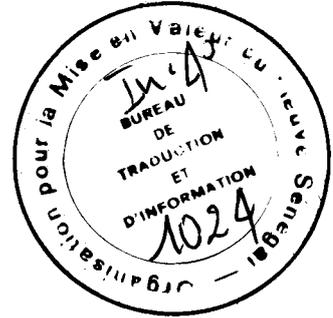


09898

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



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

Mission A. 2.1: Etudes complémentaires

Mission A. 2.2: Projet définitif  
Rapport

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>Généralités</u>	1 - 1
1.1 Objectif et ampleur des études	1 - 1
1.2 Etudes de la première phase	1 - 2
1.3 Objectif de la deuxième phase des études	1 - 4
2. <u>Projet du chenal navigable</u>	2 - 1
2.1 Données de base du projet	2 - 1
2.1.1 Dimensions et capacité des cales des unités de transport	2 - 1
2.1.2 Profondeur du chenal navigable	2 - 2
2.1.3 Largeur du chenal navigable	2 - 4
2.1.4 Débits	2 - 6
2.1.5 Calcul des hauteurs du niveau d'eau	2 - 7
2.2 Travaux d'aménagement	2 - 8
2.2.1 Avant-propos	2 - 8
2.2.2 Dragage	2 - 9
2.2.3 Dérochement	2 - 11
2.2.4 Ouvrages de correction	2 - 12
2.3 Ampleur des travaux	2 - 15
2.3.1 Avant-propos	2 - 15
2.3.2 Travaux de dragage en aval d'Ambidédi	2 - 16
2.3.3 Travaux de dérochement et excavation du sol en amont d'Ambidédi	2 - 17
2.3.4 Ouvrages de correction	2 - 18

	<u>Page</u>
3. <u>Balisage du chenal navigable</u>	3 - 1
3.1 Système du balisage	3 - 1
3.2 Matériaux des signaux de balisage	3 - 1
3.3 Mise en place des signaux	3 - 2
3.4 Appel d'offres pour le balisage	3 - 2
4. <u>Equipement de la Direction de la Voie Navigable et de la Compagnie de Navigation</u>	4 - 1
4.1 Direction de la Voie Navigable	4 - 1
4.2 Compagnie de Navigation	4 - 1
5. <u>Calendrier de l'aménagement pour la navigation</u>	5 - 1
5.1 Calendrier des travaux d'aménagement	5 - 1
5.1.1 Avant-propos	5 - 1
5.1.2 Travaux de dérochement entre Ambidédi et Kayes	5 - 1
5.1.3 Travaux de dragage	5 - 2
5.1.4 Ouvrages de correction	5 - 3
5.2 Calendrier des autres travaux	5 - 5
6. <u>Coûts d'investissement</u>	6 - 1
6.1 Avant-propos	6 - 1
6.2 Coûts d'investissement pour les travaux d'aménagement	6 - 2
6.2.1 Lot 1: Travaux de dérochement et exca- vation du sol en amont du PK 905	6 - 2
6.2.2 Lot 2: Dragages	6 - 3
6.2.3 Lot 3: Dragages d'entretien (presta- tion éventuelle)	6 - 3
6.2.4 Lot 4: Ouvrages de correction	6 - 4
6.2.5 Relevé des coûts d'aménagement	6 - 5

	<u>Page</u>
8. <u>Etudes complémentaires à la première phase</u>	8 - 1
8.1 Avant-projet pour la phase transitoire PT 1	8 - 1
8.2 Calculs supplémentaires du modèle mathématique	8 - 2
8.2.1 Nombre de profils	8 - 2
8.2.2 Nombre de cas de calcul	8 - 2
8.3 Modèles réduits supplémentaires	8 - 3
8.3.1 Généralités	8 - 3
8.3.2 Modèle de l'embouchure de la Falémé	8 - 3
8.3.3 Modèle du seuil de Khabou	8 - 5
8.3.4 Programme des études sur modèles réduits	8 - 5
8.4 Travaux d'aménagement par la Direction de la Voie Navigable	8 - 6
8.5 Mise en service des bateaux exclusivement fluviaux	8 - 6
8.6 Etude des lieux d'emprunt des matériaux	8 - 8
8.7 Discussion des avant-projets avec des experts européens	8 - 9
8.8 Dossiers d'appel d'offres pour les bateaux et l'équipement lourd	8 - 10
9. <u>Consignes de surveillance et d'entretien de la Voie Navigable</u>	
9.1 Généralités	9 - 1
9.2 Surveillance de la voie navigable	9 - 2
9.2.1 Surveillance hydrologique	9 - 2
9.2.2 Contrôle des points fixes et des échelles	9 - 3
9.2.3 Contrôle du chenal navigable	9 - 4
9.2.4 Contrôle des ouvrages de correction	9 - 6
9.2.5 Repérage des obstacles dans le lit	9 - 6
9.2.6 Contrôle du balisage	9 - 6
9.2.7 Contrôle des installations de tiers	9 - 7

	<u>Page</u>
9.3 Travaux d'entretien de la voie navigable	9 - 7
9.3.1 Dragages	9 - 7
9.3.2 Entretien des ouvrages de correction	9 - 8
9.3.3 Entretien du balisage	9 - 9

Annexe I: Secteurs d'élargissement du fond  
du chenal navigable

Annexe II: Travaux de dragage en aval du PK 905

Annexe III: Travaux de dérochement et excavation  
du sol en amont d'Ambidédi

Annexe IV: Ouvrages de correction

Annexe V: Implantation du balisage

Annexe VI: Relevé des plans

## 1. Généralités

### 1.1 Objectif et ampleur des études

La région traversée par le fleuve Sénégal (voir plan T 6161-22-1.1) est située en bordure de la zone du Sahel. La progression vers le sud de cette région sèche porte atteinte aux conditions de vie de la population dans le bassin du fleuve Sénégal et au développement de l'économie. Pour pouvoir y remédier d'une manière efficace, les états riverains, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal ont décidé une action commune et ont fondé à cette fin l'"Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal" (OMVS). Les objectifs les plus importants de cette organisation pour les décennies à venir sont les suivants:

- Garantir et accroître les revenus des habitants du bassin du fleuve et des zones avoisinantes, c'est-à-dire les revenus d'environ 1/4 de la population des trois Etats-membres.
- Assurer l'équilibre de l'écosystème dans le bassin et établir autant que possible cet équilibre dans la région sahélienne.
- Rendre les économies des trois Etats-membres moins vulnérables aux conditions climatiques et aux facteurs extérieurs.
- Accélérer le développement économique des Etats-membres par la promotion intensive de la coopération régionale.

Ces objectifs peuvent seulement être atteints si surtout l'infrastructure de la région est améliorée. L'utilisation économique de l'eau disponible dans le bassin du

fleuve Sénégal est à cette fin un préalable important. A cet effet dans le cadre du programme de l'OMVS fixé à moyen terme

- les débits du fleuve Sénégal doivent être régularisés par la construction du barrage de Manantali, l'énergie disponible doit être utilisée et les conditions doivent être créées qui permettront une agriculture irriguée et la navigation pendant toute l'année,
- la remontée de l'eau salée dans le cours inférieur pour les faibles débits du fleuve doit être empêchée et un réservoir d'eau douce pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable doit être réalisé par la construction du barrage de Diama,
- les conditions de transport dans le bassin du fleuve Sénégal doivent être améliorées par l'aménagement du fleuve pour la navigation entre St-Louis et Kayes.

L'OMVS a chargé le Groupement d'Ingénieurs-Conseils Lackner - Dorsch - Electrowatt d'élaborer les "études d'exécution du projet d'aménagement du fleuve Sénégal pour la navigation" entre St-Louis et Kayes.

## 1.2

### Etudes de la première phase

Dans le cadre de la première phase des études, les données de base techniques, économiques, administratives et organisatrices qui sont requises pour la réalisation et l'entretien de la voie d'eau et le transport fluvial ont été élaborées. Différentes variantes de l'aménagement ont été étudiées en plus du point de vue technique et financier.

Les prestations suivantes ont été fournies en détail:

- Etudes du volume de transport à escompter à l'avenir dans la zone d'influence du fleuve Sénégal en considération des projets de développement (Mission A.1.8),
- Détermination des moyens de transport appropriés en considération du volume de transport à escompter et des conditions locales (Mission A.1.9),
- Etude des prix unitaires (Mission A.1.7.),
- Elaboration des bases techniques pour l'établissement du projet d'un chenal navigable par des travaux topographiques, bathymétriques, de reconnaissance du sol et des études hydrologiques en utilisant également les données déjà existantes (Missions A.1.1, B.1 et B.2),
- Définition des travaux d'aménagement requis pour différents débits de régularisation et pour différentes profondeurs du chenal navigable (Missions A.1.5 et B.3),
- Etudes relatives au système et au matériel de balisage appropriés du chenal navigable (Mission A.1.12),
- Création et organisation d'une direction chargée de l'entretien et de l'aménagement ultérieur de la voie d'eau, ainsi que de la réglementation de la circulation des bateaux (Mission A.1.14),
- Création et organisation d'une compagnie chargée du transport sur le fleuve (Mission A.1.11),
- Evaluation économique du projet (Mission A.1.15),
- Rapport de synthèse des études de la première phase en français et anglais (Mission A.1.10).

## 1.3

Objectif de la deuxième phase des études

Les résultats de la première phase des études ont été discutés en détail avec l'OMVS et la Commission d'experts. Les résultats de cette discussion ont été considérés lors de l'élaboration des rapports définitifs des différentes Missions. Les études économiques et organisatrices sont terminées et ont été approuvées par l'OMVS.

L'étude des coûts de transport a montré qu'ils sont minimaux pour un enfoncement des bateaux de 1,50 m; celui-ci correspond à une profondeur d'eau de référence du chenal navigable de 1,90 m.

Dans le cadre de la Mission A.1.5, deux avant-projets avec les estimations des coûts ont été élaborés en détail. Le premier prévoyait une profondeur d'eau de référence de 1,90 m pour le débit de référence de la phase définitive de la régularisation, tandis que le deuxième était basé sur la même profondeur d'eau de référence, mais pour le débit de la phase transitoire.

D'après le résultat des études et étant donné qu'actuellement il n'est pas possible de savoir quand la phase définitive relèvera la phase transitoire, l'OMVS a décidé que le projet sera élaboré avec une profondeur de référence de 1,90 m pour la phase transitoire.

Le présent projet d'exécution comprend en plus de ce rapport explicatif, les documents suivants:

- Plans d'ensemble
- Plans à l'échelle de 1/20 000 du tronçon du fleuve du PK 244 au PK 948

- Plan des secteurs d'excavation et du transport des matériaux
- Profils en long du chenal navigable
- Profils en travers caractéristiques
- Plans des tronçons du fleuve avec les ouvrages de correction
- Dessins-types pour les ouvrages de correction
- Dessins-types pour les éléments du kilométrage.

Après l'approbation du projet définitif par l'OMVS, les dossiers complets de l'appel d'offres ont été élaborés pour

- les travaux de construction (dragage, dérochement et ouvrages de correction),
- le balisage du chenal navigable,
- l'équipement lourd de la Direction et
- la flotte de transport.

2. Projet du chenal navigable2.1 Données de base du projet2.1.1 Dimensions et capacité des cales des unités de transport

Les dimensions des bateaux appropriés à la mise en service sur le fleuve Sénégal, ont été définies dans le cadre de la Mission A.1.9, compte tenu des caractéristiques naturelles du fleuve, et en particulier des rayons de courbures, ainsi que des expériences faites sur d'autres fleuves navigables. Un système de convois poussés a été choisi pour pouvoir adapter facilement la capacité de transport au besoin croissant à la longue. Les dimensions des barges sont les suivantes:

- Longueur hors tout:  $l_{ht} = 55,0$  m
- Largeur aux couples:  $b_c = 11,4$  m
- Enfoncement constructif<sup>1)</sup>:  $t_{ec} = 2,0$  m.

Les barges peuvent naviguer soit accouplées en convois, soit comme barges automotrices (M1) équipées de deux hélices-gouvernails de 295 kW (400 ch) chacune. Ces dernières peuvent aussi être utilisées comme bateaux de propulsion pour des convois M2 ou M3 (1 barge automotrice et 1 ou 2 barges).

La capacité des cales des convois en fonction de l'enfoncement est indiquée au tableau 2.1.1.

---

<sup>1)</sup> Enfoncement constructif = Enfoncement du bateau au-dessous de la ligne constructive de flottaison. Ligne constructive de flottaison = pour le projet, plan horizontal sur lequel toutes les dimensions du bateau sont rapportées.

Tableau 2.1.1: Capacité des cales des convois

Type	Capacité des cales en t pour un enfoncement 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

2.1.2 Profondeur du chenal navigable

La profondeur de référence du chenal navigable doit être au moins de 40 cm supérieure à l'enfoncement afin qu'une circulation facile et sûre soit possible. Pour obtenir la profondeur de référence, les tolérances inévitables résultant de la topographie et bathymétrie, de la détermination du niveau d'eau et des inégalités du fond, doivent être prises en considération par des suppléments.

Compte tenu des conditions locales, les marges de sécurité suivantes ont été introduites pour le projet du chenal navigable (voir figure 2.1.2)

- Pour la topographie et bathymétrie  $T_{\text{bath.}} = 10 \text{ cm}$
- Pour le calcul hydraulique du niveau d'eau  $T_{\text{hydr.}} = 5 \text{ cm}$
- Pour des modifications inévitables du fond du fleuve et des élévations existant localement comme
  - . cannelures sur un fond sablonneux  $T_{\text{SN}} = 15 \text{ cm}$
  - . pierres isolées et éboulis sur un fond rocheux  $T_{\text{SN}} = 30 \text{ cm.}$

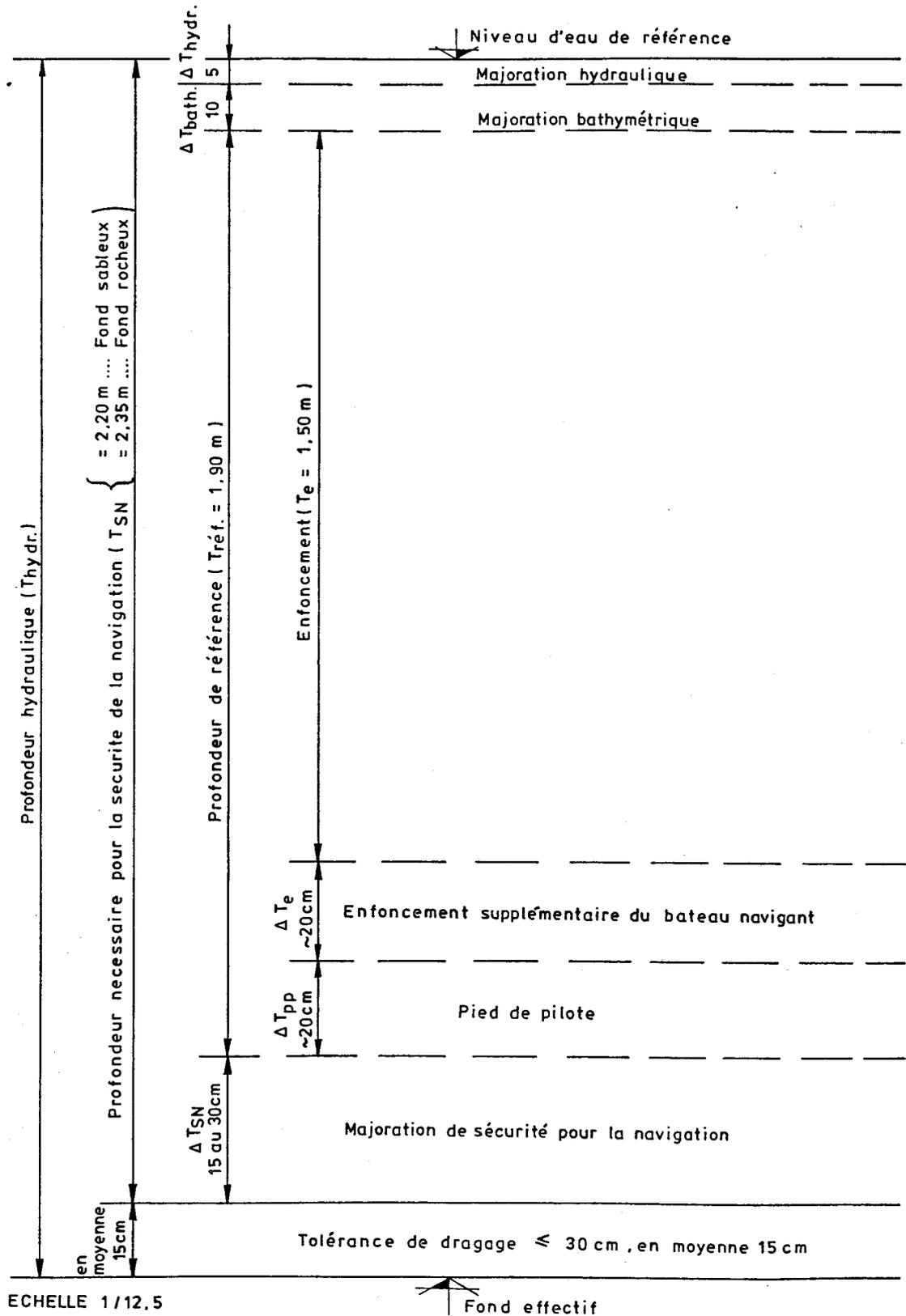


Figure 2.1.2: Définition des profondeurs du chenal navigable

Il en résulte une majoration totale portée sur la profondeur de référence de 1,90 m,

- de 30 cm pour les tronçons du fleuve avec un fond sableux et
- de 45 cm pour les tronçons du fleuve avec un fond rocheux.

### 2.1.3 Largeur du chenal navigable

La largeur du fond du chenal navigable a été choisie de façon que deux convois M3 puissent se croiser à n'importe quel endroit du fleuve. Dans les lignes droites et dans les courbes d'un rayon d'au moins 1 000 m, la largeur normale du fond sera de

$$B_{f,n} = 55 \text{ m.}$$

Les largeurs du fond requises, plus grandes dans les courbes plus étroites, ressortent de la figure 2.1.3.

Les élargissements nécessaires seront exécutés à l'intérieur des courbes. La longueur de la transition sera égale à dix fois l'élargissement.

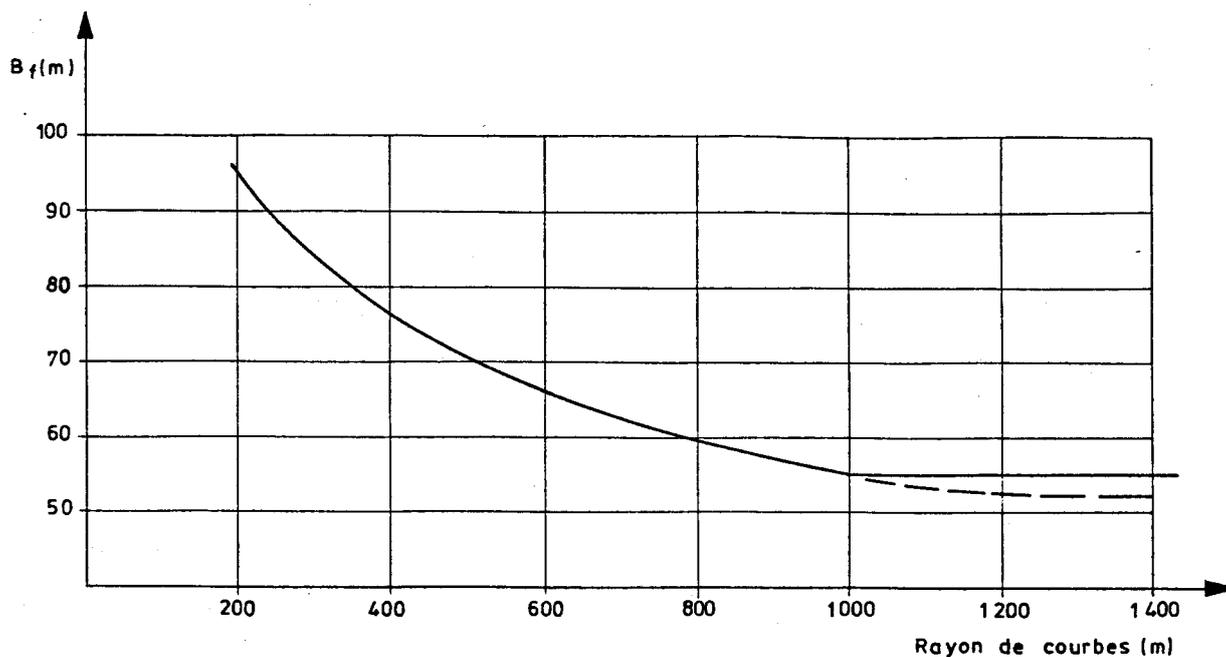


Figure 2.1.3: Largeur du fond du chenal navigable

Les tronçons du fleuve Sénégal entre l'embouchure du Doué et Kayes où des largeurs supérieures à 55 m sont nécessaires à cause des rayons des courbes, sont réunis sur les tableaux de l'annexe I de ce rapport. Les tronçons où des dragages sont nécessaires, sont marqués sur les tableaux.

Le tracé du chenal navigable et par conséquent les indications de l'annexe I doivent être contrôlés et éventuellement corrigés lors des travaux d'aménagement, étant donné que le fond du fleuve s'est modifié et se modifiera sûrement entre le moment des levés topographiques et bathymétriques de l'année 1977 et le début des travaux. Le secteur des seuils sera surtout sujet à des modifications à cause des fortes variations de débit.

Si plus tard des convois poussés à deux rangées doivent également être mis en service, un élargissement du chenal navigable supplémentaire sera nécessaire, ou bien il faudra introduire des restrictions de circulation dans certains secteurs (défense de doubler ou de se croiser).

#### 2.1.4 Débits

Pour l'élaboration du projet, les débits de la phase transitoire PT 1, mois de juin (mois avec le plus faible débit pendant la phase transitoire) sont les débits de référence ou débits d'étiage régularisés (RQ).

Le niveau d'eau de la crue d'une fréquence de  $F = 50 \%$  a été défini comme niveau des plus hautes eaux navigables (P.H.E.N.), c'est-à-dire le niveau d'eau qui est dépassé tous les deux ans au cours de la pointe de crue. Le niveau d'eau sera important quand des ponts ou lignes aériennes traverseront le fleuve. Des détails relatifs aux tirants d'air requis sont indiqués à l'article 12.7 de la Mission A.1.5.

Les débits et niveaux d'eau les plus importants sur lesquels le projet de l'aménagement du fleuve Sénégal pour la navigation est basé, sont rassemblés au tableau 2.1.4. Pour permettre une comparaison, les débits du Cas 7 (régularisation définitive) ont été également indiqués.

Tableau 2.1.4: Débits et niveaux d'eau après la régularisation

	PK	Débits de référence		Crue		P.H.E.N. en m IGN
		Cas 7	PT 1	Centennale	Millennale	
		en m <sup>3</sup> /s				
Kayes	948	{ 302 }	208	7 000	8 300	29,5
Bakel	816	{ 299 }	227	8 300	9 900	22,1
Matam	637	{ 259 }	203	6 500	7 700	15,5
Kaédi	542	{ 238 }	192	-	-	12,6
Saldé 1)	481	{ 116 }	105	-	-	11,0
Boghé 1)	382	{ 100 }	97	-	-	8,1
Podor 1)	266	{ 88 }	89	-	-	5,4
Dagana	169	{ 139 }	135	3 200	3 800	3,4
St-Louis	0	{ 116 }	119	-	-	-

#### 2.1.5 Calcul des hauteurs du niveau d'eau

Les niveaux d'eau s'établissant après la régularisation des débits et après l'aménagement de la voie navigable, ont été calculés à l'aide du modèle mathématique. Les données de base introduites dans le modèle en vue de ces calculs, ont été les suivantes:

- la géométrie du lit du fleuve,
- la rugosité du lit et
- les courbes d'étalonnage existantes.

1) La réduction des débits à ces endroits est due au dédoublement du fleuve formant le bras du Doué et le bras du Sénégal. Environ 57 % du débit de référence du Cas 7 et environ 61 % du débit de la phase transitoire PT 1 s'écoulent dans le bras du Sénégal.

Dix cas de calcul au total ont été étudiés, dans lesquels les paramètres suivants ont été variés:

- débits
- profondeurs d'eau du chenal navigable et
- cote de retenue du barrage de Diama.

Pour le projet de l'appel d'offres, les hauteurs du niveau d'eau ont été calculées dans le "Cas d'Exécution" pour les débits de la phase transitoire PT 1 et la profondeur de référence de 1,90 m.

## 2.2 Travaux d'aménagement

### 2.2.1 Avant-propos

Le projet prévoit de réaliser la profondeur requise du chenal navigable par des travaux de dragage et de dérochement et d'entretenir ce chenal par des dragages d'entretien. Les ouvrages de correction ne seront d'abord projetés qu'aux endroits particulièrement critiques, afin d'y réduire les dragages d'entretien. Ces ouvrages seront ainsi soumis à des tests en grandeur nature permettant d'acquérir des expériences relatives à leur efficacité et de retenir le mode de construction le plus approprié aux conditions du fleuve Sénégal. La Direction de la Voie Navigable pourra réaliser par la suite d'autres ouvrages, permettant de réduire davantage les dragages d'entretien. Les expériences acquises entre-temps pourront ainsi dûment être utilisées à cet effet.

Dans les secteurs du fleuve où la profondeur d'eau naturelle correspond, sur une largeur suffisante, à celle

requis, le tracé du chenal navigable a été choisi de façon qu'il puisse être reconnu par les pilotes avec le moins de signaux de balisage possible.

Sur les tronçons où des travaux d'aménagement sont nécessaires, les principes suivants pour la détermination du tracé ont été en plus appliqués:

- Le chenal navigable suit autant que possible le talweg naturel pour perturber le moins possible l'équilibre du fleuve.
- Les travaux d'aménagement sont limités au strict nécessaire.
- Les talus du lit mineur ne sont si possible pas touchés.

### 2.2.2

#### Dragage

Dans les secteurs où le lit du fleuve est sableux ou silteux, la profondeur d'eau sera obtenue par dragage. Les talus latéraux du chenal navigable seront réalisés avec une inclinaison de 1:5. Les matériaux dragués seront refoulés en dehors du lit mineur. A titre d'essai, des matériaux dragués seront utilisés pour combler des affouillements et/ou seront déversés à d'autres endroits appropriés du lit du fleuve.

Les alluvions du lit du fleuve se composent le plus souvent de sable de moyenne grosseur présentant un coefficient d'uniformité (U)<sup>1)</sup> de 1,5 à 2,5. Les couches supérieures des alluvions de quelques seuils présentent du gravier sableux à très sableux où les grains de 0,6 à 6 mm manquent le plus souvent.

1)

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Diamètre des grains qui n'est pas atteint par 60 % de l'échantillon par rapport à celui qui n'est pas atteint par 10 %.

Les berges et le fond du fleuve en dehors des alluvions sont composés en grande partie de silts et d'argiles avec relativement peu de sable fin et moyen. Le sol n'est pas ou peu plastique.

Les travaux de dragage devront débuter lorsque le barrage de Manantali pourra fournir des débits régularisés de façon qu'à Bakel le débit de référence de la phase transitoire PT 1 soit disponible pendant toute l'année et, par conséquent, une profondeur d'eau suffisante pour l'exécution des travaux. Les tronçons déjà dragués pourront ainsi être utilisés comme voie de circulation pour le transport des matériaux excavés et pour les bateaux de ravitaillement de la flotte de dragage.

L'entrepreneur sera libre d'exécuter des dragages d'essai déjà avant le début des travaux de dragage proprement dits, et cela pendant environ une année sur un tronçon du cours inférieur du fleuve. Lors de ces travaux, il pourra évaluer:

- les incidences des travaux sur le lit du fleuve,
- le comportement du lit du fleuve aménagé pendant le passage de la crue
- le matériel de dragage et matériel auxiliaire appropriés et
- les besoins en temps pour les dragages et le déplacement du matériel.

### 2.2.3 . Dérochement

Les roches n'existent que localement sur le tronçon St-Louis - Ambidédi. La flotte de dragage comprendra en conséquence des chalands à pont équipés d'appareils de forage et d'une drague pour que ces roches puissent également être enlevées au cours des travaux de dragage.

Le chenal navigable sur le tronçon rocheux entre Ambidédi et Kayes, où le lit du fleuve est traversé à plusieurs endroits par des barrières rocheuses, devra être aménagé au cours de la période des faibles débits d'étiage, de sorte que les travaux puissent être essentiellement réalisés à sec. Il faudra donc commencer les travaux sur ce tronçon de façon qu'ils soient terminés avant la régularisation des débits par le barrage de Manantali. L'exécution à sec présente les avantages suivants:

- réduction des coûts d'aménagement grâce à l'utilisation d'un matériel plus simple,
- diminution du hors-profil,
- excavation plus facile des matériaux déroctés et meilleure réutilisation de ceux-ci pour la construction des ouvrages de correction.

Pour un dérochement au moyen d'engins flottants, les interruptions dues aux niveaux d'eau élevés seraient en effet plus courtes, mais les dépenses pour le matériel et les difficultés lors de la réalisation demanderaient en tout des investissements d'un montant triple.

En aval de Diawara les seuils rocheux sont de calcaires dolomitiques et de grès avec différentes additions. En amont de Bakel on rencontre du quartzite, du grès-quartzite et du grès-schisteux.

- Dans le secteur du seuil de Somone et sur le tronçon rocheux entre Ambidédi et Kayes, ce sont des conglomérats argilo-calcaires, en partie avec des horizons dolomitiques. La surface est fortement fissurée et les creux sont partiellement remplis de blocs rocheux et de sable.

#### 2.2.4 Ouvrages de correction

Les ouvrages à réaliser dans le fleuve Sénégal seront les suivants:

- des épis rétrécissant la section et augmentant la vitesse de l'écoulement de façon que l'alluvionnement dans le chenal navigable soit réduit,
- des ouvrages longitudinaux parallèles à l'axe du fleuve, coupant les bras secondaires du fleuve, améliorant les conditions de l'écoulement ou rétrécissant également les sections et
- des panneaux de fond et de surface protégeant les berges ou le fond du fleuve contre les attaques du courant.

Les pierres jusqu'à 0,4 kN (40 kg) seront le matériau le plus important pour la réalisation des ouvrages de correction. Dans le planning de l'exécution des ouvrages de correction il sera tenu compte qu'environ 50 % des matériaux rocheux requis pourront être extraits dans le lit du fleuve entre Ambidédi et Kayes. L'autre moitié des matériaux requis devra être extraite dans une carrière qui sera ouverte exprès à cet effet à proximité du fleuve.

Les gisements rocheux suivants seront pris en considération à cause de leur situation par rapport à l'endroit de mise en place des matériaux et de la caractéristique minéralogique des matériaux qui peuvent en être extraits:

- Du granite du socle précambrien existe sur une surface d'environ 20 km<sup>2</sup> du côté mauritanien et dont le centre se trouve à peu près à la hauteur du PK 800 du fleuve. La distance de transport jusqu'au fleuve est d'environ 5 km. Il n'y a pas de routes aménagées; elles devront être réalisées dans le cadre du projet.
- Des gisements de quartzite d'une surface plus étendue sur le côté sénégalais existent dans les environs de Bakel. La distance de transport entre la carrière et le fleuve est plus courte que celle du côté mauritanien.

Pour les endroits d'aménagement situés plus en aval, en particulier pour le seuil de Dioudé Diabé (PK 439,7 au PK 442,0), des transports considérables par rapport à la quantité à mettre en place devront être réalisés. La possibilité d'ouvrir une deuxième carrière dans la région de Kaédi a été étudiée en conséquence. Les recherches ont cependant montré que les matériaux rocheux à proximité du fleuve ne sont pas appropriés à une utilisation dans l'eau puisqu'il s'agit de grès argileux, ou se présentent seulement en petites quantités quand il s'agit de calcaire ou dolomite.

Les gisements des matériaux de construction et l'infrastructure existante sont représentés sur le plan.

T 6161-22-1.5. Le projet suivant ainsi que les avant-métrés et les détails estimatifs sont basés, étant donné l'infrastructure existante, sur l'hypothèse que la car-



. La construction type des ouvrages est donnée dans le plan T 6161-22-4.1.

La crête des ouvrages se trouve au moins à 0,5 m au-dessus du niveau d'eau pour des débits régularisés et sera recouverte d'eau seulement pendant la crue. Avec une telle hauteur, l'efficacité hydraulique des ouvrages est, d'une part, améliorée et les exigences de la navigation sont, d'autre part, respectées.

## 2.3 Ampleur des travaux

### 2.3.1 Avant-propos

Les bases pour la détermination de l'ampleur des travaux de dragage et de dérochement sont les suivantes:

- les éléments du projet d'après l'article 2.1,
- les levés topographiques et bathymétriques du lit mineur, exécutés pendant la première phase des études en 1977 (Mission B.1),
- les reconnaissances du sol dans les secteurs des seuils (Mission B.2),
- les niveaux d'eau calculés dans le modèle mathématique pour le "Cas d'Exécution",
- la cote de retenue du barrage de Diama de +1,50 m.

### 2.3.2 Travaux de dragage en aval d'Ambidédi

Entre St-Louis et Ambidédi (PK 905), des dragages de sol meuble surtout sont à exécuter. A part les travaux de dérochement dans le secteur du seuil de Diawara (PK 792), la roche se présente seulement de façon isolée et sera excavée dans le cadre des travaux de dragage.

Tous les seuils en aval du PK 905 sont réunis à l'annexe II de ce rapport, avec les indications suivantes:

- la position et la longueur,
- les quantités de dragage et de dérochement, le cas échéant,
- la surface du fond de dragage,
- le dépôt prévu pour les matériaux dragués et la distance moyenne de transport correspondante et
- les particularités du seuil.

Les quantités de dragage indiquées ne comprennent pas de tolérances conditionnées par l'exécution des travaux. Lors de l'exécution ultérieure des travaux, seule la réalisation du profil requis sera métrée et décomptée, afin d'éviter les surprofondeurs dans la mesure du possible.

Les volumes à draguer et à dérocher sur les différents tronçons sont rassemblés au tableau 2.3.2.

Tableau 2.3.2: Volumes de dragage et de dérochement en aval du PK 905

Tronçon	PK	Dragage	Dérochement
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
St-Louis - Leboudou-Doué	0 244	- 1)	- 1)
Leboudou-Doué - Vending	244 489	570 000	15 000
Vending - Matam	489 637	263 000	4 000
Matam - Bakel	637 816	694 000	47 000
Bakel - Ambidédi	816 905	1 113 000	26 000

## 2.3.3

Travaux de dérochement et excavation du sol en amont d'Ambidédi

Sur le tronçon entre Ambidédi (PK 905) et Kayes (PK 948), environ 1 100 000 m<sup>3</sup> de roche et environ 59 000 m<sup>3</sup> de sol meuble devront être excavés pour un chenal navigable d'une profondeur de 1,9 m et d'une largeur de 55 m.

Les deux tiers de la roche désagrégée seront déposés en dehors du lit mineur en vue d'une réutilisation ultérieure pour les ouvrages de correction. Les quantités restantes seront utilisées pour la réalisation des aires de travail et de circulation dans le lit du fleuve, ou mises en place aux endroits appropriés.

1) D'après les indications contenues dans l'Atlas Nautique, une profondeur d'eau de 5,00 m est disponible sur ce tronçon pour une retenue par le barrage de Diama de +1,50 m IGN. La navigation fluviale n'est par conséquent pas gênée.

L'annexe III de ce rapport contient les volumes de dérochement et de dragage ainsi que les dépôts des matériaux rocheux et sableux en dehors du lit mineur pour les seuils entre Ambidédi et Kayes.

#### 2.3.4 Ouvrages de correction

Des ouvrages de correction doivent d'abord être exécutés seulement aux endroits où des travaux d'entretien spécialement importants sont à escompter. Ce sont les seuils:

Dioudé Diabé	PK 439,7 au 442,0
N'Guidjilone	PK 584,2 au 586,6
Koundél	PK 613,7 au 614,2
Goumal	PK 715,5 au 720,4
Koungani	PK 825,3 au 828,7
Goutioubé	PK 845,3 au 850,4
Khabou	PK 862,4 au 871,8
Digokori	PK 875,0 au 882,0
Somone	PK 893,0 au 898,9.

Pour ces ouvrages, les quantités de matériaux suivantes sont requises:

Pierres concassées:	610 000 m <sup>3</sup>
Nappes filtrantes:	410 000 m <sup>2</sup> .

Les indications suivantes sont données à l'annexe IV pour les seuils susmentionnés:

- quantités de pierres et de nappes filtrantes à mettre en place,
- lieux d'emprunt des pierres et
- distances et capacités de transport.

Les travaux de terrassement des ouvrages de correction comprennent env. 680 000 m<sup>2</sup> de préparation du fond et env. 167 000 m<sup>3</sup> d'excavation et de remblai du sol.

### 3. Balisage du chenal navigable

#### 3.1 Système du balisage

Une exploitation économique de la voie navigable aménagée et une circulation sûre des bateaux ne sont possibles que si les pilotes peuvent reconnaître la voie navigable existante ou aménagée et l'utiliser avec seulement de faibles déviations latérales du tracé. Les bouées conviennent le mieux à un marquage exact des limites du chenal navigable, les balises et couples de balises ne sont par contre appropriées que si la largeur du chenal est suffisamment grande.

La signalisation choisie correspond au "Système de signalisation international pour les voies navigables intérieures européennes", édité par la "Commission Economique pour l'Europe - ECE - Genève 1957/1972". Ce système peut être utilisé pour la navigation diurne aussi bien que nocturne, si les signaux sont pourvus de matières réfléchissantes et, par conséquent, visibles au moyen des projecteurs des bateaux. Dès que le trafic nocturne sera plus important, les bateaux devront être équipés d'un radar.

#### 3.2 Matériaux des signaux de balisage

Les types de signaux suivants sont prévus pour le chenal navigable:

##### a) Bouées

Les bouées seront mises en place et ancrées au bord du chenal navigable. Les corps flottants des bouées seront prévus en tôle d'acier. Les voyants en tôle d'acier ou

d'aluminium qui seront montés sur les corps flottants, pourront être pourvus de feuilles réfléchissantes en vue de la navigation nocturne.

b) Balises

Les panneaux de signalisation des balises seront fabriqués en tôle d'acier ou d'aluminium conformément à la forme requise, et les poteaux seront en tubes d'acier. Pour un fond silteux, les poteaux seront mis en place sans fondation, pour un fond rocheux ou sableux, il seront montés sur une fondation en béton.

c) Bornes kilométriques

Les bornes kilométriques devront être exécutées comme les balises.

3.3 Mise en place des signaux

Une des premières tâches de la nouvelle Direction de la Voie Navigable sera la mise en place des signaux de balisage immédiatement après les travaux de dragage et de dérochement. Par conséquent, la Direction devra être équipée à temps au moins d'un baliseur et avoir à sa disposition un personnel formé pour ces travaux.

3.4 Appel d'offres pour le balisage

L'appel d'offres prévoit la fourniture du matériel de balisage du chenal navigable et le transport jusqu'au dépôt de balisage de la Direction de la Voie Navigable, dont l'endroit sera déterminé plus tard.

La quantité des fournitures a été choisie de façon que le balisage du chenal navigable soit possible après les travaux d'aménagement et qu'en plus des réserves soient disponibles pour environ deux ans.

Un plan d'implantation du balisage requis pour le fleuve entre St-Louis (Pont Faidherbe) et Kayes est donné à l'annexe V de ce rapport. Le nombre de signaux indiqué pour les différents seuils et tronçons du fleuve n'est que provisoire, étant donné que:

- la correction du tracé du chenal navigable avant les travaux entraînera une correction de l'implantation du balisage et
- le type et la position convenables des signaux ne pourront être déterminés que sur les lieux et à partir de la timonerie d'un bateau par des responsables de la Direction de la Voie Navigable, et en commun avec des pilotes connaissant les lieux.

L'inventaire de l'annexe V prévoit:

- 700 bouées et
- 400 balises.

Les réserves pour deux ans comprises dans ces chiffres couvrent aussi les besoins dus aux corrections mentionnées ci-dessus.

Une signalisation spéciale sera livrée pour le Pont Faidherbe. Des panneaux de balisage simples que l'on peut plier à la main, seront tout d'abord prévus. Des feux de signalisation automatiques devraient cependant être installés lors d'une modernisation ultérieure de la travée tournante.

L'équipement électromécanique de l'écluse de Diama comprendra également des feux de signalisation, dont le système correspondra au système de balisage du chenal navigable.

Le tronçon d'embouchure du fleuve Sénégal en aval du Pont Faidherbe (PK 0,0) sera à considérer en tant que voie maritime et à signaler conformément. Le système et l'ampleur du balisage de ce tronçon ne pourront être déterminés que sur la base des plans d'aménagement du port de St-Louis et du chenal d'accès. Le système de balisage choisi pour le secteur fluvial tient compte de la réglementation du balisage maritime. La transition de la circulation maritime à la circulation fluviale ne posera donc pas de problèmes.

Les bornes kilométriques rendront possible la détermination simple et exacte de la position et seront installées immédiatement après l'aménagement. La livraison et la mise en place des bornes kilométriques seront par conséquent compris dans le lot 2 (dragages) en tant que prestations éventuelles (décision du maître de l'ouvrage).

4. Equipement de la Direction de la Voie Navigable et de la  
Compagnie de Navigation

4.1 Direction de la Voie Navigable

Le matériel, les bâtiments et équipements requis par la Direction pour l'administration et l'entretien de la voie navigable, ressortent en détail de la Mission A.1.14. La quantité des fournitures ainsi que les investissements à escompter sont indiqués à l'article 6 de ce rapport.

4.2 Compagnie de Navigation

Dans la Mission A.1.9, les bateaux appropriés au transport sur le fleuve Sénégal ont été déterminés. Les dimensions des bateaux pour la circulation uniquement fluviale sont les suivantes:

- Longueur hors tout:	$l_{ht}$	=	55,0 m
- Largeur aux couples:	$b_c$	=	11,4 m
- Enfoncement constructif:	$t_{ec}$	=	2,0 m
- Hauteur latérale:	$h_l$	=	2,6 m.

Ces bateaux peuvent circuler soit comme barges, soit équipés de deux hélices-gouvernails de 295 kW (400 ch) chacune, en tant que barges automotrices. La capacité des cales des convois en fonction de l'enfoncement est indiquée au tableau 2.1.1.

Conformément au volume de transport pronostiqué pour le premier horizon étudié et aux calculs de la Mission A.1.11, les bateaux suivants seront requis:

- pour le transport des marchandises diverses

25 barges automotrices

12 barges poussées

- pour le transport des hydrocarbures

10 barges-citerne automotrices

2 barges-citerne

- pour le transport des phosphates

7 barges automotrices

18 barges poussées

Des barges maritimes pour la circulation côtière et des pousseurs ne sont pas encore prévus pour la première phase.

Les transports sur le fleuve Sénégal se développeront petit à petit au cours des premières années. Ils dépendront surtout des besoins en transports, de la prospection de la Compagnie et de la fiabilité des transports. Pour éviter une utilisation insuffisante de la capacité de la flotte au cours de la phase initiale et, par conséquent, de mauvais investissements, seulement 25 % de la flotte indiquée ci-dessus pour le transport des marchandises diverses et des hydrocarbures, sera d'abord commandée. L'adaptation au cours du temps de la structure de la flotte à celle indiquée dans la Mission A.1.11, ressort de la figure 4.2.

Pour commencer les transports fluviaux, la flotte suivante devrait être commandée pour la Compagnie Inter-Etats:

- 6 barges automotrices (marchandises diverses)
- 3 barges poussées (marchandises diverses)
- 3 barges-citerne automotrices.

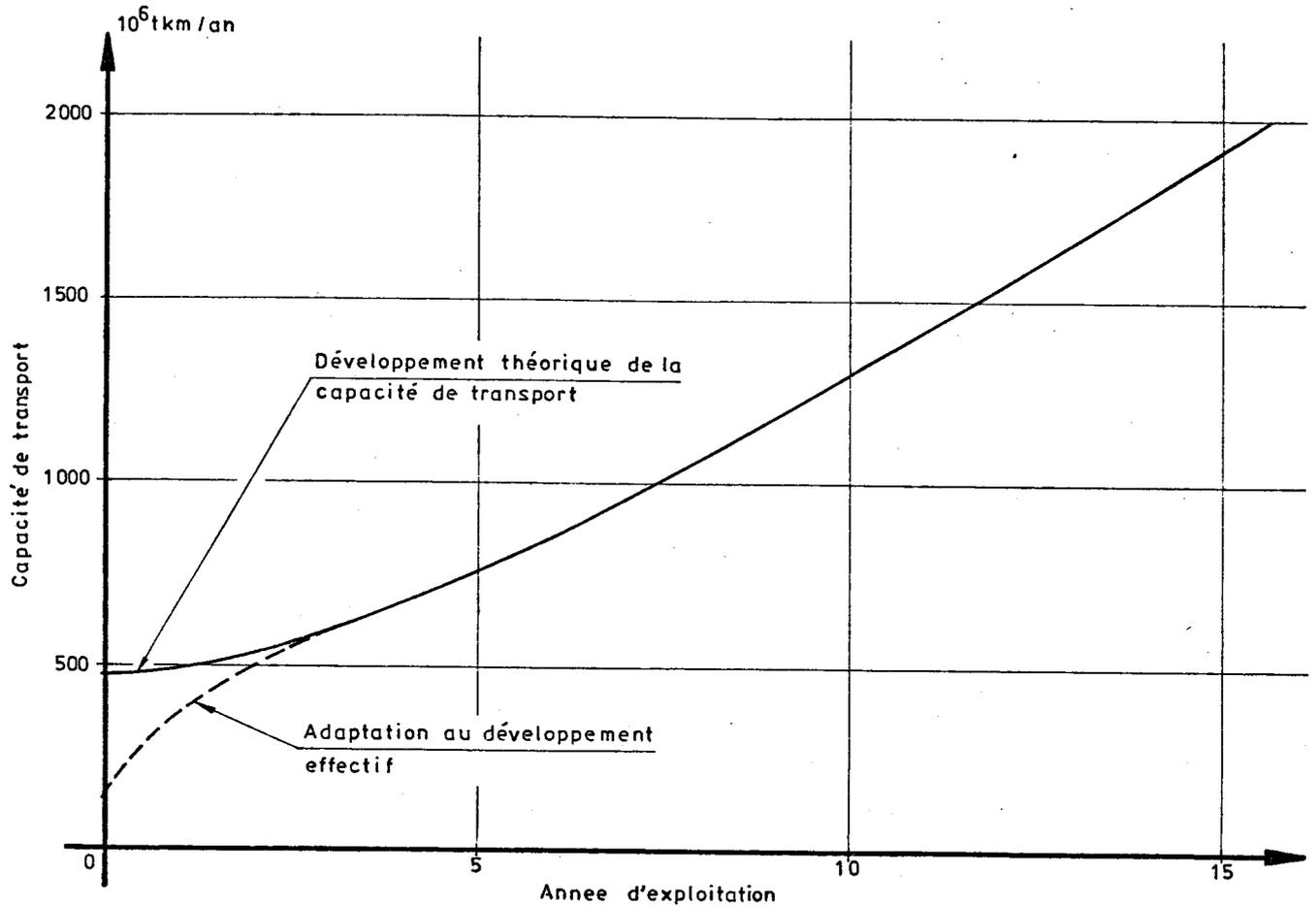


Figure 4.2: Développement de la capacité de transport

La rédaction des appels d'offres pour la flotte de transport devra permettre aux chantiers navals d'indiquer dans la soumission des rabais en cas d'une augmentation de l'ampleur de la commande. Par conséquent, la Compagnie pourra profiter des offres favorables et éventuellement des rabais pour des commandes à long terme.

Les investissements pour les bateaux, les bâtiments et équipements requis pour la Compagnie de Navigation sont réunis à l'article 6 de ce rapport.

## 5. Calendrier de l'aménagement pour la navigation

### 5.1 Calendrier des travaux d'aménagement

#### 5.1.1 Avant-propos

Le calendrier du déroulement des travaux d'aménagement sera essentiellement déterminé par le moment où le barrage de Manantali fournira les débits régularisés de la phase transitoire PT 1. Les travaux de dérochement entre Ambidédi et Kayes devront être achevés avant cette date d'une part, d'autre part, les dragages et la réalisation des ouvrages de correction ne pourront débuter avant qu'une profondeur d'eau suffisante soit mise à disposition pendant toute l'année.

Le planning sommaire des travaux d'aménagement de la figure 5.1 est basé sur la date de la mise en exploitation du barrage de Manantali. Le déroulement détaillé des différents lots des travaux d'aménagement, avec indication de l'avancement des travaux, est donné dans la Mission A.2.4.

#### 5.1.2 Travaux de dérochement entre Ambidédi et Kayes

Etant donné les interruptions dues à la crue, les travaux de dérochement entre Ambidédi et Kayes devront commencer au plus tard trois ans avant la régularisation des débits par le barrage de Manantali.

Un délai supplémentaire d'environ deux ans sera nécessaire pour les travaux préparatoires, comme la présélection des soumissionnaires, l'évaluation des offres et la préparation du chantier.

### 5.1.3 Travaux de dragage

Les travaux de dragage dans le lit du fleuve devront commencer au cours de la décrue précédant la régularisation des débits par le barrage de Manantali. L'entrepreneur aura besoin d'un an pour effectuer les travaux préparatoires. Au cas où la commande des travaux de dragage et des travaux de dérochement n'est pas passée ensemble, une année supplémentaire sera nécessaire pour la présélection et l'évaluation des offres. Par ailleurs, les exposés de l'article 5.1.2 sont également valables pour les travaux de dragage.

Si la commande est passée en temps voulu, l'entrepreneur pourra exécuter des dragages d'essai. Il faudra en conséquence passer la commande en même temps que la commande des travaux de dérochement et deux ans avant les travaux de dragage proprement dits et si cela semble avantageux d'après les offres.

Les dragages d'entretien devraient être réalisés sous la responsabilité de la Direction de la Voie Navigable. Etant donné qu'actuellement il n'est pas encore possible de prévoir dans quelle mesure l'Administration disposera du personnel et du matériel nécessaires, les dragages d'entretien font partie, par mesure de précaution, de cet appel d'offres.

Deux variantes sont prévues:

- l'entrepreneur exécute les dragages d'entretien avec son matériel et son personnel,
- l'entrepreneur met seulement des cadres à disposition, en vue de l'initiation du personnel de la Direction, utilisant le matériel de celle-ci.

Après l'évaluation des offres et dès qu'on pourra prévoir les moyens de la Direction, le maître de l'ouvrage prendra la décision soit d'exécuter une des deux variantes, soit de supprimer entièrement ce lot.

#### 5.1.4 Ouvrages de correction

Le transport économique des matériaux pour les ouvrages de correction exige une voie d'eau praticable pendant toute l'année. La construction des ouvrages de correction devrait par conséquent commencer seulement dès que le fleuve sera navigable en aval de l'endroit du transbordement des matériaux extraits de la carrière, c'est à dire à peu près en aval de Bakel.

Ces travaux pourront par conséquent débiter à peu près 20 mois après le commencement des dragages. L'ouverture de la carrière, la construction des installations de transbordement des matériaux et la mise en dépôts des matériaux au bord du fleuve, seront à prévoir à temps.

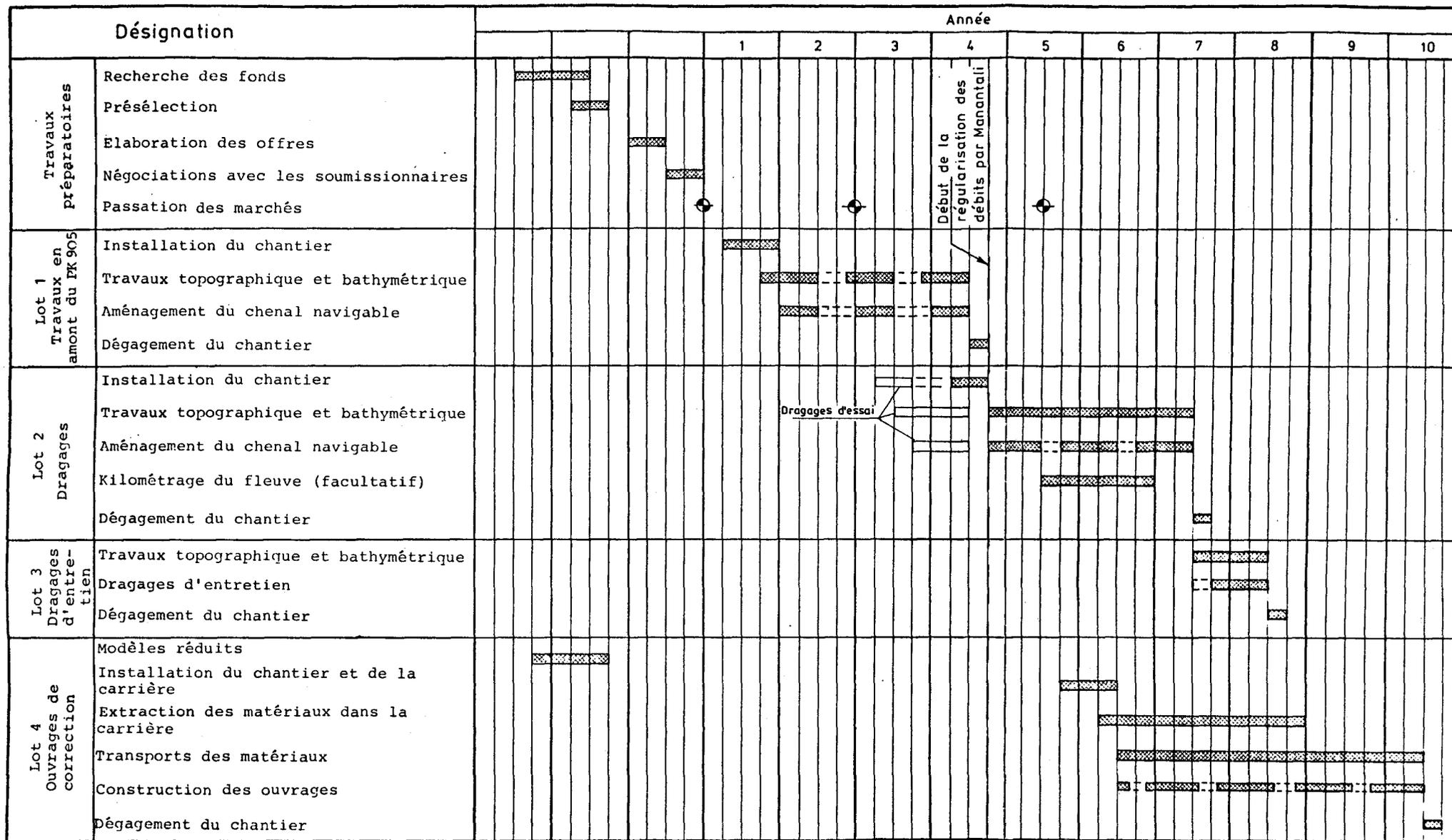


Fig. 5.1: Planning sommaire des travaux d'aménagement

J 6161-22

## 5.2

Calendrier des autres travaux

La création d'une Direction de la Voie Navigable et d'une Compagnie de Navigation capables de fonctionner est aussi un des préalables les plus importants pour le succès du projet. Par conséquent, toutes les dispositions en personnel devront être prises à temps et tout le matériel pour les deux organisations devra être acquis à temps avant le début des transports fluviaux.

Le planning sommaire pour les dispositions en personnel, y compris la formation des cadres, et pour l'équipement de la Direction de la Voie Navigable et de la Compagnie de Navigation, est représenté à la figure 5.2.

Les principes à respecter lors de la sélection et la formation du personnel sont expliqués en détail dans les Missions A.1.11 et A.1.14. Le règlement convenable et à temps des affaires de personnel est décisif pour la réussite du projet et il est à souligner à nouveau l'importance de cette question.

Afin que la Direction de la Voie Navigable et la Compagnie de Navigation puissent remplir leurs tâches, les bâtiments administratifs, ateliers, etc. devront également être mis à temps à disposition. Actuellement il n'y a que des avant-projets pour ces installations, étant donné que l'élaboration de leurs dossiers d'appel d'offres ne fait pas l'objet du marché entre l'OMVS et le Groupement d'Ingénieurs-Conseils. L'élaboration des appels d'offres et la construction des bâtiments sont prises en considération dans le planning sommaire de la figure 5.2, afin de pouvoir les achever à temps.

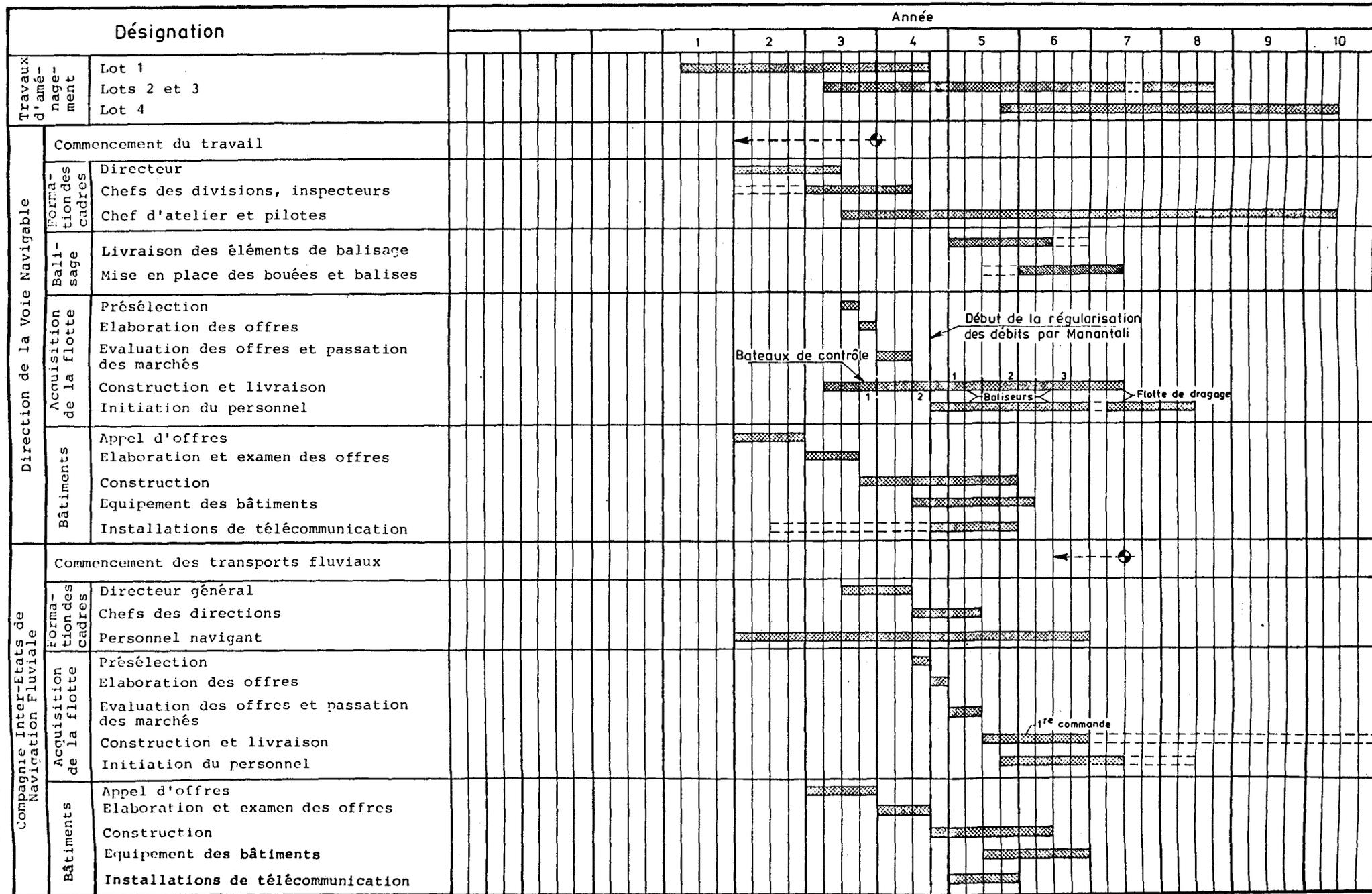


Fig. 5.2: Planning sommaire de la création de la Direction et de la Compagnie

6. Coûts d'investissement6.1 Avant-propos

Les coûts de base et les prix unitaires valables au mois de décembre 1977 ont été déterminés dans la Mission A.1.7 de la première phase des études. Les taux de change étaient les suivants:

100 FCFA	=	200 FM (Franc Malien)
100 FCFA	=	18,41 UM (Ouguiya)
100 FCFA	=	1,00 DM.

Toutes les estimations des coûts de la première phase des études ont été élaborées sur ces données de base.

Dans la deuxième phase des études, tous les coûts sont actualisés d'après le niveau de décembre 1979. Les taux de majoration suivants des prix ont été pris en considération:

- salaires et traitements locaux:	20 %
- traitements européens:	16 %
- coûts du matériel:	18 %
- carburants:	24,5 %.

Le taux de change s'élève pour le mois de décembre 1979 à:

$$\underline{100 \text{ FCFA} = 0,87 \text{ DM}}$$

Tous les prix s'entendent sans droits de douane, impôts, taxes etc.. La composition des prix unitaires et totaux dans une quote-part en monnaie locale et dans une quote-part en devises ressort de la Mission A.2.3.

6.2 Coûts d'investissement pour les travaux d'aménagement

Les coûts à escompter pour les différents lots des travaux d'aménagement sont indiqués dans les articles suivants. Ils sont basés sur les prix unitaires actualisés et sur les prestations requises pour le projet définitif conformément à l'article 2.

6.2.1 Lot 1: Travaux de dérochement et excavation du sol en amont du PK 905

Titre I: Installation et dégagement du chantier, y compris les frais d'immobilisation dus aux périodes d'arrêt	1 465 M. FCFA
Titre II: Travaux topographiques et bathymétriques	46 M. FCFA
Titre III: Travaux d'approfondissement du chenal navigable	9 099 M. FCFA
Titre IV: Construction des échelles limnimétriques	7 M. FCFA
Somme totale lot 1:	<u>10 617 M. FCFA</u> =====

6.2.2 Lot 2: Dragages

Titre I:	Installation et dégagement du chantier	1 856 M. FCFA
Titre II:	Travaux topographiques et bathymétriques	148 M. FCFA
Titre III:	Travaux d'approfondissement du chenal navigable	7 697 M. FCFA
Titre IV:	Construction des échelles limnimétriques	23 M. FCFA
Titre V:	Kilométrage du fleuve (prestation éventuelle)	<u>164 M. FCFA</u>
	Somme totale lot 2 (sans titre V):	9 724 M. FCFA
	Somme totale lot 2 (avec titre V):	<u>9 888 M. FCFA</u> =====

6.2.3 Lot 3: Dragages d'entretien (prestation éventuelle)

a) Lot 3 a):	<u>Mise à disposition du personnel- cadre par l'entrepreneur</u>	253 M. FCFA
--------------	----------------------------------------------------------------------	-------------

Afin de permettre une comparaison des  
lots 3 a) et 3 b), il faut ajouter:

Carburants pour le matériel de la Direction env.	<u>300 M. FCFA</u>
Somme totale lot 3 a):	<u>553 M. FCFA</u> =====

b) Lot 3 b): Mise à disposition du matériel et du personnel par l'entrepreneur

Titre I:	Dégagement du chantier	239 M. FCFA
Titre II:	Dragages d'entretien	1 831 M. FCFA
		<hr/>
		2 070 M. FCFA
	Economies réalisées pour le dégagement du chantier du lot 2	- 155 M. FCFA
		<hr/>
	Somme totale lot 3 b):	1 915 M. FCFA
		<hr/> <hr/>

6.2.4 Lot 4: Ouvrages de correction

Titre I:	Installation et dégagement du chantier	1 703 M. FCFA
Titre II:	Extraction et transport des matériaux rocheux	3 507 M. FCFA
Titre IV:	Construction des ouvrages de correction	2 496 M. FCFA
		<hr/>
	Somme totale lot 4:	7 706 M. FCFA
		<hr/> <hr/>

6.2.5 Relevé des coûts d'aménagement

Lot 1: Travaux de dérochement	10 617 M. FCFA
Lot 2: Dragages	9 888 M. FCFA
Lot 4: Ouvrages de correction	7 706 M. FCFA
	<hr/>
Total intermédiaire (Lots 1, 2 et 4)	28 211 M. FCFA
Modèles réduits supplémentaires	40 M. FCFA
Coûts pour la surveillance des travaux	1 415 M. FCFA
Imprévus	1 834 M. FCFA
	<hr/>
Total des coûts d'aménagement	31 500 M. FCFA =====

Les imprévus sont pris en considération avec un taux d'environ 7 % des coûts nets des travaux. Ce taux relativement faible est raisonnable, étant donné que:

- le volume d'excavation ainsi que les quantités de matériaux à mettre en place pour les ouvrages sont augmentés d'env. 5 % pour couvrir les incertitudes, et que
- seules quelques prestations sont déterminantes pour les coûts des travaux. Des travaux supplémentaires éventuellement requis au cours de l'exécution auront peu d'effet.

Les coûts pour la surveillance des travaux sont estimés à 5 % des coûts nets. Ce taux semble suffisant, en raison de la faible importance des travaux constructifs nécessitant des prestations très étendues de l'Ingénieur-Conseil.

Le maître de l'ouvrage aura des coûts de surveillance supplémentaires dans le cas où l'entrepreneur exécutera des dragages d'essai avant les dragages proprement dits. Les coûts de surveillance des dragages d'essai pour une durée d'un an s'élèvent à

env. 120 millions de FCFA  
=====

Les dragages d'entretien, y compris les imprévus et la surveillance des travaux, nécessiteront les investissements suivants:

- Mise à disposition du personnel-cadre par l'entrepreneur (lot 3 a)):

env. 620 millions de FCFA

- Mise à disposition du matériel et de l'équipage par l'entrepreneur (lot 3 b)):

env. 2 150 millions de FCFA

Sur la base des taux de change valables à la fin de l'année 1979, env. 65 % des coûts d'aménagement seront payables en devises (DM) et 35 % en monnaie locale.

### 6.3 Estimation des coûts du balisage du chenal navigable

Les coûts ci-dessous comprennent la fabrication des signaux et leur fourniture franco St-Louis. Les coûts d'exploitation pour le transport aux lieux de la mise en place et pour la mise en place par la Direction de la Voie Navigable figurent dans le relevé suivant.

de la surveillance de la construction sur le chantier naval et des réceptions au lieu de la mise en service sont indiqués à l'article 6.4.4.

Nombre .	Désignation des engins	Prix estimatif par unité en M. FCFA	Investissement total estimatif en M. FCFA
3	Baliseurs	300	900
1	Drague à benne	240	240
4	Chalands à pont	33	132
1	Drague suceuse à désagrégateur	390	390
1	Refouleur	285	285
3	Pousseurs	208	624
4	Chalands	130	520
1	Chaland-citerne	36	36
1	Bateau d'habitation	175	175
3	Bateaux de contrôle	38	114
1	Bateau de ravitaillement	65	65
1	Bateau sondeur	17	17
12	Canots de bord	1	12
-	Conduites de refoulement	-	90
	Somme totale	-	3 600

6.4.2 Véhicules, engins de terrassement et équipement des ateliers (voir Mission A.1.14, page 9 - 10)

Véhicules	56 M. FCFA
Engins de terrassement	23 M. FCFA
Equipement des ateliers	136 M. FCFA
Somme totale	215 M. FCFA =====

6.4.3 Bâtiments et équipements  
(voir Mission A.1.14, page 9 - 23)

Bâtiments	709 M. FCFA
Equipements	91 M. FCFA
Télécommunications	175 M. FCFA
Somme totale	975 M. FCFA =====

6.4.4 Total des investissements pour la Direction de la Voie Navigable

Equipements lourds	3 600 M. FCFA
Véhicules, engins de terrassement et équipements des ateliers	215 M. FCFA
Bâtiments et équipements	975 M. FCFA
Somme intermédiaire	4 790 M. FCFA
Ingénierie et surveillance (env. 7 %)	360 M. FCFA
Somme totale	5 150 M. FCFA =====

6.5 Coûts d'investissement pour la Compagnie Inter-Etats de Navigation

6.5.1 Flotte de transport

Dans le cas où la flotte de transport de la Compagnie Inter-Etats de Navigation est dimensionnée tout de suite pour la capacité de transport évaluée pour le premier

6.6 Total des investissements initiaux pour la navigabilité

Voie navigable (travaux d'aménagement)	31 500	M. FCFA
Balisage	250	M. FCFA
Direction de la Voie Navigable	5 150	M. FCFA
Compagnie Inter-Etats de Navigation	4 000 à 13 500	M. FCFA
Somme totale	40 900 à 50 400	M. FCFA

7. Dossiers d'appel d'offres

7.1 Généralités

Les dossiers d'appel d'offres comprennent:

- les travaux d'aménagement
- la livraison des signaux de balisage
- les équipements lourds de la Direction de la Voie Navigable et
- la flotte de la Compagnie de Navigation.

7.2 Dossiers d'appel d'offres pour les travaux d'aménagement

7.2.1 Répartition et contenu des dossiers

L'appel d'offres est subdivisé de la manière suivante en se basant sur des projets antérieurs de l'OMVS:

- Tome 1: Règlement Particulier de l'Appel d'Offres, (R.P.A.O.), y compris des modèles
- Tome 2: Cahier des Clauses Administratives Particulières, (C.C.A.P.)
- Tome 3: Cahier des Clauses Techniques Particulières, (C.C.T.P.)
- Tome 4: Devis Descriptif
- Tome 5: Devis Estimatif, Cadres des Bordereaux des Prix Unitaires et Sous-Détails des Prix
- Législation des Marchés de l'OMVS, dans la mesure où il y sera fait référence dans les documents susmentionnés
- Plans.

7.2.1.1 Règlement Particulier de l'Appel d'Offres, (R.P.A.O.)

Ce tome de l'appel d'offres comprend les règlements administratifs et indications suivants pour les soumissionnaires:

- Objet de l'appel d'offres
- Déroulement de l'appel d'offres
- Eléments des dossiers
- Visite des lieux
- Garantie de soumission
- Présentation des offres
- Ouverture et évaluation des offres
- Délai d'option
- Nature de la passation du marché.

Les modèles suivants pour les déclarations du soumissionnaire et pour les garanties sont compris dans le Tome 1:

- le modèle de cautionnement provisoire
- le modèle de cautionnement de soumission
- le modèle de cautionnement définitif
- le modèle de caution de remboursement d'avance
- le modèle de convention.

7.2.1.2 Cahier des Clauses Administratives

C.C.A., Tome 2

La base du marché à passer est le Cahier des Clauses Administratives Générales (C.C.A.G.) de la Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils (F.I.D.I.C.), édition de 1977.

Dans la mesure où ceci sera nécessaire pour les travaux à exécuter et pour les livraisons et prestations mises au concours, les réglementations de l'OMVS, des Etats-membres et des bailleurs de fonds seront à respecter. Le Cahier des Clauses Administratives Générales (C.C.A.G.) sera complété par le Cahier des Clauses Administratives Particulières (C.C.A.P.). La subdivision du C.C.A.P. correspondra à celle du C.C.A.G..

7.2.1.3 Cahier des Clauses Techniques Particulières, C.C.T.P.,  
Tome 3

Ces dispositions comprennent toutes les indications et explications requises pour la réalisation technique et sont divisées essentiellement de la façon suivante:

- (1) Généralités
- (2) Travaux préparatoires
- (3) Travaux de dérochement et excavation du sol entre les PK 905 et PK 948
- (4) Travaux de dragage en aval du PK 905
- (5) Ouvrages de correction
- (6) Bornes kilométriques
- (7) Dégagement des chantiers et prise en charge du matériel par le maître de l'ouvrage.

7.2.1.4 Devis descriptif, Tome 4

Le devis descriptif des travaux d'aménagement est divisé en lots, conformément à l'article 7.2.2, et détaillé

de façon que le soumissionnaire peut calculer exactement ses prix, compte tenu des clauses techniques et des plans.

7.2.1.5 Devis estimatif, cadres des bordereaux des prix et sous-détails des prix, Tome 5

En complément au devis descriptif, un devis estimatif est préparé sous forme de listes qui contiennent à côté d'une brève description de la prestation, les quantités requises. Le soumissionnaire devra remplir ces listes avec ses prix, séparés en quotes-parts payables en devises et en monnaie locale. Tous les prix unitaires seront à indiquer dans un bordereau en chiffres et en toutes lettres. Un modèle du cadre de ces bordereaux sera donné, dont le soumissionnaire devra faire des tirages et les remplir. En complément, les prix unitaires pour des prestations ne figurant pas au devis estimatif, mais qui seront éventuellement requises pour l'exécution des travaux, seront à indiquer dans un bordereau séparé.

Le sous-détail des prix comprendra les indications des soumissionnaires relatives aux différents types de prestations et aux suppléments pour les principaux prix offerts.

7.2.2 Division en lots des travaux d'aménagement

L'appel d'offres est, en fonction des caractéristiques et des ordres chronologiques des travaux à exécuter, divisé en lots, dont l'ampleur est indiquée brièvement ci-après.

- Lot 1: Travaux de dérochement et excavation du sol en  
en amont du PK 905

Avant la régularisation des débits par le barrage de Manantali, les travaux sur le secteur rocheux entre les PK 905 et PK 958 devront être exécutés pour des débits faibles de l'étiage, essentiellement à sec et indépendamment des dragages en aval du PK 905.

- Lot 2: Dragages

Les dragages en aval du PK 905 devront être exécutés avec plusieurs engins, dès que les débits régularisés par le barrage de Manantali seront mis à disposition pendant toute l'année.

Au cas où le soumissionnaire insiste sur l'exécution des dragages d'essai, pour pouvoir obtenir des expériences relatives à l'exécution des travaux et au matériel approprié, les coûts correspondants seront compris dans ce lot.

- Lot 3: Dragages d'entretien (prestation éventuelle)

Les travaux d'entretien seront à réaliser à la suite des dragages. L'exécution de ces travaux dans la première année suivant les dragages du lot 2 ne sera confiée à l'entrepreneur que si la Direction de la Voie Navigable ne dispose pas du personnel et du matériel pour exécuter elle-même ces travaux sous sa propre responsabilité.

Les lots suivants pourront être adjugés facultivement;

- Lot 3 a) : Mise à disposition du personnel par l'entre-  
preneur

Les dragages d'entretien seront exécutés avec le matériel et l'équipage de la Direction de la Voie Navigable. L'entrepreneur mettra des cadres à disposition, pour l'instruction.

- Lot 3 b) : Mise à disposition du matériel et de l'équi-  
page par l'entrepreneur

Les dragages d'entretien seront exécutés par l'entrepreneur avec son propre matériel et son personnel, y compris la livraison des carburants. Les travaux topographiques y relatifs seront à la charge de la Direction de la Voie Navigable.

- Lot 4: Ouvrages de correction

Des épis, panneaux de surface et digues doivent être exécutés à neuf seuils. Ce lot comprend, par conséquent, les travaux suivants:

- . l'ouverture d'une carrière
- . le transport des matériaux de la carrière ou des dépôts en amont du PK 905 aux lieux de la mise en place
- . la construction des ouvrages.

Etant donné la division de l'appel d'offres et l'ampleur de chaque lot, les travaux de dérochement (lot 1), les travaux de dragage (lots 2 et éventuellement 3) et les ouvrages de correction (lot 4) pourront être séparément adjugés à différents entrepreneurs.

7.3 Dossiers de l'appel d'offres pour le balisage du chenal navigable

Les documents de l'appel d'offres comprennent:

- le Règlement Particulier de l'Appel d'Offres,
- le Cahier des Clauses Administratives
- le Cahier des Clauses Techniques Particulières,
- le Devis Estimatif
- le Bordereau des Prix et le Sous-Détail des Prix et
- les plans.

En ce qui concerne les autres détails, voir l'article 7.2.

7.4 Dossiers de l'appel d'offres pour les équipements lourds de la Direction de la Voie Navigable et les bateaux de la Compagnie de Navigation

Les documents de l'appel d'offres comprennent:

- Le Cahier des Clauses Administratives (C.C.A.)
- La Prescription Générale de Construction (P.G.C.)
- La Prescription Particulière de Construction (P.P.C.)
- Le Sous-Détail de Prix
- Les plans généraux de projet ou les esquisses de projet pour les bateaux et engins les plus importants.

Dans ces documents, les équipements d'une conception similaire sont réunis en groupes, les autres sont décrits séparément. Cette subdivision rend possible la passation de commandes à plusieurs fournisseurs.

La subdivision suivante a été choisie:

Flotte de la Compagnie de Navigation

- A Barge automotrice  
Barge (barge fluviale et fluvio-maritime)
- B Barge-citerne automotrice  
Barge-citerne (barge fluviale et fluvio-maritime)

Equipement lourd de la Direction de la Voie Navigable:

- A Chaland-citerne  
Chaland à pont
- B Bateau de contrôle  
Ravitailleur
- C Bateau d'habitation
- D Remorqueur/ Pousseur
- E Baliseur
- F Drague à benne
- G Drague suceuse à désagrégateur
- H Refouleur - suceur
- I Chaland à clapets
- K Chaland
- L Bateau bathymétrique

8 Etudes complémentaires à la première phase (Mission A.2.1)8.1 Avant-projet pour la phase transitoire PT 1

L'avant-projet de la première phase des études prévoyait tout d'abord l'aménagement du chenal navigable pour la régularisation définitive (cas 7) par le barrage de Manantali. Au cours de la phase transitoire PT 1, une faible diminution des profondeurs allant jusqu'à 43 cm devrait être prise en charge. Compte tenu de ces résultats et de la durée non encore connue de la phase transitoire, un avant-projet supplémentaire a été élaboré pour une profondeur de référence de 1,90 m, pour le débit de la phase transitoire PT 1, à la demande de l'OMVS.

Les niveaux d'eau correspondant aux débits de la phase transitoire ont d'abord été déterminés par interpolation en se basant sur les calculs de l'avant-projet. L'ampleur des travaux de dragage et de dérochement a été déterminée à partir de ces niveaux.

Les résultats de ces études supplémentaires sont réunis à l'article 12 de la Mission A.1.5, c'est-à-dire:

- Quantités de dragage et de dérochement sans et avec prise en considération des tolérances d'exécution
- Déroulement des travaux d'aménagement pour la phase transitoire
- Coûts d'aménagement pour les différents tronçons
- Augmentation des profondeurs d'eau pour le débit de la phase définitive de la régularisation (cas 7).

Ces résultats ont été introduits dans le Rapport Général de la première phase (Mission A.1.10). Lors de la détermination des coûts de transport de la Compagnie de Navigation (article 10.4.3 de la Mission A.1.11) et de l'élaboration économique (Mission A.1.15), il a été tenu compte aussi bien des coûts d'aménagement supplémentaires que des coûts élevés des travaux d'entretien à exécuter par la Direction de la Voie Navigable.

## 8.2 Calculs supplémentaires du modèle mathématique

### 8.2.1 Nombre de profils

Il était prévu dans l'offre pour les études, de définir la géométrie du fleuve pour 120 profils en travers distancés d'env. 8 km.

Etant donné le nombre des profils disponibles dans le modèle digital du terrain, le Groupement a décidé de réduire la distance entre les profils, afin de conserver les niveaux d'eau dans le secteur des seuils avec une exactitude optimale et de pouvoir limiter le plus possible les suppléments pour les incertitudes hydrauliques. En considération de la qualité de l'étude, plus de 1 100 profils ont été introduits dans le modèle mathématique.

### 8.2.2 Nombre de cas de calcul

Bien qu'il n'ait offert que quatre cas de calcul, le Groupement en a d'abord étudié neuf. Après la décision de l'OMVS d'élaborer le projet définitif pour une profondeur de référence de 1,90 m pour le débit de la phase transitoire, un dixième cas a été calculé (cas d'exécution).

Les résultats de ce cas sont portés dans la Mission A.1.4 (article 8 du Tome I) et sont la base de l'avant-métré du projet définitif.

### 8.3 Modèles réduits supplémentaires

#### 8.3.1 Généralités

Lors de l'élaboration de l'avant-projet, il s'est avéré que deux tronçons du fleuve devaient être étudiés en modèles réduits en plus de ceux de la première phase. Sans ces modèles, le projet définitif ne peut pas comprendre d'indications suffisamment exactes sur l'influence des ouvrages de correction. De même, la disposition des ouvrages proposée dans l'avant-projet devra être variée dans le modèle pour minimiser les coûts de construction.

Pour les modèles cités aux articles 8.3.2 et 8.3.3, les prestations suivantes ont été effectuées:

- définition des limites des modèles,
- choix des débits pour l'exploitation des modèles,
- préparation des avant-projets pour l'élaboration des offres par le laboratoire
- discussion de l'exploitation des modèles avec les représentants du laboratoire.

#### 8.3.2 Modèle de l'embouchure de la Falémé

La Falémé, l'affluent le plus important du fleuve Sénégal entre Kayes et St-Louis, se jette presque à la perpendiculaire du fleuve Sénégal au PK 846,5 et avec une pente relativement forte.

Ceci cause des alluvionnements sur la rive en face de l'embouchure et, de plus, une retenue du courant du fleuve Sénégal par les débits de la Falémé, a pour effet la formation de bancs de sable.

Ce secteur est critique pour la navigation, parce que

- le courant transversal peut porter atteinte à la sécurité de la circulation et que
- le chenal navigable en amont de l'embouchure n'est pas stable à cause de la retenue du courant.

Une amélioration efficace des conditions d'écoulement ne pourra être atteinte que par la construction d'une digue dirigeant le courant de la Falémé dans la direction du courant du fleuve Sénégal, et par des épis réduisant le profil en travers du fleuve Sénégal et augmentant ainsi la force tractrice du fleuve.

Le modèle réduit servira à la détermination de l'aménagement et de la position les plus favorables de la digue et des épis, de façon

- à éviter un courant transversal gênant la navigation
- à réduire la retenue du fleuve Sénégal par la Falémé et
- à trouver une solution favorable financièrement.

Le lit du fleuve Sénégal du PK 844 à 850,5 sur une longueur d'environ 500 m, devra être reproduit dans le modèle à l'échelle de 1/100.

### 8.3.3 Modèle du seuil de Khabou

Dans le secteur du seuil de Khabou, le lit d'étiage serpente cinq fois d'une rive à l'autre dans le lit mineur presque rectiligne sur une longueur de plus de 6 km. Pour réduire les dragages d'entretien dans ce seuil dans des proportions acceptables, la position du chenal navigable devra être stabilisée au moyen d'épis et de panneaux de surface et en même temps la force tractrice du fleuve devra être augmentée.

La tâche du modèle hydraulique consistera à trouver une solution favorable du point de vue financier et à étudier:

- la largeur à aménager la plus appropriée,
- la distance entre les épis à exécuter et
- les vitesses du courant au fond du fleuve et à la surface, aussi bien pendant les basses eaux que pendant la crue, pour pouvoir ainsi déterminer les influences sur la navigation et les incidences sur la force tractrice et pour étudier les modifications du fond.

Le fleuve doit être reproduit dans le modèle entre les PK 861 et PK 872 à l'échelle de 1/100.

### 8.3.4 Programme des études sur modèles réduits

L'offre pour la réalisation des modèles réduits a été transmise à l'OMVS, accompagnée des recommandations d'exécution.

S'il n'est pas possible de financer les modèles dans le cadre de la deuxième phase des études, il est recommandé de les réaliser avant les travaux d'aménagement. Les dos-

siers d'appel d'offres seront rédigés de telle façon qu'il soit possible d'adapter facilement les ouvrages aux résultats des modèles réduits.

#### 8.4 Travaux d'aménagement par la Direction de la Voie Navigable

La description des tronçons du fleuve et la définition des travaux d'aménagement des avant-projets (Mission A.1.5, article 6) comprennent également les travaux à entreprendre par la Direction de la Voie Navigable. Ce sont des dragages et des ouvrages de correction à exécuter en plus des travaux d'entretien courants:

- Construction des ouvrages de correction afin de supprimer les dédoublements et les surlargeurs locales
- Suppression des courbes étroites par percements ou par arrondissements de la rive convexe (Boki, Siouré)
- Protection des berges concaves par des panneaux de surface
- Amélioration du tracé du chenal navigable.

#### 8.5 Mise en service des bateaux exclusivement fluviaux

Conformément aux Termes de Référence, des types de bateau appropriés à la circulation aussi bien sur le fleuve Sénégal que dans la région côtière entre St-Louis et les ports voisins pour une houle moyenne ont été étudiés dans la première phase. Suite aux commentaires de l'OMVS sur le rapport final de la Mission A.1.9, il a été examiné dans quelle mesure une réduction des investissements et du prix de revient peut être obtenue par une

simplification de la forme des bateaux et par la limitation à la circulation fluviale.

En tant que supplément, l'article 7 de la Mission A.1.9 contient les résultats des études suivantes:

- La mise en service de bateaux sur le fleuve seulement permet de renoncer à la proue ronde et de la remplacer par la forme de proue d'origine des types de barges Europe II. Ceci permet de diminuer les coûts de construction, laissant la possibilité aux chantiers navals locaux de présenter également des offres pour les bateaux, et, le cas échéant, meilleur marché que les chantiers navals européens.
- La suppression de la mise en service des bateaux pour une houle moyenne permet également de diminuer la hauteur latérale de 3,20 m, prévue jusqu'à présent, à 2,60 m. En conséquence, environ 25 t peuvent être chargées en plus pour le même enfoncement.
- La diminution de la hauteur latérale et la construction plus simple de la proue permettent d'économiser des investissements d'environ 8,5 % pour les barges et d'environ 4,5 % pour les barges automotrices.

Les incidences de cette réduction des investissements sur le prix de revient ont été évaluées dans un supplément à la Mission A.1.11 (article 14). Les prix de revient de la Compagnie de Navigation (coûts d'administration non compris) sont réduits de:

- 3,5 % pour les marchandises diverses
- 3 % pour les hydrocarbures
- 3,5 à 4 % pour les marchandises en vrac.

Les coûts de transport indiqués à l'article 10.4.3 de la Mission A.1.10 tiennent également compte de ces économies.

## 8.6

Etude des lieux d'emprunt des matériaux

La Mission B.2, Etude des Sols, comprend dans son tome II une étude sur les lieux d'emprunt des différents matériaux de construction aussi bien dans le lit du fleuve proprement dit que dans l'environnement direct. D'après cet exposé, seules les roches excavées dans le lit du fleuve sont appropriées à la construction des ouvrages en empierrements. L'utilisation des ces matériaux n'est cependant possible qu'en partie, étant donné que, vu le procédé de déroctage et les épaisseurs de déblai relativement faibles, la quantité de pierres avec les dimensions requises ne sera probablement pas suffisante.

Le projet d'exécution a été élaboré, par mesure de précaution, avec une quote-part de pierres extraites dans une carrière. A cet effet, des études supplémentaires sur les possibilités d'emprunt ont été élaborées, à savoir:

- Etude des publications et des cartes concernant la géologie du bassin du fleuve Sénégal à la "Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe" de Hanovre (Institut Fédéral des Sciences Géologiques et des Matières Premières).
- Discussions sur la géologie de l'Afrique Occidentale avec des experts.
- Dépouillement des cartes géologiques et des explications y relatives disponibles à Dakar.

Les résultats de ces études sont donnés plus en détail à l'article 2.2.4 et représentés sur le plan géographique T 6161-22-1.5.

## 8.7 Discussion des avant-projets avec des experts européens

Avant l'élaboration du projet définitif, les données de base et les résultats obtenus de l'avant-projet ont fait l'objet de discussions avec

- des experts des divisions techniques des administrations des Voies Navigables du Rhin et de la Weser et
- des experts de l'aménagement des fleuves de la "Bundesanstalt für Wasserbau" (Institut fédéral hydraulique) de Karlsruhe.

Ces discussions ont eu pour but de réunir une multitude d'expériences pour le projet.

Les matières des discussions et les résultats détaillés s'y rapportant ont été les suivants:

- L'appel d'offres pour les travaux de dragage et de dérochement seront rédigés de telle façon que les tolérances de l'exécution ne seront pas décomptées, mais devront être comprises dans les prix unitaires. Par ce procédé de décompte, l'entrepreneur cherchera à dépasser le moins possible le profil requis. Du point de vue hydraulique, les surprofils et les abaissements des niveaux d'eau en résultant seront largement évités.
- Sur la base des expériences acquises sur le Mississipi, les inclinaisons des talus des ouvrages peuvent être réduites par rapport aux données de l'avant-projet. Les questions hydrauliques relatives à la vitesse du courant et au principe de l'aménagement (approfondissement du lit par dragages et stabilisation des secteurs critiques par des ouvrages) sont similaires sur le cours inférieur du Mississipi et sur le fleuve Sénégal.

- La hauteur de crête des ouvrages sera dimensionnée sur le niveau d'eau formant le lit. En raison de la régularisation par le barrage de Manantali, le niveau d'eau formant le lit est celui des basses eaux, pendant environ huit mois. Ainsi, les ouvrages ne seront recouverts d'eau et invisibles pour la navigation que pendant la crue.

#### 8.8 Dossiers d'appel d'offres pour les bateaux et l'équipement lourd

Dans son offre, le Groupement n'a prévu d'élaborer les avant-projets de la première phase que de façon que l'OMVS puisse préparer les dossiers d'appel d'offres pour les équipements de la Direction de la Voie Navigable et de la Compagnie de Navigation.

Etant donné que la Direction devra commencer les travaux d'entretien immédiatement après les dragages et que la Compagnie devra commencer les transports fluviaux le plus tôt possible, les dossiers d'appel d'offres suivants seront élaborés au cours de la deuxième phase:

- Equipement lourd de la Direction de la Voie Navigable (12 engins ou bateaux)
- Barges et barges automotrices pour le transport des marchandises diverses et des hydrocarbures, aussi bien pour la circulation exclusivement fluviale que la circulation fluvio-maritime.

9. Consignes de surveillance et d'entretien de la voie navigable

9.1 Généralités

Le caractère naturel du fleuve Sénégal sera maintenu également après la régularisation des débits par le barrage de Manantali et l'aménagement pour la navigation. Par conséquent, le fond du fleuve subira des modifications pendant la crue. En outre, des érosions des berges non consolidées et des alluvionnements dans le chenal navigable en résultant seront à escompter. Afin de pouvoir constater à temps les modifications et de pouvoir prendre les mesures requises, la profondeur et la largeur du chenal navigable doivent être surveillées en permanence.

A cet effet, une Direction de la Voie Navigable sera créée, avec trois arrondissements pour la phase initiale. Dès que le travail de ces arrondissements prendra plus d'ampleur, en raison du trafic croissant, deux arrondissements supplémentaires pourront être créés. A côté de la surveillance, les arrondissements seront chargés de petits travaux d'entretien et du balisage du chenal navigable.

Les travaux d'entretien proprement dits, tels que les dragages du chenal navigable et les travaux aux ouvrages de correction seront exécutés par une flotte placée sous la compétence directe de la Direction. Cette flotte sera assistée au cours des travaux dans chaque tronçon par les arrondissements considérés.

## 9.2 Surveillance de la voie navigable

### 9.2.1 Surveillance hydrologique

Le projet d'aménagement est basé sur les niveaux d'eau d'un débit de référence influencé par:

- les précipitations dans les régions des sources du fleuve Sénégal,
- l'exploitation du barrage de Manantali,
- les prélèvements pour l'agriculture et
- l'évaporation.

Le service hydrologique de la Direction de la Voie Navigable aura pour tâche de constater:

- les débits régularisés mis effectivement à la disposition de la navigation et
- les niveaux d'eau existant pour des débits constants et pour le lit aménagé.

Tout de suite après la régularisation, la Direction devra commencer les jaugeages des débits, en vérifiant le rapport à la hauteur d'eau des échelles, à savoir:

- pour les courbes d'étalonnage déjà existantes des échelles limnimétriques entre Boghé et Kayes, afin de constater leurs modifications, et
- pour les échelles limnimétriques construites dans le cadre des travaux d'aménagement, afin d'obtenir de nouvelles courbes d'étalonnage.

Pour chaque courbe d'étalonnage, quatre jaugeages au moins devront être exécutés par an pendant les basses eaux. Des jaugeages supplémentaires sont cependant recommandés aussi bien pendant la crue que la décrue.

Chaque jaugeage devrait être exécuté deux fois dans un même profil, en tant que jaugeage d'aller et de retour, afin de compenser les erreurs et d'éviter des fautes.

La Direction devra effectuer les mesurages des pentes du niveau d'eau dans les secteurs des ouvrages de correction, avec en même temps le jaugeage du débit. Les résultats de ces mesurages permettront d'évaluer l'influence des ouvrages sur la rugosité hydraulique du lit, qui pourra être prise en considération lors du projet des ouvrages à venir.

Les mesurages des pentes seront à exécuter sur un tronçon s'étendant sur 3 km en amont et 3 km en aval du secteur aménagé. Ce tronçon devra être équipé d'échelles distantes de 2 km au maximum les unes des autres et qui seront lues les unes après les autres, cinq fois de suite. Le débit sera à déterminer au début et à la fin des mesurages des pentes.

#### 9.2.2 Contrôle des points fixes et des échelles

Tous les secteurs des seuils seront équipés de repères de nivellement en vue des travaux d'aménagement. La Direction devra vérifier le bon état de ces repères. Le cas échéant, des nivellements de contrôle devront être exécutés aux points voisins.

Lors des contrôles, les environs directs seront à débroussailler, etc., et les entassements à déblayer.

### 9.2.3 Contrôle du chenal navigable

La profondeur du chenal navigable devra être vérifiée après le passage de la crue annuelle. Les bateaux de contrôle des arrondissements devront donc commencer les travaux bathymétriques déjà pendant la décrue.

En dehors des seuils, un contrôle de l'axe du chenal navigable au moyen d'un écho-sondeur en marche et à vitesse réduite du bateau bathymétrique sera suffisant. La situation du bateau sur le fleuve pourra être déterminée par des bornes kilométriques, le balisage et des repères de terrain à l'aide de cartes.

La profondeur dans les secteurs des seuils devra être contrôlée aussi bien dans l'axe que sur les bords du chenal navigable. S'il est constaté au cours de tels trajets que la profondeur est insuffisante, la position du bateau bathymétrique sera repérée et le secteur en question sera ensuite déterminé par des profils en travers distants de 50 m en moyenne les uns des autres.

Les profils en travers devront être déterminés à partir de la ligne de base tracée au cours des travaux d'aménagement. Si les seuils se déplacent, la Direction devra prolonger la ligne de base en relation.

La profondeur d'eau devra être vérifiée au moyen du cadre de sondage après les dragages d'entretien. Les profils en travers devront, de plus, être contrôlés afin de pouvoir constater si les tolérances de dragage ont été respectées et, le cas échéant, de pouvoir prendre des mesures préventives pour les travaux à venir.

La décision de la Direction concernant la construction des ouvrages supplémentaires sera basée, entre autres, sur les études susmentionnées.

#### 9.2.4 Contrôle des ouvrages de correction

Les ouvrages devront être contrôlés avant la crue, afin de constater s'ils ont été endommagés par des tiers et nécessitent donc des réparations. Après la crue, il faudra vérifier si des affouillements ne se sont pas formés dans le secteur des ouvrages, mettant en danger la stabilité. De plus, le fond du fleuve devra être levé après chaque crue dans chaque secteur aménagé par des ouvrages. Les levés devront être effectués sur une longueur où des modifications sont survenues ou sont à escompter.

#### 9.2.5 Repérage des obstacles dans le lit

Lors des sorties de contrôle effectuées par les arrondissements, il faudra faire attention si des obstacles ne sont pas tombés dans le lit du fleuve, pouvant ainsi gêner la navigation. Ceux-ci sont par exemple:

- troncs et souches d'arbres qui sont tombés dans le lit à la suite d'éboulements des berges,
- filets de pêche, etc..

#### 9.2.6 Contrôle du balisage

L'état du balisage du chenal navigable devra être continuellement contrôlé par les bateaux-baliseur des arrondis-

sements. Les principaux points suivants devront être contrôlés:

- l'état des bouées et des balises,
- la position correcte, à vérifier convenablement au cours des travaux bathymétriques sur le chenal navigable
- la visibilité des balises (broussailles et autres)
- les signaux manquants ou inutiles.

#### 9.2.7 Contrôle des installations de tiers

Les arrondissements devront vérifier si les installations de tiers dans le lit du fleuve ou à proximité immédiate portent ou pourraient porter préjudice à la navigation. Il faudra faire particulièrement attention:

- aux installations de prélèvement pour l'irrigation
- aux escales et installations de transbordement
- aux ponts et lignes aériennes
- aux conduites ou câbles enterrés dans le lit du fleuve.

### 9.3 Travaux d'entretien de la voie navigable

#### 9.3.1 Dragages

Les dragages d'entretien devront être exécutés au plus tard lorsque la profondeur d'eau effective par rapport au débit de référence, est égale à 2,0 m.

La flotte de dragage devrait commencer son travail après la crue par le seuil le plus en aval et procéder en deux phases. Les alluvionnements barrant le chenal navigable ou

gênant fortement la navigation, seront à supprimer en priorité dans une première phase. Dans une deuxième phase, il faudra supprimer les autres alluvionnements.

Le sol excavé sera déposé hors du lit mineur, sur les sites de refoulement déjà préparés au cours des travaux d'aménagement. S'il est constaté que les sols peuvent être déversés dans les affouillements du lit, la Direction devra appliquer ce procédé aux endroits appropriés.

### 9.3.2 Entretien des ouvrages de correction

La Direction disposera d'une benne sur chaland pour les travaux aux ouvrages de correction. Les pierres requises pour ces travaux seront extraites de la carrière ouverte au cours des travaux d'aménagement.

- Les travaux à effectuer aux ouvrages de correction seront:
- empièvements de la tête des épis en cas d'affouillements,
  - travaux supplémentaires aux ouvrages existants (allongement des épis par ex.),
  - construction d'ouvrages supplémentaires, comme épis intermédiaires, allongement du secteur aménagé,
  - protection du fond dans le secteur des ouvrages ou en aval de ceux-ci, dans le cas d'un approfondissement excessif et
  - remplissage de la surface des épis et des digues avec du mortier dans le cas d'attaques par le courant extrêmement fort ou d'endommagements par les riverains, etc..

Les travaux aux ouvrages seront à effectuer pendant les basses eaux, dans la mesure du possible.

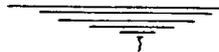
### 9.3.3 Entretien du balisage

Les travaux à exécuter par les bateaux-baliseurs des arrondissements seront:

- l'adaptation du balisage à la situation actuelle du chenal navigable, après les recherches des bateaux de contrôle et bathymétriques,
- la pose des signaux de balisage dans d'autres secteurs du fleuve, conformément au besoin,
- la réparation des signaux de balisage ainsi que des dispositifs de support et de fixation et
- la suppression des signaux aux endroits périmés.

La livraison des signaux pour le balisage initial du chenal navigable comprendra une quantité de bouées et de balises suffisante pour un entretien de deux ans. Les signaux seront répartis sur les dépôts des arrondissements et seront à la disposition des baliseurs en tant que réserve pour les signaux endommagés et en tant que signaux supplémentaires.

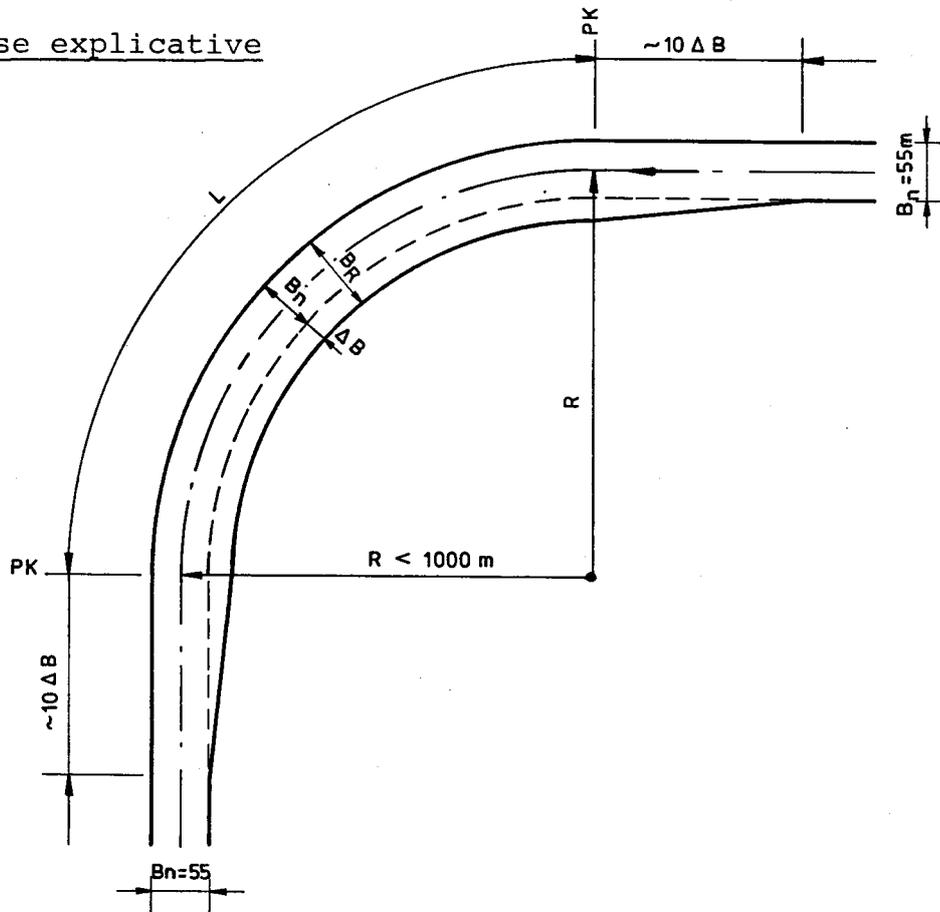
La rénovation des peintures et une partie des réparations pourront être exécutées à bord des baliseurs, afin de permettre une réutilisation des signaux au même endroit ou à un autre endroit. Les réparations importantes seront effectuées aux ateliers des arrondissements ou à l'atelier central.



Annexe I

Secteurs d'élargissement du fond  
du chenal navigable

Esquisse explicative



Plan N <sup>o</sup> Désignation	PK	L	R	B <sub>r</sub>	Observations
	du...au...	m	m	m	
T6161-22-2.1 Podor	246,5 - 247,2	700	300	85	
	247,4 - 248,0	600	350	80	
	258,3 - 258,8	500	900	60	
	272,2 - 273,0	800	300	85	
T6161-22-2.2 Donaye	274,9 - 276,4	1 500	900	60	
	278,8 - 280,7	1 900	800	60	
	283,2 - 283,4	200	300	85	
	283,4 - 283,8	400	800	60	
	285,6 - 286,2	600	700	65	
	286,7 - 287,6	300	600	65	
	287,6 - 288,3	700	800	60	
	289,6 - 290,8	1 200	700	65	
	293,9 - 294,8	900	500	70	
	297,8 - 298,6	800	600	65	
301,6 - 302,5	900	700	65		
T6161-22-2.3 Lahel	304,1 - 305,0	900	350	80	
	305,6 - 306,4	800	300	85	
	306,7 - 307,1	400	600	65	
	307,1 - 307,5	400	300	85	
	308,5 - 309,2	700	250	90	
	318,6 - 319,3	700	700	65	
	319,7 - 320,3	600	450	75	
	320,7 - 321,0	300	800	60	
	321,0 - 321,6	600	400	75	
	321,6 - 322,0	400	800	60	
	323,2 - 323,9	700	500	70	
	323,9 - 324,4	500	900	60	
	324,9 - 325,7	800	700	65	
	328,2 - 329,1	900	400	75	
	329,7 - 330,1	400	300	85	
330,6 - 331,3	700	700	65		
332,3 - 333,3	1 000	900	60		

Plan N° Désignation	PK	L	R	B <sub>r</sub>	Observations
	du...au...	m	m	m	
T6161-22-2.4 Wa-Wa	333,9 - 334,9	1 000	500	70	
	337,1 - 337,5	400	700	65	
	337,5 - 338,1	600	350	80	
	346,5 - 347,5	1 000	900	60	
	354,5 - 354,8	300	300	85	
	355,1 - 355,7	600	500	70	
T6161-22-2.5 Boghé	374,8 - 375,7	900	800	60	
	376,4 - 377,1	700	700	65	
	378,5 - 379,2	700	600	65	Dragage
	380,5 - 381,3	800	900	60	Dragage
	382,7 - 382,9	200	500	70	Dragage
	383,1 - 383,6	500	300	85	Dragage
	383,6 - 384,0	400	900	60	Dragage
T6161-22-2.6 Walaldé	390,9 - 391,8	900	250	90	Dragage
	400,9 - 401,5	600	300	85	
	410,5 - 412,1	1 600	900	60	
	412,3 - 412,6	300	800	60	
	412,6 - 413,1	500	350	80	Dragage
	413,1 - 413,5	400	250	90	Dragage
	415,8 - 416,5	700	600	65	Dragage
T6161-22-2.7 Kaskas	433,6 - 434,2	600	500	70	Dragage
T6161-22-2.8 Thioubalel	440,5 - 440,8	300	800	60	Dragage
	443,1 - 443,9	800	700	65	Dragage
	443,9 - 444,7	800	500	70	Dragage
	447,1 - 447,9	800	600	65	Dragage
	450,8 - 451,2	400	425	75	Dragage
	451,2 - 451,8	600	600	65	Dragage
	454,9 - 455,5	600	350	80	Dragage
	461,1 - 461,6	500	250	90	Dragage

Plan N <sup>o</sup> Désignation	PK	L	R	B <sub>r</sub>	Observations
	du...au...	m	m	m	
T6161-22-2.8 Thioubalel	465,1 - 465,6	500	300	85	
	466,3 - 467,3	1 000	800	60	Dragage
	467,7 - 467,9	200	300	85	Dragage
	467,9 - 468,2	300	225	95	Dragage
T6161-22-2.9 Saldé	474,9 - 476,0	1 100	800	60	Dragage
	478,0 - 478,7	700	800	60	
	479,5 - 480,0	500	800	60	
	484,5 - 485,0	500	350	80	
	485,8 - 486,3	500	500	70	Dragage
	488,3 - 488,9	600	450	75	Dragage
T6161-22-2.10 Varafoundé	505,8 - 506,6	800	900	60	
	519,5 - 520,1	600	500	70	
T6161-22-2.11 Kaédi	541,8 - 542,3	500	800	60	
	542,5 - 543,0	500	400	75	
	543,0 - 543,4	400	700	65	
	545,0 - 545,3	300	500	70	Dragage
	545,4 - 545,9	500	500	70	Dragage
	546,1 - 546,4	300	600	65	Dragage
	560,6 - 561,5	900	500	70	
T6161-22-2.12 Djowol	571,0 - 571,6	600	800	60	Dragage
	572,3 - 573,6	1 300	900	60	Dragage
	577,1 - 577,8	700	700	65	Dragage
	579,4 - 580,2	800	700	65	
T6161-22-2.13 Sadél	590,2 - 592,0	1 800	800	60	
	594,9 - 595,5	600	350	80	
	610,4 - 611,6	1 200	700	65	
	611,6 - 612,3	700	500	70	
	613,2 - 614,7	1 500	700	65	Dragage

Plan N <sup>o</sup> Désignation	PK	L	R	B <sub>r</sub>	Observations
	du...au...	m	m	m	
T6161-22-2.14 Matam	616,4 - 616,9	500	700	65	Dragage
	628,6 - 629,3	700	500	70	
	632,5 - 633,1	600	800	60	
	634,2 - 634,9	700	600	65	
	635,3 - 636,1	800	800	60	Dragage
T6161-22-2.15 Thiénping	644,3 - 645,5	1 200	900	60	Dragage
	660,3 - 661,5	1 200	400	75	
	661,6 - 662,6	1 000	400	75	
	666,5 - 666,9	400	800	60	Dragage
T6161-22-2.16 Ornoldé	687,6 - 688,1	500	500	70	
	688,1 - 688,6	500	400	75	
	694,6 - 695,2	600	800	60	
T6161-22-2.17 Ganguel- Soulé	697,8 - 698,1	300	600	65	
	698,7 - 699,7	1 000	700	65	
	700,1 - 700,7	600	700	65	Dragage
	701,0 - 701,4	400	800	60	Dragage
	703,6 - 704,2	600	800	60	Dragage
	712,1 - 712,4	300	700	65	
T6161-22-2.18 Waoundé	721,9 - 722,3	400	600	65	
	729,0 - 729,3	300	800	60	Dragage
	729,5 - 730,1	600	500	70	Dragage
	746,1 - 746,7	600	800	60	Dragage
T6161-22-2.19 Dembankané	760,2 - 761,0	800	700	65	Dragage
	773,4 - 774,4	1 000	500	70	
	774,4 - 775,0	600	700	65	
T6161-22-2.20 Diawara	791,3 - 792,1	800	900	60	
	792,8 - 793,3	500	600	85	Dérochement, Dragage
	793,7 - 793,9	200	600	65	Dragage
	794,2 - 794,6	400	600	65	Dragage
	794,8 - 795,1	300	600	65	Dragage

Plan N <sup>o</sup>	PK	L	R	B <sub>r</sub>	Observations
Désignation	du...au...	m	m	m	
T6161-11-2.21 Bakel	814,8 - 815,1	300	500	70	Dragage
	815,3 - 815,6	300	700	65	Dragage
	816,4 - 817,3	900	600	65	
T6161-22-2.23 Aroundou	856,0 - 856,6	600	900	60	
T6161-22-2.25 Toumba- bounkané	894,5 - 894,9	400	600	65	Dragage
	895,1 - 895,9	800	800	60	Dragage

Annexe II

Travaux de dragage  
en aval du PK 905

N°	Seuil	Début	Fin	Longueur	Volume d'exca- vation		Surface du fond	Epais- seur moyenne 1)	Site de refou- lement	Distance moyenne de transport	Observations
					Sol meuble	Roche					
					PK	PK					
1	Boghé	378,4	381,5	3,1	23 000	-	33 000	0,70	378,0	2,0	
2	Démèt	382,0	384,5	2,5	65 000	-	75 000	0,85	378,0	5,3	max. B = 85 m
3	Boki	391,0	392,0	1,0	7 000	-	14 000	0,50	378,0	13,5	max. B = 90 m
4	Woki	408,0	408,8	0,8	7 000	-	23 000	0,30	426,9	18,5	
5	Siouré	412,7	416,2	3,5	2 000	-	4 000	0,50	426,9	12,5	max. B = 90 m
6	Toundé Killa	420,8	421,6	0,8	3 000	-	4 000	0,75	426,9	5,7	
7	Kaskas	426,3	429,1	2,8	28 000	-	64 000	0,45	426,9	0,8	
8	Doungel	433,0	434,2	1,2	8 000	-	16 000	0,50	426,9	6,7	
9	Dioudé Diabé	436,0	445,0	9,0	144 000	15 000	242 000	0,65	438,1	2,4	
10	Bito	447,8	448,8	1,0	8 000	-	15 000	0,55	438,1	10,2	
11	Thioubalel	450,0 454,8	451,5 456,0	2,7	46 000	-	63 000	0,75	450,5	2,6	max. B = 80 m
12	Abdallah	458,5	463,0	4,5	26 000	-	72 000	0,35	450,5	10,3	max. B = 90 m
13	Diâranguel	466,0	470,5	4,5	46 000	-	81 000	0,55	450,5	17,8	max. B = 95 m Entame de la berge
14	Taitaba	472,0	476,0	4,0	95 000	-	124 000	0,75	471,3	2,7	
15	Saldé	480,8	483,0	2,2	23 000	-	41 000	0,55	471,3	10,6	
16	Vending	485,6 487,8	486,3 490,3	3,2	39 000	-	53 000	0,75	471,3	16,2	max. B = 75 m
17	M'Bagne	495,8	496,6	0,8	4 000	-	12 000	0,35	501,8	5,6	
18	Dâwalel	502,5	504,5	2,0	32 000	2 000	61 000	0,55	501,8	1,7	
	Report	-	-	49,6	606 000	17 000	997 000	-	-	-	-

(R)... Eventuellement rocheux

1) Exactitude ± 0,05 m

N°	Seuil	Début	Fin	Long- gueur	Volume d'exca- vation		Surface du fond	Epais- seur moyenne 1)	Site de refou- lement	Distance moyenne de transport	Observations
					Sol meuble	Roche					
					PK	PK					
	Report	-	-	49,6	606 000	17 000	997 000	-	-	-	-
19	Daébe	528,6	529,6	1,0	8 000	-	31 000	0,25	531,2	2,1	
20	Kerr	533,0	533,6	0,6	9 000	2 000	24 000	0,45	531,2	2,1	Graveleux en partie
21	Kaédi	536,0	541,0	5,0	39 000	-	150 000	0,25	531,2	7,3	
22	Orenata	544,0	548,5	4,5	23 000	-	86 000	0,25	531,2	15,1	
23	Gâwol	555,5	559,8	4,3	43 000	-	115 000	0,35	553,8	3,9	
24	Guiraye	562,5	565,0	2,5	26 000	-	91 000	0,30	553,8	10,0	
25	Djowol	571,0	572,4	1,4	2 000	-	8 000	0,25	568,9	2,8	(R)
26	Dôndou	577,4	578,2	0,8	4 000	-	23 000	0,15	568,9	8,9	
27	N'Guidjilone	584,0	586,5	2,5	44 000	-	94 000	0,45	568,9	16,4	
28	Oudourou	603,5	605,0	1,5	12 000	-	40 000	0,30	609,0	4,8	
29	Koundél	613,8	617,5	3,7	15 000	-	65 000	0,25	609,0	6,7	
30	Matam	635,7	636,2	0,5	2 000	-	10 000	0,20	651,5	15,6	
31	Diandjoli	644,8	646,0	1,2	1 000	-	22 000	0	651,5	6,1	
32	El Hadj Oumar	651,5	655,0	3,5	31 000	-	142 000	0,20	651,5	1,8	
33	Thiépning	655,5	658,0	2,5	52 000	-	109 000	0,50	651,5	5,3	
34	Odobéré	665,0	666,6	1,6	55 000	-	74 000	0,75	651,5	14,3	
35	N'Gano	674,4 676,4	675,2 677,6	2,0	45 000	-	88 000	0,50	676,1	1,1	
	Report	-	-	88,7	1 017 000	19 000	2 169 000	-	-	-	-

N°	Seuil	Début	Fin	Longueur	Volume d'exca- vation		Surface du fond	Epais- seur moyenne 1)	Site de refou- lement	Distance moyenne de transport	Observations
					Sol meuble	Roche					
					PK	PK					
	Report	-	-	88,7	1017 000	19 000	2 169 000	-	-	-	-
36	Barmatia	681,7	682,0	0,3	6 000	-	9 000	0,65	676,1	5,8	
37	Gouriki	700,1 704,0	701,3 705,0	2,2	31 000	-	94 000	0,35	697,0	5,6	
38	Goumal	718,8	720,2	1,4	22 000	-	57 000	0,40	697,0	22,5	
39	Waoundé	728,0	731,8	3,8	30 000	-	65 000	0,45	727,2	2,7	
40	Guelle	735,4	741,5	6,1	40 000	-	113 000	0,35	727,2	11,3	(R)
41	Gourel Dara	746,6	747,6	1,0	34 000	-	32 000	1,05	727,2	19,9	
42	Adabéré	760,0	763,0	3,0	21 000	-	139 000	0,15	759,3	2,2	
43	Yerma	765,7	767,3	1,6	25 000	-	70 000	0,35	759,3	7,2	
44	Moudéri	779,0 785,5	779,6 790,2	5,3	70 000	-	253 000	0,30	783,6	4,3	
45	Diawara	792,6	799,0	6,4	76 000	47 000	231 000	0,55	783,6	12,2	Barrière rocheuse max. B = 85 m
46	Guilde	801,3	808,0	6,7	95 000	-	186 000	0,50	795,7	9,0	(R)
47	Tuabo	809,9	813,2	3,3	39 000	-	115 000	0,35	810,8	0,8	
48	Bakel	814,4	815,4	1,0	21 000	-	34 000	0,60	810,8	4,1	
49	Sassimakana	819,5	823,0	3,5	87 000	-	152 000	0,55	810,8	10,5	
	Report	-	-	134,3	1614 000	66 000	3 719 000	-	-	-	-

N°	Seuil	Début	Fin	Longueur	Volume d'exca- vation		Surface de fond	Epais- seur moyenne 1)	Site de refou- lement	Distance moyenne de transport	Observations
					Sol meuble	Roche					
					PK	PK					
	Report	-	-	134,3	1 614 000	66 000	3 719 000	-	-	-	-
50	Koungani	825,5	828,8	3,3	145 000	1 000	172 000	0,85	825,5	1,7	
51	Golmi	830,3	836,0	5,7	58 000	2 000	122 000	0,50	825,5	7,7	
52	Yaféra	839,4	841,2	1,8	27 000	-	82 000	0,35	839,2	1,1	(R)
53	Goutioubé	845,8	850,8	5,0	181 000	3 000	238 000	0,75	839,2	9,1	Embouchure de la Falémé
54	Ségala	857,0	859,0	2,0	15 000	-	50 000	0,30	839,2	18,8	(R)
55	Khabou	860,4	870,2	9,8	316 000	15 000	438 000	0,75	862,4	2,9	Fond en partie rocheux
56	Digokori	876,0	881,0	5,0	82 000	5 000	188 000	0,45	875,3	3,2	
57	Goussela	882,3	890,6	8,3	110 000	-	279 000	0,40	883,3	3,2	
58	Somone	891,8	900,0	8,2	92 000	-	210 000	0,45	883,3	12,6	(R)
	Somme totale	-	-	183,4	2 640 000	92 000	5 498 000	-	-	-	-

Annexe III

Travaux de dérochement et  
excavation du sol en amont d'Ambidédi

Volume d'excavation

N°	Seuil	Début	Fin	Longueur	Dérochement			Dragage de sol meuble	Surface du fond	Epaisseur moyenne <sup>1)</sup>
					t ≤ 0,75 m	t > 0,75 m	total			
					m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>			
PK	PK	km	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m		
59	Ambidédi	905,3	912,0	6,7	112 000	68 000	180 000	-	348 000	0,50
60	Moussala	912,0	915,0	3,0	31 000	92 000	123 000	22 000	105 000	1,40
61	Ganyi	915,0	918,5	3,5	67 000	-	67 000	16 000	137 000	0,60
62	Tamboukané	920,3	922,8	2,5	12 000	137 000	149 000	-	125 000	1,20
63	Dakandapé	923,0	928,4	5,4	24 000	369 000	393 000	-	286 000	1,35
64	Samé	930,0	933,4	3,4	13 000	-	13 000	-	89 000	0,15
65	Ortogorel	938,2	946,6	8,4	164 000	11 000	175 000	21 000	379 000	0,50
Total		-	-	-	423 000	677 000	1 100 000	59 000	1 469 000	-

1) Exactitude ± 0,05 m

Mise en place et en dépôts des matériaux dérochés

N°	Seuil	Début	Fin	Volume total de déroche- ment	Mise en place dans le lit mineur		Mise en dépôt en dehors du lit mineur		
					Volume	Capacité de transport	Volume	Dépôt	Capacité de transport
		PK	PK	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> .km	m <sup>3</sup>	PK	m <sup>3</sup> .km
59	Ambidédi	905,3	908,0	63 000	17 000	1 900	46 000	906,5	31 000
		908,0	909,0	15 000	15 000	1 700	-	-	-
		909,0	912,0	102 000	30 000	3 400	72 000	911,7	88 000
60	Moussala	912,0	915,0	123 000	34 000	3 900	89 000	911,7	160 000
61	Ganyi	915,0	918,5	67 000	18 000	2 000	49 000	916,8	43 000
62	Tamboukané	920,3	922,8	149 000	37 000	4 200	112 000	921,8	70 000
63	Dakandapé	923,0	925,5	224 000	56 000	6 300	168 000	924,4	104 000
		925,5	928,4	169 000	41 000	4 600	128 000	926,6	87 000
64	Samé	930,0	933,4	13 000	13 000	1 500	-	-	-
65	Ortogorel	938,2	942,6	110 000	33 000	3 700	77 000	940,4	85 000
		942,6	946,6	65 000	20 000	2 300	45 000	944,4	45 000
Total		-	-	1 100 000	314 000	35 500	786 000	-	713 000

Mise en place et en dépôt des sols meubles excavés

N°	Seuil	Début	Fin	Volume total	Mise en place dans le lit mineur		Mise en dépôt en dehors du lit mineur		
					Volume	Capacité de transport	Volume	Dépôt	Capacité de transport
					PK	PK	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> .km
59	Ambidédi	905,3	912,0	-	-	-	-	-	-
60	Moussala	912,0	915,0	22 000	18 000	2 000	4 000	912,8	3 900
61	Ganyi	915,0	918,5	16 000	13 500	1 500	2 500	916,8	2 400
62	Tamboukané	920,3	922,8	-	-	-	-	-	-
63	Dakandapé	923,0	928,4	-	-	-	-	-	-
64	Samé	930,0	933,4	-	-	-	-	-	-
65	Ortogorel	938,2	946,6	21 000	17 500	2 000	3 500	940,4 942,8	3 300
Total		-	-	59 000	49 000	5 500	10 000	-	9 600

Annexe IV

Ouvrages de correction

Travaux et matériaux pour les ouvrages de correction

N°	Seuil	Début	Fin	Types d'ouvra- ges	Préparation du fond	Treillis filtre	Empierrements			
							1 - 10 kg	10 - 40 kg	10 - 30 kg	Total
		PK	PK				1)	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
1	Dioudé Diabé	439,7	442,0	E, D, P	34 200	18 500	5 300	29 200	2 700	37 200
2	N'Guidjilone	584,2	586,6	E, D	14 500	3 600	4 500	15 700	-	20 200
3	Koundél	613,7	614,2	D, P	7 500	3 700	1 200	5 900	800	7 900
4	Goumal	715,5	720,4	E, D, P	84 400	83 800	5 800	36 200	20 000	62 000
5	Koungani	825,3	828,7	E, D, P	53 600	26 100	9 500	23 200	9 500	42 200
6	Goutioubé	845,3	850,4	E, D, P	94 900	70 500	14 200	66 700	14 000	94 900
7	Khabou	862,4	871,8	E, D, P	187 600	92 500	33 000	116 700	19 200	168 900
8	Digokori	875,0	882,0	E, D, P	104 500	55 900	17 100	63 900	10 700	91 700
9	Somone	893,0	898,9	E, D, P	98 800	55 400	15 400	62 500	12 100	90 000
Total		-	-	-	680 000	410 000	106 000	420 000	89 000	615 000

- 1) E = Epi  
D = Digue  
P = Panneau de surface

Lieux d'emprunt et transports fluviaux des matériaux rocheux

N°	Seuil	Début	Fin	Volume de matériaux rocheux	Lieu d'emprunt	Station de transbordement	Transport fluvial	Capacité de transport fluvial
		PK	PK	m <sup>3</sup>	PK	PK	km	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> .km
1	Dioudé Diabé	439,7	442,0	37 200	Carrière	816	375,2	14,0
2	N'Guidjilone	584,2	586,6	20 200	Carrière	816	230,6	4,7
3	Koundél	613,7	614,2	7 900	Carrière	816	202,1	1,6
4	Goumal	715,5	720,4	62 000	Carrière	816	98,1	6,1
5	Koungani	825,3	828,7	22 200 20 000	Carrière - " -	816 1)	11,0 1)	0,2 1)
6	Goutioubé	845,3	850,4	94 900	Carrière	816	31,9	3,0
7	Khabou	862,4	871,8	50 600 18 700 65 500 34 100	Carrière 906,5 911,7 921,8	816 910 910 925	51,1 42,9 42,9 57,9	2,6 0,8 2,8 2,0
8	Digokori	875,0	882,0	11 500 68 400 11 800	921,8 924,4 926,6	925 925 925	46,5 46,5 46,5	0,5 3,2 0,5
9	Somone	893,0	898,9	40 300 31 400 18 300	926,6 940,4 944,4	925 942 942	29,1 46,1 46,1	1,2 1,4 0,8
Total		-	-	615 000	-	-	-	45,4

1) Transport par voie terrestre

Annexe V

Implantation du balisage

PK du ... au ...	Seuil	Bouées		Balises		Total
		Rive droite	Rive gauche	Rive droite	Rive gauche	
0 - 244,0	-	34	54	32	45	165 <sup>1)</sup>
244,0 - 378,4	-	-	-	6	4	10
378,4 - 381,5	Boghé	1	1	1	1	4
381,5 - 382,0	-	-	-	-	-	-
382,0 - 384,5	Démèt	2	5	-	-	7
384,5 - 391,0	-	-	-	1	1	2
391,0 - 392,0	Boki	-	2	-	-	2
392,0 - 408,0	-	2	-	1	-	3
408,0 - 408,8	Woki	-	-	-	-	-
408,8 - 412,7	-	1	-	1	-	2
412,7 - 416,2	Siouré	3	1	-	-	4
416,2 - 420,8	-	-	-	2	1	3
420,8 - 421,6	Toundé Killa	-	2	-	-	2
421,6 - 426,3	-	-	-	2	1	3
426,3 - 429,1	Kaskas	3	3	-	1	7
429,1 - 433,0	-	-	-	2	-	2
433,0 - 434,2	Doungel	1	-	-	-	1
434,2 - 436,0	-	-	-	2	-	2
436,0 - 445,0	Dioudé Diabé	7	2	2	-	11
445,0 - 447,8	-	-	-	-	-	-
447,8 - 448,8	Bito	-	-	1	-	1
448,8 - 450,0	-	-	-	1	-	1
450,0 - 456,0	Thioubalel	2	3	-	-	5
456,0 - 458,5	-	-	-	-	-	-
458,5 - 463,0	Abdallah	-	2	2	3	7
463,0 - 466,0	-	-	-	-	-	-
466,0 - 470,5	Diâranguel	3	1	1	1	6
470,5 - 472,0	-	-	-	-	-	-
472,0 - 476,0	Taitaba	2	3	-	-	5
476,0 - 480,8	-	1	1	2	1	5
480,8 - 483,0	Saldé	1	2	-	1	4
483,0 - 485,6	-	-	2	-	-	2
485,6 - 490,3	Vending	1	4	-	-	5
490,3 - 495,8	-	-	-	3	2	5
0 - 495,8	-	64	88	62	62	276

1) D'après l'Atlas Nautique

1. Plans généraux

- T 6161-22-1.1 Plan général du Fleuve Sénégal  
1/2 500 000
- T 6161-22-1.2 Plan des seuils  
1/500 000
- T 6161-22-1.3 Profil en long du talweg et seuils  
1/20 000/200
- T 6161-22-1.4a) Secteurs d'excavation et transport  
des matériaux
- T 6161-22-1.5 Gisements des matériaux de construction  
1/200 000

2. Tracé du chenal navigablePlans 1/20 000

T 6161-22-2.1	PK 244,0	au	PK 274,2	Podor
-2.2	PK 274,2	au	PK 303,9	Donaye
-2.3	PK 303,9	au	PK 333,2	Lahel
-2.3	PK 333,2	au	PK 358,8	Wa-Wa
-2.5	PK 358,8	au	PK 388,7	Boghé
-2.6	PK 388,7	au	PK 418,6	Walaldé
-2.7	PK 418,6	au	PK 438,8	Kaskas
-2.8	PK 438,8	au	PK 472,3	Thioubalel
-2.9	PK 472,3	au	PK 502,3	Saldé
-2.10	PK 502,3	au	PK 532,5	Varafoundé
-2.11	PK 532,5	au	PK 568,0	Kaédi
-2.12	PK 568,0	au	PK 588,8	Djowol
-2.13	PK 588,8	au	PK 616,7	Sadél
-2.14a)	PK 616,7	au	PK 643,0	Matam
-2.15	PK 643,0	au	PK 669,3	Thiénping
-2.16	PK 669,3	au	PK 695,3	Ornoldé
-2.17	PK 695,3	au	PK 720,8	Ganguel Soulé
-2.18	PK 720,8	au	PK 758,5	Waoundé
-2.19	PK 758,5	au	PK 781,3	Demboukané
-2.20	PK 781,3	au	PK 801,0	Diawara
-2.21	PK 801,0	au	PK 820,1	Bakel
-2.22	PK 820,1	au	PK 839,0	Golmi
-2.23	PK 839,0	au	PK 858,8	Aroundou
-2.24	PK 858,8	au	PK 877,8	Khabou
-2.25	PK 877,8	au	PK 897,6	Toumbaboukané
-2.26	PK 897,6	au	PK 915,5	Ambidédi
-2.27	PK 915,5	au	PK 933,7	Samé
-2.28	PK 933,7	au	PK 948,5	Kayes

Coupes longitudinales des seuils, 1/10 000/200

T 6161-22-2.29	PK 378,4 au PK 448,8
-2.30	PK 450,0 au PK 490,3
-2.31	PK 495,8 au PK 586,5
-2.32	PK 603,5 au PK 720,2
-2.33	PK 728,0 au PK 799,0
-2.34	PK 801,3 au PK 859,0
-2.35	PK 860,4 au PK 900,0
-2.36	PK 905,3 au PK 928,4
-2.37	PK 930,0 au PK 946,6

Seuil de Diawara, 1/1 000

T 6161-22-2.38 Travaux de dérochement

### 3. Ouvrages de correction

#### Plans 1/2 000

##### Seuil de Dioudé Diabé

T 6161-22-3.0a) PK 438,5 au PK 439,7  
-3.1a) PK 439,7 au PK 441,6  
-3.2a) PK 441,6 au PK 442,8

##### Seuil de N'Guidjilone

T 6161-22-3.3a) PK 584,1 au PK 585,7  
-3.4a) PK 585,7 au PK 586,5

##### Seuil de Goumal

T 6161-22-3.5a) PK 716,7 au PK 718,5  
-3.6a) PK 718,5 au PK 720,4

##### Seuil de Koungani

T 6161-22-3.7a) PK 825,0 au PK 827,2  
-3.8a) PK 827,2 au PK 829,0

##### Seuil de Goutioubé

T 6161-22-3.9a) PK 845,0 au PK 846,1  
-3.10a) PK 846,1 au PK 848,0  
-3.11a) PK 848,0 au PK 849,9

Seuil de Khabou

T 6161-22-3.12a)	PK 862,0 au PK 863,6
-3.13a)	PK 863,6 au PK 865,5
-3.14a)	PK 865,5 au PK 867,5
-3.15a)	PK 867,5 au PK 869,4
-3.16a)	PK 869,4 au PK 870,0
-3.17a)	PK 870,0 au PK 872,0

Seuil de Digokori

T 6161-22-3.18a)	PK 875,0 au PK 877,0
-3.19a)	PK 877,0 au PK 879,0
-3.20a)	PK 879,0 au PK 881,0

Seuil de Somone

T 6161-22-3.21a)	PK 892,6 au PK 894,8
-3.22a)	PK 894,8 au PK 897,0
-3.23a)	PK 897,0 au PK 899,0

4. Dessins des ouvrages typiques (épis, digues, panneaux de surface)

T 6161-22-4.1	Ouvrages de correction 1/50; 1/100; 1/200
---------------	----------------------------------------------

5. Profils typiques6. Kilométrage du fleuve

T 6161-22-6.1	Plaques kilométriques 1/50; 1/150
---------------	--------------------------------------