

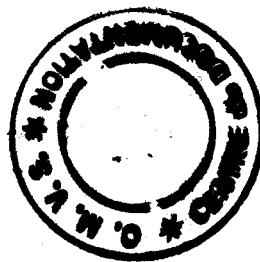
10556

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

Kreditanstalt für Wiederaufbau R.F.A.

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

Mission A. 1.11: Organisation d'une Compagnie Inter-Etats
de Navigation
(Rapport Intermédiaire)



P R E M I E R A V E N A N T

GRUPEMENT D'INGENIEURS-CONSEILS

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

Dorsch-Consult
Munich, R.F.A.

Electrowatt
Zurich, Suisse

Table des Matières

		Page
13.	Tarifification	147
	13.1 Généralités	147
	13.2 Concurrences avec d'autres moyens de transport	148
	13.2.1 Concurrence avec le trafic aérien	148
	13.2.2 Concurrence avec les chemins de fer	148
	13.2.3 Concurrences avec le transport routier des marchandises	151
14.	Budget	153
	14.1 Remarques générales sur le caractère d'un budget	153
15.	Transport de marchandises en vrac	155
	15.1 Bases pour le calcul du prix de revient	155
	15.1.1 Déroulement du transport	156
	15.1.2 Distance de transport	157
	15.1.3 Volume et nature des marchandises à transporter	157
	15.1.4 Répartition du volume de transport sur toute l'année	158
	15.1.5 Voyages à vide	158
	15.1.6 Capacité de chargement des convois de bateaux	158
	15.1.7 Temps utile de service des convois de bateaux	158
	15.1.8 Durée de rotation des pousseurs et des barges	160
	15.1.9 Nombre de pousseurs et de barges automotrices	162
	15.1.10 Nombre de convois de barges	162
	15.1.11 Prix de revient par tkm	162
	15.1.12 Frais d'investissement	163
	15.1.13 Frais de personnel (F _p)	163
	15.1.14 Frais de carburants (F _c)	163
	15.1.15 Frais généraux d'administration de la Compagnie de Navigation	164
	15.1.16 Taxes de la navigation	164

		Page
15.2	Transport du phosphate de Kaédi à St. Louis	165
15.2.1	Calcul des rotations des barges automotrices et des pousseurs par an	165
15.2.2	Nombre de pousseurs et de barges automotrices	167
15.2.3	Nombre de barges	168
15.2.4	Frais annuels de mise à disposition pour les pousseurs et les barges automotrices en Mio. FCFA/an	169
15.2.5	Frais de mise à disposition pour les barges en Mio. FCFA/an	170
15.2.6	Prix de revient	171
15.2.7	Prix de revient pour une durée de fonctionnement de 25 jours par mois	172
15.3	Prix de revient pour le transport du minerai de fer de Kayes à St. Louis	174
15.3.1	Calcul des rotations des pousseurs et des barges automotrices par an	176
15.3.2	Nombre des pousseurs et des barges automotrices	177
15.3.3	Nombre de barges	178
15.3.4	Frais annuels de mise à disposition pour les pousseurs et les barges automotrices en Mio. FCFA/an	179
15.3.5	Frais de mise à disposition pour les barges en Mio. FCFA/an	180
15.3.6	Prix de revient	181
15.4	Transport du minerai de fer de Bakel à St. Louis	182
15.4.1	Calcul des rotations des barges automotrices et des pousseurs par an	183
15.4.2	Nombre des pousseurs et des barges automotrices	184
15.4.3	Nombre de barges	185
15.4.4	Frais annuels de mise à disposition pour les pousseurs et les barges automotrices en Mio. FCFA/an	186
15.4.5	Frais de mise à disposition pour les barges en Mio. FCFA/an	187
15.4.6	Frais de revient	188

	Page	
15.5	Transport de la bauxite de Kayes à St. Louis	189
15.6	Tableau comparatif des frais de revient pour les produits en vrac, sans les taxes de navigation	190
15.7	Résultats de l'étude	191
15.7.1	Prix de revient en fonction du tirant d'eau	191
15.7.2	Prix de revient en fonction du convoi mis en service	192

Table des matières des annexes

- Annexe A.1.11.-11 Prix de revient pour le transport du phosphate de Kaédi à St. Louis
- Annexe A.1.11.-12 Prix de revient pour le transport du minerai de fer de Kayes à St. Louis

13. Tarifification

13.1 Généralités

La conception de la Compagnie Inter-Etats de Navigation est basée sur la principe d'une société dirigée de façon autonome sur le plan économique. Il faudra donc choisir une politique optimale des prix en s'orientant aux élasticités de la demande qui devront être obtenues selon la méthode pronostic du "trial and error". Cette méthode consiste à estimer tout d'abord les prix et à étudier la réaction des clients. Si les prix sont trop élevés ou trop bas, il faudra les corriger en conséquence.

D'une façon générale, le tarif de chaque sorte de marchandise devrait couvrir leurs frais de transport. Les tarifs de chaque sorte de marchandises dépendent donc des facteurs suivants:

- du prix de revient y compris les frais d'administration de la Compagnie,
- des taxes de navigation et
- du supplément pour les risques et gains qui dépendent notamment de l'offre et de la demande.

Dans la mesure où, pour des raisons d'ordre supérieure, il est demandé par les différents propriétaires de la Compagnie des dérogations à cette politique tarifaire optimale, et que celles-ci devraient en principe entraîner des tarifs inférieurs aux prix du marché, il faudrait prévoir dans chaque cas un paiement compensatoire pour couvrir la différence. Une telle compensation proportionnelle à la prestation est seule en mesure de garantir l'efficacité de la gestion. Par contre, des règlements forfaitaires ne permettraient pas une telle efficacité. Un comité neutre d'arbitrage devra être prévu pour le règlement des questions litigieuses.

13.2 Concurrences avec d'autres moyens de transport

Lors du calcul des tarifs, la concurrence avec d'autres réseaux de transport jouent un rôle important dont il faudra tenir compte.

13.2.1 Concurrence avec le trafic aérien

Il ne sera pas pris en considération la concurrence avec le trafic aérien car les fonctions de ce moyen de transport ne sont pas comparables à celles de la navigation.

13.2.2 Concurrence avec les chemins de fer

13.2.2.1 Concurrence pour le transport des marchandises diverses

La concurrence avec le chemin de fer n'est que partielle et elle ne se fait que faiblement ressentir.

Le volume de transport de la nouvelle Compagnie Inter-Etats de Navigation se recrutera, à long terme, surtout parmi les nouveaux besoins en transport. Lors des réflexions en matière de concurrence, on ne pourra donc pas exclure que ces nouveaux besoins en transport seront, là où une concurrence est possible en raison du tracé des rails, satisfaits par la Compagnie des Chemins de Fer. Ceci ne surviendra cependant pas étant donné que la seule ligne de chemin de fer existant entre le Sénégal et le Mali est actuellement totalement surchargée et que son efficacité est limitée.

En outre, une comparaison entre les tarifs de chemin de fer et les tarifs de la navigation sur le fleuve Niger - les seuls qui sont disponibles actuellement - montre que

- à l'exception du transport des hydrocarbures -
les tarifs de chemin de fer par tkm sont généralement
supérieurs aux tarifs de la navigation (voir tableau
suivant).

Tarifs pour le transport de marchandises en FCFA/tkm

Marchandises	Chemin de fer		Transport fluvial
	Mali	Sénégal	Mali fleuve Niger
Arachides	6,77	14,60	5,13
Hydrocarbures	7,68	16,20	10,45
Mat. de construct.	7,77	12,90	6,63
Ciment	6,82	12,90	-
Engrais	5,82	-	5,13

Ces relations correspondent aux expériences européennes même si ces tarifs du tableau ci-dessus ne représentent pas des prix de revient et peuvent, en raison d'obligations politiques, différer considérablement des prix de revient. Le tableau suivant illustre cette comparaison.

Recettes tarifaires en République Fédérale d'Allemagne en FCFA/tkm¹⁾

Année	Chemin de fer	Trafic routier à grande distance	Navigation fluviale
1960	8,9	11,1	1,7
1970	8,5	12,9	2,3
1975	12,2	17,9	3,0
1976	12,1	18,3	3,1

¹⁾ Taux de conversion 1 DM = 100 FCFA

Si l'on tient compte du fait que la navigation fluviale en RFA doit être - au bout d'un certain délai - en mesure d'assurer sa propre rentabilité, il faudrait que ses recettes tarifaires couvrent au moins les coûts des sociétés. Cette comparaison est encore plus favorable à la navigation fluviale si l'on considère par exemple les déficits des chemins de fer allemands qui ont rapidement augmenté depuis 1960. A ce sujet, il convient cependant de rappeler que la structure du personnel des chemins de fer allemands sont surchargées et que ce facteur n'entrera pas en ligne de compte dans le cas de l'aménagement d'un réseau ferroviaire pour marchandises lourdes. D'autre part, les chemins de fer allemands paient les frais d'entretien de son réseau alors que les frais des voies navigables de la République Fédérale d'Allemagne sont, en grande partie, pris en charge par l'Etat.

On peut cependant supposer que le champ d'activité de la Compagnie Inter-Etats de Navigation à créer ne sera, pour des raisons économiques, pas affecté par l'existence d'une ligne de chemin de fer entre le Sénégal et le Mali.

Il faudra bien entendu éviter que le caractère compétitif et la rentabilité de la Compagnie Inter-Etats de Navigation ne soient remis en cause en raison de tarifs des chemins de fer ne couvrant pas leurs frais.

13.2.2.2 Concurrences pour le transport de marchandises en vrac

Pour le transport des marchandises en vrac, on peut s'attendre à une certaine concurrence entre la Compagnie Inter-Etats de Navigation et les Chemins de fer. La construction d'une nouvelle ligne de chemin de fer pour le transport lourd est cependant nécessaire.

Même si les marchandises en vrac sont prédestinées à être transportées par la voie d'eau, il ne peut pas être pris à priori de décision définitive.

Celle-ci dépend essentiellement de la situation géographique des mines et du réseau de transport existant entre le producteur et le consommateur ou le port d'embarquement. Un transbordement interrompu: chemin de fer/ bateau fluvial peut être même plus rentable qu'un transport direct par chemin de fer lorsque les distances de transport effectuées par les deux moyens de transport sont en proportion convenable.

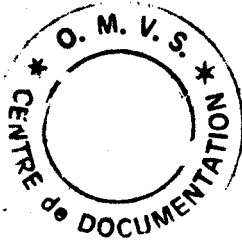
Etant donné que la rentabilité du projet "Aménagement du Fleuve Sénégal pour la Navigation" dépend essentiellement du transport des marchandises en vrac, il faudra prendre les mesures nécessaires pour réussir à gagner ces marchandises pour la navigation. Cette partie de l'étude examinera donc également les prix de revient de la Compagnie Inter-Etats de Navigation pour les différentes marchandises en vrac, telles que phosphate, minéral de fer, bauxite.

13.2.3 Concurrences avec le transport routier des marchandises

Une concurrence entre la navigation et le trafic routier des marchandises est invraisemblable en raison des tarifs en vigueur. Cette constatation est également confirmée par les expériences européennes (voir tableau à l'art. 13.2.2.1). Une concurrence avec le trafic routier est de toute façon exclue pour le transport à longue distance des marchandises en vrac. Ceci ne s'applique cependant pas à des marchandises devant être transportées rapidement et en petites quantités telles que bétail vivant ou denrées alimentaires périssables etc.. Dans ce

cas l'avantage présenté par le trafic routier - service de porte à porte - reprend toute son importance. Cette concurrence directe ne devrait néanmoins pas se faire beaucoup sentir tant que le réseau routier ne sera pas complètement aménagé.

La coopération entre le réseau routier et la voie navigable sera plutôt le facteur déterminant pour l'amenée et l'enlèvement des marchandises si bien qu'il prédominera des relations complémentaires et non substitutives entre ces deux moyens de transport.



14. Budget

14.1 Remarques générales sur le caractère d'un budget

L'établissement de plans périodiques - préparation du budget - est l'instrument de planification le plus important d'une société et il prend également les décisions courantes en matière de procédure. Dans le cadre de la préparation du budget, les activités de la société sont généralement fixées pour un an et adaptées aux ressources financières, de personnel et de matériel.

Le budget est subdivisé selon des catégories de frais et des sections de responsabilité (comptes). La préparation du budget comprend donc le calcul des comptes sous la forme d'un calcul prévisionnel des frais pour une certaine période. Elle permet une appréciation et une révision périodiques des objectifs de la société et des ressources prévues pour la réalisation de ces objectifs.

A cet effet, il est nécessaire de procéder à:

- l'enregistrement complet des activités prévues devant être divisées en comptes. Le classement est effectué selon les pronostics et les méthodes des décisions prises par anticipation.
- la détermination exacte des besoins en ressources nécessaires à la réalisation des objectifs fixés et
- l'adoption en temps voulu du budget avant la période d'activité pour que les instructions requises puissent être données.

Dans le budget, les activités liées directement à la navigation doivent être séparées des autres activités. Il faut donc faire la distinction entre:

- la navigation et
- le service de disposition à terre.

Les dépenses prévues doivent être comparées aux recettes prévues en tenant compte du financement supplémentaire au moyen de crédits conformément aux conditions régnant sur le marché.

Ces exigences devront déjà être prises en considération lors de l'établissement du budget de fondation de la Compagnie.

Le plan comptable peut d'autre part être établi conformément à la description faite dans le rapport intérimaire de la mission A.1-14 "Organisation de la Direction de la Voie Navigable".

15. Transport de marchandises en vrac

La capacité de transport, les prix de revient et la structure de la flotte pour le transport de marchandises diverses et d'hydrocarbures ayant été examinés aux articles 10 à 12, il sera étudié dans ce qui suit le transport de marchandises en vrac.

Pour le transport fluvial, il entre en ligne de compte les marchandises suivantes:

- phosphate ~~de Sivi~~ en Mauritanie, transbordement à Kaédi
- minerai de fer du Haut-Bassin malien, transbordement à Kayes
- minerai de fer de la région de Falemé, transbordement à Bakel
- bauxite du Haut-Bassin malien, transbordement à Kayes.

Vu les quantités importantes, il n'y a que les unités possédant une capacité de chargement assez grande qui pourront être utilisées de façon rentable pour le transport. Dans le cadre de cette étude, il ne sera donc retenu que les convois poussés S 4 et S 6 et, à titre de comparaison, le convoi à barges M 3.

15.1 Bases pour le calcul du prix de revient

Le prix de revient pour le transport de marchandises en vrac est déterminé par:

- le déroulement du transport,
- la distance de transport,
- la répartition du volume de transport sur toute l'année,
- les voyages à vide,
- la capacité de chargement des convois en fonction:

- . du tirant d'eau admis et
- . des dimensions du convoi de bateaux,
- le temps utile de service des pousseurs et des barges,
- la durée de rotation qui comprend:
 - . la durée de circulation
 - . la durée d'arrêt dans les ports
 - . la durée d'éclusage
 - . la durée de chargement et de déchargement,
- les frais de mise à disposition et
- les frais de déplacement.

15.1.1 Déroulement du transport

Le calcul du prix de revient des convois poussés S 4 et S 6 est basé sur le déroulement de transport suivant:

- Les convois de barges vides arrivant au port de chargement sont amarrés au quai et découplés des pousseurs. Les pousseurs se chargent des convois de barges déjà chargées et transportent celles-ci en direction aval vers Saint-Louis.
- A Saint-Louis, les convois de barges pleines sont amarrés pour le déchargement. Les pousseurs se chargent des convois de barges déjà déchargées et transportent celles-ci, en direction amont, vers le port d'expédition.
- A Saint-Louis et au port d'expédition, il y a donc à chaque port d'accostage un convoi de barges sans pousseur.
- Le nombre d'unités de transport circulant en même temps en direction amont et aval dépend du convoi de bateaux utilisé et du tirant d'eau admis.

Dans le cas du convoi M 3, la barge automotrice est également découplée des autres barges. Etant donné que la barge automotrice doit être aussi chargée ou déchargée, la durée de séjour au port de ces convois est augmentée de la durée de chargement et de déchargement de la barge automotrice.

15.1.2 Distance de transport

Les distances de transport sont indiquées dans le rapport intérimaire de la mission A.1.9, tableau 5.3.3a) et il s'agit de:

- Saint-Louis - Kayes = 925 km
- Saint-Louis - Bakel = 795 km
- Saint-Louis - Kaédi = 532 km

15.1.3 Volume et nature des marchandises à transporter

Les études sont basées sur les volumes annuels de transport suivants:

- 800.000 t de phosphate de Mauritanie,
port de chargement: Kaédi.
- 7.500.000 t de minerai de fer (brut) de la
région de Falémé, port de charge-
ment: Bakel.
- 10.000.000 t de minerai de fer (brut) du Mali ou
5.000.000 t de minerai de fer (pellets),
port de chargement: Kayes.
- 1.200.000 t de bauxite,
port de chargement: Kayes.

Il en résulte les capacités annuelles de transport suivantes:

Phosphate:	800.000 x 532 =	425,6 Mio tkm
Minerai de fer:	7.500.000 x 795 =	5.962,5 Mio tkm
Minerai de fer:	10.000.000 x 925 =	9.250,0 Mio tkm
ou	5.000.000 x 925 =	4.625,0 Mio tkm
Bauxite:	1.200.000 x 925 =	1.110,0 Mio tkm

15.1.4 Répartition du volume de transport sur toute l'année

Le volume de transport du phosphate n'est pas réparti régulièrement sur toute l'année. Selon les expériences recueillies dans d'autres ports, il existe au printemps et en fin d'année une plus grande demande. Afin de faire face à ces volumes de pointe, il faudra aménager de grands entrepôts de stockage dans le port maritime. De plus, la capacité de transport sera augmentée pour pouvoir, si nécessaire, transporter de plus grandes quantités aux périodes de pointe. Il sera tenu compte de cette augmentation en majorant le prix de revient de 10 %.

Pour les minerais et la bauxite, on peut compter sur une répartition régulière du volume de transport sur toute l'année. Dans ce cas, on pourra faire face à des périodes de pointe en aménageant des entrepôts dans le port maritime.

15.1.5 Voyages à vide

Les marchandises en vrac ne sont transportées qu'en direction aval, vers Saint-Louis. Les convois de bateaux circulent à vide en direction amont.

15.1.6 Capacité de chargement des convois de bateaux

Le tableau 10.1.4 indique la capacité de chargement des convois de bateaux en fonction du tirant d'eau admis et des dimensions des convois de bateaux.

15.1.7 Temps utile de service des convois de bateaux

Temps de service des pousseurs et des barges automotrices

En considération d'une durée de 1 mois par an pour la révision générale et de 0,5 mois par an pour l'inspection intermédiaire, les pousseurs et les barges automotrices pourront être utilisés 10,5 mois/an.

Durée de service par jour

Le calcul du prix de revient est basé sur une durée de service de 24 h/jour pour les convois. Ceci suppose cependant que le transbordement soit également assuré dans les ports 24 h/jour.

Dans le cas contraire, il faudra, dans les ports, mettre à disposition un nombre approprié de convois de barges afin que celles-ci puissent être chargées et déchargées le jour et que les pousseurs puissent, sans halte, effectuer la nuit le voyage de retour.

Nombre de jours de service par mois et durée de service en heures par an

Si l'on part du principe qu'un pousseur est toujours conduit par le même équipage, on ne pourra compter que 20 jours de service par mois. Ce calcul tient en effet compte du nombre de dimanches et de jours fériés par an. Il en résulte donc pour les pousseurs et les barges automotrices une durée de service de:

$$24 \text{ h/jour} \times 20 \text{ jours/mois} \times 10,5 \text{ mois} = 5.040 \text{ h/an.}$$

On pourra obtenir une plus grande durée de service en procédant à une relève de l'équipage de chaque pousseur. Un tel déroulement du service de transport permettra d'améliorer la rentabilité du transport sans augmentation de matériel et moyennant de faibles frais supplémentaires pour le personnel. La durée de service par mois pourra être ainsi facilement portée à 25 jours ce qui entraîne une durée de service de 6.300 h/an et correspond à une augmentation de 25 %. A l'article 15.2.7, il sera étudié les répercussions d'un tel service sur le prix de revient.

15.1.8 Durée de rotation des pousseurs et des barges automotrices

(Explications relatives aux tableaux 15.2, 15.3 et 15.4)

Les durées de rotation sont indiquées aux tableaux 15.2.1, 15.2.2, 15.3.1, 15.3.2, 15.4.1 et 15.4.2 et elles sont basées sur les données suivantes:

Vitesses de circulation

Les vitesses des unités de transport circulant en direction amont et aval sont indiquées à l'article 10.1.7.1.

Durées de circulation

Afin de tenir compte d'éventuelles gênes pendant le voyage, les durées de circulation théoriques seront majorées de 10 %, ce qui donne:

$$t_{\text{eff}} = 1,1 \times D \times \frac{1}{v}$$

où:

t_{eff} = Durée effective de circulation

v = Vitesse en km/h

D = Distance entre le port de chargement et de déchargement.

Durées d'arrêt dans les ports pour les pousseurs

Par port, il est compté 2 heures d'arrêt. Cette durée est nécessaire pour l'accostage et l'amarrage des convois de barges aux postes, pour le découplage du pousseur du convoi de barges amenées, pour le chargement et l'accouplement du pousseur au convoi de barges prêt à partir ainsi que pour l'appareillage.

Durées d'arrêt dans les ports pour les barges automotrices

Pour les barges automotrices, il est également compté 2 heures par voyage pour l'accostage et l'appareillage ainsi que pour l'accouplement et le découplage.

Pour le chargement et le déchargement, il faut ajouter les durées suivantes:

- 2 heures pour un tirant d'eau admis de 1,0 m
- 3 heures pour un tirant d'eau admis de 1,5 m et
- 4 heures pour un tirant d'eau admis de 2,0 m

Il en résulte donc, par rotation, les durées suivantes d'arrêt au port:

- tirant d'eau 1,0 m : 2 (2+2) = 8 h
- tirant d'eau 1,5 m : 2 (2+3) = 10 h
- tirant d'eau 2,0 m : 2 (2+4) = 12 h

Ce calcul suppose que, dans le cas de la mise en service de ces unités, le transbordement soit également effectué la nuit.

Durées d'éclusage

Il est compté 2 heures par voyage pour les opérations d'éclusage à Diama, y compris d'éventuels délais d'attente.

Durée de rotation

La durée de rotation se compose des durées pour:

- la remontée et la descente,
- les arrêts aux ports et
- les opérations d'éclusage.

Rotations annuelles des pousseurs et barges automotrices

Le nombre des rotations n_r par an pour chaque pousseur et chaque barge automotrice s'obtient en divisant la durée annuelle de service (t en h/an) par la durée de rotation (t_r en h):

$$n_r = \frac{t}{t_r}$$

15.1.9 Nombre de pousseurs et de barges automotrices

Les tableaux 15.2.2, 15.3.2 et 15.4.2 indiquent le nombre requis de pousseurs et barges automotrices (N_{requis}).

Le nombre de pousseurs à mettre en même temps en service pour un fonctionnement continu de 12 mois sera de:

$$\frac{10,5}{12} \times N_{requis} = 0,875 N_{requis} \text{ (art. 15.1.7)}$$

15.1.10 Nombre de convois de barges

Les convois de barges seront déterminés aux articles 15.2.3, 15.3.3 et 15.4.3.

Le nombre de convois de barges est le même que celui des pousseurs en service plus un convoi par port de chargement et de déchargement. Le nombre obtenu devra être majoré de $\frac{12}{11}$ car les barges doivent rester environ un mois par an au chantier naval.

15.1.11 Prix de revient par tkm

Les prix de revient sont indiqués aux tableaux suivants et notamment:

- celui pour le transport des phosphates aux articles 15.2.4 à 15.2.6,
- celui pour le transport du minerai de fer de Kayes aux articles 15.3.4 à 15.3.6,
- celui pour le transport du minerai de fer de Bakel aux articles 15.4.4 à 15.4.6.

Tableau 15.2.2: Nombre de pousseurs et de barges automotrices

(Explications voir art. 15.1.9)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau									
3	Capacité en t d'un convoi (voir art. 10.1.4)	830	1700	2600	1200	2360	3560	1800	3540	5340
4	Rotation par an (voir tabl. 15.2.1)	45,0	43,8	42,6	43,3	42,1	40,3	40,5	39,0	37,8
5	Capacité d'un convoi de bateaux en t/an (ligne 3 x 4)	37350	74460	110760	51960	99356	143468	72900	138060	201852
6	Volume de transport en t/an	800000	800000	800000	800000	800000	800000	800000	800000	800000
7	Nombre requis de pousseurs (l. 6:5)	21,4	10,7	7,2	15,4	8,1	5,6	11,0	5,8	4,0
8	Nombre choisi de pousseurs	22	11	8	16	8	6	11	6	4
9	Nombre de bateaux requis mis ensem- ble en service (ligne 7 x $\frac{10,5}{12}$) (art. 15.1.7)	18,7	9,4	6,3	13,5	7,1	4,9	9,6	5,1	3,5

Tableau 15.2.3: Nombre de barges

(Explications voir art. 15.1.10)

1	Unité	M 3			S 4			S 4		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau									
3	Nombre de pousseurs mis en même temps en service (voir tableau 15.2.2, ligne7)	18,7	9,4	6,3	13,5	7,1	4,9	9,6	5,1	3,5
4	Nombre de convois de barges mis en même temps en service	20,7	11,4	8,3	15,5	9,1	6,9	11,6	7,1	5,5
5	Nombre requis de convois de barges compte tenu de la durée de réparation (ligne 4 x $\frac{12}{11}$) (art.15.1.10)	22,6	12,4	9,1	16,9	9,9	7,5	12,7	7,7	6,0
6	Nombre requise de barges	45,2	24,9	18,2	67,6	39,6	30,0	76,2	46,2	36,0

Tableau 15.2.4: Frais annuels de mise à disposition pour les pousseurs et les barges automotrices en Mio FCFA/an

1	Unité	M 7			S 4			S 2		
		1,0/1,3	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,3	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,3	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,3	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,3	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,3	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Nombre de pousseurs (voir tableau 15.2.2, ligne 7)	21,4	10,7	7,2	15,4	8,1	5,6	11,0	5,8	4,0
4	Frais d'investissement des unités pousseurs en Mio FCFA ¹⁾	5350	2675	1800	6314	3321	2296	4510	2378	1640
5	Frais d'amortissement ²⁾	363,8	181,9	122,4	421,5	221,7	153,3	301,1	158,7	109,5
6	Assurances (voir art.11.1.4.1.1.)	80,3	40,1	27,0	94,7	49,8	34,4	67,7	35,7	24,6
7	Impôts calculés (voir art. 11.1.4.1.1)	53,5	26,8	18,0	63,1	33,2	23,0	45,1	23,8	16,4
8	Réparation et consommation des matériaux	133,8	66,9	45,0	157,9	83,0	57,4	112,8	59,5	41,0
9	Total intermédiaire	631,4	315,7	212,4	737,2	387,7	268,1	526,7	277,7	191,5
10	Frais pour l'équipage des bateaux (voir art. 11.1.4.1.1)	138,7	69,3	46,7	123,8	65,1	45,0	88,4	46,6	32,2
11	Frais de mise à disposition sans frais généraux	770,1	385,0	259,1	861,0	452,8	313,1	615,1	324,3	223,7

- 159 -

1) Frais d'investissement: barge automotrice: 250 Mio FCFA
(voir art. 11.3.1) pousseur: 410 Mio FCFA

2) Frais d'amortissement : barge automotrice: 17,00 Mio FCFA/an
(voir art. 11.3.1) pousseur: 27,37 Mio FCFA/an

Tableau 15.2.5: Frais de mise à disposition pour les barges en Mio FCFA/an

1	Unité	M 3			S 1			S 1		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Nombre de barges (voir tableau 15.2.3, ligne 6)	45,2	24,9	18,2	67,6	39,6	30	76,2	46,2	36
4	Frais d'investissement en Mio. FCFA 1)	5650	3113	2275	8450	4950	3750	9525	5775	4500
5	Frais d'amortissement 2)	342,8	188,8	138,0	512,7	300,3	227,5	577,9	350,4	273,0
6	Assurances	84,8	46,7	34,1	126,8	74,3	56,3	142,9	86,6	67,5
7	Impôts calculés	56,5	31,1	22,8	84,5	49,5	37,5	95,3	57,8	45,0
8	Réparation et consommation des matériaux	141,3	77,8	56,9	211,3	123,8	93,8	238,1	144,4	12,5
9	Frais de mise à disposition sans frais généraux	625,4	344,4	251,8	935,3	547,9	415,1	1054,2	639,2	498,0

1) Frais d'investissement par barge: 125 Mio FCFA (voir art. 15.1.12)

2) Frais d'amortissement par barge : 7,584 Mio FCFA/an

Tableau 15.2.6: Prix de revient

(Explications voir art. 15.1.12 et suivante)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau									
3	Frais de mise à disposition pour les pousseurs en Mio FCFA/an	770,1	385,0	259,1	861,0	452,8	313,1	615,1	324,3	223,7
4	Frais de mise à disposition pour les barges en Mio FCFA/an (voir tableau 15.2.5)	625,4	344,4	251,8	935,3	547,9	415,1	1054,2	639,2	498,0
5	Total des frais de mise à disposition en Mio FCFA/an	1395,5	729,4	510,9	1796,3	1000,7	728,2	1669,3	963,5	721,7
6	Frais de carburants en Mio FCFA/an (voir art. 15.1.14)	1098,8	542,9	359,2	1208,0	632,3	439,1	863,2	457,8	313,5
7	Frais de voyage en Mio FCFA/an (0,25 % des investissements)	27,5	14,5	10,2	36,9	20,7	15,1	35,1	20,4	15,4
8	Prix de revient (ligne 5 à 7) en Mio FCFA/an	2521,8	1286,8	880,3	3041,2	1653,7	1182,4	2567,6	1441,7	1050,6
9	Prix de revient par tkm sans frais généraux	5,93	3,02	2,07	7,15	3,89	2,78	6,03	3,39	2,47
10	Prix de revient par tkm en tenant compte du volume inégal de marchandises par an en FCFA	6,52	3,33	2,28	7,86	4,28	3,06	6,64	3,73	2,72
11	Frais généraux d'administration en FCFA	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
12	Frais par tkm sans taxes de navigation en FCFA	6,72	3,53	2,48	8,06	4,48	3,26	6,84	3,93	2,92

15.2.7 Prix de revient pour une durée de fonctionnement de 25 jours par mois

Une augmentation de la durée de fonctionnement de 20 à 25 jours par mois permet de réduire le prix de revient étant donné que tous les frais basés sur les frais d'investissement sont diminués à 80 %.

Les frais de personnel, de carburants et d'administration restent par contre inchangés.

Les frais supplémentaires annuels requis pour les réparations dues à une mise en service plus intense pourront être couverts par une augmentation de 3 % des dépenses liées aux frais d'investissement.

Pour une durée de service de 25 jours, le prix de revient est diminué ainsi que le montre un calcul comparatif, à env. 90 % du prix de revient calculé pour une durée de service de 20 jours.

L'exemple suivant illustre ceci (Convoi S4, tirant d'eau 1,50 m):

- Frais de mise à disposition pour pousseurs sans frais de personnel	$0,8 \times 387,7$	=	310,2
- Frais de mise à disposition pour barges	$0,8 \times 547,9$	=	438,3
- Frais de voyages	$0,8 \times 20,8$	=	<u>16,6</u>
- Montant intermédiaire			765,1
- Augmentation des frais de réparations	$1,03 \times 765,1$	=	788,1
- Frais de personnel			65,1
- Frais de carburants			<u>632,3</u>
			<u>1.485,5 Mio.FCFA</u>

Prix de revient

$$\frac{1.485,5 \text{ Mio.FCFA}}{425,6 \text{ Mio. tkm}} = 3,49 \text{ FCFA/tkm}$$

=====

Augmentation due à une
répartition irrégulière
sur toute l'année

$$1,1 \times 3,49 = 3,84 \text{ FCFA/tkm}$$

Frais généraux

$$\text{d'administration} \quad \underline{0,20 \text{ FCFA/tkm}}$$

$$\text{Total} \quad \underline{4,04 \text{ FCFA/tkm}}$$

=====

Il en résulte pour un fonctionnement de 25 jours/mois

$$\frac{4,04}{4,48} = 100 = \text{env. } 90 \% \text{ du prix de revient pour un}$$

fonctionnement de 20 jours.

15.3 Prix de revient pour le transport du
minerai de fer de Kayes à St. Louis

Volume transporté : 5 à 10 Mio. t/an

Le calcul du prix de revient est basé sur 5 Mio. t/an. Les frais ainsi calculés s'appliquent également pour 10 Mio. t/an. Pour 10 Mio. t, il faudra cependant utiliser deux fois plus de bateaux.

Capacité de transport: 4625 Mio. tkm/an

Distance de transport: 925 km

Le calcul du prix de revient pour le transport de minerais de fer est analogue à celui pour le transport du phosphate.

Etant donné que, 5 Mio. t/an ne peuvent pas être transbordés à un seul poste à quai, il faudra, lors du calcul des frais d'investissement et des frais y afférents, tenir compte d'un plus grand nombre de convois de barges pour le chargement et le déchargement dans les ports. Il conviendra à cet effet de prévoir un convoi de barges par poste à quai.

Les opérations de chargement et de déchargement devront être organisées de telle sorte que les pousseurs puissent faire le voyage retour sans halte. Ceci suppose que, lors de l'arrivée d'un pousseur, un convoi de barges doit être chargé ou déchargé. Pour satisfaire à cette exigence, il faudra prévoir un nombre minimum de poste à quai. Ceux-ci sont calculés au tableau 15.3.3 en admettant les conditions suivantes:

- Pour le chargement et le déchargement, il existe des ponts de transbordement d'une capacité moyenne de 500 t/h.

- Pour le transbordement des convois de bateaux M3 et S 4, il est utilisé respectivement un seul appareil de transbordement alors que pour le convoi S6, il sera mis en service 2 appareils de transbordement.

L'article 15.2.7 s'applique également au prix de revient pour une durée de fonctionnement de 25 jours par mois.

Tableau 15.3.1: Calcul des rotations des pousseurs et des barges automotrices par an

(Explications voir art. 15.1.8)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Vitesse pour circulation en amont, vide en km/h	11,0	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0
4	Vitesse pour circulation en aval, chargé en km/h	12,5	12,2	11,9	11,7	11,0	10,0	11,4	10,4	9,7
5	Durée de parcours en h pour circulation en amont	92,5	92,5	92,5	101,8	101,8	101,8	113,1	113,1	113,1
6	Durée de parcours en h pour circulation en aval	81,4	83,4	85,5	86,9	92,5	101,8	89,3	97,9	104,9
7	Durées d'éclusage en h	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
8	Durées d'arrêt dans les ports	8,0	10,0	12,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
9	Durée de rotation en h	185,9	189,9	194,0	196,7	202,3	211,6	210,4	219,0	226,0
10	Durée de mise en service des pousseurs en h/an	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040
11	Rotation des pousseurs par an	27,1	26,5	26,0	25,6	24,9	23,8	24,0	23,0	22,3
12	Durée annuelle de circulation en h	4713	4661	4628	4830	4838	4846	4858	4853	4861

Tableau 15.3.2: Nombre des pousseurs et des barges automotrices

(Explications voir art. 15.1.9)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Capacité en t d'un convoi (voir art. 10.1.4)	830	1700	2600	1200	2360	3560	1800	3540	5340
4	Nombre de rotations par an (voir tabl. 15.3.1)	27,1	26,5	26,0	25,6	24,9	23,8	24,0	23,0	22,3
5	Capacité d'un convoi en t/an (ligne 3 x 4)	22493	45050	67600	30720	58764	84728	43200	81420	119082
6	Volume de transport en t/an	5 Mio	5 Mio	5 Mio	5 Mio	5 Mio	5 Mio	5 Mio	5 Mio	5 Mio
7	Nombre requis de pousseurs (l. 6:5)	222,3	111,0	74,0	162,8	85,1	59,0	115,7	61,4	42,0
8	Nombre choisi de pousseurs	223	111	74	163	85	59	116	62	42
9	Nombre de bateaux requis mis en service en même temps (ligne 7 x $\frac{10,5}{12}$) (art. 15.1.7)	194,5	97,1	64,8	142,5	74,5	51,6	101,2	53,7	36,8

- 177 -

F 5161-11

Tableau 15.3.3: Nombre de barges

(Explications voir art. 15.1.10)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Durée de rotation en h (voir tabl. 15.3.1.79)	185,9	189,9	194,0	196,7	202,3	211,6	210,4	219,0	226,0
4	Nombre de pousseurs mis en même temps en service (voir tableau 15.3.2, ligne 7)	194,5	97,1	64,8	142,5	74,5	51,6	101,2	53,7	36,8
5	Suite de bateaux en h (ligne 3:4)	0,95	1,95	2,99	1,38	2,72	4,10	2,08	4,08	6,14
6	Capacité d'un convoi de bateaux par rotation (voir art. 10.1.4)	830	1700	2600	1200	2360	3560	1800	3540	5340
7	Volume requis de transbordement Capacité/suite de bateaux (ligne 6:5)	868,2	869,1	868,4	869,5	869,2	868,1	865,8	868,03	869,5
8	Nombre choisi des postes à quai x nombre des ponts de transbordement	2 x 1	2 x 1	2 x 1	2 x 1	2 x 1	2 x 1	1 x 2	1 x 2	1 x 2
9	Nombre de convois de barges mis en même temps en service	198,5	101,1	68,8	146,5	78,5	55,6	103,2	55,7	38,8
10	Nombre requis de convois de barges, en tenant compte de la durée de réparation (ligne 9 x $\frac{12}{11}$)	216,5	110,3	75,1	159,8	85,6	60,7	112,6	60,8	42,3
11	Nombre requis de barges	433,1	220,6	150,2	639,2	342,4	242,8	675,6	364,8	253,8

Tableau 15.3.4: Frais annuels de mise à disposition pour les pousseurs et les barges automotrices en Mio. FCFA/an

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Nombre de pousseurs (voir tabl. 15.3.2, ligne 7)	222,3	111,0	74,0	162,8	85,0	59,0	115,7	61,4	42,0
4	Frais d'investissement des pousseur en Mio. FCFA	55575	27750	18500	66748	34891	24190	47437	25174	17220
5	Frais d'amortissement	3779,1	1887,0	1258,0	4455,8	2329,2	1614,8	3166,7	1680,5	1149,5
6	Assurances (voir art. 11.1.4.1.1)	833,6	416,3	277,5	1001,2	523,4	362,9	711,6	377,6	258,3
7	Impôts calculés (voir art. 11.1.4.1.1)	555,8	277,5	185,0	667,5	348,9	241,9	474,4	251,7	172,2
8	Réparation et consommation des matériaux	1389,4	693,8	462,5	1668,7	872,3	604,8	1185,9	629,4	430,5
9	Total intermédiaire	6557,9	3274,6	2183,0	7793,2	4073,8	2824,4	5538,6	2939,2	2010,5
10	Frais pour l'équipage des bateaux	1440,5	719,3	479,5	1308,9	684,2	474,4	930,2	493,7	337,7
31	Frais de mise à disposition sans frais généraux	7998,4	3993,9	2662,5	9102,1	4758,0	3298,8	6468,8	3432,9	2348,2

Frais d'investissement: barge automotrice: 250 Mio. FCFA
 (voir art. 11.3.1) pousseur : 410 Mio. FCFA

Frais d'amortissement : barge automotrice: 17 Mio. FCFA/an
 (voir art. 11.3.1) pousseur : 27,37 Mio. FCFA/an

Tableau 15.3.5: Frais de mise à disposition pour les barges en Mio. FCFA/an

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Nombre de barges (voir tabl. 15.3.3, ligne 6)	433,1	220,6	150,2	639,2	342,4	242,8	675,6	364,8	253,8
4	Frais d'investissement en Mio. FCFA 1)	54137	27575	18775	79900	42800	30350	84450	45600	31725
5	Frais d'amortissement 2)	3284,6	1673,0	1139,1	4847,7	2596,8	1841,4	5123,8	2766,6	1924,8
6	Assurances	812,1	413,6	281,6	1198,5	642,0	455,3	1266,8	684,0	475,9
7	Impôts calculés	541,4	275,8	187,8	799,0	428,0	303,5	844,5	456,0	317,3
8	Réparation et consommation des matériaux	1353,4	689,4	469,4	1997,5	1070,0	758,8	2111,3	1140,0	793,1
9	Frais de mise à disposition sans frais généraux	5991,5	3051,8	2077,9	8842,7	4736,8	3359,0	9346,4	5046,6	3511,1

1) Frais d'investissement par barge: 125 Mio. FCFA (voir art. 15.1.12)

2) Frais d'amortissement par barge : 7,584 Mio. FCFA/an (voir art. 11.3.1)

Tableau 15.3.6: Prix de revient

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Frais de mise à disposition pour les pousseurs en Mio. FCFA/an (voir tabl. 15.3.4)	7998,4	3993,9	2662,5	9102,1	4758,0	3298,8	6468,8	3432,9	2348,2
4	Frais de mise à disposition pour les barges en Mio. FCFA/an (voir tabl. 15.3.5)	5991,5	3051,8	2077,9	8842,7	4736,8	3359,0	9346,4	5046,6	3511,1
5	Total des frais de mise à disposition en Mio. FCFA/an	13989,9	7045,7	4740,4	17944,8	9494,8	6657,8	15815,2	8479,5	5859,3
6	Frais de carburants en Mio. FCFA/an (voir art. 11.1.4.1.2)	11942,5	5897,8	3902,3	13130,4	6874,6	4775,5	9389,1	4977,0	3408,8
7	Frais de voyage en Mio. FCFA/an (0,25 % des investissements)	274,3	138,3	93,2	366,6	194,2	136,4	329,7	176,9	122,4
8	Prix de revient (ligne 5 à 7) en Mio. FCFA/an	26206,7	13081,8	8735,9	31441,8	16563,6	11569,7	25534,0	13633,4	9390,5
9	Prix de revient par tkm sans les frais généraux	5,67	2,83	1,89	6,80	3,58	2,50	5,52	2,95	2,03
10	Frais généraux d'administration en FCFA	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
11	Frais par tkm sans les taxes de navigation en FCFA	5,87	3,03	2,09	7,00	3,78	2,70	5,72	3,15	2,23

15.4 Transport du minerai de fer de Bakel à St. Louis

Volume transporté : 7,5 Mio. t/an

Capacité de transport: 5.962,5 Mio. tkm/an

Distance de transport: 795 km

Tableau 15.4.1: Calcul des rotations des barges automotrices et des pousseurs par an

(Explications voir art. 15.1.8)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Vitesse pour circulation en amont, vide en km/h	11,0	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0
4	Vitesse pour circulaion en aval, chargé en km/h	12,5	12,2	11,9	11,7	11,0	10,0	11,4	10,4	9,7
5	Durée de parcours en h pour circulation en amont	79,5	79,5	79,5	87,5	87,5	87,5	97,2	97,2	97,2
6	Durée de parcours en h pour circulation en aval	70,0	71,7	73,5	74,7	79,5	87,5	76,7	84,1	90,2
7	Durées d'éclusage en h	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
8	Durées d'arrêt dans les ports	8,0	10,0	12,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
9	Durée de rotation en h	161,5	165,2	169,0	170,2	175,0	183,0	181,9	189,3	195,4
10	Durée de mise en service des pousseurs en h/an	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040
11	Nombre de rotations des pousseurs par an	31,2	30,5	29,8	29,6	28,8	27,5	27,7	26,6	25,8
12	Durée annuelle de circulation en h	4664	4612	4559	4801	4810	4813	4817	4823	4835

Tableau 15.4.2: Nombre des pousseurs et des barges automotrices

(Explications voir art. 15.1.9)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Capacité en t d'un convoi (voir art. 10.1.4)	830	1700	2600	1200	2360	3560	1800	3540	5340
4	Nombre de rotations par an (voir tabl. 15.2.1)	31,2	30,5	29,8	29,6	28,8	27,5	27,7	26,6	25,8
5	Capacité d'un convoi en t/an (ligne 3 x 4)	25896	51850	77480	35520	67968	97900	49860	94164	137772
6	Volume de transport en t/an	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio	7,5 Mio
7	Nombre requis de pousseurs (1. 6:5)	289,6	144,6	96,8	211,1	110,3	76,6	150,4	79,6	54,4
8	Nombre choisi de pousseurs	290	145	97	211	111	77	151	80	55
9	Nombre de bateaux requis mis en service en même temps. (ligne 7 x $\frac{10,5}{12}$) (art. 15.1.7)	253,4	126,5	84,7	184,7	96,5	67,0	131,6	69,7	47,6

Tableau 15.4.3: Nombre de barges

(Explications voir art. 15.1.10)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Durée de rotation en h	161,5	165,2	169,0	170,2	175,0	183,0	181,9	189,3	195,4
4	Nombre de pousseurs mis en même temps en service (voir tabl. 15.4.2, ligne 9)	253,4	126,5	84,7	184,7	96,5	67,0	131,6	69,7	47,6
5	Suite de bateaux en h (ligne 3:4)	0,64	1,31	2,00	0,92	1,81	2,73	1,38	2,72	4,11
6	Capacité d'un convoi de bateaux par rotation (voir art. 10.1.4)	830	1700	2600	1200	2360	3560	1800	3540	5340
7	Volume requis de transbordement Capacité/suite de bateaux (ligne 6:5)	1296,9	1297,7	1300,0	1304,3	1303,9	1304,0	1304,3	1301,5	1299,3
8	Nombre choisi des poste à quai x nombre des ponts de transbordement	3 x 1	3 x 1	3 x 1	3 x 1	3 x 1	3 x 1	2 x 1,5	2 x 1,5	2 x 1,5
9	Nombre de convois de barges mis en même temps en service	259,4	132,5	90,7	190,7	102,5	73,0	135,6	73,7	51,6
10	Nombre requis de convois de barges, en tenant compte de la durée de réparation (ligne 9 x $\frac{12}{11}$) (art. 15.1.10)	283,0	144,5	98,9	208,0	111,8	79,6	147,9	80,4	56,3
11	Nombre requis de barges	566,0	289,0	197,8	832,0	447,2	318,4	887,4	482,4	337,8

Tableau 15.4.5: Frais de mise à disposition pour les barges en Mio. FCFA/an

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Nombre des barges (voir tabl. 15.4.3, ligne 11)	566,0	289,0	197,8	832,0	447,2	318,4	887,4	482,4	337,8
4	Frais d'investissement en Mio. FCFA 1)	70750	36125	24725	104000	55900	39800	110925	60300	42225
5	Frais d'amortissement 2)	4292,5	2191,8	1500,1	6309,9	3391,6	2414,7	6730,0	3658,5	2561,9
6	Assurances	1061,3	541,9	370,9	1560,0	838,5	597,0	1663,9	904,5	633,4
7	Impôts calculés	707,5	361,3	247,3	1040,0	559,0	398,0	1109,3	603,0	422,3
8	Réparation et consommation des matériaux	1768,8	903,1	618,1	2600,0	1397,5	995,0	2773,1	1507,5	1055,6
9	Frais de mise à disposition sans frais généraux	7830,1	3998,1	2736,4	11509,9	6186,6	4404,7	12276,3	6673,5	4673,2

1) Frais d'investissement par barge: 125 Mio. FCFA (voir art. 15.1.12)

2) Frais d'amortissement par barge : 7,584 Mio. FCFA/an

Tableau 15.4.6: Frais de revient

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Frais de mise à disposition pour les pousseurs en Mio FCFA/an (voir tabl. 15.4.4, ligne 11)	10419,8	5202,8	3482,9	11802,6	6166,8	4282,8	8408,8	4450,5	3041,5
4	Frais de mise à disposition pour les barges en Mio FCFA/an (voir tabl. 15.4.5, ligne 9)	7830,1	3998,1	2736,4	11509,9	6186,6	4404,7	12276,3	6673,5	4673,2
5	Total des frais de mise à disposition	18249,9	9200,9	6219,3	23312,5	12353,4	8687,5	20685,1	11124,0	7714,7
6	Frais de carburants en Mio FCFA/an (voir art. 11.1.4.1.2)	15400,3	7604,5	5031,3	16929,6	8863,0	6157,0	12100,5	6414,6	4395,5
7	Frais de voyage en Mio FCFA/an (0,25 % des investissements)	357,9	180,7	122,3	476,4	252,8	178,0	431,5	232,3	161,3
8	Prix de revient (ligne 5 à 7) en Mio FCFA/an	34008,1	16986,1	11372,9	40718,5	21469,2	15022,5	33217,1	17770,9	12271,5
9	Prix de revient par tkm sans les frais généraux	5,70	2,85	1,91	6,83	3,60	2,52	5,57	2,98	2,06
10	Frais généraux d'administration en FCFA	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
11	Frais par tkm sans les taxes de navigation en FCFA	5,90	3,05	2,11	7,03	3,80	2,72	5,77	3,18	2,26

15.5 Transport de la bauxite de Kayes à St. Louis

Volume transporté : 1,2 Mio. t/an

Capacité de transport: 1,110 Mio. tkm/an

Distance de transport: 925 km

Le prix de revient pour le transport de la bauxite est le même que celui pour le transport du minerai de fer de Kayes à St. Louis.

L'influence sur les frais de plus faibles volumes transportés est faible et négligeable. Le prix de revient n'est donc pas recalculé.

15.6 Tableau comparatif des frais de revient pour les produits en vrac, sans les taxes de navigation

Unité		M3			S4			S6		
Tirant d'eau/Profondeur d'eau en m		1,0/ 1,5	1,5/ 2,0	2,0/ 2,5	1,0/ 1,5	1,5/ 2,0	2,0/ 2,5	1,0/ 1,5	1,5/ 2,0	2,0/ 2,5
Phosphate transporté de Kaédi à Saint-Louis (voir art. 15.2.6)	Prix de revient en FCFA/tkm	6,72	3,53	2,48	8,06	4,48	3,26	6,84	3,93	2,92
	Facteur d'augmentation	2,71	1,42	1,0	2,47	1,37	1,0	2,34	1,35	1,0
Minerai transporté de Bakel à Saint-Louis (voir art. 15.4.6)	Prix de revient en FCFA/tkm	5,90	3,05	2,11	7,03	3,80	2,72	5,77	3,18	2,26
	Facteur d'augmentation	2,80	1,45	1,0	2,58	1,40	1,0	2,55	1,41	1,0
Minerai et bauxite transportés de Kayes à Saint-Louis (voir art. 15.3.6)	Prix de revient en FCFA/tkm	5,87	3,03	2,09	7,00	3,78	2,70	5,72	3,15	2,23
	Facteur d'augmentation	2,81	1,45	1,0	2,59	1,40	1,0	2,57	1,41	1,0

1961

15.7 Résultats de l'étude

15.7.1 Prix de revient en fonction du tirant d'eau

Les résultats du tableau 15.6 et les graphiques des annexes A.1.11-11 et -12 montrent qu'un transport rentable des produits en vrac n'est pas possible pour un tirant d'eau limité à 1,0 m.

Le prix de revient est pour ce tirant d'eau - selon la nature des marchandises et l'unité utilisée - 2,3 à 2,8 fois plus élevé que pour un tirant d'eau de 2,0 m. Le prix par tonne/kilomètre d'env. 5,7 à 8,1 FCFA - calculé pour un tirant d'eau de 1,0 m et qui ne comprend pas les taxes de la navigation - est si élevé que la Compagnie de Navigation ne sera plus compétitive pour ce prix de revient.

Pour un tirant d'eau admis de 1,50, le prix de revient est par contre 1,3 à 1,45 fois supérieur à celui-ci qui surgirait pour un tirant d'eau de 2,0 m. Le prix par tonne/kilomètre sans taxes de navigation est dans ce cas de l'ordre de 3,0 à 4,5 FCFA selon la nature des marchandises et le convoi mis en service.

Pour un tirant d'eau admis de 2,0 m, le prix par tonne/kilomètre est d'env. 2,1 à 3,3 FCFA.

Etant donné que, dans le cas d'un tirant d'eau plus élevé, le prix de revient de la Compagnie de Navigation diminue mais que les frais d'investissement et d'entretien pour la voie navigable et par conséquent les taxes de la navigation augmentent, il faudra, dans le cadre de l'évaluation économique de l'ensemble du projet, établir une analyse pour différentes profondeurs d'eau afin de déterminer la solution la plus avantageuse relative à l'ensemble des frais.

15.7.2 Prix de revient en fonction du convoi mis en service

Les prix de revient sans taxes de la navigation sont à peu près identiques pour les convois M3 et M6 dans le cas de tirants d'eau et de marchandises analogues. (voir tableau 15.6 et annexes A.1.11-11 et -12). Pour le convoi S4, les frais sont par contre en moyenne d'au moins 20 % supérieurs à ceux des convois M3 et S6 dans le cas d'un tirant d'eau allant de 1,5 à 2,0 m.

Cette comparaison ne permet donc pas de recommander le convoi S4.

Lors d'une comparaison entre le convoi M3 et S6, il faut tenir compte du fait que le convoi S6 a besoin d'une plus grande largeur de canal navigable et que ceci entraînerait des taxes de navigation plus élevées. La mise en service de cette unité n'apparaît donc pas tout d'abord favorable mais elle présente cependant l'avantage d'une plus forte capacité de transport qui réduirait ainsi la densité du trafic et par là-même le danger d'avaries dans le cas d'un volume élevé de marchandises.

Il ressort du tableau et graphique suivant la densité du trafic pour un tirant d'eau admis de 1,5 m.

Densité maximale du trafic sur les différents parcours pour le transport des produits en vrac

		M3			S6		
Nature des march. et Parcours	Volume en Mio t/an	Nombre de bateaux n	Durée de rotation en h	Densité du trafic n/h	Nombre de bateaux n	Durée de rotation en h	Densité du trafic n/h
Minerai de fer Kayes - St. Louis	5,0	98	189,9	0,52	54	219	0,25
Bauxite Kayes - St. Louis	1,2	24	189,9	0,13	13	219	0,06
Minerai de fer Bakel - St. Louis	7,5	126	165,2	0,76	70	189,3	0,37
Phosphate Kaédi - St. Louis	0,8	9,4	115,2	0,08	5,1	129,3	0,04
Parcours	Densité du trafic par rapport au transport total						
Kayes - St. Louis	6,2	-	-	0,65	-	-	0,31
Bakel - St. Louis	13,7	-	-	1,41	-	-	0,68
Kaédi - St. Louis	14,5	-	-	1,49	-	-	0,72

Afin de pouvoir comparer les prix de revient, il sera considéré le nombre effectif requis et non le nombre arrondi de pousseurs, barges automotrices et barges.

15.1.12 Frais d'investissement

Les frais d'acquisition pour les pousseurs, barges automotrices et barges sont indiqués à l'article 11.1.2.2.

Etant donné que le transport de marchandises en vrac nécessite un grand nombre de barges, celles-ci peuvent être achetées à un prix plus avantageux que celui des barges pour le transport des marchandises diverses et des hydrocarbures. Les frais d'acquisition se trouveront ainsi ramenés dans ce cas de 140 Mio FCFA/barge à 125 Mio FCFA/barge.

Pour tous détails supplémentaires voir article 11.

15.1.13 Frais de personnel (F_p)

Les frais de personnel résultent du nombre d'unités poussées requises et des frais annuels pour un équipage de bateaux cf. à l'art. 11.1.4.1.1 b) et c).

15.1.14 Frais de carburants (F_c)

Les frais annuels pour les carburants (F_c) s'obtiennent par le calcul suivant:

$$F_c = \frac{V_t}{C_u} \times t_{desc.} + t_{mont.} \times F_{ch}$$

où

F_c = Frais annuels pour les carburants

V_t = Volume annuel transporté en t

C_u = Capacité d'une unité par voyage

$t_{desc} + t_{mont}$ = Durée de parcours pour un voyage en descente et en montée

$F_{c,h}$ = Frais de carburants pour 1 h de fonctionnement
(voir art. 11.1.4.1.2)

- 11.400 FCFA/h pour barges automotrices

- 16.700 FCFA/h pour pousseurs

15.1.15 Frais généraux d'administration de la Compagnie de Navigation

Les frais généraux d'administration de la Compagnie de Navigation ont été estimés à 0,2 FCFA/tkm pour tous les produits en vrac.

15.1.16 Taxes de la navigation

Les taxes de la navigation ne sont pas comprises dans les prix de revient.

15.2 Transport du phosphate de Kaédi à St. Louis

Volume transporté : 800.000 t/an
Capacité de transport: 425,6 Mio tkm/an
Distance de transport: 532 km

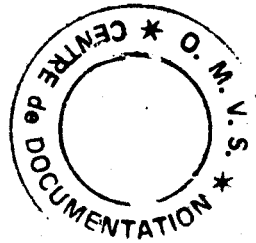


Tableau 15.2.1: Calcul des rotations des barges automotrices et des pousseurs par an

(Explications voir art. 15.1.8)

1	Unité	M 3			S 4			S 6		
		1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
2	Tirant d'eau/Profondeur d'eau	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5	1,0/1,5	1,5/2,0	2,0/2,5
3	Vitesse pour circulation en amont, vide en km/h	11,0	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0
4	Vitesse pour circulation en aval, chargé en km/h	12,5	12,2	11,9	11,7	11,0	10,0	11,4	10,4	9,7
5	Durée de parcours en h pour circulation en amont	53,2	53,2	53,2	58,5	58,5	58,5	65,0	65,0	65,0
6	Durée de parcours en h pour circulation en aval	46,8	48,0	49,2	50,0	53,2	58,5	51,3	56,3	60,3
7	Durées d'éclusage en h	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
8	Durées d'arrêt dans les ports	8,0	10,0	12,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
9	Durée de rotation en h	112,0	115,2	118,4	116,5	119,7	125,0	124,3	129,3	133,3
10	Durée de mise en service des pousseurs en h/an (art. 15.1.7)	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040
11	Nombre de rotations des pousseurs par an	45,0	43,8	42,6	43,3	42,1	40,3	40,5	39,0	37,8
12	Durée annuelle de circulation en h	4500	4433	4362	4698	4703	4715	4710	4731	4736

$$1) t_{\text{requis}} = 1,1 \times 532 \times \frac{1}{v}$$