# ПЛАН

## ПЕРВОГО ЭТАПА ОСНОВНЫХ РАБОТ НА ДУНАЕ

РАБОТЫ ПЕРВОГО ПЕРИОДА
1961—1965 гг.

# PLAN

## DE LA PREMIERE ETAPE DES GRANDS TRAVAUX SUR LE DANUBE

TRAVAUX DE LA PREMIERE PERIODE
1961—1965

ДУНАЙСКАЯ КОМИССИЯ
БУДАПЕШТ 1963

COMMISSION DU DANUBE
BUDAPEST 1963

# P L A N

## DE LA PREMIERE ETAPE DES GRANDS TRAVAUX SUR LE DANUBE

Travaux de la première période (1961-1965)

# I N T R O D U C T I O N

L'article 8 de la Convention relative au régime de la navigation sur le Danube prévoit l'établissement, sur la base des propositions et des projets présentés par les Etats danubiens et les Administrations fluviales, du plan général des grands travaux sur le Danube.

Vu la complexité des travaux d'établissement du plan général des grands travaux sur le Danube pour un long terme, la Commission du Danube a chargé l'appareil de la Commission de préparer le Plan des travaux de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le Danube.

Les conditions préliminaires de l'établissement du Plan des grands travaux sur le Danube étaient:

1. l'adoption d'une méthode uniforme pour la détermination de l'étiage navigable et de régularisation sur le Danube (doc. CD/SES 14/26);

2. l'adoption de recommandations relatives à l'établissement des gabarits du chenal, des ouvrages hydrotechniques et autres sur le Danube (publication de la Commission du Danube parue en 1963).

Le présent Plan de la première étape des grands travaux sur le Danube (Travaux de la première période, 1961-1965), dressé par l'appareil de la Commission sur la base de la documentation reçue de la part des Etats danubiens et des Administrations fluviales spéciales, a été approuvé par décisions de la XX$^{e}$ session (CD/SES 20/25) et de la XXI$^{e}$ session (CD/SES 21/28) de la Commission du Danube, et a été adopté dans son ensemble par la XXI$^{e}$ session (CD/SES 21/28, point 2).

La tâche primordiale de ce Plan est d'assurer une profondeur de chenal minima d'au moins 18,5 dm sur le secteur Regensburg-Kachlet, d'au moins 20 dm sur le secteur Kachlet-Brăila et d'au moins 24 pieds sur le secteur Brăila-Sulina, rapportée à l'étiage navigable et de régularisation.

L'exécution des travaux de régularisation projetés, dont l'achèvement est prévu pour 1965, assurera la profondeur de chenal requise pour la navigation et permettra d'entreprendre l'élaboration des étapes suivantes du plan des grands travaux sur le Danube.

Tous les éléments des gabarits de chenal prévus dans le Plan des grands travaux sont rapportés: sur les sections à courant libre à l'étiage navigable et de régularisation adopté par la Commission du Danube, et sur les secteurs canalisés au niveau de retenue minimum.

# Chapitre premier

# CARACTERISTIQUES GENERALES

## I. CONDITIONS ACTUELLES DE LA NAVIGATION SUR LE DANUBE

### 1. Conditions géomorphologiques du Danube.

Par ses indices géomorphologiques, le Danube peut être divisé en sections montagneuses, intermédiaires et de plaine.

a) Les sections montagneuses se distinguent par les chaînes de montagnes qui bordent le fleuve des deux côtés. Sur de tels secteurs le lit accuse une forte pente provoquant une grande vitesse du courant, dont la puissance érosive a un effet destructif sur les matériaux friables constituant le terrain du lit.

Dans l'ensemble, les 39-40% du Haut-Danube et les 18-20% du Danube Moyen sont des sections montagneuses. Sur le Bas-Danube il n'en existe pas.

b) Sur les sections intermédiaires, la pente du fleuve diminue graduellement, occasionnant une diminution de la vitesse et de la force d'entraînement du courant. Ici, le fleuve n'étant pas à même d'emporter la totalité de son débit solide, une grande partie s'en dépose dans le lit. Sur de telles sections le fond du lit s'élève et a par conséquent un caractère instable.

Sur le Haut-Danube il n'y a presque pas de sections intermédiaires et celles qu'on y rencontre ne sont que très courtes. La seule section intermédiaire importante se trouve à l'ouest de la Petite Plaine Pannonique, entre Bratislava et Gönyü (km 1870-1791).

c) Sur les sections de plaine, le tracé du lit change peu (si l'on ne tient pas compte du lent développement et du changement de position des courbes), mais à l'intérieur du lit il se produit constamment des affouillements et des atterrissements irréguliers. Les seuils changent souvent de forme et de position.

En examinant le profil en long du Danube du point de vue géomorphologique on peut y relever deux points caractéristiques: le premier est la forte rupture de pente à Palkovičovo (km 1810) et le deuxième, le secteur des Portes de Fer.

Le tableau ci-après présente en pourcentage les valeurs de la pente moyenne pour tout le Danube.

Tableau 1

| Secteur | km | Pente exprimée en % |
|---|---|---|
| Regensburg - Vilshofen | 2379-2249 | 0,21 |
| Vilshofen - Engelhartszell | 2249-2201 | *) |
| Engelhartszell - Linz | 2201-2135 | 0,450 |
| Linz - Devín | 2135-1879 | 0,445**) |
| Devín - Palkovičovo | 1879-1810 | 0,354 |
| Palkovičovo - Gönyü | 1810-1791 | 0,172 |
| Gönyü - Moldova-Veche | 1791-1048 | 0,1-0,058 |
| Moldova-Veche - Turnu Severin | 1048-931 | 0,4-2,0 |
| Turnu Severin - Sulina | 931-( 0 | 0,05-0,01 |

*) Secteur canalisé
**) Sur le secteur Linz - Devin, la section de la centrale hydro-électrique Ybbs-Persenbeug est également canalisée.

Les profils en travers du Danube varient en fonction des conditions géomorphologiques du lit.

Sur les sections montagneuses, le lit du Danube est resté en général à l'état naturel, le fond en est rocheux et profond. Dans les régions des rapides, où le fleuve a une forte pente et de faibles profondeurs, la navigation se heurte à de grandes difficultés.

Sur les sections intermédiaires où les profils en travers sont larges et dispersés, les faibles profondeurs influencent défavorablement la navigation.

Sur les sections de plaine, le lit a en général de grandes profondeurs dans la partie concave de ses courbes; à l'époque des eaux basses et moyennes, les largeurs sont faibles.

Sur les seuils, le lit présente en général de grandes largeurs et de faibles profondeurs.

2. Sinuosité du Danube.

La direction du courant est fonction des conditions géomorphologiques des rives et du lit ainsi que du régime des eaux. Sur les sections montagneuses, le fleuve suit son cours le long d'un tracé de chutes. En conséquence, on y rencontre tant des sections rectilignes relativement longues que des sections sinueuses. Sur les sections intermédiaires la direction du courant est déterminée par le degré de ramification du lit, comme par exemple sur la section Bratislava - Gönyü. Sur les sections de plaine, le fleuve forme en général de grands méandres aux courbes douces; dans les sinuosités les rayons de courbure sont faibles.

Comme on le sait, la XVIII$^{e}$ session de la Commission du Danube a adopté en 1960 les "Recommandations relatives à l'établissement des gabarits du chenal, des ouvrages hydrotechniques et autres sur le Danube", selon lesquelles le rayon de courbure minimum sur l'axe du chenal doit être, sur tout le parcours navigable du Danube de Devín à Sulina, d'au moins 1000 m à l'étiage navigable et de régularisation; sur les sections à conditions géomorphologiques défavorables, cette valeur peut être réduite exceptionnellement à 750 m.

Le tableau formant l'Annexe 4 auxdites Recommandations indique les courbes où le rayon de courbure est inférieur à 1250 m. Comme il ressort de ce tableau, les valeurs du rayon de courbure minimum varient de 300 à 700 m sur les secteurs Bratislava - Gönyü (km 1814-1813), Mohács - Novi Sad (km 1447-1255) et Portes de Fer, tandis que dans la région de l'embouchure, elles varient de 500 à 850 m.

3. Stabilité du lit.

Un des problèmes les plus importants du point de vue de la régularisation du fleuve et de la garantie d'un chenal assurant une navigation sans entrave, est le problème de la stabilité du lit.

Sur le cours supérieur du Danube il y a des sections à lit instable. Cette instabilité est due à l'approfondissement constant du lit, qui atteint annuellement jusqu'à 1 cm sur certaines sections des secteurs allemand et autrichien du fleuve. L'approfondissement du lit provoque la destruction des ouvrages de consolidation des berges, des épis et des digues longitudinales, ce qui exige l'exécution continuelle de travaux de reconstruction.

Sur le secteur intermédiaire du Danube Moyen (Bratislava - Gönyü) l'instabilité du lit est provoquée par la diminution de la pente, qui contribue à un dépôt d'alluvions intense entre Palkovičovo et Gönyü et a pour conséquence une élévation constante du fond du lit. Pour assurer les gabarits de chenal nécessaires, il est indispensable d'exécuter des travaux de dragage et de réparation de grande envergure sur ce secteur.

Les sections où les grands affluents Drava, Tisza, Sava et Velika Morava se jettent dans le Danube sont également instables.

A l'époque des crues, les eaux de ces affluents déposent leurs alluvions dans le Danube entraînant ainsi une modification de la direction du courant qui provoque la destruction des rives et la formation de seuils.

Le secteur le plus intéressant au point de vue de la stabilité du lit est le secteur intermédiaire du Danube Moyen, où la stabilité du lit est étudiée sur la base du jaugeage des débits solides.

4. Qualités nautiques du fleuve.

Par sa longueur, le Danube est la plus grande voie navigable de l'Europe Centrale. Sa longueur totale est de 2850 km, dont 2379 km sont accessibles aux grands bâtiments fluviaux.

Traversant différentes régions qui se distinguent par la diversité de leurs conditions géographiques, le lit du Danube comporte de nombreux obstacles et dangers nautiques qui, par leur origine, se divisent en deux groupes.

Le premier groupe comprend les obstacles situés sur les sections où le fleuve, perçant les contreforts des montagnes, coule à grande vitesse dans un lit à fond et à seuils rocheux. En ces endroits la navigation se heurte à de grandes difficultés par suite des faibles gabarits du chenal; c'est le cas par exemple sur le secteur des Portes de Fer et sur certaines sections du Haut-Danube.

Le deuxième groupe comprend les obstacles qui se rencontrent sur les sections de plaine où par suite de la diminution de la pente, et par conséquent de la force d'entraînement du courant, une grande quantité d'alluvions se dépose dans le lit en formant des bancs et des seuils défavorables à la navigation.

Bien que des grands travaux de régularisation aient été exécutés sur les différentes sections du Danube, il existe encore toujours un grand nombre de seuils qui entravent la navigation normale sur le Danube.

L'exécution des travaux de régularisation envisagés jusqu'en 1965 doit assurer sur les seuils de Regensburg à Kachlet une profondeur de chenal minima de 18,5 dm et de Kachlet à Brăila de 20 dm, rapportée à l'étiage navigable et de régularisation.

Les travaux de régularisation qui ont été exécutés surtout sur le Haut-Danube et en partie sur le Danube Moyen, se poursuivent de nos jours encore. Des dragages ont lieu chaque année sur les seuils limitatifs du fleuve.

Le tableau ci-après indique, sur la base des données sur le régime des seuils du Danube dépouillées par l'appareil de la Commission, les profondeurs minima rapportées à l'étiage navigable et de régularisation qui ont été relevées sur les seuils dans la période 1946-1960.

Tableau 2

| Secteur | Profondeur minima sur le seuil, rapportée à l'étiage navigable et de régularisation du secteur | Date d'observation | Période d'observation |
|---|---|---|---|
| Regensburg - Kachlet ... | 14,5 dm | . . | 1960 |
| Jochenstein - Devín .... | 13 dm | 15.9.1959 | 1958-1959 |
| Devin - Szob ..... | 11 dm* | 20.8.1947 | 1946-1960 |
| Szob - Mohács ..... | 18 dm | 16.11.1947 | 1946-1960 |
| Bezdan - Vince ..... | 15 dm | 19.10.1948 | 1946-1960 |
| Secteur des Portes de Fer | 17 dm | . . | . . |
| Calafat - Silistra ..... | 17 dm | 21.2.1951 | 1946-1960 |
| Silistra - Braila ..... | 13 dm | 25.10.1948 | 1946-1960 |
| Brăila - Sulina ..... | 20 pieds | 1949 | . . |
| Barre de Sulina ..... | 16 pieds | 1956 | . . |

. . - Pas de données.

* - A la suite des travaux exécutés sur ce secteur la profondeur du chenal, rapportée à l'étiage navigable et de régularisation adopté, a augmenté en 1961 à 19 dm.

En ce qui concerne les obstacles naturels, les secteurs ci-dessous mentionnés sont particulièrement défavorables à la navigation:

- sur le Haut-Danube, les sections rocheuses situées dans la région de Struden-Grein, à Aschach et à Kachlet, causaient de grandes difficultés à la navigation avant la canalisation du fleuve. Les conditions de navigation y ont été améliorées par éclusage. Trois barrages, Kachlet, Jochenstein et Ybbs-Persenbeug ont déjà été construits et un quatrième, celui d'Aschach, est en voie d'achèvement.

La section Devín - Gönyü présentait également des difficultés pour la navigation. Ici, les ramificationsdu lit ont contribué à la formation de seuils sur lesquels la profondeur et la largeur du chenal étaient insuffisantes pour la navigation normale, ce surtout en période de basses eaux.

Actuellement, la Tchécoslovaquie et la Hongrie exécutent sur ce secteur des travaux de régularisation, et en premier lieu desdragages qui ont permis d'obtenir en 1961 une profondeur minima de 19 dm rapportée à l'étiage navigable et de régularisation; on envisage d'augmenter prochainement cette profondeur à 23 dm.

Le plan des travaux pour les 5 ans à venir prévoit l'exécution annuelle de dragages de grandes envergures (environ 1 million de m³ par an) sur le secteur des km 1842-1803. Ces travaux amélioreront foncièrement les conditions de la navigation, ainsi que le montrent les tableaux figurant dans le Plan.

Pendant la période 1946-1960, des profondeurs de 15 dm rapportées à l'étiage navigable ont été également observées sur les seuils du secteur Bezdan - Vince.

Sur le cours inférieur du Danube, des profondeurs minima de 13 dm ont apparu sur les seuils du secteur Silistra - Brăila pendant la période 1946-1960.

Le Plan des grands travaux pour les 5 ans à venir prévoit l'obtention d'une profondeur de 22 dm sur le secteur Silistra - Brăila, et de 20 dm sur le secteur Bezdan - Vince.

La profondeur minima de 16 pieds à la barre de Sulina a déjà augmenté à 24 pieds à la suite des dragages.

Le secteur le plus difficile du point de vue de la navigation est celui des Portes de Fer.

Les conditions de navigabilité de ce secteur ont été améliorées à la fin du siècle dernier par creusement de canaux dans les rochers. Les travaux de régularisation qui y ont été effectués ont sensiblement amélioré les conditions de navigation, mais n'ont pas assuré les profondeurs envisagées. Avant l'exécution des travaux de régularisation, la profondeur minima du chenal sur le secteur des Portes de Fer était de 8 dm auprès de la cote "230" de la station hydrométrique Orşova. Le projet des travaux prévoyait l'établissement sur ce secteur d'une profondeur minima de 20 dm auprès du "0" de la station hydrométrique Orşova.

Or, la profondeur de chenal minima obtenue après l'achèvement de tous les travaux de régularisation n'atteignait que 18 dm auprès de la cote "100" de la station hydrométrique Orşova.

Il découle de ce qui précède qu'auprès de la cote "90" de la station hydrométrique Orşova, qui correspond à l'étiage navigable et de régularisation, la profondeur sur le secteur des Portes de Fer n'atteint que 17 dm, alors que sur tous les autres secteurs du parcours navigable du Danube une profondeur d'au moins 20-21 dm a été assurée. Le Plan des grands travaux sur le Danube pour les 5 ans à venir prévoit pour le secteur Vienne-Braila l'augmentation de la profondeur à 22-25 dm.

Toutefois, pour donner une caractéristique complète des conditions de la navigation sur ce secteur, il convient de mentionner qu'à l'époque des basses eaux le fond du lit sur les sections rocheuses des Portes de Fer ne s'approfondit pas par l'affouillement, et ainsi apparaissent sur ce secteur des profondeurs très faibles. Tel était le cas en mi-octobre 1961, quand la profondeur est tombée à 10 dm sur le secteur des Portes de Fer alors que sur les sections défavorables par leur seuils, comme par exemple la section Bratislava - Gönyü et le secteur roumain elle atteignait, grâce à l'affouillement, 19 dm, respectivement 16 dm.

Actuellement, la Roumanie et la Yougoslavie étudient la possibilité de construire une centrale hydro-électrique et des écluses, ainsi que les mesures à adopter en courant libre, afin de mettre en valeur l'énergie hydraulique du fleuve et d'améliorer les conditions de la navigation du secteur des Portes de Fer.

La section de l'embouchure du fleuve est également défavorable à la navigation. L'énorme quantité d'alluvions qui se dépose ici le long de la côte en forme de dunes gêne le mouvement des bâtiments qui entrent dans le Danube et qui en sortent.

Sur la section de l'embouchure, de Sulina à Braila, les profondeurs de chenal de 7,3 m sont actuellement entretenues au moyen de travaux de régularisation et de dragages réguliers. Les navires à tirant d'eau jusqu'à 7,0 m peuvent naviguer sans entrave.

En dehors des obstacles naturels, il existe sur le Danube des obstacles artificiels, tels les bâtiments coulés, les gabarits insuffisants des passes navigables des ponts (hauteur et largeur), etc.

Il convient de mentionner que l'augmentation des gabarits du chenal sur les autres secteurs du Danube restera sans aucune portée pratique pour la navigation internationale si les grands travaux hydrotechniques nécessaires ne seront pas exécutés sur le secteur des Portes de Fer.

Toutefois, jusqu'à l'exécution de ces grands travaux, il importe d'étudier les possibilités de la réalisation des mesures permettant d'accroître la capacité d'écoulement du trafic du secteur des Portes de Fer, compte tenu du développement du trafic-marchandises et des travaux de régularisation effectués en amont et en aval des Portes de Fer en vue de l'amélioration des conditions de la navigation.

## II. PERSPECTIVES DE L'AMELIORATION DES CONDITIONS DE LA NAVIGATION

En 1960, à sa XVIII$^{e}$ session, la Commission du Danube a adopté pour la partie en aval de Devin, les Recommandations relatives à l'établissement des gabarits du chenal, des ouvrages hydrotechniques et autres sur le Danube, rapportés à l'étiage navigable et de régularisation. En 1962, la XX$^{e}$ session de la Commission du Danube a adopté le Complément auxdites Recommandations. Selon les Recommandations et le Complément on envisage de réaliser sur le Danube les gabarits suivants:

En ce qui concerne la profondeur du chenal, lesdits documents prévoient pour avant la canalisation du fleuve, dans le secteur Regensburg - Kachlet 18,5 dm sur les sections à lit à terrain meuble et 19,5 dm sur les sections à lit rocheux; dans le secteur Kachlet - Vienne 20 dm sur les sections à lit à terrain meuble et 21 dm sur les sections à lit rocheux. Les profondeurs prévues pour après la canalisation du fleuve sont dans le secteur Regensburg - Vienne de 27 dm sur les sections à lit à terrain meuble et 28 dm sur les sections à lit rocheux.

Sur le secteur confluent de l'Inn - Braila la profondeur de chenal minima recommandée est de 25 dm dans la première étape et de 20 dm dans la première période de cette étape d'une durée de 5 ans comptés à partir de 1960. Dans la deuxième période de la promière étape, il conviendra d'assurer une profondeur d'au moins 35 dm (sur le secteur Braila - Sulina, au moins 24 pieds).

La profondeur prévue pour le secteur Vienne -Devin est identique à celle prévue pour le secteur en aval de Devin.

Sur le secteur des Portes de Fer, et souvent sur certaines sections de seuils, la profondeur n'atteint pas actuellement les valeurs susmentionnées.

En ce qui concerne la largeur du chenal, la largeur prévue pour le secteur Regensburg - Vilshofen est de 10 m sur les sections à navigation en sens unique et de 70 m sur les sections à navigation dans les deux sens. Sur le secteur Kachlet - Vienne, la largeur envisagée est de 120 m sur les seuils et de 100 m dans les mouilles. Sur les sections à fond rocheux, la largeur recommandée est de 70 m et sur les sections particulièrement difficiles, à fond rocheux, de 60 m.

La largeur prévue pour le secteur Vienne - Devin est de 120 m; sur les sections particulièrement difficiles il convient d'assurer une largeur de 100 m et sur les sections à fond rocheux de 70 m.

La largeur envisagée pour après la canalisation du fleuve est: dans le secteur Regensburg - confluent de l'Inn de 100 m sur les sections à lit à terrain meuble et de 70 m sur les sections à lit rocheux; dans le secteur confluent de l'Inn - Devin, la largeur envisagée est de 150 m.

De Devin à Gönyü les Recommandations prévoient une largeur minima de 150 m, et de Gönyü à Sulina, de 180 m, avec augmentation jusqu'à 200 m dans les courbes de ce secteur. Sur les tronçons particulièrement difficiles il suffit, par exception, d'assurer une largeur de chenal minima de 120 m en amont de Gönyü et de 150 m en aval de Gönyü. Sur les sections à lit et à seuil rocheux il convient d'assurer une largeur de chenal minima de 100 m.

En ce qui concerne le rayon de courbure, il est recommandé d'assurer sur le cours supérieur du Danube, de Regensburg à Krems un rayon de courbure minimum de 300 m avant la canalisation du fleuve et de 350 m après la canalisation du fleuve, les conditions naturelles de ce secteur exigeant ces dimensions.

Pour le secteur Krems - Vienne, le rayon de courbure minimum prévu est de 800 m pour avant la canalisation du fleuve et de 900 m pour après la canalisation. Sur le secteur Vienne - Devin cette valeur est de 800 m pour avant la canalisation du fleuve et de 1000 m pour après la canalisation.

Pour le secteur Devín - Sulina il est recommandé de prévoir un rayon de courbure minimum de 1000 m sur l'axe du chenal; sur les sections défavorables par leurs conditions géomorphologiques, un rayon de courbure de 750 m peut être exceptionnellement admis.

En ce qui concerne les gabarits des passes navigables des ponts situés sur le cours supérieur du Danube, il est recommandé d'assurer sur le secteur Regensburg - Devin les valeurs suivantes:

| | |
|---|---|
| hauteur minima: | |
| de Regensburg à Kachlet | - 7,5 m |
| de Kachlet à Vienne | - 8,0 m |
| de Vienne à Devín | - 0,0 m |
| largeur minima: | |
| de Regensburg au confluent de l'Inn | - 100 m |
| du confluent de l'Inn à Vienne | |
| - pour les ponts à une seule passe navigable | - 100 m |
| - pour les ponts à deux passes navigables: | |
| a) pour la navigaation vers l'aval | - 75 m |
| b) pour la navigation vers l'amont | - 45 m |
| de Vienne à Devin | - 100 m |

Pour le secteur Devín - Brăila il est recommandé d'assurer une hauteur libre de 9,5 m auprès du haut-niveau navigable (la Yougoslavie recommande pour son secteur une hauteur de 9 m et estime que la hauteur de 9,5 m doit encore être étudiée).

La largeur recommandée pour le secteur Devín - confluent de la Drava est de 100 m et de 150 m pour en aval de la Drava. En cas de construction de ponts en arc, la largeur libre admise est, d'après la corde de l'arche, de 80 m sur le secteur Devin - confluent de la Drava et de 120 m sur le secteur en aval de la Drava, sans diminution de la distance entre les piles.

Sur les 19 ponts qui existent actuellement en aval de Devín, 4 ponts ont une hauteur libre de plus de 9,5 m; 5 ponts, une hauteur d'environ 9,5 m (de 0,4 à 0,8 m de différence) et 10 ponts de moins de 9,5 m (de 1,1 à 3,82 m de différence).

Comme il appert du tableau 4, le Danube est actuellement emprunté par des bâtiments à grand tirant d'air (9,0; 8,0 m).

Actuellement, la hauteur libre des passes navigables de quelques ponts ne répond pas aux besoins d'une navigation sans entrave. Il y a des cas où les bâtiments à tirant d'air de plus de 9,5 m sont contraints de stationner longtemps à l'époque des hauts niveaux.

Ainsi par exemple, devant les ponts de Medvedov et de Novi Sad les bâtiments ayant un tirant d'air de 9,5 m ont de longues surestaries (voir tableau 3).

Tableau 3

| Nom du pont | Tirant d'air du bâtiment en m | Nombre annuel de jours de surestarie (pour la période 1924-1959, abstration faite des années 1944-1945) |
|---|---|---|
| Medvedov | 9,5 | 120 |
| | 9,0 | 69 |
| | 8,5 | 34 |
| | 8,0 | 18 |
| | 7,5 | 11 |
| | 7,0 | 7 |
| Novi Sad | 9,5 | 200 |
| | 9,0 | 162 |
| | 8,5 | 127 |
| | 8,0 | 75 |
| | 7,5 | 48 |
| | 7,0 | 28 |

Comme il découle des données figurant dans le tableau 3, les ponts de Medvedov et de Novi Sad entravent sérieusement la navigation à l'époque des hautes eaux. D'autre part, en période de basses eaux, la navigation des bâtiments à grands tirants d'eau est fort gênée par les faibles profondeurs qui existent sur le secteur des Portes de Fer et sur certaines sections de seuils.

## III. BALISAGE

La XIX$^{e}$ session de la Commission du Danube a adopté un nouveau système de balisage uniforme pour le Danube et a recommandé aux Etats danubiens et aux Administrations fluviales d'introduire les modifications qu'il comporte en deux étapes, à savoir:

a) première étape - jusqu'au 1$^{er}$ avril 1965
b) deuxième étape - jusqu'au 1$^{er}$ avril 1968.

Le balisage établi actuellement sur le Danube ne satisfait pas entièrement les besoins de la navigation de jour et de nuit. Le nombre des signaux est encore insuffisant pour la navigation de signal à signal.

## IV. TYPES DE BATIMENTS ET DE CONVOIS NAVIGUANT SUR LE DANUBE

En ce qui concerne les types de bâtiments naviguant sur le Danube, on peut constater sur la base de l'"Album des types de bâtiments naviguant sur le Danube" publié par la Commission du Danube en 1959, que le fleuve est emprunté par des bâtiments à passagers, des remorqueurs, des chalands automoteurs et non-automoteurs, des chalands-citernes automoteurs et non-automoteurs ainsi que par des bâtiments du type mixte pour le transport fluvial et maritime. Des bâtiments de mer d'un tirant d'eau jusqu'à 7 m naviguent également sur le Danube entre Sulina et Braïla. Du point de vue de l'entretien des profondeurs navigables, il faut tenir compte surtout du tirant d'eau d'un bâtiment en charge. Dans ce domaine, les bâtiments qui occupent la première place sont ceux ayant une portée en lourd de 1200-1500 tonnes et un tirant d'eau de 2,2-2,3 m.

En ce qui concerne la largeur et le rayon de courbure du chenal, leurs valeurs ont été déterminées en fonction des dimensions des convois. Le poussage n'est encore que peu pratiqué sur le Danube.

Tableau 4

Dimensions minima et maxima de quelques types de bâtiments naviguant sur le Danube*)

| No d'ordre | Type de bâtiment / Données caractéristiques | Dimensions en m: Longueur | Largeur | Hauteur du bord | Tirant d'air en m | Tirant d'eau en m: en charge | à lège | Puissance en C.V. | Portée en lourd en t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Bâtiments à passagers | 17.50 | 3,70 | 1,40 | 3,00 | 0,90 | 0,77 | 100 | - |
| | | 80,60 | 16,20 | 3,70 | 11,10 | 2,20 | 1,80 | 1100 | - |
| 2. | Remorqueurs | 18,46 | 3,64 | 1,24 | 3,20 | 1,00 | - | 200 | - |
| | | 74,90 | 19.35 | 4,40 | 9.80 | 3,29 | - | 2400 | - |
| 3. | Chalands automoteurs | 37,70 | 5,04 | 2,36 | 3,81 | 1,70 | 0,63 | 150 | 218 |
| | | 76,00 | 10,00 | 5,30 | 7,70 | 3,80 | 1,75 | 1000 | 881 |
| 4. | Chalands-citernes automoteurs | 72,20 | 9,00 | 2,22 | 5,40 | 1,83 | 0,62 | 800 | 509 |
| | | 73,80 | 10,32 | 2,60 | 6,20 | 2,20 | 1,55 | 1400 | 875 |
| 5. | Chalands non-automoteurs | 42,55 | 7,65 | 2,00 | 3,10 | 1,29 | 0,33 | - | 222 |
| | | 81,50 | 15,43 | 3,95 | 8,15 | 3,00 | 0,65 | - | 1402 |
| 6. | Chalands-citernes non-automoteurs | 66,00 | 8,25 | 1,97 | 3,20 | 1,75 | 0,32 | - | 650 |
| | | 82,37 | 10,00 | 2,70 | 6,20 | 2,38 | 0,47 | - | 1200 |

*) Les données ont été puisées dans l'Album des types de bâtiments naviguant sur le Danube, publié par la Commission du Danube en 1959.

Tableau 5

NOMBRE MAXIMUM D'UNITES (Y COMPRIS LE REMORQUEUR) ADMISES DANS LES FORMATIONS DE CONVOIS SUR LE SECTEUR DES KM 2379-941.

| No d'ordre | Secteur | km | Amont | | Aval | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | nombre maximum de bâtiments | | | |
| | | | en longueur | en largeur | en longueur | en largeur |
| 1. | Regensburg - Jochenstein | 2379-2203,3 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| 2. | Jochenstein - confluent de la Morava ..... | 2203,3-1880,26 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| 3. | Confluent de la Morava - Gönyü ..... | 1880,26-1791 | 6 | 2 | 2 | 4 |
| 4. | Gönyü - Batina ..... | 1791-1425 | 6 | 2 | 3 | 5 |
| 5. | Région de Budapest ..... | 1656,6-1643,1 | 4 | 2 | 2 | 4 |
| 6. | Portes de Fer ..... | 1048-1016 | 4 | 1-3 | 2 | 1-3 |
| 7. | Portes de Fer ..... | 1016-980 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| 8. | Portes de Fer ..... | 980-951 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 9. | Portes de Fer ..... | 951-941 | 5 | 3 | 2 | 3 |

En aval du km 941 la composition des convois n'est pas limitée

L'accroissement constant que montre le trafic réalisé sur le Danube de 1950 à 1959 parle le mieux du développement de la navigation après la deuxième guerre mondiale. Le volume de marchandises transportées sur le Danube en 1950 a atteint environ 7 millions de tonnes, en 1959, environ 20 millions de tonnes et en 1960, 23 millions de tonnes.

La possibilité d'exploiter les différents secteurs du Danube pour les besoins de la navigation dépend - auprès de conditions identiques - essentiellement de la pente de surface, c'est-à-dire de la vitesse du courant. En prenant comme base de calcul un remorqueur d'une puissance de 820 chevaux-vapeur, le rendement horaire de 1 CV exprimé en t/km sera de:

- 24 t/km/CV/h sur les secteurs Sulina - Turnu Severin et Gönyü - Moldova Veche;

- 6 t/km/CV/h sur le secteur Turnu Severin - Moldova Veche à l'exception de la section km 951-946, où cette valeur n'atteint que 0,7 t/km/CV/h);

- 10 t/km/CV/h sur le secteur Gönyü - Krems;

- 7 t/km/CV/h sur le secteur Krems - Regensburg.

Après l'éclusage des Portes de Fer et du Haut-Danube ces différences de rendement diminueront.

## V. AMENAGEMENT DU DANUBE AUX FINS DE PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

Dans le domaine de l'éclusage et de l'utilisation des ressources hydrauliques, 3 usines hydro-électriques ont été construites jusqu'à présent sur le Danube.

L'usine hydro-électrique de Kachlet, construite en 1923-1926, au km 2230,72 du secteur allemand du Danube, a été la première centrale hydro-électrique bâtie sur le Danube. La cote de son bief amont est de 299,5 m; la pression de chute maxima de l'eau est de 9,50 m; la puissance de 42 megawatt; la centrale produit en moyenne 276 millions de kWh par an.

L'écluse Kachlet a deux sas accolés aux dimensions de 230 x 24 m et une profondeur au seuil de 3,5 m.

Le niveau du bief aval de l'usine hydro-électrique de Kachlet est nivellé au niveau de retenue du bief amont de l'usine hydro-électrique de Jochenstein.

L'usine hydro-électrique de Jochenstein, construite en 1952-1956, se trouve au km 2203,33. La cote de son bief amont est de 290,34 m; la pression de chute maxima de l'eau est de 11,70 m; la puissance, de 140 megawatt; la centrale produit en moyenne 940 millions de kWh par an.

L'usine hydro-électrique de Ybbs-Persenbeug, construite en 1954-1958, est située au km 2060,42. La cote de son bief amont est de 226,2 m; la pression de chute maxima de l'eau est de 11,70 m; la puissance, de 163,5 megawatt; la centrale produit en moyenne 1.103 millions de kWh par an.

Sur le secteur autrichien du Danube la construction de l'usine hydro-électrique d'Aschach, km 2162,7, entamée en 1959,est actuellement en voie d'achèvement. La cote de son bief amont sera de 280 m; la pression maxima, de 17 m, et la puissance de 216,8 megawatt; la centrale produira en moyenne 1.329 millions de kWh par an.

Toutes les usines hydro-électriques construites sur le secteur autrichien du Danube ont des écluses à sas accolés aux dimensions de 230 x 24 m. Les profondeurs au seuil sont les suivantes: Jochenstein - 2,9 m; Ybbs - 3,75 m et Aschach - 4,05 m.

Outre les usines hydro-électriques ci-dessus mentionnées, il est prévu de construire sur le secteur autrichien 11 barrages avec usines hydro-électriques. Ces usines auront une puissance totale de 1.560 megawatt, et produiront 10.285 millions de kWh par an.

Le secteur suivant, important du point de vue de la construction d'une usine hydro-électrique, est celui de Bratislava - Gönyü. Sur ce secteur, des travaux de régularisation ont été exécutés, ceux-ci n'ont toutefois pas permis de résoudre entièrement le problème de l'amélioration des conditions de la navigation, car en période de basses eaux apparaissent des seuils sur lesquels les profondeurs sont insuffisantes.

Sur le secteur des km 1842-1790, les deux Etats riverains, la Tchécoslovaquie et la Hongrie, envisagent l'exécution de dragages sur une vaste échelle (par exemple de 1963 à 1965 plus de 1 million de m³ par an) afin d'assurer une profondeur de 20 dm auprès de

l'étiage navigable. Néanmoins, des profondeurs de plus de 23-25 dm, rapportées à l'étiage navigable, ne peuvent être obtenues sur ce secteur uniquement au moyen de travaux de régularisation. Les profondeurs de plus de 25 dm ne seront assurées qu'après la construction d'usines hydro-électriques.

Après la construction de ces usines, y compris celle de Visegrád, la profondeur sur le secteur Budapest - Bratislava sera supérieure à 3,5 m.

Le secteur le plus favorable du point de vue de l'exploitation des ressources hydrauliques est le secteur des Portes de Fer, pour lequel les deux Etats riverains, la Yougoslavie et la Roumanie, élaborent actuellement un projet de construction de centrale hydro-électrique.

En cas de construction d'une usine hydro-électrique sur le secteur des Portes de Fer, les conditions de navigation sur le Danube seront améliorées dans le fond même.

Sur les autres secteurs du Danube, tant sur le Bas-Danube que sur le Danube Moyen, les profondeurs de 3,5 m peuvent être obtenues, soit au moyen de travaux de régularisation, soit par la construction d'usines hydrauliques.

L'exploitation globale du Danube - à partir de Regensburg vers l'aval - en vue de la production d'énergie électrique permettra d'obtenir annuellement environ 50.000 millions de kWh.

## Chapitre II

# PLAN DE LA PREMIERE ETAPE DES GRANDS TRAVAUX SUR LE DANUBE

### TRAVAUX DE LA PREMIERE PERIODE, 1961-1965

L'objectif du plan de la première étape des grands travaux sur le Danube est d'assurer dans la première période, 1961-1965, les profondeurs de chenal minima suivantes rapportées à l'étiage navigable et de régularisation adopté par la Commission du Danube: 18,5 dm de Regensburg à Kachlet, 20 dm de Kachlet à Brăila et 24 pieds de Brăila à Sulina.

En conséquence, pour pouvoir passer à l'élaboration des étapes suivantes du Plan des grands travaux sur le Danube il faudrait que l'accomplissement des travaux de régularisation projetés assure d'ici 1965 la profondeur de chenal requise.

### A. Secteurs allemand et germano-autrichien du Danube (km 2379-2201,77)

a) Caractéristique sommaire:

Sur le secteur allemand du Danube le fleuve coule, à partir de Regensburg (km 2379) dans une large vallée. Le lit sinueux et ramifié du Danube forme ici des courbes brusques. La largeur du lit y est de 130-300 m.

Dans la région de la localité Pleinting (km 2255) la vallée se rétrécit, et jusqu'à Aschach (km 2160, secteur autrichien) le Danube coule au pied des contreforts des monts granitiques de Bavière. La vallée est ici très étroite, bordée de montagnes hautes et abruptes au pied desquelles s'étalent par endroits les bandes étroites du lit majeur. En maints endroits le fond du lit est rocheux. La vitesse moyenne du courant varie entre 3,6-6,1 km/h.

Sur le secteur Regensburg - Jochenstein, dont la longueur est de 178 km, des travaux de régularisation pour eaux moyennes ont été entamés déjà en 1852. Jusqu'en 1920, les 85% du secteur Regensburg - Passau ont été régularisés pour une largeur de 132-175 m, croissant de l'amont vers l'aval.

Les ouvrages de régularisation pour eaux moyennes ont permis de concentrer le courant dans un lit unique; toutefois, les profondeurs sur les seuils n'atteignaient que 12-13 dm auprès du bas niveau navigable.

Après la construction, en 1906-1910, des ports de Passau et de Regensburg, dont le trafic-marchandises total se chiffrait à environ 1 million de tonnes par an, les profondeurs susmentionnées s'avérèrent insuffisantes.

A partir de 1918, des travaux de régularisation qui comprenaient la construction d'épis et de digues longitudinales érigés dans le lit régularisé pour eaux moyennes, furent exécutés afin d'obtenir de plus grandes profondeurs sur les seuils, et ce en premier lieu sur les sections les plus difficiles du point de vue de la navigation.

Sur la base de l'expérience acquise au cours de l'exécution des premiers travaux de régularisation pour basses eaux, les secteurs suivants, situés en aval de Regensburg, furent régularisés après 1921:

Grüner Wörth (km 2371), Aholfing (km 2342), Straubing (km 2325-2321), Hermannsdorf (km 2309), Wischelburg (km 2299), Mettenufer (km 2289), Niederalteich (km 2275), et d'autres.

Une amélioration considérable des conditions de la navigation fut obtenue par la construction de l'usine hydro-électrique Kachlet érigée en 1926 au km 2230,72. Sur la section Vilshofen - Kachlet les rochers dangereux pour la navigation furent éloignés du chenal, ce qui a permis d'obtenir une profondeur de 20 dm rapportée à l'étiage.

En 1938 fut établi un plan de perspective des travaux de régularisation pour tout le secteur allemand du Danube; ce plan, qui a été dressé sur la base de l'expérience acquise lors de l'exécution des travaux de 1918-1938 envisageait l'obtention d'une profondeur de 18,5 dm et d'une largeur de chenal de 70-100 m auprès du bas niveau navigable.

En vue de l'obtention des gabarits susmentionnés, la construction d'épis et de digues longitudinales et des travaux de dérochement et d'éloignement de matériaux de fond ont été accomplis dans le lit régularisé pour eaux moyennes, aux endroits suivants:

Bogen-Pfelling (km 2313-2305), Maria Posching (km 2296), Sommersdorf (km 2294), Ruckasing (km 2268), Ottach (km 2261). Hofkirchen (km 2256), Hilgartsberg Kachlet (km 2253).

La construction du barrage de Jochenstein au km 2203,33 améliora considérablement les conditions de la navigation. Au cours de ces travaux, 7 passages étroits rocheux, défavorables à la navigation, furent éliminés et une profondeur minima de 25 dm, rapportée à l'étiage, fut obtenue sur tout le secteur Kachlet - Jochenstein.

En outre, la construction d'un nouveau port pour transbordement et d'un hivernage a été entamée en 1959 dans le port de Regensburg, dans la région du km 2373.

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 2379-2201,77.

1. Assurer sur les seuils une profondeur de chenal minima de 18,5 dm, rapportée à l'étiage navigable et de régularisation.

2. Assurer à la racine du bief amont du barrage de Jochenstein une profondeur de 28 dm, rapportée au niveau de retenue minimum.

3. Assurer une largeur de chenal minima:

   a) de 40 m sur les sections à navigation en sens unique;

   b) de 70 m sur les sections à navigation dans les deux sens, avec augmentation appropriée dans les courbes.

4. Assurer un rayon de courbure minimum :

   a) de 300 m sur les sections à navigation en sens unique;

   b) de 500 m sur les sections à navigation dans les deux sens.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 2379-2201,77.

En dehors des travaux d'entretien du chenal et des ouvrages hydrotechniques, l'exécution des travaux de régularisation suivants est envisagée:

- construction d'épis et de digues longitudinales et dragages sur la section Regensburg - Straubing (km 2379-2323) en vue de l'obtention de gabarits garantissant la navigation en sens unique;

- élargissement du chenal pour assurer le virage dans la région de Landstorf (km 2334-2332,8);

- construction d'épis et de digues longitudinales, dragages et travaux de dérochement sur la section Pfelling - Hilgartsberg (km 2306-2253,1), pour l'obtention de gabarits assurant la navigation dans les deux sens;

- travaux de dérochement et dragages sur le secteur des km 2230,3-2225,4, à la racine du bief amont du barrage de Jochenstein, en vue de l'obtention d'une profondeur de 28 dm, rapportée au niveau de retenue minimum.

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteurs allemand et germano-autrichien, du km 2379 au km 2201,77

| No d'ordre | Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1960, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Nature des travaux | Volume des travaux | | | Coût total des travaux en milliers de DM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | | Dragages en milliers de m³ | Dérochements en milliers de m³ | Mise en place de pierres en milliers de m³ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1. | Seppenhausen km 2354,1-2351,2 | 18,5 | 10 | 450 | 2.900 | 18,5 | 50 | 500 | 2.900 | Construction de 1 épi et de 2 digues longitudinales; dragages | 25 | - | 4 | 280 |
| 2. | Landsdorf km 2334-2332,8 | 14,5 (15,5) | 50 | 500 | 500 | 18,5 | 100 | 500 | 1.200 | Construction de 2 épis et d'une digue longitudinale; dragages | 5 | - | 3 | 170 |
| 3. | Niederachdorf km 2345-2344 | 14,5 (15,5) | 80 | 500 | 500 | 18,5 | 50 | 500 | 1.000 | Construction de 2 épis et d'une digue longitudinale; dragages | 8 | - | 3 | 210 |
| 4. | Pondorf km 2341,8-2340 | 18,5 | 15 | 325 | 500 | 18,5 | 50 | 500 | 800 | Construction de 2 épis et d'une digue longitudinale; dragages | 6 | - | 3 | 200 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. | Kagers (Wundermühle) km 2325,2-2323 | 14,5 (17,5) | 50 | 300 | 400 | 18,5 | 50 | 300 | 1.200 | Construction de 7 épis et d'une digue longitudinale; aplanissement des rives; dragages | 107 | - | 11 | 1.400 |
| 6. | Pfelling km 2313-2300 | 18,5 (15,5) | 30 (65) | 700 800 | 1000 800 800 | 18,5 | 70 | 800 | 11.000 | Construction de 14 épis et de 2 digues longitudinales; dérochements | 29 | 16 | 20 | 2.040 |
| 7. | Confluent de l'Isar-Hofkirchen km 2281-2254 | 18,5 | - | - | - | 18,5 | - | - | - | Réparation des épis et des digues longitudinales; dragages | 5 | - | 2 | 100 |
| 8. | Winzer - Ottach km 2264,2-2262,7 | 18,5 | 20 50 | 500 | 600 300 | 18,5 | 70 | 500 | 1.500 | Construction de 2 digues longitudinales; dragages | 50 | - | 9 | 500 |
| 9. | Hilgartsberg km 2256,6-2253,1 | 14,5 | 40 | 750 | 2000 | 18,5 | 70 | 750 | 3.500 | Dérochements; construction d'épis; dragages | 88 | 26 | 2 | 2.400 |
| 10. | Passau km 2230,3-2225,4 | 24 | 60 | - | 400 | 28 | 80 | - | 4.900 | Dérochements; dragages | 12 | 12 | - | 800 |
| 11. | Confluent de l'Inn km 2225-2224 | 28 | - | - | 1000 | 28 | 100 | - | 1.000 | Dragages | 1.000 | - | - | 8.000 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 1.335 | 54 | 57 | 16.100 |

Tableau 7

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RFA sur le secteur des km 2379-2201,77 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux en m³ | | Coût total en milliers de DM |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Dragages | 1,335.000 | | |
| 2. | Dérochements | 54.000 | | |
| 3. | Mise en place de pierres | 57.000 | | |
| | | | TOTAL | 16.100 |

## B. Secteur autrichien
(km 2201,7-1880,26)

### a) Caractéristique sommaire

Sur le secteur autrichien, le Danube traverse les contreforts méridionaux des monts de Bavière et de Bohême, perce quatre fois au long de son cours des contreforts de montagnes en formant des coupures étroites (entre Pleinting, secteur allemand, et Aschach, en amont de Linz, entre les localités Ardagger et Ybbs-Persenbeug et entre Schönbühel et Krems). Sur les sections montagneuses le fleuve coule dans une vallée étroite, son lit sinueux a un fond rocheux, les courbes sont brusques; la largeur minima du lit est de 110 m.

Sur les sections de plaine, le Danube se ramifie en de nombreux endroits en bras secondaires. Le fond du lit y est constitué de gravier; la largeur en est de 300 m environ. La vitesse moyenne du courant varie de 6,5 à 7,9 km/h.

Les travaux de régularisation pour eaux moyennes de la section du Danube située dans la région de Vienne ont été entrepris en 1869.

Ces travaux avaient pour but de concentrer les eaux dans un lit unique, d'éliminer les dangers provoqués par les glaces et les crues et de créer de meilleures conditions de navigation.

Les travaux exécutés à cette fin comprenaient des coupures, des fermetures de bras secondaires, la construction d'ouvrages de régularisation pour eaux moyennes, la consolidation des berges, le rétrécissement du lit sur les sections accusant de grandes largeurs, des dragages et la construction de digues de défense. En même temps, de grands quais de chargement et de déchargement et des hivernages furent bâtis à Vienne et à Linz.

Dans leur ensemble, ces travaux furent achevés à la fin du siècle dernier. Toutefois, les résultats obtenus n'assurèrent pas des conditions de navigation adéquates à l'époque des basses eaux et ainsi en 1898 des travaux de régularisation pour basses eaux furent entrepris, d'abord dans la région de Vienne et ensuite sur les sections adjacentes.

Les travaux comprenaient essentiellement la construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux (épis, digues noyés, traverses) et des dragages complémentaires. Des travaux de régularisation pour eaux moyennes furent aussi effectués - sur une plus petite échelle - dans certaines sections; sur la section des km 1936-1919 fut exécutée la coupure de Vienne d'une longueur de 17 km.

La construction des grands ports de Vienne, de Linz et de Krems fut poursuivie en 1938.

L'éclusage du secteur autrichien du Danube fut entrepris en 1952 par la construction du barrage de Jochenstein (km 2203,3). Après la construction de l'usine hydro-électrique de Ybbs-Persenbeug (1955-1958) les obstacles nautiques les plus importants qui se trouvaient sur le secteur autrichien du Danube (Struden) furent supprimés. La construction des usines hydro-électriques se poursuit d'après un plan général, établi pour tout le secteur autrichien du Danube et prévoyant la construction de 15 barrages parmi lesquels les usines hydro-électriques de frontière de Jochenstein et de Wolfsthal-Bratislava.

Par ailleurs, dans l'intérêt de la navigation, la régularisation du fleuve pour basses eaux sera poursuivie jusqu'à la construction de ces usines hydro-électriques.

La concentration du courant dans un lit unique et la création d'un chenal stable augmentèrent la force d'entraînement du courant, provoquant ainsi l'approfondissement graduel du lit.

Les relevés détaillés démontrent un approfondissement atteignant annuellement 0,8 cm en moyenne sur les sections où, antérieurement, se déposaient des alluvions. Le dépôt des alluvions dans les retenues formées après la construction des barrages sur le Danube et sur ses affluents ne fait qu'accroître cette tendance. En dehors des crêtes de rochers qui apparaissent dans le lit par suite de l'approfondissement du fond, il faut également noter parmi les entraves à la navigation les roches erratiques - dont le volume atteint 1 m³ - qui doivent être continuellement éliminées. Au cours des 10 dernières années, environ 15.000 roches de ce genre ont été éloignées du chenal.

Sur le secteur autrichien du Danube la pente moyenne est de 45 cm/km; lors des basses eaux elle varie de 22 cm à 149 cm, excepté sur les sections éclusées.

La largeur de chenal envisagée n'a pas encore été réalisée tout le long du secteur autrichien. La profondeur minima rapportée à l'étiage navigable et de régularisation adopté par la Commission du Danube est d'environ 19 dm.

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 2201,77-1880,26.

Les travaux de régularisation envisagés pour 1961-1965 visent l'obtention d'une profondeur de chenal de 21 dm en amont de Vienne et de 23 dm dans la région de Vienne et en aval de celle-ci.

Il est à noter que les profondeurs susmentionnées ne sont pas encore partout assurables sur toute la largeur du chenal, et spécialement dans les sections rocheuses de Aschach-Sarling et Hollenburger-Kachlet. De même, il est économiquement impossible de créer sur les sections à obstacles naturels une amélioration sensible des rayons de courbure minima.

Au cours de la période en question, la régularisation du fleuve permettra d'obtenir les gabarits de chenal suivants:

1. Profondeur minima: 21 dm en amont de Vienne, 23 dm dans la région de Vienne et en aval de celle-ci.

2. Largeur minima: 120 m, et sur les sections rocheuses particulièrement difficiles: 70 m.

3. Rayon de courbure minimum:

a) sur les sections de plaine: 500 m;
b) dans les défilés: 300 m.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 2201,77-1880,26.

1. Epis et ouvrages de consolidation: exhaussement des digues, construction de nouveaux ouvrages de consolidation des berges, rallongement des épis, etc.; mise en place de 50.000 m³ de pierres.

2. Régularisation pour basses eaux: construction de digues noyées et d'épis et rallongement de ceux existant; mise en place de 300.000 m³ de pierres.

3. Dragages, volume total: 1,5 million de m³.

4. Renflouement de bâtiments coulés: éloignement, jusqu'en 1965, de tous les bâtiments et autres objets coulés entravant la navigation.

Les fonds nécessaires pour l'exécution des travaux de régularisation sont prévus annuellement dans le budget de l'Etat.

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteur autrichien, km 2201,77-1880,26

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | Coût total des travaux en schillings |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil en m | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1. Retenue d'Aschach km 2203,33-2162 | 18 | 50 | 300 | 2.000 | 25 | 250 | 300 | - | Création de la retenue par suite de la construction de l'usine hydro-électrique de Aschach; construction d'ouvrages côtiers. | Environ 360,000.000 |
| 2. Secteur supérieur du Danube autrichien, entre l'usine hydro-électrique d'Aschach et la naissance de la retenue de Ybbs-Persenbeug km 2162-2093 | 18 | 50 | 500 | 8.600 | 21 | 70 | 500 | 4.500 | Ouvrages de régularisation pour basses-eaux; mise en place de 90.000 m³ de pierres; dragage de 300.000 m³ de matériaux | 24,000.000 |
| 3. Retenue de Ybbs-Persenbeug km 2093-2060 | 25 | 120 | 300 | - | - | - | - | - | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. Wachau km 2060-2000 | 19 | 50 | 600 | 2.300 | 21 | 80 | 600 | 1.200 | Ouvrages pour eaux basses et moyennes: mise en place de 10.000 m³ de pierres; dragage de 150.000 m³ de matériaux | 5,000.00 |
| 5. Tullner Feld km 2000-1934 | 18 | 50 | 800 | 2.800 | 21 | 80 | 800 | 1.600 | Ouvrages pour eaux basses et moyenne: mise en place de 150.000 m³ de pierres; dragage de 500.000 m³ de matériaux | 40,000.00 |
| 6. Coupure de Vienne km 1934-1918 | 20 | 120 | 3.000 | 2.000 | 23 | 120 | 10.000 | 1.000 | Ouvrages pour basses eaux: mise en place de 30.000 m³ de pierres; dragage de 350.000 m³ de matériaux | 13,000.00 |
| 7. km 1918-1871 | 18 | 70 | 900 | 600 | 23 | 100 | 1.000 | 500 | Ouvrages pour eaux basses et moyennes: mise en place de 70.000 m³ de pierres; dragage de 200.000 m³ de matériaux | 18,000.00 |
| | | | | | | | | | TOTAL: | 460,000.00 |

Tableau 9

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la République d'Autriche sur le secteur des km 2201,77-1880,26 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux en m³ | | Coût total en milliers de schillings |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Ouvrages côtiers dans la retenue d'Aschach | - | | 360.000 |
| 2. | Dragages | 1,500.000 | ) | 100.000 |
| 3. | Mise en place de pierres | 350.000 | ) | |
| | | | TOTAL | 460.000 |

## C. Secteur tchécoslovaco-autrichien, tchécoslovaque et tchécoslovaco-hongrois du Danube (km 1880,26-1708,2)

### a) Caractéristique sommaire

Sur le secteur Devín-Gönyü jusqu'à la ville de Bratislava (km 1869) le Danube a les caractéristiques d'un fleuve de montagne, ensuite jusqu'à la localité Gönyü (km 1791) il coule dans un secteur intermédiaire (entre le Haut-Danube, secteur montagneux, et le Danube Moyen, secteur de plaine) fort ramifié, encombré de nombreux seuils. La majeure partie des seuils se situent entre les localités Rajka et Gönyü. La largeur du lit varie de 300 à 420 m, et la vitesse moyenne du courant est de 6,5 à 7,2 km/h.

Déjà en 1886-1896, le secteur du Danube du km 1880 au km 1748 fut régularisé pour les eaux moyennes. A cette fin furent exécutés des travaux de régularisation tels que consolidation des berges, construction de digues longitudinales, barrement de bras et de lits secondaires.

Toutefois, nonobstant les résultats obtenus, les travaux de régularisation pour eaux moyennes ne résolurent pas entièrement le problème de l'amélioration des conditions de la navigation, car en période de basses-eaux les seuils entravant la navigation continuaient à se former. En 1900, des travaux de régularisation complémentaires pour basses eaux furent entrepris. Ces travaux comprenaient la construction d'épis et l'augmentation du nombre des digues de barrements de bras secondaires en vue de diriger et de fixer le courant.

Les épis servant à rétrécir le lit furent bâtis en séries et se construisent de nos jours encore.

Au point de vue du mouvement des alluvions, le secteur situé entre les km 1880 et 1842 peut être considéré comme un secteur stable, car on n'y observe ni de formation de banc, ni d'approfondissement notables du lit.

La section du km 1842 au km 1790 a un caractère intermédiaire. Le mouvement et le dépôt des alluvions y sont intenses, ce qui provoque un changement perpétuel de la configuration du lit et l'élévation du fond.

La chute de la pente sur la section Devín - Palkovičovo (km 1880-1810) est de 30-40 cm/km et sur la section Palkovičovo - Gönyü (km 1810-1791) de 15-20 cm/km.

La section située entre Gönyü et le confluent du Hron (km 1791-1716) a un caractère de plaine et, du point de vue du mouvement des alluvions elle peut être considérée comme étant stable. En aval du confluent du Hron (km 1716) le lit devient instable par suite des dépôts d'alluvions.

Sur cette section la pente est de 4-6-10 cm/km.

Sur le secteur considéré, la largeur du chenal ne correspond pas encore partout à celle prévue dans les Recommandations de la Commission du Danube.

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 1880,26-1708,2.

1. Assurer sur tout le secteur une profondeur de chenal minima de 20 dm. L'Autriche, la Tchécoslovaquie et la Hongrie, envisagent d'augmenter la profondeur à 23 dm en amont de Gönyü et à 25 dm en aval de Gönyü.

2. Assurer sur la section Devín - Gönyü (km 1880,26-1791) une largeur de chenal minima de 150 m, excepté dans les passages particulièrement difficiles où il convient d'assurer une largeur de chenal d'au moins 120 m.

3. Assurer sur la section Gönyü - Szob (km 1791-1708,2) les largeurs de chenal minima suivantes:

- sur les sections à terrain meuble: 180 m, avec augmentation jusqu'à 200 m dans les courbes;

- sur les sections particulièrement difficiles: 150 m;

- sur les sections à fond rocheux: 100 m.

4. Assurer sur tout le secteur un rayon de courbure minimum de 1000 m, sauf sur les secteurs défavorables par leurs conditions géomorphologiques, où il convient d'assurer des rayons de courbure d'au moins 750 m.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 1880,26-1708,2.

1. Exhaussement des ouvrages en pierre existants (digues longitudinales) afin de les rendre conformes au projet initial de la RPH; construction de nouveaux ouvrages de consolidation des berges; prolongation des digues longitudinales, etc.

2. Reconstruction, selon les dimensions du projet initial, des épis endommagés bâtis dans le cadre de la régularisation pour basses-eaux; complétement des anciens épis et construction de nouveaux.

3. Reconstruction des digues de barrement de bras secondaires endommagées ou détruites et construction de nouvelles digues.

4. Dragages sur les seuils, visant directement l'amélioration du chenal; dragages exécutés pour consolider les ouvrages de régularisation et pour créer un lit navigable unique.

5. Jusqu'en 1965, tous les obstacles sous-eau, hormis les bâtiments coulés gisant aux km 1830, 1805 et 1742 (qui n'entravent pas la navigation) seront éloignés du chenal. Aux endroits précités le chenal sera amélioré par régularisation.

Tableau 10

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteurs austro-tchécoslovaque et tchécoslovaque, km 1880,26-1850

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Nature des travaux | Volume des travaux | | Coût total des travaux en milliers de Kčs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | | Dragages en milliers de m³ | Mise en place de pierres en milliers de m³ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1. Devín km 1878 | 22 | 80 | 1.200 | 300 | 23 | 150 | 1.200 | 300 | Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux | 110 | - | 2.635 |
| 2. Port de Bratislava km 1866 | 23 | 100 | 1.000 | 300 | 23 | 200 | 1.000 | 300 | Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux | 200 | 25.000 | 4.970 |
| 3. Podunajské Biskupice | 20 | 100 | - | 400 | 23 | 150 | - | 400 | Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux | 110 | | 2.635 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. km 1868,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | Renflouement de bâtiments et autres objets coulés | | | 4.000 |
| | | | | | | | | | TOTAUX | 420 | 25.000 | 14.240 |

Tableau 11

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteur tchécoslovaco-hongrois, km 1850-1708,2

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Nature des travaux | Volume des travaux | | | | Coût total des travaux en | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | | Dragages en milliers de m³ | Mise en place de pierres en milliers de m³ | | | milliers de Ft | milliers de Kčs |
| | | | | | | | | | | | Rive droite | Rive gauche | Total | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1. km 1850-1810 | | | | | | | | | | | | | | | |
| km 1842,3 | 22 | 120 | 1000 | 300 | 23 | 150 | 1200 | - | a) Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux; b) dragages | 3540 | 115 | 54 | 169 | | |
| km 1826,3 | 19 | 150 | 500* | 200 | 23 | 150 | 1200 | - | | | | | | | |
| km 1825,0 | 22 | 120 | 700* | 150 | 23 | 150 | 1200 | - | | | | | | | |
| 2. km 1809-1805 | | | | | | | | | | | | | | | |
| km 1809,4 | 18 | 100 | 400* | 200 | 23 | 167 | 1200 | - | a) Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux; b) dragages | 550 | 14 | 12 | 26 | | |
| km 1805,2 | 16 | 150 | 300* | 130 | | | | | | | | | | | |

*) Cette valeur n'a été observée que quelques jours par an.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. km 1805-1794<br>km 1803,4 | 22 | 100 | 700 | 60 | 23 | 190 | 1400 | - | a) Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux;<br>b) dragages | 780 | 15 | 10 | 25 | | |
| 4. km 1794-1767<br>km 1777 | 20 | 200 | 1000 | 300 | 25 | 200 | 1400 | - | Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux | - | 16 | 5 | 21 | | |
| 5. km 1767-1708<br>km 1721 | 20 | 150 | 800 | 300 | 25 | 200 | 1400 | - | Construction d'ouvrages de régularisation pour basses-eaux | - | 8 | 4 | 12 | | |
| | | | | | | | | | TOTAUX | 4870 | 168 | 85 | 253 | 80.325 | 56.565 |

Le coût des travaux est partagé entre la Hongrie et la Tchécoslovaquie:

Travaux d'empierrement exécutés par la Hongrie: 126.500 m³ x 250 Ft = 31,625.000 Ft
Travaux d'empierrement exécutés par la Tchécoslovaquie: 126.500 m³ x 160 Kčs = 20,040.000 Kčs

Dragages exécutés par la Hongrie: 2,435.000 m³ x 20 Ft = 48,700.000 Ft
Dragages exécutés par la Tchécoslovaquie: 2,435.000 m³ x 15 Kčs = 36,525.000 Kčs

Annexe 12

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RSTch sur le secteur des km 1880,26-1850 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux | Coût total en milliers de Kčs |
|---|---|---|---|
| 1. | Dragages | 420.000 m³ | 10.240 |
| 2. | Empierrement | 25.000 m³ | |
| 3. | Renflouement des bâtiments et d'autres objets coulés | 1.000 t | 4.000 |
| | | TOTAL | 14.240 |

Tableau 13

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RSTch et la RPH sur le secteur commun du Danube entre les km 1850-1708,2 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux en m³ | Coût total en milliers de Ft | Coût total en milliers de Kčs |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Dragages | 4,870.000 | 48.700 | 36.525 |
| 2. | Empierrement | 253.000 | 31.625 | 20.040 |
| | | TOTAUX | 80.325 | 56.565 |

## D. Secteur hongrois du Danube
(km 1708,2-1433)

a) Caractéristique sommaire

Sur le secteur hongrois le Danube a un caractère de fleuve de plaine, excepté sur la courte section située entre le confluent du Hron et la localité Kismaros, où il traverse les portes de Visegrád et acquiert le caractère d'un fleuve de montagne. En aval de Visegrád, le Danube se ramifie en deux bras, le bras gauche Vác, et le bras droit Szentendre, qui se réunissent en amont de Budapest. La largeur moyenne du lit est de 400 m et la vitesse du courant varie de 3,6 à 4,3 km/h.

Sur le secteur en aval de Budapest, le Danube devient un fleuve de plaine typique; sa largeur moyenne est de 600 m. Au début de ce secteur, entre Budapest et Paks, le lit est peu sinueux; dans la région de Budapest, il se ramifie en de nombreux bras. En aval de la localité Paks le lit est sinueux et ramifié; la vitesse du courant varie de 2,9 à 4 km/h.

Les travaux de régularisation exécutés dans le temps sur ce secteur comprenaient des ouvrages de consolidation des berges, des digues longitudinales, des ouvrages de barrement de bras secondaires et des épis.

La section Szob - Kismaros (km 1708,2-1691) est montagneuse, le fond du lit y est rocheux. En général, la largeur et la profondeur du chenal satisfont les besoins actuels de la navigation sur ce secteur.

La section Kismaros - Dunaföldvár (km 1691-1565) a un caractère de plaine; le mouvement des alluvions y forme rarement de bancs ou d'îles. La chute de pente de Kismaros à Dunaföldvár est de 6-8 cm/km.

Dans la région de Budapest (km 1654-1640) les travaux de régularisation ont déjà été entamés en 1870.

Tous les travaux de régularisation effectués à cette époque avaient pour but de protéger la capitale contre les inondations et de réduire le nombre des obstacles nautiques. En 1871-1885 des travaux de régularisation pour eaux moyennes ont été exécutés sur la section Ujpest - Csepel (largeur de régularisation environ 370 m).

La régularisation de la section de Budapest a été favorable à l'écoulement des crues avec glaces.

En général, la profondeur du chenal répond aux besoins actuels de la navigation sur cette section.

Après 1942, un projet général de régularisation (largeur de 400 m) a été élaboré pour la section en aval de Budapest et depuis lors la régularisation de cette section est effectuée compte tenu de ladite largeur.

Sur la section Dunaföldvár - Baja (km 1561-1475), la régularisation pour eaux moyennes peut être considérée comme achevée dans son ensemble. Ceci n'est toutefois pas le cas pour la section en aval de Baja (km 1475-1433) où la régularisation pour eaux moyennes n'est qu'à son début.

En connexion avec ceci, les travaux de régularisation pour eaux moyennes prévus pour les 5 ans à venir visent principalement cette section.

Au cours de la période 1946-1957, la profondeur minima de chenal rapportée à l'étiage navigable et de régularisation était de 18 dm (1946) sur le secteur Szob - Mohács (km 1708,2-1448). Mais, à la suite des travaux de régularisation exécutés la profondeur minima sur ce secteur a augmenté à 21 dm, comme indiqué dans le tableau 14.

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 1708,2-1433.

1. Assurer sur tout le secteur une profondeur de chenal minima de 20 dm. La Hongrie propose que dans le plan prévu pour la première période, cette profondeur soit augmentée à 25 dm.

2. Assurer sur tout le secteur une largeur de chenal minima de 180 m (excepté dans les sections à lit à terrain meuble où il convient d'assurer une largeur d'au moins 150 m); sur les sections à lit à fond rocheux la largeur envisagée est, à titre d'exception, de 100 m.

3. Assurer sur tout le secteur un rayon de courbure minimum de 1000 m.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 1708,2-1433.

En dehors de l'entretien du chenal et des ouvrages hydrotechniques, les travaux de régularisation suivants seront effectués sur ce secteur:

- construction de digues longitudinales et d'épis dans la courbe de Kulcs (km 1593-1592);

- poursuite des travaux de régularisation dans la courbe de Apostag-Dunaegyháza (km 1570-1563), afin d'obtenir un lit plus stable au moyen de son rétrécissement à 400 m par eaux moyennes;

- achèvement de la régularisation de la section Vác - Ujpest, assurant les gabarits de chenal nécessaires auprès de l'étiage navigable et de régularisation;

- exécution de travaux de régularisation (consolidation de la berge sur une longueur de 7800 m et construction de 16 traverses sur une longueur de 3000 m) dans huit courbes entre Dunaföldvár et la frontière yougoslave (km 1560-1433). L'une des courbes est située en amont de Baja et les 7 autres en aval de Baja.

Volume total des travaux à exécuter dans les 8 courbes:

- mise en place de 479.000 m³ de pierres.

Secteur hongrois, km 1708,2-1433

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | | Coût total des travaux en millions de forints |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil en m | Empierrements en milliers de m³ | Dragages en milliers de m³ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. km 1685-1682 (courbe de Kompkötő) | 23 | 70 | 1500 | 800 | 25 | 120 | 1800 | 800 | 7,4 | 24 | 2,0 |
| 2. km 1682-1678 (courbe de Vác) | 24 | 100 | 1500 | 800 | 25 | 120 | 1800 | 800 | 5,6 | 24 | 1,6 |
| 3. km 1676-1674 (courbe de Szöd) | 24 | 80 | plus de 2000 | 800 | 25 | 120 | plus de 2500 | 600 | 15,7 | 16 | 3,7 |
| 4. km 1674-1672 (courbe de Surány) | 23 | 70 | plus de 2000 | 2000 | 25 | 120 | plus de 2500 | 1200 | 24,2 | 120 | 7,0 |
| 5. km 1632-1625 (courbe de Nagytétény) | 25 | 240 | plus de 2000 | - | 25 | 240 | plus de 2500 | - | 6,0 | - | 1,5 |
| 6. km 1619-1616 (banc-courbe Csep) | 25 | 200 | plus de 2000 | 400 | 25 | 240 | plus de 2500 | - | 24,6 | 128 | 7,1 |
| 7. km 1614-1612 (courbe de Ercsi) | 25 | 170 | plus de 2000 | - | 25 | 240 | plus de 2500 | - | 5,6 | 48 | 1,8 |
| 8. km 1595-1591 (courbe de Kulcs) | 25 | 180 | plus de 2000 | - | 25 | 240 | plus de 2500 | - | 32,5 | 80 | 8,2 |

| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9. km 1591-1583 (courbe de Tass) | 23 | 80 | plus de 2000 | 1000 | 25 | 160 | plus de 2500 | 800 | 7,0 | 40 | | 2,0 |
| 10. km 1577-1570 (courbe de Dunavecse) | 25 | 180 | plus de 2000 | - | 25 | 240 | plus de 2500 | - | 4,6 | 120 | | 1,0 |
| 11. km 1570-1563 (courbes de Dunaegyháza et Apostag) | 25 | 200 | plus de 2000 | - | 25 | 240 | plus de 2500 | | 48,8 | | | 12,1 |
| 12. km 1492-1488 (courbe de Sükösd) | 35 | 200 | 7000 | 2000 | 25 | 200 | 6500 | 4000 | 70 | - | | 13,0 |
| 13. km 1474-1470 (courbe de Sárospart) | 21 | 100 | 1500 | 1000 | 25 | 150 | 1500 | 2000 | 20 | - | | 3,8 |
| 14. km 1470-1468 (courbe de Szeremle) | 35 | 200 | 3000 | 2000 | 35 | 200 | 2500 | 2000 | 60 | - | | 11,2 |
| 15. km 1468-1465 (courbe de Báta) | 25 | 200 | 6500 | 1000 | 30 | 250 | 4000 | 3000 | 70 | - | | 13,0 |
| 16. km 1465-1463 (courbe de Bede) | 35 | 150 | 5000 | 500 | 35 | 200 | 3500 | 1500 | 20 | - | | 3,8 |
| 17. km 1460-1454 (courbe de Bári) | 25 | 100 | 7000 | 1000 | 30 | 200 | 6500 | 3000 | 90 | - | | 17,0 |
| 18. km 1446-1442 (île Cigány-courbe Kölked) | 25 | 150 | 7000 | 1400 | 30 | 200 | 5000 | 2500 | 40 | - | | 7,2 |
| 19. km 1442-1439 (courbe de Sirina) | 25 | 100 | 2500 | 800 | 30 | 200 | 2500 | 1500 | 64 | - | | 12,0 |
| | | | | | | | TOTAUX | | 616 | 600 | | 129,0 |

Tableau 15

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RPH sur le secteur des km 1708,2-1433 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux en m³ | Coût total en milliers de Ft |
|---|---|---|---|
| 1. | Travaux de terrassement pour la consolidation des berges | 14.000 | |
| 2. | Dragages | 600.000 | |
| 3. | Mise en place de pierres (construction de traverses et consolidation des berges) | 616.000 | 129.000 |
| 4. | Bétonnement (consolidation des berges) | 800 | |
| | | TOTAL | 129.000 |

## E. Secteurs yougoslave et yougoslavo-roumain du Danube (km 1433-1048)

### a) Caractéristique sommaire

Sur le secteur du km 1433 au km 1048, le terrain du lit est composé surtout de matériaux friables. Le fond est en grande partie sablonneux et les rives (de sable, d'argile, de limon, etc.) résistent faiblement à l'action du courant. La section située immédiatement en aval du confluent de la Velika Morava, où les couches inférieures du sol sont composées d'un gravier moyen, fait exception.

Une telle composition du sol est la raison de l'instabilité du lit, de l'affouillement des berges, de la formation de bras secondaires, de courbes et de bancs défavorables à la navigation. En résultat de ces conditions, le chenal change souvent de direction et il se forme dans le lit des seuils entravant la navigation.

Les affluents du Danube les plus importants, à savoir: la Drava (km 1382), la Tisza (km 1214), la Sava (km 1169) et la Velika Morava (km 1103) se jettent dans le fleuve sur le secteur yougoslave. En règle générale, les variations du niveau des eaux du Danube et de ses affluents ne se produisent pas simultanément et ceci donne naissance à des conditions favorables à la formation des seuils. Le rapport entre les débits simultanés de la Tisza et du Danube varie de 12% à 81%. Au confluent de la Sava ce rapport varie de 10% à 110%. Cette situation est aussi valable à l'égard des autres affluents.

Les alluvions charriées par le Danube et par ses affluents sont constituées en majorité de fins grains de sable; exception en font celles drainées par la Velika Morava, qui se composent surtout de gravier et de sable.

Jusqu'à présent, les travaux exécutés sur le secteur examiné visaient surtout le redressement des courbes brusques par des coupures, la consolidation des berges et la fermeture des bras secondaires.

Sur la section des km 1433-1307, la profondeur du chenal est insuffisante. Par endroits, il en est de même en ce qui concerne la largeur du chenal. Ainsi sur quelques tronçons de la section seule se pratique la navigation par alternat, réglée par des signaux spéciaux. Tel est le cas en période de basses-eaux sur le tronçon du km 1397 au km 1393, entre Apatin et le confluent de la Drava, qui comporte des courbes brusques, et dans la coupure de Mohovo (km 1314-1308,6).

Les projets visant l'amélioration des conditions de navigabilité sur ces sections ont été établis après les mesurages exécutés en 1951-1955.

Ces projets prévoient pour la coupure de Mohovo la garantie de la stabilité du lit, l'élargissement du chenal jusqu'à 110 m, et l'augmentation de la profondeur jusqu'à 2,30 m en période de basses-eaux.

Sur la section km 1307-1208 le lit est également instable. La Tisza charrie une grande quantité d'alluvions qui contribuent à la formation de bancs et de seuils mobiles entravant la navigation normale en période de basses-eaux.

Cette section, l'une des plus difficiles sur le secteur yougoslave du Danube, exige l'exécution de travaux de régularisation de grande envergure pour y assurer les conditions favorables à la navigation.

Des travaux préparatoires de laboratoire et d'autres ont été effectués et sont encore en cours en vue de la réalisation de ces mesures.

Le trait caractéristique de la section du km 1208 au km 1163 réside en la complexité des phénomènes hydrauliques provoqués par les eaux de la Sava qui, elle aussi, charrie une grande quantité d'alluvions favorisant la formation de bancs et de seuils.

L'amélioration des conditions de navigabilité de cette section exige l'exécution de grands travaux hydrotechniques.

Entre les km 1163 et 1048, le lit du fleuve est instable et on y observe également le dépôt d'une grande quantité d'alluvions arrivant principalement de la Velika Morava. Il se forme ainsi des îles et des seuils qui gênent la navigation.

Sur cette section, les berges sont soumises à l'affouillement. Pour protéger les berges, ainsi que pour faciliter l'écoulement des alluvions, on prévoit l'exécution de travaux de régularisation appropriés.

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 1433-1048.

1. Assurer sur tout le secteur une profondeur de chenal minima de 20 dm.

2. Assurer les largeurs de chenal minima suivantes:

- sur les sections à lit à terrain meuble: 180 m, avec augmentation jusqu'à 200 m dans les courbes; sur les sections particulièrement difficiles: 150 m;

- sur les sections à fond rocheux: 100 m.

3. Assurer sur tout le secteur un rayon de courbure minimum de 1000 m, excepté sur les sections à conditions géomorphologiques défavorables, où il convient de garantir 750 m.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 1433-1048.

Les travaux projetés (consolidation des berges, construction d'épis, etc.) sont les suivants:

I. en aval de Apatin (km 1397-1393):

- construction du fondement en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge env. 50.000 m³
- construction de la pente en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge .. env. 37.500 m³

II. coupure de Monovo (km 1315-1307):

- construction du fondement en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et des épis ..... env. 5.000 m³
- construction de la pente en pierres et de l'ouvrage de consolidation de la berge env. 25.000 m³
- travaux de dérochement ..... env. 10.000 m³

III. Slankamen (km 1220-1208):

- construction du fondement en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et des épis ..... env. 50.000 m³
- construction de la pente en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et d'épis ..... env. 35.000 m³

IV. km 1180-1163:

- construction du fondement en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et des épis ..... env. 50.000 m³
- construction de la pente en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et d'épis ..... env. 37.500 m³

V. Brza-Vrba (km 1103-1093):

- construction du fondement en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge .. env. 30.000 m³
- construction de la pente en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et d'épis ..... env. 25.000 m³
- dragages ..... env. 275.000 m³

VI. Ram-Dubovac (km 1087-1076):

- construction du fondement en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et des épis ..... env. 50.000 m³
- construction de la pente en pierres de l'ouvrage de consolidation de la berge et d'épis ..... env. 37.500 m³

Tableau 16

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteurs yougoslave et yougoslavo-roumain, km 1433 - 1048

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | | | Coût total des travaux en millions de dinars |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil en m | Consolidation de la berge en m | Construction d'épis en m | Construction de digues longitudinales ou de traverses en m | |
| 1. Apatin km 1397-1393 | 25 | 110 | 400 | 4000 | 25 | 150 | 925 | 2000 | 1600 | 250 | 250 | 300 |
| 2. Coupure de Mohovo km 1315-1307 | 13 | 35 | 4000 | 8000 | 25 | 100 | 4500 | 1600 | 1500 | 165 | - | 300 |
| 3. Slankamen km 1220-1208 | 18 | 120 | 1800 | 12000 | 22 | 150 | 2000 | 2500 | 1400 | 800 | - | 300 |
| 4. Seuils dans la région de Belgrade km 1180-1163 | 20 | 120 | 2500 | 17000 | 22 | 150 | 2500 | 2500 | 1800 | 500 | - | 300 |
| 5. Brza-Vrba km 1103-1093 | 15 | 120 | 2000 | 10000 | 22 | 150 | 2000 | 3000 | 1800 | 600 | 400 | 300 |
| 6. Ram-Dubovac km 1087-1076 | 25 | 120 | 3000 | 11000 | 25 | 150 | 3000 | 3000 | 2100 | 300 | 400 | 300 |
| 7. Etude du réseau de triangulation, etc. aux km 1057-1433 | | | | | | | | | | | | 150 |
| | | | | | | | | TOTAUX | 10200 | 2615 | 1050 | 1950 |

Remarque: Les données figurant dans le tableau ne comprennent que les travaux projetés par la RSFY

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RSFY sur le secteur des km 1433-1048 pour la période de 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux | Coût total en milliers de dinars |
|---|---|---|---|
| 1. | Construction des fondements en pierres des ouvrages de consolidation de la berge | 235.000 m³ | 840.000 |
| 2. | Construction des pentes en pierres | 197.500 m³ | 800.000 |
| 3. | Dragages | 275.000 m³ | 110.000 |
| 4. | Dérochements | 10.000 m³ | 50.000 |
| 5. | Autres travaux | - | 150.000 |
| | | TOTAL: | 1,950.000 |

## F. Secteur des Portes de Fer (km 1048-931)

### a) Caractéristique sommaire

Le secteur du Danube compris entre les km 1048 et 931, connu sous le nom de "Secteur des Portes de Fer", est un des secteurs les plus difficiles du point de vue de la navigation.

A la fin du siècle dernier la Direction Technique Hongroise a entrepris de grands travaux pour l'aménagement de ce secteur.

Ces travaux consistaient en des creusements sous l'eau de canaux artificiels dans la roche, et en la construction de digues longitudinales et transversales pour maintenir l'eau dans les canaux en période de basses-eaux.

Bien qu'ils n'aient pas donné les résultats escomptés, c'est néanmoins grâce à ces travaux - qui ont été complétés par d'autres entre les années 1930 et 1940 - que la navigation a pu pendant plus de six décades se développer dans des conditions satisfaisantes, exceptée dans les années de sécheresse lorsque les basses-eaux l'ont entravée et même interrompue.

Les grands travaux de régularisation ont permis d'obtenir dans le chenal navigable une profondeur minima de 8 dm par rapport au "0" de Orşova, soit environ 17 dm par rapport à l'étiage navigable et de régularisation, c'est-à-dire 12 dm de moins que prévu dans le projet.

Par la suite, les travaux supplémentaires de dérochement et la construction de digues transversales et d'épis ont donné une profondeur minima de 18 dm par rapport à l'étiage navigable et ont, dans une certaine mesure, amélioré l'état du chenal navigable.

En dehors des canaux artificiels, il existe dans le Secteur quelques sections où la largeur du chenal navigable tombe à moins de 60 m, n'atteignant en certains endroits que 30 m.

Le lit du fleuve est rocheux sur presque tout le Secteur; par endroits, les rochers émergent même de l'eau, particulièrement en période de basses eaux.

Entre les km 1042-1039,5, il se forme dans le chenal navigable du bras gauche des dépôts de gravier et d'alluvions qui entravent la navigation.

En 1938, des dragages ont été exécutés à Coronini (km 1042-1041), mais en 1959, de nouveaux dépôts ont été constatés tant à Coronini qu'un peu plus en aval, à Sikolovac. En 1961, des dragages ont eu lieu à Sikolovac.

Des dépôts susceptibles d'entraver la navigation n'ont pas été constatés dans les autres sections.

Dans le Secteur, la pente de l'eau accuse de grandes variations, le minimum étant de 1 cm/km dans la section du km 1042-1034, et le maximum de 326 cm/km dans le canal de Sip, km 947-945. La vitesse de l'eau varie brusquement et provoque des cataractes, ce qui oblige la navigation de recourir à la traction auxiliaire à Sip et à Greben (km 999-997) lors du haut niveau rapporté à la cote +250 d'après l'échelle d'Orşova.

Les variations de la largeur du lit et les seuils rocheux qui émergent aux basses-eaux provoquent de forts courants transversaux qui rendent difficile la navigation.

Les chalands coulés qui se trouvent dans le Secteur, dans les régions de Vlas (km 1000,1), de Cozla-Doiche (km 1013,5), Milanovac (km 992,3 - 992,9) et Gura Vaii (km 941,3) créent aussi des obstacles à la navigation.

Les épaves de Zascoc (km 1019), Bivoli (km 1006,3) et Lepena (km 1003) ont été renflouées au cours de l'année 1961.

Les limites des canaux et les endroits dangereux sont balisés par des flotteurs ou par des bouées en fonction de la montée ou de la baisse du niveau de l'eau.

Pendant l'hiver, la navigation est interrompue dans le secteur des Portes de Fer 24 heures après l'apparition à Belgrade de glaces compactes, dans un pourcentage de plus de 50%. Aussitôt après l'écoulement de la glace, les mesures sont adoptées pour le balisage du secteur et la reprise de la navigation.

Le brouillard également entrave parfois la navigation, et spécialement dans la région de la vallée de la rivière Porecica, où il apparaît brusquement et obstrue le Danube à Iuţi.

Parmi les vents les plus fréquents, il y a lieu de citer le "košava", dont la vitesse atteint parfois 28 m/sec.

Ce vent crée des obstacles à la navigation en particulier dans le secteur Moldova Veche - Golubac (km 1048-1038).

Vu que dans le secteur des Portes de Fer il existe différentes profondeurs, deux normes y sont employées afin de pouvoir utiliser au maximum les profondeurs effectives, à savoir:

- la norme pour l'amont de Ljubotina - Golubinje, et
- la norme pour l'aval de Ljubotina - Golubinje.

La norme pour l'amont de Ljubotina - Golubinje est de 3 dm inférieure à la norme pour l'aval de ce point. Ici les bâtiments sont conduits par des pilotes spéciaux des Portes de Fer.

La formation des convois sur le secteur des Portes de Fer se fait autrement que sur les autres secteurs du Danube; elle diffère même par section de ce secteur - spécialement lors des basses-eaux - et s'effectue, en conformité avec le Règlement de navigation et de pilotage dans le secteur des Portes de Fer.

Le croisement et le dépassement des bâtiments sont interdits dans les canaux artificiels, dans les Cazanes et dans les sections difficiles. La circulation des bâtiments dans les sections dangereuses est réglée en conformité des prescriptions du Règlement de navigation et de pilotage et à l'aide des stations sémaphoriques installées par l'Administration sur les deux rives.

La navigation de nuit est interdite sur le Secteur, toutefois, sur certaines sections elle peut s'effectuer auprès des conditions météorologiques favorables,et conformément aux prescriptions du Règlement.

La vitesse du courant variant souvent d'une section à l'autre, les remorqueurs utilisés habituellement dans ce secteur sont des remorqueurs spéciaux, dont le faible tirant d'eau et la grande puissance font que le rendement exprimé en t-km par C.V./h est ici plus petit que sur le reste du Danube.

Aux bas niveaux les profondeurs insuffisantes du chenal influencent défavorablement le coefficient d'exploitation des bâtiments (tonne-marchandises/tonne-capacité), car elles ne permettent pas d'utiliser la capacité maximum des embarcations.

b) Tâches prévues par le plan de la première étape des grands travaux sur le secteur des Portes de Fer (km 1048-931). Travaux de la première période, 1961-1965.

Selon les Recommandations de la Commission du Danube relatives à l'établissement des gabarits du chenal navigable pour les sections à lit rocheux, il convient d'établir pour le Secteur les dimensions suivantes:

a) profondeur de chenal minima: 20 dm.

Selon le plan des grands travaux pour la première période de la première étape, l'Administration des Portes de Fer se propose d'augmenter la profondeur de chenal minima à 22 dm.

b) largeur de chenal minima: au moins 60 m;

c) rayon de courbure minimum: 750 m.

Plan de réalisation des gabarits du chenal dans la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux, basé sur l'analyse technico-économique et les conditions spécifiques de certaines sections.

La seule solution susceptible de résoudre intégralement et définitivement les difficultés de la navigation du secteur des Portes de Fer est la construction d'un barrage à écluses.

Dans le secteur des Portes de Fer, les gabarits recommandés par la Commission du Danube pour la deuxième étape des grands travaux sur le Danube ne peuvent être assurés par des travaux hydrotechniques pour courant libre pour les raisons suivantes:

1) dans la majorité des cas de tels travaux ne donnent pas les résultats escomptés;

2) le volume de ces travaux serait très grand;

3) leur exécution entraverait ou même interromprait la navigation pendant un temps assez long, notamment tant que durerait leur exécution.

A présent, des pourparlers sont en cours entre les délégations gouvernementales de la République Populaire Roumaine et de la République Socialiste Fédérative de Yougoslavie en vue de la construction d'un barrage à écluse et de centrales hydro-électriques dans le secteur des Portes de Fer.

Ayant en vue le développement continu du trafic sur le Danube et aussi le fait que dans les secteurs voisins se réalisent des travaux pour assurer de grands gabarits, dont l'utilisation pratique dépend des gabarits du secteur des Portes de Fer, il est absolument nécessaire d'entreprendre, encore avant la construction du barrage, certains travaux qui doivent:

1) assurer des gabarits proches de ceux prévus dans les secteurs voisins;

2) améliorer les conditions de navigabilité du secteur, afin d'augmenter la vitesse de circulation et d'accroître le pourcentage d'exploitation de la capacité des bâtiments;

3) permettre, jusqu'à la mise en service du barrage à écluse, la réalisation du trafic en perspective sur le secteur.

Les études et l'analyse des travaux projetés, nécessaires pour l'obtention des différentes profondeurs rapportées à l'ENR (22 dm et 25 dm), ont permis de déduire qu'il fallait choisir une solution justifiée du point de vue économique et en même temps réalisable dans le délai proposé.

c) Travaux projetés sur le secteur des Portes de Fer (km 1048-931) pour la période 1961-1965.

Le tableau No 18 présente les travaux de régularisation de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux prévus sur le secteur des Portes de Fer.

a) En ce qui concerne la profondeur du chenal, la solution choisie prévoit la réalisation, jusqu'en 1964 inclus, d'une profondeur minima de 22 dm dans le "chenal des basses-eaux" de tout le secteur.

Les plans de sondage existants font ressortir que le volume des dérochements que requiert l'obtention d'une profondeur de 25 dm est de plus du double du volume des travaux de dérochement nécessaire pour la réalisation d'une profondeur de 22 dm.

Il est à noter que pour la réalisation d'une profondeur de 25 dm il faudrait effectuer des sondages au cadre dans tous les points difficiles du secteur, étant donné que les plans de sondage existants ont été exécutés jusqu'à la profondeur de 24 dm, rapportée à l'étiage navigable.

L'analyse de la durée moyenne des niveaux d'eau montre que si l'on réalisait une profondeur de 25 dm, rapportée à l'étiage navigable et de régularisation, il y aurait en période de basses-eaux une interruption de navigation dont la durée serait de 6,2 (11,7)* jours moindre que dans le cas où l'on réaliserait une profondeur de 22 dm.

b) En ce qui concerne la largeur minima du chenal, il est prévu d'assurer jusqu'en 1965, sur tout le secteur, une largeur de 60 m dans le chenal des basses-eaux.

Il est connu que tous les canaux artificiels du secteur des Portes de Fer, hormis le canal de Sip, sont creusés avec une largeur de 60 m. Il y a cependant également -en dehors des canaux - des sections où la largeur du chenal est inférieure à 60 m.

La réalisation de largeurs de plus de 60 m sur tout le secteur nécessiterait un volume de travaux bien plus grand et ne pourrait être exécuté dans un délai aussi court, sans parler du coût de ces travaux, ni du fait qu'ils entraveraient beaucoup la navigation. D'autre part, même si la largeur du chenal était augmentée jusqu'à 100 m, dans la majorité des canaux et des sections à courant transversal le croisement des convois ne serait pas possible.

---

* Remarque: Les données de l'Administration Fluviale des Portes de Fer ont été calculées sur la base de la documentation statistique pour la période 1946-1957.

Toutes les données qui figurent entre parenthèses ont été calculées par l'appareil de la Commission sur la base de la fréquence des niveaux d'eau au cours de la période 1924-1960 (abstraction faite des années 1944-1945).

La réalisation de largeurs de chenal plus grandes que 60 m au moyen de dérochements pourrait avoir une influence négative sur les profondeurs navigables.

c) Le rayon minimum des courbures du secteur augmentera jusqu'en 1965 à 750 m, sauf en quelques endroits, notamment:

1) dans la section Varad-Sikolovac, où R=470 m. Cette insuffisance sera éliminé en 1966, lorsque sera créé un nouveau chenal pour basses-eaux du côté droit de la roche Babacaï, où passe actuellement le "chenal des eaux moyennes et hautes"; ceci aura lieu dans le cas où les sondages démontreront que des travaux de dérochement et des dragages trop volumineux ne sont pas nécessaires;

2) à Greben, en amont de Piatra Vrani, où R = 465 m.

Il est à mentionner toutefois qu'à Greben, dans la section au rayon de courbure inférieur à 750 m, la largeur du chenal atteint plus de 60 m et que la navigation n'y rencontre pas de grandes difficultés.

## Argumentation de la solution proposée

Les travaux de régularisation effectués dans des secteurs à courant libre gardent leur effet pendant une longue période de temps, tandis que, en ce qui concerne les travaux projetés à accomplir sur le secteur des Portes de Fer en vue de l'amélioration des conditions actuelles de la navigation et pour assurer l'écoulement du trafic en perspective, ceux-ci devront être effectués dans un volume plus grand que sur les autres secteurs, et la durée de leur effet sera plus courte (jusqu'en 1970, quand sera probablement construite l'hydro-centrale). Toutefois, ces travaux sont justifiés du point de vue économique.

Les propositions concernant les travaux à exécuter dans le secteur des Portes de Fer ont été établies sur la base des Recommandations de la Commission du Danube et compte tenu de l'état physique actuel du chenal navigable pendant les basses-eaux, de même que des conditions de navigation difficiles dont voici quelques caractéristiques:

- des données statistiques de plusieurs années il découle qu'au cours d'une année la navigation est interrompue en moyenne pendant 73 (65) jours, dont 35 (39) jours à cause de la profondeur insuffisante du chenal navigable;

- auprès de la profondeur actuelle de 18 dm par rapport à l'étiage navigable, il y a en moyenne 292 (300) jours navigables, dont 38 (26) jours durant lesquels les bâtiments naviguent avec un tirant d'eau limité entre 21 et 16 dm;

- l'insuffisance de la largeur actuelle du chenal, qui atteint jusqu'à 35 m, implique des restrictions dans la formation des convois;

- le tracé du chenal navigable comporte plusieurs courbes au rayon de courbure inférieur à 750 m, lesquelles menacent la sécurité de la navigation par conditions défavorables.

La grande vitesse qu'atteint par endroits le courant conduit à l'utilisation irrationnelle de la puissance des bâtiments.

L'analyse du volume des travaux nécessaires pour la réalisation, dans tout le secteur, des profondeurs de 22 dm et de 25 dm par rapport à l'étiage navigable, ainsi que l'étude des améliorations qu'ils pourront offrir à la navigation permettent de conclure que les travaux nécessaires pour obtenir la profondeur de 22 dm à l'ENR sont réalisables dans le délai proposé et justifiés du point de vue économique.

Les travaux dont l'exécution est proposée sont les suivants:

- dérochement et évacuation des roches;
- réparation des digues existantes;
- construction de nouvelles digues et de nouveaux épis;
- dragages;
- sondages au cadre;
- sondages habituels, par profil transversal;
- renflouement des épaves qui entravent la navigation;
- expérimentation et éventuellement introduction de la navigation de nuit.

Brève analyse de l'introduction de la navigation de nuit

Dans la majorité des canaux du secteur des Portes de Fer, et à tous les niveaux d'eau,la navigation se heurte à de grandes difficultés à cause des forts courants transversaux et de l'insuffisante largeur du chenal, qui ne permettent pas l'introduction de la navigation de nuit.

En naviguant dans ce secteur, les pilotes doivent voir la direction du courant et - très souvent - s'orienter d'après les points de repère situés sur la rive; or ceci n'est pas chose facile en cas de navigation de nuit.

D'autre part, les flotteurs lumineux devraient être équipés de manière à pouvoir satisfaire aux conditions spéciales du secteur.

L'Administration a entamé des négociations pour se procurer des flotteurs lumineux à dynamo propre. Selon les prospectus, ces flotteurs sont de meilleure qualité que ceux employés antérieurement dans le même but. La navigation de nuit à l'aide de ce système de flotteur sera donc expérimentée sur la section Vodica-Gura Văii, et en cas d'obtention de résultats favorables, l'Administration entreprendra l'installation du balisage lumineux de cette section et du canal de Sip, ainsi que l'introduction de signalisation lumineuse aux stations sémaphoriques Vodica et Sip.

Il est aussi prévu de procéder à des essais en vue d'établir s'il est possible d'introduire la navigation de nuit dans les Cazanes (section Ljubotina - Vodica) au moyen de l'installation de signaux lumineux sur les rives (phares) pour le balisage de la direction du chenal et de panneaux (signaux) recouverts de matériaux réfléchissants sur les rives rocheuses, pour assurer une orientation plus précise.

Au cas où les résultats obtenus dans cette section s'avèreraient satisfaisants, la navigation de nuit pourrait aussi être introduite sur la section Moldova Veche (Vince) - Branjica.

Pour assurer la sécurité de la navigation, pendant la nuit la navigation ne devra être pratiquée que dans un seul sens, éventuellement seulement vers l'amont.

Au cas où les résultats obtenus au cours des essais de navigation de nuit dans le secteur donneraient satisfaction, l'Administration complètera le Règlement de navigation et de pilotage par des articles régissant la navigation de nuit dans le secteur des Portes de Fer.

## Analyse de l'amélioration des conditions nautiques à obtenir après l'exécution des travaux projetés

Les travaux hydrotechniques prévus dans le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des Portes de Fer (km 1048-931), sont analysés dans l'hypothèse que le système de barrage à écluse, projeté en commun par la Roumanie et la Yougoslavie, sera construit d'ici 1970.

La solution proposée élimine partiellement les difficultés actuelles de la navigation dans le secteur, et en ce qui concerne les gabarits prévus, ceux-ci sont proches des gabarits recommandés par la Commission du Danube pour la première étape.

L'exécution des travaux permettra d'obtenir les améliorations suivantes:

- unification des normes de navigation sur tout le secteur;

- augmentation des profondeurs à 22 dm par rapport à l'ENR;

- diminution de la durée de l'interruption de la navigation en période de basses-eaux;

- création de la possibilité d'augmenter le pourcentage d'exploitation de la capacité des bâtiments;

- augmentation à 60 m de la largeur du chenal des basses-eaux;

- augmentation du rayon de courbure à 750 m dans les points les plus difficiles pour la navigation;

- augmentation de la capacité d'écoulement du trafic;

- garantie de l'écoulement du trafic en perspective jusqu'en 1970;

- évacuation des obstacles artificiels entravant la navigation (épaves);

- création de la possibilité d'introduire la navigation de nuit sur quelques sections du secteur;

- réduction de la durée du passage des convois par le secteur à l'aide de l'introduction de la navigation de nuit.

Il est connu que les difficultés actuelles du secteur ne résident pas uniquement dans l'insuffisance et dans l'inégalité des gabarits, mais qu'elles sont dues aussi aux causes suivantes:

- interdiction de la navigation de nuit;

- interdiction du croisement et du dépassement des convois dans les canaux, dans les Cazanes et dans les endroits difficiles;

- variations de la vitesse du courant;

- existence de forts courants traversiers (locaux);

- existence d'obstacles artificiels (épaves).

La comparaison de la situation actuelle du secteur à celle qui se créera après l'exécution des travaux proposés permet de constater ce qui suit:

- auprès de la profondeur actuelle de 18 dm par rapport à l'ENR, il y a annuellement au total 292 (300) jours de navigation, dont 38 (26) jours pendant lesquels les bâtiments doivent naviguer avec un tirant d'eau réduit - entre 21 dm et 16 dm - auprès duquel l'exploitation de la capacité des bâtiments est d'en moyenne 83%.

Par une augmentation de profondeur de 4 dm (de 18 dm à 22 dm), le pourcentage de l'exploitation de la capacité des bâtiments s'élèvera à 92,4% dans les 38 (26) jours susmentionnés, et ce notamment dans les saisons de l'année où le trafic est le plus intense.

Au courant de l'année, la navigation est interrompue en moyenne pendant au moins 73 (65) jours, dont 35 (39) jours à cause des profondeurs insuffisantes. Par un approfondissement de 4 dm, cette interruption de la navigation diminuera de 25,7 (21) jours en moyenne, l'interruption moyenne provoquée par l'insuffisance des profondeurs se réduisant ainsi à 9,3 (16) jours par an.

Ces jours récupérés ajoutés au nombre actuel de 292 (300) jours navigables représentent une augmentation de 8% (17%) environ de la période de navigation, ce qui fait environ 318 (321) jours.

Une des mesures importantes préconisées pour l'amélioration des conditions actuelles de la navigation sur ce secteur - ce dans le cas où les expériences donneront des résultats satisfaisants - est l'introduction de la navigation de nuit dans la section en aval de Ljubotina (Golubinje), km 980, jusqu'à Gura Văii, km 941.

Les autres mesures d'amélioration des conditions actuelles de la navigation dans le secteur (élargissement du chenal à 60 m sur tout le secteur, augmentation du rayon de courbure, diminution de la pente de surface, renflouement des épaves, etc.) auront leur influence sur la formation des convois, l'augmentation de la capacité de trafic du secteur et la sécurité de la navigation.

Tableau 18

Tableau des gabarits actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteur des Portes de Fer, km 1048-931

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | | | Coût total des travaux | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Dragages en m³ | Déroche-ments en m³ | Mise en place de pierres en m³ | en milliers de dinars | en milliers de lei |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1. Passage étroit Coronini km 1042-1040,8 | 18 | 35 | 470 | 1200 | 22 | 60 | 470 | 1200 | 3500 | - | - | 22750 | 1050 |
| 2. Passage étroit Sikolovac km 1040,2-1039,6 | 18,8 | 36 | - | 600 | 22 | 60 | - | 600 | - | 680 | - | 60112 | 136 |
| 3. Passage étroit Herkules km 1092,05-1031,8 | - | 50 | - | 250 | 22 | 60 | - | 250 | - | 960 | - | 84864 | 192 |
| 4. Canal Stenca km 1030,8-1029 | 20 | 48 | 315 | 1800 | 22 | 60 | 750 | 1800 | - | 810 | - | 71604 | 162 |
| 5. Canal Cozla-Doiche-Piatra-Lunga km 1011,13-1009,3 | 22 | 60 | 420 | 1830 | 22 | 60 | 960 | 1830 | - | 1320 | - | 116688 | 264 |
| 6. Canal de Elişeva km 1003,25-1007,3 | 22 | 35 | 500 | 950 | 22 | 60 | 1200 | 950 | - | 2300 | - | 20332 | 460 |
| 7. Canal Islaz-Tachtalia km 1003,1-1000,2 | 20 | 60 | 600 | 2900 | 22 | 60 | 1200 | 2900 | - | 12000 | - | 106080 | 2400 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8. Section Vrani-Svinița km 994-997,3 | 18 | 35 | - | 1700 | 22 | 60 | - | 1700 | - | 1680 | - | 14851,2 | 336 |
| 9. Digue longitudinale Greben km 999-993,2 | - | - | - | 5800 | - | - | - | - | - | - | 11400 | 91200 | 1824 |
| 10. Section Iuț-Golubinje km 987,5-986 | 19 | 60 | - | 1500 | 22 | 60 | - | 1500 | - | 1000 | - | 8840 | 200 |
| 11. Section Iuț-Golubinje km 988,3-985: | | | | | | | | | | | | | |
| a) réparation et exhaussement de la digue | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 18000 | 144000 | 2880 |
| b) réparation et exhaussement des traverses | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3000 | 24000 | 480 |
| c) rallongement de la digue longitudinale | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 22700 | 147550 | 3632 |
| d) construction de nouvelles traverses | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 15000 | 97500 | 2400 |
| 12. Passage étroit Kalnik km 973,85-973,6 | 20 | 40 | - | 250 | 22 | 60 | - | 250 | - | 150 | - | 1326 | 30 |
| 13. Canal Djevrin km 950,7-949,7 | 21 | 60 | 400 | 1000 | 22 | 60 | 800 | 1000 | - | 1000 | - | 8840 | 200 |
| 14. Autres travaux: Kozla-Vlas, Donji-Milanovac et Gura, renflouement d'épaves - 7 pièces | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 105000 | 840 |
| 15. Section Bosnjačka-Varad km 1045,35-1042,4 - sondages de contrôle 360.000 m² | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2880 | 36 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16. Section Varad-Sikolovac km 1042,4-1039,3: | | | | | | | | | | | | | |
| Sondages de contrôle sur le chenal des basses-eaux 250.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2000 | 2 |
| Sondages avec sonde à cadre sur le chenal des eaux moyennes et hautes 80.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 240 | 2 |
| 17. Section Luborajdia-Herkules km 1032,9-1031,8 - sondages avec sonde à cadre 24.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 192 | |
| 18. Canal Elişeva km 1007,7-1006,1 sondages avec sonde à cadre 175.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1400 | 5 |
| 19. Canal Islaz-Tachtalia km 1003,4-1000,6 sondages avec sonde à cadre 350.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2800 | 10 |
| 20. Section Iuţ-Golubinje km 986-984,5 sondages en direction de la nouvelle digue longitudinale et du travers sur 3800 m | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1140 | |
| 21. Passage étroit Kalnik km 973,95-973,55 sondages avec sonde à cadre 24.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 192 | |
| 22. Canal Djevrin km 950,7-949,7 sondages avec sonde à cadre 48.000 m³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 384 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23. Canal Djevrin-Petites Portes de Fer km 951-943: | | | | | | | | | | | | | |
| a) installation d'espars lumineux - 12 pièces; | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12000 | 120 |
| b) éclairage du canal de Sip; | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 55000 | 75 |
| c) installation de signalisation lumineuse aux stations de signalisation Vodița et Sip | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 600 | 11 |
| 24. Section Ljubotina-Vodica km 980-951 installation de signaux lumineux pour la navigation de nuit | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8000 | 160 |
| 25. Empierrement de digues 75.300 m² | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 112950 | 753 |
| 26. Etude et établissement de projets techniques | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30000 | 250 |
| TOTAL: | | | | | | | | | 35000 | 21900 | 70100 | 1055374 | 19120, |
| 10% environ pour divers travaux imprévus | | | | | | | | | | | | 104626 | 1879, |
| T O T A L : | | | | | | | | | | | | 1160000 dinars | 21000, lei |

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par l'Administration des Portes de Fer sur le secteur des km 1048-931, pour la période 1961-1965

| r- Nature des travaux | Volume des travaux en m³ | Coût total des travaux en milliers de dinars | en milliers de lei |
|---|---|---|---|
| Dragages | 35.000 | 22.750 | 1.050 |
| Dérochements | 21.900 | 697.846 | 15.596 |
| Mise en place de pierres | 70.100 | | |
| Autres travaux: | | | |
| renflouement d'épaves, sondages, sondages avec sonde à cadre, balisage du chenal, établissement de projets | - | 334.778 | 2.477,5 |
| | Total: | 1,055.374 | 19.120,5 |
| 10% environ pour divers travaux imprévus | | 104.626 | 1.879,5 |
| | TOTAL: | 1,160.000 | 21.000 |

## G. Secteurs yougoslavo-roumain, roumaino-bulgare et roumain (km 931-170)

### a) Caractéristique sommaire

Ce secteur de fleuve a le caractère typique d'un cours d'eau de plaine, caractère qu'il garde jusqu'à la Mer Noire.

Au début du secteur, jusqu'à la localité Artchar (km 770,7), le lit est fort sinueux, avec des courbes brusques. Plus loin, jusqu'à la ville de Hîrşova (km 253), cette sinuosité diminue et la longueur des sections rectilignes atteint 5-8 km. De Hîrşova à Brăila (km 253-170) le lit devient de nouveau sinueux. Il y a sur cette section un grand réseau de bras, particulièrement développé entre Silistra et Brăila (km 376-170) où la longueur de certains d'entre eux atteint 80-100 km (bras Borcea et Măcin).

Des travaux de régularisation pour eaux moyennes et basses et de redressement du lit n'y ont été exécutés que dans une faible mesure.

Les conditions nautiques ont été améliorées essentiellement par la consolidation des berges de certaines sections, les dragages intenses sur les seuils défavorables à la navigation et le renflouement des bâtiments coulés.

En 1946-1957, la profondeur minima auprès de l'étiage navigable et de régularisation était de 17 dm (1952) sur les seuils de la section Calafat-Silistra (km 795-376) et de 14 dm (1947) sur ceux de la section Silistra-Brăila (km 376-170).

### b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 931-170.

1. Assurer sur tout le secteur une profondeur de chenal minima de 20 dm.

2. Assurer sur tout le secteur une largeur de chenal minima de 180 m (avec augmentation jusqu'à 200 m dans les courbes) et de 150 m sur les sections particulièrement difficiles.

3. Assurer sur tout le secteur un rayon de courbure minimum - sur l'axe du chenal - de 1000 m, et de 750 m sur les sections défavorables par leurs conditions géomorphologiques.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 931-170.

1. Consolidation des berges à l'accès dans le bassin Plantelor (port de Giurgiu) et dans la région de l'île Mocanu (km 486):

Volume total des travaux prévus pour les 5 ans (1961-1965):

| | |
|---|---|
| mise en place de pierres ..... | 31.400 m³ |
| pose de fascines ..... | 52.000 m |

2. Consolidation des berges sur la section des km 253-237:

Volume total des travaux prévus pour 1961-1963:

| | |
|---|---|
| mise en place de pierres et de gravier.. | 53.000 m³ |
| pose de fascines ..... | 80.000 m |

3. Travaux de régularisation sur la section Călărăsi - Hîrşova:

- barrement du bras secondaire Epuraş, dans la région du bras Bala;
- construction d'ouvrages hydrotecnniques dans la région du bras Turcescu.

Volume total des travaux prévus de 1961 à 1965:

| | |
|---|---|
| mise en place de pierres ..... | 62.000 m³ |
| pose de fascines ..... | 50.000 m |

4. Dragages (sur le secteur bulgare) ..... 470.000 m³

5. Renflouement des bâtiments coulés sur la section yougoslave de Prahovo, sur le secteur bulgare des km 677,3-386,7 (8 bâtiments) et sur le secteur roumain.

Tableau 20

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteur yougoslavo-roumain, km 931-845,7

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | | | Coût total des travaux en millions de dinars |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur en m | Consolidation de la berge en m | Construction d'épis en m | Construction de digues longitudinales ou de traverses en m | |
| 1. Prahovo km 865-857 | 22 | 70 | 1300 | 8000 | 25 | 180 | 1300 | 500 | - | - | - | 350 |

Remarque: Les données figurant dans le tableau ne contiennent que les travaux projetés par la RSFY.

Tableau 21

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteur bulgaro-roumain, km 845,7-374,5

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | Coût total des travaux en milliers de leva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur en m | Dragages en milliers de m³ | |
| 1. Cioara km 588-585 | 16 | 80 | 900 | | 22 | 180 | 1000 | 3000 | 130 | 1.313 |
| 2. Belene-Liuta km 567-561 | 21 | 80 | 900 | | 22 | 180 | 1000 | 6000 | 200 | 1.320 |
| 3. Brishlian km 453-450 | 24 | 120 | 1500 | | 22 | 180 | 1500 | 3000 | 50 | 330 |
| 4. Kosui km 425-421,5 | 21 | 100 | 1000 | | 22 | 180 | 1200 | 3500 | 90 | 594 |
| | | | | | | | TOTA | | 470 | 3.557 |

Rmarque: Les données figurant dans le tableau ne comprennent que les travaux projetés par la Bulgarie.

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteurs roumaino-yougoslave, roumano-bulgare et roumain, km 931 - 170

| Secteur limitatif | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | | | Coût total des travaux en lei |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en dm | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur en m | Dragages de régularisation en 1000 m³ | Mise en place de pierres en 1000 m³ | Pose de fascines en m | |
| 1. Caluda km 760,9-761,3 | 16 | 70 | 1000 | 400 | 22 | 180 | 1000 | 400 | 150 | - | - | 1,500.000 |
| 2. Celeiu-Corabia km 631,7-632 | 15 | 70 | 1000 | 300 | 22 | 180 | 1000 | 300 | 180 | - | - | 1,800.000 |
| 3. Caraghorghe km 343,8-344 | 18 | 80 | 1000 | 200 | 22 | 180 | 1000 | 200 | 100 | - | - | 1,000.000 |
| 4. Accès dans le bassin de Plantelor* km 490,2 | 20 | 30 | - | - | 25 | 50 | - | - | 100 | 40 | 52 | 14,600.000 |
| 5. Giurgiu Vadul Oil km 223-239 | 20 | - | - | - | 25 | - | - | - | - | Pierres 42<br>Gravier 11 | 90 | 10,000.000 |
| | | | | | | | | TOTAUX | 530 | 92 | 142 | 28,900.000 |

*) Travaux exécutés pour protéger les rives et les accès dans le bassin (digues, quais, etc.)

Remarque: Les données figurant dans le tableau ne comprennent que les travaux projetés par la RPR.

Tableau 23

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RSFY sur le secteur des km 931-845,7 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux | Coût total en milliers de dinars |
|---|---|---|---|
| 1. | Renflouement de bâtiments coulés et dragages | - | 350.000 |

Tableau 24

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RPB sur le secteur des km 845,7-374,5 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux | Coût total en milliers de leva |
|---|---|---|---|
| 1. | Dragages | 470.000 m³ | 3.557 |

En dehors des travaux indiqués dans le tableau, des bâtiments coulés seront renfloués sur le secteur bulgare.

Tableau 25

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RPR sur le secteur des km 931-170 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux | Coût total en milliers de lei |
|---|---|---|---|
| 1. | Mise en place de pierres | 92.000 m³ | 28.900 |
| 2. | Pose de fascines | 142.000 m | |
| 3. | Dragages | 730.000 m³ | |

## H. Secteurs roumain et soviéto-roumain (km 170-0 et 0 - -7,0)

(Administration Fluviale Spéciale du Bas-Danube)

a) Caractéristique sommaire

Ce secteur comprend le lit principal du Danube jusqu'au cap Tchatal d'Ismaïl (km 80-mille 43), puis les bras de Tulcea et de Sulina.

Au cap Tchatal d'Ismaïl le lit se ramifie en deux bras: Kilia et Tulcea. Au cap Tchatal de St-Georges le bras de Tulcea se ramifie à son tour en les bras de Sulina et de St-Georges. Le chenal navigable pour les bâtiments maritimes passe d'abord dans le bras de Tulcea et ensuite dans le bras de Sulina.

De Braïla au cap Tchatal d'Ismaïl le lit principal ne présente pas de difficultés particulières pour la navigation.

Afin de garantir le passage des bâtiments maritimes venant de la Mer Noire ou sortant en Mer Noire, des travaux hydrotechniques ont été exécutés dans les bras de Sulina et de Tulcea, ainsi que des dragages dans l'embouchure du bras de Sulina, travaux entrepris en 1858. Ces travaux comprenaient la construction de deux digues parallèles partant du canal de Sulina en direction de la mer. Parallèlement à la construction de ces digues, des dragages et des travaux de régularisation ont été exécutés dans le bras de Sulina, du capTchatal St-Georges au port de Sulina (milles 34-0), qui comprennent les coupures des courbes du bras de Sulina, la consolidation des berges et la construction d'épis.

Les travaux actuels comprennent le rallongement des digues parallèles et le creusement du fond du lit sur la barre de Sulina. Les problèmes liés au rallongement des digues parallèles sont résolus sur la base des résultats obtenus et des travaux de recherches effectués au cours des dernières années.

En 1946-1957, la profondeur minima rapportée à l'étiage navigable et de régularisation était de 20 pieds (1949) sur les seuils de la section Brăila - Sulina et de 16 pieds (1956) sur la barre de Sulina.

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 170-0 et 0 - -7,0.

1. Assurer sur tout le secteur une profondeur de chenal minima de 24 pieds.

2. Assurer sur tout le secteur une largeur de chenal minima de 180 m, excepté dans le canal du bras de Sulina.

c) Travaux projetés pour la période 1961-1965 sur le secteur des km 170-0 et 0 - -7,0.

1. Construction de la digue submersible: 1300 m, et de la digue insubmersible: 1500 m.

2. Reconstruction des ouvrages de consolidation des berges du canal: 45.000 m.

3. Reconstruction de 57 épis.

Tableau 26

Tableau des gabarits minima actuels et projetés sur les secteurs limitatifs du Danube

Secteurs roumain et roumaino-soviétique, km 170-0 et 0 - -7,0
(Administration Fluviale du Bas-Danube)

| Secteur limitatif et dénomination des travaux | Gabarits minima du chenal en 1959, rapportés à l'étiage navigable | | | | Gabarits minima du chenal, rapportés à l'étiage navigable, après l'exécution des travaux projetés pour la première période | | | | Volume et nature des travaux | | | | | Coût total des travaux en lei |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur en pieds et en m | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil ou de l'obstacle en m | Profondeur en pieds et en m | Largeur en m | Rayon de courbure en m | Longueur du seuil en m | Consolidation des berges en m | Reconstruction des épis | Construction de digues submersibles en m | Construction de digues insubmersibles en m | Dragages en 1000 m³ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1. Bras de Tulcea milles 37-41 (km 68-76) | 24 / 7,32 | 150 | 800 | 1500 | 24 / 7,32 | 180 | 800 | 1500 | - | - | - | - | 135 | 1,000.000 |
| 2. Canal de Sulina mille 34-0 et mille 0-hm 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| Reconstruction des ouvrages de consolidation des berges du canal | 24 / 7,32 | - | - | - | 24 / 7,32 | - | - | - | 45000 | - | - | - | - | 37,500.000 |
| 3. Reconstruction des épis du canal | 24 / 7,32 | - | - | - | 24 / 7,32 | - | - | - | - | 57 pièces | - | - | - | 1,250.000 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. Construction de la digue dans l'embouchure | 24 / 7,32 | - | - | - | 24 / 7,32 | - | - | - | - | - | 1300 | 1500 | - | 14,900.000 |
| 5. Travaux de dragage sur le Danube maritime et sur la barre de Sulina | 24 / 7,32 | - | - | - | 24 / 7,32 | - | - | - | - | - | - | - | 3000 | 18,500.000 |
| TOTAL: | | | | | | | | | 45000 | 57 | 1300 | 1500 | 3135 | 73,150.000 |

Remarque: Les données figurant dans le tableau ne comprennent que les travaux projetés par l'Administration Fluviale du Bas-Danube.

Tableau 27

TABLEAU SYNOPTIQUE

des données sur la nature, le volume et le coût des travaux projetés par la RPR (AFBD) sur le secteur des km 170 - 0 et 0 - -7,0 pour la période 1961-1965

| No d'ordre | Nature des travaux | Volume des travaux | Coût total en milliers de lei |
|---|---|---|---|
| 1. | Construction de digues insubmersibles | 1.500 m | 8.400 |
| 2. | Construction de digues submersibles | 1.300 m | 6.500 |
| 3. | Reconstruction des ouvrages de consolidation | 45.000 m | 37.500 |
| 4. | Reconstruction des épis | 57 pièces | 1.250 |
| | | TOTAL | 53.650 |

TABLE DES MATIERES


Page

Introduction ..... 1

Chapitre premier - Caractéristiques générales ..... 3

I. Conditions actuelles de la navigation sur le Danube 3

1) Conditions géomorphologiques du Danube ..... 3

2) Sinuosité du Danube ..... 5

3) Stabilité du lit ..... ..... 6

4) Qualités nautiques du fleuve ..... 7

II. Perspectives de l'amélioration des conditions de la navigation .... ..... 12

III. Balisage ..... 16

IV. Types de bâtiments et de convois naviguant sur le Danube ..... ..... 16

V. Aménagement du Danube aux fins de production d'énergie électrique ..... 19

Chapitre II - Plan de la première étape des grands travaux sur le Danube. Travaux de la première période, 1961-1965 ..... 22

A. Secteurs allemand et germano-autrichien du Danube (km 2379-2201,77) ..... 22

a) Caractéristique sommaire ..... 22

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 2379-2201,77 ..... 24

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 2379-2201,77 ..... 25

Page

B. Secteur autrichien (km 2201,77-1880,26) ..... 29

a) Caractéristique sommaire ..... 29

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 2201,77-1880,26 ..... 31

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 2201,77-1880,26 ..... 32

C. Secteurs tchécoslovaco-autrichien, tchécoslovaque et tchécoslovaco-hongrois du Danube (km 1880,26-1708,2) 36

a) Caractéristique sommaire ..... 36

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 1880,26-1708,2) ..... 37

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 1880,26-1708,2 ..... 38

D. Secteur hongrois du Danube (km 1708,2-1433) ..... 45

a) Caractéristique sommaire ..... 45

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 1708,2-1433 ..... 47

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 1708,2-1433 ..... 47

E. Secteurs yougoslave et yougoslavo-roumain du Danube (km 1433-1048) ..... 51

a) Caractéristique sommaire ..... 51

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 1433-1048 ..... 53

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 1433-1048 ..... 53

F. Secteur des Portes de Fer (km 1048-931) ..... 58

a) Caractéristique sommaire ..... 58

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des Portes de Fer (km 1048-931) 61

Page

Plan de réalisation des gabarits du chenal dans la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux, basé sur l'analyse technico-économique et les conditions spécifiques de certaines sections ..... 62

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des Portes de Fer (km 1048-931) ..... 63

Argumentation de la solution proposée ..... 65

Brève analyse de l'introduction de la navigation de nuit ..... ..... 67

Analyse de l'amélioration des conditions nautiques à obtenir après l'exécution des travaux projetés .. 68

G. Secteurs yougoslavo-roumain, roumaino-bulgare et roumain (km 931-170) ..... 77

a) Caractéristique sommaire ..... 77

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 931-170 ..... 77

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 931-170 ..... ..... 78

H. Secteurs roumain et soviéto-roumain (km 170-0 et 0- -7,0) 86

a) Caractéristique sommaire ..... 86

b) Tâches prévues par le plan de la première période (1961-1965) de la première étape des grands travaux sur le secteur des km 170-0 et 0 - -7,0 ..... 87

c) Travaux projetés pour la période de 1961-1965 sur le secteur des km 170-0 - -7,0 ..... ..... 87