

X1 413/00000-50027 SC1111E4/9B  
ORGANISATION DES ÉTATS  
RIVERAINS DU SÉNÉGAL  
(O. E. R. S.)

01225

PROGRAMME DES NATIONS UNIES  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
(P. N. U. D.) 01225

ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
ETUDE DE LA NAVIGABILITE ET DES PORTS DU FLEUVE SENEGAL  
(REG-86)

DDC(24).83

Schéma d'Amélioration  
et de Développement des Ports et Escales du Fleuve  
**S É N É G A L**

**BAKEL**

PAR

A. M. MEGLITSKY  
INGENIEUR CIVIL

Traduit du Russe par  
V. I. TALUKINE  
INTERPRÈTE

Saint-Louis,  
Décembre 1970

ORGANISATION des ETATS  
RIVERAINS du SENEGAL  
(O.E.R.S.)

---

PROGRAMME des NATIONS UNIES  
pour le DEVELOPPEMENT  
(P.N.U.D.)

---

ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
ETUDE DE LA NAVIGABILITE ET DES PORTS DU FLEUVE SENEGAL  
(REG-86)

-ooOOoo-

SCHEMA d'AMELIORATION  
et de DEVELOPPEMENT des PORTS et ESCALES du FLEUVE  
SENEGAL

---

BAKEL

---

par

A. M. MEGLITSKY  
Ingenieur Civil

Traduit du russe par  
V. I. TALUKINE  
Interprète

pa

SAINT-LOUIS  
Décembre 1970

## S O M M A I R E

=====

	<u>Pages</u>
1. - Emplacement du port	1
2. - Trafic marchandises et magasins	2
3. - Opérations de manutention et magasins	4
4. - Plan d'ensemble	12
5. - Plan d'eau, territoire et ouvrages hydrotechniques	13
6. - Bâtiments et constructions	16
7. - Alimentation en eau et énergie électrique, moyens de transmission et signal d'alarme	16
8. - Coût approximatif de la construction	19
9. - Recommandations sur la construction.	24

\*

## D E S S I N S

=====

- Graphique de variation des niveaux	E 9.1 P
- Plan de situation	E 9.2 P
- Plan et coupe (variante 1)	E 9.3 P
- Plan et coupe (variante 2)	E 9.4 P

-----

-----

=

## 1. - EMPLACEMENT du PORT :

Les études de reconnaissance sur le terrain ont permis de retenir deux sites possibles sur la rive gauche du Fleuve pour l'emplacement du futur port de BAKEL.

- Le premier se trouve dans les limites de la ville près du lieu d'accostage du bac ;

- le second est situé à la limite de la ville.

Si les deux sites présentent l'inconvénient de n'avoir pas des largeurs importantes (50 à 70 m) ils ont l'avantage de se trouver dans un secteur du Fleuve où le lit est stable.

Il n'est pas recommandé de construire le port sur la rive droite, parce que non seulement la réalisation serait coûteuse, mais en outre il en résulterait des incommodités d'exploitation dues au fait que le port serait séparé de la ville par le Fleuve.

Le secteur de la rive où il serait possible d'implanter le port dans les limites de la ville se situe sur un talus au sommet duquel sont construits des bâtiments. Ce talus a 250 m de long et une largeur de 50 à 60 m à partir de la limite du niveau d'eau projeté.

Il convient de noter que si cet emplacement était retenu, il serait nécessaire de procéder au déplacement du lieu d'accostage du bac.

La rive du secteur amont, où pourrait être implanté le port, est douce et pierreuse. Au sommet de la rive passe la route allant à KIDIRA et au-delà commence le talus d'une colline rocheuse ayant une hauteur supérieure à 10 m.

Ce secteur a une longueur de 100 m environ et une largeur de 50 m à partir de la limite du niveau d'eau projeté.

Quel que soit l'emplacement retenu pour la construction du quai de transbordement des marchandises, il est recommandé l'aménagement du quai de passagers à 200 m en aval du lieu d'accostage actuel du bac, d'autant plus qu'au sommet de la rive, en cet endroit, il existe un ancien bâtiment réservé à cet effet.

En comparant les deux sites possibles pour l'implantation du futur port, l'on constate que le second est plus favorable car il offre plus de possibilités d'extention éventuelle des terre-pleins et des surfaces couvertes.

En effet, l'emplacement situé dans les limites de la ville présenterait les inconvénients suivants :

- l'exploitation des surfaces d'emmagasinage serait moins commode ;

.../...

- le territoire serait contigu aux bâtiments implantés au sommet du talus ce qui limitera les possibilités d'extension, à moins de procéder à des expropriations coûteuses ;

- le déplacement du lieu d'accostage du bac occasionnerait des dépenses supplémentaires pour l'aménagement d'un débarcadère et d'une voie d'accès.

Toutefois, du point de vue de l'accès fluvial, la deuxième variante serait moins favorable que la première par suite de la présence des rochers limitant le front d'accostage et qui, en certaines périodes, rendrait difficile l'accostage des bateaux.

## 2. - TRAFIC MARCHANDISES et PASSAGERS :

Le trafic des marchandises prévu au port de BAKEL pour le proche avenir et vers 1975 est mentionné dans le tableau 9.1.

Le trafic comporte des marchandises destinées aussi bien aux régions avoisinantes de la Mauritanie qu'à celles du Sénégal. Le bac assurera la liaison entre les deux rives.

Toutes les marchandises indiquées au tableau 9.1 se présentent sous emballages ayant des gabarits et des poids différents et peu importants.

Le mil et le sorgho au départ de BAKEL sont en sacs de 100 kg environ. Tout le trafic marchandises se fait en aval.

Les correspondances du port de BAKEL sont indiquées dans le tableau 9.2.

Le tirant d'eau des bateaux complètement chargés étant de 1,30 m et la profondeur minimum de 1 m, la durée de la période de navigation serait de l'ordre de 190 jours environ si les bateaux étaient incomplètement chargés à la période des basses eaux.

Le coefficient d'utilisation de capacité de charge des bateaux est de 0,7 et le coefficient de non-régularité de 1,5.

Le trafic passagers au départ du port de BAKEL, pour la période comprise entre 1975 et 1980 est estimé à 4.000 passagers, dont 3.000 locaux et 1.000 transitaires. Pendant les moments de pointes, avec un coefficient de non-régularité de 2,5, et dans l'hypothèse d'un départ de bateau tous les 3 jours, le nombre de passagers au départ de BAKEL en 24 h est de :

$$\text{a) } \underline{\text{locaux}} : \frac{3.000 \times 2,5}{190} = 40$$

$$\text{b) } \underline{\text{transitaires}} : \frac{1.000 \times 2,5 \times 3}{190} = 40$$

.../...

TRAFIC du PORT

Tableau 9.1

N°	Marchandises	Trafic en milliers de t.	
		Période rapprochée	1975
	- <u>Arrivée</u>		
1	Matériaux de construction	3,0	5,0
2	Produits de consommation	5,6	9,7
3	Autres marchandises	<u>2,0</u>	<u>3,0</u>
	<u>Total.....</u>	10,6	17,7
	- <u>Départ</u>		
4	Mil et sorgho	7,0	10,2
5	Produits de consommation	<u>1,0</u>	<u>8,0</u>
	<u>Total.....</u>	8,0	18,2
	<u>TOTAL .....</u>	18,6	35,9
		=====	=====

Tableau 9.2

CORRESPONDANCES au PORT pour les TRANSPORTS de MARCHANDISES  
en 1975

N°	Marchandises	Points de		Volume milliers t.	
		départ	arrivée	départ	arrivée
1	Matériaux de construction	Importés via St-LOUIS	BAKEL	-	5,0
2	Produits de consommation	Rd-TCLL	BAKEL	-	4,0
		Via St-LOUIS	BAKEL	-	5,7
		BAKEL	St-LOUIS	6,0	-
		BAKEL	Via St-LOUIS	2,0	-
3	Autres marchandises	Via St-LOUIS	BAKEL	-	3,0
4	Mil et sorgho	BAKEL	Exporté via St-LOUIS, St-LOUIS NOUAKCHOTT PORT-ETIENNE	10,2	-
			<u>Total...</u>	18,2	17,7
				= 35,9	=====

Il serait utile de souligner que les passagers des transports locaux utilisent très peu les services de la gare, c'est pourquoi il serait suffisant de prévoir un seul petit pavillon pour les passagers transitaires.

### 3. - OPERATIONS de MANUTENTION et MAGASINS

#### - Quai de vracs solides

##### Mécanisation et engins de levage et de transport

La quasi totalité des marchandises se présentant sous emballages et en vrac, le dispositif de transbordement le plus convenable pour le mur d'accostage pourrait être une grue automotrice pouvant se déplacer librement. Elle devra avoir une grande vitesse de manoeuvre afin d'assurer un haut rendement d'utilisation. Après avoir étudié certains types de grues pouvant être livrées par les différentes firmes en Afrique Occidentale, il est recommandé comme prototype la grue "HYDRATRUCK II S" de la firme anglaise COLES.

Ses caractéristiques principales sont indiquées dans la "PARTIE GENERALE" du rapport.

Pour les opérations de transport des marchandises dans les magasins, leur emmagasinage, le chargement des camions, il est recommandé des autochargeurs ayant une capacité de levage de 1 à 2 tonnes, munis de dispositifs de pinçage différents (fourche, pelle, benne et autres).

L'étude de plusieurs types d'autochargeurs amène à suggérer deux prototypes d'une capacité de levage de 1 à 2 t. : le "CLARKLIFT type DCY 20 T et le DCY 40 T" de la firme CLARK.

Les mécanismes de levage à main peuvent également être utilisés pour les opérations auxiliaires :

- 1) - Elévateur à main "GERPLAT" type I
- 2) - Chariot à main "GN"

tous deux fabriqués par la firme FENWICK.

L'acquisition de plateaux et de plates-formes est également recommandée.

##### Détermination du nombre de quais et d'engins de transbordement et de transport.

La détermination du nombre de quai est fonction :

- du trafic pendant la période de navigation,
- du coefficient de non-régularité,
- de la durée de la période de navigation,

- de la capacité de charge du bateau de référence,
- du rendement horaire des engins de transbordement sur le quai d'accostage.

Le rendement horaire en tonnes, d'un engin de transbordement sur le quai d'accostage au cours du chargement et du déchargement d'un bateau (qH), est fixé d'après les normes en vigueur (bibliographie N°1 et 2). Selon le schéma adopté de mécanisation des opérations de levage pour les marchandises "matériaux de construction" la valeur de qH est de 17 t. par heure et compte tenu des 30 % de réduction motivés par les petites capacités de charge des bateaux, qH a alors pour valeur : 12 t/h.

Pour les autres marchandises qH est déterminé par le même procédé.

La durée d'accostage du bateau pendant les opérations de manutention se détermine en divisant le produit de la quantité de marchandises devant être chargée ou déchargée et du coefficient 1,1 (qui tient compte des déplacements des engins sur le mur d'accostage) par le rendement horaire prévu de la grue du port.

Les normes de temps pour les opérations auxiliaires sont calculées à partir des éléments suivants (bibliographie N° 4) :

1) - approche et repli des bateaux du quai	0,5 h
2) - ouverture des cales	0,3 h
3) - fermeture des cales	0,3 h
4) - inspection des marchandises ou de la cale avant le chargement ou le déchargement	0,3 h
5) - nettoyage des cales et formalités	0,8 h
<u>Total</u>	<u>2,2 h</u>

La capacité journalière de transbordement du quai est déterminée par la formule :

$$P \text{ jour} = \frac{T \times \alpha \times D}{B \times t}$$

où :

- T = durée des opérations de manutention et auxiliaires en heures par jour ; pour le travail de 2 équipes T = 14 h. ;
- $\alpha$  = coefficient d'utilisation de la capacité de charge du bateau (valeur : 0,7) ;
- D = capacité de charge du bateau projeté (300 t) ;
- t = durée d'accostage du bateau pendant les opérations ;
- B = coefficient des pertes de temps dues aux réparations de la grue du port (valeur : 1,1).

Pour les opérations de transbordement des marchandises il est recommandé 2 grues.

Tableau 9.3

DETERMINATION du NOMBRE de QUAIS

Désignation des marchandises	Opérations (chargement ou déchargement)	Trafic pendant la période de navigation en milliers tonnes	Coefficient de non-régularité	Durée de la période de navigation en jours	Trafic journalier en tonnes	Capacité de charge d'un bateau en tonnes	Coefficient de l'utilisation de la capacité de charge/bateau	Rendement horaire des engins de transbordement sur les murs d'accostage	Durée d'accostage du bateau pendant les opérations en heures		Nombre de quais calculés
									opérations de manutention	opérations auxiliaires	
Matériaux de construction	déch.	5,0	1,5	190	39,4	300	0,7	24	9,6	2,2	0,17
Produits de consommation	déch.	9,7	1,5	190	76,5	300	0,7	20	11,0	2,2	0,38
Autres marchandises	déch.	3,0	1,5	190	23,7	300	0,7	24	9,6	2,2	0,10
Mil et sorgho	char.	10,2	1,5	190	80,6	300	0,7	28	8,3	2,2	0,32
Produits de consommation	char.	8,0	1,5	190	63,0	300	0,7	20	11,0	2,2	0,31
											<u>Total</u> 1,28

Tableau 9.4

DETERMINATION du NOMBRE d'ENGINS de TRANSBORDEMENT sur le MUR d'ACCOSTAGE

Désignation	Opérations (chargement déchargement)	Trafic jour- nalier en tonnes	Durée de fonctionne- ment des engins h/j	Rendement des engins en tonnes		Nombre d'en- gins de trans bordement
				par heure	par jour	
Matériaux de construction	déchar.	39,4	13,8	12	166	0,26
Produits de consommation	déchar.	76,5	13,7	10	137	0,62
Autres marchandises	déchar.	23,7	14,0	12	168	0,16
Mil et sorgho	charg.	80,6	13,7	14	192	0,42
Produits de consommation	charg.	63,0	13,7	10	137	0,50
				<u>TOTAL</u>	.....	1,96
					soit :	2 grues

Le nombre de grues à prévoir sur le mur d'accostage est étudié dans le Tableau 9.4.

La durée de travail de la grue sur le mur d'accostage (avec 2 équipes) en heures par jour est déterminée par la formule:

$$T_n = 14 - \frac{Q_j}{D} \times t_{\text{aux.}}$$

où :

$Q_j$  = trafic journalier (Tableau 9.3)

$\alpha$  = 0,7

$D$  = 300 t.

$t_{\text{aux.}}$  = 2,2 h

Le nombre de grues nécessaires sur le mur d'accostage s'obtient en divisant le trafic journalier prévu par le rendement journalier de la grue, compte tenu du coefficient de pertes de temps dues aux réparations ( $B = 1,1$ ).

La valeur obtenue (1,96) montre que 2 grues sur le mur d'accostage sont suffisantes et qu'elles seront pleinement utilisées (10 à 14 t/h ou de 130 à 190 t/jour).

La détermination du nombre d'autochargeurs pour les opérations à l'arrière du port est faite dans le Tableau 9.5.

L'importance du trafic journalier est identique à celle prévue dans les Tableaux 9.3 et 9.4.

Le volume journalier des opérations de manutention est calculé compte tenu des temps nécessaires pour le transport des marchandises dans les magasins d'une part, et du chargement des camions d'autre part.

Le rendement des autochargeurs est déduit à partir des normes existantes (bibliographie N° 1 et 2) :

- Pour les matériaux de construction :

- a) - déchargement du bateau avec transport de marchandises dans les magasins jusqu'à 200 m. .... 43 t/équipe
- b) - chargement des camions à partir des magasins avec déplacement jusqu'à 50 m. .... 74 t/équipe

Le rendement moyen de l'équipe est 58 t/équipe soit : 8,3 t/h.

- Pour les produits de consommation :

- a) - chargement ou déchargement du bateau avec transport des marchandises dans les magasins jusqu'à 200 m .. 27 t/éc.

- b) - chargement ou déchargement des camions à partir des magasins avec déplacement jusqu'à 50 m..... 44 t/éq.

Le rendement moyen de l'équipe est de 36 t/équipe soit : 5,1 t/h.

- Pour le mil et le sorgho :

- a) - chargement du bateau à partir des magasins avec transport de marchandises jusqu'à 200 m..... 68 t/éq.
- b) - déchargement des camions dans les magasins avec déplacement jusqu'à 50 m..... 98 t/éq.

Le rendement moyen de l'équipe est de 83 t/équipe soit : 11,8 t/h.

Le rendement journalier des autochargeurs est déterminé compte tenu du travail de deux équipes de 7 heures chacune et du temps nécessaire aux révisions et prises d'essence.

Les calculs effectués donnent le chiffre de 6,18 soit 7 autochargeurs, compte tenu des réparations.

MAGASINS

Pour l'évaluation des besoins en surfaces de stockage (ouvertes et couvertes) les groupes des marchandises ont été réparties d'après leur nature.

L'importance et la nature des surfaces de stockage sont déterminées ci-dessous :

- 1) - Matériaux de construction ..... magasin couvert 30 %
- 2) - Produits de consommation à l'arrivée ..... magasin couvert 50 %
- 3) - Autres marchandises ..... magasin couvert 50 %
- 4) - Mil, sorgho et produits de consommation au départ (sur plateaux recouverts de bâches)..... magasin ouvert 100 %

La durée d'emmagasinement est estimée à 10 jours.

Les capacités des magasins et les surfaces de stockage sur terre-plein sont déterminées dans le Tableau 9.6.

Il ressort de ce tableau que la quantité de marchandises en tonnes à stocker par m<sup>2</sup> est la suivante (bibliographie N° 4) :

- 1) - Matériaux de construction ..... magasin couvert 1,5 t  
terre-plein 2,0 t
- 2) - Produits de consommation ..... magasin couvert 1,3 t  
terre-plein 1,3 t
- 3) - Autres marchandises ..... magasin couvert 1,2 t  
terre-plein 2,0 t
- 4) - Mil et sorgho ..... terre-plein 1,4 t

Tableau 9.5

DETERMINATION du NOMBRE d'AUTOCHARGEURS NECESSAIRES

Désignation.	Opération Charg. ou Décharg.	Trafic journalier en tonnes	Sens de l'opération	% de marchan- dises passées par le magasin	Volume jour- nalier d'opé- ration de transborde- ment par autochargeurs	Rendement d'un autochargeur		Nombre autochar- geurs.
						heure	jour	
Matériaux de construction	décharg.	39,4	bateau magasin camion	100	78,8	8,3	116	0,68
Produits de consommation	décharg.	76,5	"	100	153,0	5,1	72	2,12
Autres marchan- dises	décharg.	23,7	"	100	47,4	5,1	72	0,66
Mil et sorgho	charg.	80,6	camion magasin bateau	100	161,2	11,8	166	0,97
Produits de consommation	charg.	63,0	"	100	126,0	5,1	72	1,75
					<u>TOTAL</u> .....			6,18
						soit :	7 autochargeurs	

Tableau 9.6

## CAPACITE et SURFACE des MAGASINS

Désignation des marchandises	Trafic pendant la période de navigation en milliers de tonnes.	Trafic journalier 100 % passé par les magasins en tonnes.	Durée d'emmagasinage des marchandises en jours.	Capacité des magasins en t.		Quantité de marchan- dises emmagasinées m2		Coefficient d'utilisation de la surface des maga- sins	Surface des magasins	
				Magasins couverts	Magasins ouverts	Magasins couverts	Magasins ouverts		Couverts	Ouverts
Matériaux de construc- tion	5,0	39,4	10	118	276	1,5	2,0	0,41	192	326
Produits de consomma- tion	9,7	76,5	10	383	382	1,3	1,3	0,41	720	720
Autres marchandises	3,0	23,7	10	118	119	1,2	2,0	0,41	240	144
Mil et sorgho	10,2	80,6	10	-	806	-	1,4	0,41	-	1.400
Produits de consomma- tion	8,0	63,0	10	-	630	-	1,3	0,41	-	1.180
							<u>Total</u> .....		<u>1.152</u>	<u>3.770</u>

- Voies d'accès

Les rues existantes de la ville permettent l'accès au territoire du port de la première variante et aux installations prévues pour les passagers. L'accès au territoire de la deuxième variante se ferait à partir de la piste de KIDIRA qui longe le port projeté.

5. - PLAN d'EAU, TERRITOIRE et OUVRAGES HYDROTECHNIQUES

Plan d'eau

Pour déterminer la cote du lit du plan d'eau, la profondeur projetée de navigation est calculée à partir du niveau minimum de navigation (NMN).

Pour le Fleuve dans son état actuel, le NMN aurait un niveau égal à celui projeté (13,21 m).

Au cas où le débit du Fleuve serait régularisé à 300 m<sup>3</sup>/s minimum à BAKEL, le NMN serait de 13,94 m (voir "PARTIE GENERALE" du rapport).

Les profondeurs minima (Htr) permettant l'accès à BAKEL à partir de SAINT-LOUIS seront respectivement de 1,2 m (niveau de référence pour Q = 150 m<sup>3</sup>/s) et de 2,0 m (Q = 300 m<sup>3</sup>/s).

La cote du lit du plan d'eau est calculée pour le cas où le NMN est égal au niveau de référence. Elle est vérifiée ensuite par le NMN du débit régularisé.

Comme il a été dit la cote du lit du plan d'eau est égale à la différence entre la cote du NMN et la profondeur de référence du plan d'eau (Hpr).

Hpr est déterminée par la formule suivante :

$$= Htr + Z_1 + Z_2 = 1,2 + 0,3 + 0,1 = 1,6 \text{ m}$$

où :

$Z_1$  = réserve pour l'assiette du bateau due au chargement ou au déchargement (0,3 m).

$Z_2$  = réserve sous la carène (0,1 m).

En cas de débit régularisé à 300 m<sup>3</sup>/s :

$$Hpr' = 2,0 + 0,3 + 0,1 = 2,4 \text{ m}$$

et la cote du lit du plan d'eau serait de 11,5 m.

.../...

### Territoire

Selon les normes d'établissement des projets des ports, la cote du territoire correspond au niveau d'eau maximum d'une crue de 5 % de probabilité soit : 24,0 m pour BAKEL.

La différence entre les cotes du territoire et les niveaux d'eau pendant l'étiage étant de l'ordre de 10 m, il est impossible de procéder manuellement aux opérations de transbordement ; l'utilisation de la grue, bien que possible, est rendue difficile. C'est pourquoi nous recommandons un quai à 3 niveaux aux cotes respectives de 16,0 m, 20,0 m et 24,0 m.

Si la hauteur du bord du bateau est de 2,3 m et son tirant d'eau de 1,3 m, la différence entre le pont du bateau et le niveau d'un quai sera de 3 m au maximum. L'utilisation de la grue est favorable dans ce cas.

Pour faciliter le déplacement manuel des marchandises sur la pente entre le niveau supérieur (24,0 m) et le niveau intermédiaire (20,0 m) il est prévu l'aménagement d'un escalier sur celle-ci.

Le territoire du port, à la cote de 24,0 m, est relié aux niveaux situés aux cotes de 20,0 et 16,0 m par des pentes inclinées à 10 %.

Les terre-pleins à marchandises ont, dans le sens transversal, des pentes à 1 %.

Les terre-pleins à marchandises et les pentes ayant des cotes inférieures à 24,0 m et susceptibles d'être inondés pendant les crues, seront revêtus de dalles en béton armé sur une préparation de graviers.

Les terre-pleins ayant des cotes supérieures ou égales à 24,0 m seront revêtus de béton bitumeux sur une préparation de graviers.

Le quai et le pavillon de passagers seront reliés au moyen d'un passage incliné en béton bitumeux et d'un escalier en béton armé.

### Couvrages hydrotechniques

Ils pourront avoir les caractéristiques suivantes :

- le mur d'accostage de la partie du quai à la cote de 16,0 m sera vertical ;
- le secteur du quai à la cote de 20,0 m sera semi-vertical. Il sera constitué dans la partie inférieure d'un rideau de palplanches métalliques jusqu'à la cote de 16,0 m et d'une pente de 1 : 1,5 sur une hauteur de 4 m;

.../...

- le secteur du quai à la cote de 24,0 m sera aussi semi-vertical avec, comme pour le secteur précédent, une partie inférieure verticale constituée de palplanches métalliques surmontée d'une pente de 1 : 1,5 sur une hauteur de 8,0 m.

Pour assurer la stabilité et la rigidité des constructions proposées, il est recommandé d'utiliser les pierres et le gravier qui sont abondants dans le voisinage (surtout pour la variante 2) pour effectuer les enrochements, les revêtements des talus et la préparation du béton.

Une variante pour la réalisation des ouvrages hydrotechniques pourrait être la suivante :

- nivellement de l'embase du quai d'accostage à la cote de 11,5 m (cote du lit du plan d'eau) au moyen de pierres ou de graviers ;
- des palplanches métalliques seront battues à 3 m de la limite des fondations (vers la rive) à travers l'enrochement et la couche supérieure moins ferme du rocher. Un deuxième mur sera aménagé à 6 m du précédent auquel il sera relié par des tirants métalliques. L'espace entre les deux murs sera comblé au moyen de sols rocheux de carrière ;
- le secteur à la cote 16,0 m sera nivelé avec des apports de graviers et revêtu de béton ;
- les remblais des parties du quai aux cotes de 20,0 m seront effectués avec du tout venant de carrière. Ils se termineront en pente de 1 : 1,5 réalisée à l'aide de pierres et de graviers.

Les parties du port dans les deux variantes devront être déblayées jusqu'au niveau de référence dans des sols rocheux. Ces déblais assez limités pour la variante 1 sont importants dans la variante 2, mais ils seront entièrement utilisés pour les enrochements et le pavage.

Chaque niveau du port sera pourvu de 3 bollards et le mur vertical devra être muni de défenses en caoutchouc ou en bois.

Le volume approximatif des travaux pour la construction du mur vertical jusqu'à la cote de 16,0 m (pour les 2 variantes) est indiqué ci-dessous :

variante	longueur du mur avec les ailes	palplanches Z III n en tonnes	tirants mé- talliques en tonnes	construction métallique en tonnes	couronnements en béton armé en m <sup>3</sup>
1	195	252	17	17	330
2	145	224	12	14	290

Les volumes des travaux pour la réalisation des remblais et des pavages sont indiqués sur les dessins E 9.3 P et E 9.4 F.

L'escalier allant du quai de passagers vers le pavillon sera en béton armé.

## 6. - BÂTIMENTS et CONSTRUCTIONS

Les constructions ci-après seront envisagées dans le port :

- un bâtiment-bloc comportant les magasins et les services (garage et atelier de réparation) ;
- des douches avec toilettes sur le secteur commercial ;
- un bâtiment de direction groupant tous les services du port, les représentants des compagnies de transport, la douane etc...

Sur le plan de la variante 1, l'emplacement du bâtiment de direction est conventionnel car le levé détaillé de ce secteur n'était pas disponible.

Sur le quai passagers, il est prévu la construction d'un pavillon et de toilettes.

Les principales caractéristiques des constructions à réaliser sont consignées au Tableau 9.7.

Les plans schématiques de certains bâtiments sont indiqués dans la "PARTIE GENERALE" du rapport.

## 7. - ALIMENTATION en EAU et ENERGIE ELECTRIQUE - MOYENS de TRANSMISSION et SIGNAL d'ALARME.

### a) Alimentation en eau

L'alimentation en eau du port peut se faire à partir du réseau urbain. Les besoins à satisfaire sont les suivants :

- services courants (douches, toilettes etc...),
- alimentation en eau des bateaux,
- lavage des voitures,
- service d'incendie.

Le débit minimum d'eau pour le service d'incendie, qui sera considéré comme débit de base, devra être de 5 l/s soit 18 m<sup>3</sup>/h.

L'alimentation en eau du port pourra être assurée par une conduite primaire d'un diamètre de 100 mm, de laquelle partiront des ramifications en direction des quais, des bâtiments et des bouches d'incendie. La longueur de cette conduite sera plus courte pour la variante 1 (proximité du réseau urbain).

A ce stade du projet il n'est possible de donner que des volumes approximatifs des principaux travaux à entreprendre (voir Tableau 9.8).

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES de CONSTRUCTION

Désignation	Dimen- sions en m. (vu en plan)	Surface bâtie en m <sup>2</sup>	Volume de cons- truction en m <sup>3</sup>	Eléments de constructio <sup>n</sup>			Remarques
				Fonda- tions	Murs	sols	
Bloc-bâtiment stock avec services (ga- rages, atelier de réparation)	60x18	1.119	8.926	Poutres margina- les sur les mas- sifs	Briques ou blocs en béton	Poutres métalli- ques et béton	Portes du magasin roulantes.
Pavillon des passagers	10x 7	77	217	Gros béton	"	Poutres métalli- ques ou dalles béton	
Direction du port	22,2x12	271	967	"	"	Panneaux béton armé	Dessin E 1.2 P
Bouches avec toilettes	4,8x9,6	53	160	"	"	"	Puisard en béton armé Dessin E 1.5 P
Murs de clôtu- re avec portes	300 m	-	-	Poteaux béton armé	Dalles béton armé mince		Portes mé- talliques Dessin E 1.6 P
Toilettes	4 x 4	18	40	Gros béton	Briques	Dalles béton armé	Puisard en béton armé

.../...

Tableau 9.8

VOLUMES APPROXIMATIFS des PRINCIPAUX TRAVAUX pour l'ALIMENTATION en EAU du PORT.

Désignation	Unité de mesure	Quantité en m.	Remarques
Réseau intérieur (conduites métalliques)			Compte tenu des raccords avec le réseau urbain!
- Variante 1	m.	350	il sera installé des regards de visite et armatures à eau.
- Variante 2	m.	800	
Tuyaux métalliques de faible diamètre sur le territoire pour l'alimentation des quais			
Variantes 1 et 2	m.	300	
Conduites extérieures vers le quai des passagers	m.	100	

b) Alimentation en énergie électrique

La centrale électrique de BAKEL fournit 72 kW sous une tension de 220 V. La consommation de la ville est actuellement de 17 kW seulement. La fourniture d'énergie électrique est assurée 7 heures par jour (le soir essentiellement).

Les mécanismes de levage du port sont prévus munis de moteurs diesel les rendant ainsi indépendants de la fourniture d'électricité urbaine.

Les besoins du port et du quai en énergie électrique de l'ordre de 20 kW au total peuvent être entièrement satisfaits.

Les lignes aériennes de transmission électrique en dehors du territoire du port seront fixées sur des supports métalliques. L'éclairage du territoire et des quais sera obtenu au moyen de projecteurs. Les passages et le quai des passagers seront éclairés par des lampadaires.

Le Tableau 9.9 donne l'évaluation approximative des travaux à exécuter.

Tableau 9.9

VOLUMES APPROXIMATIFS des TRAVAUX pour l'ALIMENTATION en ENERGIE ELECTRIQUE.

N°	Désignation	Unité de mesure	Quantité	Remarques
1	Construction de la ligne aérienne vers les terre-pleins à marchandises et sur le territoire du port			Compte tenu du branchement au réseau <b>urbain</b>
	- Variante 1	m.	200	
	- Variante 2	m.	500	
2	Construction de la ligne aérienne vers le quai des passagers	m.	100	
3	Projecteurs sur pylônes (pour les 2 variantes)	pièce	2	

c) Moyens de transmission et signal d'alarme

Il est nécessaire de créer un standard téléphonique desservant 10 à 15 postes qui permettront aux différents services du port de communiquer entre eux. Ce standard devra être relié au réseau urbain et interurbain. Un poste directeur du trafic fluvial devra être envisagé à BAKEL lorsque le trafic le justifiera. Ce poste pourra être implanté à proximité du port (variante 2) où il existe des surfaces disponibles.

Il est prévu également de munir le territoire du port d'un système d'alarme conçu selon les normes en vigueur (services d'incendie et de garde).

8. - COUT APPROXIMATIF de la CONSTRUCTION.

Les coûts des travaux de construction et d'équipement sont calculés dans la "PARTIE GENERALE" du rapport.

Les volumes des travaux à effectuer et l'importance des équipements nécessaires sont déterminés à partir des schémas élaborés pour chacune des deux variantes.

Dans les calculs du volume des travaux de terrassement de la variante 1, les déblais et remblais sont considérés de 2<sup>ème</sup> catégorie. 9.800 m<sup>3</sup> de déblais seront utilisés pour faire

des remblais sur des distances allant jusqu'à 500 m. ; les 22.600 m<sup>3</sup> d'apport restants seront acheminés à partir des carrières de sable situées à 10 km environ.

Les déblais à effectuer pour la réalisation de la variante 2 (25.750 m<sup>3</sup>) sont constitués de sols tendre et ferme à proportions sensiblement égales.

Tout le sol de 2ème catégorie, ainsi que 19.650 m<sup>3</sup> de sol de 4ème catégorie, pourront être utilisés pour effectuer des remblais sur une distance moyenne de 500 m.

Le sol ferme de 4ème catégorie sera utilisé pour :

- les fondations en pierres,
- le soubassement en pierres,
- le pavage.

Le coût total de ces 3 constructions comprend le prix des déblais nécessaires à leur réalisation.

Les catégories des sols ont été déterminées sur la base des levés géologiques effectués par la SONAREM (Mali).

Le coût de la construction du port est calculé dans le Tableau 9.10.

Les imprévus sont estimés à 15 % du coût de construction et les frais de surveillance et de contrôle des travaux sont fixés à 5 %.

Toutes les autres dépenses liées à la construction entrent dans les prix unitaires de l'équipement et des travaux indiqués dans la "PARTIE GENERALE" du rapport.

.../...

Tableau 9.10

COUTS APPROXIMATIFS des TRAVAUX de CONSTRUCTION du PORT de BAKEL

Désignation	Unité de mesure	Prix unitaire en F.CFA	Variante 1		Variante 2	
			Quantité	Prix global milliers F.CFA	Quantité	Prix global milliers F.CFA
1	2	3	4	5	6	7
Déblais de 2ème catég. transformés en remblais avec transport à 0,5km	m3	575	9.800	5.635	25.750	14.806
Déblais sableux de 2ème catég.en carrière avec transport 10 km et déversement sur le territoire du port	m3	1.300	22.600	29.380	-	-
Déblais 4ème catég. transformés en remblais avec transport à 0,5km	m3	1.530	-	-	19.650	30.064
Pavage des talus sur filtre de graviers	m2	1.800	2.730	4.914	2.200	3.960
Revêtement en béton des terre-pleins inondables par les crues	m2	6.000	3.400	20.400	2.490	14.940
Bitumage à 2 couches sur préparation de graviers	m2	1.500	4.590	6.885	8.150	12.225
Fondations en pierres	m3	2.900	2.320	6.728	2.030	5.887
Soubassement pierres	m3	2.900	4.900	14.210	3.650	10.585
Murs en palplanches métalliques (type LARS SBN)	t	175.000	252	44.100	224	39.200
Tirants d'ancrage	t	185.000	17	3.145	12	2.220
Construction métallique du mur	t	165.000	17	2.805	14	2.310
Couronnements et massifs en béton armé 350 kg/m3 pour bollard	m3	50.800	330	16.764	290	14.732
Escalier en B.A sur le quai passagers 250kg/m3	m3	46.800	38	1.778	38	1.778

(suite) Tableau 9.10

1	2	3	4	5	6	7
Bollards	pièce	200.000	8	1.600	8	1.600
Magasin de marchandises	m2	14.000	1.075	15.050	1.075	15.050
Pavillon pour passagers	m2	35.000	69	2.415	69	2.415
Bâtiment de la direction du port	m2	35.000	220	7.700	220	7.700
Douches avec toilettes	m2	28.000	39,3	1.100	39,3	1.100
Toilettes sur le quai passagers	m2	28.000	12	336	12	336
Clôture avec portes	m.	8.500	300	2.550	300	2.550
Réseau alimentation eau :						
a) tuyaux Ø 100 mm	m.	2.320	350	812	800	1.856
b) tuyaux Ø 60 mm	m.	1.580	400	632	400	632
Ligne aérienne basse tension sur supports métalliques	m.	1.500	300	450	600	900
Fylônes pour projecteurs	pièce	185.000	2	370	2	370
		<u>Total</u> .....		189.759		187.216
surveillance et contrôle des travaux 5%				9.488		9.361
		<u>Total</u> .....		199.247		196.577
imprévus 15 % .....				29.887		29.486
		<u>TOTAL (incluant</u>				
5.500.000 F.CFA du quai passagers).....				229.134		226.063
				=====		=====

Tableau 9.11

DEPENSES pour la CONSTRUCTION du PORT de BAKEL - VARIANTE 2

N°	Désignation	Dépenses totales milliers F.CFA	Répartition en milliers FCFA		
			Construc- tion	Equipement	
				TC	HT
1	Quai de marchandises	282.533	220.563	61.970	50.372
2	Quai des passagers	5.500	5.500	-	-
	<u>TOTAL</u> .....	288.033	226.063	61.970	50.372

Tableau 9.12

CALCULS des COÛTS de l'EQUIPEMENT PRINCIPAL à ACQUERIR pour le PORT de BAKEL.

N°	Désignation	Unité de mesu- re	Nbre	Prix	Prix	Prix HT
				unitaire millions F.CFA	total millions F.CFA	millions F.CFA
1	Grue COLES type HYDRA TRUCK II S	pièce	2	14.811	29.622	22.222
2	Autochargeur CLARKLIFT type DCY 40	"	7	3.351	23.457	20.972
3	Elévateur à main GERPLAT C,5 t.	"	4	102	408	308
4	Chariot à main type FENWICK GN 0,5 t.	"	4	100	400	300
				<u>Total</u> .....	53.887	43.802
				Imprévus 15 % ....	8.083	6.570
				<u>TOTAL</u> .....	61.970	50.372

## 9. - RECOMMANDATIONS sur la CONSTRUCTION.

La comparaison des 2 variantes proposées fait apparaître que la variante 2 est plus avantageuse, tant au point de vue de l'exploitation et des possibilités d'extension éventuelle, qu'au point de vue coût de construction.

Aussi nous recommandons cette variante pour la construction du futur port de BAKEL. Cette construction peut être réalisée en deux étapes. En première étape il est recommandé :

- d'assurer l'accostage des bateaux ;
- d'exécuter les opérations de manutention manuellement avec l'utilisation d'engins à main ;
- de réaliser des magasins couverts et ouverts ;
- de clôturer provisoirement le territoire (fil de fer barbelé)
- d'organiser le gardiennage des marchandises ;
- de créer les commodités minima.

Pour la réalisation de la première étape il est nécessaire :

- d'exécuter tous les travaux de terrassement ;
- de construire les quais semi-inclinés ;
- d'asphalter une partie (environ 60 %) du territoire et des routes ;
- de construire le magasin couvert d'une capacité égale au moins à la moitié de celle prévue ;
- d'effectuer les revêtements de graviers des terre-pleins inondables.

Le coût global des travaux de la première étape s'élève environ à 180.000.000 de francs CFA (voir Tableau 9.13).

La construction de pavillons à passagers et autres facilités pour passagers, qui s'élève à 5.950.000 de francs CFA, ne dépend pas des étapes de construction du port et ce problème peut se résoudre de façon indépendante dès que les besoins s'en feront sentir.

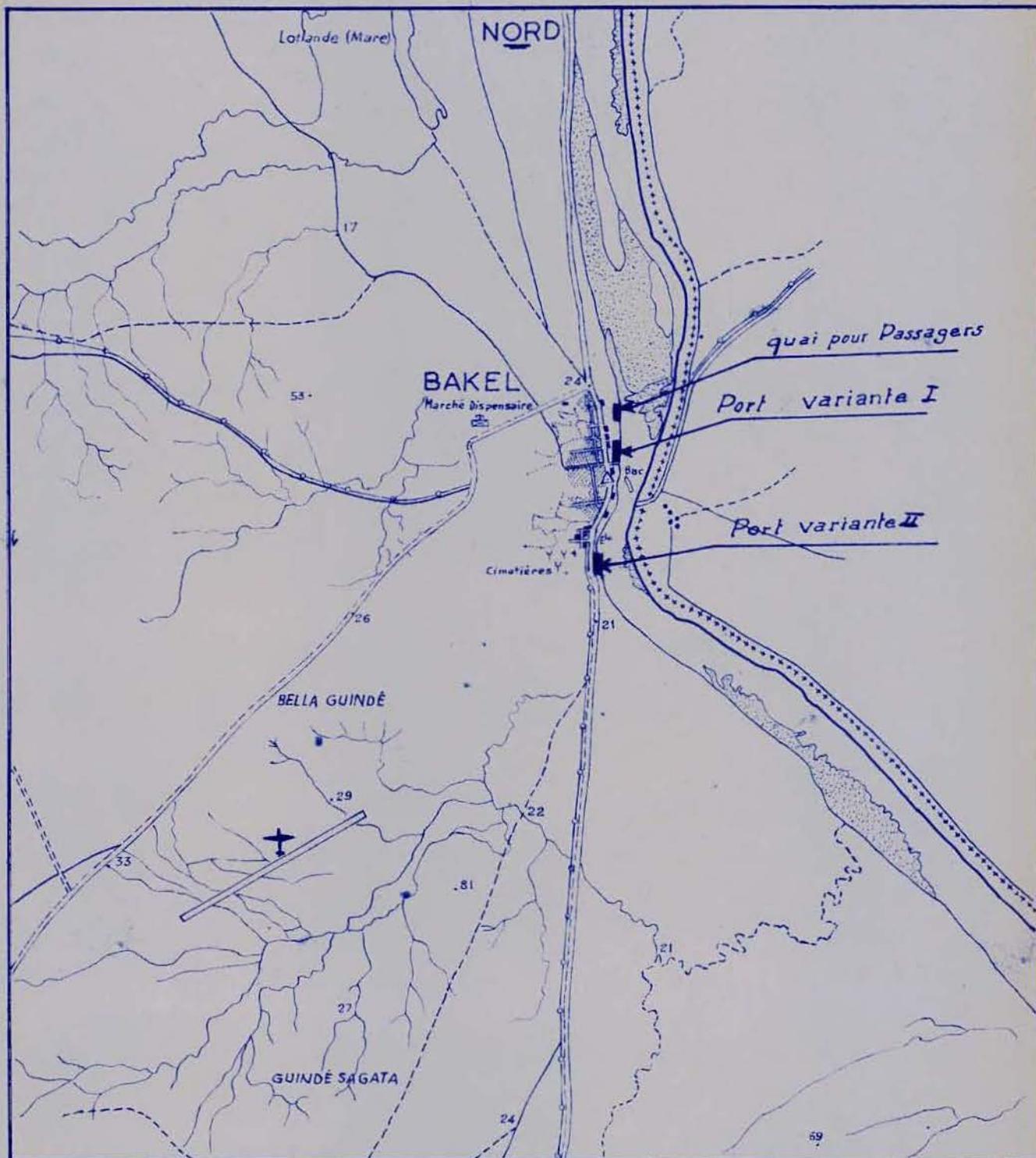
La deuxième étape prévoit la réalisation de toutes les recommandations contenues dans le présent rapport.

Tableau 9.13

CALCULS des DEPENSES pour la CONSTRUCTION du PORT lors de la  
PREMIERE ETAPE selon la VARIANTE 2 RECOMMANDÉE.

		Unité de mesu re	Prix en F.CFA	Volume des travaux	Total en milliers F.CFA
1	Travaux de terrassement (voir Tableau 9.10)	-	-	-	44.970
2	Pavage des talus	m2	1.800	2.200	3.960
3	Revêtement des terre-pleins en graviers	m2	800	2.490	1.992
4	Bitumage à deux couches sur graviers	m2	1.500	5.000	7.500
5	Quai en palplanches métalli- ques (voir Tableau 9.10)	-	-	-	79.318
6	Magasin de marchandises 50 % (30 m x 18 m)	m2	14.000	537	7.550
7	Douches et toilettes	-	-	-	1.100
8	Alimentation en eau	-	-	-	1.856
9	Ligne aérienne de basse ten- sion	-	-	-	900
			<u>Total</u> .....		149.146
	<u>TOTAL</u> avec 20 % de surveillance et imprévus .....				180.000

-----  
-----  
=



O.E.R.S.

P.N.U.D.

ETUDE DE LA NAVIGABILITE ET DES PORTS  
DU FLEUVE SENEGAL

PORT DE BAKEL

Plan de Situation

Visa: A.MEGLITSKY

E: 1/50.000<sup>e</sup>

Dessiné: Par: Sy. O.

16.12.70

N° E-9.2.P.

cm. 23.0  
Jan.

# GRAPHIQUES DES HAUTEURS D'EAU POUR DES ANNEES CARACTERISTIQUES A LA STATION DE BAKEL

22.0  
21.0  
20.0  
19.0  
18.0  
17.0  
16.0  
15.0  
14.0  
13.0  
12.0  
11.0

— Forte 1958-59  
- - - Moyenne 1962-63  
- · - Faible 1968-69

M J J A S O N D J F M A