avoisinantes. L'adduction des eaux sibériennes permettra la mise en valeur agricole de 25 millions d'hectares de désert et le reboisement de 20 millions d'hectares. Ce procédé est du reste aussi prévu pour la Russie européenne, seul moyen de parer à la sécheresse. Les deux tableaux suivants résument les grandes lignes du projet Davidow:

Disponibilités (moyennes par an)	m <sup>3</sup> /s	Milliards de m <sup>3</sup>
Ob à Bélogorevsk	10 000	315
Yénisséï	9 400	296
Total	19 400	611



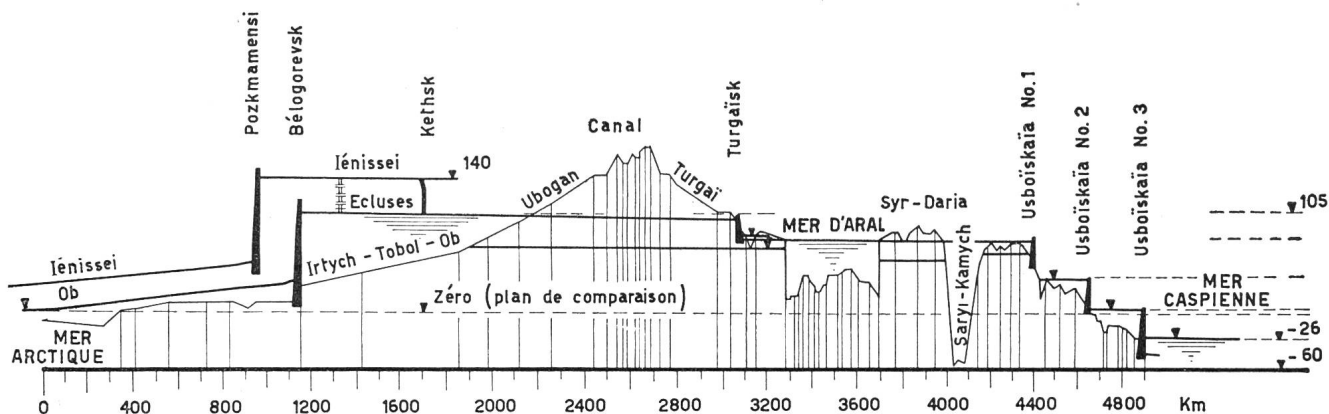


Fig. 4 Profil en long du système de la liaison Yénisséï—Ob—Mers d'Aral et Caspienne

Utilisation	m <sup>3</sup> /s	Milliards de m <sup>3</sup>	Puissance et production des usines:	Millions de kW	Milliards de kWh
Usine de Bélogorevsk	8 500	268	Bélogorevsk	5,6	34
Dérivation vers le sud	10 000	315	Tourgai	1,0	6
Pertes par évaporation et infiltration	900	28	Usboisk I	1,4	8
			Usboisk II	1,0	6
			Usboisk III	0,6	4
			Yénisséï	0,7	5
			Ketchik	2,6	20
			Total	12,9	83



Fig. 5 Plan des ouvrages de retenue pour force motrice, irrigation et réglage des crues dans l'ouest de la Sibérie

Il est évident que l'adduction de cette énorme quantité d'eau de 343 milliards de m<sup>3</sup>, dont 28 perdus par évaporation et infiltration, ainsi que l'existence de bassins d'accumulation d'une superficie égale à celle de l'Angleterre, influenceront le climat de la Plaine de Sibérie et des steppes du sud. Une prédiction exacte des conséquences de ces gigantesques aménagements n'est guère possible, mais il est vraisemblable que cela entraînera une certaine égalisation du climat, dont les variations de température deviendront moins accentuées. D'autre part, la production annuelle de 83 milliards de kWh d'énergie électrique modifiera complètement les possibilités d'existence, surtout au point de vue industriel, d'autant plus que ces régions sont extrêmement riches en gisements de tous genres.

C'est là une œuvre d'une très grande ampleur, qui s'apparente aux réalisations américaines, telles que celles de la Tennessey Valley Authority, et qui fait honneur au génie et à l'esprit d'entreprise des ingénieurs russes.

#### Bibliographie:

- Fichelle*, Géographie physique et économique de l'URSS, Payot, Paris, 1946.  
*La Houille Blanche*: N° 1/2, Janvier/Février 1950, p. 76—80.  
*Davidow*: Russie soviétique, Constructions hydrotechniques, mars 1949.  
*Cartes*: Union of Soviet Socialist Republics. The National Geographic Magazine, Washington 1944.  
Atlas général, cartes des précipitations (Andrees): 200 à 400 mm/an pour la Plaine de Sibérie.

A. Bühler, ing. dipl., Dr. h. c.