

ABREVIATIONS ET SIGLES

AID	- Agence pour le Développement International (Agency for International Development)
BDPA	- Bureau pour le Développement de la Production Agricole
BIRD	- Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement
BIT	- Bureau International du Travail
BRGM	- Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CCTA	- Commission de Coopération technique en Afrique
CFA	- Francs de la Communauté Financière Africaine
CFDT	- Compagnie Française pour le Développement des Textiles
CGG	- Compagnie Générale de Géophysique
CINAM	- Centre d'études industrielles et d'aménagement du territoire
CNRS	- Centre National de la Recherche Scientifique
EDF	- Electricité de France
FAC	- Fonds d'Assistance et de Coopération
FAMA	- Fondation de l'Assistance Mutuelle en Afrique
FAO	- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FED	- Fonds Européen de Développement
FEDOM	- Fonds Européen de Développement Outre-Mer
FERDES	- Fonds Economique Rural de Développement Economique et Social
FG	- Francs Guinéens
FIDES	- Fonds d'Investissement et de Développement Economique et Social
FM	- Francs Maliens
IDA	- Association pour le Développement International
IFAN	- Institut Français d'Afrique Noire
IGN	- Institut Géographique National
INRDG	- Institut National de Recherches et Documentation de Guinée

INSEE	- Institut National des Statistiques et Etudes Economiques
IRAT	- Institut de Recherche d'Agronomie Tropicale.
IRSM	- Institut pour la Recherche Scientifique du Mali
MAS	- Mission d'Aménagement du Sénégal
MEFS	- Mission d'Etude du Fleuve Sénégal
MISOES	- Mission d'Etudes Socio-Economiques de la Vallée du Fleuve Sénégal
CAD	- Organisation Autonome du Delta (Sénégal)
CAT	- Organisation de l'Assistance Technique de l'ONU
OAV	- Organisation Autonome de la Vallée (Sénégal)
CCLA	- Organisme Commun de Lutte antiacridienne
CCLAV	- Organisme Commun de Lutte antiaviaire
O.N.	- Office du Niger
ONU	- Organisation des Nations Unies
OMM	- Organisation Mondiale de la Météorologie
CMS	- Organisation Mondiale de la Santé
ORANA	- Office de Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation
CRSTOM	- Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
SASIF	- Société Anonyme de Sondages, Injections et Forages
SERESA	- Société d'Etudes et de Réalisations Economiques et sociales dans l'Agriculture
SNE	- Société Nationale d'Electricité (de Guinée)
SOGETAR	- Société Générale des Techniques Hydro-agricoles
SOGETIM	- Société Générale des Travaux Industriels et Maritimes
SOGREAH	- Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications hydrauliques
UHEA	- Union d'Hydro-électricité de l'Afrique
UNESCO	- Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
US \$	- Dollars des Etats-Unis

INTRODUCTION

L'expert chargé de l'étude de la navigabilité du Fleuve Sénégal entre Kayes (Mali) et Saint Louis (Sénégal) a séjourné dans le Bassin, d'octobre à décembre 1962. Il a eu accès aux archives et documents conservés à Saint-Louis et a effectué plusieurs voyages de reconnaissance et d'observation en avion et en bateau dans la Moyenne Vallée.

L'expert tient à exprimer sa gratitude aux Autorités du Mali et du Sénégal ainsi qu'aux Messageries du Sénégal pour l'accueil et l'assistance dont il a été l'objet de la part de tous ceux avec qui il a eu le privilège de prendre contact à l'occasion de ses travaux.

Le présent rapport examine tout d'abord les principaux facteurs qui influent sur la navigabilité du Fleuve (Chapitre I). Le chapitre II est consacré aux problèmes posés par l'amélioration de la navigabilité. Les moyens de navigation et leur modernisation sont étudiés au chapitre III. Le chapitre IV donne un aperçu de l'importance et des perspectives de développement du port de Saint-Louis. Finalement, une synthèse d'ensemble des conclusions et recommandations est présentée au chapitre V.

Les annexes jointes au rapport comprennent un certain nombre de notes sur les sujets ci-après : rôle des transports par eau dans la Moyenne-Vallée et dans le Delta (annexe I); navigabilité de la Falémé (annexe II); les transports dans le Bassin du Sénégal en aval de Kayes (annexe III); et quelques données sur le prix des transports (annexe IV). On trouvera en dernier lieu une bibliographie des ouvrages consultés par l'auteur.

CHAPITRE I

La navigabilité au fleuve Sénégal

La navigabilité d'un cours d'eau dépend naturellement dans une grande mesure de l'importance de son débit et de la forme de l'hydrogramme. La description complète de l'hydrologie du fleuve entre Kayes et Saint-Louis, est donnée dans le rapport sur l'hydrologie. On se bornera ici à indiquer que le débit mensuel moyen à Bakel, enregistré au cours de 49 années, a varié entre $6.476 \text{ m}^3/\text{s}$ et $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Les différences d'une année à l'autre sont grandes et le module varie entre 1305 et 313 m^3/s . La pente du fleuve est extrêmement faible, ce qui explique les grandes différences de débit avant et après le maximum des hautes eaux pour une même valeur de la hauteur d'eau indiquée par l'échelle fluviale. Cet effet devient très marqué en aval de Bakel.

Plusieurs échelles ont été installées le long du fleuve. Le niveau de référence de ces différentes échelles est connu par rapport au zéro I.G.N. qui est égal au niveau moyen de la mer à Dakar. Des courbes d'étalonnage ont été tracées pour Galouga, Bakel, Matam, Kuëdi, Salde, Boghé et Podor (5).

La différence entre la hauteur d'eau pendant la saison des pluies (hivernage) et pendant la saison sèche est appréciable - elle atteint 12 m à Bakel et 5 m à Dagana. Le fleuve constitue un lit majeur important d'environ 25 km de largeur. Plusieurs marigots coulent parallèlement au lit majeur; le plus important d'entre eux est le marigot de Doué, qui se sépare du cours principal au km 482 et le rejoint au km 247.

1. La relation entre les débits et les profondeurs d'eau

Dans le cas d'un fleuve alluvial, les profondeurs d'eau disponibles pour la navigation dépendent en général des débits suivant une fonction compliquée.

La relation entre les débits et la hauteur d'eau dépend des facteurs résistance hydraulique et pente. En aval de Bakel, le débit du Sénégal est plus grand pendant les phases de crue que pendant les phases de décrue pour une même hauteur d'eau : la pente étant plus grande et la résistance étant moindre avant le passage du maximum des hautes eaux qu'après.

Il en est de même pour la relation entre le niveau d'eau indiqué par l'échelle en un point donné du fleuve et la profondeur d'eau disponible pour la navigation, cette relation n'étant pas la même pendant les phases de crue et pendant les phases de décrue. Cette circonstance s'explique par le retard qui se produit entre l'événement d'un niveau d'eau donné et celle d'une configuration correspondante en dunes et en rides de la surface du fond. La hauteur des dunes qui se forment dans le lit d'un fleuve augmente avec celle du niveau de l'eau. Il en résulte que la profondeur d'eau disponible pour la navigation s'accroît dans une proportion moindre que la hauteur du niveau de l'eau. Le phénomène inverse se produit pendant les périodes de décrue.

Le Sénégal comporte plusieurs tronçons dont le lit est limité par des formations rocheuses. La relation entre les niveaux de l'eau et la profondeur d'eau y devient encore plus complexe car l'existence de ces goulets provoque pendant les périodes des hautes eaux des dépôts de sable et des désagrégations suivant les tronçons.

Il n'existe pas d'étude complète de la navigabilité du Sénégal. Fromaget (15) a installé un balisage entre Saint-Louis et Kayes et publié des instructions nautiques pour le fleuve. Son livre contient la description des différents seuils et barrages mais ne donne pas d'indications sur les profondeurs d'eau. Entre Saint-Louis et Nafou, le Sénégal a des profondeurs d'eau d'au moins 3 à 4 m toute l'année et il est inutile d'étudier d'une façon plus détaillée la navigabilité de ce tronçon. Dans ce rapport, la discussion de la navigabilité du tronçon Nafou-Kayes, s'appuie

sur les résultats du sondage des 46 seuils de ce tronçon, effectué par la mission U.H.E.A. en novembre 1950 (16). L'absence de données de base ne permet pas de déterminer la navigabilité avec une précision plus grande mais il ne semble pas qu'il sera difficile de le faire, suivant la même méthode, dès que les renseignements nécessaires auront été rassemblés.

Les sondages ont été effectués par la mission U.H.E.A. en novembre 1950, après la crue (tableau 1). Le rapport correspondant ne donne pas d'indications sur la largeur du chenal navigable pour lequel les profondeurs observées doivent être valables.

Tableau 1 - Les profondeurs d'eau dans le fleuve Sénégal
entre Mafou et Kayes */

Nom du Seuil	Localisation	Profondeur d'eau pour un débit de 500 m ³ /s	km	Particularités
Ortogotel	913 - 1916	2,0 m	913	Rocher
		2,2	913,7	Sableux
		2,4	914.915,5	
			916	
Dia-Kandapé	899 - 902	0,90	901	Seuil rocheux
Tamboukané	896 - 898	1,50	897,5	Rocher
Ambidédi	880 - 888	2,00	882	Chenal rocheux
Kabecu	837 - 843	2,10	842,5	Chenal sableux
Gouthioubé	823 - 825	2,10	823,7	Chenal sableux
Yaféré	813 - 817	2,30	814	Chenal sableux
Golni	806 - 812	2,40	809	Chenal sableux, nisi du rocher près du km 809
Sossi-Makana	798 - 801	1,90	799,5	Sableux
Bakel	788 - 793	2,60	789	Sableux
Giuldé	782 - 785	3,10	784,3	Sableux
Diaoura	772 - 775	2,10	773,5	Sableux
Monderi	767 - 770	2,10	770	Sableux
Kerma	741 - 747	2,40	746	Sableux
Gourel-Dara	728 - 730	2,90	729	Sableux
Guellé	720 - 722	3,00	721,5	Sableux

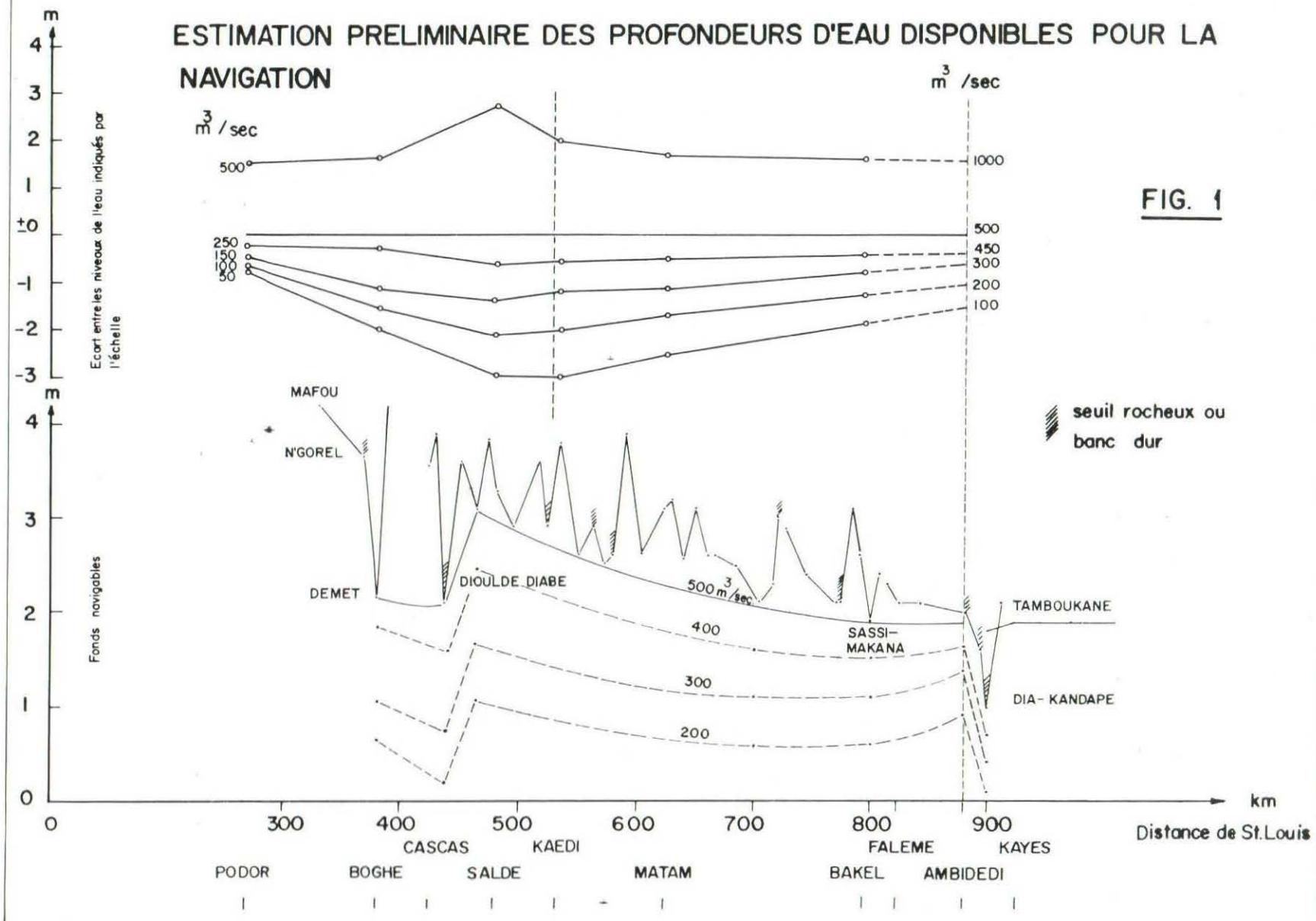
Nom du seuil	Localisation	Profondeur à l'eau pour un débit de 500 m ³ /s	km	Particularités
Ouaoundé	714 - 716,5	2,30 m	715,5	Sableux
Badinki	699 - 704	2,10	703,5	Sableux
Gouriki N'Dioum	682 - 686	2,50	684	Sableux
Barmatia	665 - 668	2,60	666	Sableux
Gannon	661 - 663	2,60	661,5	Sableux
Oddo béré	649 - 650,5	3,10	650	Sableux
Tchempen	636 - 642	2,55	641,639	Sableux
Djandioli	630 - 632	3,20	631	Sableux
Matan	623 - 629	3,10	623,5	Sableux
Koundel	600 - 606	2,60	605	Sableux
Oddourou	592 - 594	3,80	592,3	Sableux
Rocher de N'Guinguilogne	579 - 580	2,60	579,5	Rocheux
Seuil de N'Guinguilogne	572 - 576	2,50	575	Sableux
Djéoul	561 - 564	2,90	562	Fond rocheux
Guiray à Dial	540 - 555	3,10	Djonto	Sableux
		2,60	Guiray	Sableux
Orenata	536 - 538	3,80	537	Sableux
Kerr	522 - 529	2,90	525	Chenal rocheux
N'Diafanel	516,5 - 519	3,60	518	Sableux
Daoualel	493 - 498	2,90	496	Sableux

Nom du Seuil	Localisation	Profondeur d'eau pour un débit de 500 m ³ /s	km	Particularités
Vendigne	481 - 483	3,30	482	Sableux
Salde Tebekout	472 - 475	3,85	474	Sableux
Diaranguel	462 - 464,5	3,10	464	Sableux
Oualla		3,60	455,5	Sableux
Abdallah Mectar	453 - 459	3,60	453,5	Sableux
Diouldé-Diabé	435 - 440	2,10	437,5	Rocheux
Dounguel	429 - 430	3,90	430	Sableux
Cas Cas	423 - 425	3,55	424	Sableux
Coude de Boki	388 - 389	4,20	388	Sableux
Aleibe-Demet	380 - 382	2,15	381	Sableux
M'Barobe (N'Gorel)	365 - 366	3,70	365	Sableux
Mafou	331	4,20	331	Sableux

*/ Gouvernement général de l'Afrique Occidentale Française, Territoires du Sénégal et du Soudan. Régularisation et aménagement du Fleuve Sénégal. Mission U.H.E.A.
 Sondages de 16 seuils situés entre Kayes et Matan, pour des débits variant
 de 440 à 450 m³/s (km 916 - km 483) et
 de 296 à 250 m³/s (km 482 - km 331, Fleuve Sénégal moins Marigot de Doué)

Le débit a été mesuré en différents points et si l'on ajuste légèrement les valeurs observées de la profondeur, on obtiendra des profondeurs du fleuve pour des débits de $500 \text{ m}^3/\text{s}$ en amont de la bifurcation du marigot de Doué et de $250 \text{ m}^3/\text{s}$ en aval. Selon les renseignements communiqués par la Mission d'aménagement du Sénégal, à Saint-Louis, en aval de cette bifurcation le Sénégal et le marigot de Doué se partagent grossièrement le débit total d'étiage. La figure 1 est un graphique des profondeurs ainsi obtenues en fonction de la distance de Saint-Louis; on observera que ces profondeurs varient progressivement, sauf dans le cas des seuils de Demet, de Diouldé Diabé, de Tamboukane et de Dia Kandapé.

ESTIMATION PRELIMINAIRE DES PROFONDEURS D'EAU DISPONIBLES POUR LA NAVIGATION



Les trois derniers seuils sont rocheux. La profondeur relativement faible du seuil de Demet peut s'expliquer par une largeur plus grande du fleuve en cet endroit.

La relation entre les niveaux de l'eau et les profondeurs d'eau disponibles pour la navigation n'ayant pas été observée sur le Sénégal, il a été nécessaire d'admettre, pour établir une estimation approchée de la navigabilité, a) qu'il n'y avait pas de retard entre la formation du niveau de l'eau et celle de la profondeur associée; b) que les profondeurs d'eau varient linéairement avec les hauteurs d'eau c) que, pour un même niveau de l'eau, la profondeur d'eau pendant les périodes de crue est égale à la profondeur d'eau pendant les périodes de décrue.

Dans la partie supérieure de la figure 1, on a porté en fonction de la distance de Saint-Louis, les différences entre les niveaux de l'eau pendant les périodes de décrue correspondant à des débits de 500 m^3/s d'une part et de 1.000, 300, 200 et 100 m^3/s d'autre part, à Bakel, Matam et Kaödi. En admettant que près de la moitié du débit total passe par le marigot de Doué, on a tracé un graphique semblable pour des débits de 250, 500, 150, 100 et 50 m^3/s à Saldé, Boghé et Podor. En soustrayant de la profondeur du fleuve pour un débit de 500 m^3/s la différence entre le niveau de l'eau correspondant à un débit de 500 m^3/s et le niveau correspondant au débit de 300 m^3/s , on a pu obtenir une estimation de la profondeur du fleuve pour un débit de 300 m^3/s . Il convient de noter que, bien qu'il ne s'agisse ici que d'une estimation, la valeur obtenue pour Diouldé Diabé n'est guère éloignée de la réalité, puisque, selon les renseignements disponibles (15, 16), le lit du fleuve est constitué par de la roche. On a suivi une méthode semblable pour obtenir une estimation des profondeurs d'eau pour un débit de 200 m^3/s .

On peut voir aisément sur la figure que les différences entre les niveaux du fleuve correspondant aux différents débits atteignent un maximum à Saldé. Ceci pourrait s'expliquer par l'effet de remous dont la cause est le seuil rocheux de Diouldé Diabé, mais cette hypothèse reste à vérifier.

Afin de déterminer la navigabilité, il est nécessaire d'établir à ce stade une relation entre les profondeurs d'eau disponibles pour la navigation et le nombre de jours par an pendant lesquels ces profondeurs d'eau se produisent. On admet qu'un débit de $500 \text{ m}^3/\text{s}$, par exemple, à Bakel provoquera, en aval, un débit de la même valeur ou, en d'autres termes, que le nombre de jours pendant lesquels les débits sont supérieurs à une certaine valeur est le même sur toute la longueur du fleuve. Il va de soi que l'on fait la même hypothèse pour les autres valeurs du débit.

Le graphique montre que le fond limite se situe au seuil de Diouldé Diabé. Il n'existe pas de courbe d'étalonnage pour cette station et on a dû utiliser la courbe établie pour Saldé. D'après cette courbe, pour un même niveau de l'eau, les débits varient pendant les périodes de crue et de décrue de la manière suivante :

<u>Hauteur d'eau sur échelle</u>	<u>Saldé</u>	
	<u>Débit crue</u>	<u>Débit décrue</u>
440 cm	330 m^3/s	250 m^3/s
300	225	200
325	175	150
270	130	125
230	100	100
135	50	50

L'étude statistique des niveaux de l'eau et les débits ne peut être faite qu'en se fondant sur les indications de l'échelle à Bakel puisque c'est la seule station où il existe des archives de mesures couvrant une période suffisamment longue.

En vertu des hypothèses précédentes, on peut conclure que les débits suivants, enregistrés à Bakel pendant les périodes de crue et de décrue, provoqueront des profondeurs d'eau égales au seuil de Diouldé Diabé.

<u>Bakel</u>	
Débits crue	Débits décrue
600 m ³ /s	500 m ³ /s
450	400
350	300
260	250
200	200
100	100

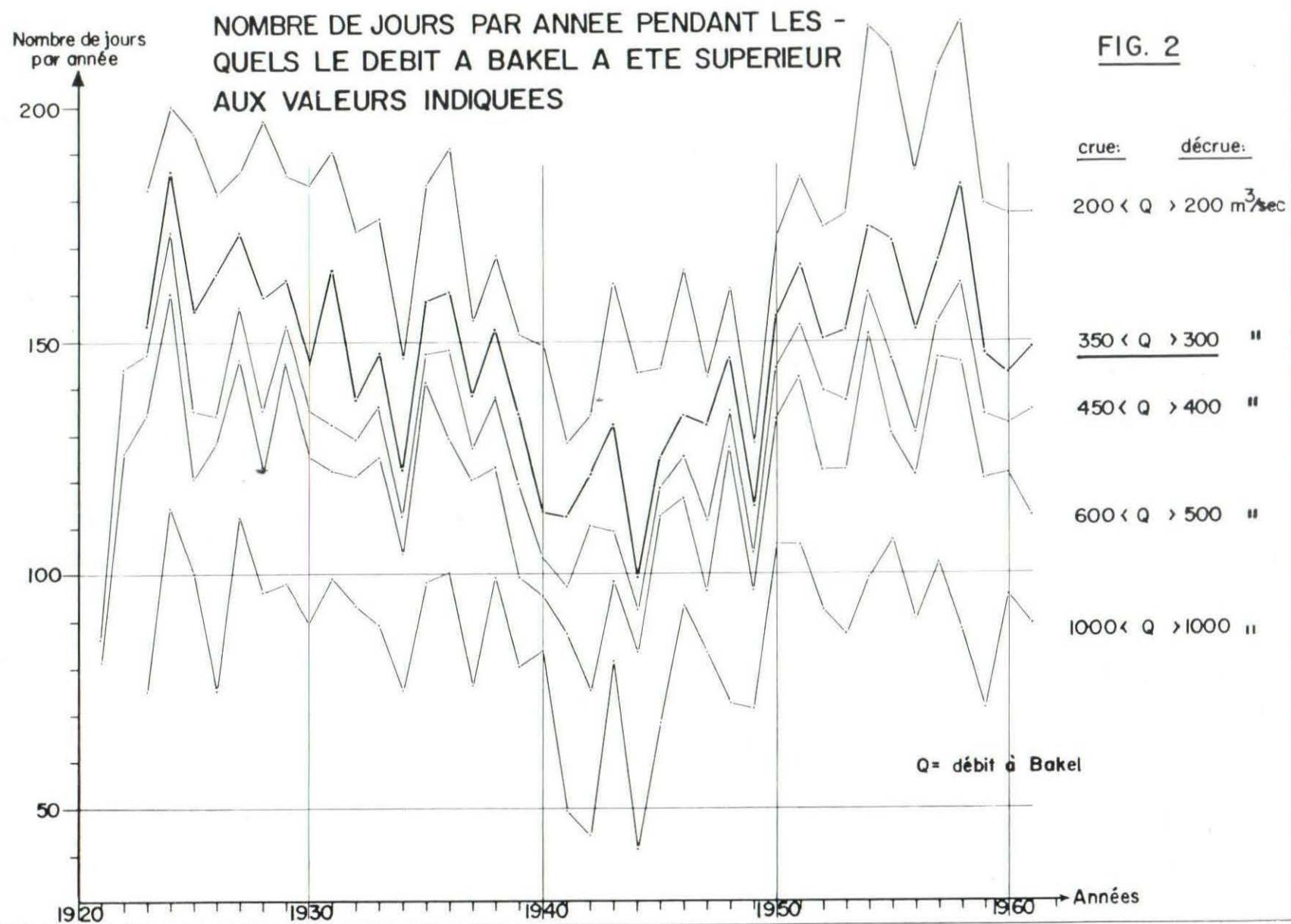
De 1923 à 1961, on a relevé le nombre de jours pendant lesquels le débit à Bakel a dépassé 600 m³/s en période de crue et 500 m³/s en période de décrue. On a fait de même pour les autres combinaisons de débits. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 2.

Tableau 2

Nombre de jours par année pendant lesquels le débit à Bakel a été supérieur aux valeurs indiquées.

m^3/sec	100/100	200/200	260/250	380/300	450/400	600/500
1923	222	182	163	153	147	134
24	202	200	190	186	173	160
25	240	194	180	156	135	120
26	201	181	170	164	134	128
27	230	186	185	173	157	146
28	227	197	179	159	135	122
29	210	185	174	163	153	145
1930	221	183	168	145	135	125
1	268	190	172	165	132	122
2	231	173	157	137	129	121
3	209	176	155	147	136	125
4	186	146	130	122	112	104
5	221	183	171	158	147	141
6	245	191	176	160	148	129
7	194	159	145	138	127	120
8	198	168	158	152	138	123
9	189	151	142	134	119	99
1940	194	149	126	113	103	95
1	163	128	121	112	97	87
2	172	134	125	121	110	75
3	188	162	149	132	109	98
4	178	143	117	99	92	83
5	190	144	127	125	118	112
6	192	165	141	134	125	116
7	165	142	136	132	111	96
8	197	161	152	146	135	127
9	161	127	123	114	104	142
1950	216	172	163	155	144	133
1	247	185	175	166	153	142
2	212	174	162	150	139	122
3	231	177	163	152	137	122
4	265	217	205	174	160	151
5	256	212	196	171	146	130
6	228	186	162	152	130	121
7	252	208	196	167	153	146
8	273	218	201	183	162	145
9	233	179	156	147	134	120
1960	222	177	157	143	132	121
1	222	177	165	148	135	112

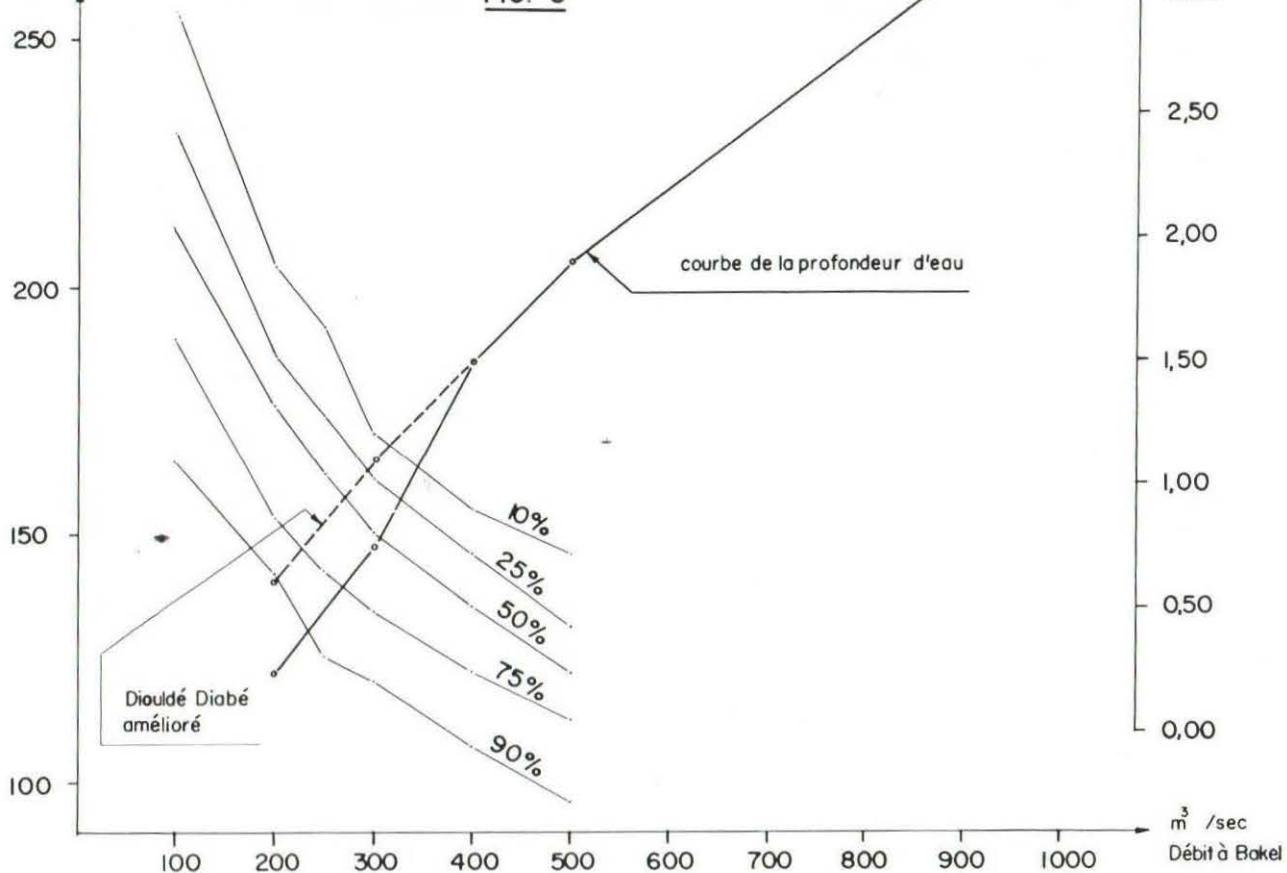
FIG. 2



FREQUENCES DU NOMBRE DE JOURS PAR ANNEE PENDANT LESQUELS LE
DEBIT A BAKEL A ETE SUPERIEUR AUX VALEURS INDIQUEES

Nombre de jours
par année

FIG. 3



h = profondeur d'eau disponible pour la navigation entre Podor et Ambidédi

FREQUENCES ESTIMEES DU NOMBRE DE JOURS PAR ANNEE
PENDANT LESQUELS LA PROFONDEUR D'EAU MINIMUM
ENTRE PODOR ET AMBIDEDI A ETE SUPERIEURE AUX
VALEURS INDIQUEES

Nombre de jours
par année

FIG. 4

200

150

100

Diouldé Diabé amélioré

10%

25%

50%

75%

90%

1,00

2,00

3,00

1,00

2,00

3,00

Profondeur d'eau mini -
mum entre Podor et
Ambidédi

débit de $200 \text{ m}^3/\text{s}$, n'étant qu'une première approximation, il n'est certes pas possible d'évaluer par la même méthode la profondeur d'eau disponible pour un débit de $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Le seul moyen d'obtenir ce renseignement est de faire la mesure correspondante.

2. Vitesses de courant

Les vitesses de courant sont médiocres, elles atteignent en général 2 à 3 noeuds pendant l'hivernage et sont encore plus petites pendant la saison sèche. Cependant, il n'existe pas de données précises sur la vitesse du courant sur les seuils rocheux, comme celui de Diculdé Diabé, lorsque les débits sont de 300 à $400 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. Largeur du chenal de navigation

Les largeurs du lit mineur, tirées de la carte topographique à échelle 1: 50.000, sont indiquées dans le tableau 3. La largeur du chenal de navigation pendant les périodes d'étiage n'a pas été mesurée systématiquement mais du fait que le "Keurmeur" peut atteindre Boghé lorsque le débit à Bakel est de $300 \text{ m}^3/\text{s}$, on ne pense pas que la largeur du chenal doive limiter la navigation en aval de Kayes.

1/ Le "Keurmeur" bateau des Messageries Maritimes du Sénégal a les caractéristiques suivantes : Longueur - 36,00 m; largeur - 6,00 m; tirant d'eau lège - 0,80 m; tirant d'eau chargé - 1,30 m; port en lourd - 140 t.

ESTIMATION DU NOMBRE DE JOURS OU LA PROFONDEUR
D'EAU MINIMUM ENTRE PODOR ET AMBIDEDI A ETE
SUPERIEURE AUX VALEURS INDIQUEES PENDANT 50%
DES ANNEES D'OBSERVATION

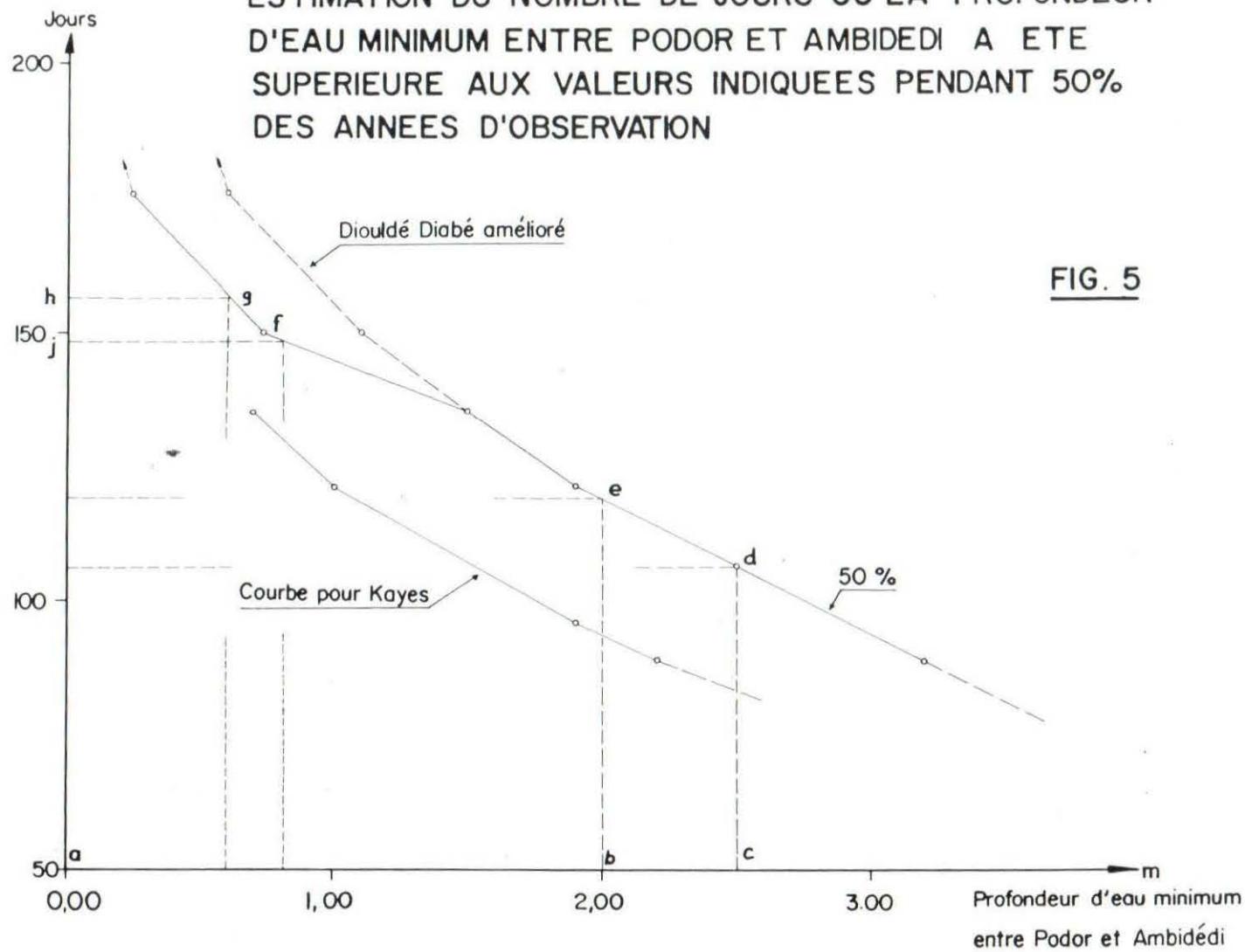


Tableau 3

Largeur du fleuve selon la carte à 1: 50.000

Tronçon du fleuve	Largeur
Kayes - Matam	300 - 600 m
Matam - Salde	250 - 500 m
Salde - Podor	150 - 250 m
Doué	100 - 150 m
Podor - Dagana	200 - 350 m
Dagana - Rosso	250 - 350 m
En aval de Rosso	500 - 600 m

4. Rayon des coudes

On trouvera dans le tableau 4 les valeurs des rayons des coudes du fleuve mesurés sur la carte IGN à l'échelle 1: 50.000. Plusieurs coudes ont un rayon de 250 à 300 m. La question de la manœuvrabilité des convois poussés qui seront utilisés sur ce fleuve requiert une attention particulière mais on ne s'attend pas à ce qu'elle donne lieu à de grandes difficultés. Néanmoins, l'étude proposée au chapitre IV devrait comprendre la détermination des rayons de coudes disponibles pendant les périodes de moindre débit.

Tableau 4

Rayons des coudes du fleuve

<u>km</u>	<u>Rayon</u>	<u>Ville ou village</u>
170	750 m	Dagana
179	2000	Gae
195	1750	Goure Boukar Si

Tableau 4 (suite)

Rayons des coudes du fleuve

<u>km</u>	<u>Rayon</u>	<u>Ville ou village</u>
207	1750	Madina
217	1000	
230	750	Ile de Lamenay
240	1000	Abou Diao
249	300	Doue
250	400	
274	300	Diatal
283	400	Douaye
294	350	Guode Ouro
304	300	Korkadie
306	300	
308	250	Ali Guelel
320	400	
321	350	Lahel
329	400	Belane
337	450	Clo Ologo (coude Alibirun)
353	400	N'Dioro
388	250	Boki
398	300	Walalde
410	300	Ouro Samba (coude de Timri)
440	700	Fonde Eliman
447	450	Tiou Balel
450	300	Sourai

Tableau 4 (suite)

Rayons des coudes du fleuve

<u>km</u>	<u>Rayon</u>	<u>Ville ou village</u>
457	300	Oualla
462	300	
482	500	
505	750	Sintiou Amadi Maran
533	550	Kaëdi
550	500	
610	600	Koundel Reo
615	550	Give
622	550	Matam
645	500	Dolol
673	400	Ornolde
684	300	Gouriki N'Diorem
755	450	Damba Kané

Il n'existe pas de coudes à forte courbure en amont du km 755.

5 Les seuils et les barrages

Il existe le long du fleuve plusieurs seuils et barrages réputés difficiles pour la navigation.

a) Les barrages entre Ambidédi et Kayes

Les résultats des calculs indiqués au paragraphe précédent ne donnent qu'une évaluation préliminaire de la navigabilité du Sénégal en aval de Kayes. Cependant, on a pu constater qu'en aval d'Ambidédi la navigabilité du fleuve est nettement supérieure à celle du tronçon Ambidédi-Kayes. Cette constatation concorde avec les observations de Fromaget (15) : "Les barrages de Tamboukane (km 896-898) et Diacandape (km 889-904) traversent entièrement le fleuve, comme ceux d'Ambidédi

(km 881-888). Ils sont à peu près plats. La différence entre le niveau des plus hautes et celui des plus basses roches n'est guère que de 30 cm. Ils sont sillonnés de nombreux canaux par lesquels s'écoule le fleuve aux basses eaux et où passent aussi les petits chalands et pirogues qui transportent pendant deux mois environ les marchandises et les passagers en transit".

D'après la figure 5 dans le cas d'un tirant d'eau de 1 à 2 mètres, la durée de la période de navigation est de 25 jours plus courte à Kayes qu'à Ambidédi.

Un quai et une gare de triage pour le chemin de fer existent déjà à Ambidédi à peu de distance en aval du seuil. Il suffira de quelques travaux guère importants pour faire d'Ambidédi une station de transit du trafic rail-fleuve.

b) Le seuil de Kabou (km 840-845)

Selon Fromaget (15) le barrage de sable de Kabou situé entre le km 840 et le km 845 constitue la partie la moins profonde de tout le fleuve. Mais un très grand nombre de corrections fondées sur les observations de 1955, ont été indiquées dans l'exemplaire de son ouvrage qui a été consulté. Ces corrections montrent que la configuration des bancs de sable voisins de Kabou s'est modifiée complètement, ce qui a eu pour résultat une augmentation de la profondeur d'eau, cette dernière étant de 2,10 m pour un débit de 500 m³/s selon les observations de la mission U.N.E.A.

c) Le barrage de Diouldé-Diabé (km 436)

Fromaget écrit que "le barrage de Diouldé-Diabé est, pour tous les navires, le terme absolu de la navigation pendant la saison sèche; à cette époque les chalands seuls peuvent le franchir; le fond y est rocheux et les courants violents". Sur le plan tracé par la mission U.N.E.A., il existe deux endroits où la profondeur est de 2,10 m pour un débit de 250 m³/s : le barrage lui-même (km 435,5) et le km 437,5, où le chenal est sableux. La partie la moins profonde du barrage rocheux semble ne pas s'étendre au-delà de 150 m.

d) Le seuil de Démét (km 381)

Fromaget n'en parle pas comme d'un seuil particulièrement difficile. Le plan établi par la mission U.H.E.A. n'indique qu'une seule ligne de sondage (au centre du fleuve) et l'on ne peut être sûr que le chenal le plus profond ait été observé. La profondeur minimum sondée à proximité par la mission U.H.E.A. était de 2,15 m pour un débit de 250 m³/s. Immédiatement en aval de la partie peu profonde, il existe un embranchement qui peut provoquer des alluvionnements pendant certaines parties du cycle du fleuve.

e) Le seuil de Gorel (km 365)

Ce seuil s'étend sur une longueur de 1,5 km environ et consiste de rognons de latérite et de calcaire ainsi que de quelques zones compactes (argiles banco). On a mesuré une profondeur d'eau de 3,65 m pour un débit de 500 m³/s (16). On se propose d'éliminer aux explosifs une partie de la roche du chenal afin d'améliorer le passage pour le "Keurmeur" pendant les périodes d'étiage. La Direction des travaux publics de la République Islamique de Mauritanie estime que le coût des opérations aux explosifs, atteindra 8 millions de francs CFA.

L'aménagement du chenal se fera à la cote - 1,00 I.G.N. Un examen minutieux du plan du seuil (17) révèle qu'il présente déjà sur toute sa longueur un chenal d'une largeur suffisante, atteignant - 0,90 m; l'élimination proposée de certaines roches aurait pour seul résultat l'augmentation du rayon du chenal de navigation pour des longueurs comprises entre 750 et 1100 m. En aval de Gorel, il existe plusieurs tronçons où le rayon du chenal de navigation est beaucoup plus réduit (voir tableau 4) et, même dans le cas où il serait souhaitable d'approfondir de 10 cm le chenal jusqu'à 1,00 I.G.N., il ne serait pas nécessaire de faire sauter toute la roche indiquée sur le plan; seules quelques plaques devront être éliminées car le rayon du nouveau chenal peut être beaucoup plus faible que prévu. On peut voir sur le plan qu'il existe même un chenal de 15 m de largeur à la cote - 1,00 I.G.N.

Dans le rapport où figure le plan considéré, l'approfondissement du chenal jusqu'à la cote - 1,00 IGN est justifié par le fait qu'après cette amélioration, le "Keurmour" des Messageries du Sénégal pourrait passer ce seuil toute l'année. Ainsi qu'il a déjà été signalé auparavant le "Keurmeur" possède les caractéristiques suivantes : longueur - 36 m, largeur - 6,00 m, tirant d'eau lège - 0,80m, tirant d'eau charge - 1,30 m port en lourd -140 t. Cela veut dire qu'une charge de 40 t représente un tirant d'eau de 94 cm et dès lors on ne comprend pas comment l'approfondissement du chenal à - 1,00 IGN permettrait un plus grand tirant d'eau.

La mesure des niveaux de l'eau à Boghé montre que ces niveaux ne descendent jamais au-dessous du zéro I.G.N.; en conséquence, on devrait pouvoir disposer toute l'année d'une profondeur d'eau minimum de 90 cm. La démarcation du chenal par un certain nombre de bouées serait une amélioration suffisante.

f) Le seuil de Mafou (km 331)

Le sondage de 1961 indique que ce seuil se trouve au-dessous de - 5,00 IGN. D'après le rapport U.H.E.A. de 1950 (16) le fond navigable serait de 4,20 m pour un débit de $250 \text{ m}^3/\text{s}$. Il semble que ce seuil ne réponde pas à la mauvaise réputation qu'il avait du temps de Fromaget (15), qui en a dit : "Ce barrage forme la limite de la navigation des gros navires fluviaux". Selon cet auteur "le piétement sur le seuil de Mafou est de 1,30 m environ à la fin de la saison sèche". Il est clair que les navires fluviaux de conception moderne, adaptés aux conditions du fleuve Sénégal, ne devraient pas avoir de difficultés à passer ce seuil.

CHAPITRE II

Amélioration de la navigabilité entre Saint-Louis et Kayes

Il semble que, moyennant quelques travaux d'importance mineure, le Sénégal puisse être navigable toute l'année sur ce tronçon (Saint-Louis-Cascas).

D'autre part, la principale cause qui empêche le Sénégal d'être navigable entre Cascas et Kayes pendant une certaine période de l'année est le simple fait que les débits y sont alors trop faibles.

Les études, proposées plus loin au titre 4 devraient aboutir à la détermination de l'état actuel de la navigabilité entre Podor et Kayes ainsi que l'augmentation de la profondeur d'eau disponible pour la navigation que l'on pourrait obtenir en aménageant certains seuils.

1. Dragage et régularisation du lit

Dans leur majorité ainsi qu'on vient de le voir, les seuils du Sénégal sont formés de sable. Ce genre de seuils est un phénomène ordinaire pour un fleuve à alluvions. En principe, le dragage d'un certain nombre de seuils pourrait augmenter leur profondeur disponible mais il convient de tenir compte du fait que ce dragage devra être répété tous les ans, les seuils étant reconstitués pendant les périodes de crues. Pour qu'il soit de quelque utilité, le dragage devra être effectué au début de la période d'étiage et, cela, assez rapidement afin d'assurer des profondeurs satisfaisantes pendant une période suffisamment longue avant que les débits ne s'épuisent au point de rendre toute navigation impossible. En conséquence, il pourra être nécessaire de draguer plusieurs seuils simultanément. On peut dire, à titre de conclusion, que le dragage n'offre qu'une solution restreinte, probablement très onéreuse.

La largeur du fleuve n'étant jamais très grande (voir tableau 3 du chapitre I), il convient d'envisager sérieusement la méthode classique de régularisation du lit à l'aide d'épis. La régularisation du lit empêche l'érosion des borges, concentre

le courant dans un chenal délimité et augmente les profondeurs. Cependant, l'effet optimum n'est obtenu qu'après la régularisation des débits.

L'érosion des berges est assez importante, elle a pour résultat l'élargissement du cours d'eau, l'alluvionnement de son lit et par conséquent, une réduction de la profondeur d'eau. Michel (22) cite plusieurs exemples où l'érosion des rives a avancé de 1 m ou plus par année au cours des cinquante dernières années. Sous l'effet de cette érosion, plusieurs bâtiments officiels ont complètement disparu à Matam. De nombreuses agglomérations, établies sur la rive du fleuve, utilisent la rive concave pour diverses cultures pendant la période de décrue et, de ce fait, ce terrain a été démunie de toute la végétation naturelle qui le protégeait de l'érosion. Chaque année, ces terrains sont travaillés et pendant la crue suivante, les eaux emportent sans difficulté le sol dénudé par la récolte. La reforestation systématique est l'un des moyens de ralentir l'érosion des berges. La forêt peut être exploitée rationnellement et ainsi le terrain ne restera pas improductif.

La méthode, conçue en URSS pour approfondir le chenal d'un fleuve alluvial à l'aide de panneaux déflectoires placés au fond du fleuve ou fixés à des cadres flottants, vient d'être l'objet d'une étude sur modèle. A l'heure actuelle, cette méthode est appliquée à titre expérimental sur le Niger au Mali et lorsque les résultats en seront connus, on pourra peut-être envisager son application pour certains des seuils du Sénégal.

Il est évident qu'aucune des méthodes mentionnées ci-dessus n'aboutira à une navigabilité pendant toute l'année du fleuve en amont de Cascas, puisqu'à la fin de la saison sèche le débit y est réduit à quelques mètres cubes par seconde seulement. La seule méthode qui puisse assurer une navigabilité pendant toute l'année est celle de la régularisation des débits à l'aide de réservoirs d'emmagasinage ou celle de la canalisation du fleuve.

2. Canalisation

Les profondeurs d'eau disponibles pour la navigation de certains fleuves, en Europe, par exemple, ont été augmentées pendant la période des basses eaux à l'aide de barrages mobiles. Les bateaux passent ces barrages à l'aide d'une écluse.

Il convient d'envisager les possibilités d'appliquer cette méthode pour rendre le Sénégal navigable pendant toute l'année en amont de Cascas. La différence totale d'altitude à surmonter entre Cascas et Ambidébi est d'environ 20 m sur une distance de 460 km. Il faudra évidemment tenir compte des pertes d'eau dues à l'évaporation, aux fuites et au passage des bateaux par les écluses. Une certaine retenue sera probablement nécessaire pour remplacer ces pertes.

La création de barrages de dérivation, dits "barrages digues", comme ceux qui ont été proposés dans quelques projets d'aménagement hydro-agricole, rendra nécessaire la construction d'écluses. L'effet que ces barrages auront sur la navigabilité dépendra de leurs caractéristiques et de leur mode d'opération. Dans tous les cas, la construction d'un tel barrage à Dagana avec l'écluse associée, à Dagana seulement, comme cela a été proposé dans le rapport de la Commission consultative des études pour l'aménagement du fleuve Sénégal de janvier 1957 (23), n'aura pas d'effet défavorable sur la navigabilité puisque la cote d'eau en aval de ce barrage ne descendra jamais beaucoup au-dessous de la cote zéro IGN.

Il est vraisemblable que l'application du principe des barrages digues pour l'amélioration de la navigabilité exigera un nombre de barrages plus grand qu'il n'en faut pour les besoins de l'agriculture. Il sera nécessaire de procéder à des études détaillées pour établir le nombre de barrages digues indispensables pour obtenir une certaine amélioration de la navigabilité.

La combinaison des barrages d'accumulation dans le haut fleuve et des barrages de dérivation avec écluses, si cela est nécessaire pour le développement agricole, permettrait, sans doute, d'obtenir une navigabilité pendant toute l'année.

Pour la construction des écluses il faut prendre en considération le fait que le lit du fleuve sera soumis à une érosion immédiatement en aval du barrage.

3. Régularisation des débits

Sur le Sénégal, en amont de Kayes, et sur la Falémé, on trouve plusieurs points intéressants pour la construction de barrages de retenue. Pour la navigation à proximité d'Ambidédi, seuls les réservoirs sur le Sénégal présentent de l'intérêt car le tronçon entre Ambidédi et le confluent de la Falémé doit avoir le même débit que le tronçon entre le confluent et le km 700 pour une même profondeur d'eau.

A côté des besoins de la navigabilité, ceux de la production d'électricité dans la partie supérieure du bassin et de l'agriculture dans la région de la vallée et du delta poseront naturellement des conditions particulières en ce qui concerne le programme d'emmagasinage et d'écoulement d'un réservoir ou d'une série de réservoirs.

Il serait nécessaire de préparer des combinaisons d'hydrogrammes des besoins en eau de ces diverses utilisations en tenant compte du fait que les débits à la sortie de la centrale hydro-électrique peuvent servir à la navigation et que les besoins de la navigation en débit décroissent dans la direction aval, ce qui permettrait d'utiliser une partie du courant pour l'agriculture.

A l'étape suivante, on appliquera cet hydrogramme de sortie sur la courbe des débits cumulés (on dispose de relevés journaliers de débits à Bakel, couvrant une période de 50 ans). Une fois fixée la dimension des retenues, on peut déterminer la fréquence des défaillances du programme de répartition des eaux à la sortie des réservoirs. On peut jouer sur le débit minimum à maintenir toute l'année ainsi que sur les hypothèses concernant la capacité à retenir pour les réservoirs.

Lorsqu'on aura décidé quel risque de défaillance peut être toléré, on pourra déterminer la capacité optimale des réservoirs.

Avant l'exécution d'une telle étude, qui tient compte de tous les besoins possibles des différentes utilisations de l'eau, on ne peut pas savoir dans quelle mesure la régularisation du débit augmentera la profondeur d'eau disponible pour la navigation. Il convient de rappeler ici qu'à Bakel, le module a varié entre 313 et 1305 m³/s pendant les 50 années de relevés. Comme dans le cas des autres fleuves africains, Niger, Bénoué et Nil par exemple, les années de forte hydraulique et celles de faible hydraulique se suivent par groupes. Il en résulte qu'une régularisation interannuelle, si elle se révélait nécessaire, exigerait l'existence de grands réservoirs.

Une fois établie la régularisation des débits, la construction d'ouvrages permanents pour la régularisation du lit du fleuve, permettrait d'augmenter encore plus la profondeur d'eau minimum. Pour ces travaux, on pourrait utiliser du bois, par exemple, pour la construction des assemblages de fascine, etc. Le MORELIA 'SENEGALENSIS que l'on trouve dans les forêts marécageuses le long du Niger en Nigeria entre le 7^e et le 10^e degré de latitude, convient particulièrement bien à cette sorte de travaux. Il est probable qu'il ne sera pas difficile de le cultiver de façon systématique dans la plaine d'inondation du Sénégal afin de pouvoir disposer de grandes quantités de bois au moment où ces travaux d'aménagement deviendront nécessaires.

Il convient également d'envisager les possibilités d'étendre la période de navigabilité à l'aide de réservoirs de faible capacité. Le nombre de jours de décrue où le débit à Bakel diminue de 300 à 100 m³/s a varié entre 40 et 80 pendant la période des relevés. Cela signifie que l'existence d'un réservoir de 700.106 m³

de retenue, destiné uniquement à la navigation, permettrait probablement d'accroître la période de navigabilité de 40 à 80 jours par année. (On a supposé, dans cet exemple, que la navigation n'est plus possible dès que le débit devient inférieur à $300 \text{ m}^3/\text{s}$). Cependant, il est probable que le coût de ces réservoirs devra être justifié entièrement par des considérations de navigabilité car, vraisemblablement, on ne pourra pas les utiliser simultanément à d'autres fins.

4. Etudes à réaliser

a) Etude de la navigabilité

L'évaluation préliminaire de la navigabilité étant fondée sur un nombre limité d'observations et sur des hypothèses qui simplifient les relations entre les débits et la hauteur des fonds du fleuve, d'autres études de la navigabilité sont nécessaires. Il serait particulièrement intéressant d'étudier la navigabilité du fleuve pendant les périodes d'étiage, car le nombre de jours où les débits à Bakel se trouvent entre 300 et $100 \text{ m}^3/\text{s}$, pendant une année moyenne, est assez élevé si on le compare au nombre de jours où les débits dépassent $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Ces nombres sont de 50 et 150 jours respectivement.

En plus de la détermination de la navigabilité actuelle du fleuve et des marigots les plus importants entre Saint-Louis et Bakel, ces études devraient rassembler les données indispensables pour la mise au point des travaux d'aménagement des tronçons qui réduisent la navigabilité en aval d'Ambidédi.

Les études proposées sont également indispensables pour que l'on puisse déterminer les possibilités de navigation qui résulteraient de la régularisation du débit à l'aide de réservoirs.

Il convient de prendre pour base, pour les possibilités de navigation, une largeur du chenal d'au moins 25 m à l'exception de certains tronçons courts.

Ces études demanderaient:

- une seule bande de photographie aérienne, à l'échelle 1/15.000, du lit mineur au cours des périodes d'étiage;
- le levé du thalweg du Sénégal, du marigot de Doué, du marigot de Gayo, du marigot Diamel et du marigot de Ngatanka;
- des levés de coupes transversales au moins tous les kilomètres;
- des séries d'observations des profondeurs d'eau dans le chenal de navigation des biefs limites et l'établissement de relations entre ces profondeurs d'eau et les débits et les hauteurs d'eau;
- des levés complets des biefs limites;
- l'établissement des courbes d'étalonnage pour les débits faibles Fodor, Boghé, Diouldé Diabé, Saldé, Kaedi, Matam, Bakel, Kayes et Kidira;
- l'observation des vitesses de courant sur un certain nombre de seuils pendant l'étiage;
- l'observation des largeurs et des rayons de courbure du chenal de navigation pendant l'étiage;
- la mesure des transports solides à Bakel et à Bagana;
- des prélèvements d'échantillons du lit du fleuve à chaque kilomètre et la détermination de la granulométrie.

Les travaux sur le terrain ne devraient pas s'étendre sur plus de douze mois et les travaux de dépouillement des données obtenues, consécutifs aux travaux sur le terrain, ne devraient pas demander plus de six mois. Il conviendrait de s'assurer les services d'un bureau d'études disposant d'une grande expérience dans le domaine des études de la navigation fluviale.

Le coût de cette étude ne devrait pas dépasser US \$ 150.000. En établissant ce chiffre, on a tenu compte de 24 ingénieurs-mois sur le terrain, 6 ingénieurs-mois de bureau, de

la présence d'un chef ingénieur pendant 10 jours, de dépenses imprévues, de l'achat d'instruments et de 2 petits house-boats, de dinghies pour les levés, de moteurs hors-bord, d'ultrasonsdes, de véhicules tout terrain, etc. Après l'achèvement de l'étude, cet équipement pourrait faire partie des biens de l'Organisation des Nations Unies ou des gouvernements intéressés. On n'a pas inclus dans cette somme le coût de la photographie aérienne, les salaires du personnel subalterne, notamment, de 4 agents techniques, de chauffeurs, etc. ni les dépenses en main-d'œuvre et en combustibles, etc.

b) Etude de la régularisation des débits

Cette étude est traitée dans le paragraphe 3 du présent chapitre. Les frais qu'elle peut entraîner dépendent du nombre des programmes d'écoulement qui seront mis en exécution et, par conséquent, du temps-machine des calculs électroniques. Étant donné que l'on doit envisager les différentes utilisations des débits du fleuve, l'évaluation du coût de cette étude dépasse le cadre du présent rapport.

5. Le balisage

Actuellement, le balisage se compose de balises placées sur les berges et de tour-balises construites aux points dangereux du fleuve. Ce système de balisage a été établi et construit par la mission Fromaget en 1906-1908. Les signaux de rives sont constitués de poteaux surmontés de voyants indiquant la distance à laquelle il faut passer. Tous les seuils rocheux entre Kayes et Diouldé Diabé sont marqués par des bouées lumineuses ou des tour-balises en maçonnerie. Les détails du balisage sont donnés dans des instructions nautiques (14), (15). Quelques travaux d'entretien du balisage sont effectués chaque année par la N.A.S., mais il semble qu'il faudrait réviser les emplacements plus souvent et plus régulièrement. On considère que le système actuel de balisage convient au développement actuel de la navigation où cette dernière s'arrête pendant les périodes d'étiage. On suppose cependant que lorsque la navigation sera maintenue pendant des périodes correspondant à des débits de 500 à 300 m³/s. à Bakel, le système des balises

fixes pourrait ne plus suffire et qu'il faudra avoir recours aux bouées de dimension moyenne pour marquer le chenal de navigation avec une précision plus grande. Ces bouées présentent en outre l'avantage de pouvoir être remplacées facilement lorsque l'alignement du chenal change. Il conviendrait de charger un service spécial de l'ajustement régulier de la démarcation du chenal. Les résultats fournis par l'étude proposée dans un autre paragraphe devraient permettre d'évaluer le nombre des barrages et des seuils dont le passage doit être indiqué par des bouées et en conséquence, de déterminer la main-d'œuvre et l'équipement du service de signalisation.

Actuellement, la navigation se poursuit pendant la nuit lorsque le ciel n'est pas trop couvert. Plusieurs feux fixes ont été installés le long du fleuve mais il est nécessaire de disposer d'un certain nombre de bouées lumineuses dans la partie basse du delta.

Afin de permettre la navigation de nuit pendant les périodes d'étiage et par temps nuageux, il conviendrait d'équiper les balises et les bouées de réflecteurs "Scotchlite" et les pouvoirs de projecteurs suffisamment puissants. La combinaison "Scotchlite" - projecteur a donné de très bons résultats sur le Mississippi aux Etats-Unis, sur le Congo et sur le Niger en Nigeria. Cependant, il va sans dire que l'application de la couleur noire, telle qu'elle est pratiquée actuellement dans le système de balisage, ne sera plus autorisée et qu'il faudra choisir une autre couleur. On suggère de tenir compte de l'expérience acquise sur les fleuves africains mentionnés ci-dessus lors de l'élaboration du nouveau système d'aide à la navigation de nuit.

6. Code des voies navigables

Le code utilisé actuellement est celui de la navigation en haute mer mais, lorsque la navigation fluviale augmentera, on aura besoin d'un code de navigation adapté au fleuve. Un tel code devra être adopté par les Gouvernements du Mali, de la Mauritanie

Chapitre III

Les moyens de navigation et leur modernisation

1. Les moyens actuels

a) Le parc fluvial des Messageries du Sénégal

Les caractéristiques des bateaux utilisés par les Messageries du Sénégal sont groupées dans le tableau 7. Le parc actuel n'est pas bien adapté à la navigation fluviale : les tirants d'eau lèges sont assez grands et les rapports entre le tirant d'eau chargé et la portée en lourd sont défavorables.

Les rapports entre la puissance de propulsion et la capacité de transport des bateaux sont élevés étant donné l'importance de la vitesse du courant et la faible pente du fleuve.

b) Pirogues

Les pirogues portées par le Sénégal sont faites sur place en bois, avec assez d'ingéniosité suivant les traditions. Le moyen de propulsion est la voile à livarde ou la cordelle. Ces pirogues transportent de 10 à 40 t de marchandises, mais il est entendu que ces poids sont transportés avec une hauteur de franc-bord de 5 à 20 cm. Une pirogue dont on dit qu'elle peut transporter 40 t coûte 280.000 francs CFA. Le tirant d'eau de cette pirogue est de 1,60 m. L'examen d'un certain nombre de pirogues a permis de constater en diverses occasions que le tirant d'eau des pirogues transportant de 20 à 25 t varie entre 1,20 et 1,70 m.

De tels tirants d'eau sont naturellement acceptables en aval de Podor mais ils réduisent les possibilités d'utilisation de ces pirogues pendant une partie assez considérable de l'année en amont de cette agglomération.

c) Vedettes et chaloupes

On croit savoir que les vedettes et les chaloupes qui sont utilisées pour les services réguliers de transport entre Podor, Kaedi, Matam et Bakel sont à fond galbé ou légèrement quillé.

Tableau 2

Recensement du parc fluvial de Saint-Louis 1961

Noms	Puissance	Catégorie	Jauge nette ou brute	Port en lourd	Longueur hors tout	Largeur du maitre couple	Tirant d'eau lègue	Tirant d'eau chargé
Lou-el-logdad	2 x 250 CV	Navire à passagers, 400 passagers à pont	463,00 T (N)	550 t	51,00 m	10,80 m	1,80 m	1,15 m
Keur Hour	2 x 140 CV	Cargo	165,00 T (N)	140 t	35,00 m	6,00 m	0,80 m	1,30 m
Soulac		LTC transformé 140 passagers à pont	163,00 T (N)	600 t	53,00 m	11,00 m	1,00 m	2,15 m
Bouiflers	180 CV	Remorqueur	40,20 T (B)		18,00 m	4,75 m	1,32 m	1,46 m
Diatura		Chaland	124,55 T (N)	200 t	37,30 m	5,70 m	0,24 m	1,22 m
Sabran	"		119,54 T (B)	60 t	26,00 m	5,00 m	0,40 m	0,75 m
Fayako	"		47,36 T (N)	80 t	30,00 m	4,00 m	0,35 m	1,10 m
Diculalel	"		15,00 T (N)	20 t	18,00 m	2,10 m	0,20 m	0,60 m
Djilor	"		44,00 T (N)	65 t	23,00 m	5,00 m	0,30 m	0,90 m
Sakar	"		44,55 T (N)	65 t	23,00 m	5,00 m	0,30 m	0,90 m

Il en résulte que leur tirant d'eau est supérieur à celui des bateaux à fond plat ce qui réduit les possibilités de leur utilisation comme dans le cas des pirogues mentionnées ci-dessus.

2. Modernisation du parc fluvial

Selon le directeur des Messageries du Sénégal - compagnie qui dispose du monopole du transport à moteur organisé sur le fleuve - le transport fait face actuellement à une demande insuffisante; en d'autres termes, le parc fluvial n'est pas utilisé dans une pleine mesure, même pendant l'hivernage.

Cependant, il est certain que si l'augmentation de la demande de transport exigeait une augmentation de l'effectif du parc fluvial, il conviendrait d'appliquer le principe du poussage et non d'utiliser des automoteurs ou le système du remorquage. Pour la mise au point du pousseur et des chalands, il faudra utiliser toute l'expérience acquise sur les autres fleuves africains peu profonds tels que le Niger, dans la République du Mali et en Nigeria, et le Nil au Soudan. L'absence actuelle de données sur la navigabilité du fleuve pendant les périodes d'étiage et l'incertitude des prévisions du tonnage qui sera transporté à l'avenir entre des stations fluviales inconnues ne permettent pas, naturellement, de donner un avis définitif sur les types d'unités à utiliser sur le Sénégal.

Toutefois, on peut formuler quelques remarques.

a) transport à grande distance

Il convient d'attendre les résultats de nouvelles études de la navigabilité avant de déterminer définitivement les caractéristiques des bateaux qui seraient utilisés pour le trafic à grande distance entre Saint-Louis et Ambidédi.

Les chalands devraient avoir un tirant d'eau léger très faible. On pourrait ainsi les utiliser avec une charge raisonnable même pendant les périodes de bas niveau du

flèuve. Les parois de la cale devraient être suffisamment hautes pour pouvoir utiliser pleinement la grande profondeur d'eau de 2 m dont on dispose pendant 120 jours par année, en moyenne, (voir fig. 5 du chapitre III). Par conséquent il conviendrait d'envisager sérieusement l'utilisation de l'aluminium pour ces chalands.

Ces caractéristiques dépendront également des catégories de marchandises à transporter par eau : produits ordinaires, produits pétroliers, minéraux, etc. Pour le transport des hydrocarbures, on pourrait utiliser des réservoirs en matière plastique dont les dimensions seraient adaptées à celles du chaland. L'encombrement à vide de ces réservoirs est faible.

Le rapport entre la puissance de propulsion du pousseur et le tonnage transporté par un convoi poussé devrait être de l'ordre de 0,25 à 0,5 CV/t.

Il existe déjà à Saint-Louis des installations de réparation aux chantiers navals de la Direction des travaux publics et au chantier des Messageries du Sénégal. Lorsqu'il y aura un trafic fluvial régulier à Ambidédi, il faudra construire dans ce port un slipway et un atelier.

b) transport entre Saint-Louis, Rosso et Boghé et Kaédi

Les bâtiments actuels ne conviennent pas entièrement au trafic de Boghé pendant les périodes des basses eaux. Il convient de rappeler ici qu'en aval de Boghé on dispose d'une profondeur d'eau de 90 cm pendant toute l'année. Le tirant d'eau lège du "Keur Mour" est de 0,80 m et son tirant d'eau chargé (140 t) de 1,30 m. L'augmentation du fond navigable jusqu'à 1 m, au seuil de N'Gorel sera sans grand effet sur la capacité de transport de ce bateau. Par conséquent, il convient d'envisager sérieusement la construction d'une nouvelle unité de navigation pour la circulation future entre Rosso et Boghé et Kaédi. Cette unité pourrait consister, par exemple, d'un pousseur et de deux chalands. Le tirant d'eau lège d'un chaland moderne pourrait être de 20 cm et son port en lourd de 50 t avec un tirant d'eau de 70 cm. Le pousseur

devrait être aussi à faible tirant d'eau et on pourrait étudier les possibilités d'utiliser l'aluminium pour sa superstructure. Dans le cas des faibles tirants d'eau on peut envisager pour le pousseur la propulsion à aubes ou à réaction hydraulique.

La vitesse d'un tel convoi poussé peut atteindre 15 km/h par eau calme.

c) le transport dans le delta

Dans le delta, le transport local entre Saint-Louis et les chantiers de l'Organisation autonome du delta et la rizerie de Richard Toll est effectué maintenant à l'aide des pirogues traditionnelles. Les taux de fret sont assez élevés (paragraphe 1 du chapitre II).

La production agricole augmente, il en est de même pour les besoins en engrains et en matériaux de construction et, par conséquent, pour les besoins en transport.

Il faudrait examiner les possibilités d'utilisation des petits bateaux de rivière de bois, modernes, que l'on peut construire sur place, et en particulier des deux types suivants d'unités fluviales:

Premièrement, l'automoteur d'un tonnage de 30 à 40 t. Cette unité pourrait être utilisée soit pour le transport des marchandises, soit pour celui des passagers, soit pour les deux. Sa vitesse peut être d'environ 10 km/h.

Deuxièmement, le convoi poussé avec, par exemple, un pousseur en bois et deux ou trois barges en bois de 10 t. Cette combinaison convient particulièrement bien pour le transport de quantités peu importantes de marchandises à des distances de 100 à 200 km. Des barges à fond plat de 10 t, ou un peu plus, pourraient être utilisées avec succès en combinaison avec un "overtoom", ^{1/} comme cela est décrit dans le chapitre V.

La Niger Marine and Engineering Company, Makurdi, Nigeria, entreprise qui a été créée par la Northern Region Developpement Corporation of the Gouvernement of

^{1/} Voir annexe I

Northern Nigeria, a acquis une grande expérience dans la conception et dans la construction de bateaux en bois destinés à être utilisés sur le Niger et le Benoué. Il est recommandé d'établir les contacts qui permettront d'appliquer au cas du fleuve Sénégal l'expérience acquise en Nigeria.

d) autres transports d'importance locale

Les vedettes et les chaloupes, utilisées actuellement entre Podor et Bakel, sont à fond galbé ou légèrement quillé. Par conséquent, pour une même capacité de charge et de passagers, leur tirant d'eau est supérieur à celui d'un bateau à fond plat et la période de l'année pendant laquelle elles peuvent être utilisées est plus courte que dans le cas de ces derniers.

On pourrait envisager, pour ces transports, des automoteurs d'une capacité de 15 à 20 t, construits en bois, de même que des bateaux semblables à ceux qui ont été mentionnés dans le paragraphe précédent. Ce genre d'unités pourrait aussi convenir à la navigation sur les marigots où il n'existe pas actuellement de service régulier.

CHAPITRE IV

Le port de Saint-Louis

1. Description générale du problème

Le port actuel de Saint-Louis se trouve sur la côte Est de l'île de Saint-Louis. Dans cette région, le Sénégal coule parallèlement à la côte et il est séparé de l'océan par la Langue de Barbarie qui s'étend au Sud de Saint-Louis sur une longueur de 24 km. La largeur de cette langue varie entre 200 et 500 m. Les profondeurs du Sénégal sur le tronçon qui débute au Nord de Saint-Louis et s'achève à l'embouchure, ainsi que les profondeurs de l'océan au large de la Langue de Barbarie, sont indiquées sur la carte 5851 (8) du Service hydrographique de la Marine française.

Le port lui-même consiste en un quai de 450 m et en un certain nombre de dépôts. Il est utilisé surtout par les Messageries du Sénégal. Les unités qui quittent le port dans la direction Sud doivent passer le pont Faidherbe qui est un pont tournant^{a/}.

La profondeur d'eau du fleuve entre Saint-Louis et l'embouchure est partout supérieure à 6 m^{b/}, mais à l'embouchure elle varie entre 2,50 et 3,50 m suivant la saison. La passe est très instable et le débouché en mer au fleuve s'est déplacé 26 fois au cours de la période 1850-1960 (12). Les découlements ne sont jamais dus aux crues du fleuve, ils sont toujours le fait de la mer et se produisent au cours des périodes de très forte houle (décembre-avril) (2).

- a/ La température augmentant au cours de l'après-midi produit une dilatation trop importante et le passage n'est ouvert que pendant les premières heures de la journée.
- b/ Il semble, cependant, que le long du quai, la profondeur ait diminué au cours des dernières années par suite de l'accumulation des débris jetés du quai dans le fleuve.

Pendant certains jours de la période décembre-avril, le brisement des larges houles à l'embouchure du fleuve empêche le passage des bateaux. Les observations journalières des pilotes de la Capitainerie du port de Saint-Louis indiquent qu'au cours des quelques dernières années, la barre n'est pas passable pendant 30 jours au maximum par an.

Plusieurs projets d'études en vue de l'amélioration du port de Saint-Louis et des projets pour la construction d'un nouveau port ont été conçus jusqu'ici (1), (4) et (20). Chaque fois, on avait indiqué qu'il était désirable que le port actuel de Saint-Louis puisse être atteint par les bateaux de mer. Ainsi, le but visé par l'aménagement a toujours été une liaison entre la mer et le port de Saint-Louis. Le fait que des bâtiments de 5 m de tirant d'eau pourraient ainsi atteindre Kayes pendant une courte période de l'année en est une des raisons, souvent invoquée.

Pourtant, cette idée se heurte à plusieurs objections sérieuses.

En premier lieu, les bâtiments de mer ne sont pas bien adaptés au trafic fluvial du point de vue technique. Pour un même tirant d'eau, les bateaux fluviaux modernes offrent un port en lourd supérieur à celui des bâtiments de mer. Le coût par tonne kilomètre est plus faible dans le cas des unités fluviales que dans celui des bateaux de mer.

En second lieu, la période pendant laquelle les bateaux de mer de moindres dimensions peuvent atteindre Matam ou Kayes est assez courte en réalité, elle ne dépasse généralement pas deux mois par année alors qu'elle est beaucoup plus longue dans le cas des bateaux fluviaux. Le but visé par le développement d'un port à Saint-Louis ne peut être la possibilité de navigation jusqu'à Kayes à la période pendant laquelle cette ville est accessible aux bateaux de mer. Par conséquent, on doit prévoir, dans tous les cas, un parc fluvial qui sera naturellement utilisé pendant la période de crue également.

Troisièmement, il faut également tenir compte du fait que la réalisation d'un projet de régularisation du courant du fleuve, soit comme conséquence de l'aménagement hydro-électrique, soit en vue de l'extension de la période de navigabilité, aura pour résultat une diminution de la hauteur de crue qui affectera la navigation jusqu'à Kayes.

Finalement, on doit considérer l'évolution future. Il se pourrait qu'après la régularisation du courant du fleuve, un barrage mobile soit construit dans la partie située le plus en aval du fleuve afin de réduire la salinité dans le delta. Le trafic des bateaux de mer exigerait alors la construction d'une écluse.

De ces considérations, on peut conclure qu'il serait logique d'envisager la construction du port indépendamment du régime du fleuve. Les seuls facteurs à considérer dans ce cas sont la distance entre le port de mer et le port fluvial, qui doit être aussi petite que possible afin de réduire les dépenses de transit et, deuxièmement le fait qu'au port, la courbe de profondeur de 10 m par exemple doit se trouver le plus près possible de la côte afin de réduire les frais de construction du port. La carte hydrographique 5851 de la Marine française montre que la distance entre la côte et la courbe de profondeur de 10 m atteint un minimum à Saint-Louis et augmente vers le Nord et vers le Sud. Il va de soi qu'il est indispensable de procéder à un nouveau levé afin de déterminer s'il y a eu de grands changements depuis celui de 1934.

La construction d'un port à Saint-Louis est avantageuse également du fait qu'il y existe déjà un port fluvial avec quelques dépôts et un quai de 450 m. Il existe également des installations pour les réparations et l'entretien des unités de navigation au chantier naval de la Direction des travaux publics du Sénégal. On peut disposer également des bâtiments indispensables pour loger l'administration du port. Il sera facile probablement d'étendre le port fluvial en récupérant les parties basses du fleuve situées immédiatement au Nord de l'île de Saint-Louis.

A l'Est, cette partie basse aborde directement le tronçon plus profond du fleuve.

On a déjà effectué quelques études préliminaires d'un port au voisinage de Saint-Louis (1). Il ressort de ces études que, malgré l'existence d'un certain nombre de données techniques, il serait nécessaire de procéder à d'autres observations pour obtenir les renseignements indispensables à une étude sur modèle qui donne de bons résultats. En égard à la nature de la côte et à l'action des houles, il ne fait pas de doute qu'une étude sur modèle serait extrêmement utile pour une conception efficace des ouvrages. Selon le rapport Sogreah-Sogetha (1), la campagne de mesure (levé, observations des houles, etc.) durerait une année, les études sur modèle 18 mois et l'avant-projet pourrait être terminé 40 mois après la signature de la convention entre le bureau d'études et le client. Dans la partie cinq du rapport M.A.S. "Port de Saint-Louis", de septembre 1959 (4), les dépenses totales sont définies de la manière suivante :

- Travaux, mesures et études exécutés sur place ou en France : (ce qui inclut l'avant-projet) : 81.600.000 francs CFA
- Dépenses locales directes de l'administration : 38.400.000 francs CFA

Total : 120.000.000 francs CFA

En 1961, les importations du Mali ont été constituées par 90.000 t de marchandises de caractère général et 50.000 t de produits pétroliers. Les exportations ont porté sur 50.000 t environ.

Le tonnage transporté actuellement par les messageries du Sénégal atteint environ 20.000 t en remontant le fleuve et environ 5.000 t à la descente. Pour établir un pronostic de l'évolution possible du transport sur le Sénégal, il faut attendre une étude détaillée qui tienne compte, entre autres, des effets de la régularisation des débits. De toutes façons, le tonnage qui passera par le port de Saint-Louis sera assez réduit au cours des premières années et ne dépassera pas probablement 100.000 t de marchandises et 50.000 t de produits pétroliers. Il conviendrait donc d'envisager sérieusement la construction d'un wharf au lieu de celle des ouvrages de protection, habituellement associés à un port de mer. Ce projet est assez séduisant par les avantages suivants :

- La construction d'un wharf demande des études et des préparatifs moins longs; l'étude sur modèle n'est pas nécessaire dans ce cas.
- Le temps nécessaire à la construction du wharf proprement dite est beaucoup moins long que celui de la construction des ouvrages de protection.
- La construction d'un wharf est moins coûteuse.
- Une fois assuré un développement suffisant du trafic, on pourra procéder à la construction des ouvrages de protection à partir du wharf, transformant celui-ci en un port où l'on pourra continuer à l'utiliser ainsi que ses installations.

Pour la manutention des hydrocarbures, il faudrait prévoir un pipeline reliant le navire amarré sur coffres aux réservoirs à hydrocarbures, situés à terre.

Les études d'un wharf à Saint-Louis pourraient s'appuyer naturellement sur celles qui ont été faites pour le wharf de Nouakchott situé à 240 km de Saint-Louis, en un point où la côte est parallèle à la côte de Saint-Louis. L'étude de ce wharf a coûté

4.500.000 francs CFA (6). On a évalué à 20 mois le temps qui sera nécessaire à la construction de ce wharf et à 300.000.000 francs CFA les dépenses de construction. Toutefois, le coût d'un wharf à Saint-Louis sera quelque peu supérieur étant donné a) que le wharf sera plus long puisque les lignes de contour de 5 m et de 10 m y sont plus éloignées de la côte, b) que sa capacité sera supérieure et c) qu'il faudra construire une voie de communication entre le wharf et le port fluvial déjà existant.

2. Les données existantes

a) les houles

Le rapport Sogreh-Sogetha (1) donne les indications suivantes sur la houle à Nouakchott :

"Il n'existe pas de données continues et quantitatives sur les caractéristiques des houles au large de Saint-Louis. Toutefois, l'étude de l'évacuation des minéraux de cuivre d'Akjoujt contient les résultats d'observations de houle portant sur une durée de 1 an. Ces résultats amènent les commentaires suivants :

La direction de la houle est extrêmement constante surtout pendant la saison sèche d'octobre à juin où la direction Nord-Ouest prédomine très largement avec quelques observations de direction Nord. En hivernage, la direction de la houle conserve également une prédominance Nord-Ouest mais quelques houles proviennent de l'Ouest et du Sud-Ouest pendant 10 à 15 % du temps.

Les caractéristiques sont variables suivant les saisons. Pendant les mois de décembre, janvier, février, mars et avril, les houles longues sont fréquentes avec des périodes moyennes comprises entre 11 et 15 secondes. De même, à cette époque l'amplitude de la houle est en général plus forte que pendant le reste de l'année; les valeurs moyennes sont comprises entre 1,0 et 1,60 m pendant cette période, contre 0,80 m et 1,20 m le reste de l'année par fonds de 10,00 m.

Les valeurs extrêmes observées ont été de 17-18 secondes pour la période et 3-3,15 m pour l'amplitude en janvier 1955. Dans 50 % des cas la période est inférieure à 9 s et l'amplitude inférieure à 1,20 m. Enfin, dans 97 % des cas, l'amplitude est inférieure à 2 m.

Les observations précédentes, effectuées au large de Nouakchott, donnent une indication sur les caractéristiques des houles probables dans la région saint-louisienne. Il est toutefois possible que les houles d'Ouest à Sud-Ouest se présentent plus fréquemment en face de Saint-Louis durant la saison d'hivernage."

b) La marée

Le service hydrographique de la Marine (13) donne les renseignements suivants sur les marées :

Dakar : Amplitude moyenne en vive-eau : 1,30 m. Corrections pour pleines mers en Saint-Louis : heures v.e. : 40 minutes, hauteurs v.e. 0,0 m.

Le M.A.S. a récemment installé à Saint-Louis un marégraphe à la cote de mer et dispose de grands nombres de relevés de marées sur le Sénégal. Le rapport Sogreah-Sogheta (1) signale que les mesures de vitesse et de débits, exécutées en juin 1901, indiquent un volume de marée de l'ordre de 15 à 20 millions de mètres cubes.

c) Les courants

Dans le fleuve, près de Saint-Louis, les vitesses sont très faibles pendant la saison sèche : 20 à 30 cm/s alors que les vitesses maximales sont de 50 à 75 cm/s (1). Selon le même rapport, les vitesses varient pendant la crue entre 75 et 110 cm/s, mais il semble que des vitesses maximales de 180 cm/s aient été observées.

Au large, il existe un courant littoral de direction Nord-Sud en saison sèche qui s'annule et, même, change de sens en période d'hivernage.

Les Instructions nautiques (14) notent que la barre est praticable toute l'année sauf en moyenne 80 jours par an; époque favorable : avril et décembre. Le passage de barre mauvaise à barre praticable, et vice-versa, est parfois très rapide. Par contre, des observations plus récentes, effectuées au cours de plusieurs années par la Capitainerie du port de Saint-Louis montreraient que ce nombre ne dépasse pas 30 jours.

d) Les vents

Les résultantes des vents ont été calculées par J.P. Nicolas et publiées dans le rapport du professeur A. Guilcher (2). Le rapport Sogreah-Sogetha contient également quelques données sur les vents et indique, notamment, que les observations périodiques toutes les 6 heures ne font pas apparaître de valeurs supérieures à 15 m/s. Toutefois, le jour de la dernière coupure (26 mars 1959), on a noté à 10 h.40 un vent de 17 m/s de direction Nord. En moyenne, les vents les plus forts s'observent en novembre et en décembre et les plus faibles d'avril à juin.

e) Le transport des sables

L'intensité du transport littoral n'est pas connue. A Saint-Louis la côte suit une direction Nord-Sud. On peut supposer que le transport littoral diminue vers le Sud, étant donné que l'orientation de la côte change progressivement au Nord-Est/Sud-Ouest. Pendant l'hivernage, l'action des vagues est bien plus faible que pendant la saison sèche et l'une des raisons qui expliquent l'accroissement de hauteur de la barre pendant cette saison pourrait être la quantité de solides apportée par le fleuve pendant la période de crue. Pendant la saison sèche, la quantité de solides transportée par le fleuve devient négligeable et l'action accrue des vagues détruit les dépôts de la saison humide.

A. Guilcher indique dans son rapport (2) que la largeur de la langue dans l'axe du pont Servatius est passée de 295 m en 1856 à 170 m en 1926. D'autre part, selon le rapport Sogreah-Sogetha : "il est parfois fait mention d'un recul progressif du rivage au large de Saint-Louis. Nous n'avons pas trouvé de documents cartographiques montrant avec certitude une telle évolution." Il serait utile d'étudier cette question en détail afin de prendre des mesures dans le temps. (Si une telle érosion de la côte se produit réellement, on pourra probablement s'y opposer à l'avenir au moyen d'ouvrages simples de protection qui ne seront pas trop coûteux. Il sera peut-être possible de combiner les ouvrages nécessaires à la protection de la côte avec ceux qui sont proposés par A. Guilcher, ce qui rendrait plus facile l'échouement des pirogues de pêche lorsque les vagues sont grandes, comme c'est le cas pendant la saison sèche. Cependant, il serait nécessaire d'effectuer une étude sur modèle pour ce dernier type de constructions.)

3. Etudes à réaliser

a) Etudes à réaliser pour un wharf à Saint-Louis

On ne s'attend pas à voir des différences suffisamment grandes entre les caractéristiques des houles à Nouakchott et à Saint-Louis pour que les observations de la houle qui ont été faites à Nouakchott pendant toute une année ne puissent pas être utilisées lors de l'étude d'un wharf pour Saint-Louis. On pourrait demander au Service hydrographique de la marine de faire à nouveau un levé normal de la mer au large de Saint-Louis et un levé détaillé le long de la côte, sur 3 km de largeur, le long de la Langue de Barbarie.

La marée doit être observée à Saint-Louis pendant quelques mois, mais le M.A.S. vient d'installer un marégraphe.

Après avoir déterminé l'emplacement du wharf, on devrait étudier la voie de communication avec le port fluvial. On aura besoin de levés topographiques. On doit

déterminer la meilleure solution pour le passage du Marigot de N'Diago, par pont ou par digue, et procéder à des levés hydrographiques de ce marigot. Ces études ne devraient pas s'étendre au-delà d'une année.

Les études mentionnées ci-dessus pourraient être entreprises par des organismes de l'Etat déjà existants ou par un bureau d'étude. Le plan même du wharf serait fait par un bureau d'étude.

b) Etudes à réaliser pour les ouvrages de protection à Saint-Louis

Pour ce qui est des études préliminaires à l'élaboration d'un plan du port à Saint-Louis, on se référera au rapport Sogreah-Sogetha (1).

CHAPITRE V

RESUME DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La navigabilité du fleuve Sénégal

Aucune étude complète de la navigabilité n'a été effectuée jusqu'ici mais on est parvenu à une estimation préliminaire de la navigabilité en se fondant sur certains renseignements déjà connus. Des données plus nombreuses seront nécessaires pour que l'on puisse établir la navigabilité avec une précision suffisante. En particulier, il faut un plus grand nombre d'observations des profondeurs d'eau au cours des périodes de faible débit.

Les vitesses de courant sont généralement d'importance moyenne, mais l'on ne connaît pas les vitesses aux seuils rocheux pendant les périodes des basses eaux.

En général, la largeur du chenal de navigation est suffisant. Les rayons des coudes ne sont jamais inférieurs à 250 m pendant les périodes des eaux hautes et moyennes mais on ne connaît pas ces rayons pendant l'étiage.

En aval d'Ambidédi, la navigabilité du fleuve est de beaucoup supérieure à celle du tronçon Ambidédi-Kayes. On recommande d'utiliser pour terminus du transport fluvial non pas Kayes mais Ambidédi où il existe déjà un quai et une gare de triage pour le chemin de fer.

On recommande d'examiner à nouveau la question des ouvrages proposés pour le seuil de Gorel, étant donné que les effets de ces ouvrages sur la navigabilité seront négligeables.

Amélioration de la navigabilité entre Saint-Louis et Kayes

La raison principale pour laquelle le fleuve n'est pas navigable toute l'année en aval de Cascas est la faiblesse des débits pendant une certaine partie de l'année.

Le dragage est une solution qui ne donnerait que des résultats limités et qui serait très coûteuse.

La manière la plus efficace d'améliorer la navigabilité consiste à régulariser les débits au moyen de réservoirs. L'augmentation du débit minimum jusqu'à $300 \text{ m}^3/\text{s}$ et l'aménagement de certains seuils résulteraient probablement en une profondeur d'eau disponible pour la navigation minimum de 1 m en aval d'Ambididi.

Il est probable que la canalisation du fleuve au moyen de barrages - digues munies d'écluses, considérée comme un moyen de rendre le fleuve navigable pendant toute l'année, exigerait également l'emmagasinage d'une certaine quantité d'eau pour remplacer les pertes dues à l'évaporation, aux fuites et au passage des bateaux par les écluses.

L'utilisation de réservoirs de retenue d'une faible capacité en vue d'étendre la période de navigation devra probablement être justifiée entièrement par les intérêts économiques de la navigation car il est peu vraisemblable que ces réservoirs puissent servir à d'autres fins en même temps.

L'érosion des berges devrait être arrêtée ou freinée dès maintenant. On recommande d'encourager la culture du Morelia Senegalensis, cette essence convenant à la construction des ouvrages de régularisation du lit du fleuve.

Tant que l'on aura pas fait une étude qui porte sur les besoins de toutes les utilisations possibles de l'eau dans le bassin, compte tenu des débits relevés à Bakel au cours des cinquante dernières années et compte tenu des possibilités physiques d'emmagasinage de l'eau au moyen de réservoirs, on ne pourra pas connaître la profondeur d'eau navigable qu'il sera techniquement possible d'obtenir après la régularisation des débits. Il conviendra évidemment de tenir compte aussi des considérations d'ordre économique.

L'évaluation préliminaire de la navigabilité, établie dans ce rapport, est basée sur un nombre restreint d'observations et sur des hypothèses qui simplifient les relations entre les débits et les profondeurs d'eau; il est par conséquent nécessaire de procéder à des études plus complètes de la navigabilité.

Ces études sont décrites dans le chapitre IV; leur durée serait de dix-huit mois; leur coût ne dépasserait pas US \$ 150.000.

L'étude de la régularisation des débits est également indispensable. Le coût d'une telle étude dépendra du nombre des programmes de relâchement de la retenue intervenant dans le traitement des données sur les débits et par conséquent du temps-machine employé aux calculs électroniques. Étant donné qu'il conviendrait d'envisager l'utilisation du débit du fleuve pour diverses fins, l'estimation du coût dépasse la portée de ce rapport.

Les moyens de navigation et leur modernisation

Le parc fluvial actuel des Messageries du Sénégal n'est pas convenablement adapté à la navigation fluviale : les tirants d'eau lège sont assez grands et les rapports entre le tirant d'eau chargé et le port en lourd sont défavorables. De même, les rapports entre la puissance de propulsion et la capacité de transport sont assez grands pour certaines unités, étant donné les valeurs que prend la vitesse du courant et la faible pente du fleuve.

Il conviendrait d'adopter le système du poussage au lieu du système de remorquage, utilisé actuellement.

Il faudrait utiliser pleinement l'expérience acquise avec le système de poussage sur les autres fleuves peu profonds d'Afrique tels que le Niger au Mali et en Nigeria et le Nil au Soudan.

Les tirants d'eau des pirogues traditionnelles, des vedettes et des chaloupes utilisées sur le fleuve sont grands par rapport à la capacité de transport de ces unités. De ce fait, en amont de Podor, les possibilités d'utilisation de ces constructions sont réduites pendant une partie considérable de l'année.

On recommande de construire de petits convois poussés en bâts pour les besoins du transport dans le delta et sur le fleuve, entre Podor et Bakel.

Le port de Saint-Louis

On recommande d'envisager la construction d'un port ou d'un wharf à Saint-Louis, indépendamment du régime du fleuve Sénégal.

Pour les diverses raisons qui sont exposées dans la première partie du chapitre IV, on recommande d'envisager, comme première étape du développement d'un port à Saint-Louis, la construction d'un wharf et non la construction des ouvrages de protection qui sont habituellement associés à un port de mer. Lorsqu'un développement suffisant du trafic sera atteint, des ouvrages de protection pourront être construits autour du wharf, formant ainsi un port où le wharf initial et ses installations pourront continuer d'être utilisés.

ANNEXE I

Le rôle du transport par eau dans la moyenne Vallée et dans le Delta

Les plans de l'organisation du transport dans la Vallée et dans le Delta du Sénégal doivent être établis avec soin; on trouvera ci-dessous quelques remarques intéressant cette question.

En général, les prix du transport par eau sont nettement inférieurs à ceux du transport par route ou par rail. Il en est de même dans le cas du fleuve Sénégal, comme permet d'en conclure l'examen des coûts du transport par tonne-kilomètre exposé dans le rapport de la C.I.N.A.M. (9). Dans certains cas, l'écart entre les prix des différents types de transport peut atteindre des proportions telles que plusieurs pays ont décidé de construire de nouveaux canaux jugeant qu'ils constituaient la voie la plus efficace de pénétration. A l'heure actuelle, de nouvelles voies navigables artificielles sont en construction en Europe occidentale et en U.R.S.S.

Le développement de l'agriculture dans la vallée augmentera la production des récoltes vendables. Le prix élevé du transport vers les centres de consommation ou vers les ports d'exportation réduit en effet les prix qui peuvent être payés à l'agriculteur et par conséquent le revenu de ce dernier. L'existence d'une voie navigable constitue donc un avantage important et la principale artère dont il faut tenir compte dans l'établissement des plans du système de transport dans la Vallée et dans le Delta doit être, par conséquent, la voie navigable. La régularisation des débits à des fins autres que la navigation aura naturellement un effet très favorable sur le développement ultérieur des moyens de transport bon marché dans la vallée.

En aval de Boghé, le Sénégal est actuellement navigable pendant toute l'année pour les auto-moteurs et les convois poussés ayant un tirant d'eau de moins de 90 cm.

Après l'achèvement du wharf de Nouakchott, il faudra établir un service régulier entre Rosso et Boghé, utilisant les moyens modernes de transport fluvial ayant un tirant d'eau peu élevé. Les études mentionnées au chapitre IV permettront de juger de la possibilité d'allonger jusqu'à Cascas, sans avoir recours à des travaux importants, le tronçon qui est navigable pendant toute l'année. En aval de Podor, les profondeurs d'eau permettent des tirants d'eau plus grands et entre Saint-Louis et Rosso la profondeur d'eau minimum est supérieure à 3 m. Il est donc évident qu'entre Saint-Louis et Rosso le transport par eau est le moins cher et que le trafic de marchandises doit s'effectuer suivant cette voie.

La construction de routes parallèles à la vallée du fleuve et de routes connectant les premières avec les agglomérations de la vallée doit être étudiée dans le cadre d'un développement planifié du système de transport, tenant compte des caractéristiques économiques et des coûts de tous les moyens de transport - air, rail, route, eau.

Le système des marigots doit être utilisé au maximum. On a constaté, par exemple, que le marigot de Doué, était navigable toute l'année jusqu'à proximité de Diaga Tioubalo (face au km 410 du fleuve Sénégal). Toutefois, il n'y a pas de service régulier actuellement. L'aménagement du marigot de Gayo et le rattachement de ce dernier au marigot de Doué, qui assureraient une voie d'eau permanente entre Podor et Guedé, devraient être étudiés avec attention en tant que possibilité de communication entre Ndiayene et Podor, puisque la construction d'une route entre ces deux villes entraînera certainement des frais considérables. Pour assurer le service régulier entre Podor et Guédé on pourrait utiliser des bateaux rapides convenablement adaptés.

Lors de la construction de canaux d'irrigation ou de l'aménagement des marigots pour les besoins de l'irrigation, il serait nécessaire de tenir pleinement compte des

possibilités de communication par voie d'eau. On peut mentionner ici comme exemple les canaux d'irrigation de l'Inde et les canaux de drainage des Pays-Bas, utilisés pour la navigation. Ce principe pourrait trouver une application, par exemple, dans le cas du marigot du Tialongueil (dit marigot de Damel), en aval de Matam.

La construction de barrages sur les marigots, dans le but de régulariser la hauteur d'eau de ces derniers, ne sera pas nécessairement contraire aux intérêts de la navigation. La construction d'un "overtoom"^{a)} permet de résoudre, très efficacement et à peu de frais, le problème du passage de ces barrages par les unités fluviales. Il convient d'envisager, dès maintenant, l'application de cette technique dans le Delta du Sénégal dont le réseau de voies navigables est très riche et où les besoins du transport fluvial augmentent avec le développement de la région, notamment avec l'accroissement de la production du riz.

Les Bacs

Le long du Sénégal et du marigot de Doué, on trouve des bacs aux points suivants: Rosso, Guina, Podor, Kaedi, Matam et Bakel.

On pense qu'il serait facile de perfectionner la méthode utilisée actuellement pour traverser le fleuve et qu'il conviendrait d'étudier cette question.

a) L'"overtoom" est une combinaison de deux slips successifs permettant de faire passer une digue à un matériel flottant.

ANNEXE II

LA NAVIGABILITE DE LA FALEME

Yerantonis, (20) signale que, pendant les hautes eaux, du 1er août à fin septembre, soit pendant deux mois, des pirogues et des bateaux, calant moins de 2 m, peuvent remonter la basse Falémé jusqu'à Kidira.

Le même rapport dit à ce sujet : "L'étude de la navigabilité de la Falémé a fait l'objet d'abord en mars 1957 d'une étude basée sur des levées hydrographiques datant de 1932-35 effectuées par une mission topographique de la M.E.F.S. Cette étude a montré que l'aménagement de la Falémé en voie navigable n'est possible que sur son cours inférieur c'est-à-dire jusqu'au P.K. 180 de la confluence avec le Sénégal, aux environs de la région de Sambouciry (aux abords de la côte 40.00 du lit de la rivière). Le coût de cet aménagement serait de l'ordre de 4 milliards, prix du 1er trimestre 1957 ... et nécessiterait en réalité l'établissement de trois barrages, munis d'écluses pour la navigation. Il importe de noter que cet aménagement nécessiterait en réalité l'établissement d'un barrage-réservoir (2-3 milliards) pour l'alimentation de la canalisation Falémé-Sénégal, dans le cas d'un trafic intense (minier par exemple) qui relieraut le Haut Bassin de la Falémé à un port maritime à Saint-Louis, ainsi que pour parer à l'insuffisance du débit d'étiage de la voie navigable, surtout en certaines années."

Il est évident qu'au cas où il serait désirable d'aménager la rivière Falémé en voie navigable, il faudrait procéder à des études étendues et détaillées.

Troisièmement, il faut également tenir compte du fait que la réalisation d'un projet de régularisation du courant du fleuve, soit comme conséquence de l'aménagement hydro-électrique, soit en vue de l'extension de la période de navigabilité, aura pour résultat une diminution de la hauteur de crue qui affectera la navigation jusqu'à Kayes.

Finalement, on doit considérer l'évolution future. Il se pourrait qu'après la régularisation du courant du fleuve, un barrage mobile soit construit dans la partie située le plus en aval du fleuve afin de réduire la salinité dans le delta. Le trafic des bateaux de mer exigerait alors la construction d'une écluse.

De ces considérations, on peut conclure qu'il serait logique d'envisager la construction du port indépendamment du régime du fleuve. Les seuls facteurs à considérer dans ce cas sont la distance entre le port de mer et le port fluvial, qui doit être aussi petite que possible afin de réduire les dépenses de transit et, deuxièmement le fait qu'au port, la courbe de profondeur de 10 m par exemple doit se trouver le plus près possible de la côte afin de réduire les frais de construction du port. La carte hydrographique 5851 de la Marine française montre que la distance entre la côte et la courbe de profondeur de 10 m atteint un minimum à Saint-Louis et augmente vers le Nord et vers le Sud. Il va de soi qu'il est indispensable de procéder à un nouveau levé afin de déterminer s'il y a eu de grands changements depuis celui de 1934.

La construction d'un port à Saint-Louis est avantageuse également du fait qu'il y existe déjà un port fluvial avec quelques dépôts et un quai de 450 m. Il existe également des installations pour les réparations et l'entretien des unités de navigation au chantier naval de la Direction des travaux publics du Sénégal. On peut disposer également des bâtiments indispensables pour loger l'administration du port. Il sera facile probablement d'étendre le port fluvial en récupérant les parties basses du fleuve situées immédiatement au Nord de l'île de Saint-Louis.

A l'Est, cette partie basse aborde directement le tronçon plus profond du fleuve.

On a déjà effectué quelques études préliminaires d'un port au voisinage de Saint-Louis (1). Il ressort de ces études que, malgré l'existence d'un certain nombre de données techniques, il serait nécessaire de procéder à d'autres observations pour obtenir les renseignements indispensables à une étude sur modèle qui donne de bons résultats. En égard à la nature de la côte et à l'action des houles, il ne fait pas de doute qu'une étude sur modèle serait extrêmement utile pour une conception efficace des ouvrages. Selon le rapport Sogreah-Sogetha (1), la campagne de mesure (levé, observations des houles, etc.) durerait une année, les études sur modèle 18 mois et l'avant-projet pourrait être terminé 40 mois après la signature de la convention entre le bureau d'études et le client. Dans la partie cinq du rapport M.A.S. "Port de Saint-Louis", de septembre 1959 (4), les dépenses totales sont définies de la manière suivante :

- Travaux, mesures et études exécutés sur place ou en France : (ce qui inclut l'avant-projet) : 81.600.000 francs CFA
- Dépenses locales directes de l'administration : 38.400.000 francs CFA

Total : 120.000.000 francs CFA

En 1961, les importations du Mali ont été constituées par 90.000 t de marchandises de caractère général et 50.000 t de produits pétroliers. Les exportations ont porté sur 50.000 t environ.

Le tonnage transporté actuellement par les messageries du Sénégal atteint environ 20.000 t en remontant le fleuve et environ 5.000 t à la descente. Pour établir un pronostic de l'évolution possible du transport sur le Sénégal, il faut attendre une étude détaillée qui tienne compte, entre autres, des effets de la régularisation des débits. De toutes façons, le tonnage qui passera par le port de Saint-Louis sera assez réduit au cours des premières années et ne dépassera pas probablement 100.000 t de marchandises et 50.000 t de produits pétroliers. Il conviendrait donc d'envisager sérieusement la construction d'un wharf au lieu de celle des ouvrages de protection, habituellement associés à un port de mer. Ce projet est assez séduisant par les avantages suivants :

- La construction d'un wharf demande des études et des préparatifs moins longs; l'étude sur modèle n'est pas nécessaire dans ce cas.
- Le temps nécessaire à la construction du wharf proprement dit est beaucoup moins long que celui de la construction des ouvrages de protection.
- La construction d'un wharf est moins coûteuse.
- Une fois assuré un développement suffisant du trafic, on pourra procéder à la construction des ouvrages de protection à partir du wharf, transformant celui-ci en un port où l'on pourra continuer à l'utiliser ainsi que ses installations.

Pour la manutention des hydrocarbures, il faudrait prévoir un pipeline reliant le navire amarré sur coffres aux réservoirs à hydrocarbures, situés à terre.

Les études d'un wharf à Saint-Louis pourraient s'appuyer naturellement sur celles qui ont été faites pour le wharf de Nouakchott situé à 240 km de Saint-Louis, en un point où la côte est parallèle à la côte de Saint-Louis. L'étude de ce wharf a coûté

4.500.000 francs CFA (6). On a évalué à 20 mois le temps qui sera nécessaire à la construction de ce wharf et à 300.000.000 francs CFA les dépenses de construction. Toutefois, le coût d'un wharf à Saint-Louis sera quelque peu supérieur étant donné a) que le wharf sera plus long puisque les lignes de contour de 5 m et de 10 m y sont plus éloignées de la côte, b) que sa capacité sera supérieure et c) qu'il faudra construire une voie de communication entre le wharf et le port fluvial déjà existant.

2. Les données existantes

a) les houles

Le rapport Sogreah-Sogetha (1) donne les indications suivantes sur la houle à Nouakchott :

"Il n'existe pas de données continues et quantitatives sur les caractéristiques des houles au large de Saint-Louis. Toutefois, l'étude de l'évacuation des minéraux de cuivre d'Akjoujt contient les résultats d'observations de houle portant sur une durée de 1 an. Ces résultats amènent les commentaires suivants :

La direction de la houle est extrêmement constante surtout pendant la saison sèche d'octobre à juin où la direction Nord-Ouest prédomine très largement avec quelques observations de direction Nord. En hivernage, la direction de la houle conserve également une prédominance Nord-Ouest mais quelques houles proviennent de l'Ouest et du Sud-Ouest pendant 10 à 15 % du temps.

Les caractéristiques sont variables suivant les saisons. Pendant les mois de décembre, janvier, février, mars et avril, les houles longues sont fréquentes avec des périodes moyennes comprises entre 11 et 15 secondes. De même, à cette époque l'amplitude de la houle est en général plus forte que pendant le reste de l'année; les valeurs moyennes sont comprises entre 1,0 et 1,60 m pendant cette période, contre 0,80 m et 1,20 m le reste de l'année par fonds de 10,00 m.

Les valeurs extrêmes observées ont été de 17-18 secondes pour la période et 3-3,15 m pour l'amplitude en janvier 1955. Dans 50 % des cas la période est inférieure à 9 s et l'amplitude inférieure à 1,20 m. Enfin, dans 97 % des cas, l'amplitude est inférieure à 2 m.

Les observations précédentes, effectuées au large de Nouakchott, donnent une indication sur les caractéristiques des houles probables dans la région saint-louisienne. Il est toutefois possible que les houles d'Ouest à Sud-Ouest se présentent plus fréquemment en face de Saint-Louis durant la saison d'hivernage."

b) La marée

Le service hydrographique de la Marine (13) donne les renseignements suivants sur les marées :

Dakar : Amplitude moyenne en vive-eau : 1,30 m. Corrections pour pleines mers en Saint-Louis : heures v.e. : 40 minutes, hauteurs v.e. 0,0 m.

Le M.A.S. a récemment installé à Saint-Louis un marégraphe à la côte de mer et dispose de grands nombres de relevés de marées sur le Sénégal. Le rapport Sogreah-Sogheta (1) signale que les mesures de vitesse et de débits, exécutées en juin 1901, indiquent un volume de marée de l'ordre de 15 à 20 millions de mètres cubes.

c) Les courants

Dans le fleuve, près de Saint-Louis, les vitesses sont très faibles pendant la saison sèche : 20 à 30 cm/s alors que les vitesses maximales sont de 50 à 75 cm/s (1). Selon le même rapport, les vitesses varient pendant la crue entre 75 et 110 cm/s, mais il semble que des vitesses maximales de 180 cm/s aient été observées.

Au large, il existe un courant littoral de direction Nord-Sud en saison sèche qui s'annule et, même, change de sens en période d'hivernage.

Les Instructions nautiques (14) notent que la barre est praticable toute l'année sauf en moyenne 80 jours par an; époque favorable : avril et décembre. Le passage de barre mauvaise à barre praticable, et vice-versa, est parfois très rapide. Par contre, des observations plus récentes, effectuées au cours de plusieurs années par la Capitainerie du port de Saint-Louis montreraient que ce nombre ne dépasse pas 30 jours.

d) Les vents

Les résultantes des vents ont été calculées par J.P. Nicolas et publiées dans le rapport du professeur A. Guilcher (2). Le rapport Sogreah-Sogetha contient également quelques données sur les vents et indique, notamment, que les observations périodiques toutes les 6 heures ne font pas apparaître de valeurs supérieures à 15 m/s. Toutefois, le jour de la dernière coupure (26 mars 1959), on a noté à 10 h.40 un vent de 17 m/s de direction Nord. En moyenne, les vents les plus forts s'observent en novembre et en décembre et les plus faibles d'avril à juin.

e) Le transport des sables

L'intensité du transport littoral n'est pas connue. A Saint-Louis la côte suit une direction Nord-Sud. On peut supposer que le transport littoral diminue vers le Sud, étant donné que l'orientation de la côte change progressivement au Nord-Est/Sud-Ouest. Pendant l'hivernage, l'action des vagues est bien plus faible que pendant la saison sèche et l'une des raisons qui expliquent l'accroissement de hauteur de la barre pendant cette saison pourrait être la quantité de solides apportée par le fleuve pendant la période de crue. Pendant la saison sèche, la quantité de solides transportée par le fleuve devient négligeable et l'action accrue des vagues détruit les dépôts de la saison humide.

A. Guilcher indique dans son rapport (2) que la largeur de la langue dans l'axe du pont Servatius est passée de 295 m en 1856 à 170 m en 1926. D'autre part, selon le rapport Sogreah-Sogetha : "il est parfois fait mention d'un recul progressif du rivage au large de Saint-Louis. Nous n'avons pas trouvé de documents cartographiques montrant avec certitude une telle évolution." Il serait utile d'étudier cette question en détail afin de prendre des mesures dans le temps. (Si une telle érosion de la côte se produit réellement, on pourra probablement s'y opposer à l'avenir au moyen d'ouvrages simples de protection qui ne seront pas trop coûteux. Il sera peut-être possible de combiner les ouvrages nécessaires à la protection de la côte avec ceux qui sont proposés par A. Guilcher, ce qui rendrait plus facile l'échouement des pirogues de pêche lorsque les vagues sont grandes, comme c'est le cas pendant la saison sèche. Cependant, il serait nécessaire d'effectuer une étude sur modèle pour ce dernier type de constructions.)

3. Etudes à réaliser

a) Etudes à réaliser pour un wharf à Saint-Louis

On ne s'attend pas à voir des différences suffisamment grandes entre les caractéristiques des houles à Nouakchott et à Saint-Louis pour que les observations de la houle qui ont été faites à Nouakchott pendant toute une année ne puissent pas être utilisées lors de l'étude d'un wharf pour Saint-Louis. On pourrait demander au Service hydrographique de la marine de faire à nouveau un levé normal de la mer au large de Saint-Louis et un levé détaillé le long de la côte, sur 3 km de largeur, le long de la Langue de Barbarie.

La marée doit être observée à Saint-Louis pendant quelques mois, mais le M.A.S. vient d'installer un marégraphe.

Après avoir déterminé l'emplacement du wharf, on devrait étudier la voie de communication avec le port fluvial. On aura besoin de levés topographiques. On doit

déterminer la meilleure solution pour le passage du Marigot de N'Diago, par pont ou par digue, et procéder à des levés hydrographiques de ce marigot. Ces études ne devraient pas s'étendre au-delà d'une année.

Les études mentionnées ci-dessus pourraient être entreprises par des organismes de l'Etat déjà existants ou par un bureau d'étude. Le plan même du wharf serait fait par un bureau d'étude.

b) Etudes à réaliser pour les ouvrages de protection à Saint-Louis

Pour ce qui est des études préliminaires à l'élaboration d'un plan du port à Saint-Louis, on se référera au rapport Sogeah-Sogetha (1).

CHAPITRE V

RESUME DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La navigabilité du fleuve Sénégal

Aucune étude complète de la navigabilité n'a été effectuée jusqu'ici mais on est parvenu à une estimation préliminaire de la navigabilité en se fondant sur certains renseignements déjà connus. Des données plus nombreuses seront nécessaires pour que l'on puisse établir la navigabilité avec une précision suffisante. En particulier, il faut un plus grand nombre d'observations des profondeurs d'eau au cours des périodes de faible débit.

Les vitesses de courant sont généralement d'importance moyenne, mais l'on ne connaît pas les vitesses aux seuils rocheux pendant les périodes des basses eaux.

En général, la largeur du chenal de navigation est suffisant. Les rayons des coudes ne sont jamais inférieurs à 250 m pendant les périodes des eaux hautes et moyennes mais on ne connaît pas ces rayons pendant l'étiage.

En aval d'Ambidédi, la navigabilité du fleuve est de beaucoup supérieure à celle du tronçon Ambidédi-Kayes. On recommande d'utiliser pour terminus du transport fluvial non pas Kayes mais Ambidédi où il existe déjà un quai et une gare de triage pour le chemin de fer.

On recommande d'examiner à nouveau la question des ouvrages proposés pour le seuil de Gorel, étant donné que les effets de ces ouvrages sur la navigabilité seront négligeables.

Amélioration de la navigabilité entre Saint-Louis et Kayes

La raison principale pour laquelle le fleuve n'est pas navigable toute l'année en aval de Cascais est la faiblesse des débits pendant une certaine partie de l'année.

Le dragage est une solution qui ne donnerait que des résultats limités et qui serait très coûteuse.

La manière la plus efficace d'améliorer la navigabilité consiste à régulariser les débits au moyen de réservoirs. L'augmentation du débit minimum jusqu'à $300 \text{ m}^3/\text{s}$ et l'aménagement de certains seuils résulteraient probablement en une profondeur d'eau disponible pour la navigation minimum de 1 m en aval d'Ambidiedi.

Il est probable que la canalisation du fleuve au moyen de barrages - digues munies d'écluses, considérée comme un moyen de rendre le fleuve navigable pendant toute l'année, exigerait également l'emmagasinage d'une certaine quantité d'eau pour remplacer les pertes dues à l'évaporation, aux fuites et au passage des bateaux par les écluses.

L'utilisation de réservoirs de retenue d'une faible capacité en vue d'étendre la période de navigation devra probablement être justifiée entièrement par les intérêts économiques de la navigation car il est peu vraisemblable que ces réservoirs puissent servir à d'autres fins en même temps.

L'érosion des berges devrait être arrêtée ou freinée dès maintenant. On recommande d'encourager la culture du Morelia Senegalensis, cette essence convenant à la construction des ouvrages de régularisation du lit du fleuve.

Tant que l'on aura pas fait une étude qui porte sur les besoins de toutes les utilisations possibles de l'eau dans le bassin, compte tenu des débits relevés à Bakel au cours des cinquante dernières années et compte tenu des possibilités physiques d'emmagasinage de l'eau au moyen de réservoirs, on ne pourra pas connaître la profondeur d'eau navigable qu'il sera techniquement possible d'obtenir après la régularisation des débits. Il conviendra évidemment de tenir compte aussi des considérations d'ordre économique.

L'évaluation préliminaire de la navigabilité, établie dans ce rapport, est basée sur un nombre restreint d'observations et sur des hypothèses qui simplifient les relations entre les débits et les profondeurs d'eau; il est par conséquent nécessaire de procéder à des études plus complètes de la navigabilité.

Ces études sont décrites dans le chapitre IV; leur durée serait de dix-huit mois; leur coût ne dépasserait pas US \$ 150.000.

L'étude de la régularisation des débits est également indispensable. Le coût d'une telle étude dépendra du nombre des programmes de relâchement de la retenue intervenant dans le traitement des données sur les débits et par conséquent du temps-machine employé aux calculs électroniques. Etant donné qu'il conviendrait d'envisager l'utilisation du débit du fleuve pour diverses fins, l'estimation du coût dépasse la portée de ce rapport.

Les moyens de navigation et leur modernisation

Le parc fluvial actuel des Messageries du Sénégal n'est pas convenablement adapté à la navigation fluviale : les tirants d'eau lège sont assez grands et les rapports entre le tirant d'eau chargé et le port en lourd sont défavorables. De même, les rapports entre la puissance de propulsion et la capacité de transport sont assez grands pour certaines unités, étant donné les valeurs que prend la vitesse du courant et la faible pente du fleuve.

Il conviendrait d'adopter le système du poussage au lieu du système de remorquage, utilisé actuellement.

Il faudrait utiliser pleinement l'expérience acquise avec le système de poussage sur les autres fleuves peu profonds d'Afrique tels que le Niger au Mali et en Nigeria et le Nil au Soudan.

Les tirants d'eau des pirogues traditionnelles, des vedettes et des chaloupes utilisés sur le fleuve sont grands par rapport à la capacité de transport de ces unités. De ce fait, en amont de Podor, les possibilités d'utilisation de ces constructions sont réduites pendant une partie considérable de l'année.

On recommande de construire de petits convois poussés en bois pour les besoins du transport dans le delta et sur le fleuve, entre Podor et Bakel.

Le port de Saint-Louis

On recommande d'envisager la construction d'un port ou d'un wharf à Saint-Louis, indépendamment du régime du fleuve Sénégal.

Pour les diverses raisons qui sont exposées dans la première partie du chapitre IV, on recommande d'envisager, comme première étape du développement d'un port à Saint-Louis, la construction d'un wharf et non la construction des ouvrages de protection qui sont habituellement associés à un port de mer. Lorsqu'un développement suffisant du trafic sera atteint, des ouvrages de protection pourront être construits autour du wharf, formant ainsi un port où le wharf initial et ses installations pourront continuer d'être utilisés.

ANNEXE I

Le rôle du transport par eau dans la moyenne Vallée et dans le Delta

Les plans de l'organisation du transport dans la Vallée et dans le Delta du Sénégal doivent être établis avec soin; on trouvera ci-dessous quelques remarques intéressant cette question.

En général, les prix du transport par eau sont nettement inférieurs à ceux du transport par route ou par rail. Il en est de même dans le cas du fleuve Sénégal, comme permet d'en conclure l'examen des coûts du transport par tonne-kilomètre exposé dans le rapport de la C.I.N.A.M. (9). Dans certains cas, l'écart entre les prix des différents types de transport peut atteindre des proportions telles que plusieurs pays ont décidé de construire de nouveaux canaux jugeant qu'ils constituaient la voie la plus efficace de pénétration. A l'heure actuelle, de nouvelles voies navigables artificielles sont en construction en Europe occidentale et en U.R.S.S.

Le développement de l'agriculture dans la vallée augmentera la production des récoltes vendables. Le prix élevé du transport vers les centres de consommation ou vers les ports d'exportation réduit en effet les prix qui peuvent être payés à l'agriculteur et par conséquent le revenu de ce dernier. L'existence d'une voie navigable constitue donc un avantage important et la principale artère dont il faut tenir compte dans l'établissement des plans du système de transport dans la Vallée et dans le Delta doit être, par conséquent, la voie navigable. La régularisation des débits à des fins autres que la navigation aura naturellement un effet très favorable sur le développement ultérieur des moyens de transport bon marché dans la vallée.

En aval de Boghé, le Sénégal est actuellement navigable pendant toute l'année pour les auto-moteurs et les convois poussés ayant un tirant d'eau de moins de 90 cm.

Après l'achèvement du wharf de Nouakchott, il faudra établir un service régulier entre Rosso et Boghé, utilisant les moyens modernes de transport fluvial ayant un tirant d'eau peu élevé. Les études mentionnées au chapitre IV permettront de juger de la possibilité d'allonger jusqu'à Cascas, sans avoir recours à des travaux importants, le tronçon qui est navigable pendant toute l'année. En aval de Podor, les profondeurs d'eau permettent des tirants d'eau plus grands et entre Saint-Louis et Rosso la profondeur d'eau minimum est supérieure à 3 m. Il est donc évident qu'entre Saint-Louis et Rosso le transport par eau est le moins cher et que le trafic de marchandises doit s'effectuer suivant cette voie.

La construction de routes parallèles à la vallée du fleuve et de routes connectant les premières avec les agglomérations de la vallée doit être étudiée dans le cadre d'un développement planifié du système de transport, tenant compte des caractéristiques économiques et des coûts de tous les moyens de transport - air, rail, route, eau.

Le système des marigots doit être utilisé au maximum. On a constaté, par exemple, que le marigot de Doué, était navigable toute l'année jusqu'à proximité de Diaga Tioubalo (face au km 410 du fleuve Sénégal). Toutefois, il n'y a pas de service régulier actuellement. L'aménagement du marigot de Gayo et le rattachement de ce dernier au marigot de Doué, qui assureraient une voie d'eau permanente entre Podor et Guedé, devraient être étudiés avec attention en tant que possibilité de communication entre Ndiayene et Podor, puisque la construction d'une route entre ces deux villes entraînera certainement des frais considérables. Pour assurer le service régulier entre Podor et Guédé on pourrait utiliser des bateaux rapides convenablement adaptés.

Lors de la construction de canaux d'irrigation ou de l'aménagement des marigots pour les besoins de l'irrigation, il serait nécessaire de tenir pleinement compte des

possibilités de communication par voie d'eau. On peut mentionner ici comme exemple les canaux d'irrigation de l'Inde et les canaux de drainage des Pays-Bas, utilisés pour la navigation. Ce principe pourrait trouver une application, par exemple, dans le cas du marigot du Tialongueil (dit marigot de Damel), en aval de Matam.

La construction de barrages sur les marigots, dans le but de régulariser la hauteur d'eau de ces derniers, ne sera pas nécessairement contraire aux intérêts de la navigation. La construction d'un "overtoom"^{a)} permet de résoudre, très efficacement et à peu de frais, le problème du passage de ces barrages par les unités fluviales. Il convient d'envisager, dès maintenant, l'application de cette technique dans le Delta du Sénégal dont le réseau de voies navigables est très riche et où les besoins du transport fluvial augmentent avec le développement de la région, notamment avec l'accroissement de la production du riz.

Les Bacs

Le long du Sénégal et du marigot de Doué, on trouve des bacs aux points suivants: Rosso, Guina, Podor, Kaedi, Matam et Bakel.

On pense qu'il serait facile de perfectionner la méthode utilisée actuellement pour traverser le fleuve et qu'il conviendrait d'étudier cette question.

a) L'"overtoom" est une combinaison de deux slips successifs permettant de faire passer une digue à un matériel flottant.

ANNEXE II

LA NAVIGABILITE DE LA FALEMÉ

Yerantonis, (20) signale que, pendant les hautes eaux, du 1er août à fin septembre, soit pendant deux mois, des pirogues et des bateaux, calant moins de 2 m, peuvent remonter la basse Falémé jusqu'à Kidira.

Le même rapport dit à ce sujet : "L'étude de la navigabilité de la Falémé a fait l'objet d'abord en mars 1957 d'une étude basée sur des levées hydrographiques datant de 1932-35 effectuées par une mission topographique de la M.E.F.S. Cette étude a montré que l'aménagement de la Falémé en voie navigable n'est possible que sur son cours inférieur c'est-à-dire jusqu'au P.K. 180 de la confluence avec le Sénégal, aux environs de la région de Sambouciry (aux abords de la côte 40.00 du lit de la rivière). Le coût de cet aménagement serait de l'ordre de 4 milliards, prix du 1er trimestre 1957 ... et nécessiterait en réalité l'établissement de trois barrages, munis d'écluses pour la navigation. Il importe de noter que cet aménagement nécessiterait en réalité l'établissement d'un barrage-réservoir (2-3 milliards) pour l'alimentation de la canalisation Falémé-Sénégal, dans le cas d'un trafic intense (minier par exemple) qui reliera le Haut Bassin de la Falémé à un port maritime à Saint-Louis, ainsi que pour parer à l'insuffisance du débit d'étiage de la voie navigable, surtout en certaines années."

Il est évident qu'au cas où il serait désirable d'aménager la rivière Falémé en voie navigable, il faudrait procéder à des études étendues et détaillées.

ANNEXE III

NOTE SUR LES TRANSPORTS DANS LE BASSIN DU SENEGAL EN AVAL DE KAYES

L'aménagement du fleuve Sénégal en une voie navigable devrait faire partie intégrante d'un projet plus vaste de développement des transports dans cette région. Il est donc utile de donner une brève description des principales voies de transport proches du fleuve.

1. Les ports maritimes et leur liaison avec l'arrière-pays

Quatre ports de mer existent déjà sur la côte et un wharf est en voie de construction à Nouakchott.

Tableau 1

Ports de mer situés à faible distance du fleuve Sénégal

Port	Distance par la mer entre les ports	Tonnage annuel
Port-Etienne		Exportation de minerais surtout
Wharf de Nouakchott	350 km.	Tonnage prévu : Divers : 50.000 t, 30.000 t d'hydrocarbures
Saint-Louis	235 km.	Moins de 3.000 t
Dakar	200 km.	Divers : 1.780.000 t (1961), hydrocarbures : 2.266.000 t
Kaolack	150 km.	Importation : 47.000 t (1959) Exportation : 140.000 t

Ces ports sont reliés à l'arrière-pays par les principales voies suivantes :

Port-Etienne : Une voie ferrée qui aboutit aux districts miniers du Nord.

Il existe, en outre, un projet de route vers la région sud-est de la République Islamique de Mauritanie, à partir d'Atar.

Wharf de Nouakchott : La route d'Akjoujt; la route de Rosso sur le Sénégal. Entre Rosso et Boghé, le Sénégal est navigable toute l'année; entre Boghé, Kaédi et Kayes il n'est navigable qu'une partie de l'année seulement. Entre Boghé et Kaédi, une route praticable pendant la saison sèche. La partie sud-est de la Mauritanie est reliée à Kaédi par des routes praticables en toute saison.

Saint-Louis : Le Sénégal est navigable pendant toute l'année de Saint-Louis à Rosso, Podor et Boghé et seulement pendant une partie de l'année entre Saint-Louis et Kaédi, Matam, Bakel et Kayes. Une voie ferrée de 500 km relie Kayes à Bamako. Il existe une route praticable en toute saison jusqu'à N'Dioum et une route praticable en saison sèche seulement, le long du Sénégal, entre N'Dioum et Bakel. D'autre part, il existe une voie ferrée aboutissant à Dakar et à Linguère; jusqu'à Rosso une route; une route entre Linguère et Matam. La distance, par le fleuve, entre Saint-Louis et Kayes est de 924 km.

Dakar Relié par voie ferrée à Saint-Louis et à Linguère. Une autre voie ferrée établit la liaison avec Bamako via Tambacounda et Kayes. La distance entre Dakar et Kayes, par le rail, est de 737 km. La route de Saint-Louis, en macadam goudronné, est parallèle à la voie ferrée.

Kaolack Ce dernier est relié par voie ferrée à Bamako via Tambacounda et Kayes. La longueur de la voie ferrée entre Kaolack et Kayes est de 562 km.

2. Le transport par voie ferrée

a) Chemin de fer Dakar Saint-Louis

Les phosphates de Taiba et de Lam-Lam sont évacués directement par voie ferrée ce qui assure un volume de trafic important qui doit atteindre et dépasser, au cours des années à venir, 100.000 tonnes par an. Les problèmes que pose l'acheminement des phosphates vers Dakar, font l'objet d'une étude spéciale (9). Le tableau suivant donne un aperçu des tonnages transportés par chemin de fer entre Dakar et Saint-Louis en 1959, selon les données du rapport de la C.I.N.A.M. (9) :

Tableau 2

Transport par chemin de fer entre Dakar et Saint-Louis en 1959

Tronçon	Saint-Louis - Dakar	Dakar - Saint-Louis
	<u>tonnes</u>	<u>tonnes</u>
Saint-Louis - Louga	11.000	82.000
Louga - Lam Lam	30.000	100.000
Lam Lam - Thiès	100.000	100.000
Thiès - Dakar	300.000	270.000

b) Chemin de fer Dakar-Kayes

Le rapport C.I.N.A.M. (9) indique 158.000 t à la montée et 86.000 t à la descente pour le trafic par chemin de fer entre le Mali et le Sénégal avant la fermeture de la frontière. On trouvera ci-dessous la liste des principales gares sénégalaises avec l'importance du trafic de l'ex-Soudan (Mali).

Tableau 3

Liste des principales gares sénégalaises avec l'importance du trafic soudanais (1959)

Gare	Expéditions	Arrivages	Ensemble
	tonnes	tonnes	tonnes
Dakar	93.200	45.720	138.320
Rufisque	26.310	966	27.276
Thiès	3.042	2.538	5.580
Saint-Louis	1.500	1.120	2.620
Kaolack	33.312	34.464	67.776
Tambacounda	924	4.290	5.214

On constatera l'importance du port de Kaolack pour le trafic dans les deux sens avec le Mali.

3. Le transport par le fleuve

a) Le transport effectué par les Messageries du Sénégal

Le tableau donne la liste, selon Fromaget, des escales touchées par les Messageries du Sénégal et les distances qui les séparent par le fleuve de Saint-Louis.

Tableau 4

Les escales du fleuve Sénégal

Escale	Distance de Saint-Louis	Territoire
Rosso	132	Mauritanie
Dagana	169	Sénégal
Podor	267	Sénégal
Boghé	380	Mauritanie
Casques	424	Sénégal
Salidé	481	Sénégal
Médi	532	Mauritanie
Mitam	623	Sénégal
Rakel	795	Sénégal
(en amont de la Falémé)	823	
Amidodédi	880	Mali
Kayes	924	Mali

Les statistiques du transport fluvial ont été fournies par les Messageries du Sénégal et figurent dans les tableaux 5 et 6.

On notera que le tonnage transporté est beaucoup plus important dans la direction amont que dans la direction aval : 20.654 tonnes et 4.664 tonnes respectivement en 1961. Le tonnage transporté en direction aval est constitué en partie par des emballages vides. En 1961, près de la moitié du tonnage descendant le fleuve a été transporté entre les escales.

Tableau 5

Tonnages transportés par les Messageries du Sénégal entre Saint-Louis et les escales du fleuve Sénégal*/

Le transport à la montée (tonnes)

Année	Rosso	Richard Toll	Dagana	Podor	Boghé	C.Salde	Kaédi	Matam	Bakel	Kayes	Totaux
1955	3383	1171	630	1975	1498	33	1233	824	-	-	9 746
1956	6428	1110	696	2370	1993	43	1521	894	-	-	14 916
1957	5730	632	852	2509	1961	72	1842	762	-	-	14 362
1958	3163	740	1499	2695	2383	55	2016	1129	-	-	13 680
1959	6651	649	587	3445	3986	155	1467	1220	-	-	18 161
1960	5964	446	897	3088	5501	103	2800	2221	-	-	20 960
1961	3762	216	752	2751	7667	136	3110	876	783	601	20 654

101

Le transport à la descente (tonnes)

Année	Kayes	Bakel	Matam	Kaédi	C.Salde	Boghé	Podor	Dagana	Richard Toll	Rosso	Entre Escales	Totaux
1955	-	-	303	690	5	195	865	88	971	157	1142	4 515
1956	-	-	210	565	4	275	491	73	975	244	1597	4 434
1957	-	-	181	715	1	304	841	46	1 306	125	1771	5 292
1958	-	-	141	483	3	138	629	86	1 871	68	1830	5 249
1959	-	-	89	224	14	210	364	39	973	168	1987	4 067
1960	-	-	81	96	1	320	256	49	394	58	2638	3 893
1961	537	27	102	131	1	470	534	43	208	67	2542	4 664

*/ Renseignements communiqués par les Messageries du Sénégal, Saint-Louis

Tableau 6

Nature des marchandises transportées par les Messageries du Sénégal^{*/}

Nature des marchandises transportées à la montée (tonnes)

Année	Sucre	Riz	Mat.cons.	Essence	Pet.G.O.	Farine	Div. et Mil	Total
1955	1979	733	1815	1231	656	-	3332	9746
1956	2729	935	3351	3033	519	-	4349	14016
1957	2396	370	2931	2175	624	664	4740	14062
1958	3893	797	2781	899	361	620	4329	13680
1959	4652	1521	3371	555	473	991	6597	18161
1960	5900	2078	3778	563	250	1565	6796	20260
1961	6071	1290	4393	1023	406	1521	5935	20654

Nature des marchandises transportées à la descente (tonnes)

Année	Gommes	Mil	Arachides	Riz R.Toll	Sel	Bois	Divers	Total
1955	1082	748	47	1368	-	-	1169	4427
1956	699	470	58	779	47	400	1931	4431
1957	955	773	-	2542	-	-	1022	5292
1958	777	761	10	2367	-	-	1324	5249
1959	433	60	-	2185	-	-	1390	4004
1960	223	24	-	2093	-	-	1543	3050
1961	1066	260	-	2068	-	-	1270	4604

*/ Renseignements communiqués par les Messageries du Sénégal, Saint-Louis.

On peut voir également sur ce tableau que le tonnage transporté en 1961 à Rosso constituait près de 18 % du tonnage total. 37 % du tonnage total avait pour destination Boghé et 15 % Kaëdi. Par conséquent, le tonnage remontant de Saint-Louis vers les escales de la Mauritanie constituait 70 % du total. Il est probable que dès son achèvement, le wharf de Nouakchott canalisera une partie importante des importations de la Mauritanie et que le trafic de Saint-Louis vers Rosso ainsi que vers Boghé et Kaëdi en diminuera d'autant. Le trafic Saint-Louis-Boghé, Kaëdi sera alors remplacé dans une certaine mesure par le trafic Rosso-Boghé, Kaëdi.

b) Le transport par pirogues

L'importance du transport par pirogues n'a pas fait l'objet d'une étude statistique complète.

Yvonne Brigaud (21) indique quelque 250 pirogues de 20 t en moyenne. Selon cet auteur, les pirogues transportent près de 5.000 t vers Saint-Louis et de 8.000 à 10.000 t vers les escales du fleuve.

D'après Yerantonies (20), le Sénégal porterait 450 pirogues de 10 à 40 t. Si chacune de ces pirogues ne faisait qu'un seul voyage par année, le tonnage transporté serait d'environ 9.000 t. Etant donné l'importance de ce chiffre, il serait intéressant d'organiser une enquête détaillée sur le transport par pirogues. Cependant, on admet que le transport par pirogues ne présente souvent qu'une importance locale, les marchandises transportées se limitent parfois au sable de construction et au bois de charbon ou au bois à brûler.

On trouvera dans le tableau 7 les chiffres correspondant au transport par pirogues, communiqués par les Etablissements Peyrissac de Saint-Louis.

c) Autres transports fluviaux

Certains renseignements recueillis à Matam témoignent de la nécessité d'un service régulier de transport fluvial, en plus du service des Messageries du Sénégal. Quatre vedettes d'une capacité de 3 à 5 t pouvant transporter, en outre, 22 à 25 passagers effectuent chacune un service régulier hebdomadaire entre Matam et Podor. L'une d'elles est utilisée pour le transport du courrier. Il existe aussi un service régulier entre Matam et Bakel, effectué par une vedette équipée d'une remorque de 6 t. Une chaloupe à moteur de 10 t, pouvant prendre 30 passagers, relie tous les deux jours Kaëdi à Matam.

On n'a pas obtenu de statistiques sur ces services réguliers et il n'est pas certain qu'il n'en existe pas d'autres. L'établissement de statistiques relatives à ces services de transport fluvial est à recommander.

Tableau 7

Transport de ciment par pirogue pendant la période
du 1er novembre 1961 au 31 octobre 1962 d'après les renseignements
communiqués par les Etablissements Peyrissac de Saint-Louis

Mois	Rosso	Dagana	Podor	Total
Novembre 1961	100	-	-	100
Décembre -	-	20	-	20
Janvier 1962	50	-	-	50
Février -	60	-	-	60
Mars -	120	20	20	160
Avril -	140	-	-	140
Mai -	-	-	-	-
Juin -	37	20	30	87
Juillet -	38	35	25	98
Août -	97	-	20	117
Septembre -	95	20	30	145
Octobre -	87	19	26	132
Total (tonnes)	824	134	151	1.109

d) Le transport des passagers

D'après le tableau inclu dans le rapport de M. Le Bourgeois, des 2.834 passagers transportés en direction amont de Saint-Louis par les Messageries du Sénégal en 1961, 1.647 se sont arrêtés à Podor ou à Boghé. En direction aval, ces chiffres atteignent 5.553 et 3.463,5 respectivement. Pendant une partie importante de l'année les bateaux des Messageries du Sénégal ne dépassent pas ces escales et il semble que les passagers poursuivent leur voyage vers les agglomérations situées plus haut en utilisant les services indiqués au paragraphe précédent.

4. Le transport par la route

Dans le rapport C.I.N.A.M. (9) on trouve les chiffres suivants pour le transport routier dans la région de la République du Sénégal qui fait l'objet de cette étude.

Tableau 8

Transport par route, 1959

Trajet	Tonnage
Louga - Saint-Louis	15.000
Saint-Louis - Louga	8.500
Linguère - Matam	5.000
Matam - Linguère	500
Tambacounda - Bakel	3.000
Bakel - Tambacounda	-

Le transport routier entre Saint-Louis et Rosso n'a pas été pris en considération étant donné qu'il risque d'être profondément différent après l'achèvement du wharf de Nouakchott.

5. Comparaison de l'importance des divers moyens de transport a partir de Saint-Louis et dans la Vallée du fleuve

a) Saint-Louis

Les chiffres indiqués ci-dessous permettent de constater que sur le trajet Saint-Louis - Louga le transport est plus important par le rail que par la route.

Tableau 9

1959 (tonnes)

Trajet	Route	Rail
Louga - Saint-Louis	15.000	80.000
Saint-Louis - Louga	8.500	11.000

b) Vallée du fleuve

Le tableau qui suit montre que, dans la partie orientale de la vallée, le transport par route est plus important que le transport fluvial.

Tableau 10

1959 (tonnes)

	Au départ	A l'arrivée
Bakel, par le fleuve	-	-
Bakel, par la route	-	3.000
Matam, par le fleuve	89	1.220
Matam, par la route	500	5.000

On remarquera à nouveau que le transport vers la vallée est nettement supérieur au transport en provenance de la vallée.

6. Cabotage

Entre Dakar et les escales du fleuve, le cabotage n'est guère important; il est effectué uniquement par la S.N.I.E. (Société navale d'Import et d'Export).

Le tableau 11 groupe certaines des valeurs indiquées par Bozon (3).

Tableau 11

Le cabotage en 1959

Vers l'amont	tonnes	Vers l'aval	tonnes
Dakar - Kayes	371	Kayes - Dakar	279
Kosso	46	Richard Toll - Ziguinchor (riz)	2.159
Podor	-		
Kaédi	687		
Boghé	-	Richard Toll - Dakar	258
Matam	709		
Bakel	286		
Total	2.099		2.888

Brigaud (12) signale que la S.N.I.E. n'a effectué que quatre voyages Dakar - Richard Toll pendant l'hivernage de 1960 avec un tonnage de 2.480 t en direction aval et un tonnage nul en direction amont.

L'importance du cabotage était bien plus grande au cours des années antérieures, comme le montre le tableau suivant:

Tableau 12

Le trafic maritime de Saint-Louis (tonnes)

	Entrée	Sortie	Total
1936	26.000	8.000	34.000
1937	30.000	9.000	39.000
1938	24.000	8.000	32.000
1939	30.000	10.000	40.000
1959	0	2.480	2.480

On croit savoir que le cabotage n'est plus autorisé de Dakar à Saint-Louis.

7. Importations et exportations de la République du Mali

La République du Mali étant tout particulièrement intéressée par l'aménagement du fleuve Sénégal en une voie navigable, on a indiqué ci-dessous des renseignements complémentaires sur les importations et les exportations actuelles de ce pays. Les indications rassemblées dans divers travaux (10, 11) montrent que le tonnage d'importations du Mali a atteint près de 140.000 tonnes en 1961. Les principales marchandises transportées sont groupées dans les tableaux 13 et 14.

Tableau 13

Les importations de la République du Mali en 1961

	(kg)
Légumes, fruits produits comestibles	19.318.330 a)
Farine de froment	3.046.747
Sucre raffiné	12.842.337
Vin de consommation courante	1.171.450
Autres boissons	1.702.886 b)
Sel	8.136.936
Liants et ciments	9.544.911 c)
Produits pétroliers	50.000.000
Prod. div. ind. parachimiques	1.179.233
Bois et objets en bois	1.242.060
Tissus de coton	2.438.837 d)
Métaux communs	5.208.430
Camions et camionnettes	1.136.529
Produits chimiques	1.442.263
Autres produits	30.000.000

a) Fruits provenant de la Guinée et de la Côte d'Ivoire

b) Surtout en provenance de la Côte d'Ivoire

c) Le Gouvernement du Mali projette la création d'une industrie du ciment.

d) Le Gouvernement du Mali projette la création d'une industrie textile.

Les chiffres concernant les exportations du Mali, en 1961, sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau 14

Exportations de la République du Mali en 1961

	(kg)
Arachides	48.709.735
Kapok	91.671
Gommes	797.920
Amandes de karité	5.760
Beurre de karité	100.396
Laine	125.188
Cire d'abeilles	22.645
Poissons secs et fumés	543.821
Peaux	581.777
Coton égrené	1.736.481
Coton graines	1.459.553
Divers	25.427
	54.200.374

On constatera la différence importante entre le tonnage d'importation et le tonnage d'exportation du Mali. L'exploitation des ressources minières du Mali conduirait évidemment à une augmentation du tonnage d'exportation et permettrait ainsi de réduire les frais de transport par tonne.

ANNEEXE IV

QUELQUES DONNÉES RELATIVES AU PRIX DU TRANSPORT

Les renseignements publiés jusqu'à présent ne permettent pas une analyse complète des prix du transport. Néanmoins, il est intéressant de comparer certains des taux de fret.

1. Transport par le fleuve

a) Messageries du Sénégal

Le tableau ci-dessous donne les tarifs appliqués par les messageries du Sénégal de Saint-Louis pour le transport des marchandises en direction amont :

Tableau 1

Tarifs des messageries du Sénégal (francs CFA)
par tonne km

Distance	Catégories		
	I	II	III
1 - 200 km	8,625	6,90	6,037
201 - 600 km	5,175	3,45	2,58
601 - 800 km	4,312	2,187	1,725

Catégorie I : explosifs, essence, produits dangereux

Catégorie II : sucre en pain, coquillages, sables, divers

Catégorie III : autre sucre; riz, maïs, orge, blé, semoule, matériaux de construction, ciment, chaux, briques, toile, bois de construction, fer, sacs vides.

Pour le transport en direction aval, il n'y a plus qu'une seule catégorie : un tiers du tarif en remontée.

La compagnie se charge de la manutention : 300 francs par tonne.

L'application de ces tarifs conduirait aux taux de fret suivants pour le transport à partir de Saint Louis :

Tableau 2

Taux de fret des messageries du Sénégal (catégorie III)

Ports fluviaux	Distance	Taux de fret par tonne pour la catégorie III
Saint-Louis - Rosso	132 km	795 frs CFA
Saint-Louis - Podor	267 km	1.380 " "
Saint-Louis - Boghé	380 km	1.672 " "
Saint-Louis - Kaédi	532 km	2.060 " "
Saint-Louis - Matam	623 km	2.279 " "
Saint-Louis - Kayes	924 km	2.729 " "

Les Messageries du Sénégal reçoivent une subvention de 10 millions de francs CFA par année pour l'exploitation du "Bou El Mogdad". Le Gouvernement du Sénégal contribue pour 60 % de cette somme et le Gouvernement de la Mauritanie pour 40 %. Le "Bou El Mogdad" a un port en lourd de 350 tonnes et une capacité de 400 passagers.

b) Autres transports fluviaux

Les Etablissements Ch. Peyrissac sont soumis au tarif suivant pour le transport du ciment par pirogues :

Tableau 3

Les tarifs pour le transport du ciment par pirogue

Trajet	Prix du transport par tonne	Distance	par tonne/km
Saint-Louis - Rosso	550 francs CFA	132 km	4,16 francs CFA
Saint-Louis - Dagana	700 " "	169 km	4,14 " "
Saint-Louis - Podor	1000 " "	267 km	3,74 " "

L'O.A.D. (Organisation Autonome du Delta) estime à 1000 francs/CFA par tonne le prix du transport du riz de Saint-Louis à la rizerie de Rosso.

L'entreprise qui assure un service de transport régulier entre Matam et Bakel avec une vedette à remorqueur de 6 t demande 7 francs CFA par kilogramme de marchandise transportée, c'est-à-dire 40 francs CFA par tonne/km.

2. Cabotage

Selon Bozon (3), la S.N.I.E. applique les tarifs suivants pour le cabotage direct de Dakar aux diverses escales du fleuve :

Tableau 4

Tarifs de la S.N.I.E. (francs CFA)

Escale	Tarif ^{*/} S.N.I.E.	Charges annexes	Coût total rendu magasin
Saint-Louis			3000 francs CFA
Rosso	2187	1070	3257
Podor	2635	1070	3705
Boghé	2845	1070	3915
Kaédi	3145	1070	4215
Latam	3293	1070	4363
Kayes	3925	1070	4995

^{*/} Y compris le coût du pilotage pour l'entrée de l'embouchure du fleuve Sénégal,
soit 160 francs CFA par tonne du poids des marchandises sur manifeste.

3. Rail

Pour ce qui est des transports par chemin de fer, on a obtenu les chiffres suivants :

Tableau 5

Quelques tarifs appliqués pour le transport par
voie ferrée de Dakar (francs CFA)

Trajet	Tarif chemin de fer	Charges annexes	Coût total rendu magasin
Dakar - Saint-Louis	1975	845	2820 francs CFA
Dakar - Kayes	5528	940	6468 " "

Comme dans le cas du cabotage, le Gouvernement du Soudan versait généralement une "ristourne" pour les transports à grande distance. Le montant de cette "ristourne" serait égal à 34 % de 5528 francs CFA, soit 1880 francs CFA. De plus, il apparaît que le chemin de fer reçoit une subvention annuelle du Gouvernement sénégalais.

4. Route

On trouvera, dans le tableau 6, quelques valeurs du tarif appliqué au transport par route, indiqué par Bozon (3).

Tableau 6

Quelques tarifs du transport par route (fr CFA)

Route	Route	Rail-Route
Dakar - Saint-Louis	3.300 francs CFA	
Dakar - Saint-Louis - Rosso		4.845
		2.400 *
Dakar - Linguère - Matam		6.470

* Tarif de coordination rail-route.

5. Les prix du transport entre les ports du littoral et Kayes

La circulation entre les ports maritimes et Kayes peut s'effectuer de quatre manières : cabotage, chemin de fer et fleuve combinés, voie ferrée directe et fleuve seul si l'on construit un port ou un wharf à Saint-Louis.

L'analyse suivante des tarifs est fondée sur les renseignements contenus dans le rapport C.I.N.A.M. (9) et dans le rapport de Bozon (3). Les calculs intéressant les prix des opérations jusqu'au moment où les marchandises sont chargées dans les wagons de chemin de fer, à Kayes. La pratique de la "ristourne" adoptée par le Gouvernement soudanais pour les transports à grande distance ne s'applique pas dans ce cas.

Cabotage :

Le prix du cabotage à partir des entrepôts de Dakar se répartit comme suit :

Camionnage Dakar	470 francs CFA
Taxe de port à Dakar	125 francs CFA
Tarif S.N.I.E. Dakar-Kayes	3.925 francs CFA
Débarquement à Kayes	<u>225 francs CFA</u>
	<u>4.745 francs CFA</u>
Chargement en wagons à Kayes	<u>200 francs CFA</u>
	<u>4.945 francs CFA</u>

Il est rappelé qu'entre Dakar et Kayes, les caboteurs ne peuvent circuler que pendant deux mois environ par année.

Chemin de fer et fleuve combinés

Le prix du transport sur cette route se compose de la manière suivante :

Camionnage Dakar	470 francs CFA
Tarif du chemin de fer Dakar-St-Louis, chargement et déchargement compris	1.975 francs CFA
Camionnage Saint-Louis	375 francs CFA
Embarquement Saint-Louis	225 francs CFA
Tarif des Messageries du Sénégal, Saint-Louis - Kayes	2.729 francs CFA
Débarquement à Kayes	225 francs CFA
Chargement au wagon à Kayes	<u>200 francs CFA</u>
Total	<u>6.199 francs CFA</u>

De Dakar, par chemin de fer direct

Camionnage Dakar	470 francs CFA
Tarif chemin de fer Dakar-Kayes, chargement compris	5.528 francs CFA
Total	5.998 francs CFA

De Saint-Louis à Kayes par le fleuve

Embarquement à Saint-Louis	225 francs CFA
Tarif des Messageries du Sénégal	2.729 francs CFA
Débarquement à Kayes	225 francs CFA
Chargement en wagons à Kayes	200 francs CFA
Total	3.379 francs CFA

En se basant sur les tarifs appliqués, on pourrait conclure que les prix du transport entre Dakar et Kayes sur les deux routes possibles - chemin de fer direct et chemin de fer et fleuve combinés via Saint-Louis - sont presque égaux.

En comparant les tarifs de transport pour les trajets Dakar-Kayes et Saint-Louis-Kayes, on aboutirait à une deuxième conclusion, à savoir qu'il existe une grande marge pour la taxe de port et le coût de manutention associés à la construction d'un wharf à Saint-Louis. Il est intéressant de signaler que la S.E.D.E.S. estime à 1.100 francs CFA par tonne le coût de la manutention du wharf de Nouakchott. Toutefois, en raison des circonstances indiquées au chapitre IV, il convient de s'attendre à ce que le coût de la construction d'un wharf à Saint-Louis soit quelque peu supérieur à celui de Nouakchott.

Il convient de rappeler ici que les calculs de ce chapitre portent sur des tarifs qui ne représentent pas entièrement les coûts réels du transport, étant donné que ce dernier reçoit diverses subventions. Il serait intéressant de faire une étude des tarifs existants, en vue d'établir les coûts réels du transport, et de permettre une programmation qui s'appuie sur une connaissance complète de ces coûts. De même, il conviendrait de faire une estimation du coût réel de la manutention et des montants de la taxe de port qu'il faudra prévoir si un port ou un wharf venait à être construit à Saint-Louis.

BIBLIOGRAPHIE

1. Sogreah, Sogetha : Expertise relative aux études d'aménagement du Sénégal
Première partie; études du fleuve Sénégal.
Annexe; aménagement de l'embouchure du Sénégal.
2. A. Guilcher : Rapport sur une mission d'étude de la langue de Barberie et l'embouchure du Sénégal, M.A.S. mars 1954.
3. Bozon : Situation actuelle des transports dans la vallée du fleuve Sénégal, M.A.S. Bulletin 118, avril 1960.
4. M.A.S. : Port de Saint-Louis. Septembre 1959.
5. M.A.S. : Courbes d'étalonnage pour Bakel, Matam, Kaedi, Salde, Boghé et Podor.
6. B.C.E.O.M. : Construction d'un wharf à Nouakchott; dossier de projet. Bureau central d'études pour l'équipement d'outre-mer, mai 1961.
7. S.E.D.E.S. : Wharf de Nouakchott. Société d'études pour le développement économique et social, avril 1961.
8. ABORDS DE SAINT-LOUIS. Carte 5851 du Service hydrographique de la Marine, 1937 : Mouillage de Saint-Louis après la levée de 1934 Corr. 1959 - 4146.
9. C.I.N.A.M. : Les flux de transport dans la République du Sénégal Tome I et III. Compagnie d'études industrielles et d'aménagement du territoire, 1960.
10. Annuaire statistique 1961. Chambre de Commerce de Bamako, République du Mali.
11. Eléments de Bilan économique, 1961. Chambre de Commerce de Bamako. République du Mali.
12. Félix Brigaud : Hydrographie du Sénégal, Centre I.F.A.N. Saint-Louis, 1961.
13. Service hydrographique de la Marine; Annuaire des marées pour l'an 1962, tome II, ports d'outre-mer.
14. Service hydrographique de la Marine : Instructions nautiques, série C (IV), Afrique, côte Ouest, (1er volume), 1959.
15. M. E. Fromaget : Instructions nautiques du fleuve Sénégal. Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, Colonie du Sénégal, Direction de travaux publics. Bordeaux, 1908.
16. Compte rendu des activités de la mission U.H.E.A. et de l'état d'avancement des études au 30 juillet 1952.
Sondages des 46 seuils situés entre Kayes et Mafou pour débits variant de 440 à 540 m³/sec. (km 916 - km 483) et 246 à 250 m³/sec. (km 482 - km 331). Mission U.H.E.A., novembre 1950.

17. Plan de seuil de Gorel. Sondage par Marsac - Itier, échelle 1 : 1.000 B.C.E.O.M., mars 1961.

18. Plan de seuil de Kope. Sondage par Marsac - Itier, échelle 1 : 1.000 B.C.E.O.M., mars 1951.

19. Plan de seuil de Mafou. Sondage par Marsac - Itier, échelle 1 : 1.000 B.C.E.O.M., mars 1961.

20. G. Yerantonies : Rapport sur les possibilités d'aménagement des forces hydrauliques et de la navigation fluvio-maritime dans le bassin fluvial du Sénégal. M.A.S., juin 1959.

21. Yvonne Brigaud : Saint-Louis, Chambre de Commerce de Saint-Louis, 1957.

22. P. Michel : Rapport préliminaire sur la géonorphologie de la vallée alluviale du Sénégal et de Bordure, M.A.S., bulletin III, décembre 1957.

23. Gouvernement général de l'A.O.F., Direction générale des travaux publics, Service de l'hydraulique. Commission consultative des études pour l'aménagement du fleuve Sénégal : réunion du 5 janvier 1957, rapport à la Commission.