

DEC 69
01042
01042

Etude hydroagricole du Bassin du Fleuve Sénégal

(1° phase - Etudes générales).

Commentaires relatifs au Rapport intérimaire présenté par
SENEGAL CONSULT (Décembre 1968)

GENERALITES -

Le rapport intérimaire présenté par SENEGAL CONSULT (Décembre 1968) a été préparé dans le cadre de deux projets OERS / PNU/ NU :

REG 52- Etude des possibilités d'exécution d'un projet de régularisation du régime du Fleuve Sénégal.

REG 80- Etude d'un projet d'utilisation rationnelle des eaux du Bassin supérieur du fleuve Sénégal.

Les documents suivants ont, en outre, été pris en considération

- i) Commentaires relatifs au Rapport intérimaire de SENEGAL CONSULT en vue de la réunion du Groupe Consultatif du 20.2.69 (U.N. - R & T Division) Cette note est datée du 18.2.69.
- ii) note sur l'intérêt de l'étude d'une solution réduite au site de Manantali, sur le Bafing pour garantir un débit régularisé de 100 m³/s à Bakel, par H. BOUMENDIL du Programme de Coopération FAO/BIRD. Cette note est datée du 21.2.69.

Développement du bassin du Fleuve Sénégal

1 - Ainsi que les commentaires des N.U (R. & T. Division) le soulignent (24 - Conclusion) le développement du bassin du Fleuve Sénégal doit être conçu d'une manière totale et intégrée - Cela signifie :

- i) que les programmes d'aménagement devront porter sur la totalité des ressources en eau disponibles cela implique, à longue échéance, une régularisation intégrale du Fleuve
- ii) qu'ils devront prendre en considération toutes les utilisations possibles de l'eau (agriculture, navigation, énergie, et

Ce point de vue, est conforme à la position adoptée par les Etats Riverains (cf notamment résolution de Conakry - 20 et 21 août 1964)

1.2 - Un développement progressif est cependant nécessaire. Cette progression peut se traduire

- i) par une régularisation de plus en plus poussée du Fleuve
- ii) par une approche sectorielle de l'aménagement du bassin, en commençant par les investissements qui peuvent être réalisés immédiatement
- iii) plus probablement, par une combinaison de ces deux formules

1.3 - Le développement industriel du Bassin du SENEGAL, bien qu'il ne soit pas sans rapport avec l'agriculture, sera principalement déterminé par les possibilités d'exploitation des ressources minières du Haut Bassin. Il en sera de même en ce qui concerne les transports fluviaux.

1.4 - Le développement de l'agriculture, plus particulièrement des cultures irriguées et de l'élevage, dépend principalement de la régularisation

1.5 - On a tendance à considérer un débit minimal de 300 m³/s à BAKEL comme une première étape acceptable de la mise en valeur du Bassin du Sénégal compte tenu des besoins prévisibles de l'industrie, de l'agriculture et des transports fluviaux.

1.6 - Dans l'impossibilité où l'on se trouve actuellement de fournir une évaluation économique en ce qui concerne l'énergie et la navigation, nous proposons que l'on prenne en considération une étape préliminaire d'aménagement qui n'intéresserait que l'agriculture et qui porterait sur la mise à la disposition d'un débit minimal d'environ 100 m³/s à Bakel ; cela correspondrait approximativement à 75.000 ha de cultures irriguées dont la mise en exploitation pourrait être effective avant 1985.

1.7 - Cette étape préliminaire se placerait, bien entendu, dans le cadre de la première étape définie ci-dessus (1.5).

1.8 - C'est, en définitive, aux quatre Etats riverains à travers l'OERC qu'appartient la décision sur propositions du PNUD et des Agences responsables de l'exécution des projets.

- 1.9 - A ce point de vue, il ne paraît pas d'un grand intérêt pratique de débattre actuellement de la prise en charge de tel ou tel pourcentage des investissements par l'un ou l'autre des intérêts en présence. Une bonne approche de cette estimation pourrait être
- i) de fixer les prix maximaux et minimaux des biens et services résultant des aménagements projetés (mètre cube d'eau, Kilowatt/h Tonne kilométrique)
 - ii) de déterminer, en fonction de ces prix, quels sont les investissements que ces biens et services peuvent supporter.
 - iii) ayant fait la somme des investissements possibles pour chacun des biens et services considérés, d'examiner, le cas échéant, l'éventualité de relèvements de tarifs et / ou de calculer le montant de la subvention qu'il faudrait rechercher pour maintenir ceux-ci dans des limites acceptables.

2 - Modulation de la crue - Cultures de décrue -

2.1 Objectifs de la régularisation (rapport SENEGAL CONSULT 4.1.1.

- i) Augmenter le débit d'étiage : ce point sera examiné dans la suite de la présente note
- ii) assurer la production d'énergie hydro-électrique
- iii) assurer une crue suffisante pour permettre la continuation de cultures de décrue sur une superficie convenable et dans de bonnes conditions. C'est dans ce but qu'a été ^{prévue} la modulation de la crue dont il sera question ci-après.

2.2 Du point de vue des cultures de décrue, une crue est caractérisée par

- i) la cote maximale du plan d'eau dans le lit mineur qui détermine l'étendue de l'inondation ; il est possible de la rattacher au débit maximal à Bakel.
- ii) la date de retrait des eaux à partir de laquelle les cultivateurs pourront commencer à planter le sc gho..

Nous croyons devoir insister sur le fait que la date du début de la crue a relativement peu d'importance : une crue tardive sera souvent mauvaise, mais une crue précoce pourra l'être également, si elle est prolongée

iii) La forme de la crue dont dépend

a) la date de retrait des eaux

b) la durée d'inondation du Ouallo. On considère qu'une submersion de trois semaines à un mois est généralement suffisante pour accumuler dans le sol les réserves en eau nécessaires au sorgho.

Il est démontré qu'une plantation précoce est le principal facteur de succès des cultures de décrue.

2.3 - La vallée du SENEGAL, de DAGANA à BAKEL, couvre une superficie totale d'environ 850.000 ha. Les cultures de décrue s'étendent sur 100.000 ha à 150.000 ha suivant les années, avec des ^{extrêmes} de 80.000 ha (1944) et de 250.000 ha (1936) et une moyenne d'environ 135.000 ha.

Le problème consécutif à la régularisation partielle du SENEGAL pour les cultures de décrue n'est donc pas celui de la superficie **inondée** qui restera, pendant de nombreuses décades, largement suffisante, mais, répétons-le, celui de la date du retrait des eaux. Un aménagement qui avance la date de la décrue sera donc certainement bénéfique, même s'il réduit le débit maximum de la crue à BAKEL.

2.4 - La culture de décrue est soumise à de nombreux aléas

i) crue du fleuve

ii) vents desséchants d'hiver (harmattan)

iii) insectes et prédateurs

Les rendements sont peu élevés. P.SAPIN et A. REYNARD ^Aronomie Tropical ont estimé le rendement moyen actuel à 365 kg/ha ; il pourrait être porté à 700 kg/ha, suivant ces auteurs, par

i) traitement des semences

ii) application de techniques culturales simples

iii) apport d'engrais azotés.

Au prix de 17 F CFA/kg (prix officiel au Sénégal), le revenu brut du paysan passerait ainsi de F CFA 6.200 à F CFA 11.900 par hectare. Ceci suppose que le cours du sorgho reste stable, ce qui est loin d'être le cas en Mauritanie.

2.5 - Pour mettre pleinement à profit les résultats obtenus par la recherche agronomique, il suffit donc de garantir une décrue aussi rapide que possible.

Il semble, d'autre part difficile de justifier l'investissement correspondant à la constitution d'une réserve de plusieurs milliards de m³ d'eau par un accroissement de valeur ajoutée brute qui dans les meilleures circonstances ne dépassera pas US \$ 25/ha. Notre opinion, sur ce point rejoint le point de vue exprimé par H. BOULENDIL (8)

2.6 - Nous recommandons par conséquent, de ne pas chercher à créer une crue artificielle à Bakel, mais de prendre la crue naturelle comme elle vient et de remplir le réservoir à la décrue ; un système convenable d'annonce des crues permettra de fermer les vannes en temps utile. C'est le mode d'exploitation 2 indiqué par SENEGAL CONSULT (4.1.2.1. - 4.1.2.3)

2.7 - La pointe de crue possible a été estimée par SENEGAL CONSULT (4.1.2.4) à : 4000 m³/s pour une régularisation à 300 m³/s et à 2000 m³/s pour une régularisation à 450 m³/s

Par la suite, lors de l'étude des sites, on a considéré uniquement une crue de 3500 m³/s à Bakel qui devrait être produite par chaque barrage considéré isolément.

La prise en considération des crues des affluents, par exemple

pour Manantali	Bakoy	+ Falémé
pour Bafing	Bafing	+ Falémé
pour Galougou	Falémé	
pour Gourbassi	Sénégal	

aurait permis de se former une idée plus exacte du régime du **SENEGAL** après construction de ces barrages. Si notre suggestion d'adopter le mode d'exploitation 2 était retenue, il conviendrait d'en tenir compte lors de l'étude des ouvrages de décharge. La mise en phase d'un dispositif d'annonce des crues trouvera ici une nouvelle justification.

2.8 - Il nous paraît nécessaire de relever l'affirmation suivant laquelle une crue de débit maximal inférieur à 2000 m³/s serait sans intérêt pour l'agriculture (R & T Division Report - 9). En 1968, en effet, le débit maximal à Bakel a été inférieur à 2000 m³/s. Par suite d'une décrue très précoce et d'un hiver assez doux les cultures de décrue, qui ont pu être conduites avec soin sur une superficie réduite, semblent devoir donner de bons rendements.

3 - Protection contre les crues exceptionnelles.

3.1 - D'après les commentaires des N.U. (R & T Division), une capacité de 13.10⁹ m³ devrait être réservée pour assurer la protection de la Vallée et du Delta du **SENEGAL** contre la crue catastrophique. Nous croyons comprendre qu'il s'agit de la crue millénaire ; il conviendrait, cependant, de préciser si l'on considère le débit maximal de la crue (1906) ou le volume d'eau écoulé pendant un an (1924-1925). Dans ce qui suit, nous supposerons que l'on a considéré le débit maximal de la crue.

3.2 - En matière d'aménagement hydro-agricole, il n'est pas d'usage de garantir contre la crue d'une fréquence de retour supérieure à huit ans. Par contre les agglomérations doivent être protégées contre la crue millénaire.

3.3 - On observe, d'autre part, que le laminage des crues produit par les barrages a pour effet de ramener le débit de pointe de la crue millénaire "régularisé" à celui d'une crue "naturelle" d'une fréquence de retour comprise entre 50 et 100 ans. De même, le débit de la crue, centenaire "régularisée" sera du même ordre de grandeur que celui de la crue "naturelle" de fréquence décennale.

3.4 - Il conviendrait, cependant, pour une appréciation plus exacte du débit de pointe de la crue millénaire à Bakel, de considérer également les crues des affluents du SÉNÉGAL non régularisés (2.7)

3.5 - Nous suggérons, par conséquent une évaluation économique plus approfondie de l'intérêt que pourrait présenter la création d'une réserve de 13.10^9 m³ pour réduire le débit de la crue catastrophique.

3.6 - Cette évaluation devra tenir compte des ouvrages existant, notamment pour la protection des agglomérations et de l'endiguement de la rive gauche du Delta du Sénégal.

3.7 - En ce qui concerne les aménagements hydroagricoles, signalons que si nos propositions sont acceptées (cf Premières propositions relatives à l'utilisation d'un débit régularisé minimal de 300 m³/s à Bakel- J. Grolée décembre 1968), ils seront dans une proportion de 75 %, concentrés dans l'aval de la vallée entre DAGANA et MAPO. Les endiguements correspondants, d'une longueur totale d'environ 300 km, représenteront un investissement de l'ordre de US \$ 15.000.000 qui devra être terminé en 2000.

4 - Développement des cultures irriguées.

4.1 - On trouvera, ci-joint, le programme de réalisation des aménagements hydro-agricoles que nous avons proposé dans le cadre de l'étude de l'utilisation d'un débit régularisé minimal de 300 m³/s à Bakel. Ce programme ne constitue qu'un exemple de ce qui pourrait être envisagé, il nous a paru, cependant, utile d'en faire état pour montrer l'évolution dans le temps des besoins en eau d'irrigation dans la vallée du SÉNÉGAL.

4.2 - Pour le mois de mai qui est le plus chargé, ces besoins en eau s'établiront comme suit (débit dans le Fleuve mesure à Bakel)

1970	30 m ³ /s
1975	60 m ³ /s
1980	90 m ³ /s
1985	120 m ³ /s
1990	150 m ³ /s
1995	180 m ³ /s
2000	200 m ³ /s

4.3 - Il ^{en} résulte que, compte tenu uniquement des besoins de l'agriculture :

i) un débit minimal régularisé de 100 m³/s à Bakel permettra de faire face aux besoins de l'agriculture jusqu'en 1982

ii) un débit minimal régularisé de 200 m³/s à Bakel permettra de faire face aux besoins de l'agriculture jusqu'en 1998

4.4 - Ces chiffres n'ont bien entendu, rien de définitif. Ils montrent uniquement, que, si l'on s'en tient aux seuls besoins de l'agriculture, un aménagement progressif du Haut Bassin devrait être considéré, avec des paliers de régularisation successifs de 100 m³/s chacun.

4.5 - Dans le cadre de l'étape préliminaire d'aménagement du bassin du Fleuve Sénégal (1.6- 1.7), nous recommandons, par conséquent que soient poursuivies les études relatives à l'aménagement des sites dits "secondaires", sans exclure pour autant, la possibilité d'une production d'énergie électrique limitée qui permettrait d'anorcer l'industrialisation du Haut Bassin.

5 - Exploitation des réserves - Annonce des crues.

5.1 - Nous avons déjà marqué (2.6 - 2.7) notre préférence pour le mode d'exploitation 2 sans crue artificielle et avec remplissage à la décrue.

5.2 - Le modèle mathématique de la vallée et du Delta du Sénégal, dont la préparation et le réglage seront terminés au mois de juillet 1969, permettra de mieux connaître l'influence des barrages sur les cultures de décrue. En attendant nous suggérons que SENEGAL CONSULT soit invité à établir les lois $Q(t)$ à Galougo et à Kidira correspondant à diverses hypothèses de régularisation partielle, pour les 65 années (1903 - 1967) ^{ou} les crues du Sénégal ont été observées, ^{ou} reconstituées, compte tenu du mode d'exploitation 2 qui ne semble pas avoir été considéré jusqu'à maintenant.

5.3 - Il est difficile de donner un avis sur les sites de barrages considérés tant que les conclusions de l'étude de SENEGAL CONSULT en GUINEE ne sont pas connues. Nous avons recommandé, d'autre part, que l'étude des sites dits "secondaires" soit poussée dans le cadre de la II^e phase d'exécution du contrat SENEGAL CONSULT (4.5).

Le site de Gourbassi devrait faire l'objet d'études plus approfondies avant de prendre une décision à son sujet.

5.4 - La réalisation d'une première étape de construction d'un grand barrage (Manantali, Galougo, Badoumbé) ne nous semble pas, à priori devoir être envisagée s'il existe d'autres sites permettant d'obtenir les mêmes résultats à moindres frais (sites dits "secondaires").

5.5 - Le mode d'exploitation 2 implique la mise en place d'un système d'annonce des crues dans le Haut-Bassin qui serait basé, non seulement sur des observations limnimétriques, mais surtout sur des observations météorologiques.

Nous suggérons que le projet REG 80 soit chargé de l'établissement de ce système d'annonce des crues. Il pourrait, également être envisagé de placer cette opération dans le cadre du projet conjoint Mali/Guinée relatif à "l'étude de la prévision et l'annonce des crues des fleuves NIGER et du Bari et la protection contre les inondations" (requête de septembre 1968).

5.6 - Quoi qu'il en soit, nous croyons devoir insister pour que la mise en place de ce dispositif soit considérée par priorité. L'annonce des crues à partir du Haut Bassin du Sénégal aurait, en effet, son utilité, indépendamment de toute régularisation 1/ pour la navigation, 2/ pour l'agriculture (riziculture, par submersion contrôlée - cultures de décrue) et 3/ le cas échéant, pour la protection des personnes et des biens en cas de crue exceptionnelle.

6 - Divers.

6.1 - Nous n'avons trouvé ni dans le rapport préliminaire de SENEGAL CONSULT, ni dans les commentaires des Nations-Unies (R & T Division) de justifications relatives à la capacité et au coût du barrage de Gourbassi (3,3 km³ pour 30 millions de dollars US).

6.2 - Il conviendrait de préciser si le débit régularisé est considéré à Bakel au pied du barrage. Dans ce dernier cas, il conviendrait, en effet, de tenir compte des débits des affluents dont le confluent avec le Sénégal est situé en aval du barrage

6.3 - Les estimations de SENEGAL CONSULT semblent raisonnables ; il nous semble qu'au stade actuel des études elles devraient être conservées.

7 - CONCLUSIONS

i) L'aménagement du bassin du Fleuve Sénégal doit être conçu d'une manière totale et intégrée. Les études confiées à SENEGAL CONSULT devraient, par conséquent, déboucher sur un schéma général d'aménagement à partir duquel les étapes du développement pourraient être définies.

ii) La mise à la disposition d'un débit régularisé minimal de 300 m³/s à Bakel serait la première étape ^{d'un} aménagement intégré. Cependant, si l'on ^{ne} considère que les besoins de l'agriculture, une régularisation qui donnerait un débit minimal de 100 m³/s à Bakel permettrait de satisfaire au développement des cultures irriguées jusqu'en 1982

Les besoins en eau de l'agriculture devant se développer progressivement et régulièrement, un aménagement par paliers de régularisation de 100 m³/s chacun pourrait être considéré, si l'on se limitait à ce point de vue.

iii) Nous proposons par conséquent de pousser les études des sites dits "secondaires", pouvant permettre une régularisation de l'ordre de 100 m³/s, après examen approfondi du site de Goubassi, sur la Falémé.

iv) La réalisation de cette étape préliminaire "agricole" du développement du bassin du Fleuve Sénégal pourrait être entreprise sans attendre que soient connus les résultats des études économiques relatives aux transports fluviaux et au marché de l'énergie (mines, métallurgie, engrais etc.)

v) La **d**écision appartient cependant à l'OMRS qui arrêtera également la répartition des charges entre les intérêts en cause (énergie, transports fluviaux, agriculture), sur proposition du PNUD et des Agences d'exécution

vi) La crue artificielle met en jeu une réserve d'eau importante, pour un résultat aléatoire et, en tout cas, peu important. Nous recommandons d'adopter le mode d'exploitation 2, c'est-à-dire de laisser passer la crue naturelle quand elle se présente et de remplir le (ou les) réservoir à la décrue, afin de hâter le retrait des eaux dans le Ouallo

vii) Un système d'annonce des crues est le complément indispensable de ce mode d'exploitation des barrages. Nous recommandons sa mise en place dans les meilleurs délais, car il aurait son utilité indépendamment de toute régularisation

viii) Une évaluation économique de la protection contre les crues catastrophiques doit être faite, compte tenu des aménagements existants ou dont la réalisation peut être prévue jusqu'en 2.000, pour justifier la création d'une réserve "disponible" de plus de 10 km³ à cet effet.

Saint-Louis, le 17 mars 1969

P.J. 1 tableau

J. GROLETT
Directeur du Projet

Superficie effectivement irrigable (surface nette)	de 1970 en 1970	de 1975 à 1975	de 1980 à 1980	de 1985 à 1985	de 1990 à 1990	de 1995 à 1995	de 1995 à 2000	TOTAL
<hr/>								
A. <u>En aval de MAFOU</u>								
Zone de DAGANA - MAFOU	15.000	16.000	11.000	8.000	21.000	21.000	23.000	115.000
<hr/>								
B. <u>En amont de MAFOU</u>								
Plaine de BOGHE	4.000							4.000
Périmètre de DEMETTE		5.000						5.000
Ouallo du Gorgol			10.000					10.000
Zone de MATAM-WAOUNDE				13.000				13.000
Petits Aménagements localisés	1.000	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	10.000
<hr/>								
C. <u>TOTAUX</u>								
partiels	20.000	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	24.500	
cumulés		42.500	65.000	87.500	110.000	132.500	157.000	157.000
<hr/>								