09550

Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (O. M. V. S.)

ORGANISATION DES ETATS RIVERAINS DU FLEUVE SENEGAL
CENTRE DE DOCUMENTATION

EVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT d'aménagements prévus DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS)

Rapport Partiel sur Forets

Gannett Fleming Corddry and Carpenter, Inc.
Harrisburg, Pennsylvania, USA

In association with

ORGATEC Societe Africaine d'Etudes Techniques
Dakar Sénégal

09550

ORGANISATION DES ETATS RIVERAINS DU FLEUVE SENEGAL
CENTRE DE DOCUMENTATION

F O R E T S

TABLE DES MATIERES

Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Senegal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre Régional de Documentation
Saint-Louis

LISTE DES TABLEAUX
LISTE DES FIGURES
A - INTRODUCTION
B - OBJECTIFS, ETENDUE ET ORGANISATION DE L'ETUDE
B.1. Objectifs
B.2. Méthodologie
C - INVENTAIRE
C.1. Introduction
C.2. Description des types de Forêt
C.2.1. Forêts de gonakiés
C.2.2. Forêts de diéri
C.2.3. Forêt de savanne boisée et hautes terres
C.3. Habitat unique et combinaisons d'espèces dans le bassin du Fleuve Sénégal
C.3.1. Combinaison des plantes sur un sol salin
C.3.2. Couvert d'arbustes / couvert herbacé
C.4. Rôle des forêts dans les écosystèmes arides
C.5. Consommation de bois par tête d'habitant dans le bassin du fleuve Sénégal
C.6. Perte des forêts engendrée par la sécheresse au Sénégal et en Mauritanie
C.7. Technique actuelle d'utilisation des sols
C.7.1. Pâturage incontrôlé
C.7.2. Effectif du cheptel - capacité de pâturage
C.7.3. Feux intentionnels de forêts et de pâturages
C.7.4. Coupe blanche
C.7.5. Exploitation sélective de certaines essences
C.7.6. Exploitation non limitative des graines et des gousses
C.8. Résultats des enquêtes sur le terrain
C.8.1. Forêts de gonakiés
C.8.2. Forêts de diéri
C.8.3. Savanne boisée de terres hautes et forêts de lisière fluviale.
D - IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT
D.1. Introduction
D.2. Impacts négatifs permanents sur les ressources forestières.

D.2.1. Forêts de gonakiés inondées annuellement et forêts de gonakiés périodiquement inondées
D.2.2. Forêts jamais inondées (savanne de terres hautes et diéri)
D.2.3 Couvert d'arbustes / couvert herbacé
D.3. Impacts négatifs temporaires
D.3.1. Forêts de gonakiés annuellement inondées et forêts de gonakiés périodiquement inondées
D.3.2. Forêts jamais inondées (savanne de hautes terres et diéri)
D.3.3. Couvert d'arbustes / couvert herbacé
D.4. Impacts bénéfiques
D.4.1. Forêts de gonakiés
D.4.2. Forêts jamais inondées
D.4.3. Couvert d'arbustes / Couvert herbacé
E - MESURES VISANT A AMORTIR LES IMPACTS
E.1. Forêts de gonakiés
E.2. Forêts jamais inondées (savanne de hautes terres et diéri)
E.3. Couvert d'arbustes / Couvert herbacé
E.4. Pratique de l'utilisation des sols
E.5. Mesures visant à amortir les impacts - Analyses financières.
E.5.1. Analyse financière
E.5.2. Proportion coûts/bénéfices
F - PLAN D'ACTION
H - BIBLIOGRAPHIE
I - APPENDICE : Détermination du volume des peuplements de gonakiés.

LISTE DES TABLEAUX

C.2.1. Forets classees et non classees

C.2.2. Especes frequemment rencontrees dans les principaux types de forets du bassin du fleuve Senegal

C.3.1. Importantes especes herbacees associees aux principales forets du bassin du fleuve Senegal

C.5.1. Evolution de la production de bois de chauffage et de charbon de bois dans la region du fleuve Senegal, 1966, 1967

C.5.2. Production totale de bois de chauffage dans la region du fleuve Senegal 1966 - 1967

C.6.1. Estimation des pertes de forets a la secheresse de 1972 - 1977

C.7.1. Bassin du fleuve Senegal : essences a graines et aux fruits utiles

C.8.1. Frequence (en pourcentage) des essences les plus courantes dans les peuplements mixtes des forets de Manantali

C.8.2. Evaluation sommaire du volume de savane boisee de terres hautes pres de Manantali, Mali

D.2.1. Forets de gonakies du delta et de la moyenne vallee

D.2.2. Estimation des pertes en forets provoquees par l'inondation en amont du barrage de Manantali

E.5.1. Valeur du volume de bois perdu dans differents types de forets

E.5.2. Valeur de la perte de productivite du bois de chauffage

E.5.3 Couts et benefices de l'exploitation des 36.000 hectares de forets seches mixtes de hautes terres a Manantali, Mali

LISTE DES FIGURES

C.8.1. Répartition des arbres de quelques forêts classées, selon leurs diamètres.

CHAPITRE C

INVENTAIRE

C.1. Introduction.

Seuls quelques documents, dont les plus importants sont le rapport de Perraudin (1972) et les rapports annuels du Service des Eaux et Forêts du Sénégal et du Mali, fournissent des données de base sur les ressources forestières. D'autres citent les statistiques présentées dans ces rapports et en tirent généralement leurs conclusions.

Etant donné l'insuffisance de ces informations et un manque total de données sur les forêts mixtes des terres hautes de la zone de Manantali, nous avons surtout eu pour objectif d'élargir la base des données. Il était en effet nécessaire de disposer d'un inventaire actualisé qui non seulement compléterait les données manquantes, mais permettrait d'ajuster les statistiques de production et de rendement postérieures à la grave sécheresse qui débuta en 1972.

C.2. Description des types de forêts :

Dans le bassin du fleuve Sénégal les zones de végétation correspondent fidèlement aux cercles de latitude, de même que la pluviométrie annuelle qui varie entre à peu près 200 mm à Rosso et 1200 mm à Manantali. Dans ces aires de pluie on distingue deux grandes zones phytogéographique : la zone Soudanaise, qui s'étend approximativement entre Bakel et Manantali,et même au-delà, et dont la pluviométrie annuelle est supérieure à 500 mm, et la zone sahélienne qui englobe le restant du bassin. Les différences de température, d'altitude, de précipitations, d'orientation et de dénivélation du terrain, les facteurs édaphiques et la disponibilité en graines, expliquent les différentes mosaïques de végétation. On ne peut cependant distinguer, dans l'ensemble, que 3 grands types de forêts : la forêt de gonakiés, la forêt sèche(y compris les forêts de diéri) de la zone sahélienne et la savane

arborée, des hautes terres de la zone soudanaise. Les herbes, les autres plantes herbacées et les arbustes, associés à chaque type de forêt, sont décrits globalement en tant que couvert herbacé et arbustif.

On peut également établir une distinction entre les forêts classées (gérées) et les forêts non classées (non gérées), dont la répartition géographique, établie par Perraudin (1972) est présentée au Tableau C-2-1. Il serait enfin possible de subdiviser ces groupements en forêts monotypiques et forêts multitypiques.

TABLEAU C.2.1

Forêts classées et non classées

Aire de peuplement	Forêts classées (ha)	Forêts non classées (ha)	Superficie Totale (ha)
	SENEGAL		
Dagana	1.360	50	1.410
Podor	17.252	5.080	22.332
Matam	6.870	3.550	10.420
Bakel	---	450	450
TOTAL	25.482	9.130	34.612
	MAURITANIE		
Rosso	7.173	400	7.573
Boghé	8.579	2.200	10.779
Kaédi	4.452	2.800	6.532
Sélibaby	---	600	600
TOTAL	20.204	6.000	25.484

C.2-1 Forêts de gonakiés

Les forêts denses de gonakiés constituent la plus importante ressource forestière du bassin du fleuve Sénégal. Elles se situent le long des rives du fleuve Sénégal, de ses marigots et dans les petites dépressions qui sont annuellement inondées par les crues du fleuve. La forêt de gonakié est bien adaptée à une submersion prolongée et aux sols hydromorphes de la plaine d'inondation du fleuve Sénégal, ses besoins en eau étant supérieurs à ceux de la forêt de diéri. Elle produit de nombreuses graines (Perraudin, 1972) et pousse vigoureusement; les peuplements sont composés presque exclusivement d'Acacia nilotica. Son taux de croissance se situe largement au-dessus du seuil minimum de 1,43 m3/ha/an qui permet de considérer qu'une forêt a une importance économique (Gruenfeld, 1978).

Dans la Région du Fleuve (Sénégal) sur une superficie forestière de 34.617 ha, 75% sont peuplés de gonakiés (Perraudin, 1972). Les peuplements de gonakiés constituent aussi 92 % des forêts classées de Mauritanie, entre Rosso et Sélibabi, qui couvrent quelques 23.444 ha (République Islamique de Mauritanie, 1969); toutefois, ces chiffres sont en désaccord avec ceux de Perraudin (tableau C.2.1) qui n'indique qu'un total de 20 204 hectares de forêts classées pour la Mauritanie. Il existe en plus, 500 ha de gonakiés le long du Gorgol et 500 ha au Sud de Dreuck en Mauritanie. En se basant sur l'hypothèse forte, il y aurait 48.926 ha de gonakiés le long des deux rives du fleuve Sénégal. Ces forêts productives ne représentent cependant que 7,5 % de la superficie de l'ensemble du bassin fluvial.

C.2.2 Forêt de dieri

La forêt sèche ou de diéri pousse sur des sols alimentés en eau de pluie dans la majeure partie de la zone sahélienne. Bien que de faible productivité, ces forêts sont, à quelques exceptions près, généralement non classées, et on trouve quelques 15.000 ha de forêts de diéri non classées, dont les essences les plus communes sont indiquées au Tableau C.2-2.

Présente dans toute la zone sahélienne, la forêt de diéri est exploitée de manière extensive par l'homme, étant située hors des limites des forêts classées; elle est par conséquent en forte regression. Les agents forestiers du Sénégal et de Mauritanie nous ont confirmé cette tendance. Partout néanmoins, même dans les forêts classées, on peut constater que les animaux paissent et que les hommes s'y approvisionnent en bois.

Les forêts de diéri seront d'une importance capitale dans les années à venir pour la production de bois de chauffe car les peuplement les plus productifs de gonakiés seront réduits par la construction et l'exploitation des barrages. Le rôle peut être le plus important de la forêt de terre sèche est de protéger l'environnement contre l'avance du désert (Kimlde, 1960). La perte en forêts de terre sèche conduira à une détérioration plus poussée des savanes africaines.

TABLEAU C.2.2

Espèces les plus communes dans les Principaux types de forêts du Bassin du Fleuve Sénégal.

Forêts de diéri	Forêts de Gonakiés	Forêts de terres hautes (savane arborée)
Acacia radiana	Acacia nilitica	Albizzia adianthifolia
A. Sénégal		A. Ferruginea
A. Seyal		Cambietum geitonophyllum
Balanites aegyptiaca		C. Glutinosum
Borrasus flabellifer		Cordyla pininata
Boscia Senegalensis		Danielli Oliveri
Commiphora africana		Isoberlinia dalzielli
Grewia bicolar		Piliostigmathonningii
Guiera Senegalensis		Pterocarpus erinaceus
Parkia balobosa		Terminalia glaucesens
Zizyphus mauritania		Vitellaria paradoxa

Etabli à partir d'un rapport de Poupon (1976) et de la présente étude.

C.2-3 Forêts de savane arborée des hautes terres

On trouve un troisième type de forêt dans les hautes terres sèches de la zone à végétation soudanaise du Mali. Du fait d'une plus forte pluviométrie, la composition des essences y est plus variée que dans les forêts de diéri ou de gonakiés. Les espèces les plus courantes sont indiquées au tableau C.2-2. Deux légumineuses, Indigophora macrocalyx et Stylosanthes Sp. y sont également très fréquemment rencontrés.

Dans la zone de Manantali, malgré une pluviométrie annuelle moyenne de 1200 mm environ les ressources forestières n'y sont ni très importantes ni de grande valeur économique. La pratique très répandue des feux de brousse met gravement en danger toutes les essences forestières. Le pourcentage de peuplement est plus faible sur les sols rocailleux et peu épais de la zone amont du futur réservoir que dans les zones situées en aval.

La plupart des arbres ayant une importance plus économique poussent en bandes étroites le long du Bafing ou de ses affluents. Le long du fleuve la forêt riveraine est discontinue; par ailleurs il est impossible d'établir une comparaison à partir de la hauteur et du volume des arbres. Les meilleurs peuplements se trouvent à proximité du site du futur barrage.

C.3. Habitat Unique et Associations végétales dans le Bassin du Fleuve Sénégal.

C.3.1 Associations végétales sur sols salins

La combinaison de facteurs tels que la texture du sol, la présence d'une nappe phréatique saline, la topographie variée et les effets des crues annuelles, provoquent des différences de terrain très localisées d'où la mosaïque complexe des associations végétales dans la large plaine d'inondation du delta. Du fait de la nature saline du sol, le couvert forestier du delta est en général épars et n'a que peu d'importance économique. Certains groupes végétaux poussant en des endroits légèrement surélevés et sur des sols sablonneux semblent être révélateurs d'une salinité du sol et d'inondations annuelles. Ainsi l'association Tamarix Senegalensis et Sporobulus robustus est une preuve incontestable de salinité du sol et d'inondations annuelles. Des peuplements de Arthrocnemum galucum et de Paspalum Vaginatum poussent aussi en association avec Tamarix sur les sols salins du Delta (FAO/OMVS, 1977). Salsola tetrandra et Suaeda Fructicosa sont d'autres indicateurs d'une salinité en amont, jusqu'à Richard Toll (FAO/OMVS, 1973).

Les palétuviens Rhizophora racemosa et Avicennie nitida, occupent un habitat unique dans les alentours de Saint Louis. Les peuplements sont assez épars, isolés et de faible valeur commerciale.

C.3-2 Couvert arbustif et herbacé

Dans le bassin du fleuve Sénégal les jeunes plants forestiers jouent un rôle très important dans l'alimentation du bétail, particulièrement durant les périodes de sécheresse et à la fin de la saison sèche. Selon les agents du Service des Eaux et Forêts, la nourriture que constituent les gousses des arbres pour le bétail évite souvent la vente déficitaire des troupeaux en période critique (République du Sénégal, 1973). D'innombrables animaux pâturent dans les forêts classées, bien que cela soit interdit.

Le paturâge serait la deuxième utilisation importante des forêts.

Le tableau C.3-1 indique les principales espèces herbacées associées aux différentes forêts du bassin du fleuve Sénégal.

TABLEAU C.3-1 Principales espèces herbacées associées aux grands groupes de forêts du bassin du fleuve Sénégal.

Forêt de diéri	Forêt de gonakiés	Forêt des hautes terres
Indigofera oblongifolia	*Vetiveria nigritana*	*Adropegon gayanis*
Barreria verticillata		*Clenium elegans*
		Paspalum obiculare
		Pennisetum pedicellatum
		Purpureum
		P. Subansustum

C.4. Le rôle des forêts dans les écosystèmes arides

Le bassin du fleuve Sénégal est en grande partie situé dans la zone à végétation sahélienne où domiment Balanites aegyptiaca et diverses espèces d'Acacia, que l'on trouve surtout dans les ceintures comprises entre les isohyètes 200 mm et 500 mm. Les pertes par évapotranspiration atteignent un seuil critique car la saison des pluies coincide avec la période de trois mois de hautes températures. Dans les sols où pousse par exemple Acacia albida l'humidité, entre 0 et 10 cm de profondeur, est toute l'année supérieure à l'humidité des sols nus (République du Sénégal, 1969), ce qui peut être le résultat d'une évaporation réduite par l'ombrage fourni par Acacia. L'humidité relative de l'air est également modifiée par la présence de végétation. Lors d'une étude comparative des divers effets sur l'environnement entre les zones recouvertes d'Acacia albida et des sols nus, on a constaté une différence significative, le taux d'humidité relative étant de 59 % sous les acacias contre 51 % sur sols nus (République du Sénégal, 1969). En saison sèche, le sol et l'humidité relative de l'air peuvent être des facteurs critiques qui déterminent un déficit hygrométrique. La même étude a révélé, dans les zones peuplées d'arbres, une baisse sensible des températures en été et une forte hausse des températures minima en hiver.

En saison sèche, la température est plus fraîche sous les acacias du fait qu'ils conservent leurs feuilles et les animaux y sont attirés pour paître, ce qui y aboutit à une concentration de fumier animal.

La chute des feuilles pour Acacia albida, en particulier, a lieu au début de la saison des pluies lorsque les matières organiques sont le plus nécessaires. Les feuilles en décomposition combinées au fumier animal sont minéralisées sous l'action des eaux de pluies et fournissent des matières organiques pour les cultures en pleine saison de croissance.

Une étude effectuée en 1969 a mis en évidence les effets des déchets sur la production de matières organiques. La couche supérieure du sol (de 0 à 10 cm) contenait 3,8

pour cent de matières organiques dans les zones dépourvues d'acacia, contre 4,7 % dans les zones boisées. Entre 10 à 20 cm de profondeur, la teneur était la même dans les deux zones : 5,3 pour-cent. Une augmentation de la fertilité de la couche supérieure du sol constitue un avantage car les graines germent dans les 5 premiers centimètres.

La suppression de la végétation accentue aussi la perte en matières organiques, car il y a alors accélération du taux d'oxydation des matières déposées en surface. Dans les régions tropicales, ce processus d'oxydation se poursuit à un rythme élevé durant toute l'année et à une augmentation de 10°C de la température correspond une activité biologique deux fois plus intense. Au fur et à mesure que la substance organique disparaît, le pouvoir de rétention d'eau du sol diminue; il commence à se déssécher, d'où un effet synergique en même temps que des pertes par évaporation. Au lieu de rester dans le solum supérieur, qui est la zone racinaire de la plupart des plantes, l'eau s'infiltre hors de leur portée.

Les plantes cultivées ont en général un système racinaire peu profond surtout en période de croissance, d'où leurs difficultés à s'établir sur des sols trop pauvres en un degré d'humidité suffisant.

Par contre les espèces forestières ont un système racinaire suffisamment profond pour puisser dans les couches hors d'atteinte des plantes cultivées.

Au fur et à mesure que l'on coupe les forêts adultes, il reste de moins en moins de plantes pour utiliser l'eau de pluie, d'où un gaspillage important. D'autre part lorsqu'on supprime de vastes zones forestières l'évapotranspiration qui provoque la formation des nuages est réduite, (Environmental Science, 1977) de même que la protection du sol contre le vent.

Il en résulte une augmentation de la désertification qui s'est rapidement propagée en Afrique de l'Ouest ces dernières années.

De nombreuses espèces de légumineuses qui prédominent dans les forêts des zones sahélienne et soudanaise sont des plantes fixatrices d'azote. Grobbelaar, et al (1967) et Grobbelaar et Clarke (1975) rangent Acacia nilotica, A. sieberiana, A tortilis, A. Senegal, Dichrostachys Sp et Mimosa pigra, parmi les tubercules fixatrices de l'azote de l'atmosphère qu'elles recyclent dans les sols.

La végétation a d'autres effets sur l'écosystème aride:

1) - elle atténue la force des pluies violentes, réduisant ainsi l'érosion du sol,

2) - elle augmente la pénétration de l'humidité dans le sol grâce à la présence de matières organiques spongieuses et à son système racinaire.

3) - elle stabilise le sol grâce à ses racines,

4) - elle régularise les écoulements dans les bassins versants,

5) - elle augmente la fertilité du sol en recyclant les minéraux,

6) elle réduit la force des vents, protégeant ainsi les périmètres agricoles,

7) - elle arrête ou ralentit la progression du désert en jouant un rôle de barrière,

8) - elle abrite la faune.

Pour l'homme, la végétation offre de multiples avantages dont l'un des plus importants est la fourniture de combustible; environ la moitié de la production mondiale de bois est utilisée à cette fin (Environmental Science, 1977). Cette source de bois de chauffe est particulièrement importante dans les Etats du Sahel.

Tandis qu'au Sénégal et au Mali, certaines régions humides peuvent produire d'importantes quantités de bois de chauffe pour satisfaire la demande locale, la Mauritanie ne possède aucune forêt en dehors de celles du bassin du fleuve Sénégal. On a enregistré au cours des dernières années une forte augmentation de la consommation de bois de chauffe

ORGANISATION DES ETATS RIVERAINS DU FLEUVE SENEGAL CENTRE DE DOCUMENTATION

dans la région de Rosso, la plus productive de Mauritanie, ce qui révèle un nombre croissant d'arbres morts ou en dépérissement servant de combustibles. La sécheresse ayant considérablement réduit la production de bois, la demande accrue en bois de chauffe provoque la destruction des forêts Mauritaniennes. Le service des Eaux et Forêts nous a précisé qu'une forêt dense existait au Nord-Ouest de Rosso il y a dix ans à peine. En quelques années de sécheresse qui a détruit les arbres, la forêt a été rasée pour fournir du bois de chauffe; il ne reste aujourd'hui qu'une plaine nue. Plus récemment unegrave pénurie de combustible dans la région de Nouakchott a contraint les autorités à suspendre provisoirement le contrôle de l'abattage des arbres.

Les besoins en bois de chauffe de la Mauritanie seront bientôt tels que ses forêts ne pourront plus satisfaire la demande et à terme, le pays peut connaître une période critique.

Les forêts sont également des zones de pâturage; les animaux consomment principalement toutes les jeunes pousses, surtout en saison sèche, après avoir épuisé les herbes annuelles et vivaces. On estime que la mortalité parmi le bétail aurait été considérable pendant les années de sécheresse de 1967 à 1974, s'il n'avait pu se nourrir des feuilles et des gousses d'acacias (République du Sénégal, 1969). Celles-ci servent aussi de nourriture à l'homme. Enfin les forêts fournissent de multiples matières premières pour l'industrie et l'exportation, notamment Acacia Sénégal et A. Laeta qui approvisionnent les fabriques locales de gomme arabique. La Mauritanie produit 80 pour-cent de la gomme arabique exportée du bassin du fleuve Sénégal (Giffard, 1971).

Les forêts fournissent aussi les brouissailles utilisées pratiquement dans tous les villages pour la construction des clôtures des champs et des concessions.

Les paysans attirés par la fertilité des sols forestiers en friche, y installent des cultures temporaires. Quoique officiellement interdits, les feux de brousse sont pratiques courantes. Les cendres renferment des substances nutritives qui tiennent lieu d'engrais.

Enfin les forêts sont les seules taches de verdure au milieu d'une région semi-désertique et désolée, et sont utiles comme réserves de chasse ou à des fins naturalistes ou esthétiques.

Pour résumer, on peut dire qu'en principe toutes les essences des forêts d'Afrique de l'Ouest sont polyvalentes, non seulement en tant qu'élément naturel de la biocénose, mais aussi par leur influence sur un environnement humain dégradé.

L'exploitation des forêts à des fins multiples peut être poursuivie, même dans un écosystème aussi fragile que celui des forêts sèches, mais sous certaines réserves. Il importe notamment d'instaurer une gestion sylvicole efficace et une stricte réglementation au niveau de l'exploitation.

C.5. Consommation de bois par tête d'habitant dans le bassin du fleuve Sénégal.

Les chiffres sur la consommation de bois par tête d'habitant peuvent induire en erreur s'ils sont utilisés pour la détermination du potentiel productif des forêts. Le rapport de Beyrard (1974) situe les besoins minimas à une stère de bois de chauffe par personne et par an, tandis que Perraudin (1972) évalue la consommation à 1,5 stère/personne et par an.

La population des quatre départements formant la Région du Fleuve au Sénégal est estimée à 416.000 personnes (OMVS,1977), soit, selon l'hypothèse de Beyrard, un besoin annuel de 416.000 stères. En supposant une production de 7 stères de gonakiés/ha et par an sur les 25.482 ha de forêts classées situées en rive gauche et de 3,5 stères/ha/an sur les 9.130 ha de forêts non classées, la production annuelle ne s'élevera qu'à 210.329 stères, ce qui est nettement insuffisant pour couvrir les besoins.

Toutefois, l'exploitation des forêts classées est strictement réglementée et le complément des besoins en bois de chauffe ne peut être assuré que par une surexploitation des forêts non classées.

Les forêts classées des autres régions du Sénégal fournissent également une quantité appréciable de combustibles. Le tableau C.5.1. montre l'évolution de la production dans la Région du Fleuve depuis 1966.

Pour pouvoir déterminer la production totale de bois de chauffe, il convient de réduire à une commune unité de mesure (la stère) les données du tableau C.5.1. La production totale de bois de chauffe et de charbon de bois (soit la totalité du bois de combustion) est présentée au tableau C.5.2. Les chiffres sont basés sur les hypothèses suivantes :

5 tonnes de bois de chauffe produisent 1 tonne de charbon de bois.

1 stère de bois de chauffe pèse environ 0,4 tonne (sur la base d'une densité de 0,8 g/cc pour le gonakié).

Tableau C.5.1. Evolution de la production de bois de chauffe et de charbon de bois dans la Région du Fleuve, au Sénégal, 1966-1977

Année	Bois de chauffe (stères)	Charbon de bois (quintaux).
1966	8.579	16.950
1967	9.705	22.650
1968	11.018	26.020
1969	8.021	24.776
1970	9.932	30.818
1971	11.357	33.623
1972	13.376	55.431
1973	82.982	103.668
1974	23.894	159.822
1975	52.079	202.428
1976	38.808	251.848
1977	26.250	25.000

SOURCE : Rapport Annuel du Service des Eaux et Forêts, 1974.

Tableau C.5.2. Production totale de bois de combustion dans la Région du Fleuve au Sénégal 1966 - 1977

Année	Bois de combustion (1)
1966	29.141
1967	38.017
1968	43.543
1969	38.996
1970	48.457
1971	53.382
1972	82.664
1973	152.570
1974	223.669
1975	395.117
1976	353.620
1977	57.500

(1) :

Le fort accroissement de la production enregistré depuis 1973 est dû paradoxalement à la sécheresse et non à une extension des forêts ou une augmentation du taux de croissance. De l'avis du Service des Eaux et Forêts du Sénégal (République du Sénégal, 1973), cet accroissement de production serait dû à une plus grande quantité disponible d'arbres morts, ou presque morts. La plupart de ces arbres n'ayant pas été remplacés, le stock forestier est bien inférieur à l'évaluation de Perraudin.

C.6. Pertes de forêts dues à la sécheresse au Sénégal et en Mauritanie.

Un survol effectué en août 1977 entre Rosso et Matam afin d'évaluer les pertes dues à la sécheresse, a permis de constater que 32,5 pour-cent des forêts classées ont été détruits au Sénégal, et 42,9 pour-cent en Mauritanie (Tableau C.6.1.), d'où une réduction considérable du potentiel de production, car même si l'aire forestière demeure inchangée, la diminution du peuplement fait chuter ce potentiel. En supposant un taux de croissance de 3,5 m3/ha/an, la perte réelle de 10.027 ha réduira le potentiel de production de 35.094 m3/ha, soit 8 stères/an.

Pour l'environnement, la perte du couvert forestier est encore plus grave ; il n'a pas été remplacé à cause du récent déficit pluviométrique et de l'ampleur des actions de reboisement nécessaire. Le déclin rapide de la production en 1977 (voir Tableau C.5.2.) semble marquer la fin de l'exploitation du bois mort au cours de la sécheresse.

La sécheresse a particulièrement affecté les forêts de gonakiés, mais une partie de la forêt de diéri a également été atteinte. Dans le département de Podor, quelques 17.000 ha de forêt en partie peuplée de gonakiés, ont été détruits.

Tableau C.6.1. Estimations des pertes de forêts dues à la sécheresse de 1972 - 1977.

	Forêts classées	Aire forestière avant la sécheresse	Superficie perdue (ha) au cours de la sécheresse.	Pourcentage des pertes
SENEGAL	Ndio	390	234	60
	Richard Toll	738	74	10
	Guidikar	290	58	20
	Ile de Tod	200	40	20
	Goumel	255	11	5
	Ndiayao	630	441	70
	Dar Salam	140	35	25
	Iam Nayo	89	27	30
	Mama Togni	165	91	50
	Iam Nadie	650	495	30
	Niaoulé	583	379	65
	Mboyo	384	96	25
	Serpoli	661	165	25
	Kope	190	48	25
	Gollette	561	56	10
	Ouaoua	208	73	35
	Boki	1.130	396	35
	Oualaldé	500	100	20
	Ouallah	300	60	20
	Gowol	770	308	40
TOTAL		8.804	3.187	
MAURITANIE	Dagana	540	81	15
	Gani	1.050	420	40
	Dioldi	627	533	85
	Koundie	4.470	3.129	70
	Mboye	3.400	1.700	50
	Dar el Barka	330	33	10
	Olo Ologo	220	209	95
	Silbe	2.676	268	10
	Lopel	582	175	30
	Ganki	600	60	10
	Oualadé	321	80	25
	Diarambol-Djibouel	741	112	15
	Dindi	395	40	10
TOTAL		15.956	6.840	

C.7. Technique actuelle d'utilisation des sols

Si l'on considère le rôle du couvert végétal dans l'amélioration des effets du climat, l'utilisation actuelle des sols atteint un seuil critique. Bien qu'en fait toutes les espèces de grande taille présentes dans la région soient bien adaptées à leur habitat actuel, il y a lieu de s'inquiéter de l'insuffisance du tapis végétal. Quoique les Services des Forêts des Etats riverains tentent de préserver l'écosystème forestier, l'action combinée de la surexploitation des forêts par l'homme et des durs effets de la récente sécheresse contribuent à accélérer le processus de désertification. On peut dire qu'une modification de la composition floristique,qu'elle soit la cause ou l'effet des changements climatiques peut, et en fait parvient à altérer l'environnement physique et social.

L'ancienne biocénose du bassin du fleuve Sénégal est maintenant en déséquilibre et les conditions se détériorent de plus en plus. L'homme est en grande partie responsable de cette dégradation de l'environnement. L'aménagement du bassin du fleuve Sénégal va accentuer les pressions au niveau de l'utilisation des sols pour les besoins du développement agricole, municipal et industriel. Cet aménagement détruira les forêts de façon progressive et définitive, d'où une pression excessive sur l'habitat restant. De plus, la croissance démographique dans le bassin du fleuve Sénégal se traduira par de plus fortes concentrations d'hommes et de bétail. La croissance démographique et la diminution de l'habitat forestier exposeront les zones boisées restantes au danger d'une dégradation continue.

La déforestation est due à des pratiques préjudiciables telles que :

1) - le pâturage incontrôlé dans les forêts classées
2) - la présence de troupeaux dont l'importance dépasse la capacité de pâturage du terrain.
3) - la pratique courante des feux de forêt et du brûlis
4) - la coupe blanche de gros tronçons d'arbres adultes non compensée par des notions de reboisement

5) - l'exploitation sélective de certaines essences, ne laissant en place que les essences les moins avantageuses

6) - l'exploitation abusive des gousses avant l'installation d'un nombre suffisant de jeunes plantes.

C.7.1. Pâturage incontrôlé

Nos visites sur le terrain dans l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal et l'inspection méticuleuse de plusieurs forêts classées, nous ont permis de constater un pâturage excessif autorisé ou non, dans les forêts. Le surpâturage (y compris le broutement des arbres) réduit la capacité de reproduction des plantes, d'où une réduction de leur taux de croissance. Pour les herbes et les autres types de végétation herbacée, le potentiel de repousse est également réduite.

Les bergers s'adonnent à une pratique particulièrement destructive qui consiste à couper les branches (parfois même les pousses terminales) des arbres pour les utiliser comme fourrage en fin de saison sèche. Comme il s'agit généralement de jeunes plantes à portée de main, il en résulte une réduction du taux de croissance global de la forêt (République du Sénégal, 1976). La pratique est sans doute plus répandue dans les forêts claires où les terres ne sont pas utilisées à des fins particulières. Une enquête sur les forêts claires des environs de Bakel a révélé que 50 % des arbres se trouvant dans une zone particulière avaient été détruits de cette façon ; cela peut se traduire par une perte de 24 arbres par hectare.

Les animaux de pacage, surtout les chèvres, sont la cause d'une mortalité des pantules et des jeunes arbres, qui sont presque inexitants dans les endroits fréquentés par les troupeaux de chèvres. Aucun arbre ne semble être épargné, même pas les épineux tels que de nombreux acacias. Les chèvres aiment particulièrement les eucalyptus en dépit du lattage de protection.

C.7.2. Effectif du cheptel - Capacité de pâturage

Le bétail joue un important rôle économique dans les pays du bassin du fleuve Sénégal : en période de soudure, surtout en fin de saison sèche ou au cours de sécheresse prolongée, il se nourrit des feuilles et gousses d'arbres, notamment des acacias. Cependant, lorsque l'effectif du cheptel dépasse la capacité de pâturage nécessaire au maintien de la santé des animaux, tant les animaux que la forêt-pâturage en sont affectés. Il importe d'apprécier les profits à court terme d'un important cheptel comparativement aux effets nuisibles à long terme de la dégradation des forêts-pâturages.

C.7.3. Pratique des feux de brousse

De nombreux feux de brousse sont allumés chaque année dans les forêts et les pâturages du BSF par les bergers afin de faciliter le débroussaillage des terres pour la plantation des cultures ou de faire repousser les herbes vivaces. Ces feux violents se propagent bien au delà des limites des zones d'exploitation prévues, occasionnant des ravages considérables aux forêts et autre végétation. Plusieurs milliers d'hectares ont ainsi été détruits au Mali, dans les endroits à faible pâturage et où les herbes poussent en abondance chaque année. Les jeunes plants ont été détruits et le feu a jauni les houppiers des grands arbres.

Les autorités des pays du bassin du fleuve Sénégal ont lancé sans grand succès des campagnes visant à faire cesser ou à limiter les feux de brousse ; l'échec de cette opération est surtout imputable aux faibles moyens financiers et humains dont disposent les services publics.

C.1.4. Coupe blanche

Dans les forêts de diéri, les services des Eaux et Forêts se sont fixé pour objectifs l'exploitation des arbres de même âge au bout d'une période de rotation de 20 ans environ (République du Sénégal, 1972). Ce plan de gestion a été appliqué aux forêts d'*Acacia nilotica* adultes en bordure du fleuve Sénégal.

Bien que ce mode d'exploitation puisse être une technique sylvicole satisfaisante, les agents forestiers sont d'avis que la végétation naturelle est insuffisante, d'où la nécessité de recourir à une régénération artificielle. De plus, la coupe blanche est susceptible d'accélérer la désertification.

La régénération naturelle fait gravement défaut; en effet presque tous les animaux de pacage (bovins, ovins et caprins) sont friands des gousses de légumineuses des forêts et des bourgeons tendres des jeunes plants. Il en serait de même que de tout jeune plant régénéré artificiellement si des mesures de protection ne sont pas instaurées. Les récents programmes de protection des plantations prévoient l'installation de hautes clôtures métalliques (République du Sénégal, 1975), solution efficace, mais onéreuse.

En cas d'abattage d'arbres de gros diamètres, il y a réduction proportionnelle de l'ensemencement. En effet, plus les arbres sont distants les uns des autres, moins il y a de chances de régénération dans les endroits défrichés. La dure sécheresse de 1967 à 1974 a aggravé cette situation, détruisant à la fois de nombreux porte-graines et de jeunes plants.

C.7.5. Exploitation sélective de certaines essences

Les forêts de diéri non classées jouent un rôle important dans le bassin du fleuve Sénégal, car si une proportion substantielle des forêts de gonakiés vient d'être détruite en raison de la construction du barrage, il est à prévoir que les forêts de diéri joueront un plus grand rôle dans la production du bois de chauffage. Par le passé, on s'est peu préoccupé de leur gestion et en conséquence, leur rendement est inférieur à la normale. Ceci est dû partiellement au fait que les habitants de la région préfèrent *Acacia albida*, *Acacia raddiana* et *Acacia seyal* à *Balanites aegyptica*.

Selon les agents des Eaux et Forêts, les forêts de diéri ont tendance à se dégrader. Même dans les forêts classées de type diéri, on peut constater que la coupe des arbres demeure

en pratique.

La perte de production de graines d'acacia et un accroissement du nombre total de Balanites dans la région sont la conséquence d'une coupe excessive. Si l'on se réfère à Auberville (1950) l'aire de peuplement naturel de Balanites était de toute évidence moins étendue qu'elle ne l'est de nos jours.

C.7.6. Exploitation non limitative des graines et des gousses

Si la plantation et l'ensemencement artificiels sont les meilleures méthodes de régénération des forêts, le succès de l'opération dépend de la disponibilité en graines.

Or les gousses sont appréciées non seulement par les animaux de pacage, mais également par l'homme qui en fait plusieurs usages. Le Tableau C.7.1. indique l'utilisation des graines de certaines essences de la région.

Par exemple, les gousses de *Tamarindus indica* servent à la préparation d'une boisson commerciale et les feuilles sont utilisées en salade.

La plupart des acacias produisent du tannin utilisé, et chaque année des tonnes de gousse sont utilisées à cet effet. Leur écorce contient également du tannin.

TABLEAU C.7.1.

Bassin du fleuve Sénégal : Essences dont les graines et les fruits sont exploitables.

Essences	Utilisation
Acacia albida	Gousse contenant du tannin
Acacia nilotica	Gousse contenant du tannin
Acacia seyal	Gousse contenant du tannin
Adansonia digitata	Pulpe du fruit comestible, utilisée dans des boissons.
Balanites aegyptiacas	Graine mûre comestible
Bombax costatum	Gousse fructifère utilisée comme matériau d'emballage
Borrassus flaballifer	Fruit comestible, frais ou cuit
Cordyla pinnata	Graine fraîche comestible
Tamarindus indica	Gousses utilisées dans des boissons - feuilles utilisées en salade.
Parkia biglobosa	Graine comestible en tant que légume
Zizyphus mauritania	Fruit frais comestible.

C.8. Résultats des enquêtes sur le terrain

Des enquêtes limitées ont été menées sur le terrain afin de vérifier l'exactitude des informations sur la superficie, le taux de croissance et la productivité des forêts.

Les enquêtes menées dans le bassin du fleuve Sénégal ont révélé de très grandes différences dans la productivité réelle des trois types de forêts existant dans la région. Bien que l'un des objectifs du Quatrième Plan de Développement (République du Sénégal, 1972) soit une production de 50 stères de bois par hectare étalée sur une période de 20 ans dans les forêts situées hors de la Région du Fleuve, les données sur le taux de croissance des forêts de diéri sont loin d'être encourageantes.

C.8.1. Forêts de gonakiés

La productivité des forêts de gonakiés est en partie fonction de la durée et de l'étalement de la crue. Ces dernières années les gonakiés n'ont pas tous bénéficié d'une inondation suffisante, ce qui explique leur taux de mortalité élevé. Toutefois, la productivité moyenne a été la même des deux côtés du fleuve Sénégal, bien que le taux de mortalité en rive droite ait été plus élevé de 10 % environ.

Selon Beyrard (1974), le taux de croissance annuel se situerait entre 2,3 et 3,9 m3 par hectare, soit moins de sept stères à l'hectare. L'annexe N° 1 de cette étude présente les prévisions du taux de croissance et du volume de quelques forêts de gonakiés.

L'âge des forêts variant considérablement, il en est par conséquent de même du diamètre moyen des arbres, de leur espacement et de la densité à l'hectare. Les objectifs de gestion consistent à aménager ces forêts en unités de même âge. Parmi les forêts étudiées, la plus productive était celle de Dagana en Mauritanie. C'est une forêt mixte de gonakiés et de roniers (*Borassus flabellifer*).

La plupart des forêts visitées se signalent par une non reproduction dans l'étage inférieur. Or une abondance de graines favorise la perpétuation des arbres. L'absence constatée de gousses est due au broutement excessif par le bétail.

Le bois du gonakié est très lourd. Fraîchement coupé, sa densité est supérieure à 1,1 g/cm3, c'est-à-dire que si on l'immergeait, il tomberait au fond de l'eau. Le bois a une densité de 0,81 g/cm3 (d'après l'examen de 14 échantillons), ce qui corrobore les conclusions de Weber (1977). Cependant la densité théorique donnée dans l'étude est de 0,6 tonnes/m3 de bois. Cette différence se répercute sur certaines prévisions de coûts concernant les futures productions et prix du bois.

C.8.2. Forêts de diéri

Le taux annuel de croissance de la forêt classée de Maka Diama n'est que de 0,17 m3 par hectare, soit l'équivalent de 6,8 stères en 20 ans. La productivité des autres forêts est vraisemblablement encore plus faible, non à cause du nombre d'arbres par unité de superficie, mais du taux général de croissance. La densité de peuplement est de 92 arbres par hectare pour la forêt de Maka Diama, mais ne dépasse pas cinq arbres par hectare dans les autres zones de cette région.

Dans la forêt claire de Bakel, la densité est de 16 arbres par hectare, et le volume de 0,43 m3 à l'hectare, ce qui équivaut à 0,83 stères. Nous avons observé que 14 arbres avaient été abattus pour permettre au bétail de brouter les feuilles et les bouts des branches. Selon les agents du Service des Eaux et Forêts, le taux de production des forêts classées serait d'environ 3,8 stères par hectare, ce qui correspond sensiblement au taux de croissance des forêts et de la brousse dégradées, qui prévalent dans les zones où la pluviométrie annuelle est inférieure à 1200 mm (Weber, 1977).

C.8.3. Savane boisée de hautes terres et forêt de la lisière fluviale

L'inventaire effectué à l'emplacement du barrage de Manantali et dans la zone de la retenue d'eau a permis de noter une

TABLEAU C.8.1. Pourcentage de fréquence des essences les plus communes dans les peuplements mixtes des forêts de Manantali.

ESSENCES.	Numéro du site													
	1		2		3		4		5		6		7	
	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O
Afrormosia laxifolia											2.3	9.3	2.6	15.4
Afzelia africana										2.2			2.6	23.1
Albizzia adianthifolia									25.8	80.4				
Albizzia ferruginea			48.4		33.3	16.7								
Albizzia malocophylla														15.4
Anogeissus leiocarpus						8.3				2.2				
Bombax costatum												7.0	5.1	
Burkea africana		18.2												
Combretum geitonophyllum											3.6	11.6	5.1	
Combretum glutinosum	85.7	18.2					23.5	50.0	19.4	2.2	14.3	25.6		
Combretum sp.						8.3								
Cordyla pinnata									3.2					
Daniellia oliveri							29.4	16.7	9.7		42.8	2.3	17.9	26.9
Hexalopus monopetalus							17.6				3.6			
Isoberlinia dalzielii	14.3				33.3	8.3	5.9	16.7	3.2					
Parinarium excelsa											3.6			
Parkia biglobosa							11.8	5.5						
Pilostigma thonningii											12.9	8.7		
Pterocarpus erinaceus			3.2								16.1	4.3		
Sterculia setigera					8.3									
Terminalia glaucescens			3.2										10.3	
Vitellaria paradoxa			6.4	100							7.1	2.3	15.4	15.4
Autres essences ou essences inconnues		63.6	38.8		33.4	51.1	11.8	11.1	9.7		22.7	39.6	41.0	3.8

variété d'essences de fréquences variables. Le tableau C.8.1. donne les pourcentages de fréquence sur des parcelles d'un quart d'hectare choisies au hasard à partir du centre d'une forêt d'un hectare. Les mesures (hauteur de l'arbre, diamètre et surface de base) ont été prises dans les secteurs de direction Nord-Est (N.E) et Sud-Ouest (S.O). Au tableau C.8.2. une évaluation sommaire des sites est présentée.

On ne dispose d'aucune donnée documentaire permettant une comparaison avec les résultats de l'inventaire établi dans le cadre de cette étude. Il est néanmoins possible de procéder à une étude comparative de la productivité entre les forêts de diéri et de gonakiés.

La quasi-totalité (environ 99 %) des quelques 47.000 hectares de savane arborée qui seront inondés en amont du barrage de Manantali, est située sur des terres hautes et sèches ; les forêts ont une productivité faible, et il ressort de notre étude des treize sites de la zone d'inondation du futur barrage de Manantali ou à proximité qu'à de rares exceptions près, leur exploitation serait peu rentable. En moyenne le volume sur pied des peuplements mixtes est de 10,3 m3 à l'hectare ; ces chiffres sont à comparer aux moyennes de 3,5 m3/hectare de la forêt de diéri de Maka Diama et de 129 m3/hectare des forêts de gonakiés un peu plus âgées. La densité de 78 arbres par hectare est satisfaisante par rapport à la densité des forêts classées, mais n'est pas forte pour une région où la pluviosité est suffisante et la pression démographique peu importante. Il se peut que la pratique annuelle du brûlis du couvert herbacé soit le principal facteur limitant de la productivité.

Si dans sa quasi-totalité la forêt de Manantali est du type de hautes terres, les peuplements de forêts situées près des cours d'eau ne sont pas toujours plus denses ou plus volumineux.

On trouve des sujets de grande taille des essences importantes telles que Khaya senegalensis, Afzelia africana et Anogeissus leicarpus, surtout le long des grands cours d'eau, mais nous avons pû constater que le volume moyen n'est que de 20,18 m3/hectare.

TABLEAU C.8.1 (Suite) Pourcentage de fréquence des essences les plus communes dans les peuplements mixtes des forêts de Manantali.

ESSENCES.	Numéro du site											
	8		9		10		11		12		13	
	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O	N.E	S.O
Afrormosia laxifolia	2.4	2.6		28.6	5.9	18.2				7.4	11.1	11.1
Afzelia africana												
Albizzia adianthifolia												
Albizzia ferruginea												
Albizzia malocophylla					35.3							
Anogeissus leiocarpus												
Bombax costatum												
Berkea africana												
Combretum geitonophyllum	4.9	10.5									16.6	5.6
Combretum glutinosum	2.5	5.3				9.1	26.7	7.7	6.7	14.8	38.9	16.7
Combretum sp.												
Cordyla pinnata			5.0	57.1								
Daniellia oliveri	43.9	65.8								13.3		27.8
Hexalopus monopetalus	4.9											
Isoberlinia dalzielii			5.0		11.8	18.2	13.3	15.4	13.3	3.7	5.6	5.6
Parinarium excelsa												
Parkia biglobosa												
Piliostioma thonningii					35.3	9.1					5.6	5.6
Pterocarpus erinaceus							46.6	46.2	46.7	22.2	5.6	
Stercula setigera												
Terminalia glaucescens							6.7	23.1	20.0	33.3	16.6	17.6
Vitellaria paradoxa	29.3	13.2	50.0		5.9	27.3				3.7		5.6
Autres essences ou essences inconnues	12.1	2.6		14.3	5.8	18.1				14.9		4.4

En outre, les gros arbres diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du Bafing. Si quelques grands affluents ont des forêts de lisière potentiellement importantes, d'autres n'en ont pas. Par exemple, le lit du Moungoulou est large et permanent, mais on ne trouve que de petits peuplements exploités sur ses berges. Un autre grand affluent, le Boulé, n'a pas de forêt de lisière importante.

En général, les variations saisonnières des débits expliquent la formation de la forêt de lisière dont la largeur atteint peut-être 200 m et qui s'étend en amont sur un quart de la longueur du chenal. Toutefois deux affluents sur trois n'ont pas de forêts de lisière importantes.

La répartition des arbres selon leur diamètre, a été déterminée au titre de cette étude pour quelques forêts classées. Cette répartition est représentée à la figure C.8.1.

Enfin, parmi les forêts jamais inondées, on trouve les forêts de diéri et la savane boisée des hautes terres.

Le couvert arbustif et herbacé et les grands types de forêts constituent une ressource où des impacts se produiront également , mais en raison de leur possibilité de modification rapide par la nature ou par l'homme on considère que les futurs changements ne seront pas permanents.

D.2-1 Forêts de gonakiés inondées annuellement et périodiquement inondées.

Les forêts de gonakiés inondées annuellement sont aussi bien des plantations sous gestion que des peuplements naturels. S'agissant de la source de ravitaillement en bois de chauffage la plus importante du bassin du fleuve Sénégal, les impacts isolés ou d'ensemble seront trés importants. Les forêts de gonakiés périodiquement inondées malgré leur plus faible productivité sont d'une égale importance en raison de leur futur rôle dans le bassin du fleuve Sénégal.

La régularisation du débit du fleuve provoquera une perte permanente par inondation d'au moins 1065 ha (Cf. Tableau D.2.1) de forêts de gonakiés dans le delta et la moyenne vallée (SOGREAH, 1971).

Résumé des Estimations de volume

TABLEAU C.8.2. Evaluation sommaire du volume (1) de la Savane arborée des terres hautes près de Manantali, Mali.

Sites	Description	Densité d'arbres (par hectare)		Volume moyen (M3/ha)
1	Broussailles de hautes terres	36	2,52 (1)	1,49 (2)
2	Forêts de lisière fluviale	68	15,24	12,21
3	Semelle dure calcinée	30	7,10	5,68
4	Forêt de lisière fluviale	70	19,22	17,44
5	Forêt de lisière fluviale	154	26,28	17,89
6	Forêt sèche de hautes terres	142	15,24	9,54
7	Forêt sèche de hautes terres	130	27,22	19,19
8	Forêt sèche de hautes terres	158	19,46	11,88
9	Forêt sèche de hautes terres	22	6,26	5,88
10	Forêt de lisière fluviale	56	20	27,28
11	Forêt sèche de hautes terres	56	5,50	3,11
12	Forêt sèche de hautes terres	60	5,10	2,83
13	Forêt sèche de hautes terres	70	4,58	2,77

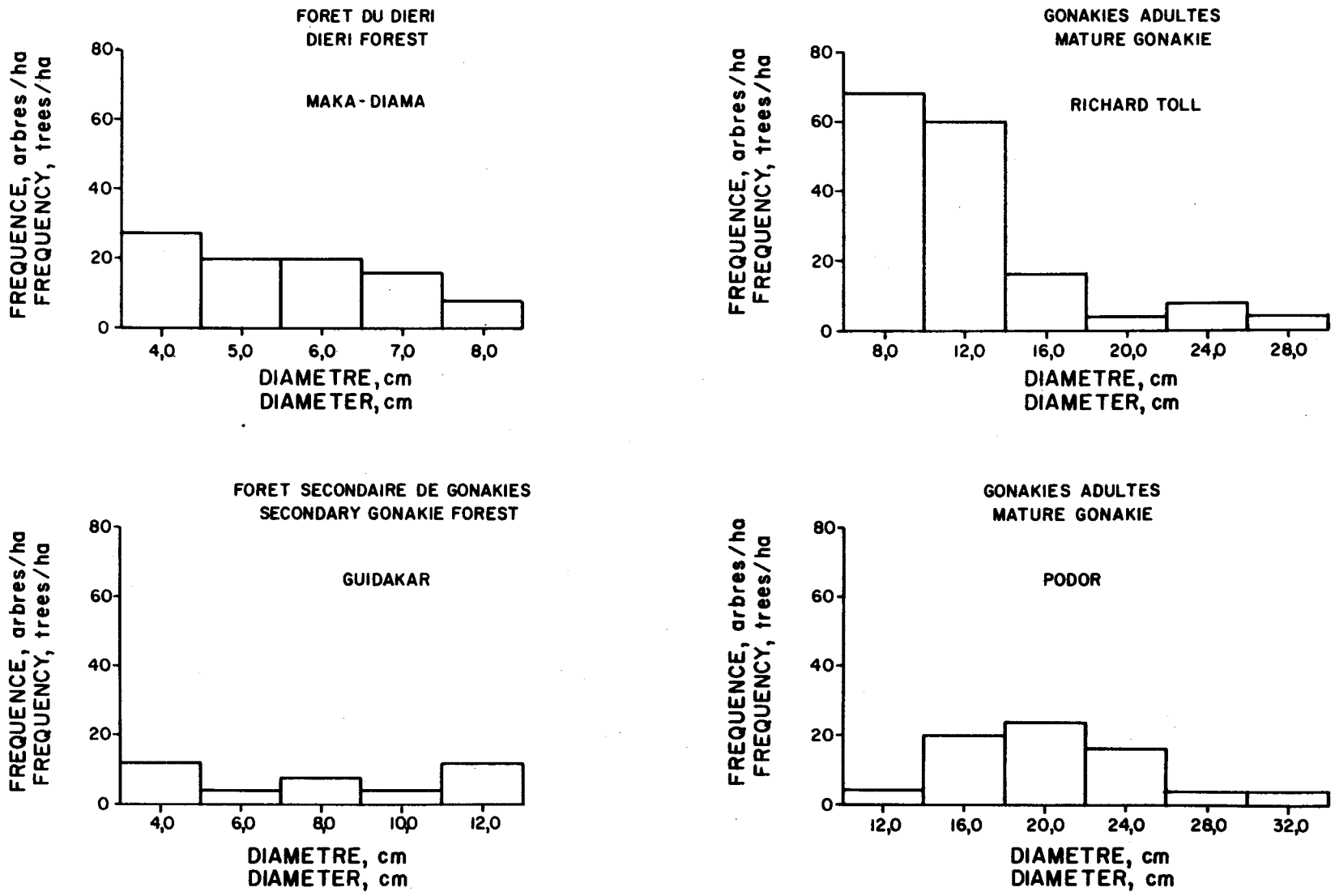
(1) : conicité moyenne de 2,3 cm/m, hauteur illimitée.

(2) : conicité moyenne de 2,3 cm/m, hauteur moyenne : 8 m.

Figure. C 8 - I

REPARTITION, SELON LE DIAMETRE, DES ARBRES DANS CERTAINES FORETS CLASSEES SELECTIONNEES

DISTRIBUTION, BY DIAMETER, OF TREES IN SELECTED CLASSIFIED FORESTS



GFC & C 1978

CHAPITRE D

IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

D.1 Introduction

En raison du projet d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal, des changements se produiront dans l'écosystème forestier ce qui, ajouté aux effets de la récente sécheresse, mettra en danger la viabilité des ressources forestières. Ces impacts peuvent être soit permanents, soit temporaires. Parmi les impacts permanents on peut citer la suppression du couvert forestier pour la construction des barrages de Diama et Manantali, la perte de forêts de lisière fluviale, de plantations de gonakiés et de forêts de diéri du fait du remplissage des réservoirs, et l'occupation du domaine forestier par l'homme à des fins agricoles, d'habitation et d'industrialisation. Les impacts temporaires seront ressentis dès le début de la phase d'exécution du projet. Les impacts permanents et temporaires peuvent être négatifs ou positifs.

D.2. Impacts négatifs permanents sur les ressources forestières.

La construction des barrages de Diama et Manantali, l'exploitation des périmètres irrigués et des installations pour la navigation auront des impacts sur les ressources forestières. Celles-ci ont été groupées en trois grands types de forêt : les forêts de gonakiés inondées annuellement, les forêts de gonakiés inondées périodiquement, et les forêts jamais inondées (terres hautes et diéri). Il est nécessaire de différencier l'appellation des types de forêts de celle utilisée auparavant afin de distinguer les différents impacts. Par exemple, parmi les forêts annuellement inondées, seules les forêts de gonakiés sont relativement proches du lit du fleuve Sénégal ou des principaux marigots. Les forêts périodiquement inondées sont elles aussi essentiellement peuplées de gonakiés, mais ont une productivité plus faible (Perraudin, 1977) en raison de conditions imparfaites.

La maîtrise des crues depuis le barrage de Manantali réduira le dépôt annuel de substances nutritives dans la plaine d'inondation. Ceci sera ressenti de façon plus nette dans le haut delta et dans toute la moyenne vallée où les crues ont toujours eu un plus grand impact sur les forêts de gonakiés. Les pertes combinées en eaux de crue et en substances nutritives auront des conséquences particulièrement préjudiciables pour ces forêts.

La perte de substances nutritives sera particulièrement sensible dans les forêts périodiquement inondées. A notre avis ces peuplements n'ont en grande partie subsisté que grâce aux inondations de surface et aux dépôt des substances nutritives et non à la recharge des nappes souterraines. Le contrôle des lâchures du barrage de Manantali réduira la moyenne des pointes de crue et provoquera une perte estimée à 7570 ha de forêts inondées périodiquement.

TABLEAU D.2-1 Forêts de gonakiés du delta et de la moyenne Vallée

	Forêts	Superficie (ha)	Superficie inondée (ha)
SENEGAL			
Département de Dagana	Khare	200	125
	Guidakhar	290	170
	Ndiao	390	390
Département de Podor	Dar Salam	140	5
	Ndiaya	630	150
	Golette	561	185
MAURITANIE			
District de Rosso	Gani	1.050	40
	TOTAUX	3.261	1.065

La construction du barrage de Diama et des installations de navigation le long du fleuve Sénégal auront des effets négatifs de moindre importance mais à long terme.

Les nouveaux plans d'utilisation des sols auront des effets défavorables à la fois sur les forêts inondées tant annuellement que périodiquement, dans la mesure où certaines des meilleures plaines actuellement situées dans la forêt seront transformées en périmètres agricoles. Les plans d'aménagement prévoient la mise en valeur des terres agricoles selon un découpage en unités nationales d'équipement. Lorsque ces unités comportent des forêts classées, elles ne sont pas inclues dans les programmes d'aménagement des périmètres irrigués, tandis que la plupart, sinon la totalité des forêts non classées situées à l'intérieur d'unités nationales d'équipement seront détruites au profit de l'aménagement des périmètres agricoles.

Les digues et canaux d'irrigation empièteront sur une partie du territoire forestier attenant aux périmètres agricoles aménagés. De plus la pression démographique et le développement industriel provoqueront également une réduction continue du domaine forestier.

D.2-2 Forêts jamais inondées(des hautes terres et sols de diéri)

La retenue d'eau en amont du barrage de Diama aura un impact sur les arbres disséminés dans des parcelles isolées de terre de diéri. Les sols salins entre Diama et Richard Toll, et qui seront inondés entre les grandes digues, sont généralement incultes et ont peu de valeur. L'inondation considérable qui se produira en amont du barrage engloutira à son tour quelques 47.700 ha de terres dont la plus grande partie est constituée de forêts claires (tableau D.2-2). Les terres les plus fertiles, situées tout à fait en bordure du fleuve, seront les premières à être inondées.

L'agriculture n'est actuellement pratiquée que sur 9 à 10 pour cent des terres qui seront inondées par le barrage de Manantali (Groupement Manantali, 1977). Le restant est occupé par la forêt. Les 681 ha environ de forêt de lisière fluviale les plus fertiles tandis que les 47.000 ha restants sont couverts d'une savane boisée de hautes terres peu fertiles. On pourrait facilement exploiter la forêt de

lisière fluviale avant l'inondation; par contre les pentes abruptes et les difficultés d'accès, rendent impossible l'exploitation de la majeure partie de la savane boisée de hautes terres. Après la mise en eau du réservoir, ne subsistera plus qu'une forêt quelque peu clairesemée sur les sols peu profonds et les pentes abruptes des collines.

Les autres impacts permanents sur les forêts jamais inondées seront rares. Les changements d'utilisation des sols et de régime foncier surtout pour les besoins de l'aménagement industriel, devraient avoir un léger impact du fait du défrichement des terres situées bien au-delà des berges du Bafing. L'impact devrait être plus important dans la zone de Manantali où la construction de nouvelles routes et l'aménagement hydroélectrique des environs du réservoir favorisent le développement général de la région.

TABLEAU D.2-2 Estimations des pertes en forêts provoquées par l'inondation en amont du barrage de Manantali

Zone d'inondation	Pertes en forêts en :	
	hectares	Volume (m3)
Forêt de lisière du Bafing et de sept affluents	118	1.968,4
Forêt de lisière sur les endiguements du Bafing	563	9.391,6
Forêt sèche des hautes terres.	47.000	438.230
PERTES TOTALE EN FORETS PROVOQUEE PAR L'INONDATION EN AMONT DU BARRAGE DE MANANTALI	47.681 (1) (42.900)	449.590

D.2-3 Couvert arbustif et herbacé

Bien qu'à long terme les impacts négatifs seront peu importants, le broutement plus intensif résultant de l'aménagement agricole pourrait se traduire par une surexploitation de ces ressources d'où, de façon continue une reproduction

décroissante, et la disparition totale de ce couvert en certains lieux.

---

(1) : après soustraction des 10 % de la zone d'inondation occupés par des villages et des terres agricoles, la perte réelle est de 42.900 ha (Groupement Manantali, 1977).

D.3. Impacts négatifs temporaires :

D.3.1 Forêts de gonakiés inondées annuellement et périodiquement.

En phase préliminaire l'évolution du marché de l'emploi aura des impacts négatifs sur les forêts les plus proches des chantiers de construction. Les ouvriers empièteront sans doute sur elles et exploiteront le bois de construction. On assistera peut être à un renversement de situation à long terme si les opérations de reboisement sont intensifiées (Cf. Mesures visant à amortir les impacts)

Il est également prévisible que les ouvriers des périmètres irrigués et des installations pour la navigation et ceux des entreprises industrielles des environs immédiats, empiéteront sur les forêts.

Les travaux de dragage du fleuve et la correction du tracé du chenal n'auront des impacts négatifs en amont de Diama que si les déblais sont déposés dans les forêts. Bien que le lieu de dépôt des déblais n'ait pas encore fait l'objet d'une décision finale, ou considère que leur dépôt dans le lieu le plus proche devrait être approuvé. Les couches ou les tas de déblais limiteront l'accès aux forêts et pourront réduire l'aire forestière. Si les déblais ne sont pas toxiques pour les plantes, aucun autre impact n'est à redouter pendant les rotations suivantes, étant donné la réduction presque certaine des opérations de dragage après la phase initiale de construction. L'aménagement de piste pour véhicules à chenilles ou à roues provoquera sans doute la destruction temporaire de quelques arbres.

On considère que les soutirages de l'eau du fleuve et de la retenue n'auront qu'un impact potentiel négatif et temporaire. Si les hypothèses sur l'affaiblissement ou la mort des arbres du fait de changements dans l'étalement de la crue et d'une réalimentation réduite de la nappe souterraine sont exactes, la situation sera plus critique du fait d'une augmentation du rabattement des eaux. Si le rabattement est assez fort au point de modifier le bilan hydrique souterrain,

les forêts périodiquement inondées en subiront particulièrement les effets.

D.3-2. Forêts jamais inondées terres hautes et diéri

Selon les prévisions, les travaux de construction du barrage, l'exploitation des installations pour la navigation des périmètres irrigués, n'auront pas d'impacts temporaires notables sur les forêts de terres sèches. Exception faite des forêts classées de Maka Diama, il n'y aura pas d'effets directs sur les forêts de diéri situées dans le bassin du fleuve Sénégal en raison de leur éloignement considérable du fleuve. En dehors des forêts classées, les ressources forestières sont trop insignifiantes et ne peuvent être considérées comme étant importantes. Les perspectives sont excellentes en ce sens que les forêts de diéri se développeront au fur et à mesure du déboisement des forêts de gonakiés.

D.3-3. Couvert arbustif et herbacé

De la même façon le couvert arbustif et herbacé subira aussi des effets négatifs temporaires. Les impacts seront modérés parce que le couvert n'attire les animaux que pendant une période transitoire et ne constitue pas la principale source de fourrage du bétail.

Le plus grand impact devrait être provoqué par le dépôt des déblais de dragage sur le sol. On n'enregistrera qu'une faible mortalité de ce type découvert. Sa composition floristique et sa densité de peuplement étant susceptibles d'altérations subites, on considère que presque tous les impacts seront temporaires.

D.4. Impacts bénéfiques

On prévoit que les futurs impacts seront à la fois potentiellement et directement bénéfiques malgré la perte de certaines des forêts les plus productives et l'appauvrissement de quelques sols après la régularisation du régime du fleuve Sénégal.

D.4-1 Forêts de gonakiés

La retenue d'eau en amont de Diama inondera une partie des forêts de gonakiés, mais l'augmentation de la surface d'eau diminuera la distance entre les bouquets forestiers restants et une source d'eau permanente. Même avec la régularisation des crues du fleuve, une faible différence de niveau suffit pour modifier considérablement la capacité de résistance d'un arbre à une période prolongée de sécheresse. Ce fût le cas à Ndioum Walo où les arbres poussant dans les petites cuvettes ont survécu à la récente sécheresse, à la différence des arbres situés à peine deux mètres au-dessus.

La régularisation du débit de saison sèche du fleuve permettra une réalimentation suffisante de la nappe d'eau souterraine, du moins dans les terrains les plus proches du fleuve. Cette recharge devrait également bénéficier aux arbres situés plus à l'intérieur, mais de façon variable selon la nature du sous-sol forestier de sa charge hydraulique et de sa conductivité. Bien que le niveau de l'eau des nappes phréatiques puisse varier au fur et à mesure de son utilisation pour l'irrigation, ces réserves souterraines devraient constituer une source d'alimentation fiable et planifiable.

La construction du barrage anti-sel de Diama aura à long terme l'avantage de réduire progressivement la salinité actuelle des terres les plus proches du fleuve, dans la zone du delta.

Les forêts qui ne sont pour l'heure que périodiquement inondées, pourraient tirer profit de l'amélioration du niveau de la nappe phréatique. La construction d'un réseau d'irrigation et de drainage pour l'aménagement des périmètres agricoles irrigués constituera le bénéfice potentiel le plus important pour les forêts. Tandis que de par leur permanence, les aménagements peuvent être considérées comme ayant un impact négatif, par contre l'eau transportée représente un potentiel bénéfique en tant que source d'irrigation des forêts de gonakiés qui subsisteront dans la zone. Cet aspect est détaillé plus avant, au chapitre sur les mesures visant à amortir les impacts.

D.4-2 Forêts jamais inondées

Ces forêts ne devraient bénéficier d'aucun impact positif directement mesurable.

D.4-3 Couvert arbustif et herbacé

Les impacts seront peu importants et non mesurables.

CHAPITRE E

MESURES VISANT A AMORTIR LES IMPACTS

De manière générale, les forêts de gonakiés du delta et de la moyenne vallée seront gravement atteintes par les changements provoqués par l'inondation et la régularisation des débits. Cependant, ces pertes peuvent être amorties par des mesures qui entraîneront à l'avenir une amélioration d'ensemble de l'environnement physique. Tandis que l'impact négatif sur les forêts de diéri est relativement peu important, il existe des potentialités d'amélioration considérable de la qualité de cette ressource forestière. Par contre il est presque impossible de compenser les pertes dues à l'inondation de plus de 47.000 ha de savane boisée au Mali.

E.1. Forêts de gonakiés

Les pertes en forêts de gonakiés par suite de l'élévation des niveaux d'eau totaliseront environ 1065 ha pour les deux rives du fleuve. La moyenne du volume actuel de ces forêts est de 120 m3/ha, soit 240 stères/ha (cf. le calcul des volumes en annexe); le volume total des pertes sera de 254.600 stères environ. De plus, la régularisation du débit réduira considérablement la superficie inondée dans la vallée; il en résultera quelques 20% de perte sur les 37.861 ha restants de forêts de gonakiés, soit 7.570 ha., ou 1.816.800 stères. Le tableau D.3.3, indique que la consommation moyenne de bois de chauffage entre 1966 et 1971 (avant la sécheresse) n'était que de 41.923 stères par année. La perte provoquée par les seuls aménagements de l'OMVS est 49 fois plus élevée.

Le problème peut être abordé sous un autre angle qui consiste à considérer les pertes annuelles de productivité. Avec un taux de croissance annuel de 7 stères par hectare, les pertes de productivité sont évaluées à 15.025 stères pour les forêts de gonakiés pour chaque année de croissance, soit un tiers de la récolte moyenne annuelle d'avant la sécheresse, mais il serait possible de combiner les pertes immédiates

(volume d'arbres adultes) et futures (volume de croissance) pour obtenir le total des pertes en ressources forestières dues à la régularisation du débit. A noter que les forêts de gonakiés étant prolifiques, elles recèlent un potentiel productif considérable en bois de chauffage.

Les pertes de forêts de gonakiés causées par la sécheresse et le pacage sont bien plus élevées que celles qui résulteront de la construction du barrage; aussi envisage-t-on un programme de gestion détaillée et complet pour compenser toute déforestation.

Les pertes prévues peuvent être compensées par la plantation de nouveaux arbres, soit sur les terres de Walo, soit à proximité, qui peuvent être utilisés comme brise-vents pour une protection efficace des périmètres irrigués. Le déversement des eaux de drainage des périmètres irrigués peut limiter les pertes en forêts dues à la sécheresse et à la réalisation des aménagements, si les canaux de drainage sont orientés vers les terres forestières, ce qui serait possible lorsque les conditions topographiques le permettent. Les eaux chargées de matières fertilisantes favoriseraient également la croissance des arbres surtout ceux qui sont affectés par l'épuisement des matières organiques du sol du fait de la maitrise des crues. Bien que les eaux résiduaires puissent également contenir des résidus d'insecticide, ceci n'aura pas d'effets nuisibles sur les forêts, et il serait préférable d'évacuer les déchets polluants dans les forêts plutôt que de les rejeter dans le fleuve Sénégal. Il n'y aurait aucun risque de santé à redouter, les produits dérivés du bois n'entrant pas dans la chaine alimentaire.

Une exploitation forestière irriguée peut être envisagée dans le cadre des futurs programmes de gestion du bassin du fleuve Sénégal. Au Pakistan, on entretient des plantations de Dalbergia sissoso grâce à un système d'irrigation par eau de crue dans un milieu désertique où la pluviométrie n'atteint que 100 mm/an. Les plantations sont attenantes aux canaux, ce qui facilite l'irrigation. Une situation analogue existera dans certaines parties du bassin du fleuve Sénégal. La répartition périodique et équitable de

l'eau d'irrigation destinée aux forêts n'est pas forcément incompatible avec les objectifs agricoles. Une comparaison entre le rythme d'aménagement des périmètres agricoles et la quantité d'eau disponible pour l'irrigation révèle qu'il y aura un excédent d'eau même au cours du 21è siècle.

Pour les opérations de reboisement, le choix pourrait notamment se porter sur l'Eucalyptus, dont la croissance est rapide (Perraudia, 1972; Beyrard, 1974) ou sur Prosopis juliflora qui semble bien adapté aux conditions du bassin du fleuve Sénégal. Néanmoins, la priorité devrait être accordée à Acacia nilotica (le gonakié) compte tenu de l'important stock actuel de porte-graines adultes sur pied, de ses dispositions à la regénération naturelle et de l'abondance de sa production de bois de branchage pendant la période de maturation. S'il est vrai que l'Eucalyptus a un potentiel de croissance plus élevé que Acacia nilotica par contre il croit généralement de façon excurrente et produit peu de branches pendant les premières années.

Acacia nilotica constitue, pour la population locale, une importante source de bois de chauffe; en effet ses branches se séparent par abscission pendant la période de maturation. Une baisse de la production du bois de chauffe priverait inutilement les ramasseurs de bois d'une source traditionnelle d'approvisionnement.

L'adaptabilité de Acacia nilotica aux conditions prévalant dans les plaines inondées explique pourquoi il est vivement conseillé de lui accorder la priorité, surtout sur les sols de walo qui ne seront pas utilisés par l'agriculture. Pour ce qui est de Prosopis spp. il pourra être introduit sur les sols actuellement occupés par des forêts inondées périodiquement.

Enfin il est fortement conseillé de compenser les pertes par de nouvelles plantations.A long terme, cela peut constituer une entrave aux objectifs de développement agricole des sols fertiles de la zone de walo . L'alternative serait de restaurer le peuplement intégral des forêts de gonakiés à l'intérieur des limites actuelles des forêts

classées en ayant recours en particulier à :

a) - un enrichissement par régénération artificielle ou le remplacement des manquants par plantation, tout en prenant des mesures de sécurité proportionnées à la valeur de l'investissement;

b) - la plantation intercalaire de Borassus flabellifer associables aux gonakiés sur les terres de walo;

c) - lancer un vaste programme de reboisement. Pour ce faire il faudra attirer une importante population active et, en contrepartie de sa participation aux travaux de plantation, désherbage et entretien, il lui sera accordé un droit de fermage de deux à trois années.

E.2 Forêts jamais inondées (hautes terres et diéri)

La savane boisée de 47.000 ha environ qui sera inondée en amont du barrage de Manantali est d'une importance considérable. Cependant, son rendement en bois risque d'être insuffisamment rentable pour que son exploitation complète soit envisagée. Les 681 hectares de forêts de lisière fluviale pourront être exploitées en totalité pour la production de bois de chauffe, et d'industrie; toutefois le chiffre de 500 F. CFA/ha proposé par la SONED (Groupement de Manantali, 1977) comme coût d'exploitation ne peut être retenu. A raison d'une densité moyenne de 75 arbres/ha, la plupart des arbus étant de grand diamètre à cause des conditions de croissance favorables. Un ouvrier ne peut pas couper et ébrancher à la scie mécanique plus de 30 arbres par jour, soit moins d'un demi-hectare. Les frais de ramassage, de chargement et de transport par camions sont supérieurs aux frais d'abattage, car un équipement lourd est nécessaire pour évacuer le bois dans le court interval de temps précédent le remplissage du réservoir. Les nombreuses falaises abruptes rendent en grande partie inaccessibles les essences utilisables par l'industrie. Pour une superficie exploitable de 36.000 hectares seulement, il faudrait environ deux années et 100 ouvriers pour défricher la forêt, en supposant que toutes les opérations d'abattage, de chargement et de transport nécessitent une moyenne de 0,5 ha/ouvrier/jour. Aucun plan d'exploitation de cette envergure n'a été envisagé. Les matières organiques en décomposition des arbres inexploités et inondés par le barrage de Manantali assureront les apports nutritifs pour les chaînes alimentaires du fleuve Bafing.

Les mesures suggérées, visant à amortir les impacts négatifs sur les forêts de gonakiés périodiquement inondées peuvent être appliquées aux forêts de diéri proches des périmètres irrigués, et si elles sont contiguës, l'eau d'irrigation peut être utilisée pour l'installation de nouvelles plantations. A leur tour, les arbres en cours de croissance serviraient de brise-vents.

E.3 Couvert arbustif et herbacé

Un supplément d'eau d'irrigation améliorerait la croissance et la vitalité des herbes et autres plantes herbacées comestibles, et un approvisionnement permanent en eau améliorerait beaucoup le taux de survie des jeunes plants.

E.4 Pratique de l'utilisation des sols

A moins de voter des lois et de les appliquer pour imposer des changements dans les pratiques d'utilisation des forêts, il y a de fortes chances que ces dernières continuent à se dégrader et à se détruire. Le Service des Eaux et Forêts doit renforcer sa division chargée de l'application des lois, en plaçant des agents et auxiliaires dans tous les endroits stratégiques du bassin du fleuve Sénégal. Des programmes doivent être établis en vue de la bonne gestion, de la coupe et de la regénération des terres forestières. Un programme à objectifs multiples associant la gestion sylvicole à celle de la faune sauvage assurera un rendement maximum des ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal.

La réalisation du programme nécessitera la participation de chercheurs et de techniciens de haut niveau. Au préalable il est indispensable de recruter du personnel de niveau universitaire et de lui assurer une formation accélérée.

Un financement est également nécessaire pour améliorer le niveau du personnel déjà qualifié. En outre, des agents vulgarisateurs, affectés dans les villages et les épicentres de développement seront chargés d'éduquer les populations locales en vue d'une utilisation rationnelle des ressources forestières en régression. La population agricole doit être initiée aux pratiques de gestion sur une base annuelle telles que l'utilisation des eaux résiduaires agricoles pour accroître la production forestière locale.

Seul un programme intégré faisant intervenir toutes les couches de la population et mené en coopération avec les autorités permettra de mener avec succès des activités intensives en vue de la mise en valeur du fleuve Sénégal, tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement naturel.

E.5 Mesures visant à amortir les impacts - Analyse Financière

E.5.1 Analyse Financière

L'estimation de la perte financière provoquée par l'inondation des terres forestières peut se faire à partir du rendement financier pendant une période de 20 ans. Le prix marchand actuel du charbon de bois est de 30 F.CFA le kilogramme, soit 900 F. CFA le sac de 30 kg (République du Sénégal, 1976). Sur une période de rotation de 20 ans, un hectare de gonakiés devrait produire 30 tonnes en moyenne. En supposant un taux d'intérêt de 9 pour-cent, la valeur du terrain (Vo) est égale au rendement financier à la fin de la rotation (Vn) divisé par le montant de l'intérêt (i) à un taux composé. Ce qui peut être représenté comme suit :

$$Vo = \frac{Vn}{(1 + i)^n}$$

Dans l'exemple ci-dessus,

$$Vo = \frac{30.000 \text{ kg/ha} \times 30 \text{ F.CFA/kg}}{(1 + 0,9)^{20}}$$

Le taux d'intérêt élevé reflète les tendances actuelles de la politique des prêts de la Banque Mondiale, dont le taux d'intérêt se situe entre 8,5 et 8,85 % par an sur le montant des prêts plus une charge de 0,75 % du capital engagé (Environmental Science and Tech., 1977). La perte totale de 1065 ha représenterait une valeur de plus de 171.000.000 CFA ce qui, pour une période de 20 ans, correspond à une perte annuelle d'environ 8.550.000 CFA.

Les forêts de diéri et la savane boisée des hautes terres peuvent être évaluées de la même manière; toutefois, il semblerait plus correct de désigner leur production ligneuse sous le nom de bois de chauffe plutôt que de charbon de bois. Dans la pratique les forêts de diéri produisent peu de charbon de bois à cause de la rareté des arbres, et les données sur la production de la Région de Kayes au Mali indiquent un large excédent de la production du bois de chauffe

sur celle du charbon de bois. La valeur annuelle du fourrage peut également être incluse dans l'évaluation des terres : toutefois il n'en a pas été tenu compte dans la présente étude.

En considérant que 10 pour-cent seulement des terres qui seront inondées par le barrage de Diama sont des forêts claires de diéri, quelques 4.300 ha de ces forêts seront affectés. Le tableau E.5.1 donne les prévisions de la valeur du volume de bois de chauffe perdu dans les forêts de diéri et la savane boisée de hautes terres, la valeur du bois de chauffe étant estimée à 20 F. CFA le kilo, et les taux de productivité étant basés sur les remarques ou les hypothèses de notre étude.

Malheureusement, les prévisions de valeur des terres sont fonction de la valeur nette des produits récoltés dans les circonstances actuelles et ne reflètent donc pas réellement leurs potentiels de productivité. La valeur du bois est de 20 F. CFA/kg en partant de l'hypothèse d'une exploitation complète des ressources forestières. Il ne s'agit que d'une valeur potentielle des forêts de Manantali qui, lorsque les conditions sont normales, ne sont que très partiellement exploitées; de plus, la valeur financière des arbres ne peut être déterminée avant leur exploitation. Le tableau E.5.2 donne la valeur de la perte de productivité du bois de chauffe.

A notre avis, toutes les forêts de diéri et celles de gonakiés en aval de Manantali peuvent être sauvées avant l'inondation. La seule perte potentielle serait une portion de la forêt sèche immédiatement en amont du barrage de Manantali. En partant de l'hypothèse que les 85 pour cent de la forêt sont accessibles, on peut sauver quelques 36.000 hectares. Le tableau E.5.3 montre les coûts et les bénéfices de leur exploitation.

A raison d'un taux de conversion de 200 kg de charbon de bois par tonne de bois de chauffe transformé sur place, la marge bénéficiaire indique qu'il est préférable de commercialiser le bois de chauffe plutôt que le charbon de bois. La valeur marchande moins les frais de transport

par camion du bois de chauffe à raison de 75 F. CFA/tonne/km (Weber, 1977) s'élève à 2.300.000 CFA par rapport à 800.000.000 CFA pour le charbon de bois.

E.5.2 Rapport coûts/bénéfices

Le rapport coûts/bénéfices est supérieure à 2,1/1 en cas d'exploitation de la savane boisée des hautes terres avant l'inondation. Cette opération nécessitera néanmoins un investissement assez élevé en équipement et travaux préliminaires. La construction de la première tranche de la route d'accès dont le coût est de 500.000.000 F. CFA (OMVS, 1976), doit démarrer en 1978, pour être achevée avant 1979, le coût total devant atteindre 2.000.000.000 CFA. Si ce coût de construction de la route peut être ventilé entre les divers postes de dépense du projet de construction du barrage, le rapport coûts/bénéfices s'établit à 2,5/1 (tableau E.5.3).

La déforestation doit débuter en 1981 et se poursuivre jusqu'en 1983; toutefois selon le calendrier des activités (OMVS, 1976), la date de remplissage du réservoir se situe en 1983. Les principales routes de transport des matériaux au fond de la vallée seront donc sans doute inondées pendant une partie de l'année 1983. Donc, si la date de remplissage du réservoir n'est pas reportée, le travail de déforestation devra être planifié sur les deux années 1981 et 1982.

Les principes régissant le rapport coûts/bénéfices s'appliquent également à l'environnement physique situé en aval. On peut installer de nouvelles plantations de forêts en utilisant l'eau d'irrigation supplémentaire. Beyrard (1974) a évalué à environ 70.000 F CFA/ha le coût d'une plantation artificielle d'Eucalyptus spp. En fin de rotation, la valeur du bois de chauffe serait de 336.000 F CFA/ha, ce qui représente un rapport coûts/bénéfices de 4,8/1.

TABLEAU E.5-1 VALEUR DU VOLUME DE BOIS PERDU DANS LES DIFFERENTS TYPES DE FORETS

Type de forêt	Productivité * (m3/ha)	Superficie de la zone atteinte		m3 de bois		kg/m3		CFA/kg		Valeur totale (F. CFA)	Valeur annuelle[1] (F. CFA)
Diéri	0.43	4.300	=	1.849	x	500	x	20	=		924.500
Savane boisée (terres sèches)	10.23	42.400	=	433.752	x	500	x	20	=	4.337.520.000	216.876.000
Savane boisée (forêt de lisière fluviale)	20.18	530	=	10.695	x	500	x	20	=	106.954.000	5.347.700
Gonakié	129	1.065	=	137.385	x	800	x	20	=	2.198.160.000	109.908.000
Gonakié (forêt occasionnellement inondée)	97	7.570	=	734.290	x	800	x	20	=	11.748.640.000	587.432.000
										TOTAL	920.488.000.

1 : valeur/an (F. CFA) = Valeur totale / cycle de rotation
F. CFA de 20 ans.

* :

TABLEAU E.5-2 VALEUR DE LA PERTE DE PRODUCTIVITE DU BOIS DE CHAUFFAGE

Type de forêt		Valeur du produit divisée par l'intérêt composé pour une période de 20 ans		Valeur/ha CFA		Superficie de la zone atteinte (ha)	Valeur/annuelle CFA
Diéri	=	$\frac{4300^{1}}{(1 + .09)^{20}}$	=	767	x	4.300	164.905
Savane boisée (terres sèches)	=	$\frac{102.300}{(1 + .09)^{20}}$	=	18.253	x	42.400	38.696.360
Savane boisée	=	$\frac{201.800}{(1 + .09)^{20}}$	=	36.007	x	530	954.186
Gonakié (annuellement inondée)	=	$\frac{2.064.000}{(1 + .09)^{20}}$	=	368.281	x	1.065	19.610.963
Gonakié (annuellement inondée)	=	$\frac{1.552.000}{(1 + .9)^{20}}$	=	276.925	x	------	----------

1 : par exemple pour les forêts de Diéri : Productivité m3/ha x Kg/m3 x CFA/kg = 4.300 CFA/kg

0,43 500 20

avant les interêts composés.

TABLEAU E.5-3 COUTS ET BENEFICES DE LA COUPE DES 36.000 HECTARES DE FORETS SECHES MIXTES SITUEES SUR LES HAUTES TERRES A MANANTALI, MALI.

	Coûts	Coûts totaux (CFA)
A. COUTS		
1. Frais de main-d'oeuvre	500 F.CFA/jour x 720 J x 100 hommes	36.000.000
2. Achat de l'Equipement :		
a. Grumiers	(4) à 6.750.000 F. CFA	27.000.000
b. Camions de transport	(8) à 5.625.000 F. CFA	45.000.000
c. Scies mécaniques	(50) à 33.750 F. CFA	1.687.500
3. Infrastructure et transport :		
a. Construction de la route	: 2.250.000 F. CFA/km x 100 km	225.000.000
b. Transport du bois	: 100 km x 75 F. CFA/tonne/km x 184.140 t.	1.381.050.000
	TOTAL DES COUTS	1.715.737.500
B. BENEFICES - Valeur du bois de chauffe		
184.140[1] tonnes x 20 F. CFA/kg 1.000 kg/tonne =		3.682.800.000
	TOTAL DES BENEFICES	3.682.800.000

C. RAPPORT COUTS/BENEFICES

a. Coût de construction de la route compris
3.682.800.000 F. CFA/1.715.737.500 CFA = 2,1/1

b. Coût de construction de la route non compris
3.682.800.000 F. CFA/1.495.737.500 CFA = 2,5/1

[1] 36000 ha x 10.23 m^3/ha x 500 kg/m^3 x 1 tonne / 1000 kg = (productivité)

184.140 tonnes de bois.

F. PLAN D'ACTION

Diverses mesures peuvent être prises pour amortir les pertes dues à la construction et au fonctionnement des barrages de Diama et de Manantali. D'autres mesures correspondant à un bénéfice exige un investissement et une planification pour inverser la tendance à la détérioration du milieu naturel. Les aspects essentiels des mesures visant à amortir les impacts sont regroupées dans un plan d'action qui pourrait porter sur l'un quelconque ou tous les points ci-après :

1) - avant la mise en eau du barrage de Diama, coupe complète des forêts de diéri et de gonakiés qui seront inondées. En raison de la forte demande en bois de chauffe dans la région, l'exploitation pourra être effectuée par les charbonniers patentés, les producteurs autorisés ou la population locale, sans entraîner de dépenses appréciables de la part des gouvernements de la Mauritanie ou du Sénégal.

2) - regénération artificielle de tous les peuplements de gonakiés restants en vue d'obtenir une reconstitution totale.

3) - reboisement ou boisement avec Acacia nilotica des terres situées dans la zone de walo, accessibles à une source d'eau permanente (soit l'inondation annuelle ou l'eau d'irrigation).

4) - installation de plantes introduites, à croissance rapide, là où les changements du milieu physique causés par les travaux de construction du barrage empêchent l'utilisation continue des espèces locales.

5) - promulgation et application d'une stricte réglementation du pâturage et de l'utilisation des terres forestières. Une période minimum d'exclusion de 3 ans suffirait à assurer la réussite des nouvelles plantations de forêts.

6) - déboisement des forêts de Manantali avec des outils modernes avant le remplissage du réservoir.

7) - élaboration d'un projet par le Service des Eaux et Forêts visant à modifier les intrastructures et planifier les actions pour assurer une gestion rationnelle des forêts et obtenir des rendements maxima, tout en veillant à ne pas produire d'effets adverses sur les arbres sur pied.

8) - mise en oeuvre d'un programme de formation complémentaire des techniciens et des chercheurs.

9) - élaboration de programmes de vulgarisation en vue d'éduquer la population locale aux méthodes d'utilisation rationnelle des forêts.

CHAPITRE H

BIBLIOGRAPHIE

Adam, J.G. 1970 Noms vernaculaires des Plantes du Sénégal. Jour. Agric. Trop. Bot. Appl., Vol. 17 (7-8-9), pp. 243-294, Vol. 17(10-11), pp. 402-460.

Anon. 1977. Environmental Sci. and Tech., Vol. 11(9), pp 848-853.

Auberville, A. 1950. Flore Forestière Soudano-Guinéenne, A.O.F. Cameroun-AEF. Société d'Editions Géo., Ma et Col., Paris, 523 p.

Berhaut, J. 1971-1976. Flore Illustrée du Sénégal. T.I-V. Gouv. du Sénégal, Ministère du Dev. Rural et de l'Hydraulique. Dakar.

Chaumeney, J. 1973. Etude sur les Unités Naturelles d'Equipement. Etude Hydro-agricole du Bassin du Fleuve Sénégal.

FAO/O.M.V.S. 1973 Etude Hydro-agricole du Bassin du Fleuve Sénégal. Etude Pédologique. S.E.D.A.G.R.I., Paris.

____ 1977. Etude Hydro-agricole du Bassin du Fleuve Sénégal Rapport de Synthèse des Etudes et Travaux. Rome.

Giffard, P.L. 1971. L'Arbre dans le Paysage Sénégalais. Troisième Partie : Rôle de l'Arbre.

Grobbelaar, N. and Clarke, B. 1975. A Qualitative Study of the Nodulating Ability of Legume Species : List 3. S. Afr. Bot., Vol. 41(1), pp. 29-36

____, Van Beyma, M.C. and Todd,C.M. 1967. A Qualitative Study of the Modulating Ability of Legume Species : List 1. Publ. Univ. New Series 38. Pretoria

Groupement Manantali. 1977. Etude d'Exécution du Barrage et de l'Usine Hydroélectrique de Manantali. Mission A.1.4. Agriculture.

____ 1977. Recasement de Populations (Provisional). Mission A.1.14

Gruenfeld, J. 1978. Rare II : David Is Goliath Now. Amer. Forests Vol. 84(6), pp. 14-19.

Kimble, G.H.T. 1960. Tropical Africa, Volume I, Land and Livelihood. Twentieth Century Fund, New York. 603 p.

Norbert Beyrard. 1974. Programme Intégré de Développement du Bassin du Sénégal. Norbert Beurard, Tome VIII, Paris.

O.M.V.S. 1977. Hydroagricultural Projects in the Senegal River Basin, Rates of Development and Flood Regulation.

____ 1976. The O.M.V.S. Programme ; Presentation, Methods and Means of Implementation. 140 p.

Perraudin, R.L. 1972. Rapport Final de l'Expert Forestier.

Poupon, H. 1976. La Biomasse et l'Evolution de sa Répartition au cours de la Croissance d'Acacia Sénégal dans une Savane Sahélienne (Sénégal). Bois et Forêts des Trop. Vol. 166, pp. 23-38.

République Islamique de Mauritanie. 1969. Annuaire Statistique.

République du Sénégal. 1969. Recherches Effectuées au Sénégal sur Acacia albida. Centre Technique Forestier Tropical, Bambey. 51 p.

____ 1969-1976. Rapport Annuel Eaux et Forêts

____ 1972. 4ème Plan de Développement Economique et Social.

SOGREAH. 1971. Etude Hydroagricole de la Vallée du Fleuve Sénégal du Barrage du Delta. Grenoble.

Weber, F.R. 1977. Economic and Ecologic Criteria, Forestry/Antidesertification Program - a Proposal.

ANNEXE I

CALCUL DU VOLUME DES PEUPLEMENTS DE GONAKIE

En raison du nombre de troncs bifurqués et du volume substantiel de branchage des gonakiés, la détermination directe du volume n'a pas été possible et nous avons dû adopter une approche en deux étapes.

Le volume théorique a d'abord été calculé pour tous les arbres sur pied de chaque parcelle d'échantillonnage d'une superficie d'un quart d'hectare. Cette valeur théorique a été obtenue en supposant une conicité uniforme de 2,3 cm par mètre de longueur du fût des arbres, et calculée à partir du diamètre au sol; le volume théorique total d'un arbre est la somme des volumes des cylindres successifs longs d'un mètre formant le fût. Le volume théorique par hectare a ensuite été déterminé par simple multiplication par 4. Puis le volume théorique par hectare a été corrigé en fonction d'une estimation du volume sur la base d'un calcul effectif des billes calcul effectué à Richard Toll (pour 126 arbres par hectare on a obtenu 10,6 mètres cubes). Après soustraction des 252 grumes linéaires (d'un mètre de long) supposées composer les billes il restait, après les avoir effectivement comptées, 2262 grumes linéaires de troncs de rebut et de branches. Le diamètre médian des 15 grumes restants par arbres (aux troncs coniques et théoriquement uniformes) était de 16,8 cm. Après multiplication par le nombre de grumes linéaires comptées (2262), le volume du tronc de l'étage supérieur et des branches s'est élevé à 88,8 m3. Le volume total des grumes et des branches est donc de 99,4 m3/ha, chiffre qui doit être comparé à celui de 109 m3/ha, obtenu en utilisant uniquement le volume théorique.

Le calcul du volume des grumes des arbres moins nombreux mais plus gros est de 16,9 m3/ha(l'estimation est de 280 grumes linéaires) tandis que le volume des 2310 grumes restantes de branches et de troncs de rebut est de 141,6 m3/ha. Le total, soit 158,5 m3/ha correspond bien au volume théorique de 167 m3/ha.

Si le compte des grumes linéaires n'est pas précis, la méthode utilisée présente un fort risque d'erreur, du fait qu'on ne mesure pas le diamètre de l'étage supérieur des fûts. En général le volume corrigé est inférieur au volume théorique simple. Les volumes réels de gonakiés mentionnés dans cette étude sont des volumes réajustés par multiplication par un facteur de correction moyen de 0,93. La formule générale du volume des arbres sur pied s'écrit :

$$\text{Vol.} = 0{,}93 \sum (Xa - y) + (Xb - y) + \ldots + (Xn - Y)$$

Pour tout $(Xa - y)$, $(Xn - y) > 0$

où : 1) - 0,93 est le facteur de correction

2) - Xa, Xb ...., Xn est la série dégressive des diamètres en cm.

3) - y est une conicité uniforme de 2,3 cm/m.