

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE OUTRE-MER

ETUDE DES POSSIBILITES d'AMELIORATION
DE LA NAVIGATION SUR LE NIGER
P.A.R REGULARISATION DU DEBIT d'ETIAGE

G. AUVRAY

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 33118, ex 1

Cote : B

A.O.F.

18 mars 1952

~~7011465~~

~~10936~~

C H A P I T R E I

1/ DONNEES HYDROLOGIQUES ET REGIME DU NIGER ENTRE KOULIKORO ET MOPTI

Nous nous bornerons simplement à la période s'étendant du mois de Décembre à Juillet, période qui comporte la saison sèche et l'étiage du fleuve (décrue, courbe de tarissement et début de la crue).

Toute cette étude est basée sur les renseignements suivants :

- 1/ Station de Koulikoro comportant de nombreux jaugeages et une bonne courbe d'étalement hauteurs d'eau-débits (au moins jusqu'à 150 m³/s).
- 2/ Station de Nimitogo à 12 kms en aval de Mopti avec 3 jaugeages rapportés à l'échelle de Mopti.
- 3/ Station de Sofara avec 2 jaugeages rapportés à un repère fixe au droit de la Section.
- 4/ Une mesure de débit à Banankoro (aval de Ségou) rapportée à l'échelle de Ségou.
- 5/ Une mesure de débit à Ké-lacina rapportée à un repère fixe à proximité immédiate de la section de mesures.
- 6/ Les relevés limnimétriques des Stations de Koulikoro, Ségou, Kirango, Doua et Béneny-Kégné sur le Bani.

Le problème posé étant de déterminer les débits à Koulikoro nécessaires pour les différents types de navigation entre Koulikoro et Mopti, il n'y a aucun inconvénient à utiliser la montée des eaux de 1951 et la décrue 1951-1952. C'est en effet la période qui correspond exactement aux renseignements que nous avons pu collecter sur la navigation effectivement réalisée.

Une année moyenne eut été préférable mais il suffira d'avoir présent à l'esprit le tableau suivant :

Débits moyens mensuels à Koulikoro - en m³

	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
Année normale	!	!	!	!	!	!	!	!	!
moyenne de 43 ans (1908-1950)	1803	770	392	195	98	63	98	383	1218
Année 1951-1952	5425	1800	780	456	162	93	225	576	1591
	1951		1952				1951		

.../

Le débit aval par rapport au débit amont baisse de plus en plus lentement. Les nappes des vastes régions inondées entre Diarafabé et Mopti, communes d'ailleurs avec celles du Bani, sont capables d'alimenter le lit mineur.

Cette influence régularisatrice heureuse ajoutée à la diminution de la pente dans le secteur Ké-Macina- Mopti par rapport à l'amont suffit pour expliquer le fait que les conditions de navigation de basses eaux dans ce secteur seront toujours non pas les meilleures, mais les moins mauvaises.

S'il en avait été autrement, on peut se demander ce qu'^{devenu} serait le Niger au mois de Mai à l'aval de Ké-Macina et de Diarafabé.

Les prochaines campagnes de jaugeages en Mars et Mai 1952 permettront de compléter d'une façon certaine les parties inférieures des courbes d'étalonnage des stations de Mopti et Sofara et ainsi d'évaluer l'amplitude de cette régularisation naturelle.

La détermination d'une façon précise des pentes en basses eaux du Niger et du Bani en amont de Mopti, permettrait également d'évaluer si par le jeu des différences de niveau entre les deux lits mineurs l'un d'eux ne bénéficierait pas d'une façon plus large que l'autre de la restitution des nappes communes.

3/ IRRÉGULARITÉ INTERANNUELLE -

1°) Montée des eaux -

Le débit moyen du mois de Juillet sur une période de 43 ans est de 1218 m³/s. Le minimum connu de 462 m³/s correspond à l'année 1945. Le maximum connu de 2336 m³/s correspond à l'année 1929 avec 790 m³/s en Juin.

Ce qui indique qu'entre l'année la plus en retard et l'année ^{la} plus en avance le décalage est de l'ordre de 5 à 6 semaines.

2°) Descente des eaux -

Le débit moyen du mois de Décembre sur 43 ans est de 770 m³/s - Maximum : 1187 m³/s en 1925 et minimum 471 m³/s en 1916. Compte tenu des débits moyens de Novembre (1803 m³/s) et de Janvier (398 m³/s) on trouve un décalage plus faible de l'ordre de 4 à 5 semaines. Ce maximum de décalage par rapport à la moyenne semble avoir été atteint lors de la décrue 1951-1952.

D'autre part, du point de vue navigation, et en adoptant un débit limite de 700 m³/s à Koulikoro, nous arriverons aux résultats suivants :

Année moyenne sur 43 ans : du 1er Juillet au 15 Décembre -

.../

Année la plus mauvaise : du 25 Juillet au 25 Décembre.
1913 - 1914

Année la plus favorable : du 27 Juin au 20 Janvier.
1951 - 1952.

Remarque -

Les graphiques précédents nous permettent d'apprécier ce que deviendront les débits entre Koulikoro et Nepti dans le cas d'une régularisation par étiage artificiel maintenu constant à Koulikoro.

C H A P I T R E I I

ASPECT D LA NAVIGATION DE BASSES EAUX ENTRE KOULIKORO et MOPTI

(I) Nous distinguerons les Sections suivantes :

1/ de Koulikoro à Fanchon - Fanchon étant sensiblement la limite du remou du barrage de Sansanding pour la cote de retenue normale (Cote 300, plan de comparaison de Sansanding).

2/ de Fanchon à Markala.

Cette section ne nous intéresse pas puisque la navigation s'y effectue toute l'année dans d'excellentes conditions si le plan d'eau de Sansanding est maintenu.

3/ de l'aval du barrage à Kokry -

C'est la section qui souffre des prélèvements d'eau opérés par l'Office du Niger pour les besoins de l'irrigation et le maintien des canaux en eau.

4/ de Kokry à Mopti.

C'est la section la plus favorisée puisqu'elle bénéficie du déversement de Kolongo et de la régularisation naturelle due aux inondations de hautes eaux.

En règle générale, tous les seuils sont sableux à l'exception du seuil rocheux de Dina en aval de Niénébalé.

Ces seuils sont constitués par des bancs de sables grossiers qui réunissent deux mouilles situées de part et d'autre du lit mineur.

Les seuils sont d'autant plus mauvais qu'ils sont longs, et que l'écoulement transversal par rapport à la passe risque de dresser les convois sur les bancs.

Ce risque est plus faible à la montée où le convoi manoeuvre beaucoup mieux face au courant, mais alors, le rendement de la traction diminuant considérablement avec le tirant d'eau, le convoi risque de s'immobiliser au moindre râclage du fond.

A - De Koulikoro à Fanchon

L'allure extrêmement homogène du lit du fleuve permet de comparer les différents seuils les uns aux autres. Ils se ressemblent sensiblement tous et nous nous contenterons d'adopter parmi

les plus mauvais un seuil type, celui de Segala. Voir croquis. Il se situe approximativement à 2,500 km. en aval du village de Segala. On aurait pu choisir aussi bien le seuil de Kamini en aval de Sassila.

Cette particularité intéressante due au calibrage régulier du fleuve nous dispense de relever tous les seuils de ce Secteur.

Les raisonnements effectués sur l'un d'eux sont pratiquement valables pour les autres qui présentent sensiblement les mêmes caractéristiques : profondeur, nature du fond, et longueur.

B - de Sansanding à Kokry

Le problème est un peu différent en ce sens que l'on rencontre un seul nettement mauvais : celui de Nakry (voir croquis).

Il est très long, environ 1400 mètres, le courant transversal sur la passe est assez fort, nous l'avons classé sur une figure à part car pouvant faire, si besoin est l'objet d'un aménagement particulier assez économique, il ne serait pas raisonnable de baser uniquement sur ce seuil les conditions de navigation dans ce secteur.

En ce qui concerne les autres seuils de ce tronçon, nous avons comme précédemment choisi un seuil type : celui de Sama (voir croquis).

C - de Kokry à Mopti

La navigation entre Markala et Mopti sera toujours conditionnée par les seuils de la Section précédente, sauf dans le cas où le canal du Macina construit par l'Office du Niger permettrait une navigation normale. Pour le moment, il n'en est pas question et tel n'est pas le problème qui nous a été posé.

En conséquence, il est logique d'admettre qu'un convoi en navigation légère capable de franchir le Secteur Markala-Kokry, gagnera sans encombre l'escale de Mopti.

(2) HAUTEUR d'EAU SUR LES DIFFERENTS SEUILS EN FONCTION DU TEMPS

Voir courbes -

Pour tracer les courbes en plus des sondages que nous avons pu opérer nous-mêmes au droit des seuils types adoptés, il a fallu nécessairement faire une enquête auprès des Messageries Africaines, et en particulier M. FETIT, Directeur des "MESSAGERIES" à Ségou a bien voulu nous donner des renseignements très intéressants.

Les dates marquantes du film de la navigation effective lors de la décrue 1951 - 1952 sont les suivantes :

15 Janvier 1952, cote à Koulikoro : 2,10m. Dernier départ de Koulikoro d'un convoi de 4 chalands de 160 tonnes chargés en moyenne à 115 tonnes (460 tonnes de frêt) tracté par un remorqueur Diesel de 200 CV.

Antérieurement au 1er Janvier, les chalands de 160 tonnes étaient chargés à 140-150 tonnes.

Après le 1er Février, les chalands sont chargés à 80 tonnes et tractés par des remorqueurs de 100 CV.

Le 23 Février, les remorqueurs ainsi que les convois chargés à 60-65 tonnes commencent à talonner au seuil de Ségala, Kamini et Farako (le plan d'eau de Sansanding étant à une cote inférieure de 1m,25 à la cote de retenue normale pour laquelle ce seuil n'apparaît pas).

A la crue, citons une date d'extrême limite : le 8 Mars 1951 : 4 chalands avec 99 tonnes frêt soit 25 tonnes par chaland ont mis plus d'une semaine pour effectuer le parcours Koulikoro-Ségou. Il s'agit là d'une navigation acrobatique utilisant le radeau à sable, mais aucunement rentable.

En ce qui concerne le tronçon Sansanding-Kokry : on estime que la date limite correspondant à un tirant d'eau de 1m,25 sur le seuil de Nakry a été le 1er Janvier 1952.

Notons également, que nous avons talonné en passant sur le même seuil avec la vedette du Service de l'Hydraulique (tirant d'eau 0m,70) à la date du 1er Février 1952.

Notons également enfin un renseignement utile pour le tronçon Ké-Mocina Mopti : en année moyenne le GALLIENI à vide (tirant d'eau 1m,05) quitte Mopti habituellement vers Koulikoro aux environs immédiats du 1er Juillet, ce qui correspond au 5 ou 6 Juillet pour le passage sur le seuil de Nakry. Bien entendu, cette navigation s'effectue vers la montée des eaux.

La traduction de ces renseignements en profondeur au-dessus des seuils nécessite des données sur le tirant d'eau à différentes charges de la batellerie de Messafric.

(3) BATELLERIE de MESSAFRIC - ENFONCEMENTS ET TIRANTS d'EAU DES CHALANDS et REMORQUEURS EN FONCTION DE LA CHARGE

- La flotte utilisée par Messafric comprend :
- chalands de 160 tonnes - 33 m. de longueur
 - chalands de 85 tonnes
 - chalands de 60 tonnes

.../

Ce sont les unités les plus importantes qui transportent la plus grande partie du fret. Les "Messafrics" possèdent des chalands intermédiaires en faible nombre dont nous ne tiendrons pas compte.

- Remorqueurs Diésel de 200 CV calant 1m,10 pouvant tracter jusqu'à 5 chalands de 160 tonnes chargés à 120- 130 tonnes.
- Remorqueurs Diésel de 100 CV calant 0m,70 pouvant tracter de 220 à 240 tonnes de charge. 4 chalands de 160 tonnes chargés à 50-60 tonnes.
- Remorqueurs vapeur type "Lac" calant 0m,70/0m,75 pouvant tracter de 160 à 180 tonnes, soit 3 chalands de 160 tonnes chargés de 50 à 60 tonnes.

Voir courbe de tirant d'eau en fonction de la charge des différents chalands mentionnés.

Nous pouvons distinguer 3 types de navigation :

1/ NAVIGATION LOURDE - au-dessus de 1m,60

Remorqueurs de 200 CV Diésel -
Chalands de 160 tonnes en pleine charge (au-dessus de 120 tonnes).

2/ NAVIGATION SEMI-LOURDE - entre 1m,10 et 1m,60

Remorqueurs de 200 CV Diésel
Chalands de 160 tonnes avec charge limitée à 105-110 T.

3/ NAVIGATION LEGERE - entre 0m,70 et 1m,10

Remorqueurs de 100 CV Diésel et "Lac"
-chalands de 160 T. avec charge limitée à 65-70 T. environ
-chalands de 85 tonnes chargés à 60-65 tonnes
-chalands de 60 tonnes à pleine charge

Au-dessous de 0m,70, la navigation rentable n'est plus possible. Les voyages sont longs et pénibles. L'emploi du râteau à sable est presque indispensable, voire même le transbordement des chalands.

Cette navigation acrobatique sur sable pouvait vivre à l'époque où la main d'oeuvre était nombreuse et bon marché. Les passages difficiles s'effectuaient par transbordement à dos d'homme et creusement du chenal devant le chaland, mais à l'heure actuelle elle n'est plus praticable.

.../

Voir courbe du tirant d'eau des chalandes en fonction de la charge.

(4) PROFONDEUR DANS LES PASSES SUR LES SEUILS EN FONCTION DU TEMPS

En nous aidant des courbes de débits moyens mensuels, tracées au chapitre I, il nous est possible en première approximation de construire par points les courbes profondeur - débit sur les seuils en éliminant le facteur temps.

On trouvera pour chaque seuil 3 courbes, donnant la profondeur moyenne sur le seuil en fonction du débit nécessaire à Koulikoro à la descente des eaux, à la montée des eaux et du débit au droit du seuil.

L'écart entre les deux courbes extrêmes va en augmentant à mesure que le seuil étudié s'éloigne de Koulikoro.

Elles ne tiennent pas compte de l'effet de la régularisation artificielle, en effet dans le cas où le débit à Koulikoro serait maintenu par des apports à une valeur constante, il reste à évaluer ce que sera pendant la durée de la régularisation le débit effectif disponible au droit du seuil. Cette évaluation est difficile à faire d'une façon précise car elle doit tenir compte :

- 1/ Des apports dus au bassin versant à l'aval de Koulikoro, ces apports variant avec l'époque pour s'amplifier vraisemblablement vers le mois de Mai, tout au moins entre Koulikoro et Diafarabé. En aval de Diafarabé, on peut admettre qu'il existe des apports à toute époque provenant de la régularisation naturelle due aux régions fortement inondées et saturées pendant les hautes eaux.
- 2/ Des pertes dues aux nappes maintenues à un niveau supérieur à celui qui correspond aux conditions hydrologiques du moment. Elles augmentent rapidement en fonction de l'écart entre le niveau à l'état naturel et le niveau après régularisation.
- 3/ Des pertes par évaporation qui dépendent de l'estimation de la surface libre correspondante au débit régularisé, et des conditions climatiques.
Ces pertes sont calculables en appréciant une largeur moyenne du fleuve et en adoptant une évaporation de 0,5cm par jour.
- 4/ Des prélèvements effectués par l'Office du Niger pour les besoins de l'irrigation et le maintien en eau des canaux. Ces pertes ont été chiffrées par l'Office du Niger.

Voir tableau ci-après.

.../

	Prélèvements actuels m ³ /s	Prélèvements prévus en m ³ /s Irrigation du coton égyptien prolongée jusqu'au 15 Mars
Janvier	35 jusqu'au 15-20 ensuite	200
Février	20	200
Mars	20	200 jusqu'au 15-40 à 45 ensuite
Avril	0	40 à 45
Mai	0	40 à 45
Juin	20	40 à 45
		Soit environ 1650 millions de m ³

PERTES PAR ÉVAPORATION

Ce sont les seules dont on peut apprécier l'ordre de grandeur d'une façon raisonnable :

Admettons pour un débit d'environ 500 m³/s une largeur moyenne de la surface libre de 5 à 600 mètres et une évaporation de 0,5 cm par jour. Nous obtenons une perte de 15 à 16 m³/s sur toute la longueur du tronçon de Koulikoro-Bopti soit environ 5 à 6% pour tenir compte de l'augmentation de l'évaporation dans la retenue du barrage de Sansanding.

Pour fixer les idées, compte tenu des pertes par les nappes nous retiendrons l'ordre de grandeur de 10% pour les pertes totales à l'époque la moins favorable (avril-mai).

CONCLUSIONS

L'utilisation des courbes de hauteurs d'eau sur les seuils en fonction des débits sera la suivante :

En fonction du tirant d'eau choisi, on lira le débit correspondant sur le seuil, on majorera de 10 x D₀

(D étant la distance en kilomètres du seuil à Koulikoro)
pour obtenir le débit de régularisation nécessaire à la Station
de Koulikoro.

En aval de Sansanding, il y aura lieu en plus d'augmenter
le débit estimé à Koulikoro des prélèvements annoncés par l'Office
du Niger pour leurs besoins.

CHAPITRE III

(I) GENERALITES

Le débit nécessaire pour assurer un type de navigation est lié à la pente du fleuve et à l'allure du profil en travers moyen dans le tronçon que l'on désire aménager, C'est à-dire au rayon Hydraulique moyen.

Pour fixer les idées, prenons un profil en travers suivant le croquis.

Pour passer de la mouille M1 située par exemple sur la rive droite dans la mouille M2 rive gauche plus en aval, il est nécessaire d'emprunter le chenal C creusé au milieu des deux bancs de sable B1 et B2. Pour augmenter le tirant d'eau dans le chenal C, il nous faut augmenter considérablement la surface mouillée, et immerger ainsi des surfaces énormes sous de faibles profondeurs, d'où une débauche de débit; l'eau s'écoulant sur les deux bancs de sables B1, B2, dont l'évaporation se taillera une vaste part, ne sert nullement à l'amélioration recherchée. On conçoit qu'il doit exister un débit Optimum et économique satisfaisant un type de navigation dans le chenal. Or, sur le Niger on peut à coup sûr affirmer que ce débit ne correspond pas à la navigation à pleine charge, ni même à la navigation semi-lourde (1m, 10).

Autrement dit, il semble raisonnable d'économiser les volumes d'eau emmagasinés en ne satisfaisant qu'une navigation légère, sans doute plus coûteuse que la pleine charge, mais d'avoir ainsi la possibilité de la maintenir beaucoup plus avant dans le temps.

Vouloir envisager uniquement le maintien de la navigation en lourd sans tenir compte d'une solution intermédiaire aurait l'effet d'un feu de paille dont la brève durée malgré

la qualité de la navigation obtenue lui enlèverait vraisemblablement tout caractère de rentabilité.

Le seul avantage de cette manière de voir permettrait à Messafrio de supprimer sa flotte légère pour renforcer sa flotte lourde et de n'avoir ainsi qu'une flotte unique à entretenir.

Ce but trop optimiste ne pourra être atteint surtout si l'on tient compte, comme on le verra plus tard, des prélèvements à Markala - qui seront nécessaires à l'Office du Niger pour assurer son programme de culture du coton et irrigation à 200 m³/s prolongées jusqu'au 15 Mars - il peut sembler logique d'attribuer la priorité à cette incidence puisque d'après les dernières évaluations publiées, la culture du coton Egyptien, et surtout l'amélioration du rendement à l'hectare (prévision de 100 kgs en plus) due à la prolongation des irrigations, rentabilisé à elle seule l'ouvrage de Niandan.

Mais nous pensons qu'il serait imprudent de considérer dans ce cas, la navigation comme un sous-produit intéressant certes mais secondaire. Nous avons un exemple de cette mauvaise manière de voir, dans l'insuffisance au moment de sa construction du canal du Macina du point de vue navigation, alors qu'il était facilement prévisible que les répercussions du Barrage de Sansanding, ne manqueraient pas d'être fâcheuses pour l'alimentation en eau du bief aval.

C'est pourquoi, dans l'édification des programmes qui vont suivre, nous nous sommes attachés, autant que faire se peut, à concilier les deux incidences.

L'idée directrice est de maintenir pendant les prélèvements de 200 m³/s de l'Office du Niger un débit de lâchure suffisant pour assurer d'une part la navigation semi-lourde de Koulikoro à Markala, et d'autre part la navigation légère à l'aval entre Markala et Kokry, en supprimant par un aménagement local le seuil de Nakry qui à lui seul exigerait un débit trop important.

Il est compréhensible que le fait d'utiliser le canal du Macina faciliterait les choses dans une large mesure.

Les débits nécessaires à Koulikoro (755 et 335) pour la navigation semi-lourde et légère, ont été volontairement légèrement majorés (le second principalement) pour tenir compte de la faible largeur des chenaux et de leur sinuosité qui rendent pour les convois les manoeuvres particulièrement délicates.

.../

Dans le cas où le fait de maintenir pendant une partie de la saison sèche un débit permanent à Koulikoro, serait susceptible d'améliorer les conditions actuelles de passage sur les seuils, ce qui n'est pas du tout évident, on peut compter sur un tirant d'eau un peu supérieur à celui qui est annoncé pour chaque type de navigation. Cette incidence heureuse aurait pour conséquence d'augmenter la charge admissible par chalands.

(2) DEBITS NECESSAIRES POUR ASSURER LES DIFFERENTS TYPES DE NAVIGATION - Voir le tableau ci-après -

	! (seuils type de Ségala) !		! (seuil type de Sama) !	
	! Tronçon Koulikoro-Fanchon !		! Seuil de Nakry !	
	Sans régularisation	avec régularisation	sans rég.	avec reg.
Navigation à pleine charge 1m, 50	1070 1160 1200	1180	1320 1460 1540	1520
Navigation semi-lourde 1m, 10	680 740 780	755	880 1025 1075	1065
Navigation légère 0m, 70	310 325 340	335	545 650 690	675

! Non compte tenu des prises futures Office du Niger, mais compte tenu des prises actuellement.

Nota : Dans les colonnes "sans régularisation", le premier chiffre indique le débit à Koulikoro "descente", le second le débit moyen dans le tronçon, le troisième, le débit à Koulikoro "montée". Les colonnes "avec régularisation" donnent le débit nécessaire à Koulikoro en régime permanent régularisé.

On voit de suite que le maintien de la navigation à pleine charge, même pour une brève durée est à éliminer conduisant à des débits pléthoriques.

.../

(3) PROGRAMME d'EXPLOITATION à KOULIKORO en ANNEE MOYENNE

Les débits moyens mensuels adoptés sont calculés sur une moyenne de 43 ans (1908-1950) - Voir courbe.

Le tableau ci-après donne les apports à effectuer à Koulikoro en adoptant le programme suivant :

- De Décembre au 15 Mars : navigation semi-lourde (1m10)
- Au-delà du 15 Mars : navigation légère (0m,70).

Dates	Durée	Débit de complément	Volume en millions de m ³
Du 16 au 31 Décembre	15 jours	93 m ³ /s	120
Janvier	31 "	357 "	956
Février	28 "	559 "	1352
Du 1er au 15 Mars	15 "	638 "	826
Du 15 au 31 Mars	16 "	251 "	347
Avril	30 "	272 "	705
Mai (Office du Niger)	31 "	40 "	103
		TOTAL	<u>4409</u>

Arrêt complet de la navigation de la fin Avril à la mi-Juin, date de la reprise de la navigation légère. La navigation semi-lourde reprenant dans les premiers jours de Juillet.

Ce programme satisfait les besoins futurs en eau de l'Office du Niger (prolongation des irrigations à 200 m³/s jusqu'au 15 Mars).

Il a l'avantage d'assurer la navigation légère jusqu'au 15 Mars de Ségou à Mopti si l'on ne tient ^{pas} compte du seuil de Nakry. Il existe deux solutions pour tourner cette difficulté.

- 1/ Réaliser un aménagement local du seuil de Nakry en construisant un seul épi ou un système d'épis.
- 2/ Assurer la navigation en améliorant le canal du Macina.

La deuxième solution sera évidemment plus coûteuse mais elle permettrait vraisemblablement en année moyenne d'assurer la navigation semi-lourde entre Ségou et Mopti en Janvier et pendant une bonne partie du mois de Février.

Le volume de 4.409 millions de m³ auquel nous arrivons dans nos estimations rentre dans le cadre des possibilités du barrage du Niandan si l'on estime à 105 millions de m³ la perte par évaporation entre Fomi et Koulikoro sur le volume éclusé en saison sèche.

Néanmoins les caractéristiques du barrage du Niandan devraient être modifiées par rapport à la 4^{ème} solution proposée par le Service des Etudes d'Outre-mer de l'Electricité de France afin d'assurer un débit de restitution de l'ordre de 660 m³/s soit une majoration de 160 m³/s sur le débit prévu.

La lâchure la plus importante de 638 m³/s (non compte tenu des pertes par évaporation - 3 à 4%) entre le 1^{er} et le 15 Mars, devra se maintenir après écoulement d'un volume d'environ 3 milliards de m³. Or, en admettant que le début des lâchures ait été effectué réserve pleine (4.5 milliards de m³), on trouve une charge d'une vingtaine de mètres au-dessus de la cote de l'axe des conduites de restitution, alors que l'avant-projet prévoyait une charge de 11 mètres.

Mais il est préférable de conserver ce chiffre de 11 mètres en prévision d'une année exceptionnellement sèche où le remplissage de la retenue ne serait pas complet, compte tenu des lâchures obligatoires de Septembre pour les besoins des rizières à l'aval de Kouroussa (1250 millions de m³).

Il y aurait donc lieu de prévoir 8 conduites métalliques de 3.06m de diamètre au lieu de 6, soit une majoration approximative de 100 millions de francs.

(4) PROGRAMME d'EXPLOITATION à KOULIKORO pour l'ANNÉE LA PLUS DEFAVORABLE (années 1944 - 1945) -

Le programme préconisé serait le suivant :

Dates	Durée en jours	Débit de complément-m ³	Volume en millions de m ³
Du 1 ^{er} au 31 Décembre	31	202	541
du 1 ^{er} au 31 Janvier	31	527	1410
du 1 ^{er} au 13 Février	13	220	247
du 13 au 28 Février	15	250	324
du 1 ^{er} au 15 Mars	15	292	390
du 15 Mars au 31 Mai	78	40	252
		TOTAL	3164

Les lâchures de 40 m³/s sont destinées à conserver le débit naturel dans la partie aval du barrage de Markala pendant le maintien en eau des canaux d'irrigation de l'Office du Niger.

Le Bilan des apports du Niandan s'établit approximativement comme suit :

	: Apport total : Niandan	: Écoulé pendant : la vidange	: Débits moyens : à Koulikoro
Année normale	: 7.500 mil. m ³	: 570	: 1480
Année 1944 excep- tionnellement sèche	: 5.050	: 385	: 1012

Nous avons adopté le débit moyen à Koulikoro comme indice d'Hydraulicité et établi les deux volumes de 1944 en conservant la même proportion.

Nota : Le volume écoulé pendant la vidange est le volume dont il faut tenir compte pour restituer à Koulikoro les débits d'étiage à leurs véritables valeurs comme si la retenue du Niandan n'existait pas.

Le tableau suivant donne le volume disponible pour la restitution :

Apport :	4.665 millions de m ³ .
Irrigation des rizières aval de Kouroussa	1.250
Perdes par évaporation et propagation	300
Restent	3.115 millions de m ³ , c'est-à-dire à peine le volume nécessaire (3.164).

Le programme établi en année exceptionnellement défavorable est assez peu encourageant. Néanmoins, il permet :

- la navigation semi-lourde jusqu'à la fin Janvier seulement; et la navigation légère jusqu'au 15 Mars pour le tronçon Koulikoro-Markala;

.../

- 2- la navigation légère entre Barkala et Nopti jusqu'aux premiers jours de février, à condition toutefois, comme on l'a vu d'aménager localement le seuil de Nukry;
- 3- d'assurer les besoins futurs de l'Office du Niger;
- 4- de maintenir le débit d'étiage à l'aval de Mansanding (incidence sur la pêche);

Rappelons tout de même pour ne pas être trop pessimiste qu'une telle année correspond au moins à la probabilité 1 sur 43.

(5) PROFIL DE NAVIGATION A KOULIKORO pour l'année la plus défavorable (année 1928-1929).

Dates	Durée en jours	Débit de complément-m ³ /s	Volume en millions de m ³
du 1er au 31 Janv.	31	148	396
du 1er au 28 Fév.	28	451	1115
du 1er au 31 Mars	31	554	1500
du 1er au 15 Avril	15	527	713
du 15 au 30 Avril	15	531	295
du 1er au 31 Mai	31	206	552
TOTAL ...			<u>4583</u>

De Koulikoro à Ségou : navigation semi-lourde jusqu'au 15 avril et légère jusqu'au 31 mai, c'est-à-dire presque toute l'année.

De Ségou à Nopti : navigation légère se terminant dans la 2ème quinzaine d'avril.

CONCLUSION GÉNÉRALES

Les évaluations des débits caractéristiques figurant dans ce rapport sont supérieures à celles qui avaient été faites par le Service d'Etudes outre-mer de l'Electricité de France, à partir de renseignements fournis par Messafric. Deux raisons principales sont à la base de cet état de choses :

1°/ les renseignements fournis en 1948-1949 qu'il y aurait tout intérêt à confronter maintenant avec les livres de navigation tenus dans les escales de Koulikoro et Ségou, ne comportaient

.../

pas d'indication sur le chargement des chalands. Il y a donc pu y avoir confusion entre convois lourds à pleine charge et convois composés des mêmes éléments mais allégés considérablement par des charges réduites à 70 et même 40 tonnes, au lieu de 120 à 130.

En effet, les Chefs d'escale des "Lessafric" suivent de très près la descente et la montée des eaux en jouant sur le chargement des chalands. Il n'y a pas à proprement parler de limite bien nette entre la navigation lourde et légère si ce n'est dans l'utilisation des remorqueurs de 200 CV Diésel (plus de 1m,10) et des remorqueurs Diésel ou vapeur de 100 CV (plus de 0m,70).

Les estimations que nous avons faites, pressées par le temps, sont certainement susceptibles de réajustement lorsque les études hydrométriques seront plus poussées. De toute façon, nous avons majoré les évaluations en premier lieu pour tenir compte des paramètres difficiles à évaluer de prime abord (pertes dans les nappes, débits spécifiques d'apport et évaporation) et en second lieu pour nous conserver une marge de sécurité exigée par la sinuosité et l'étroitesse du chenal parfois excessives.

En conclusion :

La retenue du Niandan permet :

- 1- de prolonger entre Koulikoro et Markala la navigation semi-lourde de 2 mois à 3 mois et demi, suivant l'année, et la navigation légère de 1 mois et demi au-delà.
- 2- de prolonger entre Markala et Mopti la navigation légère au minimum de 2 à 3 mois et demi suivant l'année, à condition qu'un aménagement local soit effectué au seuil de Nakry, ou que l'utilisation du canal du Macina soit envisagée.
- 3- d'assurer les besoins en eau pour les irrigations futures de l'office du Niger (coton égyptien - prolongation à 200 m³/s jusqu'au 15 Mars) et le maintien en eau des canaux (40 m³/s) pendant la saison sèche sans compromettre les activités des riverains à l'aval du barrage de Markala.
- 4- d'avoir des répercussions heureuses sur les aménagements d'amélioration de la navigation et hydro-électriques dans le tronçon Bamako-Koulikoro.
- 5- d'améliorer dans de notables proportions la navigation sur le bief sud de Bamako à Kankan et même Baro situé à proximité immédiate de la voie de chemin de fer Conakry-Kankan.

Le 18 Mars 1954.

G. RUVREY

Chargé de Recherches ORSON
Service de l'Hydraulique de l'AOI