

099 12

**ORGANISATION POUR LA MISE
EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
O. M. V. S.**

*Organisation pour la Mise en valeur
du Fleuve Senegal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre R μ n / de Documentation
Saint-Louis*

**ETUDES D'EXECUTION DU PROJET
D'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL
POUR LA NAVIGATION**

Résumé

GROUPEMENT D'INGENIEURS-CONSEILS

Prof. Dr. Lackner & Partner
Brême, R.F.A.

Dorsch-Consult
Munich, R.F.A.

Electrowatt
Zurich, Suisse

TABLE DES MATIERES

| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| 1. <u>Objectif et étendue de l'étude</u> | 3 |
| 2. <u>Description de la région du fleuve</u> | 5 |
| 3. <u>Prévision du volume de transport</u> | 8 |
| 4. <u>Données de base du projet</u> | 8 |
| 4.1 Travaux topographiques et bathymétriques | 9 |
| 4.2 Hydrologie | 9 |
| 4.3 Nature de sol | 9 |
| 4.4 Unités de transport | 10 |
| 4.5 Dimensions du chenal navigable | 11 |
| 4.6 Débits de référence | 12 |
| 5. <u>Description du projet</u> | 13 |
| 5.1 Généralités | 13 |
| 5.2 Projet de l'aménagement du chenal navigable | 14 |
| 5.3 Signalisation du chenal navigable | 16 |
| 6. <u>Direction de la Voie Navigable</u> | 16 |
| 6.1 Généralités | 16 |
| 6.2 Organisation de la Direction | 17 |
| 6.3 Personnel | 17 |
| 6.4 Equipement de la Direction de la Voie Navigable | 19 |
| 6.5 Budget de la Direction | 20 |
| 7. <u>Compagnie Inter-Etats de Navigation</u> | 20 |
| 7.1 Tâches | 20 |
| 7.2 Forme juridique et organisation de la Compagnie | 20 |
| 7.3 Personnel | 21 |



| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| 7.4 Flotte de transport | 22 |
| 7.5 Autre équipement de la Compagnie | 23 |
| 8. <u>Coûts du projet</u> | 24 |
| 8.1 Investissements | 24 |
| 8.1.1 Travaux de construction | 24 |
| 8.1.2 Signalisation de la Voie navigable | 25 |
| 8.1.3 Direction de la Voie Navigable | 25 |
| 8.1.4 Compagnie Inter-Etats de Navigation | 25 |
| 8.1.5 Total des investissements | 26 |
| 8.2 Frais d'entretien et d'exploitation | 26 |
| 8.3 Situation financière de la Direction de la Voie Navigable | 27 |
| 9. <u>Coûts de transport</u> | 28 |
| 10. <u>Evaluation économique du projet</u> | 30 |
| 10.1 Avant-propos | 30 |
| 10.2 Coûts et bénéfices | 31 |
| 10.3 Rentabilité du projet | 32 |
| 11. <u>Dossiers d'appel d'offres</u> | 32 |
| 12. <u>Calendrier général de l'aménagement du fleuve pour la navigation</u> | 34 |

1. Objectif et étendue de l'étude

Le Mali, la Mauritanie et le Sénégal ont fondé l'"Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal" (OMVS) pour:

- améliorer le revenu individuel et les conditions de vie de la population dans le bassin du fleuve Sénégal,
- maintenir et améliorer autant que possible l'équilibre écologique dans la région sahélienne,
- rendre les économies des trois Etats-membres moins vulnérables aux conditions climatiques et aux autres influences et
- accélérer le développement économique des Etats-membres par une promotion intensive de la coopération régionale.

Ces objectifs peuvent seulement être réalisés si l'infrastructure de la région est améliorée et que l'eau disponible dans le bassin du fleuve Sénégal soit utilisée de façon économique. En conséquence il faudra prendre à moyen terme les dispositions suivantes:

- la construction du barrage de Manantali pour la régularisation des débits du fleuve Sénégal,
- la construction du barrage d'embouchure de Diama et
- l'amélioration des conditions des transports par la réalisation d'une voie navigable pendant toute l'année.

L'OMVS a chargé le Groupement d'Ingénieurs-Conseils Lackner - Dorsch - Electrowatt de l'élaboration de l'étude de l'aménagement du fleuve Sénégal pour la navigation.

Cette étude comprend:

- l'aménagement d'une voie d'eau navigable pendant toute l'année y compris sa signalisation,
- la mise en place et l'organisation d'une Direction de la Voie Navigable chargée de l'entretien et de l'aménagement ultérieur de la voie navigable,
- la mise en place et l'organisation d'une Compagnie pour le transport fluvial,
- la détermination des frais de transport par voie fluviale et
- l'évaluation économique du projet.

Au cours de la première phase de l'étude, les travaux et études indiqués ci-après ont été réalisés:

- Etude générale du trafic (Mission A.1.8)
- Etude et recherche des prix unitaires (Mission A.1.7)
- Détermination des données de base techniques (topographie, bathymétrie, géologie et hydrologie; Missions A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.1.9, B.1 et B.2)
- Avant-projets pour la régularisation du fleuve et la signalisation de la voie navigable y compris la détermination de l'étendue des travaux requis et des coûts à escompter (Missions A.1.4, A.1.5, A.1.6, A.1.12 et B.3)
- Etude pour la mise en place et l'organisation d'une Direction pour l'entretien de la voie navigable et le contrôle de la navigation (Mission A.1.14)
- Etude pour la mise en place et l'organisation d'une Compagnie de Navigation et détermination des prix de revient du transport fluvial (Mission A.1.11)
- Evaluation économique du projet (Mission A.1.15).

Les résultats de la première phase de l'étude ont été réunis dans un rapport (Mission A.1.10).

Au cours de la deuxième phase de l'étude, les prestations et études indiquées ci-après ont été réalisées:

- Des études complémentaires à celles de la première phase en tant que base pour le projet définitif (Mission A.2.1)
- Le projet d'exécution constitué des plans, de l'estimation des masses et des coûts et d'un programme général des travaux (Missions A.2.2, A.2.3 et A.2.4)
- Les dossiers d'appel d'offres pour les travaux d'aménagement de la voie navigable (Mission A.2.5)
- Les dossiers d'appel d'offres pour la signalisation de la voie navigable (Mission A.2.7)
- Les dossiers d'appel d'offres pour les bateaux et l'équipement lourd de la Compagnie de Navigation et la Direction de la Voie Navigable et
- Le rapport de synthèse général du projet définitif (Mission A.2.6).

2. Description de la région du fleuve

Le fleuve Sénégal prend sa source dans le massif du Fouta-Djallon en Guinée à une altitude d'environ 800 m au-dessus du niveau de la mer. Avec une longueur de 1 800 km, il traverse le nord de la Guinée, l'ouest du Mali et forme avec son cours inférieur la frontière entre la Mauritanie et le Sénégal avant qu'il ne se jette dans l'Atlantique à St-Louis (voir annexe). Le bassin versant du fleuve s'étend sur 289 000 km². Les principaux affluents sont le Bafing

et le Bakoye en tant que branches mères et la Falémé venant du sud. Dans le cours inférieur, le Doué constitue sur une longueur d'environ 245 km le bras secondaire du fleuve Sénégal.

La hauteur des précipitations annuelles s'élève dans la région de la source jusqu'à 2 000 mm tandis que dans le cours inférieur du fleuve, seulement 250 mm sont atteints. Les températures moyennes se situent entre 12 °C et 46 °C, la moyenne annuelle étant de 30 °C.

Le régime hydrologique influencé presque exclusivement par les précipitations dans les régions montagneuses de la Guinée, est caractérisé par une crue durant environ quatre mois. Pendant les autres mois les débits sont très faibles.

Les valeurs suivantes sont caractéristiques à l'endroit de l'échelle limnimétrique de Bakel (816 km en amont de l'embouchure):

- Débit annuel moyen: 750 m³/s
- Débit moyen de la crue: 5 000 m³/s
- Débit de l'étiage: env. 10 m³/s

A la fin de l'étiage le débit est tellement faible que l'eau de la mer remonte jusqu'à 220 km dans le cours inférieur du fleuve et que l'influence de la marée se fait encore sentir à 440 km en amont de St-Louis.

Le barrage de Manantali sera construit sur le Bafing, l'affluent le plus important du fleuve Sénégal afin que des débits régularisés soient disponibles pendant toute l'année permettant également un transport fluvial économique.

En amont de l'embouchure du fleuve, le barrage de Diama sera réalisé pour empêcher la remontée de l'eau salée dans le cours inférieur en cas de faibles débits et pour créer un réservoir d'eau douce.

3. Prévision du volume de transport

A partir du développement socio-économique à escompter pour la zone d'influence du fleuve (population, agriculture, industrie, exploitation minière) et des excédents de production et du manque de différents produits (produits agricoles, matériaux de construction, produits pétroliers et miniers) constatés dans certaines régions, le volume de transport à escompter pour les horizons de planification 1983, 1990, 2000 et 2025 a été déterminé. Les régions du Mali situées hors de la zone immédiate d'influence du fleuve ont été également considérées dans cette étude étant donné que l'amélioration des conditions du transport dans le bassin du fleuve Sénégal est d'une importance particulière pour la réalisation des échanges commerciaux extérieurs du Mali.

L'évolution démographique dans les régions considérées et qui est à la base de l'étude, ressort du tableau 1.

Tableau 1: Evolution démographique

| Zone d'influence | Taux de croissance en % | | Population en millions d'habitants | | | | |
|------------------|-------------------------|-------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | jusqu'en 2000 | 2000 à 2025 | 1976/77 | 1983 | 1990 | 2000 | 2025 |
| Mali | 2,2 | 1,8 | 0,872 | 1,005 | 1,169 | 1,454 | 2,271 |
| Mauritanie | 2,1 | 1,8 | 0,633 | 0,724 | 0,837 | 1,031 | 1,611 |
| Sénégal | 2,5 | 2,1 | 0,609 | 0,727 | 0,864 | 1,106 | 1,859 |
| Total | - | - | 2,114 | 2,456 | 2,870 | 3,591 | 5,741 |

Le volume de transport à escompter résultant directement ou indirectement du développement de l'agriculture, est basé sur l'hypothèse que les surfaces cultivables irriguées augmenteront de 5 000 ha/an.

Les gisements miniers connus sont indiqués sur l'annexe. Pour le transport sur la voie d'eau il faudrait considérer:

- le phosphate de Kaédi 0,8 M. t/an,
- la bauxite du Mali avec manutention à Kayes 1,2 M. t/an,
- le minerai de fer ou les pellets du Mali avec manutention à Kayes
 - . minerai 10,0 M. t/an,
 - . ou pellets 5,0 M. t/an.

Etant donné cependant qu'actuellement des informations suffisamment exactes en ce qui concerne les gisements exploitables et le moment de leur exploitation, ne sont pas disponibles, le transport de produits miniers sur la voie d'eau n'a été étudié que comme une alternative.

Pour la répartition du volume de marchandises à transporter par voies routière, ferroviaire et fluviale, les frais de transport des différents moyens de transport ainsi que les coûts pour la manutention, l'entreposage - surtout pour un trafic rompu par manutention - et la capacité du chemin de fer ont été considérés. La répartition du trafic entre la route et la voie d'eau est déterminée - quand il s'agit d'un chargement homogène - en premier lieu par la distance du transport. Il ressort clairement du graphique ci-après (figure 1) que dans le présent cas, déjà pour une distance d'environ 150 km le transport par voie d'eau est plus économique que le transport routier. Par conséquent on a considéré par la suite pour la voie d'eau:

- 20 % du volume de marchandises pour un trajet de transport d'environ 65 à 200 km
- 90 % du volume de marchandises pour un trajet de transport d'environ 200 à 350 km
- 100 % du volume de marchandises pour une distance supérieure à 350 km.

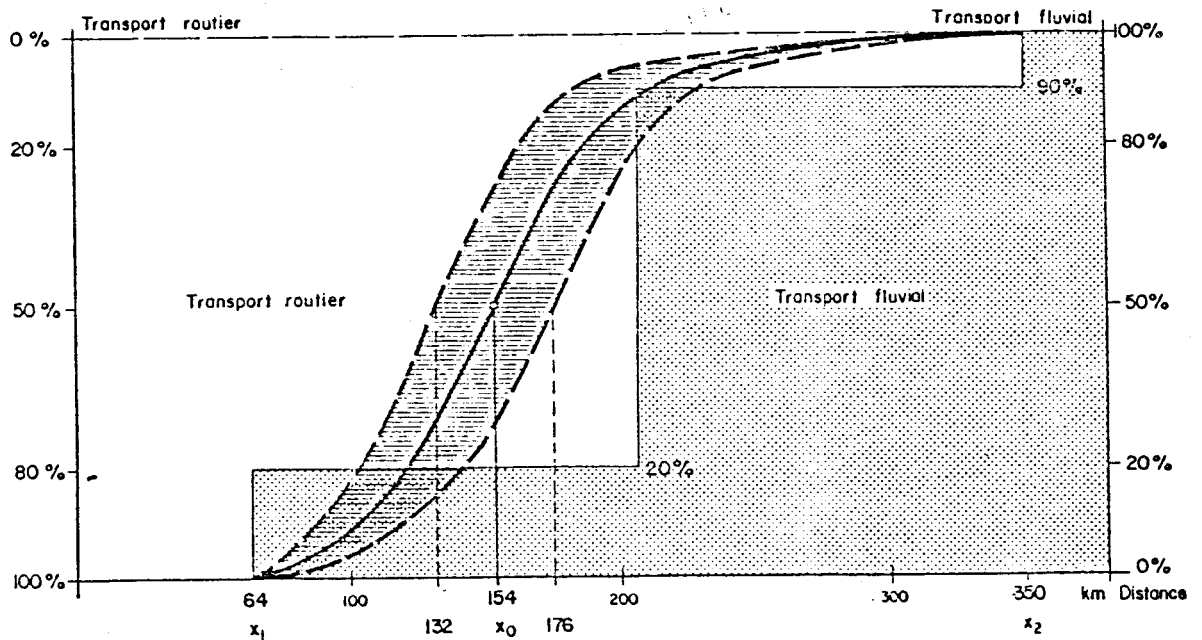


Figure 1: Répartition modale route/fleuve

Au tableau 2, les volumes et capacités de transport ainsi déterminés pour le transport par voie d'eau sont indiqués sous le cas 1.

Les cas de transport 1 à 3 sont caractérisés de la manière suivante:

- Cas 1: Transports de marchandises solides et liquides, sans produits miniers,
- Cas 2: Conforme au cas 1 et en plus le transport du phosphate de Kaédi (1985 à 1999) et de la bauxite du Mali,

- Cas 3: Conforme au cas 2, plus le transport du minerai de fer du Mali avec les deux variantes

- . 3 a): transport de pellets
- . 3 b): transport de minerai

Tableau 2: Volumes et capacités de transport du trafic par voie d'eau

| Année | 1983 | | 1990 | | 2000 | | 2025 | |
|-------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | 10 ³ t | 10 ⁶ tkm | 10 ³ t | 10 ⁶ tkm | 10 ³ t | 10 ⁶ tkm | 10 ³ t | 10 ⁶ tkm |
| 1 | 460 | 331 | 835 | 641 | 2054 | 1630 | 7076 | 5804 |
| 2 | 460 | 331 | 2835 | 2176 | 3252 | 2740 | 8276 | 6914 |
| 3 a | 460 | 331 | 7835 | 6801 | 8252 | 7365 | 13276 | 11539 |
| 3 b | 460 | 331 | 12835 | 11426 | 13254 | 11990 | 18276 | 16164 |

4. Données de base du projet

4.1 Travaux topographiques et bathymétriques

Pour l'élaboration de l'étude et du projet, des levés topographiques et bathymétriques ont été effectués pour le fleuve Sénégal entre la confluence du Doué (PK 244) et Kayes (PK 948) et pour le Doué d'une longueur d'environ 230 km. Ces travaux ont compris la photogrammétrie des tronçons indiqués, des photos détaillées des seuils et les levés bathymétriques du fond du fleuve qui de leur côté ont formé les bases pour l'élaboration des plans d'ensemble et de détails ainsi que des profils transversaux et longitudinaux du lit du fleuve.

4.2 Hydrologie

Le fleuve Sénégal, un fleuve typiquement tropical, est caractérisé par une montée rapide de la crue en deux à trois mois et une descente plus lente s'étendant sur sept à huit mois.

La pente de la ligne d'eau est relativement faible et s'élève au cours de l'étiage en moyenne seulement à 2,1 cm/km. Au début de la crue, des valeurs maximales de 7,0 cm/km sont atteintes. Les vitesses d'écoulement moyennes sont d'environ 0,5 m/s et pendant la crue, elles atteignent 1,0 à 1,4 m/s.

Un transport de matières solides a lieu essentiellement dans le cours moyen du fleuve. Les matériaux éboulés des berges sont entraînés par le fleuve. Tandis que les éléments fins en suspension sont transportés jusqu'au delta, les matériaux sableux se déplacent à l'intérieur des courbes situées en aval formant ainsi des bancs de sable. Après l'achèvement du barrage de Diama, les vitesses d'écoulement diminueront dans sa zone d'influence; surtout dans le secteur supérieur du bassin de la retenue, des alluvionnements plus forts sont alors à escompter.

4.3 Nature de sol

Les études du sol réalisées dans le secteur des seuils et des berges devaient permettre de déterminer la nature de sol existant et le niveau de l'horizon rocheux. Tandis que le sol des berges est composé essentiellement de silts et d'argiles avec peu de sable fin à sable à grains moyens, les alluvions dans le lit du fleuve se composent de sable à grains moyens arrondis, très uniformes.

Entre Podor et Ambidédi seules des roches isolées (calcaire dolomitique, grès et grès schisteux) ont été rencontrées mais qui se trouvent le plus souvent en dehors du futur chenal navigable. Entre Ambidédi et Kayes, des barrières rocheuses d'un conglomérat argilo-calcaire traversent le lit du fleuve.

4.4 Unités de transport

Vu les caractéristiques du fleuve et le trafic à escompter, un système de transport adaptable et extensible a été choisi pour la mise en service sur le fleuve Sénégal. En vue de l'entretien, on a attaché une grande importance à un nombre réduit de types de bateau. Par conséquent des barges des dimensions indiquées ci-après doivent être utilisées:

- Longueur hors tout: 55,0 m
- Largeur aux couples: 11,4 m
- Tirant d'eau: 2,0 m

Ces barges peuvent circuler sans moteur en convoi ou, équipées de deux hélices-gouvernails de 295 kW chacune, naviguer comme barges automotrices (M1). Ces dernières peuvent également être utilisées comme bateaux de propulsion pour des convois M2 et M3 à une rangée.

La mise en service de convois à deux rangées (S4 et S6) exige des pousseurs spéciaux et une plus grande largeur du chenal navigable et n'est par conséquent actuellement pas encore rentable.

La figure 2 ci-après montre les différents types de convoi.

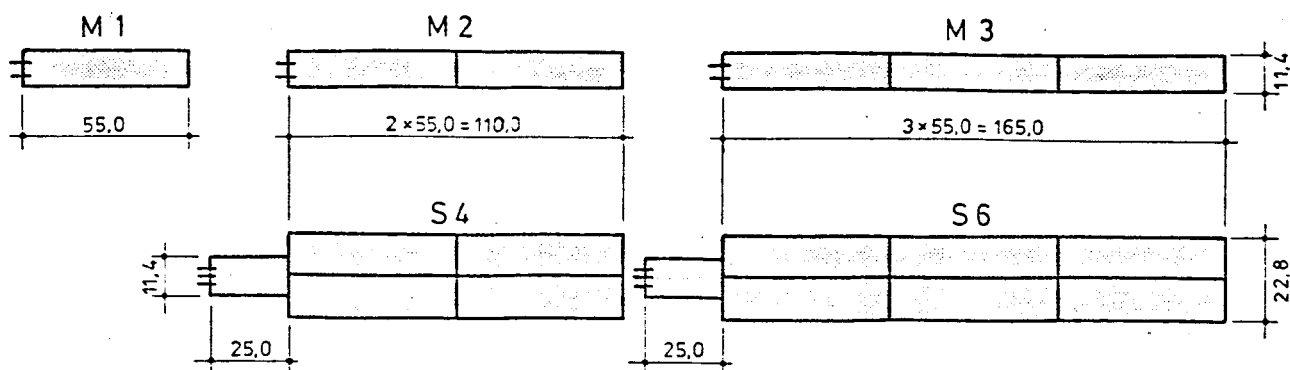


Fig. 2. Types de convoi

La capacité des convois M1, M2 et M3 en fonction de leur tirant d'eau ressort du tableau 3.

Tableau 3 : Capacité des barges et convois poussés

| Type | Capacité en t pour un tirant d'eau de | | |
|------|---------------------------------------|-------|-------|
| | 1,0 m | 1,5 m | 2,0 m |
| M 1 | 230 | 520 | 820 |
| M 2 | 530 | 1 110 | 1 710 |
| M 3 | 830 | 1 700 | 2 600 |

4.5

Dimensions du chenal navigable

La profondeur d'eau de référence du chenal navigable doit être au moins de 40 cm supérieure au tirant d'eau des bateaux pour des raisons de sécurité et d'économie. Les tolérances inévitables résultant de la bathymétrie, du calcul hydraulique et des modifications du fond du fleuve

sont prises en considération par les suppléments suivants à la profondeur de référence

- 30 cm pour des tronçons du fleuve à fond sableux et
- 45 cm pour des tronçons du fleuve à fond rocheux.

La largeur normale du chenal navigable est de 55 m. Cette largeur permet à deux convois M 3 de se croiser dans les parties droites et dans les courbes d'un rayon d'au moins 1 000 m. Dans les courbes plus étroites, il faudra prévoir les élargissements correspondants.

4.6. Débits de référence

La profondeur à aménager du chenal navigable a été rapportée aux débits de référence indiqués ci-après:

- (1) au débit mensuel le plus faible du cas 7 de l'étude de Manantali qui indique l'état définitif de la régularisation et
- (2) au débit mensuel le plus faible du cas PT 1 de l'étude de Manantali, qui est déterminant pour la phase transitoire et pour lequel chaque année une crue artificielle pour l'agriculture encore traditionnelle est assurée.

La répartition de ces débits de référence le long du fleuve ressort du tableau 4.

Tableau 4: Débits de référence

| Emplacement | PK | Débits de référence en m ³ /s | |
|---------------------|-----|---|--------------|
| | | Cas 7 Avril | PT 1 Juin |
| Kayes | 948 | 302 | 208 |
| Bakel | 816 | 299 | 227 |
| Matam | 637 | 259 | 203 |
| Kaédi | 542 | 238 | 192 |
| Saldé ¹⁾ | 481 | 116 | 105 |
| Boghé ¹⁾ | 382 | 100 | 97 |
| Podor ¹⁾ | 266 | 88 | 89 |
| Dagana | 169 | 139 | 135 |
| St-Louis | 0 | 116 | 119 |

5. Description du projet

5.1 Généralités

Vu les données locales, un chenal navigable pendant toute l'année ne peut être réalisé économiquement que par une régularisation du fleuve.

A cet effet la profondeur d'eau requise doit être aménagée par des dragages et des travaux de dérochement. Des ouvrages de correction sont d'abord prévus seulement aux endroits où des dragages d'entretien particulièrement importants sont à escompter.

1) Réduction des débits par dédoublement du fleuve formant le bras du Doué et le bras du Sénégal.

Avec la méthode choisie pour l'aménagement, le fleuve gardera ses caractéristiques naturelles et son cours sera soumis à des modifications. L'importance de ces modifications dépend de la crue et de la manière et de l'étendue de l'approfondissement du lit du fleuve.

Pour réduire autant que possible les coûts d'investissement, il est prévu d'exécuter à sec les travaux de dérochement en amont d'Ambidédi avec des engins de terrassement. Ceci signifie que l'aménagement de ce tronçon doit être terminé avant la mise en exploitation du barrage de Manantali.

Les dragages et ouvrages de correction en aval d'Ambidédi doivent par contre être réalisés par du matériel flottant. Pour pouvoir utiliser ce matériel presque pendant toute l'année et profiter des avantages qu'offre un transport moins coûteux par voie d'eau, ces travaux pourront seulement commencer quand les débits seront régularisés par le barrage de Manantali.

5.2 Projet de l'aménagement du chenal navigable

Etant donné que les coûts d'investissement pour l'aménagement d'une voie d'eau augmentent en fonction de la profondeur plus importante à aménager, tandis que les charges d'exploitation des bateaux diminuent par la meilleure utilisation de la capacité des cales, il a été nécessaire d'étudier plusieurs variantes de l'aménagement de la profondeur et les coûts d'investissements et charges d'exploitation en résultant et d'effectuer un calcul du niveau de rentabilité optimale.

Ces études ont montré que la profondeur d'eau de référence optimale est de 1,90 m. C'est pourquoi l'OMVS a décidé de baser l'élaboration du projet définitif sur cette profondeur de référence et d'introduire le débit de la phase transitoire comme débit de référence étant donné qu'actuellement il n'est pas encore prévisible à quel moment la phase définitive de la régularisation (cas 7) relèvera la phase transitoire.

L'ampleur des travaux à exécuter pour cet projet (sans tolérances de dragage) est indiquée au tableau 5.

Tableau 5: Travaux pour l'aménagement de la profondeur à 1,90 m pour la phase transitoire

| Tronçon | Dragages en m ³ | Travaux de dérochement en m ³ | Ouvrages de correction en m ³ |
|---------------------|----------------------------|--|--|
| St-Louis - Ambidédi | 2 640 000 | 92 000 | 615 000 |
| Ambidédi - Kayes | 59 000 | 1 100 000 | - |

Au cas où l'aménagement à 1,90 m sera rapporté au débit de référence du cas 7 (phase définitive de la régularisation des débits), les travaux indiqués au tableau 6 sont à escompter.

Tableau 6: Travaux pour l'aménagement de la profondeur à 1,90 m pour le cas 7

| Tronçon | Dragages en m ³ | Travaux de dérochement en m ³ | Ouvrages de correction en m ³ |
|---------------------|----------------------------|--|--|
| St-Louis - Ambidédi | 1 167 000 | 83 000 | 615 000 |
| Ambidédi - Kayes | 58 000 | 542 000 | - |

5.3 Signalisation du chenal navigable

La signalisation prévue du chenal navigable correspond au "Système de signalisation international pour les voies navigables intérieures européennes". Ce système peut être utilisé pour la navigation diurne aussi bien que nocturne. Les signaux prévus sont les suivants:

- des bouées ancrées aux bords du chenal navigable,
- des balises et couples de balises installés sur les rives et
- des bornes kilométriques.

Pour la signalisation de la voie navigable, d'abord 700 bouées et 400 balises sont requises.

6. Direction de la Voie Navigable

6.1 Généralités

L'administration et l'entretien convenables de la voie d'eau est un des préalables les plus importants pour un transport économique sur le fleuve. Pour cette raison la mise en place d'une Direction de la Voie Navigable capable et bien organisée est d'une importance particulière. Cette Direction doit remplir les différentes tâches indiquées ci-après:

- l'entretien et l'aménagement ultérieur de la voie navigable,
- la réalisation des opérations favorisant la sécurité de la navigation,
- le contrôle de la navigation
et
- la sauvegarde des intérêts de l'OMVS.

6.2 Organisation de la Direction

Pour pouvoir remplir ses tâches, la Direction de la Voie Navigable est subdivisée en un "Service Intérieur" et un "Service Extérieur". Le directeur est le supérieur hiérarchique des deux services.

Le Service Intérieur dont l'emplacement doit être Kaédi, est composé des divisions "Technique" et "Navigation et Administration". Le Service Intérieur dispose d'un atelier central et du matériel lourd pour l'entretien ainsi que d'un centre de formation.

Au cours de la première phase, le Service Extérieur est subdivisé en trois Arrondissements (St-Louis ou Rosso, Kaédi et Kayes) et dans la deuxième en cinq Arrondissements au total (en plus à Boghé et Bakel).

Les tâches des Arrondissements à accomplir sur les tronçons respectifs du fleuve comprennent:

- le contrôle et l'entretien de la voie navigable et de sa signalisation,
- l'exécution de travaux hydrologiques,
- l'inspection et l'information de la navigation et
- le contrôle des installations de tiers.

6.3 Personnel

L'effectif du personnel de la Direction de la Voie Navigable requis pour la phase initiale ressort du tableau 7.

Tableau 7: Personnel de la Direction de la Voie Navigable

| Désignation | Cadre | Spécialiste | Auxiliaire | Total |
|---|-------|-------------|------------|-------|
| Direction générale | 3 | 2 | 1 | 6 |
| Division technique | 6 | 53 | 41 | 100 |
| Division Navigation et Administration | 3 | 11 | 5 | 19 |
| Arrondissements et écluse | 3 | 33 | 29 | 65 |
| Total du personnel de la phase initiale | 15 | 99 | 76 | 190 |

Le personnel administratif requis peut être recruté pour la plupart dans les Etats de l'OMVS. En raison de l'absence d'autres possibilités de formation appropriées, les cadres techniques doivent être préparés à leurs tâches dans une administration de voie navigable européenne. Les spécialistes doivent par contre être formés essentiellement au cours de la réalisation du projet dans les Etats de l'OMVS et éventuellement dans les Etats voisins. En plus il est prévu que quelques spécialistes seront formés sur les chantiers navals chargés de la construction de l'équipement lourd pour la Direction.

Des experts étrangers devraient être engagés au cours des premières années après la fondation de la Direction comme conseillers, comme responsables de l'entretien du matériel et comme enseignants.

6.4 Equipement de la Direction de la Voie Navigable

Pour la Direction de la Voie Navigable il faut construire le long du fleuve:

- le bâtiment administratif et l'atelier central de réparation à Kaédi,
- des bâtiments administratifs, logements etc. dans les Arrondissements et
- plusieurs dépôts intermédiaires pour les bouées et balises.

En plus le matériel et les installations importants indiqués ci-après sont nécessaires:

- pour la Direction: une flotte de dragage comprenant entre autres une drague suceuse à désagrégateur, un refouleur-suceur, des unités de transport et de ravitaillement et des engins de terrassement,
- pour chaque Arrondissement: un baliseur et un bateau de contrôle.

Il faut prévoir les installations de télécommunication suivantes pour la Direction de la Voie Navigable:

- Le raccordement de toutes les stations fixes aux réseaux téléphoniques publics des trois pays
- Un réseau radio-téléphonique auquel toutes les stations fixes et mobiles sont raccordées et, le cas échéant
- Un réseau téléphonique interne de la Direction.

6.5 Budget de la Direction

La Direction sert les intérêts publics. Ainsi son activité ne cherchera pas à réaliser des bénéfices. Les dépenses à escompter doivent par conséquent être couvertes avant tout par:

- les recettes provenant des prestations directes de service pour des tiers,
- les recettes provenant des taxes de navigation et
- les subventions des Etats-membres.

7. Compagnie Inter-Etats de Navigation

7.1 Tâches

Pour la réalisation de la navigation fluviale, une Compagnie Inter-Etats de Navigation doit être fondée dont les tâches seront:

- l'acquisition d'une flotte appropriée au transport fluvial et
- l'organisation et la réalisation d'un trafic fluvial efficient et rentable.

7.2 Forme juridique et organisation de la Compagnie

La forme juridique la plus appropriée de cette société est une "Société Mixte" avec des associés publics et privés permettant une gestion rentable tout en tenant compte des intérêts de la politique de développement.

Rosso est prévu comme siège de la direction centrale de la Compagnie. Des succursales doivent être installées dans les ports fluviaux et des agences dans les capitales des Etats-membres.

La structure prévue à trois échelons de l'administration comprend

- le conseil d'administration et la direction générale
- les directions
- les services.

7.3 Personnel

Au cours de la phase initiale, le nombre de collaborateurs de l'administration centrale doit être réduit si possible au minimum pour des raisons financières. Le besoin en personnel, sans le personnel navigant, ressort du tableau 8.

Tableau 8: Personnel de la Compagnie de Navigation

| Service | Cadres | Spécialistes | Auxiliaires | Total |
|-------------|--------|--------------|-------------|-------|
| Direction | 3 | 20 | 4 | 27 |
| Agences | 3 | 3 | - | 6 |
| Succursales | 6 | 26 | 6 | 38 |
| Atelier | - | 6 | 2 | 8 |
| Total | 12 | 55 | 12 | 79 |

En ce qui concerne la formation du personnel administratif, les indications figurant à l'article 6.3 sont valables par analogie.

L'équipage d'une barge automotrice comprend 6 hommes pour un service de 12 heures et 9 hommes pour un de 24 heures. La formation du personnel navigant s'étend sur plusieurs années et doit par conséquent débiter le plus tôt possible. Des compagnies de navigation au Mali, éventuellement au Nigeria peuvent être envisagées comme lieux de formation et pour quelques cadres également de telles compagnies en Europe.

7.4 Flotte de transport

Sur la base de la prévision du trafic et en considérant la capacité de chargement des bateaux déterminée essentiellement par le tirant d'eau admissible, les unités indiquées au tableau 9 sont requises pour les différents horizons considérés.

Tableau 9: Besoin en unités de transport

| Année | Nombre d'unités pour le transport de | | | | | | | | | Heures de service par jour |
|-------|--------------------------------------|----|----|----------------|----|----|-----------|---------|------------------------------|----------------------------|
| | March. diverses | | | Hydro-carbures | | | Phosphate | Bauxite | Minerai ¹⁾ de fer | |
| | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M3 | M3 | M3 | |
| 1985 | 15 | 8 | 2 | 8 | 2 | 0 | 7 | - | - | 12 h |
| 1990 | 8 | 16 | 6 | 3 | 6 | 1 | 7 | 16 | 65/130 | Transition de 12 h à 24 h |
| 1995 | 8 | 16 | 7 | 3 | 6 | 1 | 7 | 16 | 65/130 | |
| 2000 | 8 | 20 | 10 | 3 | 6 | 2 | - | 16 | 65/130 | 24 h |

¹⁾ 5,0 millions de t de pellets / 10,0 millions de t de minerai de fer

Pour la détermination de la flotte susmentionnée, des tirants d'eau de 2,0 m au cours des 4 mois de la crue et de 1,5 m pendant le reste de l'année sont pris en considération.

Etant donné que les transports sur la voie d'eau ne se développeront que progressivement, d'abord seulement

- 6 barges automotrices (marchandises diverses)
- 3 barges poussées (marchandises diverses) et
- 3 barges-citernes automotrices

devront être acquises pour éviter au début une surcapacité de la flotte.

7.5 Autre équipement de la Compagnie

Pour l'entretien des bateaux et pour de petites réparations, un atelier de réparation est à construire à Kaédi et il faut acquérir une vedette-atelier.

En plus il faut bâtir un bâtiment administratif central à Rosso et des bâtiments administratifs plus petits dans les agences, équiper les bâtiments et les raccorder aux réseaux téléphoniques publics des Etats-membres. En outre le réseau radiotéléphonique de la Direction de la Voie Navigable devrait pouvoir également être utilisé par la Compagnie de Navigation.

8. Coûts du projet

8.1 Investissements

Pour l'aménagement de la profondeur d'eau du chenal navigable de 1,90 m rapportée aux débits de référence de la phase transitoire et pour l'installation et l'équipement de la Direction de la Voie Navigable et de la Compagnie de Navigation, les coûts d'investissement suivants aux prix de fin 1979 sont à escompter.

8.1.1 Travaux de construction

| | |
|---|-------------------------|
| - Travaux de dérochement en amont d'Ambidédi | 10 617 M. FCFA |
| - Dragages en aval d'Ambidédi | 9 888 M. FCFA |
| - Ouvrages de correction | <u>7 706 M. FCFA</u> |
| - Somme intermédiaire | 28 211 M. FCFA |
| - Surveillance des travaux et imprévu | <u>3 289 M. FCFA</u> |
| Total des coûts de construction | 31 500 M. FCFA ===== |

Au cours des deux premières années, il faut prévoir en plus pour les dragages d'entretien selon la participation de la Direction de la Voie Navigable

- 620 M. FCFA, si l'entrepreneur met seulement des spécialistes à disposition
- 2 150 M. FCFA, si l'entrepreneur met également tout le matériel à disposition.

8.1.2 Signalisation de la voie navigable

| | |
|--|-----------------------------|
| - Fourniture | 213 M. FCFA |
| - Mise en place par la Direction de la Voie Navigable | <u>37 M. FCFA</u> |
| Total des coûts | <u>250 M. FCFA</u> ===== |

8.1.3 Direction de la Voie Navigable

| | |
|---|-------------------------------|
| - Flotte de dragage et équipement lourd | 3 623 M. FCFA |
| - Bâtiments et équipement | 800 M. FCFA |
| - Autres équipements | <u>367 M. FCFA</u> |
| - Somme intermédiaire | 4 790 M. FCFA |
| - Prestations d'ingénieur | <u>360 M. FCFA</u> |
| Total des coûts | <u>5 150 M. FCFA</u> ===== |

8.1.4 Compagnie Inter-Etats de Navigation

| | |
|---|-------------------------------|
| - Bateaux à marchandises diverses et bateaux-citernes pour le premier horizon de la planification | 3 100 M. FCFA ¹⁾ |
| - Bâtiments et équipement | 457 M. FCFA |
| - Autres équipements | <u>313 M. FCFA</u> |
| - Somme intermédiaire | 3 870 M. FCFA |
| - Prestations d'ingénieur | <u>330 M. FCFA</u> |
| Total des coûts | <u>4 200 M. FCFA</u> ===== |

Pour l'acquisition d'une flotte pour le transport de phosphates, il faut compter avec des investissements supplémentaires de l'ordre d'environ 4 600 millions de FCFA.

¹⁾ pour 12 unités

8.1.5 Total des investissements

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| - Aménagement du chenal navigable | 31 500 M. FCFA |
| - Signalisation de la voie navigable | 250 M. FCFA |
| - Direction de la Voie Navigable | 5 150 M. FCFA |
| - Compagnie Inter-Etats de Navigation | <u>4 200 M. FCFA</u> |
| Total des coûts | <u>41 100 M. FCFA</u> ===== |

Si la voie navigable doit être aménagée à 1,90 m de profondeur d'eau rapportée aux débits de la phase définitive de la régularisation, il faut compter avec des économies d'environ 8 300 millions de FCFA.

8.2 Frais d'entretien et d'exploitation

Les frais d'entretien et d'exploitation de la Direction de la Voie Navigable et les frais administratifs de la Compagnie de Navigation ne sont influencés par le volume de marchandises transportées que de façon peu importante.

Après la mise en exploitation de la voie d'eau il faut s'attendre, sans tenir compte du service du capital, aux coûts annuels suivants (Niveau de prix 1979):

- pour la Direction de la Voie Navigable env. 700 M. FCFA
- pour l'administration de la Compagnie de Navigation env. 145 M. FCFA.

Pour le service du capital il faut dépenser chaque année en considération d'un taux d'intérêt de 8 %:

- pour la Direction de la Voie Navigable env. 515 M. FCFA
- pour l'administration de la Compagnie de Navigation env. 85 M. FCFA.

Remarque: Pour un taux d'intérêt de 3,5 % il faut dépenser chaque année pour le service du capital:
- Dir. de la Voie Navigable env. 350 M. FCFA
- Compagnie de Navigation env. 55 M. FCFA.

En plus il faut encore considérer pour la Compagnie de Navigation les frais d'exploitation des unités de transport qui dépendent des types de bateau et de convoi et des heures de service journalières. Pour une barge automotrice et un service de 12 heures, les frais d'exploitation annuels aux prix de 1979 s'élèvent à environ 80 millions de FCFA (cargo à marchandises diverses) et à 92 millions de FCFA (bateau-citerne).

8.3 Situation financière de la Direction de la Voie Navigable

En appliquant les frais de transport conformément au tableau 10 avec lesquels à long terme, c'est-à-dire jusqu'en 2025, une couverture du prix de revient sera réalisée, des recettes de l'ordre de 500 millions de FCFA sont à escompter au cours des premières années pour la Direction de la Voie Navigable pour le cas de transport 1. Des dépenses d'un montant de $700 + 515 = 1215$ millions de FCFA résultant des charges d'exploitation courantes et du service du capital pour les investissements de la Direction font face à ces recettes. La perte de 715 millions de FCFA par an diminuera à mesure que le trafic augmentera.

Des budgets équilibrés pour les premières années peuvent seulement être obtenus si les tarifs du transport fluvial sont augmentés et/ou que la voie navigable soit au moins partiellement subventionnée par les Etats-membres.

9. Coûts de transport

Les coûts de transport se composent

- des coûts d'investissement et frais d'exploitation pour les bateaux (prix de revient),

- des frais généraux de la Compagnie de Navigation,
- des coûts d'investissement pour l'aménagement du chenal navigable et pour la signalisation et
- des coûts d'investissement et frais d'exploitation de la Direction de la Voie Navigable.

Les prix de revient nets de la Compagnie Inter-Etats de Navigation sont basés entre autres sur les données de base indiquées ci-après:

- Niveau de prix du mois de décembre 1979
- Prix des carburants hors taxes
- Taux d'intérêt moyen pour le capital investi de 8 % et
- Durée de service par jour de 12 heures d'abord et ultérieurement de 24 heures.

Les coûts de transport indiqués au tableau 10 résultent des capacités et cas de transport figurant à l'article 3.

Tableau 10: Coûts de transport pour les transports fluviaux en FCFA/tkm

| Catégorie de marchandises | Type de coût | Cas 1 | Cas 2 | Cas 3 |
|---------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Marchandises diverses | Prix de revient | 4,535 | 4,535 | 4,535 |
| | Frais généraux | 0,542 | 0,364 | 0,339 |
| | Aménagement | 2,057 | 1,133 | 0,487 |
| | Direction | 1,250 | 0,690 | 0,300 |
| | Total | 8,384 | 6,722 | 5,661 |
| Hydrocarbures | Prix de revient | 5,336 | 5,336 | 5,336 |
| | Frais généraux | 0,253 | 0,216 | 0,190 |
| | Aménagement | 2,057 | 1,133 | 0,487 |
| | Direction | 1,250 | 0,690 | 0,300 |
| | Total | 8,896 | 7,375 | 6,313 |
| Phosphate | Prix de revient | - | 2,610 | 2,610 |
| | Frais généraux | - | 0,104 | 0,078 |
| | Aménagement | - | 1,133 | 0,487 |
| | Direction | - | 0,690 | 0,300 |
| | Total | - | 4,537 | 3,475 |
| Bauxite | Prix de revient | - | 2,340 | 2,340 |
| | Frais généraux | - | 0,093 | 0,067 |
| | Aménagement | - | 1,133 | 0,487 |
| | Direction | - | 0,690 | 0,300 |
| | Total | - | 4,256 | 3,194 |
| Minerais de fer | Prix de revient | - | - | 2,340 |
| | Frais généraux | - | - | 0,064 |
| | Aménagement | - | - | 0,487 |
| | Direction | - | - | 0,300 |
| | Total | - | - | 3,191 |

L'évaluation des coûts est basée sur l'hypothèse de travail que la somme des dépenses annuelles doit équilibrer celle des recettes jusqu'à la fin de la période analysée, c'est-à-dire jusqu'en 2025. Pour la détermination des tarifs de transport, les majorations pour risques et bénéfices doivent encore être prises en considération qui couvriront également les recettes inférieures au cours de la phase initiale, les fluctuations du volume de transport etc..

10. Evaluation économique du projet

10.1 Avant-propos

La rentabilité du projet est déterminée par la comparaison des coûts d'investissement pour le transport fluvial avec les bénéfices résultant de la différence entre les frais d'exploitation du transport fluvial et ceux d'un autre système de transport. Le critère d'évaluation est le taux de rentabilité interne.

Sur la base de la prévision des volumes de transport, le transport fluvial a été comparé avec:

- les transports routier et ferroviaire pour les marchandises diverses et les hydrocarbures,
- le transport routier pour le phosphate de Kaédi et
- le transport par train minéralier pour les produits miniers du Mali.

La comparaison des frais d'exploitation des différents systèmes de transport a montré que les marchandises diverses, les hydrocarbures et le phosphate peuvent être transportés de la façon la plus rentable sur le fleuve.

Les minerais de fer et la bauxite du Mali peuvent seulement être transportés de façon plus économique par chemin de fer si l'on présume l'existence d'une voie ferrée entre les gisements dans la région de la Falémé et l'Océan Atlantique. Autrement le transport sur la voie fluviale est plus avantageux.

10.2 Coûts et bénéfices

Pour l'analyse de la rentabilité, les coûts proportionnels pour le barrage de Manantali et les coûts d'investissement pour les ports fluviaux sont encore ajoutés aux coûts du projet conformément à l'article 8.1. Le total des investissements à la charge de la navigation s'élève à 177,7 milliards de FCFA pour le transport de marchandises diverses et d'hydrocarbures et à 4,0 milliards de FCFA pour le transport de phosphate (Niveau de prix 1977).

Les bénéfices directs du transport fluvial résultant des économies de coûts seront en 1985 de l'ordre de 3,9 milliards de FCFA pour les marchandises diverses et les hydrocarbures et en 2025 de 70,2 milliards de FCFA. D'autres économies de 8,0 milliards de FCFA par an peuvent être obtenues par le transport fluvial du phosphate.

En plus il faut considérer les bénéfices indirects du transport fluvial, à savoir:

- une augmentation de la valeur ajoutée,
- des économies de devises,
- la création d'emplois et le fait d'éviter ou de réduire l'émigration de la population,
- la promotion du développement économique de la région fluviale et
- le désenclavement du Mali.

10.3 Rentabilité du projet

Pour le taux d'intérêt interne, les valeurs indiquées ci-après résultent des coûts et bénéfices directs conformément à l'article 10.2:

- 13,6 % à 17,4 % dans le cas normal,
- 10,5 % à 15,0 % si les investissements sont augmentés de 20 % et les bénéfices réduits simultanément de 20 %.

Une augmentation importante supplémentaire de la rentabilité est obtenue si le chemin de fer pour minerais allant de la région de la Falémé à la côte n'est pas construit et que le minerai et la bauxite du Mali soient transportés sur le fleuve Sénégal.

Si la capacité du chemin de fer Dakar - Niger, étant actuellement d'environ 240 000 t/an, était doublée, il faudrait compter avec une réduction du taux d'intérêt interne d'environ 1,5 %.

11. Dossiers d'appel d'offres

Les dossiers d'appel d'offres ont été élaborés pour les travaux et prestations suivants:

- Travaux d'aménagement de la voie navigable

Ce dossier établi pour un aménagement correspondant à une profondeur de 1,90 m en phase transitoire de régularisation, comporte en variante un aménagement du chenal navigable pour la phase définitive de régularisation. Il se divise en 4 lots:

- . Lot 1: Travaux de dérochement et excavation du sol en amont du PK 905 (Ambidédi-Kayes)
- . Lot 2: Travaux de dragage en aval du PK 905

- . Lot 3: Dragages d'entretien (prestation éventuelle pour le cas où la Direction de la Voie Navigable ne serait pas encore en mesure de les exécuter elle-même)
- . Lot 4: Exécution des ouvrages de correction.

Les travaux de dérochement (lot 1), les travaux de dragage (lot 2 et éventuellement 3) et les ouvrages de correction (lot 4) pourront être adjugés séparément ou à une seule entreprise.

- Fourniture des signaux pour le chenal navigable (baliage) comprenant les bouées et voyants, les crapaux et chaînes d'ancrage pour les bouées ainsi que les balises.
- Fourniture de l'équipement lourd et des bateaux pour la Direction de la Voie Navigable comprenant essentiellement une drague-suceuse, un refouleur-suceur, des unités de transport et de ravitaillement ainsi que les baliseurs et les bateaux de contrôle à affecter à chaque arrondissement.
- Fourniture des bateaux de transport pour la Compagnie de Navigation comme indiqué au chapitre 7.

Les dossiers d'appel d'offres pour les travaux et fournitures ont été établis de la même façon que ceux pour la réalisation des barrages de l'OMVS et ils sont divisés en:

- Règlement Particulier d'Appel d'Offres
- Clauses Administratives basées sur les "Conditions Applicables aux Marchés de Travaux de Génie Civil" et les "Conditions de Contrat pour les Travaux Electriques et Mécaniques" de la Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils (FIDIC)

- Clauses Techniques Particulières
- Devis Descriptifs
- Devis Estimatifs avec Bordereaux des Prix.

12. Calendrier général de l'aménagement du fleuve pour la navigation

Travaux de construction

Le planning des travaux de construction (voir figure 3) est déterminé en premier lieu par le moment de la mise en service du barrage de Manantali. Tandis que pour des raisons financières les travaux de dérochement entre Ambidédi et Kayes devront être terminés jusqu'à cette date, pour les mêmes raisons les dragages et la construction des ouvrages de correction devront seulement commencer quand un débit suffisant sera disponible permettant l'utilisation du matériel lourd flottant pendant toute l'année.

Mise en place de la Direction de la Voie Navigable

Etant donné que la Direction de la Voie Navigable doit se charger de prestations de service déjà pendant l'exécution des travaux de construction, le personnel requis doit être choisi et recruté en temps utile (voir figure 4). En plus la construction des bâtiments et l'acquisition des équipements requis par la Direction doivent commencer au plus tard un an après le début des travaux d'aménagement du fleuve.

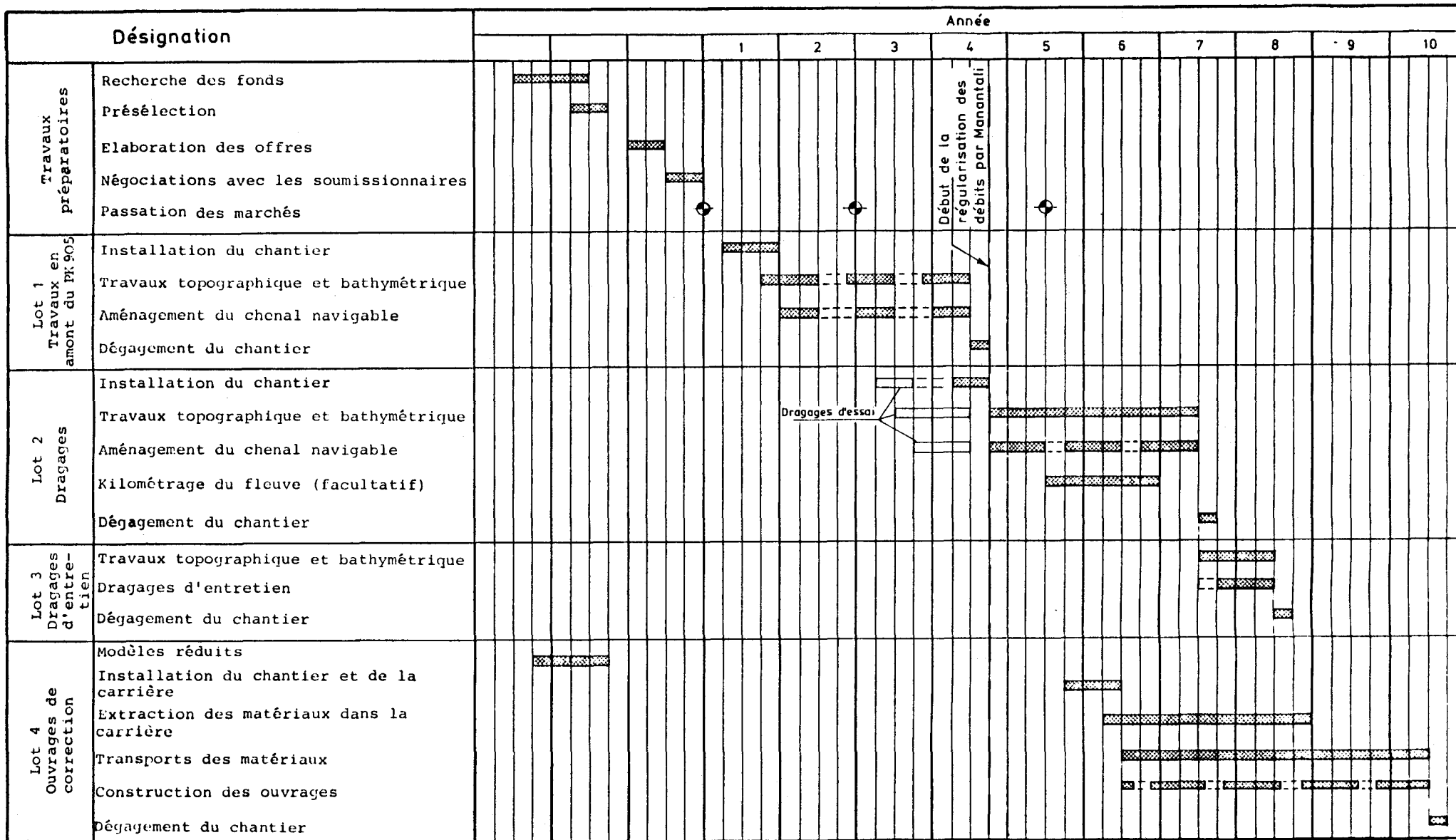


Fig. 3: Planning sommaire des travaux d'aménagement

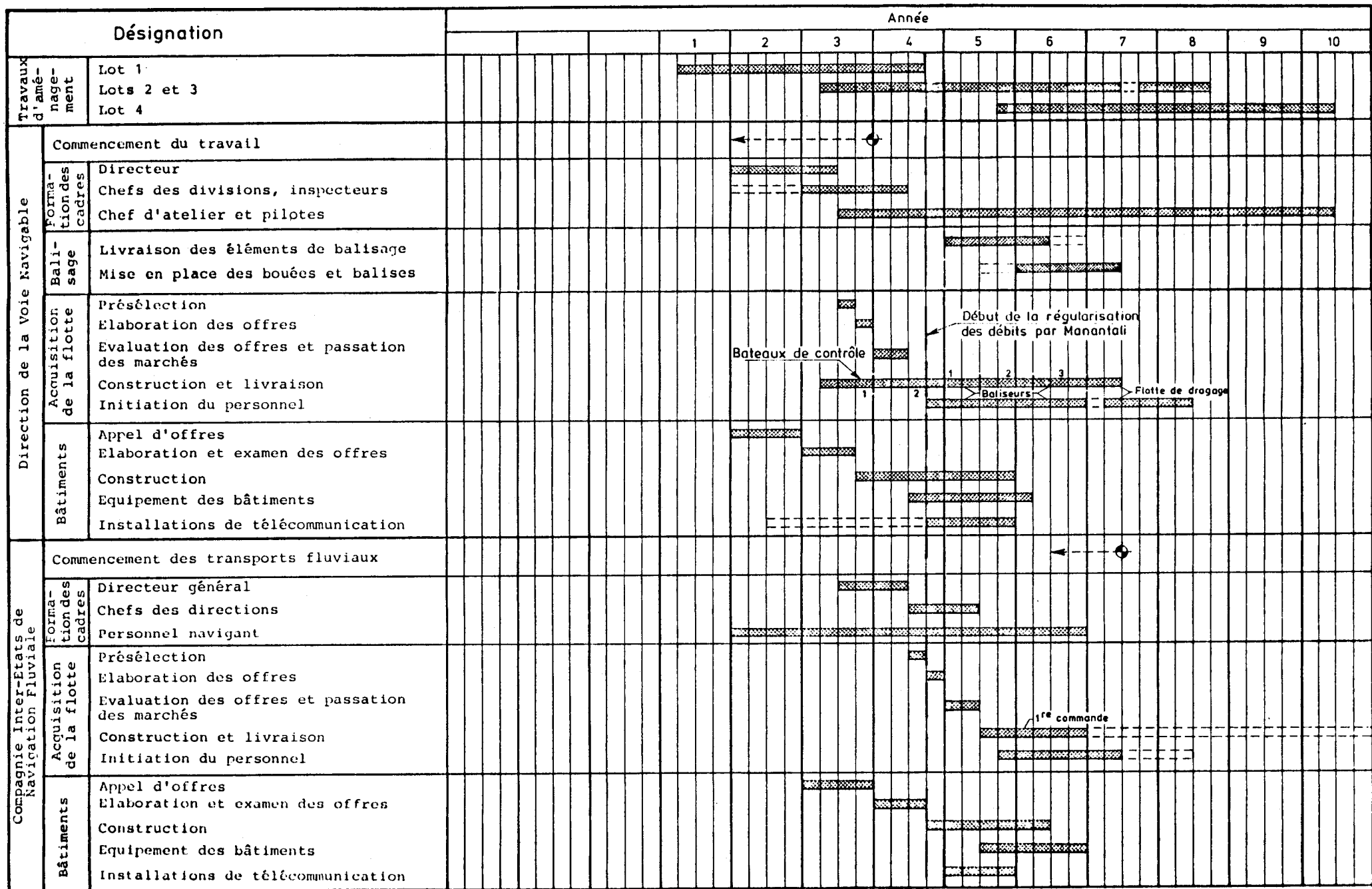


Fig. 4: Planning sommaire de la création de la Direction et de la Compagnie

Compagnie de Navigation

Pour la Compagnie de Navigation, la formation du personnel navigant est d'une grande importance et doit par conséquent débiter aussi tôt que possible.

D'autres détails ressortent de la figure 4.



Brême, novembre 1981