

# SURVEYER, NENNIGER & CHENEVERT INC.

CONSULTANTS

PROPRIÉTÉ DE ET ADMINISTRÉE PAR DES INGÉNIEURS



TÉL. 931-2261  
CÂBLE SNCINC  
TELEX 01-20612

1550 OUEST, BOUL. DE MAISONNEUVE  
MONTRÉAL 107, CANADA

le 14 avril 1972

Notre Ref. 3136

Contrat ONU Con 51/71

Chef, Service des Achats et Transports  
Organisation des Nations Unies  
New York, New York 10017

A l'attention de M. H.K. Ward-Smith

Messieurs,

## Rapport No 1 - Travaux préliminaires

Conformément à notre Entente, Con 51/71, en date du 15 mai 1971, nous avons l'honneur de vous soumettre le "Rapport n°1 - Travaux préliminaires", portant sur la phase I de l'"Etude de la Navigabilité et des Ports du Fleuve Sénégal".

Suivant les stipulations du contrat, nous avons étudié les variantes possibles pour le développement portuaire de Saint-Louis, Kayes et Ambidedi ainsi qu'un port de pêche à Saint-Louis.

Les résultats de ces études sont compilés en deux volumes:

Volume I - Rapport principal  
Volume II - Annexes

Le Volume I - Rapport Principal, comprend des chapitres décrivant les conditions des divers emplacements pour chaque domaine à l'étude, les prévisions de trafic, les exigences relatives à la capacité des installations, les analyses détaillées et l'estimation des coûts de chacun des éléments principaux des installations proposées.

Chef, Service des Achats  
et Transports

- 2 -

14 avril 1972

Le volume II - Annexes, contient une description détaillée des travaux effectués sur le terrain et en laboratoire; ce sont les données fondamentales qui ont servi à la préparation du rapport principal.

Le sommaire et les conclusions des études sont présentés au chapitre 2 du volume I.

Veillez agréer Messieurs, l'expression de nos sentiments distingués.

*J. Hoque Griesbach*  
for R.J. Griesbach, Eng.  
Project Manager

## DISTRIBUTION DU RAPPORT

	Français	Anglais	Total
Organisation des Nations Unies	30	30	60
O.J., Copenhague	2	6	8
SNC, Montréal	4	6	10
	—	—	—
	36	42	78
	—	—	—

## TABLE DES MATIERES

	Page
1. INTRODUCTION	1-1
1.1 Mandat	1-1
1.2 Portée du contrat	1-1
1.3 Données fournies par l'ONU	1-2
1.4 Remerciements	1-3
2. SOMMAIRE ET CONCLUSIONS	2-1
2.1 Etendue du travail accompli	2-1
2.2 Conclusions	2-2
3. PREVISIONS DE TRAFIC ET CAPACITE DE PORT	3-1
3.1 Résumé des études antérieures	3-1
3.2 Objet des études présentes	3-3
3.3 Systèmes de transport	3-5
3.4 Caractéristiques des bateaux et manutention des marchandises	3-9
3.5 Critères d'études pour le mouvement des marchandises	3-11
3.6 Besoins en postes d'amarrage, installations d'entreposage et appareils de manutention	3-13
3.7 Evaluations comparatives	3-23
3.8 Port de pêche à Saint-Louis	3-28
4. CARACTERISTIQUES DU SITE A SAINT-LOUIS	4-1
4.1 Généralités	4-1
4.2 Topographie et profondeurs d'eau	4-2
4.3 Nature du sous-sol	4-4
4.4 Vents et précipitations atmosphériques	4-6
4.5 La houle	4-7
4.6 Marées et courants	4-8
X 4.7 Le transport de sédiments	4-10
4.8 Matériaux de construction, main-d'oeuvre et équipement	4-12
4.9 Réseaux de transport et planification urbaine	4-12

## TABLE DES MATIERES (suite)

	Page
5.        PLANIFICATION D'INSTALLATION PORTUAIRE A SAINT-LOUIS	5-1
5.1      Considérations générales	5-1
5.2      Port dans l'estuaire	5-7
5.3      Port côtier	5-10
5.4      Installations provisoires	5-11
5.5      Port de pêche	5-12
6.        PORT DANS L'ESTUAIRE, SYSTEME DE TRANSPORT 3	6-1
6.1      La nouvelle entrée du fleuve	6-1
6.2      Le port de transbordement	6-5
6.3      Coûts	6-12
7.        PORT COTIER, SYSTEME DE TRANSPORT 3	7-1
7.1      L'agencement général du port	7-1
7.2      Chenaux et bassins	7-1
7.3      Jetées	7-2
7.4      Quais et installations terrestres	7-3
7.5      Entretien par dragage	7-4
7.6      Estimation du coût du port côtier	7-5
8.        LE PORT DE PECHE A SAINT-LOUIS	8-1
8.1      Introduction	8-1
8.2      Agencement du port	8-1
8.3      Caractéristiques de génie civil	8-3
8.4      Coûts de la variante F3	8-4
9.        PORT PROVISOIRE POUR CHALANDS A GANDIOLE SYSTEME DE TRANSPORT 2	9-1
9.1      Agencement du port	9-1
9.2      Structures	9-1
9.3      Coûts	9-2

## TABLE DES MATIERES (suite)

	Page
10. OBSERVATIONS SUR LE PONT	10-1
10.1 Introduction	10-1
10.2 Pont Faidherbe	10-1
10.3 Nouveau pont	10-3
11. AMENAGEMENT PORTUAIRE A AMBIDEDI ET A KAYES	11-1
11.1 Description des lieux, Ambidedi	11-1
11.2 Description des lieux, Kayes	11-4
11.3 Aménagements portuaires	11-7
11.4 Estimation du coût, Ambidedi/Kayes	11-12

## LISTE DES FIGURES

FIGURE No	TITRE	ENDROIT
1-1	Carte de localisation	A la fin du chap. 1
3-11	Système de transport existant	Suit la page 3-35
3-13	Alternatives de systèmes de transport fluvial	Suit la page 3-35
3-15	Solutions de l'analyse des attentes pour une distribution exponentielle du temps d'attente	Suit la page 3-35
3-16	Système 2 - Nombre optimal de postes pour gabares et taux d'utilisation dans l'hypothèse de l'usage en commun des postes	Suit la page 3-35
3-17A	Système 3 - Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, usage en commun des postes	Suit la page 3-35
3-17B	Système 3 - Zone du Mali. Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, usage exclusif des postes	Suit la page 3-35
3-17C	Système 3 - Zone du Sénégal. Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, dans l'hypothèse de l'usage exclusif des postes	Suit la page 3-35
3-17D	Système 3 - Zone de la Mauritanie. Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, dans l'hypothèse de l'usage exclusif des postes	Suit la page 3-35
3-18	Graphique comparatif des coûts pour divers systèmes	Suit la page 3-35

## LISTE DES FIGURES

FIGURE No	TITRE	ENDROIT
4-1	Coupe géologique de principe	A la fin de la section 4.3.2
5-1	Carte de la région de Saint-Louis	A la fin du chap. 5
11-1	Ambidedi - Fréquence moyenne du niveau d'eau	A la fin du chap. 11
11-2	Kayes - Fréquence moyenne du niveau d'eau	A la fin du chap. 11

## LISTE DES TABLES

No	TITRE	ENDROIT
3-1	Mali - Commerce extérieur selon origine/destination	Suit la page 3-35
3-2	Mali - Commerce extérieur pour types de cargaisons indiqués	Suit la page 3-35
3-3	Volume de cargaison transporté par chemin de fer D'Abidjan à Mali	Suit la page 3-35
3-4	Mali - Prévisions du commerce extérieur en 1969 (tonnes)	Suit la page 3-35
3-5	Calendrier agricole	Suit la page 3-35
3-6	Origine/destination, marchandises et distribution saisonnière des cargaisons sur le fleuve Sénégal, prévisions des Nations-Unies pour 1975	Suit la page 3-35
3-7	Mouvement des marchandises à Saint-Louis (en tonnes) en provenance du Sénégal (1975)	Suit la page 3-35
3-8	Mouvement des marchandises à Saint-Louis (en tonnes) en provenance de la Mauritanie (1975)	Suit la page 3-35
3-9	Mouvement des marchandises à Saint-Louis (en tonnes) en provenance du Mali (1975)	Suit la page 3-35
3-10	Mouvement des marchandises dans le port de transbordement de Saint-Louis (1975)	Suit la page 3-35
3-12	Détails de la flotte fluviale actuelle	Suit la page 3-35
3-14	Coûts d'investissement estimatifs en dollars US pour les variantes des systèmes. Prix ajustés à juillet 1971	Page 3-35

## LISTE DES PLANS

No	TITRE
1	Saint-Louis - Port dans l'estuaire Implantation des ports
2	Saint-Louis - Port dans l'estuaire Variantes TI/FI et F3
3	Saint-Louis - Port dans l'estuaire Variantes T2/F2
4	Saint-Louis - Port côtier
5	Gandiolo - Port des chalands
6	Saint-Louis - Port dans l'estuaire Plan d'ensemble TI/FI
7	Saint-Louis - Port dans l'estuaire Coupes types
8	Saint-Louis - Jetées Coupes types
9	Pont Faidherbe et nouveau pont
10	Kayes - Implantation des ports
11	Ambidedi - Implantation du port
12	Kayes - Plan d'ensemble du port K-1
13	Kayes/Ambidedi - Plan d'ensemble, variante
14	Kayes/Ambidedi - Coupe type

Tous les plans sont placés à la fin du chapitre 11, à l'exception des plans No 1, 2, 3, 4 et 6, qui sont inclus dans une pochette à la fin de ce volume.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Mandat

En mai 1971, l'Organisation des Nations Unies assignait à Surveyer, Nenniger & Chênevert Inc., le Contracteur, en collaboration avec Chr. Ostenfeld & W. Jonson, le contrat CON 51/71, pour les Etudes de la Navigabilité et des Ports du Fleuve Sénégal. Ce contrat qui est daté du 15 mai 1971, signé au nom de l'Organisation des Nations Unies par M. J.C. Smith, Chef, Service des Achats et Transports, le 24 mai 1971, et contresigné, au nom du Contracteur, par M. C.A. Dagenais, Président, le 27 mai 1971.

### 1.2 Portée du contrat

#### 1.2.1 Général

Les travaux à exécuter en vertu de ce contrat comprennent toutes les études et relevés nécessaires à l'élaboration des moyens les plus appropriés et les plus économiques en vue d'améliorer les installations portuaires des ports de Saint-Louis, Kayes et Ambidedi sur le fleuve Sénégal. L'étendue du contrat est résumée dans les clauses suivantes de cette section du rapport et les détails des termes de référence du contrat sont donnés à l'Annexe 6 du Volume 2. Une carte de la région, figure 1-1, est incluse à la fin de cette section pour information.

#### 1.2.2 Phases

Les études comportent trois phases d'une durée respective de huit, deux et quatre mois. La première phase, qui est l'objet de ce rapport, comprend l'étude des différentes variantes pour le port de Saint-Louis, dont les éléments principaux sont des installations portuaires pour les cargos et les bateaux de pêche. Les études comprennent aussi l'élaboration de projets pour les ports de Kayes et Ambidedi. La seconde phase comprendra la revue du rapport de la phase 1 par l'ONU et l'OERS, ainsi que le choix des variantes à étudier plus en détail. La troisième phase comprendra les études détaillées des variantes choisies par l'ONU et l'OERS au cours de la seconde phase.

#### 1.2.3 Saint-Louis

Les études de première phase du port de Saint-Louis, comprennent l'élaboration des plans préliminaires et l'évaluation des coûts de construction des variantes d'aménagement du port, y compris des installations modernes pouvant satisfaire à la fois les cargos et les bateaux de pêche. Ces études doivent être orientées en vue de l'aménagement par étapes de ces installations, lesquelles serviront surtout au transbordement entre les chalands et les océaniques.

#### 1.2.4 Kayes/Ambidedi

Les études de première phase pour le terminus amont, soit à Kayes ou à Ambidedi, comprennent la conception préliminaire et l'estimation des coûts pour les variantes d'installations de transbordement entre les chalands et les moyens de transport routier et ferroviaire.

#### 1.2.5 Travaux sur place

Les travaux devant être exécutés sur place comprennent la compilation des données concernant l'hydrographie, la topographie, les sols, les matériaux, la main-d'oeuvre et les coûts.

Les renseignements concernant les conditions du milieu, ainsi que les critères de capacité devront aussi être obtenus pour toutes les installations concernées dans l'aménagement du port.

Les travaux sur place comprendront une étude des installations existantes dans le port de Dakar et autres ports de l'Afrique Occidentale dans le but d'établir des critères de base pour les méthodes et les capacités de manutention des cargaisons, les capacités d'entreposage et les coûts.

Les caractéristiques des navires et la fréquence des arrivées à Dakar devront être étudiées afin d'établir les dimensions et le nombre approprié de postes d'amarrage.

Les besoins relatifs aux bureaux administratifs du port, aux postes de douane et de police, de même que les services auxiliaires, devront aussi être définis.

Les caractéristiques des bateaux de pêche, les installations de radoub requises et les données de base pour la conception du port de pêche devront être obtenues des autorités locales.

#### 1.3 Données fournies par l'ONU

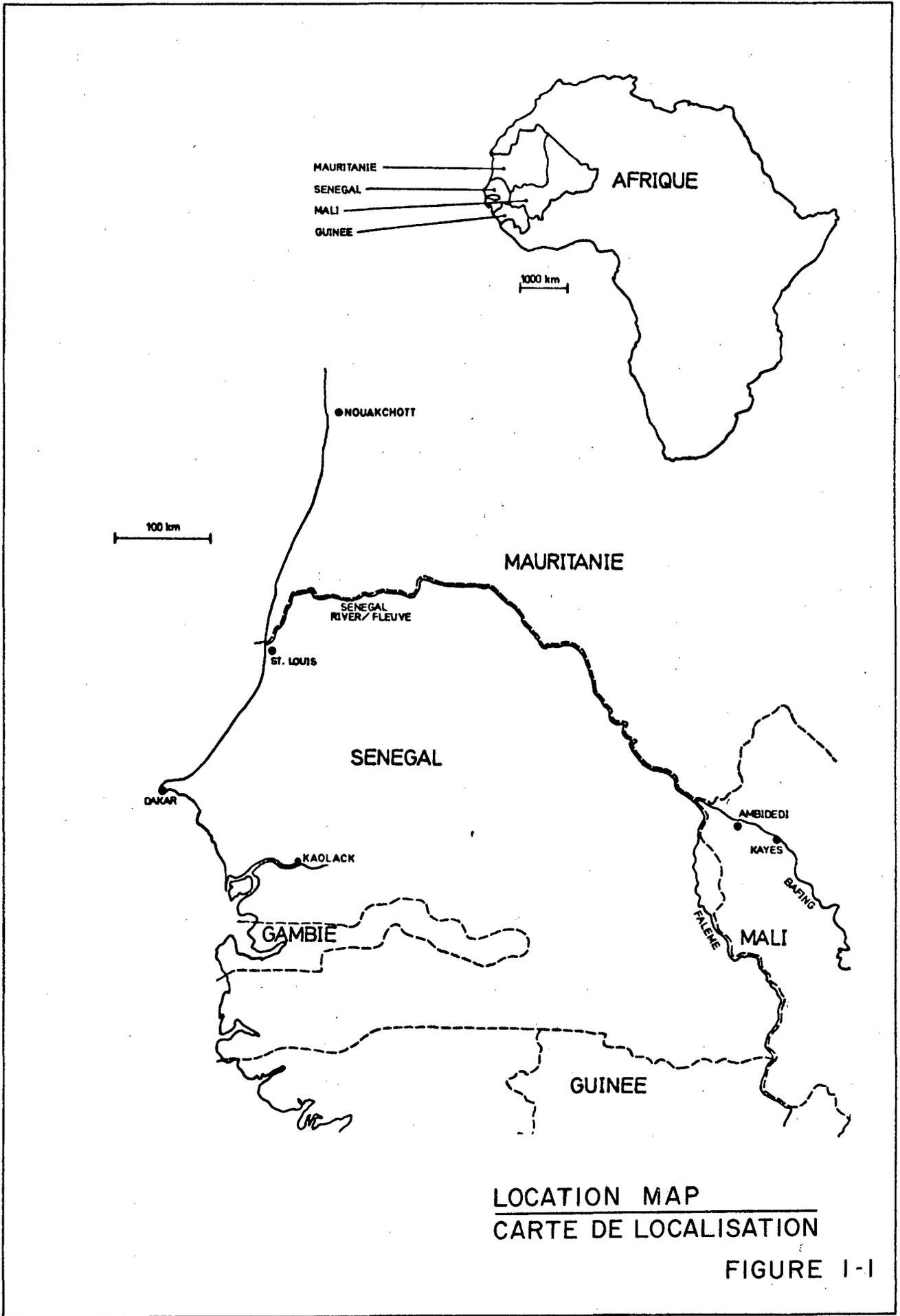
Les données fournies au Contracteur par l'ONU afin d'aider à la réalisation du travail à être exécuté sous ce contrat, consistent principalement de tous les rapports préparés par l'ONU au cours des études antérieures sous ce Projet de Navigabilité et de Ports du Fleuve Sénégal. Ces rapports contiennent toutes les données nécessaires concernant l'hydrologie du fleuve, de même que les prévisions de trafic et les recommandations concernant les navires à utiliser pour la navigation fluviale. Ces données forment ainsi la base servant à définir la capacité des ports.

De plus, l'ONU a procédé à des relevés de topographie, d'hydrographie et de mécanique des sols à Kayes et Ambidedi, et a fourni au Contracteur tous les résultats de ces investigations.

L'ONU a aussi mis à la disposition du Contracteur, des copies des rapports d'études concernant le fleuve Sénégal et son estuaire, préparés antérieurement par d'autres firmes.

#### 1.4 Remerciements

Le Contracteur désire exprimer ses sincères remerciements à l'Organisation des Nations Unies, au UNDP, ainsi qu'aux agences gouvernementales nationales et locales, aux autorités des ports, et aux entreprises privées du Sénégal, du Mali et de la Mauritanie pour l'aide précieuse et l'excellente collaboration que tous ces organismes ont fournies au cours de la réalisation de cette étude.



LOCATION MAP  
CARTE DE LOCALISATION

FIGURE I-1

CHAPITRE 2

SOMMAIRE ET CONCLUSIONS

## 2. SOMMAIRE ET CONCLUSIONS

### 2.1 Etendue du travail accompli

#### 2.1.1 Généralités

Le travail exécuté en vertu de ce contrat a été réalisé conformément aux exigences décrites au chapitre 1.2 de ce rapport. Les détails en sont décrits aux chapitres subséquents tels qu'indiqués à la table des matières.

Les études menées en vertu de ce contrat, relativement au transport littoral et à son influence sur la localisation du port, ainsi que sur les méthodes de construction et les coûts jouent un rôle déterminant dans la conception globale de ce projet. Des suggestions sont formulées à l'annexe 2, concernant la meilleure façon de faire face à ce phénomène. L'étendue des travaux d'entretien par dragage est aussi estimée dans cette annexe.

#### 2.1.2 Structure du rapport

Le rapport est présenté en deux volumes. Le premier volume comprend le rapport principal et traite de l'aménagement et des coûts des projets divers pour installations portuaires proposées à chacun des endroits. Après une description des prévisions du trafic, de la capacité des ports, des conditions des lieux, et du plan d'ensemble, les détails des variantes d'installations portuaires sont développés dans les sections suivantes:

Port dans l'estuaire	Chapitre 6
Port côtier	Chapitre 7
Port de pêche	Chapitre 8
Port à Gandiole	Chapitre 9
Port à Kayes/Ambidedi	Chapitre 11

Les considérations concernant l'amélioration du système de ponts à Saint-Louis sont développées au chapitre 10.

La table des matières contient une liste des plans, figures et tableaux, qui sont traités dans le texte du Volume 1.

Le Volume 2 contient six annexes ainsi que les plans, figures, et tableaux s'y rapportant, comme suit:

Annexe 1	Etudes des sols
Annexe 2	Hydraulique
Annexe 3	Topographie
Annexe 4	Génie civil
Annexe 5	Services maritimes et de manutention des marchandises à Dakar et autres ports de l'Afrique Occidentale
Annexe 6	Termes de Référence du contrat

## 2.2 Conclusions

### 2.2.1 Praticabilité technique

D'après les études conduites, on peut conclure qu'il est techniquement possible à Saint-Louis de construire des installations portuaires abritées pour le transbordement des marchandises entre des océaniques et des chalands. Ceci peut être réalisé soit en construisant un port abrité pour océaniques sur la côte ouest de la Langue de Barbarie, soit en construisant un nouveau chenal d'entrée vers l'estuaire du fleuve Sénégal avec les installations de transbordement placées à l'intérieur même de cet estuaire. Dans ces deux cas, les travaux portuaires sur la côte océanique devront être situés au sud de Saint-Louis à cause des graves problèmes d'érosion côtière qui se produiraient à la hauteur de la ville si ces installations étaient placées au nord de Saint-Louis. La possibilité de stabiliser et d'améliorer l'embouchure actuelle du fleuve a aussi été considérée, mais cette solution a été rejetée à cause de sa localisation défavorable. De plus, cette solution n'offrirait aucun avantage économique.

### 2.2.2 Variantes du port de Saint-Louis

Trois variantes ont été étudiées pour le port de transbordement à Saint-Louis. Deux de ces variantes sont situées dans l'estuaire et la troisième sur la côte.

Les deux variantes situées dans l'estuaire sont localisées sur la rive est du fleuve dans la région désignée pour un aménagement portuaire et industriel, tel que projeté au plan directeur d'urbanisme de Saint-Louis. Ces installations portuaires sont

comprises avec la construction d'une entrée nouvelle à l'estuaire, protégée au moyen de jetées et située à environ 3.5 km au sud du cimetière musulman sur la Langue de Barbarie. Quant à la variante relative au port de transbordement situé sur la côte océanique, l'emplacement recommandé se situe un peu plus au sud sur la Langue de Barbarie.

Chacune des variantes comprend 7 postes d'amarrage pour océaniques, cinq à six postes pour chalands, des quais pour des navires de services et des installations d'entreposage requises pour la manutention du volume spécifié de marchandises.

Les évaluations préliminaires indiquent que le coût de construction du port côtier et des installations pour chalands sur le côté intérieur de la Langue de Barbarie serait d'environ \$18,900,000 US. Un port en eau profonde situé à l'intérieur de l'estuaire, y compris un nouveau chenal d'entrée, pourrait être construit au coût de \$19,900,000 US.

Bien que le coût de cette dernière solution semble être plus élevé, la différence de coût est plus que compensée par les coûts additionnels d'amélioration des ponts qui seront requis si le port est placé sur la Langue de Barbarie.

De plus, les aspects d'urbanisme de la ville, de la planification du port et de l'aménagement de toute la vallée du fleuve Sénégal seront mieux desservis par la réalisation d'un port dans l'estuaire même. Particulièrement, cette solution offrira de plus grandes possibilités d'expansion des installations portuaires. Pour ces raisons, nous recommandons qu'une variante d'aménagement d'un port dans l'estuaire soit adoptée comme base des études ultérieures sous ce projet.

### 2.2.3 Kayes/Ambidedi

Deux variantes d'aménagement portuaire ont été examinées pour le terminus fluvial amont. Elles diffèrent très légèrement l'une de l'autre quant au coût.

A toute fin pratique, le coût global de l'aménagement proposé est évalué à \$4,000,000 US.

Quant à la localisation des installations portuaires à Kayes ou à Ambidedi, il est conclu qu'il n'y a pratiquement aucune différence entre les coûts de construction des installations portuaires proprement dites. Par conséquent, le choix de Kayes ou d'Ambidedi pour l'implantation du terminus fluvial amont doit être fait sur la base des considérations autres que celles des coûts de construction.

A ce sujet, il est important de noter qu'à Kayes toutes les installations auxiliaires nécessaires sont déjà établies, Kayes étant une ville importante et un centre administratif, tandis que Ambidedi n'est actuellement qu'un petit village.

Cependant, le cours du fleuve entre Ambidedi et Kayes, en raison d'un seuil difficile, présente des difficultés pour la navigation. Pour obtenir une profondeur d'eau suffisante sur ce seuil, le débit du fleuve doit être plus élevé que pour la navigation jusqu'à Ambidedi. Par conséquent, la saison de navigation jusqu'à Ambidedi dans les conditions actuelles est environ 25 jours plus longue que la saison de navigation jusqu'à Kayes. Il est à présumer que ces conditions amèneraient une augmentation du coût de l'ouvrage de contrôle de débit, requis pour permettre la navigation à l'année longue jusqu'à Kayes. Toutefois, l'évaluation de ces aspects est en dehors de la portée de la présente étude et, par conséquent, aucune recommandation ne peut être formulée dans ce rapport quant au choix de Kayes ou d'Ambidedi comme terminus amont pour la navigation.

#### 2.2.4 Port de pêche à Saint-Louis

Quant au port de pêche à Saint-Louis, trois agencements différents ont été élaborés. Le premier est situé sur la côte est de la Langue de Barbarie, tandis que les deux autres sont situés sur la côte est de l'estuaire et combinés aux deux variantes du port de transbordement. De plus, une solution reliée à l'implantation d'un port côtier de transbordement a été ébauchée.

Si une entrée en eau profonde vers l'estuaire est réalisée aux fins d'un port de transbordement, il est recommandé d'installer le port de pêche combiné au port de transbordement; une telle solution offrira de meilleures possibilités d'aménagement du port de pêche que si celui-ci est placé sur la Langue de Barbarie.

L'évaluation des coûts des variantes de ports de pêche varie entre \$3,100,000 et \$3,500,000 US.

#### 2.2.5 Aménagement par étapes

L'aménagement par étapes des différentes installations portuaires a été considéré dans la préparation des plans d'implantation. Dans le cas du terminus fluvial amont, les variantes proposées se prêtent très bien à un aménagement par étapes, les coûts des étapes initiales étant approximativement proportionnels à leur capacité respective. Dans le cas d'Ambidedi cependant, les coûts des installations auxiliaires d'infrastructure seraient importants, mais cependant, l'étude de telles installations est en dehors de la portée de ce rapport.

Les variantes étudiées pour le port de transbordement à Saint-Louis se prêtent aussi à un aménagement par étapes. Cependant dans ce cas, le coût d'un accès en eau profonde à ce port constitue une portion importante des coûts de construction et ne peut en aucune façon être réduit pour la phase initiale.

Pour cette raison, l'implantation d'un port à Saint-Louis exige un volume annuel de cargaison important pour être économiquement justifiable. Par conséquent, ces installations ne peuvent pas être réalisées par étapes, commençant avec des étapes qui conviendraient à un faible volume de marchandises.

La conclusion de ces considérations est qu'un aménagement par étapes du transport sur le fleuve Sénégal doit être exécuté d'abord par la réalisation de systèmes de transport autres qu'un système basé sur l'établissement d'installations portuaires en eau profonde. Les systèmes initiaux devraient avoir des coûts de construction peu élevés et la transition au système basé sur un port en eau profonde ne devrait se faire que lorsque le volume de marchandises aura atteint un niveau qui rendra justifiable le système portuaire plus avancé.

Afin de déterminer la façon la plus appropriée selon la quelle un aménagement par étapes peut être exécuté, une analyse comparative des coûts de trois systèmes de transport a été effectuée. Ces trois systèmes de transport considérés sont:

**Système 1:** Le transport fluvial des marchandises se fait au moyen de navires pouvant se déplacer tant sur le fleuve que sur la mer; leur tirant d'eau est tel qu'ils peuvent traverser la barre à l'embouchure du fleuve, afin de leur permettre de transporter des marchandises directement entre des ports océaniques, tel que celui de Dakar, et les ports fluviaux jusqu'à Kayes.

**Système 2:** Les cargos océaniques sont déchargés alors qu'ils sont ancrés au large de l'embouchure du fleuve. Les marchandises sont transférées sur des allèges qui amènent les marchandises jusqu'à un port situé dans l'estuaire, duquel ces marchandises sont de nouveau transbordées dans des chalands pour transport aux ports fluviaux.

**Système 3:** Le transbordement des cargaisons entre océaniques et navires fluviaux s'effectue dans des installations portuaires abritées à Saint-Louis. Ce système forme le noyau du présent rapport.

Les résultats de l'analyse comparative des coûts indiquent clairement que pour la première étape d'aménagement, le système 1 est le plus économique des deux systèmes initiaux envisagés. Son avantage

particulier est que sa réalisation n'exige qu'un faible investissement initial dans des travaux de construction.

L'analyse indique que les coûts de transport selon le système 2 seront toujours plus élevés que ceux du système 1, à cause de la surcharge qui, selon la pratique usuelle, sera probablement appliquée aux tarifs de fret, dû aux délais éprouvés dans les opérations de transbordement en mer.

#### 2.2.6 Le pont Faidherbe

Un examen visuel de l'état actuel du pont Faidherbe a été exécuté et la manoeuvre d'ouverture de la travée tournante a été observée. Il appert que l'ouverture de cette travée est possible à toute heure du jour mais qu'elle requière beaucoup de temps. On en conclut que les passages de chalands allant à, ou venant d'une zone portuaire au sud du pont, n'exigera pas des améliorations immédiates au pont. Toutefois, le pont est dans un état de corrosion avancé et des travaux de réfection devraient être entrepris.

#### 2.2.7 Recommandations

##### a) Port de transbordement à Saint-Louis

Il est recommandé que la variante T2 d'un port dans l'estuaire soit adoptée comme base des études ultérieures sous ce projet.

##### b) Kayes/Ambidedi

Il est recommandé que le plan d'aménagement du port, tel que montré sur le plan No 12, soit adopté pour les études ultérieures sous ce projet. Aucune recommandation ne peut être formulée quant au choix de Kayes ou d'Ambidedi pour l'implantation d'un port, puisque des facteurs en dehors de la portée de la présente étude sont décisives pour ce choix.

##### c) Aménagement par étapes

Il est recommandé que l'aménagement par étapes du service de transport fluvial soit amorcé selon la variante décrite sous le nom de "Système de transport 1".

##### d) Port de pêche

Il est recommandé que la variante F2, montrée au plan No 3, soit adoptée pour des études ultérieures du port de pêche. Il est de plus recommandé qu'une étude sur le potentiel économique de ce port de pêche soit entreprise afin de déterminer dans quelle mesure le port de pêche peut contribuer à la viabilité économique du port en eau profonde.

e) Le pont Faidherbe

Il est recommandé qu'un examen détaillé du pont Faidherbe soit effectué sans délai, y compris les parties immergées des piles. Cet examen a pour but de déterminer si des limitations de la charge admissible sur ce pont doivent être appliquées immédiatement et de permettre la préparation des plans de réfection ou de remplacement global ou partiel du pont.

CHAPITRE 3

PREVISIONS DE TRAFIC ET CAPACITE DE PORT

### 3. PREVISIONS DE TRAFIC ET CAPACITE DE PORT

#### 3.1 Résumé des études antérieures

Une étude du transport dans la région du fleuve Sénégal, comprenant une partie de chacun des trois pays riverains - le Mali, la Mauritanie, et le Sénégal - a été menée récemment par une équipe d'experts de l'ONU dirigée par M. V. Kammerer. Les études économiques relatives à ce projet ont été conduites par M. V.N. Pomerantsev. Les prévisions du trafic et les analyses de praticabilité économique sont présentées dans les rapports suivants:

"Rapport Technico-Economique sur le Développement des Transports sur le Fleuve Sénégal", octobre 1969.

"Annexe", octobre 1970.

"Justification Technico-Economique des Bateaux Recommandés pour Acquisition et Exploitation Expérimentale sur le Fleuve Sénégal", avril 1970.

Les données de base et les hypothèses utilisées, de même que les conclusions et les recommandations qui découlent de cette étude, sont résumées ci-dessous:

#### Hypothèses principales

Aucune amélioration substantielle du régime du fleuve n'est faite durant la période considérée, soit de 1968 à 1975.

L'exploitation des gisements de minerais dans le bassin du fleuve Sénégal n'est pas développée d'une façon significative durant cette période.

#### Variantes de systèmes de transport

Trois variantes principales du système de transport fluvial ont été considérées:

##### Système de Transport 1, bateaux mer-fleuve

Expédition directe des marchandises des ports fluviaux jusqu'aux ports océaniques avoisinants au moyen de navires d'un tirant d'eau adapté aux conditions de navigation sur le fleuve ainsi que sur la barre à l'embouchure du fleuve.

### Système de Transport 2, allègement à Gandiole

Expédition des marchandises des ports fluviaux jusqu'au port de transbordement à Gandiole au moyen de chalands spéciaux et du port à Gandiole jusqu'aux océaniques ancrés au large, au moyen d'allèges et remorqueurs traversant la barre.

### Système de Transport 3, port en eau profonde à Saint-Louis

Transbordement des marchandises entre chalands et océaniques dans un port combiné mer-fleuve à Saint-Louis.

### Praticabilité économique

Une comparaison économique a été établie entre deux systèmes de transport de marchandise entre le Mali et des destinations outre-mer. Le premier système comprend les installations portuaires et ferroviaires actuelles et son coût a été établi à l'aide des tarifs présentement en vigueur. Le second système est basé sur le transbordement via Gandiole entre des chalands et des océaniques ancrés au large. Ce dernier système s'avère économiquement justifiable, puisque son coût de transport par tonne est moindre que le tarif ferroviaire.

L'expédition directe des produits agricoles, des combustibles et du ciment entre les ports fluviaux et ceux de Dakar et de Nouakchott est économiquement praticable.

### Prévisions des volumes de marchandises

Le système projeté de transport fluvial n'est effectif que durant la saison des pluies alors que le fleuve est suffisamment haut pour permettre à la navigation d'atteindre la partie orientale du Sénégal et du Mali. Cette période dure approximativement 4 mois.

En conséquence, les experts de transport sont d'avis qu'environ 50% du volume annuel des marchandises d'importation et d'exportation du Mali peuvent être transférées du système ferroviaire au système fluvial. A la fin de la période considérée dans l'étude, cette hypothèse conduit à un volume annuel de cargaisons estimé à environ 195,000 tonnes transporté sur le fleuve Sénégal à destination ou en provenance du Mali.

Les volumes de marchandises à destination en provenance du Sénégal et de la Mauritanie via le fleuve Sénégal seraient de 80,000 et 16,800 tonnes respectivement, exclusion faite des marchandises transportées directement entre les ports fluviaux et les ports de Dakar et Nouakchott.

### Recommandations

Les recommandations suivantes relatives à l'aménagement par étapes d'un système de transport fluvial sont présentées dans les rapports:

1ère étape: Le fleuve est utilisé dans ses conditions naturelles et peu d'améliorations sont apportées aux ports fluviaux. Le transport se fait au moyen de chalands motorisés et aussi de bateaux mer-fleuve. Le volume annuel de marchandises à être transbordé à l'embouchure du fleuve est évalué à environ 160,000 - 170,000 tonnes, alors que le volume de marchandises expédié directement par des bateaux mer-fleuve atteint 40,000 - 45,000 tonnes.

Des installations portuaires d'une capacité d'environ 105,000 tonnes de marchandises seraient requises à Ambidedi ou à Kayes, alors que les capacités de celles de Boghe et Bakel, seraient respectivement de 18,000 et 20,000 tonnes.

2e étape: Un port de transbordement fluvio-maritime pouvant manutentionner un volume annuel de marchandises de 290,000 tonnes devrait être construit à l'embouchure du fleuve. Des améliorations sont aussi recommandées à chacun des principaux ports fluviaux.

3e étape: Cette dernière étape envisage la construction d'un barrage pour la régularisation du niveau du fleuve, ainsi permettant la navigation à l'année longue, et, en conséquence, le transport en vrac des produits d'exportation, tels que le minerai de cuivre et les phosphates qui sont extraits de cette région.

Ceci termine le résumé des études antérieures menées par l'ONU concernant les prévisions du trafic et la praticabilité économique.

### 3.2 Objet des études présentes

En conformité avec les termes de ce contrat, les études présentes relatives aux volumes de trafic et à la capacité des ports sont fondées sur les études antérieures faites par l'ONU pour l'Etude de la Navigabilité et des Ports du Fleuve Sénégal. Ces études ont permis d'établir des conclusions en ce qui a trait au volume total annuel des marchandises à transporter par le système de transport fluvial ainsi que la répartition de ce volume selon sa nature et sa destination.

Cependant, les études antérieures ne définissent pas la distribution saisonnière des marchandises transportées. Ainsi, une partie de ces marchandises est transportée entre des points qui peuvent être desservis par la navigation fluviale durant toute l'année, alors que la majorité des marchandises n'est transportée que durant la courte saison de navigation dans la partie amont du fleuve. Par conséquent, les études antérieures ont dû être complétées par une analyse de la distribution probable du volume des marchandises au cours de l'année. Cette analyse permettra de définir la capacité requise des ports en termes de volume maximal hebdomadaire de marchandises, ce qui permettra de déterminer le nombre de postes d'accostage, les aires d'entreposage, l'équipement de manutention, compte tenu des conditions particulières d'exploitation à chacun de ces ports.

Le but principal des études décrites dans ce présent rapport est de préparer des projets pour des installations portuaires à Saint-Louis et à Kayes ou Ambidedi. Ces installations devront desservir un système de transport fluvial de grande capacité, lequel est basé sur le transbordement entre les bateaux fluviaux et les océaniques dans des installations portuaires modernes à Saint-Louis. Ce système devra de plus se prêter à un aménagement par étapes. Toutefois, la construction d'un port accessible aux océaniques à Saint-Louis requiert des investissements initiaux considérables et ne peut être facilement réalisée par étapes. En conséquence, l'accroissement graduel du transport de marchandise sur le fleuve Sénégal devra être réalisé préférablement par l'implantation au début d'un système de transport ne requérant pas un fort investissement initial; celui-ci serait ultérieurement remplacé en temps voulu par des systèmes de transport plus avancés lorsque les volumes de transport auront atteint des niveaux qui assureront la praticabilité économique d'un système plus avancé.

Donc, en plus de fournir les critères de capacité des installations ultimes prévues, les études du trafic présentées dans ce rapport comprennent une analyse des estimations des coûts de transport des deux autres systèmes décrits dans les études antérieures de l'ONU. De cette façon une base a été établie pour ébaucher l'aménagement par étapes du transport fluvial avec les installations portuaires s'y reliant.

Il est à souligner cependant que les études de coûts ont été limitées strictement à une comparaison des coûts des divers systèmes de transport fluvial. Ces coûts n'ont pas été comparés à ceux d'autres modes de transport, tels que le transport routier ou ferroviaire et, par conséquent, ils ne représentent pas une étude de praticabilité économique des systèmes de transport fluvial.

Etant donné que le but de ces évaluations est d'indiquer la variation du coût de transport en fonction du volume de marchandises transportées, l'analyse a été exécutée sur la base des exigences de capacité correspondant à des volumes de cargaison arbitraires, mais vraisemblables, stipulés pour chacun des systèmes. De cette façon les coûts fixes et variables de chacun des systèmes ont été établis.

En guise d'introduction aux sections subséquentes relatives à l'évaluation de la capacité et des coûts de transport, un résumé du réseau actuel de transport desservant la vallée du fleuve Sénégal ainsi que les trois variantes de transport étudiées dans ce rapport sont présentés ci-dessous.

### 3.3 Systèmes de transport

#### 3.3.1 Systèmes de transport existants

La région du fleuve Sénégal est présentement desservie par les moyens de transport montrés à la figure 3-11.

Les principaux moyens de transport sont les suivants:

- Chemin de fer, Dakar-Ambidedi-Kayes-Bamako (gabarit 1.00m).
- Chemin de fer, Dakar-Saint-Louis, avec embranchement jusqu'à Linguère (gabarit 1.00m).
- Route pavée à deux voies, Dakar-Saint-Louis-Rosso-Matam, complétée en 1971, de haute qualité et conçue pour une vitesse approximative de 100 km/h.
- Route pavée à deux voies, Nouakchott-Rosso, complétée en 1971, de haute qualité et conçue pour une vitesse approximative de 100 km/h.
- Route à double voie, Dakar-Diourbel-Linguère-Matam, pavée sur toute la longueur à l'exception de la section Dara-Linguère-Matam, et conçue pour une vitesse moyenne d'environ 80-100 km/h.
- Route secondaire longeant le fleuve en Mauritanie et allant de Rosso à Boghe à Kaédi avec un certain nombre d'embranchements secondaires allant vers l'intérieur du pays. Ces routes sont généralement mal entretenues et ne permettent la circulation que durant la saison sèche.
- Route secondaire entre Matam-Bakel-Kidira le long de la voie ferroviaire qui va de Dakar à Bamako. Certaines parties de cette route sont impraticables durant la saison de pluie.

- Plusieurs routes secondaires rayonnant de Kayes et généralement impraticables durant la saison des pluies.
- Un service de transport fluvial entre Saint-Louis/Rosso et les ports d'Ambidedi et Kayes. Ce service de transport est maintenu durant toute l'année jusqu'au port de Podor, tandis que les ports situés plus à l'amont ne sont desservis que durant la saison de pluie. Un service régulier est assuré par le cargo mixte Bou el Mogdad, propriété des messageries du Sénégal, d'une capacité de 460 tonnes, ainsi que par un grand nombre de pirogues. Le tableau 3-12 donne la composition de la flotte fluviale actuelle. Les marchandises à destination ou provenant de Nouakchott sont transportées par route via Rosso et celles à destination ou en provenance de Dakar sont transportées par route ou voie ferrée, entre Saint-Louis et Dakar.

### 3.3.2 Variantes de systèmes de transport

Le transport sur le fleuve Sénégal peut être aménagé de plusieurs façons et doit en principe relier l'océan et la région du fleuve qui va de Saint-Louis à Ambidedi ou Kayes. Le transbordement de navires océaniques peut être effectué à trois emplacements, tels que montrés à la figure 3-13, c'est-à-dire, au port de Dakar, en mer au large de Gandiole, ou à un nouveau port combiné près de Saint-Louis.

A l'exception de l'étape ultime d'aménagement qui, par la construction d'un barrage de régularisation à l'amont de Kayes, permettra la navigation à l'année longue sur le fleuve, tout système de transport fluvial devra être complété par un système routier ou ferroviaire qui pourra desservir les besoins de transport en dehors de la période de navigabilité sur le fleuve.

Ce système complémentaire exigera des investissements et des frais d'entretien substantiels; en effet, la capacité de transport requise de ce système en tonnes par mois ne serait que légèrement réduite par l'implantation du système de transport fluvial.

Jusqu'à ce qu'un système de navigation fluvial fonctionnant à l'année longue soit possible, les systèmes de transport décrits ci-dessous doivent être considérés non pas comme des systèmes indépendants mais plutôt comme des éléments complémentaires à un système routier-ferroviaire de "pleine capacité".

Les trois systèmes de transport décrits ci-dessous sont en principe identiques aux trois systèmes considérés dans les études antérieures de l'ONU.

### Système 1. Dakar - Kayes/Ambidedi (1,100 km)

Ce système est basé sur l'utilisation des installations existantes du port de Dakar et ne requiert donc initialement aucune installation additionnelle de port océanique.

Un tel système peut donc être amorcé en mettant un ou plusieurs bateaux mer-fleuve en service navette entre le port de Dakar et les ports situés le long du fleuve, de Saint-Louis à Kayes.

Les bateaux à utiliser pour ce système doivent pouvoir tenir la mer et aussi avoir un tirant d'eau assez faible pour pouvoir traverser la barre qui se trouve à l'embouchure du fleuve Sénégal et remonter ce fleuve jusqu'à Kayes durant environ trois mois par année. En dehors de cette période, les bateaux pourront circuler entre Dakar et le fleuve Sénégal jusqu'à Podor ou être utilisés pour des services côtiers et même fluviaux ailleurs.

#### Résumé du système 1

Bateaux pouvant tenir la mer pour effectuer le transport direct entre Dakar et tous les ports le long du fleuve jusqu'à Kayes/Ambidedi.

Investissements initiaux:

- a. Nouvelles installations portuaires à Kayes/Ambidedi.
- b. Bateaux pouvant circuler sur le fleuve et sur la mer, ayant un tirant d'eau de 2 mètres.
- c. Amélioration de la signalisation le long du fleuve.

### Système 2. Gandiole - Kayes/Ambidedi (900 km)

Ce système est basé sur le chargement et le déchargement des océaniques au large, mais aussi près que possible de l'estuaire du Sénégal. Les marchandises sont transportées de ces océaniques à un port de transit, situé dans l'estuaire, au moyen d'allèges motorisées. L'emploi d'allèges motorisées plutôt que d'allèges remorquées est recommandé ici à cause des conditions de navigation difficiles au passage de la barre à l'embouchure du fleuve.

Le port de transit possède l'équipement de manutention pour le transbordement des marchandises dans des chalands motorisés et permet aussi un stockage temporaire de ces marchandises afin d'assurer une utilisation efficace de la flotte de chalands circulant sur le fleuve.

### Résumé du système 2

Transbordements effectués près de l'embouchure du fleuve.

Les océaniques sont déchargés dans des allèges, lesquelles peuvent atteindre un quai dans l'estuaire où a lieu un second transbordement dans des chalands.

Investissements initiaux:

- a. Installations portuaires pour le transbordement entre allèges et chalands.
- b. Allèges pour le transport des marchandises entre les océaniques et le quai; tirant d'eau de 1.6 mètre.
- c. Nouvelles installations portuaires à Kayes/Ambidedi.
- d. Chalands; tirant d'eau de 1.2 mètre.
- e. Etablissement d'un système de signalisation sur le fleuve.

### Système 3. Saint-Louis - Kayes/Ambidedi (900 km)

Ce système est basé sur la construction d'un nouveau port maritime abrité près de Saint-Louis pour le transbordement des marchandises entre océaniques et chalands.

Ce port doit posséder une capacité suffisante de stockage pour tenir compte de l'irrégularité des arrivées des océaniques et des variations du début de la saison de navigation sur le fleuve.

### Résumé du système 3

Transbordement des océaniques dans un port fluvio-maritime à Saint-Louis.

Les océaniques et les chalands peuvent accoster directement dans le port dans des conditions abritées.

Investissements initiaux:

- a. Installations portuaires pour océaniques à Saint-Louis.
- b. Installations portuaires pour chalands à Saint-Louis.
- c. Nouvelles installations portuaires à Kayes/Ambidedi.
- d. Chalands; tirant d'eau de 1.2 mètre.
- e. Système de signalisation sur le fleuve.

L'aménagement ultime d'un système de transport sur le fleuve comprend la construction, à l'amont de Kayes, d'un barrage de régularisation, de façon à permettre la navigation jusqu'à Kayes/Ambidedi durant toute l'année.

### 3.4 Caractéristiques des bateaux et manutention des marchandises

#### 3.4.1 Caractéristiques des bateaux au port de transbordement de Saint-Louis

Il est admis comme hypothèse que le port de transbordement de Saint-Louis devra desservir des bateaux de mêmes dimensions que ceux faisant escale présentement au port de Dakar. D'après les renseignements recueillis, il semble que ces bateaux font de 1,000 à 15,000 DWT, la majorité d'entre eux étant plutôt de 4,000 à 7,000 DWT.

Chaque poste d'accostage devrait pouvoir loger un bateau d'une capacité de 7,000 DWT, ayant une longueur d'environ 120 mètres, soit une longueur d'accostage de 130 mètres.

A cause de la grande quantité de dragage qui en résulterait, il ne serait pas économique de concevoir les chenaux et les postes d'accostage pour satisfaire aux tirants d'eau requis par les plus gros bateaux faisant escale au port chargés à pleine capacité, parce que c'est très exceptionnel que les cargos arrivent à ces ports de l'Afrique Occidentale pleinement chargés.

La détermination finale du tirant d'eau requis devrait être basée sur une analyse statistique des dimensions et conditions de chargement des bateaux qui arrivent à Dakar. Pour les fins du présent rapport, un tirant d'eau de 8.2 mètres a été utilisé comme base de dimensionnement. Ce tirant d'eau correspond à celui d'un bateau de 7,000 DWT chargé à pleine capacité ou à celui d'un bateau de 15,000 DWT chargé à 90% de sa capacité; cette condition devrait satisfaire, à toutes fins pratiques, tous les bateaux de marchandise arrivant au port de Dakar.

Les caractéristiques des postes d'accostage pour les ports de Gandiole, Kayes et Ambidedi sont traitées à l'article 3.6.

#### 3.4.2 Manutention des marchandises

Les cargaisons manutentionnées dans les ports traités dans cette étude sont présumées être "marchandises générales" seulement. Les arachides sont présumées être ensachées et les produits oléagineux expédiés en barils. Le terme "marchandise générale" s'applique à tous genres de denrées expédiées en ballots, unités, "containers" de toutes dimensions, sacs, caisses ou barils, par opposition aux "cargaisons liquides en vrac" ou "cargaisons solides en vrac".

La manutention des marchandises générales dans les ports comprend donc les opérations suivantes:

1. Chargement et déchargement des bateaux.
2. Transport entre le quai et l'entreposage
3. Chargement et déchargement de camions, remorques ou wagons de chemin de fer dans l'aire de stockage.

Selon les observations faites dans le port de Dakar et dans d'autres ports de la région, (Voir annexe 5) et l'expérience acquise dans divers autres ports, les principes suivants sont recommandés pour les opérations de manutention des marchandises. Ces principes ont été utilisés pour définir les aménagements portuaires et l'évaluation des coûts s'y rapportant:

1. Les marchandises doivent être manutentionnées par lots unitaires, c'est-à-dire que toutes les marchandises qui ne forment pas déjà des unités doivent être empilées sur des palettes et y demeurer pendant toute la durée du transport.
2. La manutention des marchandises doit être faite au moyen de chariots-élévateurs pour des courtes distances, et au moyen de trains de remorques tirés par un tracteur pour les distances plus longues, ou encore, lorsque la charge est trop grande ou trop volumineuse pour se prêter à une manutention au moyen de chariots-élévateurs.

Quelques opérations peuvent aussi être effectuées au moyen de grues mobiles.

3. Le chargement et le déchargement des bateaux devront se faire de la façon suivante:

A Kayes/Ambidedi: Pour tous les systèmes de transport mentionnés à la section 3.3, des grues mobiles sont recommandées à cause des fluctuations considérables du niveau de l'eau à ces ports.

Aux autres ports:

Système 1

A Dakar: Au moyen des appareils de manutention des bateaux ou par les grues de quai existantes.

Système 2

Au large: Au moyen des appareils de manutention des bateaux.

A Gandiole: Par des grues mobiles.

### Systeme 3

A Saint-Louis Au moyen des appareils de manutention des  
pour les bateaux.  
océaniques:

A Saint-Louis Par des grues mobiles.  
pour les  
chalands:

## 3.5 Critères d'études pour le mouvement des marchandises

### 3.5.1 Caractéristiques saisonnières

La capacité des différents éléments du système de transport fluvial doit être établie en fonction du volume total des marchandises déplacées et aussi en fonction des caractéristiques saisonnières des différents types de marchandises.

Tel que mentionné ci-dessus, les études antérieures traitant de la praticabilité économique et des prévisions des volumes de marchandises à transporter ne donnent aucun détail sur la distribution saisonnière des importations et des exportations utilisant le système de transport fluvial. Ces études établissent plutôt des prévisions sur le volume annuel des marchandises quant à leur nature, origine et destination.

Afin de compléter ces prévisions, les données statistiques disponibles de la distribution saisonnière des importations et des exportations ont été compilées pour chacun des pays concernés, soit le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Les tableaux 3-1, 3-2, 3-3 et 3-4 présentent des extraits des statistiques disponibles concernant la distribution saisonnière du commerce extérieur du Mali.

Il semble cependant que les distributions mensuelles et trimestrielles des importations et des exportations présentent des variations très irrégulières, qui rendent impossible la détermination de variations régulières saisonnières en fonction de ces données.

Les services de statistiques qui ont fourni ces données, mentionnent que ces valeurs ne sont parfois que des estimations, et ceci peut expliquer quelque peu l'irrégularité des variations et aussi les divergences qui ont été observées entre ces valeurs et celles qui ont été obtenues d'autres sources. Les grandes variations des volumes de marchandises d'une année à l'autre, de même que

les variations de distribution dans chacune des années, peuvent être causées dans une certaine mesure par les conditions de contrôle des importations et de balance de paiements.

Pour les fins de cette étude, les volumes hebdomadaires de marchandises ont donc été évalués en supposant que les importations sont généralement distribués uniformément sur toute l'année, alors que les exportations, qui consistent principalement en produits agricoles, ont lieu durant la saison sèche qui suit la période de récoltes. Cette période de récoltes est illustrée à la table 3-5 qui montre le calendrier agricole tiré de l'annuaire statistique du Mali.

### 3.5.2 Mouvements des marchandises

Le tableau 3-6 montre le mouvement total annuel des marchandises sur le fleuve Sénégal, tel qu'établi pour le Système de Transport 3 dans les études antérieures de l'ONU. Ces déplacements ont été répartis suivant la nature des marchandises, leur origine et leur destination ainsi que la direction de transport sur le fleuve, soit vers l'amont ou vers l'aval. Les marchandises transportées à l'amont de Saint-Louis ont été séparées en trois groupes selon le pays de destination; les marchandises transportées vers l'aval ont de la même façon été séparées en trois groupes selon le pays d'origine. De cette façon, le mouvement des importations et des exportations de chaque pays aux ports de Saint-Louis et de Kayes/Ambidedi peut être obtenu directement du tableau.

Ce tableau 3-6 indique aussi les dates moyennes des périodes de navigation qui ont été supposées pour chacun des ports concernés.

Selon les principes énoncés à la fin du chapitre précédent et considérant le temps de l'année et la durée des périodes de navigation pour chacun des ports, un répartition des volumes hebdomadaires de chacun des types de marchandise et des directions de transport a été établie pour les trois pays. Les tableaux 3-7 à 3-9 montrent, pour chacun de ces trois pays, les mouvements des marchandises qui seront utilisés dans cette étude. Le tableau 3-10 résume les mouvements totaux des marchandises pour le port de transbordement à Saint-Louis.

Toutes ces données se rapportent au Système de Transport 3, lequel constitue l'objet principal des présentes études techniques.

### 3.6 Besoins en postes d'amarrage, installations d'entreposage et appareils de manutention

#### 3.6.1 Introduction et hypothèses générales

Partant des données d'étude relatives au mouvement hebdomadaire de marchandises aux divers ports concernés, les besoins en postes d'amarrage, installations d'entreposage et appareils de manutention des marchandises ont été établis pour le Système de Transport 3 dans ce chapitre du rapport, en vue de servir de base pour la préparation de projets d'installations portuaires pour ce système. De plus, les exigences, quant au nombre de bateaux fluviaux requis ainsi qu'à la main-d'oeuvre dans les ports, ont été déterminées pour établir une base de comparaison dans l'évaluation des coûts de transport aux fins d'analyser un aménagement par étapes du système de transport sur le fleuve Sénégal.

Les paramètres de capacité du Système de Transport 1 ont été déterminés dans la présente étude afin de pouvoir comparer les coûts de transport de ce système avec ceux des deux autres systèmes étudiés, et ainsi établir de quelle façon ce système peut être incorporé à un aménagement par étapes. En principe, ce système peut être mis en oeuvre dès le stade initial, moyennant quelques améliorations mineures aux installations portuaires existantes. Cependant, afin d'évaluer le rôle possible de ce système dans un aménagement par étapes, les coûts ont été établis en supposant qu'un poste d'amarrage moderne pour océaniques est construit et utilisé à pleine capacité à Kayes ou Ambidedi.

Quant au Système de Transport 2, qui consiste à décharger les océaniques au large de l'embouchure du fleuve, sa capacité a été établie arbitrairement pour un volume total annuel de 50,000 tonnes. Cette valeur est considérée raisonnable pour une étape initiale de ce système, étant donné que le mouvement actuel des marchandises au port de Saint-Louis est 15,000 à 20,000 tonnes par an, et que par ailleurs, ce système n'est destiné qu'à être une étape temporaire dans l'aménagement du système de transport sur le fleuve.

La variation du coût de transport par tonne de marchandises pour des volumes croissants de marchandises a été évaluée pour chacun des systèmes 1 et 2.

La détermination de la capacité des diverses installations portuaires a été fondée sur les hypothèses mentionnées à l'article 3.4, concernant les caractéristiques des bateaux et les méthodes de manutention de marchandises, ainsi que sur les hypothèses générales suivantes:

#### Hypothèses générales:

1. La répartition des marchandises suivant leur nature, le pays d'origine, etc., est telle que montrée au tableau 3-6, sans égard au volume total de marchandises.
2. La navigation sur le fleuve est rendue possible 24 heures par jour.
3. Tous les ports sont en service sept jours par semaine durant la période de navigation jusqu'au Mali.
4. Le chargement et le déchargement des bateaux sont effectués en deux périodes de huit heures chacune.
5. Un taux moyen d'occupation de 1.35 tonne par mètre carré est utilisé pour les aires d'entreposage abritées et à ciel ouvert; une majoration de 30 pour cent est appliquée pour tenir compte de l'aire requise pour la manoeuvre de l'équipement de manutention.

Avant de procéder à la définition des installations portuaires requises pour chacun des trois systèmes considérés, une brève description des considérations relatives au nombre de postes d'amarrage pour les divers types de bateaux qui feront escale dans ces ports est donnée aux articles suivants.

#### 3.6.2 Détermination du nombre de postes d'amarrage requis

Le nombre optimum de postes correspondant à un volume de marchandises donné est déterminé sur une base de coût marginal. Etant donné que les coûts des temps d'attente et de service augmentent avec le volume de cargaison, la construction d'un poste additionnel est justifiée lorsqu'un accroissement du volume de marchandises amènerait des coûts marginaux de service et de temps d'attente supérieurs aux coûts d'entretien et aux frais de capitalisation, découlant de l'ajournement de la construction du poste.

Plusieurs relevés de la distribution des arrivées des cargos dans les ports de marchandises générales ont été effectués et il a été observé que cette distribution est semblable à la distribution de Poisson (réf. "Dock and Harbour Authority 1968/69" par Hans Agerschou). On constate aussi que le temps d'attente suit une distribution exponentielle, c'est-à-dire qu'à taux élevé d'utilisation, le temps d'attente s'accroît d'une façon exponentielle. Des courbes, illustrant la relation qui existe entre le nombre de postes d'amarrage, le taux d'utilisation, et le rapport entre le temps moyen d'attente et le temps de service, sont montrées à la figure 3-15.

Les figures 3-16 et 3-17 A, B, C et D montrent le nombre optimum de postes et les facteurs d'utilisation en fonction du volume de marchandises pour chacun des systèmes 2 et 3. On remarquera que le facteur optimum d'utilisation augmente avec le nombre de postes. Les figures 3-16 et 3-17A montrent le nombre optimum de postes requis pour l'usage commun, tandis que les figures 3-17B, C et D sont basées sur l'hypothèse que des sections de port séparées doivent être établies pour chacun des trois pays concernés.

Le nombre optimum de postes d'amarrage pour allèges et cargos a été déterminé à l'aide des courbes montrées à la figure 3-15. Dans le cas des chalands et des bateaux mer-fleuve, le taux des arrivées et des départs est contrôlé et, par conséquent, ne sera pas conforme à une distribution de Poisson. Dans de tels systèmes, un taux d'utilisation relativement élevé peut être atteint, vu que les postes d'amarrage sont réservés exclusivement à ce système. Le nombre de postes pour ces bateaux a par conséquent été déterminé en supposant un facteur d'utilisation de 80%.

### 3.6.3 Système 1 - Bateaux mer-fleuve

Les bateaux à utiliser pour ce système doivent pouvoir traverser la barre à l'embouchure du fleuve dans pratiquement toutes conditions. Ceci limite donc le tirant d'eau de ces bateaux à environ deux mètres. Par ailleurs, étant donné que ces bateaux doivent naviguer en pleine mer entre Dakar et le fleuve Sénégal, leur tirant d'eau devrait être aussi grand que possible, quoiqu'un tirant d'eau de deux mètres limitera la saison de navigation jusqu'au Mali à quelque trois mois par an.

Les bateaux mer-fleuve considérés pour ce système auront donc un tirant d'eau de deux mètres, une longueur de 35 mètres, une vitesse de 10 noeuds et une capacité de 250 à 350 tonnes.

Le coût de construction d'un bateau possédant ces caractéristiques est d'environ \$400,000 US. Des bateaux ayant un plus faible tirant d'eau pourraient être utilisés, mais ils seraient plus coûteux. Il est cependant possible que des bateaux munis de compartiments de lestage supplémentaires, leur permettant de naviguer avec un plus grand tirant d'eau en pleine mer, seraient particulièrement avantageux dans ces conditions particulières.

Pour les fins d'évaluation des coûts de transport relatifs à ce système, il a été supposé qu'un poste d'amarrage, construit à Kayes ou Ambidedi, est utilisé à pleine capacité. Un tel poste aurait 45 m de longueur et serait conçu de façon à permettre le chargement et le déchargement des bateaux au moyen d'équipement de manutention moderne et efficace, indépendamment des grandes variations du niveau de l'eau durant la période de navigation.

La capacité totale de manutention à un tel poste sera d'environ 3,600 tonnes par semaine en utilisant deux équipes de dockers, chacune pouvant manutentionner 20 tonnes par heure, le temps de travail étant de deux périodes de huit heures par jour, sept jours par semaine, avec un taux d'utilisation du poste de 80 pour cent.

La période de navigation étant de 13 semaines par année, la capacité totale annuelle d'un tel poste serait d'environ 47,000 tonnes. Selon les hypothèses mentionnées à l'article 3.6.1, ceci correspond à un volume total de marchandises transporté sur le fleuve d'environ 70,000 tonnes par année pour le système entier desservant le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Ce volume annuel de 70,000 tonnes nécessiterait 13 bateaux du type décrit ci-dessus, en supposant qu'ils soient chargés à pleine capacité lorsqu'ils vont de Dakar à Kayes, et au tiers seulement de leur capacité dans le sens inverse. Dix de ces bateaux assureraient le service jusqu'au Mali.

Les installations d'entreposage desservant ce poste à Kayes ou Ambidedi doivent permettre un temps d'entreposage moyen d'environ deux semaines au port. Ceci requiert une capacité d'entreposage de 8,000 tonnes, soit une aire de 6,000 m<sup>2</sup>. D'après le type de marchandises qui sera manutentionné dans ce port, il est prévu qu'un tiers de cette aire de stockage sera à ciel ouvert, alors que les deux tiers seront formés de hangars.

Ces hangars pourront être utilisés pour entreposer les arachides et le millet qui doivent être exportés durant la saison sèche, puisque leur période de récolte a lieu quelque temps après la fin de la saison de navigation.

Le nombre et le type d'équipement de manutention prévus pour les installations portuaires à Kayes ou Ambidedi sont les suivants:

<u>Type d'équipement</u>	<u>Capacité</u>	<u>Nombre</u>
Chariots-élévateurs	3 tonnes	4
Chariots-élévateurs	9 tonnes	1
Grue mobile	5 tonnes	3
Remorque surbaissée	10 tonnes	3
Tracteur		1

Le personnel requis serait comme suit:

<u>Catégorie</u>	<u>Nombre</u>	
	<u>1 bateau</u>	<u>10 bateaux</u>
I	6	24
II	5	21
III	3	12
IV	1	10
V	2	20
VI	4	40

La catégorie I comprend les contremaîtres, les chauffeurs de camions et tracteurs, ainsi que les opérateurs de treuils et de grues mobiles.

La catégorie II comprend les dockers non spécialisés, préposés aux mâts de charge.

La catégorie IV comprend les capitaines des bateaux décrits ci-dessus.

La catégorie V comprend les officiers de ces bateaux.

La catégorie VI comprend les marins à bord de ces bateaux.

### 3.6.3 Système 2 - Transbordement en mer

Une description générale du système est donnée à l'article 3.3.2.

Ce système requiert deux types différents de bateaux spéciaux, soit une flotte d'allèges motorisées pour assurer le transport des marchandises entre les océaniques ancrés au large de l'embouchure du fleuve et les installations portuaires dans l'estuaire, ainsi qu'une flotte de chalands assurant le transport fluvial des marchandises. Les allèges devront être de faible capacité pour leur permettre d'assurer un service efficace et souple, mais ces caractéristiques les rendraient non rentables pour le transport sur le fleuve. De plus, le tirant d'eau correspondant à chacun de ces deux types de service est différent.

Des allèges ayant une capacité d'environ 100 tonnes, un tirant d'eau de 1.6 mètre et une longueur d'environ 25 m seraient appropriées. Equipées d'un moteur de 100 HP, ces allèges auraient une vitesse de déplacement d'environ 7 noeuds et leur coût est évalué à \$100,000 US.

Pour le transport sur le fleuve, des chalands motorisés, d'une capacité d'environ 300 tonnes et ayant une longueur d'environ 65 m et un tirant d'eau de 1.2 m, conviendraient. Pourvus d'un moteur de 350 HP, leur vitesse de croisière serait d'environ 10 noeuds, et leur prix est évalué à \$265,000 US.

La capacité du système d'allèges proposé est d'environ 2,000 tonnes par semaine par poste, en supposant qu'une équipe de dockers déplace environ 20 tonnes par heure. Chaque poste d'amarrage peut effectivement desservir trois allèges par jour, en tenant compte des temps d'arrêt et de manoeuvre. Les installations portuaires seraient situées à Gandiole, ce qui signifie que les allèges devraient naviguer sur une distance d'environ 6 km.

La capacité de manutention d'un poste pour chaland serait d'environ 3,600 tonnes par semaine en utilisant deux équipes de dockers, chacune pouvant déplacer 20 tonnes par heure.

Les chalands peuvent naviguer sur le fleuve de l'estuaire à Kayes durant environ 17 semaines par année. La construction d'un tel poste pour chaland à Kayes ou Ambidedi permettrait donc une capacité totale annuelle de 61,000 tonnes, ce qui correspond à un volume total de marchandises de 91,000 tonnes par an pour le système entier desservant le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Une flotte d'environ 13 chalands serait requise pour transporter ce volume de marchandises.

Etant donné que ce Système de Transport 2 n'est en somme qu'un système initial et intérimaire, il ne semble pas approprié d'établir une première étape des installations pour satisfaire à un volume annuel aussi considérable. Il est suggéré plutôt de baser la première étape des installations à Gandiole sur un volume annuel de marchandises de 50,000 tonnes.

Les installations d'entreposage du port de Gandiole doivent pouvoir absorber les variations normales du transport de marchandises ainsi que celles qui sont produites par un retard imprévisible du début de la saison de la navigation. Ce retard peut atteindre jusqu'à 4 semaines dans certains cas. Les installations d'entreposage à Gandiole ont donc été dimensionnées pour pouvoir absorber un volume correspondant à 4 semaines d'importation plus deux semaines d'exportation. Dans ce cas, il semble suffisant de ne prévoir que 50% de la capacité totale d'entreposage sous forme de hangars fermés.

La capacité d'entreposage du port de Kayes/Ambidedi a été déterminée selon les mêmes critères que ceux qui ont été appliqués pour le Système de Transport 1.

Les exigences résultantes, en ce qui a trait aux bateaux, postes d'amarrage, aires d'entreposage, équipement de manutention et main-d'oeuvre sont résumés ci-dessous:

Nombre d'allèges	9
Nombre de postes pour allèges	3
Nombre de chalands	7
Nombre de postes pour chalands	1

Aire d'entreposage:	Gandiole:	Kayes/Ambidedi:
Hangars fermés	4,300 m <sup>2</sup>	2,400 m <sup>2</sup>
A ciel ouvert	4,300 m <sup>2</sup>	1,200 m <sup>2</sup>

Type d'équipement	Capacité	Nombre de pièces à	
		Gandiole	Kayes/Ambidedi
Chariots-élévateurs	3 tonnes	4	4
Chariots-élévateurs	9 tonnes	1	1
Grues mobiles	5 tonnes	5	3
Remorques surbaissées	10 tonnes	3	3
Tracteurs		1	1

Main-d'oeuvre (en période de pointe)

Catégorie *	Gandiole	Kayes/Ambidedi
I	30	20
II	64	18
III	22	10
IV	16	
V	23	
VI	23	

\* Voir système 1.

### 3.6.5 Système 3 - Transbordement dans un port combiné mer-fleuve

Le Système de Transport 3, qui comprend la construction d'installations portuaires abritées à Saint-Louis pour le transbordement des marchandises entre les océaniques et les chalands, est le système de base de la présente étude. En effet, le but principal de cette étude est de préparer des projets pour les installations portuaires à Saint-Louis et à Kayes ou Ambidedi qui répondent aux exigences de ce système.

Le volume total annuel de marchandises pour lequel ce système doit être conçu, a été établi, par des études antérieures, à 290,000 tonnes, pour transbordement à Saint-Louis. La répartition des marchandises suivant leur nature ou leur destination est montrée au tableau 3.6, tiré directement des rapports sur les prévisions du trafic, préparées au cours de ces études antérieures.

Quant au transport sur le fleuve même, des chalands motorisés d'une capacité de 350 tonnes semblent appropriés. Leur tirant d'eau à pleine charge ne devrait pas excéder 1.2 m; cette caractéristique peut être réalisée si leur longueur est d'environ 70 m et leur largeur d'environ 10 m. Pourvus d'un moteur de 400 HP, ces chalands peuvent se déplacer à une vitesse de 10 noeuds et leur prix de construction devrait être de l'ordre de \$ 290,000 US. Ils ne devraient pas être munis d'appareils de manutention, puisque les grandes variations du niveau de l'eau au port de Kayes ou Ambidedi rendraient cet équipement inutile durant une grande partie de la saison de la navigation.

La détermination du nombre de postes requis pour les océaniques a été faite selon la méthode décrite ci-dessous à l'article 3.6.2. Afin de poursuivre les calculs, le taux moyen de chargement et de déchargement de ces bateaux dans le port doit être défini. Ce taux peut varier considérablement, allant de 20 jusqu'à 200 tonnes par heure, dépendant du type de bateau et de ses appareils de manutention, ainsi que de la nature et des dimensions des cargaisons.

Pour les fins de cette étude, un taux de chargement et de déchargement de 40 tonnes par heure a été utilisé, en supposant que les conditions concernant les bateaux et les marchandises seront semblables à celles qui existent présentement dans le port de Dakar. La capacité hebdomadaire théorique équivalente d'un poste pour océanique sera donc de 4,500 tonnes pour un facteur d'utilisation de 100%.

Les résultats du calcul des postes d'amarrage pour océaniques sont les suivants:

Pays	Volume annuel	Nombre de postes	Taux d'utilisation (en période de pointe)
Sénégal	80,000 tonnes	1	45 pour cent
Mauritanie	16,800 tonnes	1	15 pour cent
Mali	195,000 tonnes	5	53 pour cent

Ces résultats sont fondés sur l'hypothèse que des zones portuaires séparées ayant le statut de port franc sont réservées pour le Mali et la Mauritanie et cette condition a été observée dans l'élaboration des aménagements portuaires. Si cette restriction peut être éliminée, le nombre de postes peut être réduit de 2.

Le nombre de postes pour chalands a été déterminé selon les critères utilisés pour le Système de Transport 2.

Les résultats sont les suivants:

Pays	Nombre de postes à Saint-Louis	Nombre de postes à Kayes/Ambidedi
Sénégal	1	
Mauritanie	(1)	
Mali	4	4

Le nombre de postes requis pour la Mauritanie a été indiqué entre parenthèses, puisque le taux d'utilisation du poste d'amarrage pour océanique est si faible qu'aucun poste pour chalands n'est vraiment requis. Cette situation n'existe pas dans le cas de la zone réservée au Sénégal.

Les aires d'entreposage requises à Saint-Louis et à Kayes/Ambidedi ont été déterminées d'après des considérations analogues à celles du Système de Transport 2 et les résultats suivants ont été obtenus:

Pays	Saint-Louis		Kayes/Ambidedi	
	A ciel ouvert	Hangar	A ciel ouvert	Hangar
Sénégal	3,800 m <sup>2</sup>	6,400 m <sup>2</sup>		
Mauritanie	700 m <sup>2</sup>	1,500 m <sup>2</sup>		
Mali	21,000 m <sup>2</sup>	17,600 m <sup>2</sup>	6,000 m <sup>2</sup>	12,000 m <sup>2</sup>

Le rapport des aires d'entreposage à ciel ouvert et sous abri a été déterminé en supposant que les marchandises correspondant aux catégories 1, 11, 12 et 13, décrites au tableau 3 - 10, peuvent être entreposées à ciel ouvert, alors que les marchandises des catégories 2 à 10 devraient être entreposées à l'abri.

Les besoins en équipement de manutention et en main-d'oeuvre ont été déterminés comme suit:

Type d'équipement	Capacité	Saint-Louis	Kayes/Ambidedi
Chariots-élévateurs	3 tonnes	23	17
Chariots-élévateurs	9 tonnes	2	1
Grues mobiles	5 tonnes	11	9
Grues mobiles	10 tonnes	1	1
Remorques surbaissées	10 tonnes	16	6
Remorques surbaissées	10 tonnes	2	1
Tracteurs		6	2

Main-d'oeuvre:	Catégorie *	Saint-Louis	Kayes/Ambidedi
	I	118	68
	II	236	98
	III	117	42
	IV	30	
	V	60	
	VI	60	

\* Voir système 1

### 3.7 Evaluations comparatives

#### 3.7.1 Introduction

Selon les termes de référence de ce contrat, le but de cette étude est de définir les installations portuaires qui conviennent au Système de Transport 3 et au volume de marchandises déterminé dans les études antérieures et aussi de concevoir un aménagement par étapes de ces mêmes installations. Cependant, tel que mentionné précédemment, la mise de fonds initiale très élevée pour la construction des installations portuaires en eau profonde à Saint-Louis rend leur aménagement par étapes non économique si les installations sont adaptées à des volumes de marchandises appréciablement plus faibles. En conséquence, les étapes d'aménagement du Système de Transport seront des périodes évolutives des différents systèmes de transport proposés à l'article 3.2. Compte tenu de ce critère, une analyse comparative des coûts de transport a été faite pour chacun des trois systèmes considérés dans ce rapport.

On doit souligner que les résultats de cette analyse ne peuvent être utilisés que pour fin de comparaison entre les différents systèmes de transport, puisque les coûts communs à tous ont été omis des calculs. Ainsi, les coûts obtenus ne peuvent être comparés avec ceux d'autres systèmes de transport, tel que la route ou le chemin de fer.

Puisque la praticabilité économique de l'aménagement du système de transport fluvial est déterminée par comparaison avec de tels modes alternatifs de transport, il nous semble que, sur la base des coûts maintenant établis des installations portuaires, des évaluations économiques complètes des systèmes de transport fluvial et terrestre seraient appropriées.

Pour ce qui est du transport routier et ferroviaire, qui existe en grande partie, une telle comparaison devra être faite selon l'aspect des coûts marginaux, plutôt que d'après les tarifs actuels.

De tels études dépassent le cadre du présent rapport.

#### 3.7.2 Estimations des coûts annuels des systèmes de transport fluvial

Les frais d'établissement annuels utilisés dans la compilation de la figure 3-18 sont calculés sous forme d'annuités, supposant un taux d'intérêt annuel de 10% et une durée de vie des installations tel indiqué au tableau 3-14. Les primes d'assurance sur les bateaux sont évaluées à 2% par an du coût en capital.

Les coûts d'entretien, de réparations et autres, sont évalués à 1% par an du coût en capital de tous les éléments, à l'exception des allèges et du chenal d'entrée du port.

Le coût d'entretien des allèges est majoré de 50% dû aux conditions d'utilisation; pour ce qui est du chenal d'entrée, les coûts d'entretien sont évalués à 10% par an du coût des travaux initiaux de dragage, selon les conclusions des études hydrauliques et d'ingénierie.

Pour le Système 1, on a tenu compte de la distance supplémentaire de navigation entre l'estuaire du fleuve et Dakar. Cette distance est de 200 km et le trajet exige 11 heures environ. A cause du plus fort tirant d'eau des bateaux mer-fleuve, leur période de navigation sera de 20% plus courte que celle des chalands utilisés dans les systèmes 2 et 3. En outre, les bateaux mer-fleuve exigent un équipage plus nombreux et un investissement plus élevé.

Tableau 3.14 - Coûts d'investissement estimatifs en dollars US  
pour les variantes des systèmes. Prix ajustés à Juillet 1971

Poste	Système 1	Système 2	Système 3	Durée de vie
	en \$ 1,000 US			Années
<b>INSTALLATIONS PORTUAIRES</b>				
Jetées			4,000	50
Chenal d'entrée et bassins				
Chenal d'entrée et bassins pour un volume annuel de cargaison de:				
50,000 tonnes		100	3,800	40
30,000 tonnes			5,000	40
Postes d'amarrage, coût unitaire pour:				
Cargos océaniques			700	50
Chalands de 350 tonnes			200	50
Chalands de 300 tonnes		160		50
Allèges		80		50
Installations d'entreposage et aires de circulation				
Coût par 1,000 tonnes vol. annuel de cargaison				30
<b>NAVIRES DE TRANSPORT</b>				
Bateau mer-fleuve	400			15
Allèges		100		15
Chalands de 300 tonnes		265		15
Chalands de 350 tonnes			290	15

### 3.7.3 Evaluation comparative et conclusion

La figure 3-18 montre les fonctions comparatives des coûts pour les divers systèmes de transport sur le fleuve.

On peut remarquer que le Système 1 est le plus économique pour des volumes faibles de cargaison. Il devrait donc servir de modèle pour l'étape initiale d'implantation de tout système de transport fluvial. Le Système 1 exige des investissements initiaux peu élevés et le risque financier est relativement faible, puisque la majeure partie de la mise de fonds porte sur les bateaux mer-fleuve dont l'achat peut être réparti selon les exigences du transport; ces bateaux pourront être utilisés quand un nouveau système de transport sera implanté.

La valeur économique du Système 2, en comparaison des Systèmes 1 et 3, est fonction des retards encourus pendant des opérations de transbordement en mer. De tels retards sont probables et il en résultera une hausse des taux de fret maritimes; tel est le cas pour Nouakchott, où à l'heure actuelle, une surcharge de 40%, ou environ \$8.00 par tonne, est ajoutée aux taux en vigueur à d'autres ports de l'Afrique Occidentale.

Par ailleurs, les taux de fret déterminés par la Conférence de Navigation de l'Afrique Occidentale sont uniformes pour tous les ports sur la côte occidentale de l'Afrique entre Nouadhibou et Point Noir.

On peut supposer cependant que les retards éprouvés à Saint-Louis seront moindres qu'à Nouakchott. A cet endroit, en effet, les manoeuvres comportent deux étapes critiques: d'abord la manutention des marchandises à bord de l'océanique ancré au large, puis le transbordement des allèges au quai non abrité. Tout indique que cette dernière opération est la plus critique. A Saint-Louis, cette étape serait éliminée, le quai étant situé bien à l'abri dans l'estuaire. Par contre, on sait que la barre à l'embouchure de l'estuaire est impassable en certaines périodes, mais celles-ci correspondent aux mêmes temps au cours desquels le transbordement des océaniques serait, à toutes fins pratiques, impossible.

Ainsi, il est possible que la surcharge, applicable à Saint-Louis en rapport avec le Système 2, soit plus faible qu'à Nouakchott.

La figure 3-18 montre deux courbes comparatives des coûts en rapport avec le Système 2, l'une en fonction de la surcharge de \$8.00/tonne à Nouakchott, l'autre en fonction d'une surcharge de \$2.00/tonne, considérée comme minimum probable.

A l'examen de la figure 3-18, il appert que la supériorité économique du Système 2 sur le Système 1 dépend entièrement de cette surcharge.

Il semblerait donc opportun d'étudier cette question plus à fond; l'étude comprendrait des enquêtes détaillées sur les conditions d'exploitation à Nouakchott, qui devraient fournir de précieuses données pour l'évaluation des retards probables à Saint-Louis; des entrevues avec les représentants de la Conférence de Navigation de l'Afrique Occidentale complèteraient ces études.

A l'heure actuelle, on doit conclure, de façon préliminaire, qu'il semble improbable que le Système 2 s'avère plus économique que le Système 1 pour tout volume de cargaison.

Une variante du Système 2, fondée sur l'utilisation temporaire des installations actuelles à Saint-Louis, a été analysée. Ce Système, identifié 2A, impliquerait pour les allèges, une distance additionnelle de navigation de 15 km entre le port et les océaniques, mais est avantageux en ce qu'il ne requiert à l'origine que des investissements mineurs.

La courbe comparative des coûts du Système 2A est tracée à la figure 3-18 pour une surcharge de \$2.00/tonne; en comparant ce système au Système 2, on peut voir qu'il pourrait devenir plus économique pour des volumes de cargaison allant jusqu'à 50,000 tonnes par an, alors que deviennent nécessaires des mises de fonds importantes pour de nouvelles installations portuaires.

L'aspect économique de chacun de ces systèmes serait grandement amélioré si leur saison de navigation était prolongée. Dans les conditions actuelles, qui servent de critères dans la présente étude, le trafic fluvial jusqu'au Mali n'est possible que pendant 3 à 5 mois par an. En supposant que la moitié du volume annuel de marchandises vers et en provenance du Mali soit transportée par le système fluvial, sa capacité serait, en fait, entre 1.2 à 2 fois la capacité requise pour le transport des importations et exportations totales du Mali, si le fleuve était navigable tout au cours de l'année. D'autre part, un système de transport terrestre complémentaire, de pleine capacité, sera requis tant que la période de navigation sera limitée.

La saison navigable pourrait être prolongée par la construction d'un barrage de régularisation en amont de Kayes. Le barrage aurait plusieurs fonctions, combinant la production d'énergie électrique et l'irrigation des terres avec la régularisation de la voie navigable.

Selon le volume des marchandises, le système de transport fluvial pourrait contribuer appréciablement à la viabilité économique d'un tel projet.

En conséquence, il est recommandé qu'une analyse de l'aspect économique du projet de barrage soit effectuée conjointement avec celle du système de transport fluvial.

### 3.8 Port de pêche à Saint-Louis

#### 3.8.1 Introduction

Afin d'exploiter à fond les pêcheries maritimes au large de la région septentrionale du Sénégal et d'augmenter les exportations, le gouvernement du Sénégal envisage la construction d'un port de pêche moderne à Saint-Louis.

L'implantation d'un tel port est prévue au troisième plan quadriennal (1969-1973); de plus, les exigences quant à sa capacité au stade initial de son aménagement sont énoncées dans les "Termes de référence, projet du port de pêche de Saint-Louis" préparés par la Direction des Pêches, Dakar, Janvier 1971.

Selon ces termes de référence, on prévoit la construction du port de pêche sur le fleuve Sénégal, à un emplacement immédiatement au sud de l'hydrobase sur la Langue de Barbarie; il aura accès à la mer par l'entrée actuelle du fleuve, en supposant que des profondeurs d'eau suffisantes à travers la barre existent à l'année longue.

Une analyse statistique, effectuée par les Nations Unies, des profondeurs d'eau sur la barre à l'embouchure du fleuve, démontre cependant que les profondeurs existantes sont fréquemment insuffisantes pour permettre aux chalutiers ou au vaisseaux plus importants de naviguer en sécurité hors de Saint-Louis.

La planification du nouveau port de pêche prévoit des installations industrielles efficaces ayant comme objectif la production de denrées d'exportation, sans pour autant compromettre l'existence des pêcheries côtières traditionnelles ni les réseaux établis de ventes et de distribution à l'intérieur du Sénégal.

Cependant, il est évident, qu'à la longue, la réalisation d'un port de pêche moderne aura une influence profonde sur les pêcheries côtières; ces dernières seront supplantées graduellement par des méthodes modernes plus efficaces utilisées aux nouvelles installations portuaires.

L'évolution d'une pêcherie traditionnelle en un port de pêche moderne devra se faire très graduellement et causer un minimum d'inconvénients à la population de Guel N'Dar; ceci constitue cependant une question de principe qui dépasse les cadres de la présente étude.

Quoiqu'il en soit, il sera essentiel, lors de la planification des installations portuaires, de prévoir l'intégration des pêcheries actuelles au nouveau port.

Il n'existe pas de prévisions quant au développement futur d'un port de pêche, non plus qu'aux limites biologiques relatives à l'exploitation de l'océan environnant.

Il est donc très important de prévoir un agencement aussi souple que possible et de garder en réserve des aires convenables en vue de l'expansion future du port et des industries connexes.

### 3.8.2 Les pêcheries actuelles

La pêche maritime au large de Saint-Louis se fait exclusivement au moyen de pirogues opérant à partir du littoral.

Les bateaux sont de faible tonnage, l'équipage comprenant 4 ou 5 personnes. Ils partent le matin pour rentrer tard l'après-midi. Après chaque sortie, les bateaux sont amenés à terre à force de bras.

Les trois quarts environ des 900 pirogues sont équipés d'un moteur hors bord. Cette motorisation est relativement récente et a contribué à accroître le champ des opérations. Cependant, le champ d'action des pirogues est limité; elles ne peuvent suivre les migrations de poissons loin de la région de Saint-Louis. Le poisson migrant est la principale source de la pêche. Cette migration se déplace à la hauteur de Saint-Louis depuis décembre jusqu'en juin; c'est la période de pêche active. Près de la moitié des prises annuelles s'effectuent en mai et juin. De juillet à octobre, la pêche est au ralenti. Les plus importantes espèces de poisson sont le N'Got, le diaragne, l'ouaragne et le thiof (noms locaux).

Le produit total de la pêche est destiné à la consommation humaine: en effet, la loi Sénégalaise interdit l'utilisation du poisson pour d'autres fins.

Les prises totales au cours des trois dernières années totalisaient entre 15,000 et 20,000 tonnes par an.

En 1968, environ 42% des prises ont été consommées à Saint-Louis, 17% traitées au moyen de méthodes primitives (surtout salées et séchées au soleil) et 41% vendues fraîches pour revente à Dakar ou ailleurs.

En raison de l'absence d'un marché aux poissons ou d'un organisme de ventes et de la pénurie d'installations de réfrigération (capacité actuelle de 2 tonnes de glace par jour) où les surplus de la pêche peuvent être conservés, c'est typiquement un commerce dominé par l'acheteur en saison active; le pêcheur n'en retire qu'un très bas prix alors qu'à Dakar les prix sont près de 3 fois plus élevés.

Un accroissement sensible des prises de poisson ne peut être obtenu avec les méthodes actuelles. Un changement radical de ces méthodes, la construction d'un port de pêche moderne et l'usage de nouveaux bateaux de pêche sont essentiels à une expansion substantielle de cette industrie.

### 3.8.3 Nouveau port de pêche

#### Considérations générales

Du fait des dimensions relativement petites des bateaux de pêche, les quais d'un port de pêche doivent être bien protégés contre les effets de la houle. Il est par conséquent naturel de localiser un nouveau port de pêche dans l'estuaire du fleuve Sénégal, plutôt que de construire un port sur la côte, ce qui nécessiterait la construction de jetées dispendieuses pour assurer une protection adéquate contre la houle.

Le problème le plus important dans la localisation d'un port sur le fleuve est celui des profondeurs d'eau dans le chenal navigable à travers la barre à l'entrée du fleuve. Dans les termes de référence pour le port de pêche (Dakar 1971), il a été admis qu'une profondeur d'eau moyenne naturelle de 4.2 m. prévaudra durant l'année tout entière. Cependant, une analyse statistique des sondages des profondeurs d'eau dans le chenal au-dessus de la barre, de 1943 à 1969, a démontré que les profondeurs naturelles sont souvent considérablement plus faibles que prévu dans les termes de référence (Meglitsky, UN 1970). Les mesures constituant la base de cette analyse furent faites aux hautes eaux. L'analyse démontre que pour 9% de la période de hautes eaux la profondeur d'eau dépasse 4.2 m; pour cette même période, la profondeur dépasse 2.65 m, 95% du temps.

D'après le directeur de département des pêcheries du gouvernement du Sénégal, près de 85 pourcent de la flotte de pêche sénégalaise actuelle serait en mesure d'opérer à des profondeurs de 2.5 m à l'entrée du fleuve. Il est évident qu'à moins d'augmenter artificiellement les profondeurs d'eau à la barre, il ne sera pas possible aux plus grands bateaux de pêche d'appareiller en toute sécurité d'un port situé sur le fleuve. Cependant, dans les para-

graphes qui suivent, il est admis que des profondeurs d'eau suffisantes seront disponibles pour les bateaux de pêche de toutes dimensions, comme ce serait le cas si une nouvelle entrée pour des océaniques à marchandise générale était établie.

#### Flotte de pêche

Le 3<sup>e</sup> plan quadriennal contient des prévisions concernant une flotte de pêche devant mouiller initialement à Saint-Louis. Ces chiffres ont été révisés ultérieurement; d'après le directeur des pêcheries, dix cordiers et 8 chalutiers sont appelés à mouiller ici pendant la première période après la construction (1971-1975). Aucun thonier ne mouillera ici, puisqu'ils appareillent de Dakar et y débarquent leurs prises. Des bateaux de pêche étrangers, entre autres, les sardinières, pourront aussi débarquer au nouveau port; cependant l'importance de ces débarquements n'a pas été évaluée.

Le cordier est un bateau de faible dimension relativement nouveau qui pourrait naviguer à travers l'embouchure actuelle du fleuve. La longueur totale est de quelque 13.0 m et le tirant d'eau sous charge est de 1.5 m. La largeur est 3.8 m. Ils peuvent prendre un chargement jusqu'à 12 m<sup>3</sup> dans des cales isolées, correspondant à quelque 5 à 6 tonnes de poisson et 8 tonnes de glace. Ils peuvent être utilisés pour des voyages de pêche d'une durée de 10 à 12 jours. Il existe des chalutiers de dimensions diverses. Le directeur des pêcheries se propose de faire l'acquisition de 20 chalutiers spécialement conçus pour la pêche aux crevettes, ayant les dimensions suivantes: longueur totale 25.5 m, largeur 7.7 m et tirant d'eau sous charge de 3.7 m. Le volume des cales isolées est de 110 m<sup>3</sup>. Il est prévu que leur port d'attache sera à Saint-Louis.

#### Postes de débarquement projetés

D'après les informations reçues, des prévisions détaillées à long terme portant sur l'aménagement de postes de débarquement d'un nouveau port de pêche à Saint-Louis n'ont pas encore été établies; au fait, de telles prévisions sortiraient du cadre de la présente étude. Dans ces circonstances, une approche réaliste semble être de construire d'abord un port de pêche de capacité limitée, et de planifier le port d'une manière telle qu'il pourra être facilement agrandi.

Le Directeur des pêcheries prévoit que la flotte de pêche, qui mouillera initialement à Saint-Louis, débarquera en moyenne les quantités suivantes de poisson:

Cordiers: 10 bateaux, 4 voyages par mois à 4 tonnes  
par bateau/voyage = 1920 tonnes par année.

Chalutiers: 9 bateaux, 10 tonnes de crevettes par mois

25 tonnes de daurades par mois

10 tonnes de soles par mois

45 tonnes par mois = 4320 tonnes par année

Pêche totale par la flotte  
nationale:

6240 tonnes par année

Les bateaux de pêche étrangers pourront également décharger le poisson dans le port, mais il n'a pas été possible d'évaluer à quel point ceci augmenterait les déchargements annuels.

Si une nouvelle entrée artificielle est construite près de Saint-Louis aux fins d'un port commercial, il est plus que probable que les pirogues viendront débarquer leurs prises dans l'estuaire, à proximité du port de pêche; ceci pourrait alors augmenter les débarquements de poissons de 20,000 tonnes par année.

Au stade initial, les débarquements totaux à Saint-Louis (sur la plage et au port) sont estimés être de l'ordre de 25,000 tonnes par année. Dans le cas d'aménagement additionnel, ce chiffre pourrait très bien monter jusqu'à 100,000 tonnes, mais on ne connaît pas quel volume pourrait être atteint, en l'absence de sur-pêchage.

Une étude biologique serait nécessaire pour déterminer l'envergure finale de l'aménagement du port.

#### Vente et distribution du poisson

Il est admis que tout le poisson débarqué par la flotte de pêche moderne sera traité industriellement, aux fins de consommation humaine, dans les usines situées près du port, et que les nouvelles pêcheries n'affecteront pas le système de distribution actuel. Selon la loi sénégalaise, il est défendu d'utiliser des produits de la pêche pour des fins autres que la consommation humaine. En conséquence, aucune usine de production d'huile de poisson ne sera construite à Saint-Louis.

Une certaine partie de la pêche devra être vendue sous contrat directement aux usines de traitement. C'est le cas pour ce qui est des crevettes et de la sole et, dans une certaine mesure, pour d'autres types de poisson.

Les autres types de poissons seront probablement vendus aux enchères dans une bâtisse aménagée à cet effet. Les prix y seront probablement plus élevés que ceux obtenus directement sur la plage et ainsi on peut s'attendre à ce qu'une partie des chargements des pirogues y sera écoulee.

En supposant que tout le poisson pris par les cordiers et les chalutiers, sauf les crevettes et la sole, doit être vendu aux enchères, ces échanges représenteraient près de 4,300 tonnes annuellement. Des variations saisonnières sont à prévoir et les ventes quotidiennes maximales peuvent être évaluées à environ 1% des débarquements annuels, soit, 43 tonnes par jour, ou, quelque 3 fois la moyenne annuelle.

De plus, les pirogues peuvent commencer graduellement à vendre leur prises aux enchères. Si ces quantités correspondaient à celles qui jusqu'à présent sont vendues en dehors de la ville, (y inclus le poisson séché par des méthodes primitives) ceci augmenterait les ventes annuelles aux enchères d'environ  $20,000 \times 0.6 = 12,000$  tonnes.

Tenant compte des variations considérables des pêcheries traditionnelles, des ventes quotidiennes supplémentaires, de 0 tonne en juillet-août à quelque 200 tonnes en mai-juin, pourront en résulter. Cependant, ignorant dans quelle mesure les pirogues vendront leurs prises dans la bâtisse des ventes aux enchères, il ne serait pas justifiable de construire, dès le début, une bâtisse pouvant accommoder le total de ces quantités. Dans une bâtisse de ventes à Dakar, ayant des dimensions 22 x 45 m, les ventes aux enchères sont en moyenne de 30 tonnes par jour; cependant, le directeur des pêcheries estime que la capacité de la bâtisse est de 120 tonnes par jour.

En se basant sur ces données, on suggère de construire initialement une bâtisse ayant les mêmes dimensions que la bâtisse de vente aux enchères de Dakar. Cette bâtisse pourra alors accommoder facilement les débarquements des cordiers et des chalutiers, tout en laissant l'espace suffisant pour la majorité des prises des pirogues.

#### Entrepôt frigorifique et usine de glace

Dans les termes de référence pour le port de pêche, il a été spécifié que l'entrepôt frigorifique devrait avoir la capacité suivante:

Entreposage à $-25^{\circ}\text{C}$	2,000 tonnes
Entreposage à $0 - 50^{\circ}\text{C}$	<u>1,500 tonnes</u>
Entreposage total	3,500 tonnes

Capacité de congélation: 40 tonnes par jour

Production de glace: 75 tonnes par jour

Si l'usine n'est pas pleinement utilisée par les prises de la nouvelle flotte de pêche, l'espace de surplus pourra être utilisé pour accommoder une partie des débarquements des pirogues.

#### Usines de traitement

Les usines de traitement seront confiées à l'industrie privée. Aux fins d'implantation de telles usines, on devra prévoir des espaces suffisants, pouvant accéder librement à l'entrepôt frigorifique et à la bâtisse des ventes.

#### Quais

Pour ce qui est des conditions projetées pour 1980, le Directeur des pêcheries a spécifié les exigences suivantes concernant la longueur de quais devant desservir la flotte de bateaux de pêche modernes:

Pour le débarquement du poisson:	100 m, profondeur d'eau de 6 m sous le niveau des basses eaux.
Pour les fournitures:	80 m, profondeur d'eau de 5 m sous le niveau des basses eaux.
Pour les réparations:	80 m, profondeur d'eau de 5 m sous le niveau des basses eaux.
Divers	40 m, profondeur d'eau de 4 m sous le niveau des basses eaux.

Une longueur de quai de débarquement de 100 m peut accommoder simultanément 3 chalutiers ou 2 chalutiers et 3 cordiers, ce qui semble élevé pour la phase initiale, mais qui pourra être raisonnable en 1980.

Pour la flotte de pêche initiale, les profondeurs d'eau requises semblent quelque peu excessives, mais il nous paraît raisonnable de prévoir en fonction de bateaux de pêche de plus haut tonnage dans l'avenir.

Installations de radoub

Les bateaux de pêche doivent en général être tirés hors de l'eau aux fins de réparations pour une période de deux à cinq jours chaque année. Pour la flotte de pêche initiale, une voie de halage devrait être suffisante.

L'agencement du port de transbordement à Saint-Louis comprend une place de radoub avec voie de halage pour 22 chalands. Cette voie de halage peut être facilement conçue pour accommoder également tout genre de bateau de pêche.

Tableau 3-1 Mali, Commerce extérieur selon origine/destination

		1er trimestre		2ème trimestre		3ème trimestre		4ème trimestre		total	
		tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%
<b>IMPORTATIONS</b>											
Afrique, au total	1968	20.752	22	25.014	26	26.609	28	22.642	24	95.017	100
	1969	15.772	19	20.017	24	17.263	21	30.903	37	83.955	100
	1970	22.839				31.746					
Sénégal	1968	8.539	19	11.878	27	12.943	29	11.410	25	44.770	100
	1969	5.841	13	9.739	22	9.360	21	19.069	43	44.009	100
	1970	10.318				20.672					
Mauritanie	1968	173	21	6	1	265	32	390	47	834	100
	1969	86	8	44	4	69	6	904	82	1.103	100
	1970	172				324					
Outremer	1968	18.947	14	15.623	12	30.687	23	70.417	52	135.674	100
	1969	17.065	21	20.284	25	30.351	37	13.832	17	81.532	100
	1970	19.756				41.654					
Total	1968	39.699	17	40.637	18	57.296	25	93.059	40	230.691	100
	1969	32.837	20	40.301	24	47.614	29	44.735	27	165.487	100
	1970	42.595				73.400					
<b>EXPORTATIONS</b>											
Afrique, au total	1968	8.726	40	9.447	43	1.375	6	2.322	11	21.870	100
	1969	6.432	19	7.107	21	9.605	29	10.106	30	33.250	100
	1970	13.136				12.528					
Sénégal	1968	2.484	41	3.224	53	344	6	15	0	6.067	100
	1969	1.430	34	36	1	1.110	26	1.658	39	4.234	100
	1970	1.813				4.009					
Mauritanie	1968	470	60	141	18	54	7	124	16	789	100
	1969	141	53	66	25	2	1	56	21	265	100
	1970	75				19					
Outremer	1968	6.263	22	3.384	12	14.790	51	4.389	15	28.826	100
	1969	6.985	19	4.480	12	11.352	31	13.327	37	36.144	100
	1970	8.981				23.066					
Total	1968	14.989	30	12.831	25	16.165	32	6.711	13	50.696	100
	1969	13.417	19	11.587	17	20.957	30	23.433	34	69.394	100
	1970	22.117				35.594					

Source : Bulletin Mensuel des Statistiques, 1970, n° 3, 5, 8, 11/12 République du Mali

Tableau 3-2 Mali. Commerce extérieur pour types de cargaisons indiqués

IMPORTATIONS		1er		2ème		3ème		4ème		total	
		trimestre		trimestre		trimestre		trimestre		tonnes	%
		tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%
Graines oléagineuses	1968	3.320	24	4.536	33	3.116	22	2.859	21	18.831	100
	1969	4.039	30	3.898	29	1.994	15	3.478	26	13.409	100
	1970	3.201				3.288					
Sucre	1968	5.900	31	961	5	11.081	58	1.245	6	19.187	100
	1969	6.623	48	720	5	4.604	33	1.860	14	13.807	100
	1970	7.978				9.925					
Sel, Soufre, etc.	1968	7.318	19	4.944	13	9.695	25	16.866	43	38.820	100
	1969	131	1	9.964	40	3.733	15	10.967	44	24.795	100
	1970	1.439				16.263					
Carburant, huile minérale, etc.	1968	15.130	20	17.911	24	22.118	30	19.101	26	74.260	100
	1969	12.523	21	15.485	26	14.513	25	16.449	28	58.970	100
	1970	18.501				16.640					
Divers	1968	8.031	9	12.285	15	11.286	13	52.988	63	84.590	100
	1969	9.521	17	10.234	19	22.770	42	11.981	22	54.506	100
	1970	14.476				27.284					
EXPORTATIONS											
Graines oléagineuses	1968	5.094	22	5.286	23	9.628	42	3.109	13	23.117	100
	1969	6.892	32	1.011	5	8.028	37	5.817	26	21.748	100
	1970	5.798				14.953					
Coton	1968	2.803	41	1.842	27	2.150	32	-	-	6.795	100
	1969	721	23	808	25	573	18	1.087	34	3.189	100
	1970	1.277				5.753					
Divers	1968	7.092	34	5.705	28	4.387	21	3.602	17	20.786	100
	1969	5.804	13	9.768	22	12.356	28	16.529	37	44.457	100
	1970	15.042				14.888					

Source : Bulletin mensuel des statistiques 1970, n° 3, 5, 8 et 11/12 République de Mali.

Tableau 3-3 Volume de cargaison Transporté par Chemin-de-Fer d'Abidjan à Mali

Destination, Mali		Jan.	Fevr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
	$m^3$													
Essence, huile, etc.	1969	1.583	1.864	1.546	1.748	1.411	1.515	1.651	1.655	2.164	2.735	1.700	1.585	21.157
	1970	4.185	2.123	1.825	1.936	2.390	2.223	1.725	1.478	1.478	1.511	1.414	1.462	23.750
	tonnes													
Divers	1969	795	1.285	4.112	324	135	300	629	6.317	4.656	8.973	3.529	6.368	37.423
	1970	108	1.915	187	136	317	401	3.113	4.746	3.933	1.924	1.812	401	18.993

Source : Bulletin mensuel de Statistiques. 1970 n° 3.4.5.6.7.8.10. 11/12

République de Mali

Tableau 3-4 Mali: Prévisions du Commerce Extérieur en 1969 (tonnes).

Mois	IMPORTATIONS		EXPORTATIONS	
	via Dakar chemin de fer	via Abidjan ou Ouangolo- dougou	via Dakar chemin de fer	via Abidjan ou Ouangolo- dougou
Janvier	10,061	1,105	6,841	0
Février	12,977	423	4,956	0
Mars	8,193	2,394	4,976	474
Avril	9,683	3,207	6,751	555
Mai	11,894	166	5,266	0
Juin	13,128	152	6,580	152
Juillet	19,452	463	3,204	30
Août	13,784	2,730	3,135	10
Septembre	17,096	4,280	2,521	0
Octobre	19,131	5,933	2,551	0
Novembre	11,785	7,120	2,211	0
Décembre	8,569	2,839	2,210	891
<b>Total</b>	<b>155,753</b>	<b>30,812</b>	<b>51,202</b>	<b>2,112</b>

Source : Direction Nationale des Transports de la République du Mali

Calendrier Agricole

Produits	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
Riz		.....	.....	.....									
Millet	.....	.....	.....	.....									
Coton		.....	.....	.....	.....								
Arachides		.....	.....	.....	.....								
Blé					.....	.....	.....						
Karité			.....	.....	.....								
Kapok									.....	.....			
Caoutchouc					.....								

Source : Annuaire statistique de la République Mali

..... culture

———— récolte

----- mise en marché

TABLEAU 3-6 ORIGINE/DESTINATION, MARCHANDISES ET DISTRIBUTION SAISONNIERE DES CARGAISONS SUR LE FLEUVE SENEGAL

PREVISIONS DES NATIONS-UNIES POUR 1975

	Origine	Destination	Période Navigable	Sénégal	Mauritanie (en tonnes)	Mali	Total
<b>I De Saint-Louis vers destinations fluviales</b>							
1. Matériaux de construction	S.L.(I)	S.L.	Toute 1'année	3.000			3.000
	S.L.(I)	Kaédi (R)	25/6-18/11	5.000			5.000
	S.L.(I)	Bakel	26/6- 7/10	2.000			2.000
	S.L.(I)	Kayes				14.000	14.000
				10.000	-	14.000	24.000
2. Manioc	S.L.	Bakel (R)	25/6-21/10	14.000			14.000
					14.000	-	-
3. Riz	S.L.	Kaédi			2.400		2.400
	S.L.	Rosso			3.000		3.000
				-	5.400	-	5.400
4. Denrées alimentaires	S.L.(I)	S.L.	Toute 1'année	6.000			6.000
	S.L.	Bakel	25/6-21/10	12.000			12.000
	S.L.(I)	Bakel	25/6- 7/10	3.000	700		3.700
	S.L.(I)	Boghe	25/6-18/11		6.100		6.100
	S.L.(I)	Kayes	25/6- 7/10			63.000	63.000
				21.000	6.800	63.000	90.800
5. Fertilisants	S.L.(I)	Bakel	25/6- 7/10	1.500			1.500
	S.L.(I)	Bakel((R)	25/6-21/10	3.500			3.500
				5.000	-	-	5.000
6. Divers	S.L.(I)	S.L.	Toute 1'année	1.500			1.500
	S.L.(I)	Ambidédi(R)	25/6-21/10	5.500			5.500
	S.L.(I)	Boghé	25/6-18/11		2.000		2.000
	S.L.(I)	Boghé/Bakel	25/6-27/10		1.500		1.500
	S.L.(I)	Rosso	Toute 1'année		500		500
	S.L.(I)	Kayes	25/6- 7/10			32.000	32.000
				7.000	4.000	32.000	43.000
7. Produits Pétroliers	S.L.(I)	Kayes	25/6- 7/10			42.000	42.000
					-	-	42.000
<b>Total</b>				<b>57.000</b>	<b>16.200</b>	<b>151.000</b>	<b>224.200</b>

	Origine	Destination	Période navigable	Sénégal	Mauritanie (tonnes)	Mali	Total
<b>II D'origine Fluviale vers St.Louis</b>							
1. Millet	Bakel	S.L. (E)	25/6-7/10	2,000	300		2,300
	Bakel	S.L.	25/6-7/10	1,000			1,000
	Matam	S.L. (E)	25/6-21/10		300		300
	Kayes	S.L. (E)	25/6-7/10			1,000	1,000
				3,000	600	1,000	4,600
2. Arachides	S.L.	S.L. (E)	1/1-1/6	10,000			10,000
	Kayes	S.L. (E)	25/6-7/10			21,000	21,000
	Kayes	S.L. (E)	25/6-7/10			8,000	8,000
				10,000		29,000	39,000
3. Autres produits agricoles	Coton	Kayes	S.L. (E)	25/6-7/10		4,000	4,000
	Mais	Bakel	S.L. (E)	25/6-7/10	2,000		2,000
	Riz	Rich.Toll	S.L. (E)	1/1-1/6	3,000		3,000
	Riz	Rich.Toll	S.L.	1/1-1/6	3,000		3,000
					8,000		4,000
4. Divers	Kayes	S.L. (E)	25/6-7/10			10,000	10,000
	S.L.	Dakar	all year	2,000			2,000
				2,000		10,000	12,000
			Total	23,000	600	44,000	67,600
			I + II	80,000	16,800	195,000	291,800

(I) = Importations  
(E) = Exportations  
(R) = Région fluviale

TABLEAU 3-6

Tableau 3-7 Mouvement des marchandises à Saint-Louis (en tonnes) en provenance du Sénégal (1975)

	Matériaux de Construction	Arachides	Riz	Mais	Manioc	Mil Sorgho	Autres Céréales	Sucre	Sel	Autres Denrées Alimentaires	Fertilisant	Divers	Essence etc.	Total
<u>Semaine de Pointe</u>														
OV à Q	440	-	-	-	-	-	615	205	100	100	305	355	-	2120
Q à OV	-	475	145	135	-	200	-	-	-	-	-	40	-	995
Q à RV	385	-	-	-	825	-	545	180	90	90	305	325	-	2745
RV à Q	-	-	290	135	-	200	-	-	-	-	-	-	-	625
<u>Total annuel</u>														
OV à Q	10000	-	-	-	-	-	12600	4200	2100	2100	5000	7000	-	43000
Q à OV	-	10000	3000	2000	-	3000	-	-	-	-	-	2000	-	20000
Q à RV	7000	-	-	-	14000	-	9000	3000	1500	1500	5000	5500	-	46500
RV à Q	-	-	6000	2000	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	11000

OV = Navire océanique

Q = Quai

RV = Navire fluvial

Tableau 3-8 Mouvement des Marchandises à Saint-Louis (en tonnes) en provenance de la Mauritanie (1975)

	Matériaux de Construction	Arachides	Riz	Mais	Manioc	Mil Sorgho	Autres Céréales	Sucre	Sel	Autres Denrées Alimentaires	Fertilisant	Divers	Essence etc.	Total
<u>Semaine de Pointe</u>														
OV à Q	-	-	-	-	-	-	210	70	35	35	-	200	-	550
Q à OV	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	35
Q à RV	-	-	185	-	-	-	210	70	35	35	-	200	-	735
RV à Q	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	35
<u>Total Annuel</u>														
OV à Q	-	-	-	-	-	-	4080	1360	680	680	-	4000	-	10800
Q à OV	-	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	-	-	600
Q à RV	-	-	5400	-	-	-	4080	1360	680	680	-	4000	-	16200
RV à Q	-	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	-	-	600

OV = Navire Océanique

Q = Quai

RV = Navire Fluvial

Tableau 3-9 Mouvement des marchandises à Saint-Louis (en tonnes) en provenance de Mali (1975)

	Matériaux de construction	Arachides	Riz	Mais	Manioc	Mil Sorgho	Autres Céréales	Sucre	Sel	Autres Denrées Alimentaires	Fertilisant	Divers	Essence etc.	Total
<u>Semaine de pointe</u>														
OV à Q	935	-	-	-	-	-	2520	840	420	420	335	1800	2800	10070
Q à OV	-	1935	-	-	-	65	-	-	-	270	-	670	-	2940
Q à RV	935	-	-	-	-	-	2520	840	420	420	335	-	-	10070
RV à Q	-	1935	-	-	-	65	-	-	-	270	-	670	-	2940
<u>Total annuel</u>														
OV à Q	14000	-	-	-	-	-	37800	12600	6300	6300	5000	27000	42000	151000
Q à OV	-	29000	-	-	-	1000	-	-	-	4000	-	10000	-	44000
Q à RV	14000	-	-	-	-	-	37800	12600	6300	6300	5000	27000	42000	151000
RV à Q	-	29000	-	-	-	1000	-	-	-	4000	-	10000	-	44000

OV - Navire océanique

Q - Quai

RV - Navire fluvial

Tableau 3-10 Mouvement des marchandises dans le Port de Transbordement de Saint-Louis (1975)

	Matériaux de Construction	Arachides	Riz	Mais	Manioc	Mil Sorgho	Autres Céréales	Sucre	Sel	Autres Denrées Alimentaires	Fertilisants	Divers	Essence etc.	Total
<u>Semaine de pointe</u>														
OV à Q	1375	-	-	-	-	-	3345	1115	555	555	640	3220	1935	12740
Q à OV	-	2410	145	135	-	300	-	-	-	270	-	710	-	3970
Q à RV	1320	-	185	-	825	-	3275	1090	545	545	640	3190	1935	13550
RV à Q	-	1935	290	135	-	300	-	-	-	270	-	670	-	3600
<u>Total annuel</u>														
OV à Q	24000	-	-	-	-	-	54480	18160	9080	9080	10000	51000	29000	204000
Q à OV	-	39000	3000	2000	-	4600	-	-	-	4000	-	12000	-	64600
Q à RV	21000	-	5400	-	14000	-	50880	16960	8480	8480	10000	49500	29000	213700
RV à Q	-	29000	6000	2000	-	4600	-	-	-	4000	-	10000	-	55600

OV = Navire océanique

Q = Quai

RV = Navire fluvial

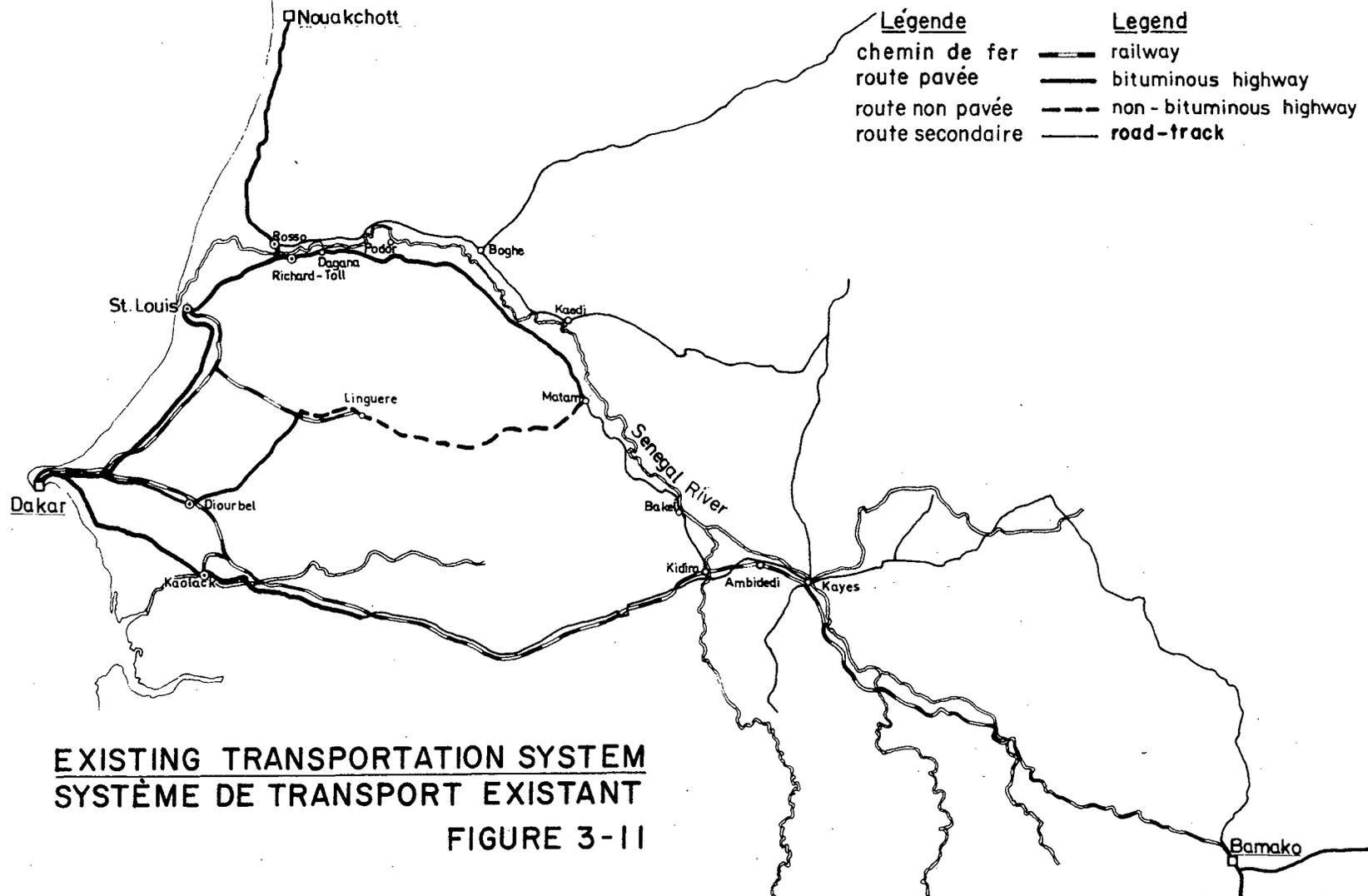
Tableau 3-12 Détails de la Flotte Fluviale Actuelle.

Propriétaire		Messageries du Sénégal/Sté. Mauritanienne de Navigation.						M. Alézar		Cie. Malienne de Navigation		
Nom du Navire		Bou El Magdad	Aleg	Aiounne	Kifa	Sagar	Guidor					
	Unité					moteur	moteur			Remorqueur	moteur	moteur
Longueur	m	51	36	36	30	30	30	30	22			
Largeur	m	10,8	6	5	4	4	4	4,5	3,1			
Tirant x)	m	2,25	1,0 <sup>xx)</sup>	1,2	0,8	0,8	0,8	1,3	1,3			
Capacité	t	350	140	120	75	50	50	100	50		50	50

x) chargé

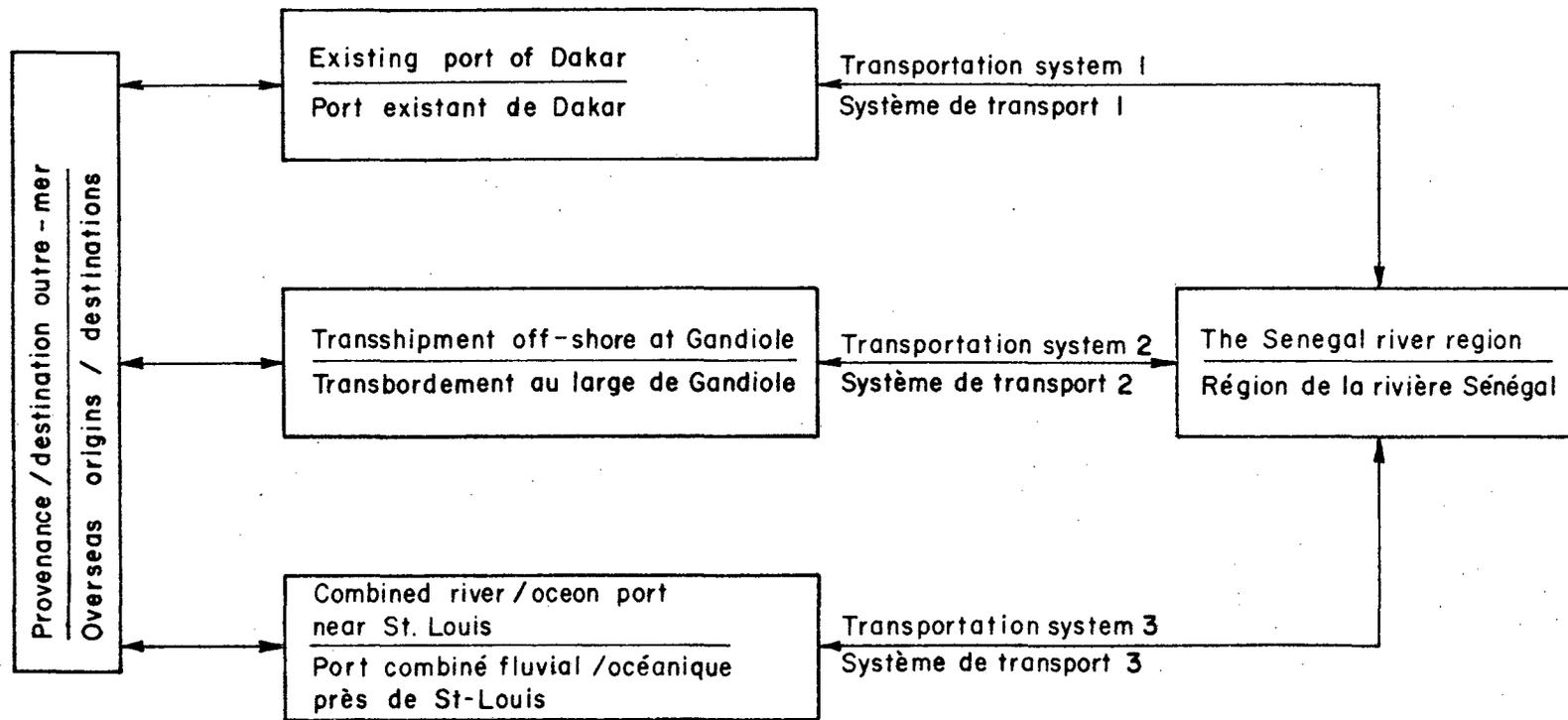
xx) chargé de 90 ts

Sources : Messageries du Sénégal  
M. Alézar



**EXISTING TRANSPORTATION SYSTEM**  
**SYSTÈME DE TRANSPORT EXISTANT**

**FIGURE 3-11**



**ALTERNATIVE RIVER TRANSPORTATION SYSTEMS**  
**ALTERNATIVES DE SYSTEMES DE TRANSPORT FLUVIAL**

**FIGURE 3-13**

QUEUING ANALYSIS SOLUTIONS FOR EXPONENTIAL WAITING TIME DISTRIBUTIONS

SOLUTIONS DE L'ANALISE DES ATTENTES POUR UNE DISTRIBUTION EXPONENTIELLE DU TEMPS D'ATTENTE

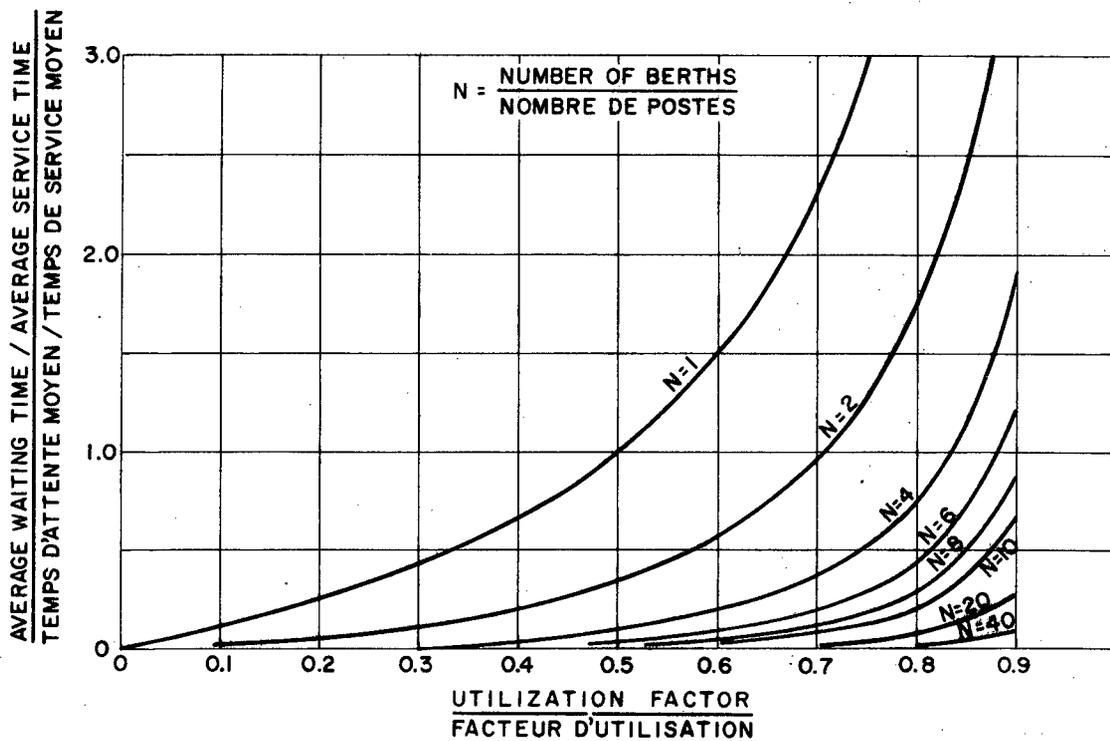


FIGURE 3-15

Fig. 3-16 System 2 optimum number of berths for lighters and utilization rates assuming joint use of berths.

Fig. 3-16 Système 2 - Nombre optimal de postes pour gabares et taux d'utilisation, dans l'hypothèse de l'usage en commun des postes.

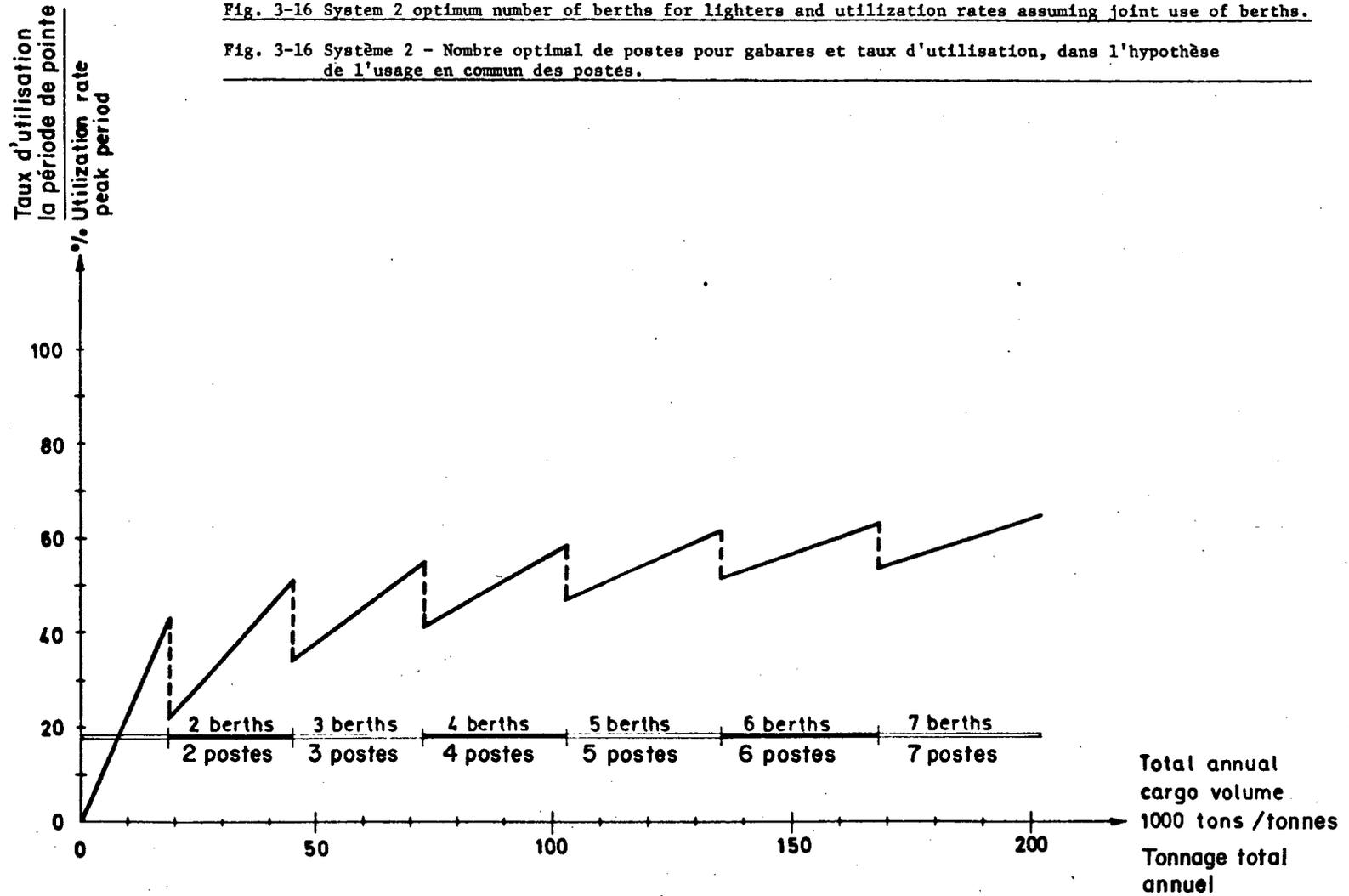


FIGURE 3-16

Fig. 3-17 A System 3 optimum number of berths for ocean carriers and utilization rates assuming joint use of berths.

Fig. 3-17 A Système 3 - Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, usage en commun des postes.

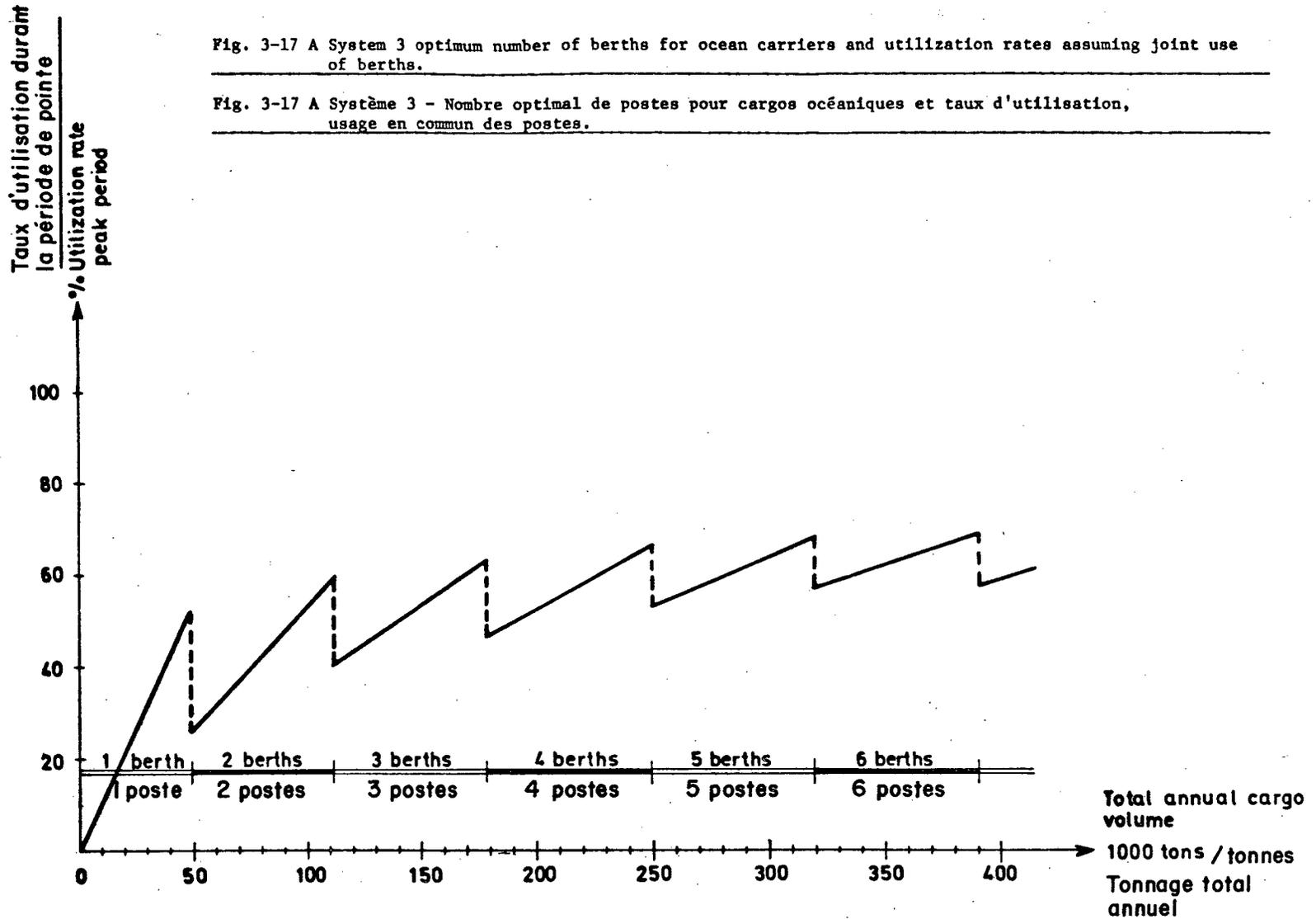


FIGURE 3-17A

Fig. 3-17 B System 3, Mali section. Optimum number of berths for ocean carriers and utilization rates assuming exclusive use of berths.

Fig. 3-17 B Système 3 - Zone de Mali. Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, usage exclusif des postes.

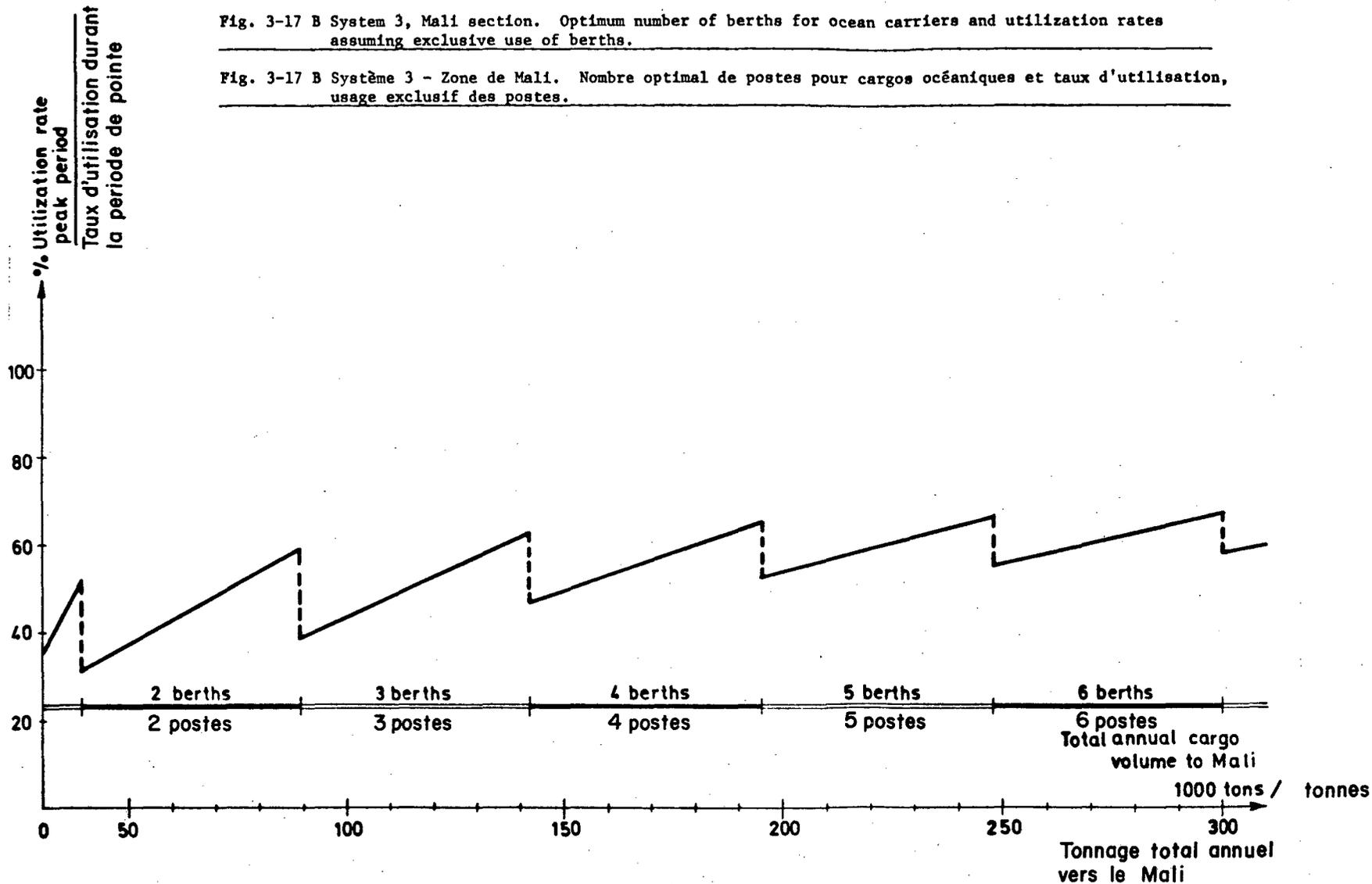


FIGURE 3-17 B

Fig. 3-17 C System 3, Senegal section. Optimum number of berths for ocean carriers and utilization rates assuming exclusive use of berths.

Fig. 3-17 C Système 3 - Zone du Sénégal. Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, dans l'hypothèse de l'usage exclusif des postes.

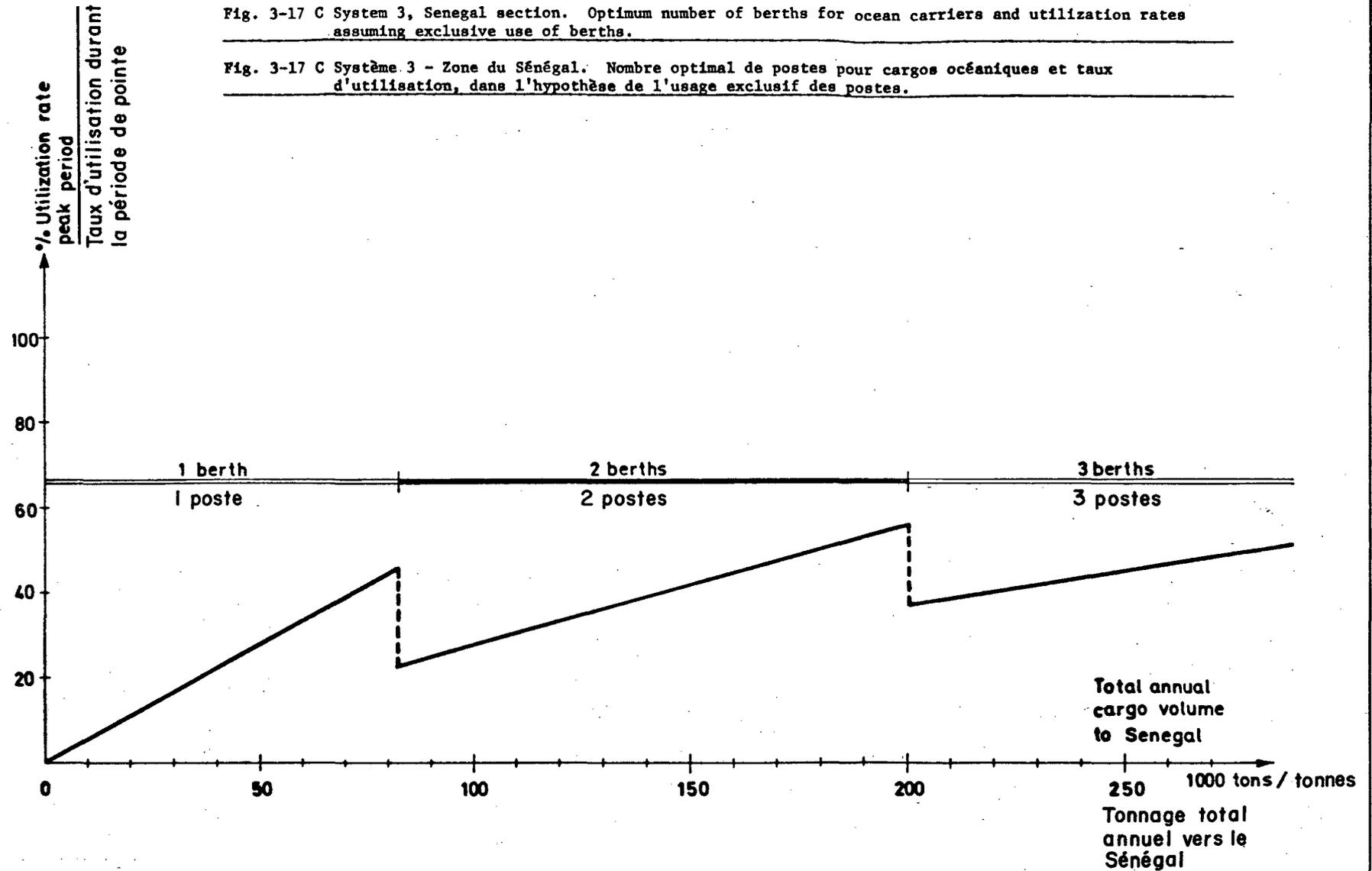


FIGURE 3-17C

Fig. 3-17 D System 3, Mauritania section. Optimum number of berths for ocean carriers and utilization rates assuming exclusive use of berths.

Fig. 3-17 D Système 3 - Zone de la Mauritanie. Nombre optimal de postes pour cargos océaniques et taux d'utilisation, dans l'hypothèse de l'usage exclusif des postes.

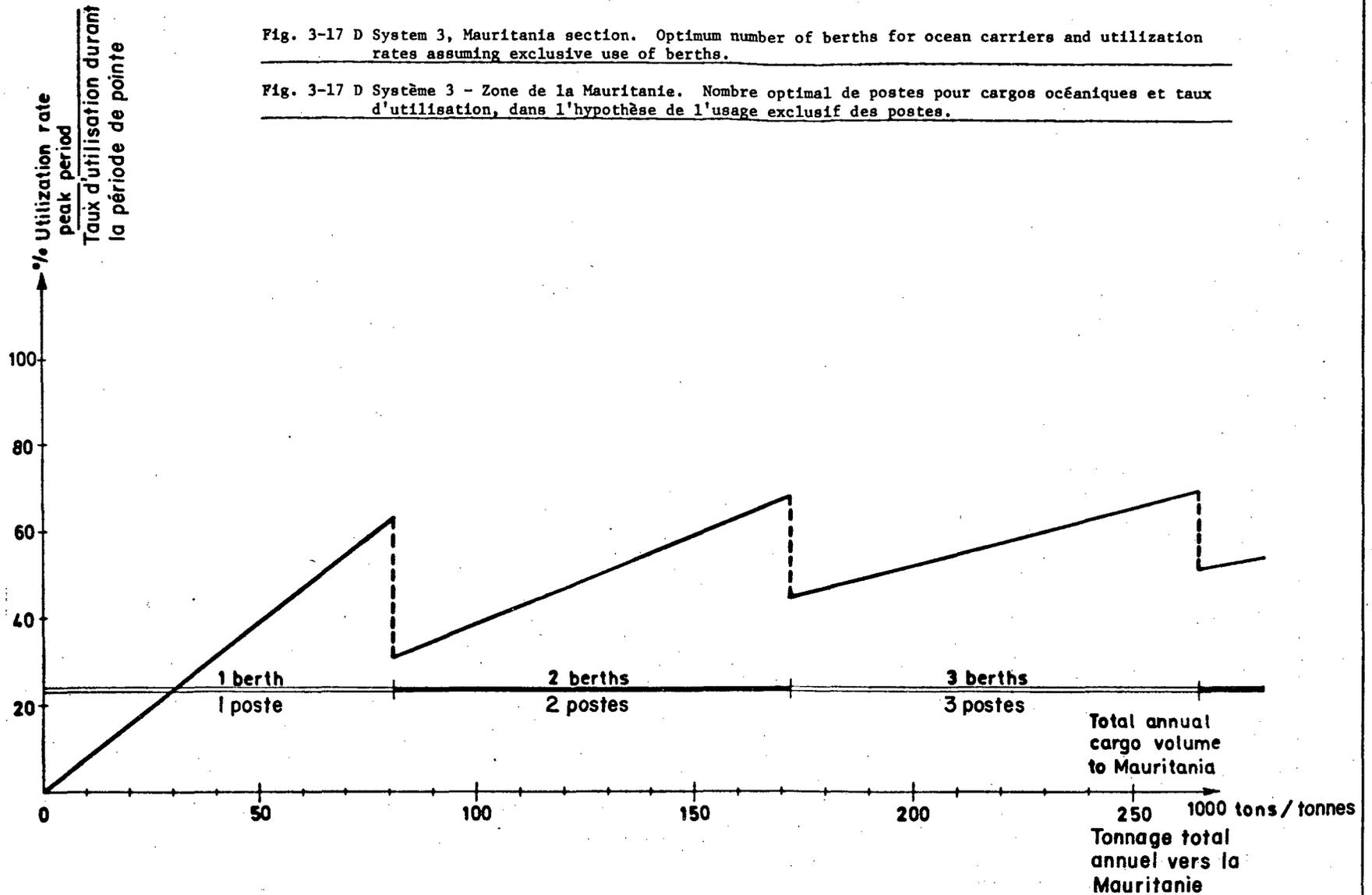


FIGURE 3-17D

Fig. 3-18 Comparative Cost Functions for Alternative Systems.

The costs do not represent total costs as those costs that are common and equal for all systems are excluded. The costs shown for systems 2 and 2a are calculated on the assumption that all berths are used jointly by Mali, Mauritania and Senegal.

Fig. 3-18 Graphique Comparatif des Coûts pour Divers Systèmes.

Les coûts ne représentent pas le total, puisque les coûts égaux et communs à tous les systèmes sont exclus. Les coûts indiqués pour les systèmes 2 et 2a sont établis en supposant que tous les postes sont utilisés en commun par le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

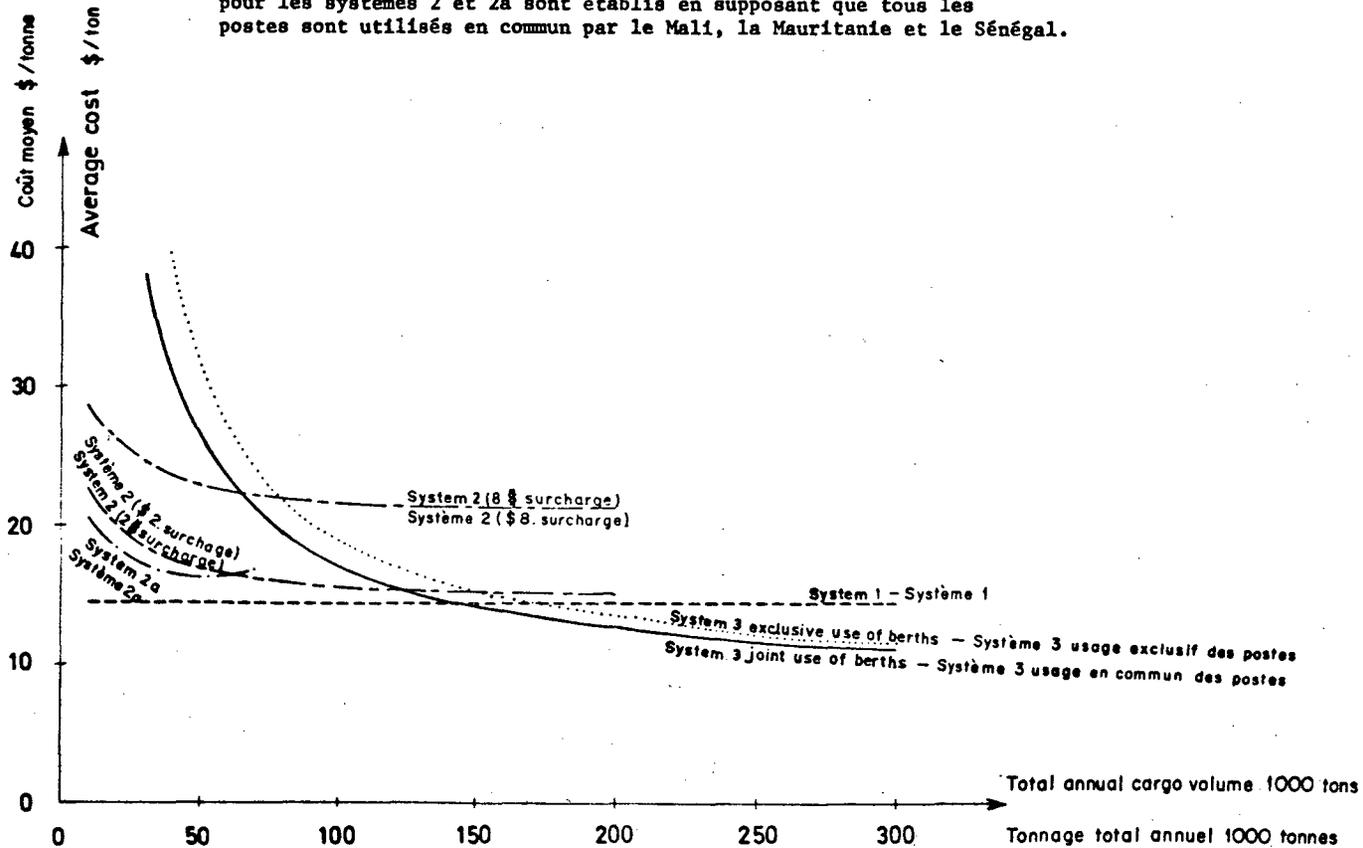


FIGURE 3-18

CHAPITRE 4

CARACTERISTIQUES DU SITE A SAINT-LOUIS

#### 4. CARACTERISTIQUES DU SITE A SAINT-LOUIS

##### 4.1 Généralités

Pour évaluer l'opportunité de construire un port de transbordement entre navires de mer et navires fluviaux à Saint-Louis, il faut recueillir des données récentes et détaillées sur les caractéristiques du site.

Une analyse des données actuelles ayant été réalisée, il s'est révélé nécessaire de compléter et de mettre à jour les points suivants:

1. La topographie et les profondeurs de l'estuaire et de la mer au large de l'estuaire.
2. Les conditions hydrauliques suivantes étudiées pendant la saison sèche et celle des pluies: mesures de la houle et du courant, détermination des quantités de sédiments transportés, enregistrement des niveaux d'eau, prélèvement d'échantillons dans le lit du fleuve et de la mer, mesures de la salinité et de la température des eaux.
3. Les conditions géotechniques.
4. La disponibilité et les coûts des matériaux de construction, de la main-d'oeuvre et de l'équipement. Le rassemblement des informations relatives à la planification actuelle des services publics locaux.

Ces renseignements complémentaires ont été recueillis au cours d'une reconnaissance sur le terrain effectuée en deux phases:

- a) D'abord des études intensives d'une durée de trois mois, commencées en juin 1971, c'est-à-dire pendant la saison sèche et se prolongeant durant la saison des pluies.
- b) Puis une seconde phase, consacrée principalement à la mesure de la houle, et se prolongeant durant la saison sèche.

Aux annexes 1 à 5, on trouvera une description détaillée des résultats et conclusions de la première phase. Les données relatives à la houle, pendant la saison sèche, seront exposées dans le rapport final, de même que les modifications qui seront apportées aux évaluations préliminaires.

Le présent chapitre décrit brièvement les aspects les plus importants des caractéristiques du site, tels qu'ils apparaissent sur la base des données récentes ou antérieures recueillies pour cette étude.

Les installations portuaires existantes à Saint-Louis sont décrites dans l'annexe 5.

#### 4.2 Topographie et profondeurs d'eau

##### 4.2.1 La topographie

La ville de Saint-Louis est située dans le delta du fleuve Sénégal, sur la côte de l'Atlantique. D'un relief peu accidenté, qui s'élève généralement à environ 2 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, cette région est constituée d'une suite d'arêtes côtières, entrecoupées de dunes et de marais bas d'origine géologique très récente.

La Langue de Barbarie est une formation de sables marins, longue de 30 km et large de 200 à 500 mètres, qui sépare le fleuve de la mer et le contraint à couler presque en ligne droite vers le sud jusqu'à ce qu'il atteigne l'Atlantique à un point qui à présent se trouve à environ 24 km au sud de la ville. Hautes de 5 à 6 mètres, les dunes qui se trouvent le long de cette barrière constituent les sommets les plus élevés de la région.

Un fort courant littoral transporte des sédiments et pousse l'embouchure du fleuve vers le sud à une vitesse d'environ 500 mètres par année. De temps à autre, la mer perce cette barrière, crée une nouvelle embouchure plus au nord, pendant que l'ancienne embouchure se ferme rapidement. La dernière percée s'est produite en 1959. La position actuelle de l'embouchure s'approche de la position la plus au sud observée jusqu'à présent, et il devrait donc se produire une nouvelle percée sous peu.

La ville de Saint-Louis est construite en partie sur la Langue de Barbarie, et en partie sur les îles de Saint-Louis et de Sor. Le pont Faidherbe traverse le grand bras du fleuve et relie ces îles entre elles; deux petits ponts relient l'île Saint-Louis à la Langue de Barbarie et aux quartiers de N'Dar Toute et Guet N'Dar.

La rive droite, au sud de Saint-Louis, est généralement sablonneuse et s'étend plutôt en ligne droite, contrairement à la rive gauche, très irrégulière et formée principalement de terrains marécageux qui forment le chapelet d'îles basses et de péninsules séparant le bras principal du fleuve de lagunes peu profondes, telles que Marigot de Nar, Marigot du Leybar, etc. Plus au sud, la rive gauche devient plus rectiligne et sablonneuse. C'est là qu'est situé le village Gandiole.

#### 4.2.2 Profondeurs d'eau dans le fleuve

Les parties les plus profondes du fleuve suivent un cours tortueux. Du pont Faidherbe jusqu'à environ 6 km au sud du pont, les coupes transversales révèlent des hauteurs d'eau maximales partout supérieures à 6.8 mètres.

Plus au sud, le fleuve devient moins profond, et les profondeurs d'eau maximales ne sont que de 5.4 mètres en certains endroits. Le résultat des sondages est présenté sur le plan N° 203.

En raison de la courbure du grand bras du fleuve aux abords de Saint-Louis, les profondeurs d'eau dans cette région sont beaucoup plus marquées du côté ouest que du côté est du bras. On enregistre des profondeurs maximales de 9.0 mètres sur le côté ouest du fleuve jusqu'à environ 3 km au sud du pont Faidherbe. Dans la même partie du fleuve, le côté est est peu profond et descend en pente faible vers l'ouest.

Les profondeurs du petit bras du fleuve entre l'Ile Saint-Louis et la Langue de Barbarie, sont généralement d'environ 3 mètres. Vers le sud, ce bras est relié au bras principal du fleuve; au nord, il en est séparé par une région peu profonde dont les profondeurs d'eau sont d'environ 0.5 mètre.

#### 4.2.3 Profondeurs d'eau dans l'embouchure du fleuve

L'embouchure du côté de la mer, est traversée par une barre de sable. Les profondeurs d'eau au-dessus de cette barre sont très instables, ce qui rend la navigation difficile. Il existe normalement un chenal au travers de la barre, dont la profondeur est légèrement plus grande qu'ailleurs le long de la barre. Sur la base de nombreux sondages de routine réalisés au cours de nombreuses années en vue d'établir les profondeurs dans le chenal à marée haute, les Nations Unies ont préparé en 1969 une analyse statistique des conditions de navigation au-dessus de la barre.

Il résulte de cette analyse (voir la figure A 2-1), qu'environ 5% du temps les profondeurs sont inférieures à 2.6 mètres, que 25% du temps elles sont inférieures à 3.0 mètres, et que 50% du temps elles sont inférieures à 3.3 mètres. Il faut souligner que ces profondeurs ont été enregistrées à marée haute et qu'elles n'ont pas été ramenées à un point de repère commun.

#### 4.2.4 Profondeurs de la mer

La mer atteint rapidement une profondeur de 10 à 11 mètres, mais plus au large, la pente est beaucoup plus faible. A quelques 100 mètres du rivage se trouve une barre de sable, située environ

1 mètre sous le niveau moyen de la mer. Entre la barre et le rivage, il existe une dépression, où la profondeur d'eau est d'environ 2 mètres. Il existe des indices, à quelques 400 mètres du rivage, d'une autre barre, bien qu'elle n'ait pas été signalée lors des sondages. Cependant, dans cette région, l'inclinaison du fond passe de façon assez abrupte de 0.017 à 0.050. Une seconde ligne de brisants est signalée sur beaucoup des photographies aériennes; ce phénomène indique la présence d'une deuxième barre lorsque les lames sont assez hautes.

Le résultat des sondages est présenté sur le plan N° 204.

### 4.3 Nature du sous-sol

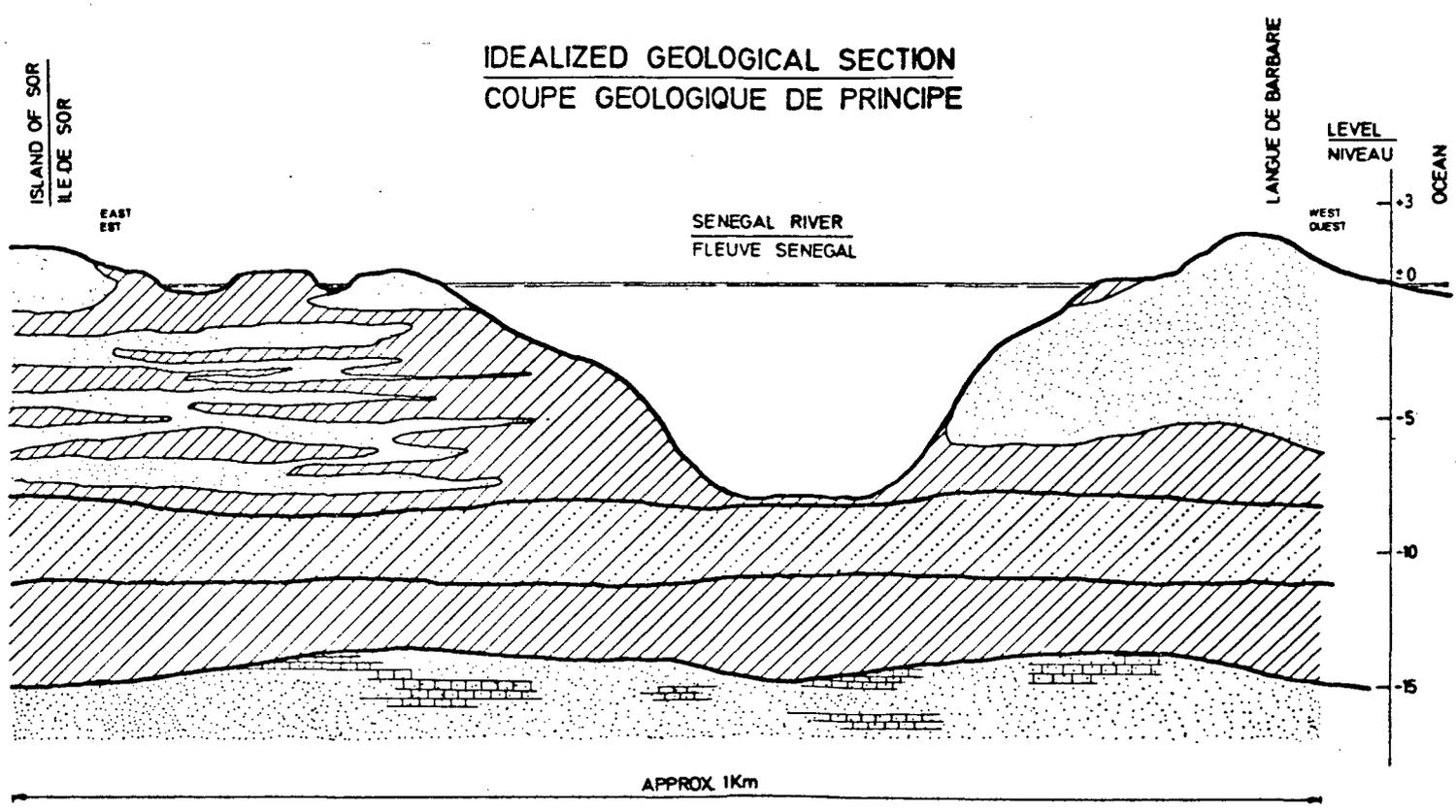
#### 4.3.1 Géologie régionale

La région de Saint-Louis est située dans la partie sud du vaste delta du fleuve Sénégal.

Les sédiments les plus anciens découverts dans cette région datent de l'ère tertiaire et ils sont situés à quelques 50 mètres sous la surface du sol. Au-dessus de cette couche de l'ère tertiaire, on trouve des dépôts de l'ère quaternaire. Les 35 mètres inférieurs de ces sédiments sont formés de couches superposées de sable dense et parfois pétrifié appelées couches de "beach-rock" (lumachelle), et couches argileuses. Ces dépôts appartiennent au quaternaire inférieur et moyen. Les quinze mètres supérieurs de la coupe du sol datent de l'ère quaternaire supérieure et, selon des datations radioactives, n'auraient pas plus de 5,000 ans. Comme le delta s'est formé dans un golfe étroit et allongé, les sédiments qui constituent la partie supérieure de la coupe proviennent à la fois du delta et de l'estuaire, et l'on y trouve également des dépôts marins et éoliens.

#### 4.3.2 Coupe du sol, rive gauche du fleuve

A partir de la surface du sol, dont le niveau se situe à environ + 0.6 mètre dans presque toute la zone en question, et jusqu'à une profondeur d'environ 8 mètres, on trouve des séries alternantes d'argile plastique, de sable et d'argile sableuse. La plupart de ces couches sont peu compactes et n'offrent qu'une résistance faible, même très faible au pénétromètre. On rencontre parfois une couche isolée plus ferme. En certains endroits, notamment dans le fleuve, les couches de sable sont inexistantes; ainsi, sous 3 à 4 mètres d'eau, la coupe du sol au-dessus du niveau -8 n'est formée que d'une couche d'argile ou d'argile silteuse de 4 à 5 mètres.



**FIGURE 4-1**

De 8 à 11 mètres environ sous la surface du sol, il existe, sur toute l'étendue de la région étudiée, une couche compacte qui offre une haute résistance au pénétromètre et qui est constituée d'argile sableuse, de sable dense ou de sable argileux. Cette couche ferme repose sur 2 à 4 mètres de sédiments mous semblables à ceux qui constituent les 8 mètres supérieurs de la coupe. On rencontre, à une profondeur de 13 à 15 mètres, de fins sables marins, qui se sont souvent cimentés en "beach-rock" (lumachelle). Ces sédiments ont été trouvés jusqu'au niveau de -16.8 mètres. Près du pont Faidherbe, cette couche n'a pas été pénétrée, même à la cote -17.8 mètres.

Sur la rive droite du fleuve, soit sur la Langue de Barbarie, la coupe du sol est différente de la description qui précède, en ce que les 8 mètres supérieurs sont formés principalement d'un fin sable de plage, dont les couches inférieures sont assez compactes. Les parties profondes de la coupe présentent des caractéristiques similaires à celles décrites ci-dessus, mais elles sont moins marquées.

#### 4.3.3 Caractéristiques du sous-sol

Des essais ont été réalisés sur le terrain et en laboratoire, afin de déterminer les propriétés géotechniques du sous-sol. Ils ont donné les résultats suivants:

##### Argile:

Résistance au cisaillement $c$	Dans les couches d'argile superficielles la résistance au cisaillement varie de 1 à 3 $t/m^2$ et se situe généralement entre 1 et 2 $t/m^2$ . Dans les couches d'argile inférieures, à plus de 11 mètres de profondeur, la résistance au cisaillement varie de 5 à 7 $t/m^2$ .
Teneur en eau $w$	La teneur en eau varie de 30 à 75 pour cent; la plupart des résultats se situent au-dessus de 40%.
Indice des vides $e$	L'indice des vides varie de 0.8 à 2.15, suivant la teneur en eau. La valeur moyenne est d'environ 1.2.
Poids spécifique des matières solides	2.7 $t/m^3$

Indice de compression  $C_c$

L'indice de compression moyen est d'environ 0.25 pour l'argile ayant une teneur en eau d'environ 40%, et de 0.45 pour l'argile ayant une teneur en eau d'environ 60%. Ces moyennes sont établies par des essais en laboratoire.

Le coefficient de compressibilité volumétrique  $m_v$  et le coefficient de consolidation  $c_v$ , établis à partir d'essais en laboratoire sur échantillons remaniés, sont les suivants:

Teneur en eau en pourcent	Intervalle de $t/m^2$ contrainte	$m_v(m^2/t)$	$c_v(m^2/sec.)$
environ 40	2 - 4	$8 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-8}$
environ 60	6 - 8	$11 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-9}$

#### Sablé

Les valeurs de l'angle de frottement triaxial sont les suivantes:

- 1) Dépôts de sable de la couche superficielle molle et peu compacte  $\phi = 32^\circ$
- 2) Dépôts de sable de 13 à 15 mètres de profondeur et plus, dans les couches compactes et parfois pétrifiées:  $\phi = 40^\circ$

La résistance au cisaillement 'c' de l'argile sableuse et des sables argileux trouvés entre 8 et 11 mètres de profondeur, est évaluée de 10 à 15  $t/m^2$ .

#### 4.4 Vents et précipitations atmosphériques

##### 4.4.1 Les saisons

Dans la région de Saint-Louis, l'année comporte deux saisons distinctes:

- 1) Une saison sèche, de novembre à la fin de mai, dont les vents prédominants viennent du nord.

- 2) Une saison pluvieuse, de juillet à la fin d'octobre; les vents prédominants sont des vents de l'ouest et du nord-ouest. Cette saison est accompagnée également de grands vents d'est qui s'élèvent soudainement et durent peu.

#### 4.4.2 Les vents

Exception faite des rafales de la saison des pluies, les vents sont habituellement faibles, et leur vitesse dépasse rarement 10 à 11 m/sec. On ne connaît des vents d'une vitesse supérieure à 110 m/sec qu'environ 0.1% du temps, et des vents d'une vitesse supérieure à 8 m/sec que 1.2 % du temps.

Les rafales ne surviennent qu'en saison des pluies, et arrivent toujours de l'est. La vitesse du vent peut passer presque instantanément de sa force habituelle à sa force maximale; elle s'y maintient en général moins d'une heure. Entre 1965 et 1970, on n'a enregistré une vitesse de grands vents d'est de 41 m/sec. qu'une seule fois; cette observation mise à part, la vitesse des vents n'a pas dépassé 25 m/sec. pendant cette période. Des vents ayant une vitesse supérieure à 20 m/sec. ne surviennent qu'une ou deux fois par année.

#### 4.4.3 Les précipitations atmosphériques

La précipitation annuelle à Saint-Louis s'élève à quelque 380 mm. Plus de 95% des précipitations surviennent entre le mois de juillet et la fin du mois d'octobre; des précipitations maximales de 120 mm sont enregistrées pour chacun des mois d'août et septembre; elles prennent surtout la forme de forts orages accompagnés de grands vents de l'est.

#### 4.5 La houle

La houle, au large de Saint-Louis, varie d'après son origine et ses caractéristiques qui se superposent les unes aux autres. La hauteur des vagues et leurs périodes ont été enregistrées au cours de l'été 1971, et ces travaux se poursuivent pendant l'hiver de 1971-1972.

La houle créée par les tempêtes lointaines de l'Atlantique Nord joue un rôle important dans les phénomènes côtiers de la Langue de Barbarie. En hiver, les vagues sont plus hautes et sont orientées plus du nord qu'en été.

Cependant, on a découvert que dans l'ensemble, la direction de la propagation de la houle se situe à environ 22° à l'ouest du nord (en eau profonde). Les vagues ont une période de 8 à 16 secondes,

et il est probable que la hauteur significative de la houle, en eau profonde, ne dépasse que rarement 1.5 mètre. On entend par "hauteur significative de la houle", la moyenne du tiers le plus haut des vagues. La vague la plus haute d'un train de vagues a environ 1.8 fois la hauteur significative de la houle.

Les ondulations créées par les vents plus modérés qui soufflent plus au sud sur l'Atlantique forment des vagues venant de l'ouest dont la période est plus courte que celle de la houle.

La période de ces vagues est probablement de 4 à 8 secondes, et leur hauteur significative dépasse rarement 0.8 mètre.

Les grands vents locaux créent des vagues venant de l'est; celles-ci ne jouent donc pas un rôle majeur dans les phénomènes côtiers. Les vents créent, néanmoins, des vagues sur le fleuve qui atteignent, près de la rive ouest, des périodes d'environ 2 secondes, et dont la hauteur significative s'élève à 0.3 mètre.

Les mesures des vagues de surface qui se créent pendant l'été sur 14 mètres d'eau ont été analysées. On a relevé des hauteurs significatives de vagues supérieures à 1.5 mètre pendant environ 1% du temps et des périodes entre 4.5 et 8.0 secondes.

L'extrapolation de ces données, de même que des phénomènes de déferlement de la houle et de la réfraction indiquent que, dans une profondeur de 6 mètres, il survient une vague dont la hauteur significative est de 2.7 mètres environ une fois par cinquante ans. Cette hauteur de vague a été choisie, provisoirement, comme vague type pour la conception des jetées. Elle peut évidemment être modifiée à la lumière des enregistrements de la hauteur des vagues qui seront faits pendant l'hiver 1971-1972.

#### 4.6 Marées et courants

##### 4.6.1 Les marées et niveaux d'eau

La variation des niveaux d'eau dans la mer est causée presque uniquement par les marées astronomiques, qui sont du genre semi-diurne à Saint-Louis. L'amplitude maximale de la marée est d'environ 1.8 mètre; l'amplitude moyenne des marées de vives-eaux est de 1.2 mètre, et celle des marées de mortes-eaux de 0.6 mètre.

Les variations dues à la marée sont presque symétriques de part et d'autre du niveau zéro IGN qui correspond au niveau moyen de la mer et se situe à 100 cm au-dessus du zéro hydrographique de la mer, et à 45.6 cm au-dessus du zéro hydrographique du fleuve.

L'amplitude des marées dans le fleuve est sensiblement réduite à cause de l'embouchure étroite de celui-ci; dans le fleuve près de Saint-Louis, elle était de 30% par rapport à l'amplitude de la mer, au cours de la saison sèche de 1971, et de 15% au cours de la saison des pluies de 1971. Des rapports antérieurs signalent une amplitude de marées dans le fleuve sensiblement deux fois celle qui fut enregistrée en 1971.

Le niveau moyen du fleuve près de Saint-Louis, au cours de la saison sèche de 1971, fut de 0.2 mètre supérieur au zéro IGN, et il s'est élevé jusqu'à 0.83 mètre au cours de la saison des pluies. On a observé, le 11 novembre 1950, un niveau d'eau exceptionnellement élevé aux abords de Saint-Louis, soit de 1.35 mètre. Les niveaux d'eau les plus élevés se produisent généralement vers la fin d'octobre.

#### 4.6.2 Les courants dans le fleuve

En saison sèche, la vitesse du courant dans le fleuve dépend presque uniquement des marées, le débit du fleuve étant presque nul ou peut-être même négatif (en raison de l'évaporation).

Les vitesses du courant ont été enregistrées continuellement au pont Faidherbe, 3 mètres sous la surface de l'eau; elles présentent des caractéristiques similaires pour les courants ascendants et les courants descendants et elles atteignent leur valeurs maximales environ 1-1/2 heure avant la marée haute et la marée basse. Au plus fort des marées de vives-eaux de 1971, les vitesses maximales ascendantes ou descendantes étaient de 45 cm/sec, et durant les marées de mortes-eaux de 20 à 25 cm/sec.

Au cours de la saison des pluies, le débit du fleuve augmente et la direction du courant devient descendante en tout temps, superposée de faibles variations de la vitesse des marées. Les vitesses de courant maximales sont généralement observées vers la fin d'octobre. En 1971, la vitesse de courant maximale, relevée au pont Faidherbe, était d'environ 110 cm/sec. Il a été calculé que le niveau d'eau extrêmement élevé qui fut enregistré en 1950 (1.35 mètre) donnerait une vitesse de courant d'environ 195 cm/sec. Les vitesses du courant du petit bras du fleuve, à l'ouest de l'île Saint-Louis, sont à peu près la moitié de celles du grand bras.

On peut établir le débit ascendant à 1850 fois la vitesse du courant en m/sec, et le débit descendant à 1720 fois la vitesse du courant mesurée au pont Faidherbe, 3 mètres sous la surface de l'eau. Le débit du petit bras est de 4 à 6% du débit du grand bras.

#### 4.6.3 Les courants dans la mer

A l'exception de quelques jours de l'année, les courants dans la mer sont orientés vers le sud, et leurs vitesses au large des brisants varie de 15 à 30 cm/sec. Les marées n'ont qu'une faible influence sur ces courants.

Vers la côte, à l'intérieur de la zone des brisants, les courants créés par les vagues atteignent des vitesses beaucoup plus grandes. La vitesse maximale observée était de 88 cm/sec, un jour de l'été 1971 où la hauteur significative des vagues sur 14 mètres d'eau était d'environ 1.1 mètre.

#### 4.7 Le transport de sédiments

##### 4.7.1 Transport de sédiments dans l'estuaire

En saison sèche, le transport de sédiments dans le fleuve est presque nul. A 0.3 mètre du fond, la concentration des sédiments dépasse rarement 30 mg/l et à la surface 15 mg/l. Lorsque le débit du fleuve augmente à la mi-juillet, les matières en suspension et le transport de sédiments augmentent sensiblement; cette progression du transport culmine vers la fin d'août. A ce moment-là, la concentration maximale de sédiments à 0.3 mètre du fond dépassait 1000 mg/l dans les parties les plus profondes du fleuve; dans les parties moins profondes, la concentration était beaucoup moins importante.

Bien que le débit du fleuve ait continué à augmenter jusqu'à la fin d'octobre, le transport de sédiments n'a pas conservé la valeur maximale atteinte au cours d'août et septembre, en raison de la diminution de la concentration de sédiments.

Sur la base des mesures prises en 1971, le transport de sédiments dans le fleuve est estimé à 900,000 t/an (poids sec). Le transport maximal quotidien est estimé à environ 14,000 t.

Les vitesses de précipitation et les diamètres des grains des matières en suspension sont très faibles. L'analyse des échantillons recueillis à 0.3 mètre du fond donne des vitesses moyennes de précipitation d'environ 0.1 à 0.2 mètre par heure, pour un diamètre moyen des grains de 0.005 à 0.007 mm. Il faudrait des eaux extrêmement calmes pendant des périodes prolongées pour que la sédimentation de ces grains fins se produise; bien que le transport de sédiments soit très élevé, il semble donc peu probable que des quantités importantes de sédiments se déposent dans le grand bras du fleuve, tant que l'eau salée ne pénètre pas dans le fleuve.

Cependant, lorsque les eaux douces chargées de sédiments rencontrent l'eau salée, les grains tendent à s'agglutiner (floculation), formant des particules plus grosses, d'un diamètre moyen d'environ 0.02 mm; leurs vitesses de précipitation sont à peu près dix fois plus élevées qu'en eau douce. Lorsque, au moment, où le débit du fleuve diminue, le front d'eau salée avance lentement en amont et séjourne parfois quelques semaines dans la région de Saint-Louis, la vitesse du courant au fond du lit est faible, et les conditions sont idéales pour la sédimentation des grains floculés.

Il apparaît clairement, à l'analyse de la composition du lit du fleuve, que la sédimentation se produit dans ces conditions. En effet, la distribution granulométrique observée dans le lit est analogue à celle des matières en suspension transportées par les eaux du fleuve. Toutefois, bien que les dépôts atteignent, en certains endroits, plusieurs mètres d'épaisseur, il semble peu probable que la sédimentation soit très élevée, car on n'a relevé que peu de dépôts fins dans la partie inférieure du fleuve au sud de Gandiole, laquelle a été exposée à la sédimentation pendant une période de dix ans, dans des conditions semblables à celles qui existent dans la région de Saint-Louis.

#### 4.7.2 Transport de sédiments dans la mer

Le transport littoral de sédiments dans la mer se produit presque uniquement à l'intérieur de la zone des brisants, notamment sur la plage et sur les deux barres de sable qui côtoient le rivage dans les hauteurs d'eau de 1.0 à 4 mètres. La zone de transport littoral s'étend sur une largeur approximative de 500 mètres, et le transport se fait uniformément vers le sud.

Une portion importante du sable transporté du nord se dépose dans l'embouchure du fleuve, à l'extrémité sud de la Langue de Barbarie, ce qui force l'entrée à se déplacer plus au sud à un rythme annuel moyen de 500 à 600 mètres. Sur la base de cette observation, le volume d'alimentation annuelle en sable a été établi à 500,000 m<sup>3</sup>. Toutefois, une grande quantité de sable est transportée, par l'action des brisants, au-delà de l'embouchure, sur la barre qui s'y trouve en eau peu profonde; le transport annuel de sable le long de la côte sera donc considérablement plus élevé que ce chiffre ne l'indique.

Sur la base des hypothèses préliminaires qui furent émises sur la nature des vagues en hiver, le transport littoral a été estimé à quelques 900,000 m<sup>3</sup>, à la lumière de considérations sur l'énergie de la houle. Ce chiffre se compare favorablement au chiffre qui a été calculé d'après les changements topographiques apportés à l'embouchure du fleuve.

#### 4.8 Matériaux de construction, main-d'oeuvre et équipement

Tous les matériaux nécessaires à l'exécution des travaux maritimes sont disponibles à Saint-Louis ou à Dakar. Les roches devant servir à la construction des jetées ainsi que les gros agrégats pour la préparation du béton de haute qualité, ne se trouvent pas à Saint-Louis; on peut, toutefois, les faire venir de la région située à l'est de Thiès. Il faudra donc transporter ces matériaux par voie terrestre sur une distance d'environ 240 km, ce qui entraînera nécessairement une augmentation du coût des matériaux.

Les prix unitaires ayant servi de base à l'évaluation des frais de construction sont chargés de quelque incertitude. En effet, les ouvrages envisagés sont, pour la région, de proportions extraordinaires, de même que le volume du dragage à exécuter et les travaux de remblayage. Donc, les réductions des prix unitaires normalement consenties pour quantités importantes et ayant, en définitive, une grande influence sur les coûts, pourraient, jusqu'à un certain point, être contrebalancées par la pénurie d'entrepreneurs locaux aptes à exécuter des travaux d'une telle envergure.

On peut trouver à Saint-Louis la main-d'oeuvre nécessaire à l'exécution des ouvrages en béton. Pour certains travaux maritimes spécialisés, il faudra toutefois recruter une partie de la main-d'oeuvre à Dakar. Il existe à Dakar plusieurs entrepreneurs qui sont en mesure d'exécuter des travaux maritimes du genre qui nous occupe.

#### 4.9 Réseaux de transport et planification urbaine

La ville de Saint-Louis est reliée à Dakar par une voie ferrée et la navette entre les deux villes se fait plusieurs fois par jour. Il existe aussi une très bonne route bituminée, carrossable en toutes saisons. Un service de communication aérien relie également ces deux points, à raison de quatre envolées par semaine; deux de ces vols se font par avions à réaction.

Nous avons étudié la planification urbaine, et cette question a fait l'objet d'entretiens avec les directeurs du Service des Travaux Publics à Saint-Louis.

Le Plan N° 1 illustre les zones industrielles et portuaires projetées dans la partie sud-ouest de l'île de Sor.

Quant à l'emplacement du futur port de pêche à Saint-Louis, deux alternatives ont été discutées avec les autorités sénégalaises:

- 1) Un emplacement sur le côté est de la Langue de Barbarie, au sud de l'Hydrobase. Ce site offre l'avantage d'être situé à proximité du quartier de Saint-Louis où logent les pêcheurs, soit Guet N'Dar. Il présente toutefois deux inconvénients: il est mal relié à la route et à la voie ferrée, et il est en conflit avec les projets d'aménagement d'un centre touristique sur la partie nord de la Langue de Barbarie.
- 2) Un emplacement du côté ouest de l'île de Sor, à proximité des régions prévues pour l'aménagement industriel. Ce site peut être facilement relié à la route et à la voie ferrée et n'entre pas en conflit avec les autres aménagements; il est toutefois assez éloigné de l'endroit où se trouve actuellement le village de pêcheurs.

CHAPITRE 5

PLANIFICATION D'INSTALLATIONS PORTUAIRES A SAINT-LOUIS

## 5. PLANIFICATION D'INSTALLATIONS PORTUAIRES A SAINT-LOUIS

### 5.1 Considérations générales

#### 5.1.1 Portée ultime de la planification du port

La planification d'installations portuaires pour la ville de Saint-Louis a pour objet l'implantation d'installations modernes et efficaces pour le transbordement de marchandises des navires de mer aux chalands qui montent le fleuve Sénégal jusqu'à Kayes, au Mali. Il est possible que les cargaisons qui seront transbordées entre navires fluviaux et navires de mer comprendront ultérieurement, en plus de marchandises diverses, des cargaisons en vrac, notamment du minerai; toutefois les prévisions de cargaisons sur lesquelles cette étude est fondée ne comprennent que les marchandises diverses.

Quant aux cargaisons en vrac, nous croyons comprendre que des études sont en cours et qu'elles peuvent donner lieu à une augmentation importante du volume de marchandises en vrac à transborder dans le port projeté de Saint-Louis. Cet aspect doit être considéré lors de l'évaluation des diverses solutions proposées pour le port de Saint-Louis.

Il faut aussi tenir compte du fait que lorsqu'un port de mer sera établi à Saint-Louis il est tout probable que celui-ci entraînera le développement d'un deuxième centre industriel et commercial au Sénégal dans les alentours de Saint-Louis. Outre les éléments normaux d'infrastructure, dont la ville de Saint-Louis est déjà munie, celle-ci a l'avantage de se trouver à l'embouchure d'un grand fleuve, navigable pendant une partie de l'année jusqu'au Mali, et qui pourrait devenir navigable jusqu'au Mali pendant toute l'année, par la construction d'un ouvrage régulateur du débit.

Ce n'est pas par simple coïncidence que la plupart des grands ports des pays industrialisés sont situés à l'embouchure de grands fleuves, tels que, Rotterdam, Hambourg, la Nouvelle-Orléans, Marseille et le Havre, pour n'en citer que quelques-uns. La plupart de ces ports ont connu des problèmes semblables à ceux rencontrés actuellement à l'embouchure du fleuve Sénégal. Toutefois, ces difficultés ont été résolues au bénéfice du développement des régions locales et des régions riveraines des fleuves concernés.

Ceci dit, il semble évident que, parmi les diverses possibilités envisagées pour l'implantation d'un port en eau profonde à Saint-Louis, il faut préférer celles qui offrent les meilleures possibilités pour le développement régional, même si l'objet immédiat de la planification portuaire est de pourvoir des installations pour le transbordement de marchandises qui seront transportées principalement à destination ou en provenance de ports fluviaux situés bien en amont de cette ville.

L'aspect "port de pêche" est aussi très important. La mer au large de Saint-Louis est reconnu pour sa richesse en poissons de haute qualité et il existe à Saint-Louis un grand nombre de pêcheurs habiles et industriels.

De plus, on nous indique que la ligne de conduite du gouvernement du Sénégal est d'encourager le développement de Saint-Louis comme port de pêche majeur, afin d'y accueillir une flotte de pêche moderne et efficace.

Pour ces raisons, on devra accorder la préférence à un aménagement portuaire favorisant le développement des possibilités du port de pêche à coûts minimaux sans toutefois nuire à d'autres développements.

### 5.1.2 Portée immédiate de la planification

La portée immédiate de la planification à l'égard de l'aménagement d'un port de transbordement à Saint-Louis a été développée par une équipe d'experts de l'ONU sous le projet "Etude de la Navigabilité et des Ports du Fleuve Sénégal."

Les résultats de ces études indiquent qu'un port de transbordement à Saint-Louis devrait être conçu pour le transbordement d'environ 290,000 tonnes de marchandises par année entre navires de haute mer et chalands. De ce chiffre, environ 195,000 tonnes seront à destination ou en provenance du Mali, tandis que 15,000 tonnes et 80,000 tonnes seront transportées à destination ou en provenance de la Mauritanie et du Sénégal, respectivement.

De plus, des aires séparées avec statut de port franc devront être prévues dans le cadre du complexe portuaire pour le transbordement des marchandises à destination ou provenant du Mali et de la Mauritanie.

Au troisième chapitre du présent rapport, ces prévisions sont traduites en exigences précises concernant les installations portuaires. D'après ces études, le port de transbordement de Saint-Louis doit comprendre les principales installations portuaires suivantes:

<u>Pour:</u>	<u>Sénégal</u>	<u>Mauritanie</u>	<u>Mali</u>
Postes d'amarrage en eau profonde	1	1	5
Postes d'amarrage des chalands	1	(1)	4
Hangars	6,400m <sup>2</sup>	1,500m <sup>2</sup>	17,600m <sup>2</sup>
Entrepôts à ciel ouvert	3,800m <sup>2</sup>	700m <sup>2</sup>	21,000m <sup>2</sup>

Le nombre de postes d'amarrage requis pour la manutention des volumes de marchandises prévus peut paraître élevé. Il faut toutefois se rappeler que le mouvement des marchandises s'effectue en grande partie au cours de la saison de navigation entre Saint-Louis et le Mali, qui ne dure qu'environ quatre mois.

Ainsi, en comparaison avec d'autres ports, la capacité du port de Saint-Louis en fait correspondrait à un volume d'affaires d'environ 800,000 tonnes par année. Ce chiffre correspond à peu près au volume de marchandises générales manutentionné présentement dans le port de Dakar.

Les exigences relatives aux installations mentionnées ci-dessus représentent environ 1,000 mètres de quais en eau profonde et environ 350 mètres de quais pour chalands.

A cela s'ajoutent les exigences relatives au port de pêche, aux quais réservés pour les bateaux des services portuaires, tels que les remorqueurs, les vedettes de la police, des douaniers et des pilotes, et les aires destinées à la réparation des chalands et des bateaux de pêche.

### 5.1.3 Considérations fondamentales sur le choix de l'emplacement

Fondamentalement, il y a dans la région de Saint-Louis deux possibilités à examiner concernant les installations portuaires requises, à savoir:

- 1) Etablissement d'un chenal d'entrée en eau profonde vers l'estuaire avec toutes les installations portuaires placées dans l'estuaire même;
- 2) Etablissement des installations pour navires de haute mer, y compris les bateaux de pêche, dans un port artificiel sur le littoral, combinées avec des installations pour chalands placées sur la côte est de la Langue de Barbarie.

Dans les deux cas, le plus grand problème à résoudre provient de l'important transport littoral, en direction sud, lequel suscite des difficultés pour maintenir l'accès aux navires à grand tirant d'eau par la région côtière. D'après les études hydrauliques effectuées, le volume de sable déplacé par ce transport littoral est estimé à 900,000 m<sup>3</sup> par année.

Deux problèmes majeurs découlent de ce déplacement de sable. En premier lieu, les ouvrages nécessaires pour assurer un chenal d'accès stable et profond vers l'estuaire, à travers la Langue de Barbarie, de même que ceux qui sont requis pour protéger le port artificiel sur la côte, bloqueront presque entièrement ce transport de sable. Il en résultera donc une accumulation de sable au nord de ces ouvrages et une érosion très prononcée du littoral au sud.

En second lieu, il ne faudra que quelques années après la construction de ces ouvrages et le dragage du chenal d'accès pour que l'accumulation de sable, au nord des ouvrages, ait atteint sa configuration finale.

Par la suite, le sable apporté par le courant littoral sera entraîné au-delà des ouvrages de protection et la plus grande partie se déposera alors dans le chenal d'accès, d'où il faudra le retirer au moyen de dragues. Ces travaux entraîneraient des frais d'entretien de l'ordre de \$500,000 par année, ce qui constituerait un fardeau important au budget du port.

Ce dernier problème peut également être résolu d'une autre façon. Celle-ci est décrite dans le rapport hydraulique, et il a été conclu que les frais qu'elle comporte seront sensiblement moins élevés. Cette méthode consiste à réduire l'accumulation de sable dans le chenal d'accès par le prolongement, à intervalles réguliers, des jetées installées sur la côte. Ainsi, le volume d'emmagasinement du réservoir au nord des jetées s'accroîtra continuellement, de sorte que la plus grande partie du sable apporté sera contenu au nord des ouvrages.

Toutefois, que l'on ait recours à l'une ou l'autre méthode pour régler le problème de sédimentation dans le chenal d'accès, dans les deux cas, le littoral situé au sud des ouvrages sera privé de son alimentation habituelle en sable provenant du nord, ce qui mènera à une érosion prononcée du littoral.

La seule façon d'empêcher cette érosion serait de laisser le sable se déposer dans le chenal d'accès, et de transporter les quantités retirées du chenal vers le littoral, au sud du port, au moyen d'un système de pompage. Toutefois, ceci aurait pour effet d'augmenter d'environ 50 pour cent les frais d'entretien mentionnés plus haut relativement au dragage. Cette solution est estimée à environ \$750,000., c'est-à-dire environ \$500,000 de plus par année que le coût estimatif de la solution la plus économique du problème de sédimentation.

Comme il est possible de situer les installations portuaires le long de la côte au sud de Saint-Louis, de manière que l'érosion prononcée du littoral se produise dans une région où la valeur du terrain est peu élevée ou même nulle, il semble à peine possible de justifier une dépense annuelle supplémentaire de \$500,000 pour la conservation du littoral. Voilà donc un facteur de la plus grande importance, qu'il faudra considérer avec soin lors du choix de l'emplacement du port.

Sur la foi de ces considérations, on peut exclure à priori la possibilité de situer un port côtier dans la région au nord de Saint-Louis au voisinage de la ville. Dans le rapport hydraulique, on estime qu'au point maximum d'érosion du littoral, au sud du port, l'érosion sera de quelque 30 mètres par année; cette érosion se manifesterà sur une distance de 3 à 5 kilomètres, au sud du port, dès l'implantation des ouvrages. Avec le temps, le rythme d'érosion du littoral ralentira, et la zone d'érosion s'allongera, de sorte qu'après quelques années, une érosion de l'ordre de plusieurs mètres par année, se produira sur une distance de plus de 10 km au sud du port.

Une telle érosion est nettement inacceptable sur le littoral de Saint-Louis, une grande partie de la ville étant située sur la Langue de Barbarie, très près du rivage. On ne peut donc localiser un port côtier juste au nord de Saint-Louis, ni dans la région de Guéyeloubé, vieux bras du fleuve qui se trouve à 10 km au nord de Saint-Louis. (Se référer à la fig. 5.1, à la fin de ce chapitre).

Le seul emplacement qui pourrait être considéré pour un port côtier au nord de Saint-Louis est le littoral dans la région de Tialakt, vieux bras du fleuve, situé à environ 18 km au nord de la ville, où l'on pourrait utiliser le chenal de Tialakt pour l'accès pour chalands, ce qui exigera possiblement des travaux de dragage. Toutefois, même pour cet emplacement, l'on doit s'attendre, après quelques décades, à ce que l'érosion du littoral de la ville de Saint-Louis engendre certains problèmes. Cette considération mise à part, il semble que les sites de Guéyeloubé et de Tialakt, tous deux en Mauritanie, ne peuvent être intégrés à la ville de Saint-Louis et qu'ils nécessiteraient donc un nouvel aménagement urbain avec infrastructure, multipliant ainsi les frais d'établissement du port.

Si l'on considère tous ces facteurs, on en vient à la conclusion qu'en raison de la nature du littoral, il n'est pas réaliste d'envisager l'implantation d'installations portuaires sur la côte, au nord de la ville de Saint-Louis.

Une autre solution qui a fait l'objet de discussions et d'études auparavant, soit d'améliorer l'embouchure actuelle de l'estuaire de sorte que les navires à grand tirant d'eau puissent y avoir accès. La hauteur d'eau naturelle à l'embouchure du fleuve varie entre 2 et 5 mètres, la moyenne étant de 3.3 mètres. Ces chiffres représentent la profondeur vérifiée, à marée haute, dans la partie la plus profonde franchissant la barre. La largeur de l'embouchure varie entre 500 et 1,500 mètres.

Dans la plupart des cas, la solution évidente pour permettre l'accès à un estuaire - et c'est souvent la seule qui soit réalisable - réside dans l'amélioration de l'entrée naturelle. Cependant, l'embouchure du fleuve Sénégal est exceptionnellement instable et sa position actuelle, à 24 km au sud du pont Faidherbe, est tellement éloignée de Saint-Louis que la stabilisation de l'embouchure actuelle ne constituerait pas une solution satisfaisante. En adoptant cette solution, il faudrait draguer un très long chenal de navigation pour relier l'embouchure à des installations portuaires localisées de manière à s'intégrer tout naturellement à la ville de Saint-Louis, ou alors créer une nouvelle ville près de l'embouchure. En outre, les travaux qui devraient être exécutés pour stabiliser l'embouchure du fleuve et pour la maintenir à une profondeur suffisante pour les navires de haute mer pourraient être réalisés plus facilement et à moins de frais ailleurs sur la portion stable de la Langue de Barbarie. Dans ce cas, ces travaux pourront être presque terminés avant que la Langue ne soit percée pour laisser les eaux pénétrer par la nouvelle entrée.

Ce sont là les raisons qui nous ont amenés à abandonner, dans la présente étude, l'idée d'une amélioration de l'embouchure naturelle du fleuve.

Les autres solutions possibles en vue de l'implantation d'un port en eau profonde à Saint-Louis sont les suivantes:

- 1) Aménager entre l'embouchure actuelle du fleuve et la ville de Saint-Louis, une nouvelle entrée protégée qui permettra aux navires de haute mer, y compris les bateaux de pêche, d'accéder aux installations portuaires situées dans l'estuaire.
- 2) Aménager sur la côte ouest de la Langue de Barbarie, au sud de Saint-Louis, un port maritime protégé, et sur la côte est de la Langue de Barbarie, à l'opposé du port maritime un port pour chalands.

Chacune de ces deux variantes a été analysée de façon détaillée dans la présente étude. Les principes généraux qui régissent le choix d'un site portuaire sont définis dans les prochaines sections, et les détails relatifs à l'agencement, aux structures et aux coûts font l'objet de deux chapitres suivants.

La solution qui préconise l'aménagement du port dans l'estuaire même, semble offrir plusieurs avantages importants. C'est pourquoi nous l'avons traité plus en détail que celle basée sur l'aménagement d'un port côtier. Ces avantages se définissent de la façon suivante:

- 1) Lorsqu'on aura aménagé un chenal d'accès en eau profonde vers l'estuaire, les possibilités d'agrandissement d'installations portuaires situées dans l'estuaire seront nombreuses; en outre, cette expansion pourra se réaliser à moins de frais que celle d'installations portuaires situées sur la côte, ces dernières nécessitant le prolongement, à grands frais, des jetées.
- 2) Les installations portuaires situées dans l'estuaire même peuvent être intégrées au programme d'urbanisme de la ville de Saint-Louis, et être reliées aux voies routière et ferroviaire sans charger davantage le réseau de circulation déjà très embarrassé de la ville.
- 3) En situant les installations portuaires dans l'estuaire, la Langue de Barbarie peut être réservée à l'aménagement d'un centre touristique tel que prévu dans la planification des autorités locales.
- 4) Lorsqu'on aura aménagé un chenal d'accès en eau profonde vers le fleuve Sénégal, les navires de haute mer pourront non seulement desservir Saint-Louis, mais également remonter le cours inférieur du fleuve, jusqu'à environ 150 km de l'embouchure. Ceci pourrait constituer un fort stimulant au développement de cette région.

## 5.2 Port dans l'estuaire

### 5.2.1 Introduction

L'implantation d'installations portuaires dans l'estuaire, suivant les exigences du Système de Transport 3 (section 3.6) comprend l'aménagement d'un nouveau chenal protégé entre la mer et l'estuaire, ainsi que l'implantation d'un port de transbordement et d'un port de pêche dans l'estuaire même. Les sections suivantes présentent les considérations fondamentales sur le choix d'un emplacement pour chacun de ces éléments principaux du complexe portuaire.

### 5.2.2 La nouvelle entrée

Le choix d'un emplacement pour la nouvelle entrée vers l'estuaire qui doit être construite quelque part entre la ville de Saint-Louis et l'embouchure actuelle du fleuve, est fonction de la profondeur de la mer au large de la côte, de la hauteur d'eau dans l'estuaire, de la largeur de la Langue de Barbarie, des projets des autorités locales quant à son utilisation, et enfin, de l'emplacement des installations portuaires dans l'estuaire.

Les profondeurs de la mer sont assez uniformes le long de la côte de la Langue de Barbarie, du moins jusqu'à la profondeur de moins de 10 mètres; c'est la hauteur d'eau requise en vue de la planification du port de transbordement. Toutefois, s'il fallait prendre en considération des navires à tirant d'eau plus élevé que celui des navires qui nous occupent dans la présente étude, les distances entre la côte et les courbes de niveau correspondantes varieraient sensiblement.

Ainsi, pour les fins du présent rapport, la profondeur de la mer le long de la côte n'influe pas de façon sensible sur le choix d'un emplacement pour l'entrée du port. En outre, même si l'on devait ultérieurement prévoir un accès pour les navires de cargaisons en vrac, qui exigent une hauteur d'eau de 14 à 15 mètres, la variation de la profondeur le long de la côte, dans la région envisagée, n'est pas si grande qu'elle puisse influencer sensiblement sur la viabilité d'un tel projet.

La largeur de la Langue de Barbarie varie sensiblement, particulièrement si elle est envisagée par rapport à la situation de la partie la plus profonde de la coupe transversale de l'estuaire. Cela peut jouer sur la quantité de dragage devant être exécuté pour l'aménagement de la nouvelle entrée et sur l'importance des ouvrages de protection devant être construits à cet endroit, le long des berges. Celles-ci devront être protégées pour assurer la stabilité du chenal et pour obtenir des profondeurs naturelles d'eau suffisantes pour éviter le dragage d'entretien sur la plus grande partie du chenal. Le coût des travaux de protection sera d'autant plus bas que la distance entre la côte et l'eau profonde de l'estuaire sera courte.

Les plans No 203, 204 et 301, montrent les résultats des enquêtes topographiques et bathymétriques de la Langue de Barbarie et de l'estuaire. D'après ces plans, il est évident que l'emplacement le plus au nord qui, compte tenu des considérations ci-dessus, semble propice, est situé environ 7 km au sud du pont Faidherbe. Toutefois, dans la région entre 11 km et 14 km au sud du pont, la Langue de Barbarie est encore plus étroite qu'à cet endroit. Cependant, cette région est séparée de la région des emplacements possibles du port aux abords de Saint-Louis, par une partie de l'estuaire dont la hauteur d'eau maximale n'est que de 5.4 mètres; cette partie comporterait des coûts de dragage assez élevés, puisque les navires de haute mer doivent disposer d'une profondeur d'eau d'environ 8 mètres.

Selon le plan existant d'urbanisme préparé par l'administration locale, la région de la Langue de Barbarie située juste au sud du cimetière musulman est réservée pour l'aménagement d'un centre important de tourisme.

Ce projet paraît être assez réaliste puisque la côte de la Langue de Barbarie est très attrayante et qu'en plus elle est située à proximité de la ville de Saint-Louis, avec son aéroport et autres services requis pour un centre de tourisme. Toutefois, la détermination des aires requises pour un tel centre de tourisme dépasse les cadres de la présente étude.

Si l'on choisit le site qui se trouve à 7 km au sud du pont Faidherbe pour la nouvelle entrée, une bande de terrain d'environ 4 km de longueur s'étendant jusqu'au cimetière musulman, pourrait être utilisée à cette fin. Si l'on doit tenir compte de ce projet d'aménagement touristique, il ne nous paraît pas réaliste de songer, à l'heure actuelle, à situer l'entrée plus au nord.

D'autre part, puisque les installations portuaires dans l'estuaire doivent être aménagées pour diverses raisons aussi près que possible de la ville de Saint-Louis, on doit de préférence implanter la nouvelle entrée vers l'estuaire le plus au nord possible. Ainsi, les frais de dragage, de premier établissement et d'entretien seront réduits au minimum et la distance séparant les installations portuaires de la mer sera raisonnable. Ce dernier point est particulièrement important pour le port de pêche, car les bateaux de pêche doivent faire escale au port fréquemment, et par conséquent, leur activité serait compromise par une grande distance de navigation dans l'estuaire.

Compte tenu de ces considérations, l'emplacement de l'entrée montrée sur le plan No 1 a été choisi comme étant l'emplacement situé le plus au nord, qui satisfait le plus grand nombre de ces considérations.

D'ailleurs, il semble évident que le port doit être situé au sud du pont Faidherbe, de sorte que les navires de haute mer n'aient pas à passer le pont pour atteindre le port.

Ceci nous laisse donc, comme région possible d'implantation des installations portuaires, le côté est de l'estuaire, entre le lieu de la nouvelle entrée et un point aux abords de l'extrémité nord du centre urbain de Pikine.

A l'extrémité nord de cette région, on pourra facilement relier la région portuaire à la route Saint-Louis-Dakar, alors qu'à l'extrémité sud, la distance à cette route est plus longue et les frais de la connection routière conséquemment plus élevés. La nature des sols est à peu près également défavorable dans l'ensemble de cette région. Toutefois, les frais de dragage seront moins élevés pour un port situé à l'extrémité sud, car le chenal de navigation dans l'estuaire sera plus court.

Un facteur favorise un emplacement dans la zone nord de l'estuaire: le port de pêche devrait être localisé assez près de la population des pêcheurs. De plus, afin de réduire les coûts de construction, il est préférable de placer le port de pêche et le port de transbordement sur le même emplacement.

Il ne semble pas y avoir de raisons valables pour exclure à priori l'une ou l'autre de ces deux possibilités d'emplacement des installations portuaires. C'est pourquoi les deux possibilités ont été analysées quant à leur agencement, à leur situation et aux frais de construction.

### 5.3

#### Port côtier

Ni les conditions de profondeur de la mer au large de la côte ni la nature des sols jouent un rôle important dans le choix d'un site convenable pour un port côtier protégé sur la Langue de Barbarie, au sud de Saint-Louis, puisque la distance entre le littoral et les profondeurs pertinentes est à peu près la même le long de la côte. On s'attend, en outre, à ce que la nature des sols se prête bien à un aménagement portuaire, tout au long de la côte.

Dans ce cas, les considérations les plus importantes quant au choix d'un emplacement sont donc les projets d'affectation de la Langue de Barbarie, et l'avantage qu'il y aurait à situer le port aux abords de Saint-Louis. Cette dernière considération est particulièrement pertinente à l'égard des pêcheurs, puisque ce projet devrait englober le port de pêche. Le port devrait être situé dans une région où la Langue de Barbarie est relativement étroite, puisque toutes les marchandises devront traverser la Langue, entre les postes d'amarrage maritimes et les postes d'amarrage fluviaux.

Il semble qu'en raison de ces considérations, on devra choisir un emplacement situé plus au sud que celui de l'entrée projetée pour un port dans l'estuaire. En faveur d'un emplacement plus au sud s'ajoute le fait que la direction naturelle et la moins coûteuse de l'expansion d'un port côtier est vers le nord, à cause de l'érosion sérieuse qui affectera le terrain au sud du port. La planification doit donc laisser place à l'agrandissement futur du port vers le nord.

Plusieurs emplacements se prêtent à l'aménagement d'un port côtier sur la partie sud de la Langue de Barbarie, et ceux-ci n'entraîneraient que de légères différences dans les frais de construction. Le plan No. 4 montre un port côtier aménagé sur l'emplacement le plus au nord possible, compte tenu des considérations exposées précédemment; les frais de raccord à la grand-route, rattachés à cet emplacement, sont les moins élevés.

#### 5.4 Installations provisoires

La mise en oeuvre du Système de Transport 3 comportant l'aménagement d'installations portuaires pour navires de haute mer, présente l'inconvénient de nécessiter un investissement initial considérable dans des jetées, si l'on opte pour un port côtier, et dans une nouvelle entrée, si l'on opte pour un port dans l'estuaire. Ce système ne se prête donc pas facilement à un aménagement par étapes. C'est pourquoi nous avons examiné deux autres systèmes de transport des marchandises sur le fleuve.

Le Système de Transport 1 comporte l'usage de bateaux mer-fleuve dont le tirant d'eau soit assez faible pour leur permettre de traverser la barre à l'embouchure actuelle du fleuve et transporter leurs cargaisons directement de Dakar aux ports fluviaux. Dans ce cas, Saint-Louis ne jouerait qu'un rôle de port d'escale, au même titre que d'autres ports, et les installations qui existent actuellement à Saint-Louis pourraient recevoir ces navires pendant plusieurs années à venir. Donc, de nouvelles installations portuaires à Saint-Louis n'ont pas été projetées pour ce système.

Selon le Système de transport 2 les navires de haute mer déchargent leurs cargaisons dans des allèges pendant qu'ils mouillent au large de l'embouchure du fleuve. Ces allèges déchargeraient leurs marchandises dans des installations portuaires provisoires dans l'estuaire, d'où elles seraient ensuite transférées à bord de chalands pour remonter le fleuve.

Si ce système est mis en oeuvre, il faudra implanter de nouvelles installations portuaires assez rapidement, bien qu'il soit possible, au départ, d'utiliser les installations qui existent déjà à Saint-Louis. Les installations à prévoir pour ce système comportent des quais pour navires à faible tirant d'eau et quelques entrepôts, tel qu'indiqué à la section 3.6. Ces installations doivent être situées près de l'embouchure naturelle du fleuve, de sorte que les frais reliés au déchargement des navires de haute mer, y compris le transport des marchandises jusqu'aux installations portuaires, soient réduits au minimum.

C'est pourquoi il est suggéré d'implanter les installations portuaires pour le Système de Transport 2 sur la rive est de l'estuaire, juste au sud de Gandiole. Dans cette région, les hauteurs d'eau sont favorables et il semble, bien qu'aucun sondage n'ait été exécuté à cet endroit, que la nature des sols est propice à ces travaux. L'emplacement pourrait, au moyen d'un court embranchement, être relié à la bonne route de gravier qui dessert Gandiole.

Cet emplacement se trouve près de la position la plus au nord qu'aura probablement l'embouchure naturelle du fleuve. Si les installations portuaires étaient plus au sud, des perturbations occasionnelles dues à la houle pourraient se produire à des périodes où l'embouchure du fleuve se trouve à l'opposé de l'emplacement du port.

Si ce système devait comprendre la manutention de grandes quantités de marchandises, avant la mise en oeuvre du Système de Transport 3, il faudrait étudier plus longuement la possibilité d'implanter les installations reliées au Système de Transport 2 sur les lieux du futur port de transbordement, de sorte qu'elles puissent être construites comme une première étape de l'aménagement du port de transbordement.

## 5.5

### Port de pêche

La première étape de l'aménagement du port de pêche comprend des installations relativement simples, dont environ 300 mètres de quais dans une hauteur d'eau de 4,5 à 6,5 mètres (IGN). Toutefois, comme on l'a vu à la section 3.8, le port de pêche doit être placé de façon à laisser amplement d'espace pour une expansion future.

L'ampleur de l'essor que prendra l'industrie de la pêche à Saint-Louis semble reposer sur la décision qui sera prise quant à l'accès des navires à fort tirant d'eau à un port protégé, car la hauteur d'eau dans l'embouchure naturelle du fleuve est trop faible pour recevoir des navires d'un tonnage supérieur à celui des bateaux de pêche plus petits qui naviguent présentement sur la mer au large du Sénégal. On devra déterminer l'opportunité de fournir un accès en eau profonde sur des considérations autres que celles de la pêche, car les coûts de premier établissement et d'entretien d'une entrée en eau profonde sont trop élevés pour ne tenir compte que de l'activité du port de pêche.

Le choix d'un emplacement pour le port de pêche est donc intimement relié à la décision qui touche l'aménagement d'un accès en eau profonde à l'estuaire. Si l'on devait choisir de ne pas exécuter ces ouvrages dans un avenir prévisible, l'emplacement naturel des installations du port de pêche se trouverait alors sur la rive ouest de l'estuaire, là où l'état des sols est excellent, afin de réduire au minimum les frais d'aménagement. Dans ce cas, on n'entrevoit qu'un développement modéré de la pêche basée à Saint-Louis, et l'aménagement d'un port de pêche de dimensions modérées ne gênerait pas sérieusement le projet d'aménagement touristique sur la Langue de Barbarie. La région qui se trouve juste au sud de l'Hydrobase convient

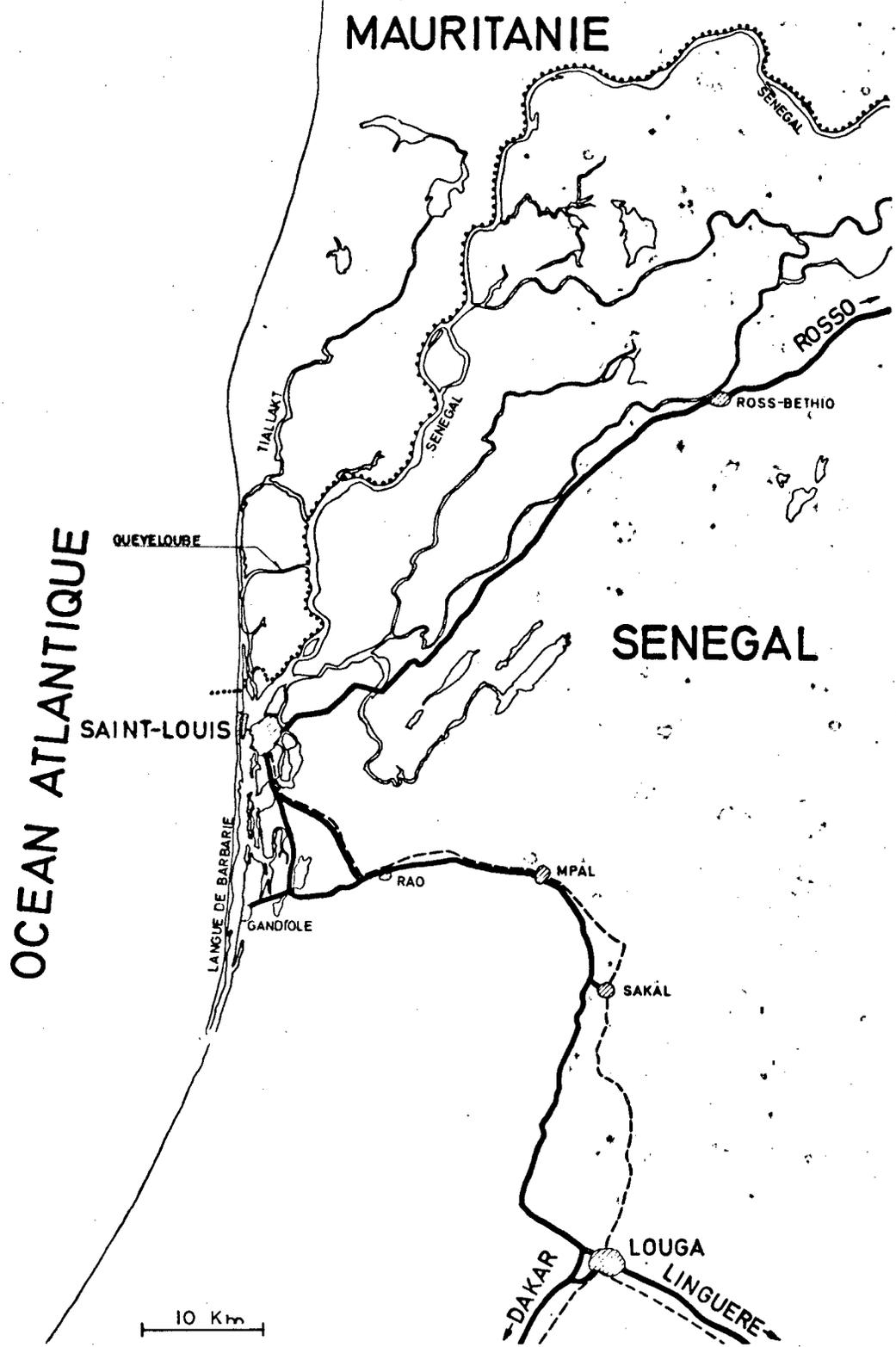
parfaitement à cette fin.

Si, d'autre part, il semble qu'on puisse aménager un accès en eau profonde à l'estuaire dans des délais assez brefs, alors les installations du port de pêche devraient être rattachées aux installations du port de transbordement, sur la rive est de l'estuaire. Dans ce cas, on doit s'attendre à un essor beaucoup plus rapide de la pêche. S'il est localisé sur la rive est de l'estuaire, le port de pêche peut être conçu de manière à s'intégrer au plan d'ensemble de cette région, même s'il s'agissait d'installations de grandes dimensions.

En outre, l'accès aux voies de communication terrestres favorise les emplacements de la rive est. Un grand port de pêche crée un trafic terrestre d'une certaine densité, que l'on aurait avantage à maintenir hors de l'île Saint-Louis.

En considération de ce qui précède, des propositions ont été faites en vue d'associer le port de pêche à chacune des deux propositions soumises pour le port de transbordement situé sur la côte est de l'estuaire.

Si le port de transbordement est aménagé sur le littoral, les installations du port de pêche devront être placées dans une section de ce port. Ceci peut se réaliser plus facilement dans la partie située le plus au nord du port côtier; celle-ci est, en effet, plus rapprochée de la ville de Saint-Louis et peut être atteinte sans passer par aucune zone de port franc.



LEGEND

ROAD

RAILWAY

STATE BOUNDARY

LÉGENDE

ROUTE

CHEMIN DE FER

LIMITE D'ÉTAT

MAP OF ST. LOUIS AREA

CARTE DE LA REGION DE ST-LOUIS

FIGURE 5-1

CHAPITRE 6

PORT DANS L'ESTUAIRE

SYSTEME DE TRANSPORT 3

## 6. PORT DANS L'ESTUAIRE, SYSTEME DE TRANSPORT 3

### 6.1 La nouvelle entrée du fleuve

#### 6.1.1 Introduction

Le choix de l'emplacement de la nouvelle entrée du fleuve a été discuté à la section 5.2. Dans ce chapitre 6, les dimensions du chenal et son orientation ainsi que les principes de construction sont discutés.

#### 6.1.2 Dimensions du chenal

Le critère de base pour la détermination des dimensions du chenal est que l'entrée devrait durant le premier stade permettre la navigation de navires ayant un tirant d'eau de 8.2 mètres, correspondant approximativement à un cargo pleinement chargé de 7,000 DWT, et de navires ayant une longueur de 150 m et une largeur de 25 m, soit les dimensions horizontales d'un cargo de 15,000 DWT. Ainsi, un tirant d'eau suffisant pour ce dernier type de navire ne serait disponible que pour un cas de chargement partiel.

A un stade ultérieur, la navigation par cargos à chargement en vrac allant jusqu'à 100,000 DWT peut devenir nécessaire si le développement des ressources minières dans le bassin du fleuve Sénégal se réalise. Il devrait alors être possible d'augmenter les dimensions du chenal afin de permettre ce type de navigation.

La profondeur de dragage sous le zero IGN dans la partie extérieure du chenal, dans lequel les vaisseaux sont pleinement exposés à l'action des vagues, a été déterminée de la manière suivante:

Tirant d'eau du navire	8.2 mètres
Réduction pour marée haute	-0.3 mètre
Dégagement et déjauge	0.5 mètre
Mouvement à cause des vagues	1.0 mètre
Surdragage et sédimentation	0.6 mètre

La profondeur de dragage, y inclus le surdragage, s'élève alors à un total de 10 mètres sous le zero IGN.

La réduction pour la marée haute correspond aux eaux hautes moyennes des marées de mortes-eaux. Ceci est acceptable du fait d'une réserve concomitante de 1 mètre pour le mouvement causé par la houle. Cette réserve correspond approximativement aux conditions qui se produisent moins de 1% du temps durant la saison de la navigation.

En fin de compte, la plus grande partie du sable passant outre la jetée ira se déposer dans le chenal. Il se distribuera alors sur une plus grande longueur du chenal que si la jetée avait été localisée dans son voisinage immédiat. En ce cas-ci, il y aurait une forte tendance à l'encombrement du chenal par une sédimentation concentrée située un peu au-delà de l'extrémité de la jetée. Deuxièmement, l'orientation plus au sud du chenal extérieur améliore les conditions de navigation en ce qu'elle réduit l'angle de virage à effectuer dès que les navires entrent dans l'estuaire.

Finalement, l'orientation indiquée assurera un mouvement plus favorable des courants dans le chenal que s'il était orienté plus perpendiculairement à la Langue de Barbarie.

Des essais sur modèle réduit seront nécessaires pour finaliser la conception du complexe d'entrée. Cependant, pour les fins du présent rapport, on estime qu'un agencement tel que montré peut servir comme base adéquate aux fins d'une évaluation économique.

#### 6.1.4 La jetée

La jetée proposée est constituée d'un remblai construit de moellons de calcaire et de basalte de carrière. Le plan No 8 montre une coupe type de la structure désignée "jetée type 1", ainsi que la méthode proposée pour sa construction.

Vu qu'il n'y a pas de carrière dans le voisinage de Saint-Louis, les matériaux pour la construction des jetées doivent être amenés sur les lieux par chemin de fer ou par route depuis des carrières près de Thiès.

Ceci augmente le coût unitaire de ce matériau à un niveau plutôt élevé, en particulier dans le cas du basalte. Cependant, la roche naturelle est beaucoup moins coûteuse que les blocs de béton, de sorte que, tant et aussi longtemps que le matériau rocheux peut être obtenu en quantité suffisante, il a préférence sur les blocs de béton.

La différence de prix très considérable entre le calcaire et le basalte conduit à une utilisation aussi grande que possible du calcaire. Pour la jetée nord, le calcaire peut être utilisé à grande échelle parce que le calcaire en question est un "calcaire dur" de très bonne qualité et en vue du fait que, après un temps relativement court, au moins la partie inférieure de la jetée nord sera enterrée dans le sable.

L'usage du basalte pour les talus des jetées est particulièrement avantageux du fait du poids spécifique du basalte, qui rend possible l'usage de pierres relativement petites.

La jetée a été calculée pour une vague d'une hauteur significative de 2.7 mètres, tel que recommandé dans le rapport hydraulique fondé sur les mesures de vagues disponibles jusqu'à présent.

Cependant, même si l'on tient compte du fait que la direction de propagation des vagues est presque parallèle à la jetée, la grosseur nécessaire des blocs de basalte pour les talus approche la limite de ce qui peut être obtenu de la carrière de basalte. Si les résultats de mesures de vagues dans les conditions d'hiver conduisent à l'adoption d'une hauteur de vague plus élevée, il est possible que les blocs de basalte doivent être remplacés par des blocs de béton, ce qui occasionnerait une augmentation des coûts de construction.

On envisage de construire la jetée au moyen d'une grue opérant d'un pont construit de bois dur africain.

Cette méthode de construction, déjà employée sur la côte danoise de la Mer du Nord, est proposée à cause de la nécessité de protéger le lit marin sur une longueur d'environ cent mètres devant la structure; cette précaution empêchera la formation d'une dépression causée par l'affouillement du lit et s'étendant vers le large au fur et à mesure de la construction de la jetée. Tel que mentionné dans le rapport hydraulique, il faudrait construire la jetée dans des profondeurs beaucoup plus grandes si cette érosion à l'extrémité de la jetée n'était pas empêchée. En même temps, l'exécution de la protection du lit devant l'extrémité de la jetée permettra de profiter du fait que le sable est déposé plus au large de son extrémité au fur et à mesure que sa construction progresse, de manière que, au-delà de la ligne de contour de 6 mètres, la jetée peut de fait être construite dans des profondeurs inférieures aux profondeurs actuelles.

On placera sur le pourtour de l'extrémité de la jetée un excédent de matériaux de protection pour minimiser l'affouillement qui se produira au fur et à mesure que la construction de la jetée progresse.

Initialement, la longueur proposée de la jetée nord est de 800 mètres, ce qui fournira un réservoir capable d'emmagasiner le sable fourni par le transport littoral pendant environ 5 années. A la fin de cette période, la jetée devra être prolongée d'environ 35 mètres par année, mais ce taux de prolongement diminuera graduellement.

La jetée sud sert à empêcher l'ensablement du chenal par un transport littoral occasionnel en provenance du sud, et à protéger les revêtements des berges du chenal contre les affouillements. On estime qu'une longueur de 250 mètres sera suffisante pour cette jetée, et qu'elle n'aura pas à être prolongée régulièrement comme dans le cas de la jetée nord.

## 6.2 Le port de transbordement

### 6.2.1 Introduction

Les deux variantes préparées pour l'implantation et la localisation du port de transbordement dans l'estuaire, variantes T1 et T2, sont semblables dans leur concept de base, les différences se limitant à la localisation, au dragage et à l'accès routier, et aussi à la manière suivant laquelle le port de pêche aura été intégré dans le complexe total du port.

Dans les deux cas, cependant, le port de pêche peut être considéré comme une entité séparée. L'organisation du port, comme tel, ne varie dans ces variantes que dans la manière dont la route et le chemin de fer sont reliés au port, et en des points de détail qui en découlent.

Du fait de la similarité des conditions physiques, en particulier les profondeurs de l'eau et les conditions du sol aux deux emplacements, il n'y a pas de raison de modifier le projet d'un emplacement à l'autre. Les caractéristiques diverses des deux variantes seront par conséquent discutées conjointement dans les paragraphes suivants.

### 6.2.2 Concepts de base

Les principaux éléments constituant le port de transbordement ont été décrits dans le chapitre 3. Ils comprennent 7 postes de mouillage pour océaniques, 5 postes de mouillage pour chalands, et un total de 25,500 m<sup>2</sup> d'entreposage couvert et 25,500 m<sup>2</sup> d'entreposage à ciel ouvert. A ceci viennent s'ajouter les installations pour l'accostage des bateaux-pilotes, remorqueurs, embarcations de l'administration du port, embarcations des douanes et de la police; enfin, tous les bâtiments à l'usage des services administratifs et autres bâtiments auxiliaires.

En établissant l'agencement du port, les exigences additionnelles suivantes doivent être respectées:

- 1) Le port sera constitué de trois sections séparées, une pour chacun des pays: le Sénégal, le Mali et la Mauritanie, les deux dernières ayant le statut de port franc.
- 2) Les variantes doivent permettre le développement futur des sections du Mali et du Sénégal en particulier. Il semble moins probable que le développement futur de la Mauritanie soit nécessaire.
- 3) Des installations communes, tel que les édifices pour l'administration du port, le bien-être, etc., doivent être situées dans un endroit central et à proximité des voies d'accès.
- 4) Les variantes doivent permettre l'installation d'une liaison de chemin de fer avec la section sénégalaise du port.

Les profondeurs d'eau dans l'estuaire conviennent au développement de quais disposés parallèlement au courant et aux lignes de niveau du fond. Ceci offre aussi les conditions les plus simples de navigabilité pour les grands navires. Toute autre solution nécessiterait des coûts excessifs de dragage.

Les postes de mouillage pour chalands pourraient être disposés suivant le même alignement que les postes de mouillage pour océaniques et en alternance avec ces derniers. Ceci nécessiterait cependant que le quai tout entier soit construit avec la profondeur d'eau requise pour les océaniques.

Une analyse préliminaire du coût de cette solution a révélé qu'elle serait plus cher que la solution indiquée au plan No 6. Dans cette variante, les postes de mouillage pour chalands ont été placés à angle droit avec les postes de mouillage des océaniques dans des bassins suffisamment grands pour permettre aux chalands de manoeuvrer avant de s'amarrer au quai. Vu que cette dernière variante comporte aussi les distances de transport de marchandises plus courtes entre les navires et les entrepôts, ce principe a été adopté.

Il serait possible aussi de disposer les postes de mouillage des chalands du côté est de l'aire remblayé pour les installations portuaires. Cependant, il en résulterait des coûts plus élevés de construction, dû aux travaux de dragage du large chenal qu'il faudrait en ce cas draguer tout le long de la rive est. Un tel agencement présente aussi des difficultés d'accès direct aux trois zones du port et, pour ces raisons, l'idée a été abandonnée.

Ces considérations, combinées avec les exigences fonctionnelles ci-haut mentionnées aux sous-paragraphes 1 à 4, définissent le plan général du port.

Le port se présente donc sous une forme longue et relativement étroite, orientée parallèlement au courant et aux lignes de niveau du lit et longeant la rive est de l'estuaire. La longueur du port est déterminée par les exigences des postes de mouillage, tandis que sa largeur est déterminée par les exigences des aires d'exploitation. Les postes de mouillage sont disposés sur le côté ouest du terrain remblayé. Sur le côté est, une route longe le port sur toute sa longueur et dessert toutes ses sections.

La section sénégalaise du port est localisée à l'extrémité nord, où elle pourra être agrandie vers le nord; la section du Mali est localisée à l'extrémité sud avec possibilités d'agrandissement vers le sud. La section de la Mauritanie se trouve au milieu et ne peut être agrandie sans changer les limites entre les zones portuaires. Chacune des trois sections peut être clôturée et l'accès à chacune des trois zones peut être réalisé sans traverser les autres zones.

Les caractéristiques principales des divers éléments du port sont discutées brièvement dans les chapitres suivants.

### 6.2.3 Chenaux et bassins

La largeur proposée du chenal d'accès dans l'estuaire est de 150 mètres et identique à celle du chenal d'accès dans la mer. Le chenal d'accès est situé dans la partie la plus profonde de l'estuaire.

Dans la zone des installations portuaires, le chenal d'accès est élargi en un bassin de manoeuvre d'une largeur de 300 mètres. Ceci permettra des virages sécuritaires des bateaux les plus longs dans les courants forts se produisant dans l'estuaire pendant la saison des pluies, alors que le trafic dans le port atteint son maximum.

La profondeur de l'eau dans le chenal d'accès et dans le bassin de manoeuvre a été déterminée en se basant sur un tirant d'eau de 8.2 mètres. Il a été présumé que des navires arrivant avec ce tirant d'eau peuvent être obligés d'attendre une montée de l'eau dans l'estuaire de 0.3 mètre au-dessus du zéro IGN, ce qui se produira à toutes marées de mortes-eaux durant la saison des pluies. Avec un dégagement sous la coque de 0.3 mètre et une réserve pour surdragage également de 0.3 mètre, la profondeur de dragage résultante en dessous du zéro IGN, y compris le surdragage, atteindra 8.5 mètres. Ceci permettra une sédimentation de 0.3 mètre dans le bassin, correspondant à la sédimentation estimative pendant un an, sans pour autant compromettre les conditions de navigation.

Au postes de mouillage pour océaniques, la profondeur d'eau de 9 mètres, y compris 0.3 mètre pour surdragage, est proposée. Ceci permettra un bas niveau d'eau de -0.5 mètre avant qu'un navire ayant le tirant d'eau prévu effleure le fond après que le surdragage a été rempli par sédimentation. Des niveaux d'eau plus bas que celui-ci n'ont jamais été enregistrés à Saint-Louis, et même si la construction d'une nouvelle entrée du fleuve aura pour effet d'abaisser le niveau d'eau à l'emplacement du port comparativement aux conditions actuelles, les débits élevés du fleuve se produisant durant la saison des pluies assureront qu'au moins durant cette saison, le niveau d'eau sera toujours plus haut que -0.5 mètre.

De la même façon, les bassins pour les chalands sont prévus avec une profondeur d'eau de 2 mètres, le tirant d'eau des chalands chargées étant de 1.2 mètre. Dans le bassin qui devra être utilisé par les remorqueurs et autres petites embarcations, une profondeur d'eau de 3.5 mètres est prévue. Tous ces niveaux se rapportent aux profondeurs d'eau sous le zéro IGN.

#### 6.2.4 Remblayage et dragage

Les études géotechniques réalisées aux deux emplacements portuaires proposés montrent essentiellement des conditions de sol semblables dans les deux cas. Les couches supérieures sont constituées principalement d'argile molle à très molle. Vers l'élévation -8 mètres, on rencontre une couche d'argile ferme de 2 à 3 mètres d'épaisseur, sous laquelle se trouve un matériau plus mou, quoique plus ferme que les couches supérieures. Finalement, au niveau -14 mètres, on trouve un sol très ferme.

Les 1 ou 2 mètres supérieurs du sol sont tellement mous qu'ils seraient sérieusement perturbés par des travaux de remblayage. Des calculs d'affaissement ont démontré qu'à moins de remplacer une partie considérable du matériau mou supérieur par un matériau de remplissage sain et ferme tel que du sable, des affaissements dans la zone de terrain remblayé d'à peu près 0.8 mètre peuvent être prévus et qu'il faudrait jusqu'à 10 ans pour atteindre 80% de cet affaissement.

De tels affaissements sont inacceptables pour les zones remblayées puisqu'ils causeraient des problèmes sérieux autant pour les pavages que pour les bâtiments du port, qui auraient à être érigés sur des pieux. Par conséquent, le remplacement de la partie supérieure des couches molles est impératif.

La mesure dans laquelle le remplacement du sol mou doit être effectuée est déterminée par le critère qu'après l'achèvement de la construction, les affaissements résiduels devraient être inférieurs à 20 cm. Pourvu qu'on tienne compte que de tels affaissements sont possibles, le drainage et les autres installations du port ne seraient pas affectés, et les bâtiments dans la zone portuaire pourraient être construits sans avoir recours à des fondations sur pieux.

Ceci nous amène à la conclusion que du côté ouest de la zone remblayée, le sol au-dessus du niveau -6 mètres, et du côté est, le sol au-dessus du niveau -5 mètres, doivent être remplacés par du sable, tel qu'indiqué dans la coupe-type du port montrée au plan No 7. L'affaissement total après le remblayage, dans ce cas, sera à peu près 40 à 50 cm, et l'affaissement résiduel, après 2 à 3 ans, sera de l'ordre de 13 à 18 cm.

Autour du quai, le sol mou doit être remplacé jusqu'au niveau de l'argile ferme à l'élévation d'environ -8 mètres, tel que montré sur la coupe-type. Ceci sert à éviter des pressions excessives du sol sur la structure du quai. Il est évident, d'après la coupe-type, que le coût de ce remplacement additionnel des matériaux sera minime.

Comme variante au remplacement du matériau mou par du sable, la méthode d'accélération des affaissements par l'insertion de drains de carton dans le sol a été étudiée. Cependant, l'expérience dans des conditions semblables indique que cette méthode serait plus onéreuse que la méthode de remplacement et que les résultats à la fin seraient quant même discutables. Par conséquent, cette possibilité a été rejetée. Les avantages possibles de préchargements devraient cependant être considérés avant de finaliser les études.

Le dragage peut probablement être exécuté au moyen d'une drague à succion. Dans les chenaux et les bassins, une partie des matériaux à draguer est de l'argile, pour laquelle un prix unitaire plus élevé a été admis que pour le dragage à travers la Langue de Barbarie et pour celui du chenal d'entrée, où les matériaux sont surtout du sable.

Le sable pour le remblayage pourra être obtenu de l'intérieur de l'estuaire. Une partie du sable requis peut être obtenu par dragage de la nouvelle entrée. L'utilisation de sable dragué du chenal d'approche dans la mer serait difficilement compatible avec un échéancier rationnel de travail.

#### 6.2.5 Structures des quais

Dans l'hypothèse où les matériaux mous dans la région immédiatement à l'arrière des quais seraient remplacés, tel qu'indiqué dans le chapitre précédent, les conditions du sol, en ce qui a trait aux quais, peuvent être considérées comme favorables.

La résistance du sol sous le niveau -8 mètres est bonne à l'exception d'une formation plus molle rencontrée généralement entre les niveaux -11 et -14 mètres. Cette couche peut causer quelques problèmes de stabilité, qui ne sont cependant pas trop sérieux au point de produire une augmentation importante des coûts de construction de structures convenablement conçues.

Dans de telles conditions, les quais constitués de palplanches ancrées à des dalles d'ancrage placées verticalement dans le remblai est d'après notre expérience, un type de structure économique. Pour les fins d'évaluation des coûts de construction dans le présent rapport, il a été admis par conséquent que les quais seront constitués de murs de palplanches.

Les problèmes de stabilité éventuellement causés par la couche molle sous l'argile résistante ont été tenus en ligne de compte en enfonçant les palplanches dans la couche dure jusqu'à l'élévation approximative de -14 mètres.

Le niveau du terrain dans l'aire en arrière du quai a été admis à l'élévation 2 mètres, ce qui permettra un bon drainage et offrira de bonnes conditions d'opération aux postes de mouillage.

Les quais à faible tirant d'eau sont situés dans des régions où le remplacement du sol mou par du sable est exécuté à un point tel que les conditions du sol deviennent favorables. Des murs de palplanches ont également été utilisés comme base pour l'estimation du coût de ces ouvrages.

#### 6.2.6 Installations pour entreposage

L'entreposage a été agencé de telle manière que pour chaque poste d'amarrage pour océaniques, un entrepôt de transit de dimensions requises est prévu directement sur le quai. Ceci laissera un espace suffisant entre les entrepôts de transit pour fournir l'espace d'entreposage à ciel ouvert requis dans les zones portuaires du Sénégal et de la Mauritanie. Dans la section portuaire du Mali, cependant, une lisière additionnelle d'aire d'entreposage à ciel ouvert est réservée en arrière des entrepôts de transit.

L'agencement proposé pourvoit aux bonnes liaisons entre les différents postes d'amarrage et les aires d'entreposage.

Il est proposé de doter les aires de trafic et d'entreposage de pavages de haute qualité consistant en surfaces bitumineuses sur une base de macadam, tel qu'exigé par le matériel moderne de manutention de la marchandise. L'usage de pavages en béton a été évité à cause des risques de dommages à de telles surfaces par des affaissements différentiels.

Il a été présumé que les entrepôts de transit seraient à étage unique. Ils devront être d'une construction compatible avec de faibles tassements différentiels et ainsi utiliser des membrures simplement appuyés, des murs et toitures faits de matériaux légers et souples. Un dégagement vertical de 5 à 6 mètres est prévu.

#### 6.2.7 Bâtiments d'administration du port et de services

Les exigences en espace des divers bâtiments, tels que l'administration du port, le bien-être ouvrier, les ateliers et garages, la brigade de pompiers, les services de pilotage, les services de douanes et de police, ont été estimées en se basant sur d'autres ports d'importance comparable. Ceci paraît adéquat pour les fins du présent rapport. Des informations plus détaillées sur chacun des bâtiments, basées sur des prévisions concernant le personnel et les exigences en matériel, seront données dans le rapport final.

Sauf en ce qui concerne les bâtiments de contrôle à l'entrée des différentes sections portuaires, tous les bâtiments de services communs ont été situés à un endroit central près de l'entrée principale de l'aire portuaire.

### 6.2.8 Atelier de réparation des navires

La plus grande partie de la flotte de chalands requise pour le Système de Transport 3 sera utilisée dans le transport vers et du Mali, système qui sera en fonctionnement seulement quelque 4 mois par année. Ces chalands resteront inactifs pendant quelque huit mois par année. Dans ces circonstances, il est recommandé que l'atelier de réparation qui sera nécessaire pour desservir la flotte de chalands, soit agencé de telle manière que les chalands requis pour le transport au Mali soient placés sur terre pendant la période d'inactivité pour en réduire les coûts d'entretien.

Il est proposé que l'atelier de réparation soit réalisé comme une cale avec dispositifs de traction latéraux, pouvant accommoder 24 chalands.

Le chariot dans la voie principale devra être pourvu de dispositifs permettant de servir d'autres navires de grandeur allant jusqu'à celle des chalands, tels que les bateaux de pêche.

Il est proposé de localiser l'atelier de réparation près des autres installations portuaires, mais de manière à ne pas faire obstacle à leurs possibilités d'agrandissement ni aux conditions d'exploitation et de navigation. Les emplacements proposés pour l'atelier de réparation sont montrés sur les dessins d'installations portuaires.

### 6.2.9 Accès terrestre

Pour la variante T1 du port de transbordement, l'accès routier pourra se faire depuis la route de Saint-Louis à Dakar dans la région où elle s'éloigne du fleuve juste au sud du lycée Charles de Gaulle. La distance de ce point au port est courte, et la route passera à travers une zone non développée pour atteindre les installations portuaires à l'extrémité nord, où la section portuaire du Sénégal est située.

Une liaison par chemin de fer avec le port ne serait d'intérêt que pour la section sénégalaise du port, et alors seulement si des besoins de transport autres que ceux du système formant la base du plan du port se développaient. Il est admis cependant que la planification devrait prévoir une liaison future par voie ferrée avec le port, même si de telles installations ne sont pas nécessaires à l'origine.

Pour la variante T1, une voie ferrée de la gare sur l'île de Sor pourra être installée parallèle à l'alignement de la route d'accès et à l'ancienne voie ferrée, maintenant démolie, qui autrefois allait de la gare jusqu'au fleuve.

Pour l'emplacement sud du port de transbordement, variante T2, l'accès routier pourra se faire de la route de Dakar juste au nord du point où elle traverse le Marigot de Laybar. La route d'accès passera alors par des terres vierges et sera raccordée aux installations portuaires dans la région centrale du port.

Ceci est une des raisons pour lesquelles il est proposé dans cette variante de localiser le port de pêche dans la région centrale, puisqu'il est envisagé que le port de pêche peut être construit avant le port de transbordement.

Une liaison par chemin de fer pourra être réalisée au long de ce même alignement. Ainsi, il sera possible d'atteindre la section sénégalaise du port à l'extrémité nord, tel qu'indiqué sur le plan No 3.

### 6.3

#### Coûts

Dans les deux variantes proposées pour le port de transbordement dans l'estuaire, à savoir les variantes T1 et T2, montrées sur le plan No 1, les agencements comprennent également les ports de pêche F1, F2 et F3 et la cale pour les chalands. Afin de comparer les coûts relatifs aux différents emplacements du port, les estimations des coûts pour chacune des sections portuaires, T1, F1, etc., ont été faites séparément.

L'estimation du coût des jetées et du chenal d'entrée est indépendante de l'emplacement des installations portuaires dans l'estuaire.

Les prix unitaires estimatifs montrés ne comprennent que les coûts de construction seulement; ils ne couvrent pas les coûts additionnels des imprévus, ni les frais de génie et de surveillance de la construction. Ces coûts additionnels ont été couverts en ajoutant 20% à la somme totale du coût de construction. Les frais de financement n'ont pas été inclus dans ces estimés.

6.3.1 Nouvelle entrée du fleuve

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000)	
					Sous Total	Total
1.	Chenal d'entrée					
1.1	Dragage. Partie extérieure du chenal, Langue de Barbarie, et une partie de l'estuaire	m <sup>3</sup>	1,950,000	0.60	1.17	
1.2	Dragage dans l'estuaire au sud de la ligne 68,000 du réseau	m <sup>3</sup>	250,000	1.00	0.25	
1.3	Protection des berges. Couche-filtre	m <sup>3</sup>	17,000	12.00	0.20	
1.4	Protection des berges. Perrés	m <sup>3</sup>	50,000	17.00	0.85	
					2.47	2.47

## 6.3.1 Nouvelle entrée du fleuve (suite)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000.)	
					Sous Total	Total
2.	Jetée nord	m	(800)	(3800)		
2.1	Pont de bois avec rails et équipement	m	800	670.00	0.54	
2.2	Calcaire pour la protection du fond et noyau	m <sup>3</sup>	96,000	12.00	1.15	
2.3	Basalte pour les perrés et noyau	m <sup>3</sup>	60,000	17.00	1.02	
					2.71	2.71
3.	Jetée sud					
3.1	Pont de bois avec rails et équipement	m			0.18	
3.2	Calcaire pour protection du fond	m <sup>3</sup>	7,500	12.00	0.09	

6.3.1 Nouvelle entrée du fleuve (suite)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000.)		
					Sous Total	Total	
3.3	Basalte pour perrés et noyau	m <sup>3</sup>	21,500	17.00	0.38		
					<u>0.65</u>	0.65	
4.	Route d'accès	m	2,500	60.00	0.15	<u>0.15</u>	
	Coûts totaux de construction plus approxomative- ment 20% pour imprévus et frais d'administration						<u>1.22</u>
	Nouvelle entrée du fleuve, total en \$ millions						<u><u>7.20</u></u>

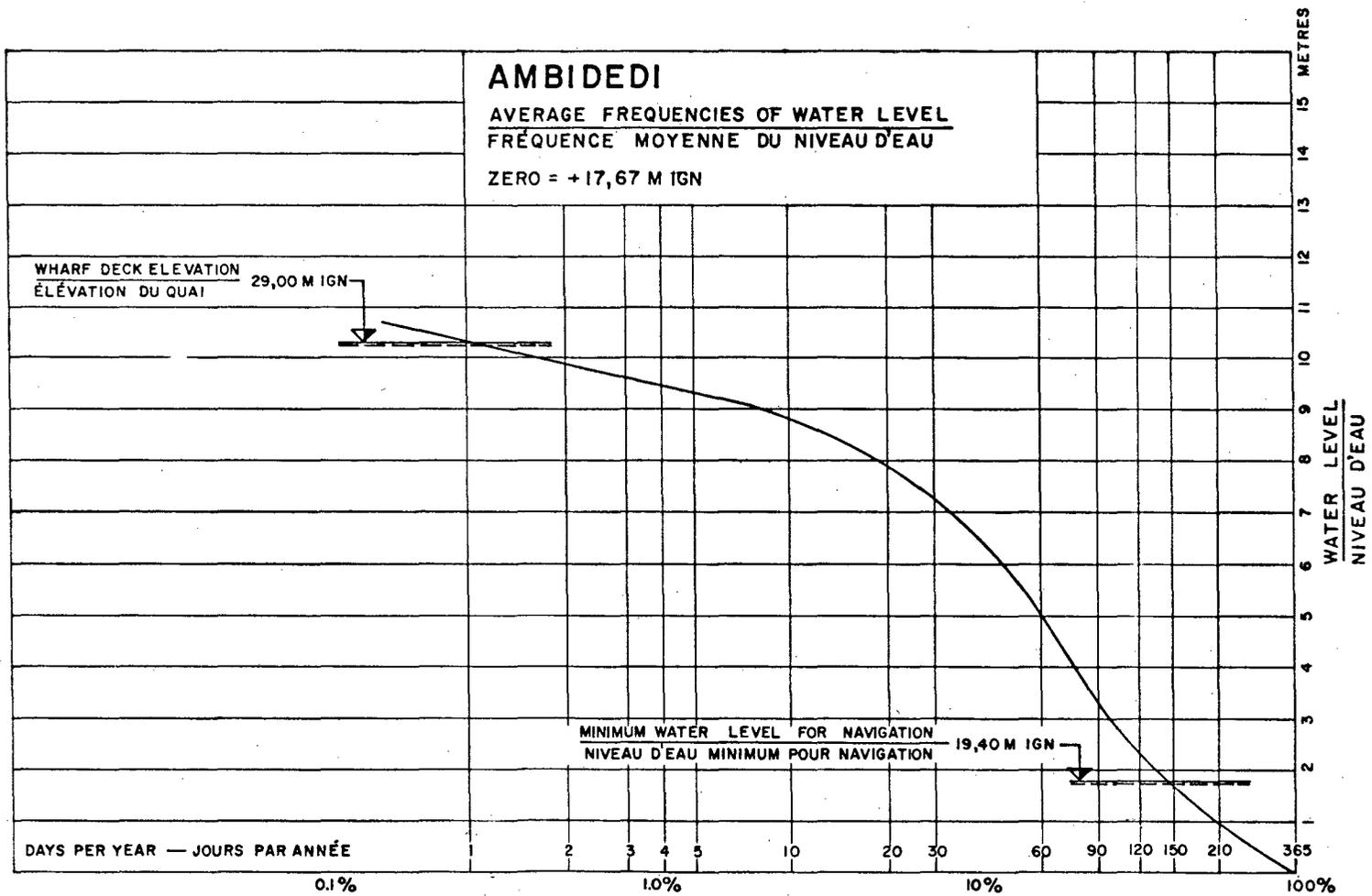


FIGURE II-1

6.3.2 Port de l'estuaire T1/F1Port de transbordement T1Coûts  
(\$ 000,000.)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts	
					Sous Total	Total
1.	Dragage et Remblayage					
1.1	Dragage du chenal et du bassin portuaire au nord de la ligne 68,000 du réseau	m <sup>3</sup>	1,600,000	1.00	1.60	
1.2	Dragage du sol mou dans la zone du port	m <sup>3</sup>	510,000	1.00	0.51	
1.3	Remblayage de sable dans la zone du port	m <sup>3</sup>	1,150,000	0.60	0.69	
					2.80	2.80

6.3.2 Port de l'estuaire T1/F1 (suite)Port de transbordement T1

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000.)	
					Sous Total	Total
2.	Quais					
2.1	Quai à la profon- deur de 9 mètres	m	1,010	2,600.	2.63	
2.2	Quai à la profon- deur de 2 mètres	m	560	700.00	0.39	
2.3	Protection des talus	m <sup>2</sup>	15,000	3.00	0.05	
					<u>3.07</u>	3.07
3.	Pavage, drainage et éclairage inclus					
3.1	Routes, station- nement etc.	m <sup>2</sup>	85,000	10.00	0.85	
3.2	Route d'accès	m	850	150.00	0.13	
					<u>0.98</u>	0.98

6.3.2 Port de l'estuaire T1/F1 (suite)Port de transbordement T1

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000.)	
					Sous Total	Total
4.	Installations d'entreposage					
4.1	Entrepôts	m <sup>2</sup>	26,240	80.00	2.10	
4.2	Entreposage à ciel ouvert	m <sup>2</sup>	27,920	10.00	0.28	
					<u>2.38</u>	2.38
5.	Bâtiments					
5.1	Administration, police, douanes, ateliers et bien-être ouvrier	m <sup>2</sup>	4,000	180.00	0.72	0.72
6.	Fourniture d'eau et électricité					<u>0.1</u>

6.3.2 Port de l'estuaire T1/F1 (suite)Port de transbordement T1

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix	Coûts (\$ 000,000)		
					Sous Total	Total	
			Unitaire	Total			
	Coûts totaux de construction, T1:						10.05
	Plus approximativement 20% pour imprévus et frais d'administration T1:						1.95
	Total \$ millions						12.0
Divers							
7.	Port de pêche, F1					3.5	
8.	Atelier de réparation des chalands, B1					1.3	
9.	Raccordement ferroviaire	m	2,000	72.00		0.15	

6.3.3 Port de l'estuaire T2/F2Port de transbordement T2

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000.)	
					Sous Total	Total
1.	Dragage et remblayage					
1.1	Dragage du bassin du port	m <sup>3</sup>	1,060,000	1.00	1.06	
1.2	Dragage du sol mou dans la zone du port	m <sup>3</sup>	460,000	1.00	0.46	
1.3	Remblayage de sable dans la zone du port	m <sup>3</sup>	1,080,000	0.60	0.65	
					<u>2.17</u>	2.17
2.	Quais					
2.1	Quai à la profon- deur de 9.0 mètres	m	1,010	2,600.	2.63	
2.2	Quai à la profon- deur de 2.0 mètres	m	560	700.00	0.39	
2.3	Protection des talus	m <sup>2</sup>	15,000	3.00	0.05	
					<u>3.07</u>	3.07

6.3.3 Port de l'estuaire T2/F2 (suite)Port de transbordement T2

Coûts

(\$ 000,000.)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix		Total
				Unitaire	Total	
3.	Pavage, y compris drainage et éclairage					
3.1	Routes, station- nement, etc.	m <sup>2</sup>	81,000	10.00	0.81	
3.2	Route d'accès	m	1,600	150.00	0.24	
					1.05	1.05
4.	Installations d'entreposage					
4.1	Entrepôts	m <sup>2</sup>	26,240	80.00	2.10	
4.2	Entreposage à ciel ouvert	m <sup>2</sup>	27,920	10.00	0.28	
					2.38	2.38
5.	Bâtiments: Administration, Police, douanes, ateliers et bien- être ouvrier	m <sup>2</sup>	4,000	180.00	0.72	0.72

6.3.3 Port de l'estuaire T2/T1 (suite)Port de transbordement T2

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix	Coûts (\$ 000,000)		
					Sous Total	Total	
				<u>Unitaire</u>			
6.	Fourniture d'eau et d'électricité	m	2,000	50.00	0.10	0.10	
	Coûts de construction totaux T2						9.49
	Plus approximativement 20% pour imprévus et frais d'administration						1.91
	T2, total \$ millions						<u>11.40</u>
Divers							
7.	Port de pêche, F2						3.30
8.	Atelier de réparation des chalands, B2						1.30
9.	Raccordement ferroviaire						0.30

CHAPITRE 7

PORT COTIER

SYSTEME DE TRANSPORT 3

## 7. PORT COTIER, SYSTEME DE TRANSPORT 3

### 7.1 L'agencement général du port

L'agencement proposé du port côtier est montré au plan No 4. La forme de ce port, plutôt en dehors de l'ordinaire, est déterminée par le fait que toutes les marchandises déchargées dans le port doivent traverser la Langue de Barbarie, soit depuis les océaniques jusqu'aux chalands via les aires d'entreposage, ou dans la direction opposée. La variante à cette procédure serait que les chalands auraient à passer par l'embouchure naturelle du fleuve, ce qui serait possible, en ce qui concerne leur tirant d'eau, mais ceci imposerait des exigences bien différentes quant à leur conception, ce qui paraît injustifiable du point de vue économique.

Vu que les marchandises doivent traverser la Langue de Barbarie, il est essentiel que cette distance de transport soit aussi courte que possible. Ceci peut être réalisé en disposant les quais pour océaniques et les quais pour chalands comme quais rectilignes sur le côté océanique et sur le côté fluvial, respectivement, de la Langue. Ceci conduit inévitablement à un port long et relativement étroit, tel qu'indiqué.

Puisque la longueur totale des quais pour chalands est inférieure à celle des quais pour océaniques, ceux-là ont été agencés en une série de quais individuels faisant face aux postes d'amarrage sur le côté océanique.

Le quai océanique a été placé d'une façon telle que la hauteur des vagues qui arrivent à son extrémité sud soit moins de 10% de la hauteur des vagues à l'extérieur du port. Ceci assurera une protection suffisante contre les vagues à tous les quais.

L'espace libre à l'extrémité sud du port, au sud des quais, peut être utilisé pour l'installation d'un wharf pour le chargement de gros cargos en vrac du minéral amené par chalands sur le côté fluvial de la Langue de Barbarie, puis transporté à travers la Langue par convoyeur.

A l'extrémité nord du port, l'agencement des installations du port de pêche est tel que décrit au paragraphe 5.5.

### 7.2 Chenaux et bassins

Le chenal d'entrée vers le port a la même largeur et la même profondeur que le chenal d'accès à la nouvelle entrée du fleuve pour le port en estuaire. L'entrée du port a été conçue de manière à permettre l'élargissement du chenal à une largeur de 200 mètres.

Le bassin du port a une largeur de 200 mètres, ce qui représente approximativement une fois et demie la longueur des plus importants océaniques susceptibles d'accoster aux quais à marchandises diverses. Cette largeur est considérablement plus petite que celle du bassin de manoeuvre dans le port de l'estuaire, parce que la manoeuvre des vaisseaux dans le bassin du port côtier sera facilitée du fait de l'absence de courant à travers le bassin. Les profondeurs d'eau des bassins sont semblables à celles des bassins du port en estuaire.

On a présumé que tout dragage pourra être exécuté à l'aide d'une drague à succion, même si le dragage comprend une couche de matériaux argileux, parce que la couche argileuse peut être "sous-excavée" (undercut) dans des couches sablonneuses.

### 7.3

#### Jetées

Les deux jetées du port côtier, dont la jetée nord est de beaucoup la plus importante, servent deux fonctions: protéger les postes d'amarrage dans le port contre les effets des vagues et protéger le chenal et le bassin contre l'ensablement provenant du transport littoral.

Le port côtier a la caractéristique particulière de contenir une jetée de longueur importante parallèle à la côte. Il est très important de ne pas construire cette jetée dans des profondeurs d'eau plus grandes que nécessaires, car les coûts de construction de cette structure augmentent approximativement avec le carré de la profondeur d'eau.

Pour les fins du présent rapport, il est admis que le tronçon parallèle à la côte sera construit dans une profondeur d'eau de quelque 4 mètres. Cet emplacement nécessite un dragage important du bassin portuaire derrière la jetée, mais une évaluation préliminaire a indiquée que le choix de cet emplacement permet de réaliser à peu près l'optimisation des coûts combinés de dragage et de construction de la jetée.

Il se peut qu'en imposant une certaine contrainte à la vitesse d'exécution des travaux de construction de la jetée, celle-ci puisse être localisée plus au large, sans en effet augmenter la profondeur d'eau dans laquelle la jetée sera actuellement construite. Pour ce faire, la vitesse d'avancement des travaux de construction devra être ajustée à la vitesse d'ensablement par le transport littoral le long de la jetée.

Cette possibilité n'a pas été étudiée plus à fond dans ce rapport; cependant, une évaluation préliminaire laisse entrevoir une réduction des coûts de construction d'environ \$300,000, en prenant ainsi avantage du transport littoral.

La structure proposée pour les jetées du port côtier consiste en un remblai d'enrochements, tel qu'indiqué au plan No 8. En ce cas, il a été jugé nécessaire d'utiliser des blocs de béton, puisque le côté face à la mer est plus exposé que dans le cas des jetées de la nouvelle entrée du fleuve.

D'autre part, il ne sera pas nécessaire, dans le cas du port côtier, de construire la jetée depuis un pont, puisque la majeure partie est approximativement parallèle à la côte. Il n'y aura pas en ce cas-ci de tendance à la formation d'affouillements devant l'extrémité de la structure. Par conséquent, les matériaux peuvent être déversés directement de l'extrémité de la partie achevée de la structure.

Lorsqu'une partie de la jetée sera construite, il sera possible d'utiliser le transport sur mer pour les matériaux de construction de Dakar jusqu'au chantier. Cependant, pour les fins de ce rapport, il est admis que des prix unitaires uniformes pour le roc de carrière seraient suffisamment représentatifs.

Les blocs de béton constituant les talus de la jetée sont de simples cubes en raison du fait que la hauteur admise des vagues est si modérée qu'il serait en fait plus dispendieux d'utiliser des formes plus avancées, telles que des tétrapodes ou des akmonds.

A son extrémité sud, la jetée nord se termine par un bras ayant une longueur et une orientation semblables à celles de la jetée nord de la nouvelle entrée du fleuve. Le but de ce bras est de créer un réservoir pour le transport littoral; sa longueur et son alignement ont donc été choisis en conformité avec les critères utilisées pour la jetée à l'entrée du fleuve.

Egalement pour le port côtier, ce bras de la jetée devra être régulièrement prolongé au fur et à mesure du remplissage du réservoir.

Après quelques années, le sable se déposera de façon à créer une nouvelle ligne côtière au large de la jetée parallèle au rivage.

#### 7.4 Quais et installations terrestres

Le profil du sol de la Langue de Barbarie est très favorable à la construction de quais puisqu'il est constitué d'un lit de sable d'environ deux mètres de matériaux argileux bien consolidés reposant sur une formation sableuse. Dans ces conditions, les problèmes de stabilité et affaissement sont insignifiants pour des constructions portuaires normales. Ainsi, de simples murs de palplanches ancrés sont prévus pour la construction des quais et ce type de charpente sert de base à l'estimation des coûts. Dans le présent rapport, la disposition des installations terrestres telles que les entrepôts, l'administration, etc., n'a pas été étudiée pour la variante d'un port côtier. Cependant, les terrains

entre les quais océaniques et les quais fluviaux sont amplement suffisants pour accommoder ces installations; les coûts de celles-ci ont été inclus dans les estimations.

L'agencement du port côtier possède le désavantage de ne pas pouvoir être subdivisé en trois zones portuaires séparées pour les pays concernés, chacune avec accès terrestre individuel. Ceci est dû au fait que le transfert des marchandises doit se faire à travers la Langue de Barbarie. Par conséquent, les zones portuaires du Mali et de la Mauritanie doivent être combinées en un seul port franc desservant les deux pays.

#### 7.5 Entretien par dragage

Les coûts annuels d'entretien par dragage et des prolongements de la jetée nord ont été estimés à environ 20% plus élevés que les coûts correspondants pour la nouvelle entrée fluviale du port dans l'estuaire.

7.6 Estimation du coût du port côtier (Suite)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coût (\$ 000,000)	
					Sous Total	Total
4.	Pavage y compris le drainage et l'éclairage					
4.1	Routes, stationne- ment, etc.	m <sup>2</sup>	90,000	10	0.90	
4.2	Routes d'accès	m	6,000	75	0.45	
					<u>1.35</u>	1.35
5.	Installations d'entreposage					
5.1	Entrepôts	m <sup>2</sup>	26,250	80	2.10	
5.2	Aires d'entre- posage à ciel ouvert	m <sup>2</sup>	27,900	10	0.28	
					<u>2.38</u>	2.38
6.	Bâtisses Administration, police, douanes, ateliers et bien-être	m <sup>2</sup>	4,000	180	0.72	
					<u>0.72</u>	<u>0.72</u>
						3136

7.6 Estimation du coût du port côtier (Suite)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coût (\$ 000,000)	
					Sous Total	Total
7.	Fourniture d'eau et électricité,					0.30
	Coûts totaux de construction:					14.87
	Plus 20% pour frais d'administration et imprévus					2.93
	Total \$ en millions, port de transbordement et jetées					<u>17.80</u>
8.	Port de pêche et poste d'amarrage pour remorqueurs					
8.1	Quai pour débarque- ment de fournitures et pour remorqueurs	m	250	1,650		0.41
8.2	Quai pour répara- tion et amarrage	m	120	1,650		0.20
8.3	Bâtisse pour ventes à l'encan	m <sup>2</sup>	1,000	100		0.10
8.4	Entrepôt frigori- fique					1.50
8.5	Routes et stationne- ment	m <sup>2</sup>	12,000	10		0.12

7.6 Estimation du coût du port côtier (Suite)					7-8		
Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coût (\$ 000,000)		
					Sous Total	Total	
8.6	Autres aires	m <sup>2</sup>	37,000	2	0.08		
					<u>2.41</u>	2.41	
	Plus 20% pour frais d'administration et imprévus						<u>0.49</u>
	Total \$ en millions, port de pêche						<u>2.90</u>
9.	Cale pour chalands, total \$ en millions						<u>1.1</u>

- 1) Coûts de construction par mètre à une profondeur de 4 mètres.
- 2) Coûts de construction par mètre à une profondeur de 6 mètres.

CHAPITRE 8

LE PORT DE PECHE A SAINT-LOUIS

## 8. LE PORT DE PECHE A SAINT-LOUIS

### 8.1 Introduction

Les exigences relatives à la capacité du port de pêche à Saint-Louis ont été traitées dans la section 3.8 et les considérations de base concernant le choix de l'emplacement ont été discutées dans la section 5.5.

En conformité avec les conclusions de ces sections, quatre variantes pour l'établissement des diverses installations du port de pêche ont été préparées: 1'une située dans le port côtier, une autre sur la côté est de la Langue de Barbarie au sud de l'hydrobase, et deux autres en liaison directe avec les deux variantes du port de transbordement situé dans l'estuaire. Ces variantes ont été représentées à l'échelle de 1:10,000 sur les plans No 2 et 3. Une variante, F1, celle qui devra être combinée avec la variante pour le port de transbordement T1, est représentée sur le plan No 6, à l'échelle de 1:2,000.

Toutes ces variantes permettent l'établissement immédiat des installations requises, tel qu'indiqué dans la section 3.8, et à l'exception de la variante relative au port côtier, les possibilités d'extensions futures d'environ trois fois la longueur de quai initial ont été indiquées. Pour toutes ces variantes, des aires suffisantes pour des industries reliées au port de pêche sont disponibles ou peuvent être facilement aménagées.

### 8.2 Agencement du port

Le port de pêche comprendra dans la première étape de son aménagement 300 mètres de longueur de quai, en conformité avec les spécifications préparées par la Direction de Pêche du Sénégal. La distribution de ces quais a été faite selon les besoins de quatre fonctions: débarquement du poisson 100 m, fournitures 80 m, réparations 80 m, postes d'amarrage 40 m.

Dans toutes les variantes, le quai pour le débarquement du poisson et le quai des fournitures ont été disposés sur une même ligne de manière que le quai des fournitures, où aucun bâtiment n'est requis auprès du quai, pourra servir comme réserve pour l'expansion future du quai de débarquement.

Dans les variantes du port dans l'estuaire, les postes de réparation et d'amarrage ont été disposés dans un alignement à angle droit avec les quais de débarquement et de fourniture, de manière à constituer les limites d'un terrain contenant le marché des ventes à l'encan - avec une aire réservée pour développement futur - et les entrepôts frigorifiques.

Dans le cas du port construit sur le côté est de la Langue de Barbarie, cette orientation des postes de réparation et d'amarrage, en raison de leur alignement est-ouest, possède une signification particulière, en ce que les navires amarrés à ce quai ne seront que légèrement exposés aux effets nuisibles des vagues produites par les fortes bourrasques de l'est survenant pendant la saison des pluies.

Pour les variantes sur le côté est de l'estuaire, cet aspect n'a pas d'importance.

Le bâtiment des ventes à l'encan doit être placé tout près du quai pour que chaque déchargement de poissons puisse y être amené directement.

A l'arrière du bâtiment des ventes à l'encan, on a réservé un espace suffisant pour le stationnement des camions et la manoeuvre des chargeurs à fourche et des remorques amenant le poisson du marché jusqu'aux camions.

L'usine à glace est située près de la bâtisse de ventes à l'encan et du quai des fournitures, de façon que la glace puisse être amenée directement à ces installations par convoyeur.

Le développement futur du port de pêche dans les variantes F1 et F3 est envisagé comme un bassin portuaire, dont les dimensions pourront accommoder jusqu'à six navires amarrés côte-à-côte le long des quais. Dans le cas de la variante F3, encore, cet agencement possède la particularité de fournir une protection contre les effets nuisibles des vagues. Quant à la variante F1, elle fut choisie simplement parce qu'elle offre la meilleure utilisation possible de l'espace disponible.

Pour la variante F2, dans laquelle la première étape du port de pêche a été localisée à l'intérieur du port de transbordement, le développement futur est envisagé sous forme d'un quai rectiligne le long du côté est de la partie sud de la région du port de transbordement.

L'atelier de réparation des navires, prévu pour les chalands, peut être facilement adapté pour desservir également les bateaux de pêche. Puisque les exigences de la flotte de pêche envisagée au stade initial sont marginales comparées à celles de la flotte de chalands, aucun atelier séparé pour les bateaux de pêche n'est proposé.

### 8.3 Caractéristiques de Génie Civil

Pour les variantes situées du côté est de l'estuaire, les conditions défavorables du sol nécessitent le remplacement des couches supérieures par un remblayage de sable, afin de réduire les tassements des aires récupérées à des proportions acceptables. Comme dans le cas des quais du port de transbordement, cette mesure conduit à une situation dans laquelle une solution économiquement viable aux problèmes de construction des quais consistera à augmenter le remplacement des couches molles avoisinantes à la ligne du quai. En suivant cette procédure, les problèmes de stabilité et de pression du sol seront réduits à un niveau tel que de simples murs de palplanches ancrés seront économiques. Cette approche implique également que la même structure pourra être utilisée comme base pour les estimations du coût de toutes les variantes.

Les profondeurs d'eau au voisinage des quais ont été déterminées d'après les profondeurs spécifiées par la Direction de Pêche augmentées de 0.6 m pour tenir compte de la marée basse. Le niveau du quai recommandé est la cote 1.60 mètre IGN.

8.4 Coûts de la variante F3

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coût (\$ 000,000)		
					Sous Total	Total	
1.	Quais	m	330	1,650	0.545		
2.	Dragage des bassins	m <sup>3</sup>	88,000	0.60	0.053		
3.	Excavation du sol mou	m <sup>3</sup>	10,000	1.20	0.012		
4.	Remblayage	m <sup>3</sup>	64,800	0.60	0.039		
5.	Pavage des zones de trafic	m <sup>2</sup>	11,900	10.00	0.119		
6.	Stabilisation des surfaces d'autres zones	m <sup>2</sup>	13,000	2.00	0.026		
					0.794	0.794	
7.	Bâtiment des ventes à l'encan	m <sup>2</sup>	1,000	100.00	0.100		
8.	Usine et entrepôt frigorifique				1.500		
					1.600	1.600	
9.	Fourniture d'eau et d'électricité		4,000		0.200	0.200	
Variante F3, Coût total de construction							2.6
Plus approximativement 20% d'administration et imprévus							0.5
						3136	

8.4 Coûts de la variante F3 (Suite)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000)	
					Sous Total	Total
						2.6
						0.5
						<u>3.1</u>

NOTE

Les coûts de construction des variantes du port de pêche F1 et F2 et de la variante faisant partie du port côtier sont mentionnés dans les estimations de coûts présentées pour les variantes du port de transbordement auxquelles ils se rattachent.

CHAPITRE 9

PORT PROVISoire POUR CHALANDS A GANDIOLE

SYSTEME DE TRANSPORT 2

## 9. PORT PROVISOIRE POUR CHALANDS A GANDIOLE, SYSTEME DE TRANSPORT 2

### 9.1 Agencement du port

Une description générale du Système de Transport 2 ainsi que des installations portuaires requises pour desservir les chalands à Gandiole sont données à la section 3.6 et les considérations générales concernant le choix de l'emplacement sont résumées à la section 5.4. L'emplacement proposé ainsi que l'agencement du port sont montrés sur le plan No 5.

L'emplacement proposé pour ce port est situé sur la rive est de l'estuaire à environ 0.5 km au sud de Gandiole; à cet endroit, le chenal principal du fleuve se trouve près de la rive et les coûts de dragage et de remblayage nécessaires à la construction du port s'en trouvent réduits au minimum. La route d'accès à ce port se raccorde à environ 0.7 km à l'est de Gandiole à la route existante qui va vers Saint-Louis et Dakar, laissant ainsi suffisamment d'espace pour l'aménagement urbain futur de Gandiole, pouvant résulter de la construction des installations portuaires.

Un examen visuel de la région indique que les conditions du sol sont convenables pour la construction des installations projetées. L'agencement du port est basé sur l'hypothèse qu'au stade initial d'aménagement de ces installations, une seule section du port, commune aux trois pays - Mali, Sénégal et Mauritanie - sera suffisante. Les installations d'entreposage sont disposées sur une ligne parallèle au quai, un hangar étant au centre et l'entreposage à ciel ouvert à chacune des extrémités du hangar. Les bâtiments administratifs et de bien-être, les ateliers de réparation, les magasins et garages sont situés près de l'entrée du port.

### 9.2 Structures

Un quai continu d'une longueur de 195 mètres et avec une profondeur d'eau de 2 mètres dessert quatre postes d'amarrage pour allèges et un poste pour péniches. Pour fin d'évaluation des coûts de construction, nous avons adopté une structure de quai formée de palplanches d'acier ancrées.

La structure du hangar de transit est identique à celle des hangars de Saint-Louis, sauf qu'à Gandiole les conditions de fondations sont meilleures.

9.3 Coûts

L'estimation des coûts est basée sur l'agencement illustré au plan No 5.

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000)	
					Sous Total	Total
1.	Dragage et emblayage	m <sup>3</sup>	10,000	1	0.01	0.01
2.	Structure du quai	m	210	700	0.15	0.15
3.	Pavage, y compris drainage et éclairage					
3.1	Routes, stationnement, etc.	m <sup>2</sup>	9,000	10	0.09	
3.2	Routes d'accès	m <sup>2</sup>	12,000	12	0.14	
					0.23	0.23
4.	Installations d'entreposage					
4.1	Hangar de transit	m <sup>2</sup>	5,100	80	0.41	
						3136

9.3 Coûts (Suite)

Poste	Sujet	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Coûts (\$ 000,000)	
					Sous Total	Total
4.2	Entreposage à ciel ouvert	m <sup>2</sup>	5,100	10	0.05	0.46
5.	Bâtiments admi- nistratifs, bien-être, garages, maga- sins, ateliers, etc.	m <sup>2</sup>	800	180	0.14	0.14
6.	Divers					
6.1	Protection des talus	m <sup>2</sup>	450	3	0.01	
6.2	Clôture	m	500	15	0.01	
					0.02	0.02
						1.01
	Total des coûts de construction:					1.01
	Plus environ 20% pour administration et imprévus					0.19
	Installations portuaires à Gandiole, total en millions de \$					1.20

CHAPITRE 10

OBSERVATIONS SUR LE PONT

## 10. OBSERVATIONS SUR LE PONT

### 10.1 Introduction

Le pont Faidherbe enjambe le bras principal du fleuve Sénégal à Saint-Louis et raccorde l'île de Saint-Louis et l'île de Sor avec la terre ferme. Ce pont constitue une obstruction à la navigation fluviale et on doit en tenir compte dans toute étude pour l'amélioration du transport des marchandises sur le fleuve. Ce chapitre du rapport donne une évaluation de l'état du pont existant et une discussion de variantes possibles pour sa réfection. Des variantes sont suggérées et des coûts estimatifs sont donnés.

La solution éventuelle au problème du pont ne pourra être établie qu'à la suite de la formulation des critères suivants qui sortent des limites de ce rapport:

1. Les résultats d'enquêtes détaillées, telles que recommandées dans ce chapitre relativement à l'état structural du pont actuel.
2. Hypothèses relatives au développement futur du trafic de véhicules, lequel découlera de décisions à venir relativement à l'aménagement des installations portuaires pour la pêche, et la manutention de marchandises, le tourisme et autres exigences relatives à la planification urbaine.

### 10.2 Pont Faidherbe

#### 10.2.1 Le pont actuel

Ce pont a été inauguré le 19 octobre 1897. La superstructure du pont a été entièrement renouvelée en 1930-32.

Le pont a une longueur totale de 506 mètres, et comprend sept travées, dont une de 43 m et 5 de 78 m (de l'ouest vers l'est). La travée de 73 m est tournante, laissant deux passages libres de 30 m chacun. Le pont est montré au plan n° 9.

Le travail sur place, exécuté dans le cadre de cette étude en 1971, comprenait l'examen visuel détaillé, y compris la photographie, l'étude détaillée d'une manoeuvre d'ouverture et finalement un recensement du trafic au cours d'une période de 24 heures. Les conclusions de ces études sont les suivantes:

1. La superstructure est dans un état de détérioration tel que nous entretenons de sérieux doutes quant aux conditions de sécurité lorsqu'utilisée dans les limites originalement prévues.

2. Les procédures normales d'entretien n'existent pas. La superstructure est fortement corrodée.
3. Le contreventement dans le plan de la membrure supérieure est corrodé à tel point qu'il ne remplit plus sa fonction et doit être remplacé le plus tôt possible.
4. Les membrures inférieures et des pièces d'âme des fermes dans le voisinage des membrures inférieures sont aussi très corrodées et devront être réparées au plus tôt. Les travées les plus à l'est sont particulièrement affectées par la corrosion.
5. Les paliers à rouleaux sont corrodés à un point tel qu'ils ne peuvent plus fonctionner comme prévu. Cette condition pourrait donner lieu à des contraintes trop élevées dans certains éléments critiques de la structure.
6. L'état de l'infrastructure au-dessus de la ligne d'eau, évalué par inspection visuelle, paraît satisfaisant.

Avant de formuler une opinion finale quant aux mesures correctives et aux coûts qui en résulteront, des vérifications plus poussées sur les lieux seront requises. Un tel examen qui sort du cadre du présent contrat, pourra démontrer qu'il n'est pas rentable de réparer la superstructure actuelle, mais plutôt qu'elle doit être remplacée.

Egalement, notre impression actuelle concernant le bon état de l'infrastructure est sujette à confirmation par une vérification plus minutieuse sur les lieux.

Compte tenu de ce qui précède, nous recommandons que l'actuelle superstructure soit condamnée et que des mesures immédiates soient prises pour effectuer une enquête plus poussée sur les lieux afin d'établir les charges permises pendant la période intérimaire, et un programme de reconstruction par phases. Des variantes possibles sont discutées à la section 10.3 de ce rapport.

#### 10.2.2 L'opération de la travée tournante

La travée tournante est manoeuvrée manuellement et le temps d'ouverture est de 20 à 30 minutes. Un système fonctionnant à l'électricité fut installé, mais apparemment n'a été utilisé qu'une seule fois. La raison du mauvais fonctionnement est inconnue.

Diverses améliorations ou modifications de la superstructure actuelle devraient être considérées:

1. Changement du profil longitudinal pour obtenir une augmentation du dégagement vertical requis pour la navigation (de 5 à 6 mètres) sous les travées centrales.
2. Changement de la coupe-type pour inclure trois voies de trafic au lieu des deux actuelles. Le recensement du trafic et les enquêtes faites sur place par notre équipe indiquent que le volume actuel du trafic équivaut à peu près à 75% de la capacité du pont actuel.
3. Les deux travées à l'est peuvent être remplacées par une jetée, la profondeur d'eau dans le fleuve sous ces travées étant au maximum de 1 mètre seulement.
4. Dans le cas de la construction d'un nouveau pont à l'extrémité sud de l'île Saint-Louis, il est admis, tel que discuté dans le paragraphe 10.3.3, qu'un pont pour piétons devra être construit à l'emplacement du pont actuel.

Les coûts des mesures correctives relatives aux variantes destinées à améliorer la superstructure du pont actuel sont évalués comme suit:

	\$ US	
	Minimum	Maximum
A. Nouvelle superstructure en acier avec profil longitudinal et largeur identique au pont actuel	1,600,000.	2,000,000.
B. Tel que dans l'alinéa (1) ci-dessus, sauf que les deux travées à l'est seraient remplacées par une chaussée	1,300,000.	1,600,000.
C. Comme dans l'alinéa (2) ci-dessus, sauf que les changements recommandés dans le profil longitudinal sont effectués et la largeur totale est augmentée à 16.5 m:	2,500,000.	3,000,000.
D. Pont pour piétons, à profil longitudinal révisé, tel que discuté, et comprenant une chaussée à son extrémité est. Le coût en supplément à celui du nouveau pont-route serait:	800,000.	1,100,000.

Les variantes A, B & C ont un inconvénient; pendant la période de construction, la circulation en travers du fleuve devra emprunter des bacs et des pirogues ou un pont de bateaux temporaire. Les déboursés correspondants ne sont pas inclus dans les montants ci-dessus. Une bonne planification des travaux réduira la période d'interruption de circulation sur le pont à environ 6 ou 8 mois.

### 10.3.3 Nouveau pont à l'extrémité sud de l'île Saint-Louis

Un projet de pont a été étudié à cet emplacement et est identifié comme emplacement "A". Deux autres emplacements ont été examinés et sont identifiés comme emplacements "B" et "C". Il s'agit d'emplacements au voisinage du pont Faidherbe actuel. Ces variantes sont discutées au paragraphe 10.3.4. Les trois emplacements sont montrés sur le plan n° 9.

L'emplacement "A" relie l'extrémité sud de l'île Saint-Louis avec la soi-disant nouvelle route allant de Saint-Louis à Dakar, au sud du lycée Charles de Gaulle. Du côté de Saint-Louis, elle peut être reliée aux quais, tant du côté ouest que du côté est de l'île. Ultérieurement, elle pourra être prolongée à travers le chenal secondaire ouest jusqu'à la Langue de Barbarie au sud du village de pêcheurs à Guet N'Dar.

Cet emplacement est avantageux en ce qu'il soulage le centre de Saint-Louis du trafic en transit et raccorde entre elles des zones d'aménagements futurs (port de pêche, installations touristiques) sur la Langue de Barbarie et la terre ferme.

L'emplacement "A" se raccorde assez bien aux rues larges de la zone des quais sur l'île de Saint-Louis. Cependant, le trafic des piétons s'en trouve désavantagé en raison de l'excentricité de cet emplacement par rapport à l'île de Saint-Louis. Par conséquent, pour les fins du présent rapport, il a été admis que le trafic de piétons exigera une liaison par pont à proximité du pont actuel.

Le nouveau pont-route devra être érigé avec un dégagement vertical de 5 à 6 m, permettant ainsi le trafic libre des chalands, sans ouvrir la travée à bascule. Celle-ci tiendra compte des navires plus importants. Une ouverture libre de 20 m entre les piliers de la travée à bascule est jugée suffisante.

Le pont devra comprendre trois voies de circulation d'une largeur totale de 9.5 m, et deux trottoirs de 3 à 3.5 m chacun. Une portion de ces trottoirs pourra servir de piste pour cyclistes.

Le plan n<sup>o</sup> 9 illustre une variante préliminaire d'un pont sur l'emplacement "A". Une conception plus détaillée sort du cadre de la présente étude. Une estimation approximative indique un coût total pour cette variante de l'ordre de \$4,000,000 à \$4,500,000 US. Ce montant comprend le coût de chaussées sur chaque côté du fleuve. Si le pont est prolongé jusqu'à la Langue de Barbarie, les coûts totaux varieront de \$4,500,000 à \$5,000,000 US.

#### 10.3.4. Nouveau pont près du pont Faidherbe

Les deux variantes d'emplacement au voisinage du pont Faidherbe, soit les emplacements "B" et "C", sont à retenir pour le cas où l'infrastructure du pont actuel serait condamnée. Ces deux variantes remplacent le pont actuel et ont l'inconvénient d'amener le trafic au centre de Saint-Louis.

L'emplacement "B" exigera quelques travaux de démolition de bâtiments existants, mais il est préférable à l'emplacement "C", en ce qu'il nuira moins au trafic en direction nord-sud. Les exigences recommandées pour l'emplacement "A", tel que discuté au paragraphe 10.3.3, s'appliquent également aux emplacements "B" et "C".

Il est admis que les coûts de construction d'un nouveau pont aux emplacements "B" et "C" sont identiques à ceux de l'emplacement "A" et varieraient entre \$4,000,000 et \$5,000,000 US.

#### 10.3.5. Sommaire et conclusions

##### 10.3.5.1 Accroissement de la circulation

Si l'on peut s'attendre à ce que le volume du trafic entre l'île de Saint-Louis et la terre ferme augmente considérablement au cours des années à venir à cause de nouvelles activités sur la Langue de Barbarie découlant du port de pêche, du port côtier ou du tourisme, la construction d'un nouveau pont à l'emplacement "A" est recommandée.

Si les enquêtes détaillées révèlent que l'infrastructure du pont actuel est en bon état, elle pourrait alors être utilisée comme fondation pour un nouveau pont pour piétons.

Les coûts totaux d'un nouveau pont-route à l'emplacement "A", et d'une nouvelle superstructure de pont pour piétons, située au pont Faidherbe actuel, varient entre \$5,500,000 et \$6,000,000 US.

Si l'infrastructure du pont actuel est condamnée, les coûts totaux du nouveau pont-route à l'emplacement "A" et d'un nouveau pont pour piétons sont de l'ordre de \$6,500,000 à \$7,000,000 US.

#### 10.3.5.2 Volume de trafic inchangé

Si l'on ne peut anticiper une augmentation substantielle du volume de trafic entre l'île Saint-Louis et la terre ferme, le pont devra être situé près du pont actuel.

Si les piliers du pont actuel sont en bon état, ils devraient être utilisés comme infrastructure pour une nouvelle superstructure. Tel qu'indiqué au chapitre 10.3.2, plusieurs améliorations ou modifications doivent être envisagées. Le coût total des réparations, selon la variante adoptée, variera entre \$1,300,000 et \$3,000,000 US. Si l'infrastructure du pont actuel est condamnée, on devra construire à l'emplacement "B" ou "C" (voir le plan n° 9). L'estimation des coûts totaux est de l'ordre de \$4,000,000 à \$4,500,000 US.

10.3.5.3 Ainsi, pour résumer, les coûts des travaux de réfection du pont pourront varier entre \$1,300,000 et \$7,000,000 US; une estimation plus exacte dépendra des mesures correctives approuvées à la suite de l'établissement de critères plus précis; ce travail, cependant, dépasse le cadre de ce rapport.

CHAPITRE 11

AMENAGEMENT PORTUAIRE, A AMBIDEDI ET A KAYES

## 11. AMENAGEMENT PORTUAIRE, A AMBIDEDI ET A KAYES

### 11.1 Description des lieux, Ambidedi

#### 11.1.1 Généralités

Ambidedi est un petit village au Mali. Il se situe sur la rive sud du fleuve Sénégal, 43 km à l'ouest de Kayes, sur le chemin de fer de Dakar à Bamako. Son territoire s'étend sur une surface ayant une largeur de 10 à 40 mètres et une longueur d'environ 2 km. Il a une population de quelques centaines de personnes.

#### 11.1.2 Climat

Le climat est chaud et plutôt sec avec une saison pluvieuse. La température quotidienne maximale varie en moyenne de 35°C au mois d'août à 46°C en avril et mai. La température minimale moyenne quotidienne varie de 12°C en janvier à 22°C en mai.

La précipitation moyenne annuelle est d'environ 800 mm et se produit pendant la période allant de juin à octobre, avec son maximum au mois d'août.

La végétation est typique des savannes.

#### 11.1.3 Topographie

Les principales caractéristiques topographiques de l'endroit sont montrées au plan No 11, qui fut produit en se basant sur une carte, à l'échelle de 1 à 2,000, montrant les résultats de l'arpentage réalisé par la mission des Nations Unies en 1969-70, avec en plus quelques observations faites au cours de la présente étude. Le travail topographique à Ambidedi est en dehors de la portée du présent contrat.

Les présentes études indiquent que les exigences pour un port à Ambidedi ou Kayes, dans le cadre du système de transport 3, sont très considérables et probablement plus grandes que prévues. De toute façon, l'arpentage réalisé au cours de la présente étude n'a pas couvert une surface suffisante pour inclure les emplacements possibles de ports. Par conséquent, il fut nécessaire d'extrapoler les renseignements fournis par les études sur le terrain, lesquelles portent sur une longueur de 1.8 km, s'étendant de quelque 1,350 m à l'aval de la gare à quelque 450 m à l'amont de ce point.

Pour les fins du présent rapport, cette approche paraît acceptable puisque les observations visuelles ont confirmé que la topographie de la région est passablement uniforme. Cependant des recherches additionnelles sur les lieux sont nécessaires avant d'entreprendre une conception finale.

#### 11.1.4 Niveaux d'eau dans le fleuve

L'hydrologie du fleuve Sénégal fut étudiée en détail par les Nations Unies dans le cadre de l'Etude des Ports et de la Navigabilité du Fleuve Sénégal, et un rapport complet sur les résultats des études hydrologiques fut préparé par Dr. V.V. Ivanov, expert en hydrologie pour ce projet. Ce rapport, en date de juillet 1969, fut reçu de la part des Nations Unies et constitue la base des conclusions sur les aspects hydrauliques et hydrologiques des plans d'aménagements portuaires pour Ambidedi et Kayes soumis dans le présent rapport.

Les données hydrologiques nécessaires pour la préparation de variantes portant sur des installations portuaires sont les suivantes:

- 1) Le niveau d'eau minimal à l'emplacement du port pendant la période de navigation.
- 2) Les niveaux d'eau maximaux pendant la période de navigation
- 3) Durée de la période de navigation

Ce dernier point est de peu d'importance pour les installations du port, mais il est naturellement très important en ce qui concerne la décision, à savoir, si le terminus fluvial doit être situé à Kayes ou à Ambidedi.

Les chalands envisagés pour le transport entre Saint-Louis et Ambidedi ou Kayes ont sous chargement un tirant d'eau de 1.2 mètre, ce qui exige une profondeur d'eau minimale de 1.5 mètre dans un chenal de navigation de quelque 30 mètres de largeur.

Le tronçon critique pour la navigation jusqu'à Ambidedi semble être le seuil de Kabou, 40 km à l'aval de Ambidedi. Ce seuil a une longueur de quelque 8 km et est constitué de sable. Il est instable, en ce que le niveau du lit varie avec le débit du fleuve.

En se basant sur l'annexe 1 du rapport hydrologique, le débit nécessaire à Bakel pour obtenir la profondeur d'eau requise aux fins de navigation au seuil de Kabou est de 350 m<sup>3</sup> par sec., ce qui produit un niveau d'eau de 19.40 m IGN à Ambidedi. Puisque le zéro hydrographique à Ambidedi est à 17.67 m IGN, le niveau d'eau minimal qui permettra la navigation est de 1.73 mètre dans le système hydrographique local. Des observations régulières des niveaux d'eau ont été faites à Ambidedi depuis 1961 à 1968 et les résultats ont été présentés dans le rapport hydrologique. Une présentation graphique des statistiques des niveaux d'eau dans le système hydrographique local est présentée dans la figure 11-1.

Il est évident que les variations du niveau d'eau sont importantes. Dans ces conditions, il est recommandé de déterminer le niveau du tablier du quai en se basant sur le critère qu'il sera inondé en moyenne une journée par année. L'inconvénient qui en résulte serait acceptable, compte tenu de l'avantage d'avoir des dénivellations moindres entre le quai et les navires aux basses eaux.

Ce critère conduit à un niveau de quai à Ambidedi de 28.5 IGN, correspondant à 10.38 mètres dans le système hydrographique local. De cette façon, l'écart vertical maximal entre le quai et le niveau d'eau pendant la saison de navigation devient 8.65 mètres.

La durée moyenne de la saison de navigation est 39% de l'année, soit 142 jours. Une analyse statistique révèle que pour une année sur vingt, la saison de navigation sera inférieure à 110 jours, et que pour une année sur 20 elle dépassera 175 jours.

#### 11.1.5 Sols

Les recherches portant sur les sols ont été réalisées par la Société Nationale de Recherches et d'Exploitation Minière (SONAREM, Kati). Cette étude fut commissionnée par la mission des Nations Unies à Saint-Louis.

Un total de 11 forages fut réalisé. Ces forages se distribuaient sur 3 lignes perpendiculaires au fleuve, situés à quelque 30, 430 et 1,330 mètres à l'aval de la gare, respectivement.

Les variations dans les caractéristiques du sol entre les différentes sections sont très faibles. Le rocher est à la cote approximative de +15 à +17 mètres IGN. Il n'y a pratiquement pas de dépôts sédimentaires dans le fleuve à cet emplacement.

Les forages montrent le mort-terrain sur la terre avoisinante comme étant constitué de couches alternantes d'argile sableuse et de sable argileux d'une qualité qui ne semble pas devoir causer de problèmes de fondation. Les pentes plutôt abruptes des rives indiquent que la résistance du terrain n'est pas sérieusement affectée du fait d'être submergé durant les crues annuelles.

Puisque l'état du sol dans les trois lignes est passablement uniforme, il a été admis que le sol à l'emplacement proposé du port, situé à l'aval du village, sera semblable à celui obtenu dans les forages. Des explorations additionnelles portant sur les sols sont nécessaires pour confirmer ces hypothèses.

### 11.1.6 Communications

Un service de trains quotidien lie Kayes à Bamako. L'express Dakar-Bamako fait la liaison dans les deux directions deux fois par semaine et s'arrête à Ambidedi. Les distances de Ambidedi sont: vers Kayes, 43 km; vers Bamako, 536 km; vers Kidira, gare frontière du Sénégal, 51 km; et vers Dakar, 694 km.

L'express fait le voyage de Ambidedi à Bamako en 11 heures.

Les installations portuaires actuelles à Ambidedi sont très modestes et demandent de l'entretien. Elles sont adjacentes à la gare de chemin de fer et constituées de deux quais non pavés ayant des longueurs de 8 à 10 mètres respectivement. Il n'y a pas d'équipement de manutention ou d'installations d'entreposage de marchandises.

Ambidedi est lié à Kidira et Kayes par des routes en gravier, qui sont praticables pour les voitures de passagers ordinaires quelque 4 mois de l'année; pour les véhicules plus robustes, elles sont praticables quelque 6 mois par année.

L'aéroport le plus proche est à Kayes.

- Il n'y a pas d'électricité à Ambidedi. La liaison téléphonique avec Kayes est présentement en voie d'installation.

### 11.1.7 Matériaux de construction, main-d'oeuvre et outillage

La situation relativement à ces facteurs est décrite pour Kayes, dans le paragraphe 11.2.7.

## 11.2 Description des lieux, Kayes

### 11.2.1 Généralités

Kayes, avec Mopti et Ségou, est une des trois grandes villes du Mali, outre la ville de Bamako. C'est la ville principale de la région la plus à l'ouest des six régions administratives du Mali. C'est le siège du gouverneur de la région de Kayes. Kayes est située sur la rive sud du fleuve Sénégal, 925 km à l'amont de Saint-Louis. Sa population est de quelque 32,000 habitants.

### 11.2.2 Climat

Le climat est semblable à celui de Ambidedi, décrit dans le paragraphe 11.1.2.

### 11.2.3 Topographie

Les caractéristiques principales de la topographie de la région sont montrées au plan No 10, qui a été produit en se basant sur:

- 1) une carte à l'échelle de 1:2,000 relevée par la mission des Nations Unies en 1969-70
- 2) une carte à l'échelle de 1:5,000 reçue du Service des Travaux Publics à Kayes.
- 3) des observations visuelles faites au cours de cette étude

Le travail topographique à Kayes sort du cadre de la présente étude.

Tel qu'indiqué au paragraphe 11.1.3, les exigences locales pour le port à Ambidedi ou à Kayes se sont avérées très importantes. Par conséquent, il a été nécessaire d'extrapoler les cartes ci-dessus, qui couvrent quelque 2.1 km de la rive et 1.3 km du lit du fleuve à l'aval de la barque traversière près du centre de la ville.

Pour les fins du présent rapport, la carte ainsi produite peut être utilisée. Cependant, pour des études futures préalables à la conception finale, des explorations locales additionnelles seront nécessaires.

### 11.2.4 Niveaux d'eau dans le fleuve

La navigation vers Kayes est contrôlée par le seuil de Diakandape 20 km à l'aval de Kayes. Ce seuil a une longueur de 5 km. Il est constitué de rocher sableux et peut être considéré stable.

La profondeur d'eau requise aux fins de navigation est atteinte à Diakandape lorsque le débit à Bakel dépasse  $650 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Puisqu'il n'y a pas de courbe des débits en fonction des niveaux d'eau pour Kayes, la profondeur d'eau correspondante à Kayes a été déduite en fonction de la pente de la surface de l'eau entre Kayes et le seuil de Ortogotel, 14 km à l'aval de Kayes, pour un débit de référence de  $150 \text{ m}^3/\text{sec}$ ., et le niveau d'eau à Ortogotel pour un débit de  $650 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Il en résulte que le niveau d'eau minimal à Kayes, exigé pour la navigation des chalands est de 23.30 m IGN, correspondant à un niveau de 3.03 m dans le réseau hydrographique local, dont le zéro est à 20.27 m IGN.

L'observation des niveaux d'eau a été effectuée à Kayes depuis 1953. Un graphique des statistiques des niveaux d'eau tel que présenté dans le rapport hydrologique pour la période 1953 jusqu'à 1968 est donné dans la figure 11.2.

On peut voir, d'après ce graphique, que le critère recommandé dans le paragraphe 11.1.4 pour le choix du niveau du tablier du quai, basé sur une inondation moyenne de un jour par année conduit à une élévation de tablier de 11.0 mètres dans le système local, ou approximativement 31.30 mètres dans le système IGN.

La durée moyenne de la saison de navigation vers Kayes est 32% de l'année, soit 117 jours. Une analyse statistique révèle que pour une année sur 20, la durée sera inférieure à 95 jours ou dépassera 140 jours, soit de 25 à 35 jours plus courte que la saison de navigation à Ambidedi.

#### 11.2.5 Sols

Des recherches portant sur les sols ont été faites par la Société Nationale de Recherches et d'Exploitation Minière (SONAREM), Kati. Cette étude fut commissionnée par la mission des Nations Unies à Saint-Louis.

Un total de 8 forages fut exécuté. Ces forages se distribuaient sur 2 lignes perpendiculairement au fleuve, et à des distances de 600 et 800 mètres respectivement à l'aval de la traverse à bac près du centre de la ville. Les deux lignes de forages montrent approximativement les mêmes types de sols. Le rocher a été trouvé à 1 m à 2 m sous le lit de la rivière. Sur le rivage, le mort-terrain est constitué d'à peu près 12 m de couches alternantes de sable, sable argileux, et d'argile sableuse, lesquelles ne causeront probablement pas de difficultés en ce qui a trait aux fondations des structures concernées.

Il a été admis que l'état du sol aux emplacements proposés pour le port à l'ouest des emplacements des forages est semblable à celui trouvé dans les forages mêmes. Cependant des explorations additionnelles seront nécessaires pour confirmer ces hypothèses.

#### 11.2.6 Réseau de transport actuel et planification urbaine

Kayes est une station importante sur le chemin de fer reliant Dakar à Bamako, et a des liaisons de chemin de fer quotidiennes avec Bamako. L'express Dakar-Bamako fait le trajet deux fois par semaine dans chaque direction. Les distances de Kayes sont: vers Bamako, 493 km; vers Kidira, la gare frontrière du Sénégal, 94 km; et vers Dakar, 737 km. L'express fait le trajet entre Kayes et Bamako en 9-1/2 heures à peu près.

Une voie ferrée conduit de la gare de chemin de fer jusqu'au centre de la ville et à l'ancienne gare. De cet endroit, la voie longe le fleuve vers l'aval, vers deux entrepôts existants, et vers les installations portuaires actuelles, d'où elle se prolonge encore quelque 1.5 km le long du fleuve.

Les deux entrepôts couvrent une surface totale d'à peu près 1,600 m<sup>2</sup>. Les installations portuaires comprennent une rampe en béton commençant à l'entrepôt ouest mais s'arrêtant à un niveau tel qu'elle ne peut être utilisée qu'à niveaux supérieurs à quelque 6 mètres au-dessus du niveau correspondant à la saison sèche. Il n'y a pas d'équipement pour la manutention des marchandises.

Kayes est lié à Bamako par une route de gravier, qui est praticable pour des véhicules robustes pendant à peu près six mois par année, mais ne peut être utilisée par des voitures à passagers ordinaires et des camionnettes. Pendant la saison sèche, des véhicules peuvent passer à gué quelque 400 mètres à l'amont du bac. Pendant la saison pluvieuse un bac est en service. Les routes du côté nord du fleuve sont également des routes en gravier impraticables pendant une partie de l'année.

Il y a une liaison aérienne entre Kayes et Bamako trois fois par semaine.

Les emplacements portuaires proposés ainsi que les installations de chemin de fer additionnelles s'y rapportant ont été discutés avec le Service des Travaux Publics à Kayes, et furent jugés compatibles avec les plans futurs de développement de la ville. Voir le plan No 12.

#### 11.2.7 Matériaux de construction, main-d'oeuvre et outillage

Tous les matériaux de construction pour les travaux en question sont disponibles à Kayes et à Bamako.

La main-d'oeuvre pour des travaux de bétonnage est en quelque mesure disponible aussi à Kayes. La main-d'oeuvre spécialisée devra être fournie de Bamako. Plusieurs entrepreneurs capables d'exécuter des travaux de ce genre sont disponibles à Bamako.

### 11.3 Aménagements portuaires

#### 11.3.1 Introduction

Les exigences relatives aux postes d'amarrage et aux aires d'entreposage pour le terminus portuaire, à situer soit à Ambidedi ou à Kayes dans le cas du système de transport No 3, ont été discutées dans le chapitre 3. Les composantes principales nécessaires sont les suivantes:

4 postes d'amarrage pour chalands

15,000 m<sup>2</sup> de surface d'entrepôts

12,000 m<sup>2</sup> de surface d'entreposage à ciel ouvert

En contraste avec le port à Saint-Louis, l'accès par chemin de fer au port est d'une importance prédominante à Kayes et Ambidedi puisque toutes les marchandises doivent être transportées vers ou depuis le port par voie de terre, et la plupart probablement par chemin de fer. Le système routier est insuffisamment développé pour la manutention des quantités de marchandise en question.

Les conditions locales aux deux emplacements considérés sont essentiellement semblables. Les rives du fleuve dans les deux cas sont constituées de pentes abruptes avec un sol favorable, le terrain avoisinant est plat, et la route et le chemin de fer longent le fleuve au voisinage de la rive.

Les grandes variations du niveau d'eau constituent la caractéristique prédominante des emplacements à l'étude. Pendant la saison de navigation, le niveau d'eau varie de 8.7 mètres à Ambidedi et de 8.0 mètres à Kayes, considérant comme niveau maximal le niveau qui est excédé en moyenne une journée par an.

Aux installations portuaires actuelles au long du fleuve, les problèmes causés par les fluctuations ont été résolus soit par la construction de deux quais - l'un pour les basses eaux et l'autre pour les hautes eaux - ou par la construction de quais munis d'un tablier en pente, le point d'amarrage se déplaçant le long du quai suivant le niveau d'eau.

Dans ce cas particulier, lorsque quatre postes d'amarrage sont requis, représentant un total de quelque 200 mètres de quai, aucune de ces solutions permet une exploitation efficace, pratique ou économique. D'un autre côté, même si les fluctuations sont grandes, on peut en surmonter l'inconvénient au moyen d'équipement moderne, tel que des grues mobiles. On peut ainsi conclure que les quais doivent être construits avec un tablier à une cote constante, depuis laquelle le matériel de manutention des marchandises peut fonctionner d'une manière efficace, plutôt que d'avoir recours à des surfaces inclinées ou à un poste d'amarrage variable. Un quai flottant fut aussi considéré dans ces études mais n'a pas paru aussi intéressant que la plateforme fixe.

Un aménagement par phases de ces installations, basé sur la réalisation du Système de Transport 1 ou 2, devrait alors se traduire d'abord par la construction d'un ou plusieurs postes d'amarrage et entrepôts, complétée ultérieurement des agrandissements requis pour répondre aux exigences du Système de Transport 3.

### 11.3.2 Agencement des quais et des entrepôts

Pour l'agencement des quais et des entrepôts, deux variantes de base furent préparées, telles que montrées dans les plans No 12 et 13. Chacune de ces variantes peut être appliquée soit à Kayes ou soit à Ambidedi, bien que pas nécessairement aux mêmes emplacements.

Dans la variante montrée dans le plan No 12, les postes d'amarrage ont été agencés deux à deux, séparés par une étendue de rivage non aménagée, bien que protégée. Un entrepôt est prévu à l'arrière de chaque quai à double poste d'amarrage; les aires entre ces entrepôts et à l'extrémité opposée sont réservées pour entreposage à ciel ouvert. Des voies de chemin de fer ont été prévues directement sur les quais et en arrière des entrepôts.

Dans l'autre variante montrée sur le plan No 13, les postes d'amarrage sont agencés en seul groupe, ce qui rend nécessaire la construction d'entrepôts de profondeur plus grande et de prévoir un espace d'entreposage à ciel ouvert en arrière des entrepôts et au delà des extrémités du quai. Cet agencement est quelque peu plus économique, mais d'un autre côté, les avantages d'exploitation de la première variante, tant du point de vue du transport sur le quai que de la manoeuvre des wagons de chemin de fer sur les voies plus longues, sont considérables.

### 11.3.3 Structures

Les fluctuations importantes du niveau d'eau rendraient l'utilisation de structures remblayées non économiques, à cause des fortes pressions de terre qui seraient engendrées aux eaux basses.

Pour cette raison, une structure ajourée, constituée d'un tablier de béton armé appuyé sur des pieux de béton armé précoulés, a été admise pour fins d'estimation pour ce rapport. Le quai devrait être muni d'un pare-chocs de bois. La stabilité latérale peut être réalisée au moyen d'un mur de courte longueur enfoncé dans le remblai à l'extrémité de la superstructure. Une coupe-type de la structure proposée pour le quai est montrée au plan No 14.

Les entrepôts de transit peuvent être construits en se basant sur des normes semblables à celles décrites pour les entrepôts à Saint-Louis, sauf qu'à Kayes et Ambidedi, l'état du sol est tel qu'on ne s'attend pas à des affaissements importants.

### 11.3.4 Installation de chemin de fer

L'implantation des installations de chemin de fer, montrée schématiquement sur le plan No 12, est basée sur l'hypothèse que le mouvement des marchandises depuis et vers le port se fera presque entièrement par chemin de fer.

Il a été admis que deux trains, chacun ayant une longueur de 400 mètres arriveront au port chaque jour. La cour de triage devra donc contenir deux voies pour l'arrivée des trains et deux voies de départ, chacune ayant au moins 400 mètres de longueur. De plus, une voie de 400 mètres pour des wagons ouverts et une autre semblable pour des wagons fermés sont recommandées. Deux voies de 300 mètres de longueur sont aussi nécessaires pour stationner divers types de wagons. Une voie pour le stationnement de locomotives doit aussi être prévue.

La longueur totale de voies dans la cour de triage en se basant sur ces recommandations s'élève à quelque 5,000 mètres.

Un rayon minimum de courbure de voie de 190 mètres a été admis dans la zone du port et 300 mètres ailleurs.

#### 11.3.5 Choix de l'emplacement, Ambidedi

L'ampleur des installations portuaires requises excluent la possibilité de localiser ces mêmes installations dans le tronçon du fleuve voisin du village d'Ambidedi. Le port doit être situé soit à l'amont soit à l'aval du village. Ces régions n'ont pas fait l'objet d'explorations sur les lieux, mais il est admis, après inspection visuelle, que les conditions qui prévalent sur les lieux sont semblables à celles de la région du village.

A l'amont du village, le chemin de fer longe de très près la rive, de sorte que, si le port était localisé dans cette région, il nécessiterait une relocalisation de la voie ferrée actuelle vers l'intérieur pour accommoder les installations portuaires. Directement à l'aval du village, cependant, la voie ferrée s'éloigne de la rive, de même que la route. Ceci permet une implantation des installations portuaires dans cette région sans modifier l'emplacement de la voie ferrée et de la route. Le plan No 11 montre comment les installations portuaires et la cour de triage peuvent être disposées à cet endroit.

#### 11.3.6 Choix de l'emplacement, Kayes

A Kayes, la possibilité de localiser le port dans la région des installations portuaires actuelles a été étudiée. L'autre possibilité évidente serait de localiser le port un peu plus à l'aval, où il ne nuirait pas aux routes et bâtiments existants. L'agencement des deux zones est montré au plan No 10. Le port actuel et les aires adjacentes ont été examinés sur place aux cours de cette étude.

Au premier emplacement, on ne peut envisager comme variante qu'un port long et étroit, pour ne pas trop nuire aux installations existantes. Ce n'est pas un désavantage sérieux, car d'après les données disponibles, cet agencement est considéré comme la meilleure solution.

Les installations portuaires actuelles sont trop petites pour être incorporées avec avantage au nouveau concept de port. Seuls les entrepôts existants peuvent être utilisés durant une période initiale avec un petit volume de trafic. Le bâtiment actuel de l'administration du port peut être aussi utilisé pour le nouveau port.

Cet emplacement possède le désavantage d'être voisin d'un seuil qui s'étend dans le fleuve. Ce seuil doit être enlevé par dragage. Cependant, il faut insister sur le fait que des conditions semblables ou pires peuvent très bien se présenter à l'autre emplacement, où aucun sondage n'a été exécuté.

L'emplacement alternatif plus à l'aval ne demande aucune démolition de structures existantes ni de changements de routes et de voies ferrées. Si des recherches plus poussées sur les lieux démontreraient que l'emplacement convient aux installations concernées, nous sommes d'avis que les avantages liés à la localisation du nouveau port en rapport direct avec les installations portuaires existantes sont marginaux et ne seraient pas suffisamment importants pour justifier de retenir l'emplacement amont plutôt que celui à l'aval, situé dans son entier sur du terrain non aménagé.







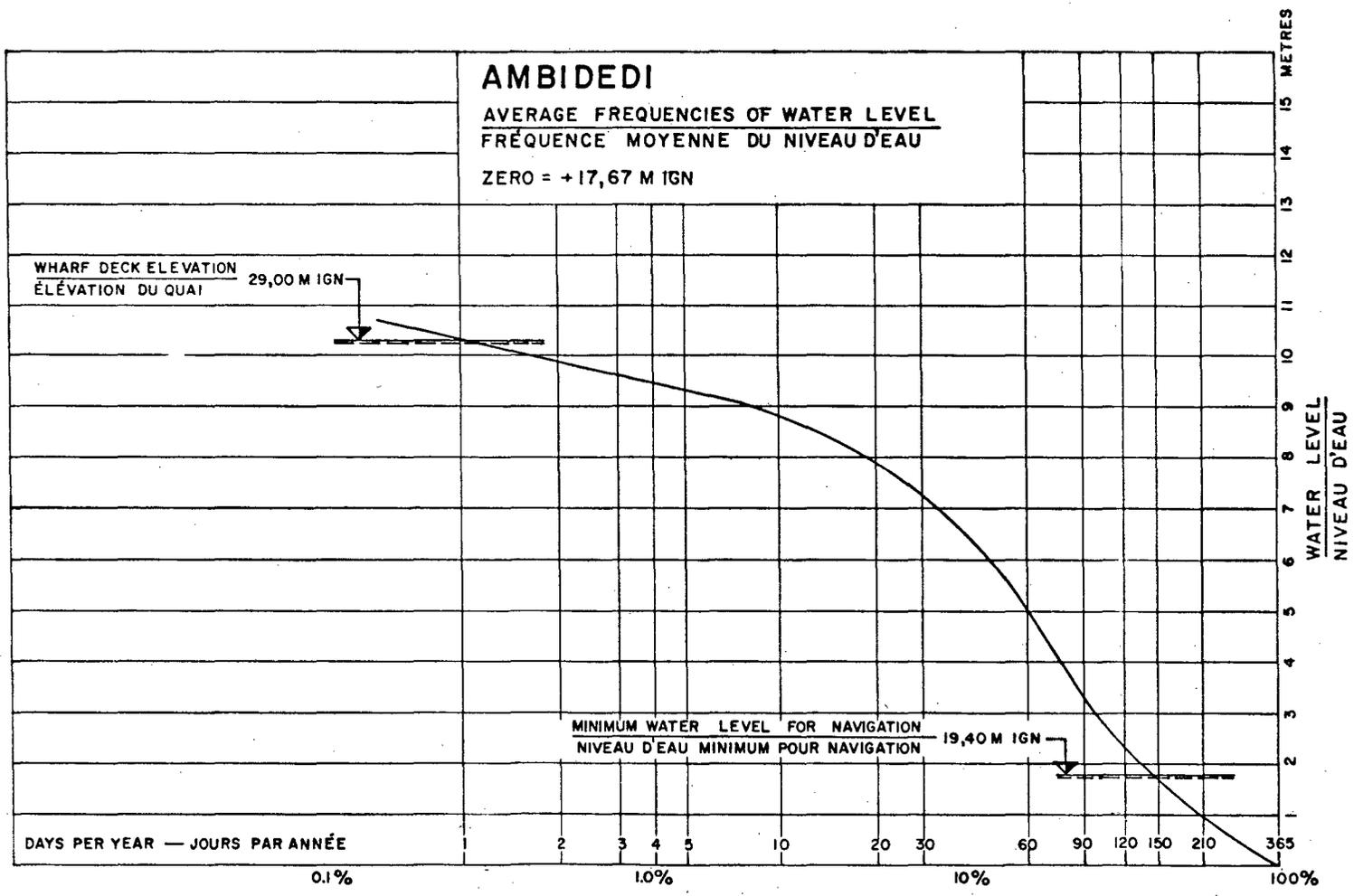


FIGURE II-1

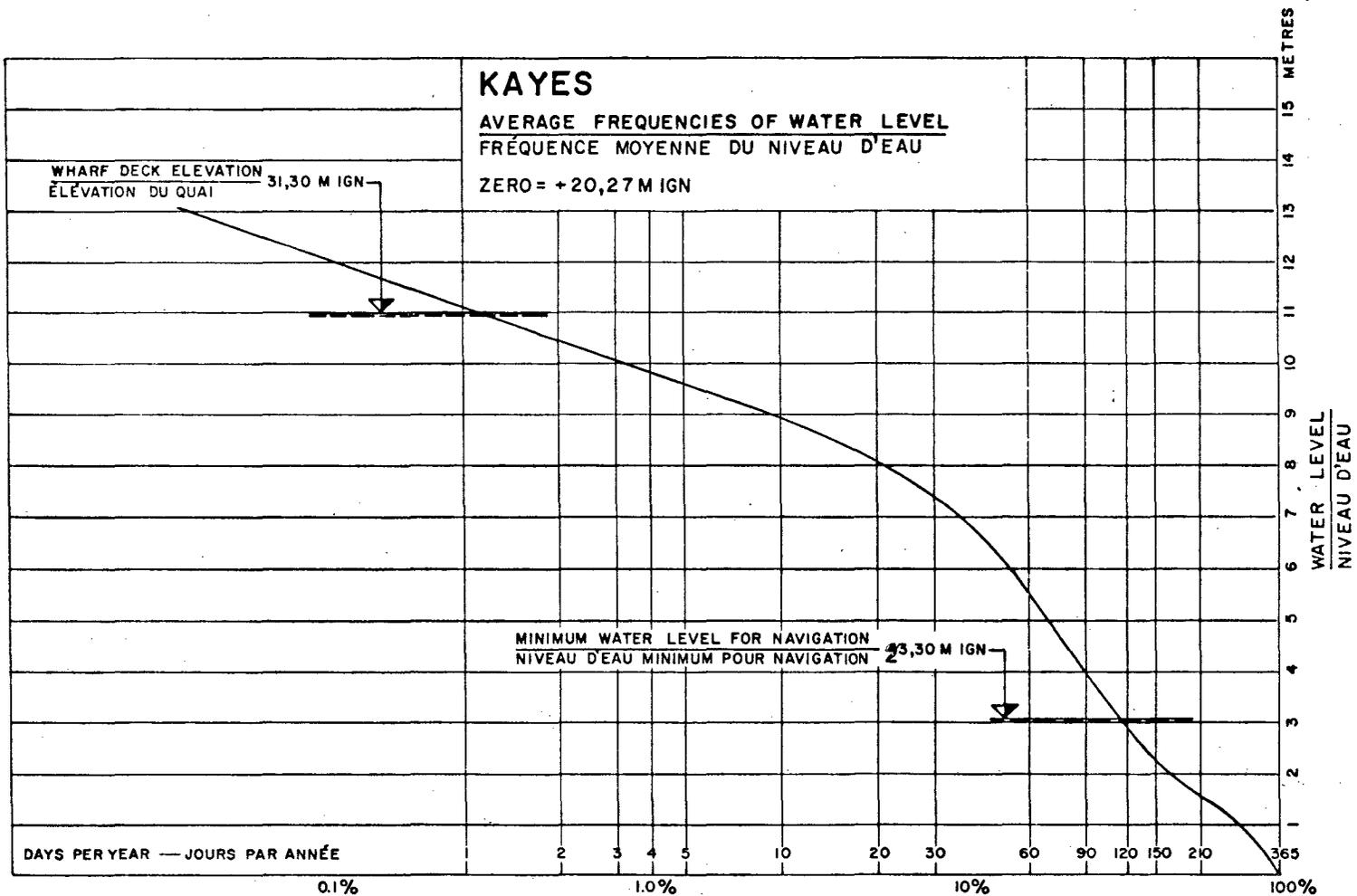


FIGURE II-2