

PN-AAU-021

42628

**Etudes sur le Bassin du Fleuve Gambie
de l'Université du Michigan**

**Gestion des ressources en eau
et mise en valeur du
Bassin du Fleuve Gambie**

Elaboré pour
L'Agence des Etats-Unis pour le développement international (USAID)
et l'Organisation pour la mise en valeur du Bassin du Fleuve Gambie (OMVG)
Contrat No. 685-0012-C-00-2158-0

Septembre 1985

DEDICACE

Le présent volume est dédié à feu Karl F. Lagler, directeur sur le terrain des Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie, soudainement décédé à Ann Arbor le 25 août 1985. De janvier 1983 à décembre 1984, le Dr. Lagler a présidé aux opérations de recherche sur le terrain depuis son siège à Banjul. En s'appuyant sur ses années d'expérience et de travaux réalisés dans le bassin du fleuve Mékong, il a induit ses collègues à appliquer le concept d'une approche entièrement intégrée à la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie. Le présent rapport de synthèse traduit cette vision. D'importants volets qui y sont présentés sont le fruit de ses contributions.

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ceci représente le rapport de synthèse des Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan. Ces études ont été menées avec l'assistance de Harza Engineering Company de Chicago, Illinois, avec un financement accordé par l'Agence des Etats-Unis pour le développement international par l'intermédiaire de son Bureau de mise en valeur des bassins fluviaux situé à Dakar, au Sénégal. Ce rapport est destiné aux responsables et aux planificateurs des gouvernements des Etats membres -- la Gambie, la Guinée, la Guinée-Bissau et le Sénégal -- et de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG) pour leur permettre d'évaluer les investissements proposés pour la construction de cinq barrages et pour l'agriculture irriguée.

Ce rapport fait la synthèse des résultats de quatre études principales menées sur le terrain; les études sont présentées dans quatre rapports associés:

- Ecologie aquatique et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Ecologie terrestre et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Maladies liées à l'eau et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Développement rural du Bassin du fleuve Gambie

Ce rapport est également basé sur les nombreux documents de travail produits par les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie (cités à l'Annexe A). Il présente par ailleurs des analyses originales sur les coûts et les avantages et sur d'autres sujets nécessaires à la synthèse.

Nous sommes reconnaissants envers les responsables et les enquêteurs principaux des quatre équipes qui ont mené les études sur le terrain. Ot apporté leur précieux concours à ce rapport Russell Moll et John Dorr dans le domaine de l'écologie aquatique; Peter Ames, Dario Rodriguez et Dean Treadwell dans le domaine de l'écologie terrestre; Curt Schneider dans le domaine de la santé publique; et William Derman, Frank Casey, Cynthia Moore, Christine Elias, Rolf Jensen et Andrée Wynkoop dans le domaine du développement rural. Les auteurs des différents documents de travail utilisés ici ont fourni également des renseignements importants,

en particulier Lucie Colvin, Michael Jasinski, Henri Josserand et Marty Makinen.

Les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie ont été lancées par Kenneth Shapiro (et feu Karl Lagler), alors que John Sutter et Alfred Beeton ont joué un rôle essentiel au début du projet. Le bureau du projet à Banjul, en Gambie, a fourni un appui important sous la direction du Dr. Lagler et l'administration de Songthara Omkar. John Chitty s'est montré très compétent en tant que coordinateur du projet pour la société Harza Engineering. Il a également participé à l'élaboration du rapport sur l'écologie terrestre.

Les activités sur le terrain et l'élaboration des rapports ont nécessité également l'assistance professionnelle du personnel du Centre de recherche sur le développement économique (CRED) à l'Université du Michigan. Sherry Cogswell a fourni l'appui logistique principal. Carol Wilson a eu la responsabilité de produire les rapports, et leur qualité professionnelle est due à ses efforts extraordinaires aussi bien qu'à l'expertise dévouée de Patricia Humphrey, Rebecca Doyle et Anne Bagnoli qui ont eu la responsabilité de produire la version finale. Les graphiques et les illustrations ont été préparés par Gretchen Jackson, Sandy Conrd et Jane McCormick. Chacun a dû respecter des délais particulièrement stricts. Nous remercions Language Specialists and Translators, Inc., qui ont tout fait pour assurer la traduction. Remerciements sont dûs aussi à Chantal Dejou, Karin Lindgren et Mohamed Redissi.

Les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie ont été réalisées grâce aux-conseils et à l'appui du personnel de l'USAID et de l'OMVG à Dakar. Vito Stagliano à l'USAID a apporté un concours inestimable à la conception des cinq raports principaux du projet. Lewis Lucke a été d'une infinie serviabilité en tant que responsable de projet à l'USAID pour nos études sur le terrain, et a fourni une aide importante dans l'élaboration de nos rapports. David Hunsberger a fourni une aide logistique au bureau de Banjul et pour les études sur le terrain.

Les études ont également bénéficié de la coopération et des conseils du personnel de l'OMVG. Sous la direction de M. Malik John, l'OMVG est maintenant bien établie comme étant l'organistion chargé de planifier le

développement du bassin du fleuve Gambie. Pendant tout notre séjour sur le terrain, M. Mamour Gaye, directeur technique de l'OMVG, nous a prêté son appui et ses conseils. Le personnel technique de l'OMVG a joué un rôle important dans nos recherches, et le concours d'André DeGeorge, James Webb et Godon Appleby a été particulièrement précieux. Nous sommes reconnaissants envers ces individus, ainsi qu'envers les nombreuses personnes attachés aux différents organismes publics des Etats Membres, qui ont contribué à l'exécution de nos études sur le terrain et fourni les renseignements nécessaires.

Les rapports définitifs ont également bénéficié du concours de nos collègues aux Etats-Unis. Un rapport d'évaluation intermédiaire du projet nous a aidés à éclaircir nos objectifs alors que nous préparions les enquêtes finales sur le terrain et les versions préliminaires de ces rapports. Cette équipe était composée de James Osborn, le chef de l'équipe, Nicholas Sonntag, Janet Tuthill, Dolores Koenig et Glenn Anders. Les commentaires de la commission de la National Science Foundation, sous la direction d'Irwin Pikus, ont été d'une aide précieuse. Ceux de Thayer Scudder, président de la commission d'étude, nous ont été particulièrement utiles pour réviser le dernier projet de ce rapport de synthèse. Nous avons incorporé ses commentaires chaque fois qu'il était possible de la faire. Les suggestions offertes par d'autres membres de la commission, en particulier Charles Howe et Gilbert White, ont également servi à renforcer ce rapport de façon considérable.

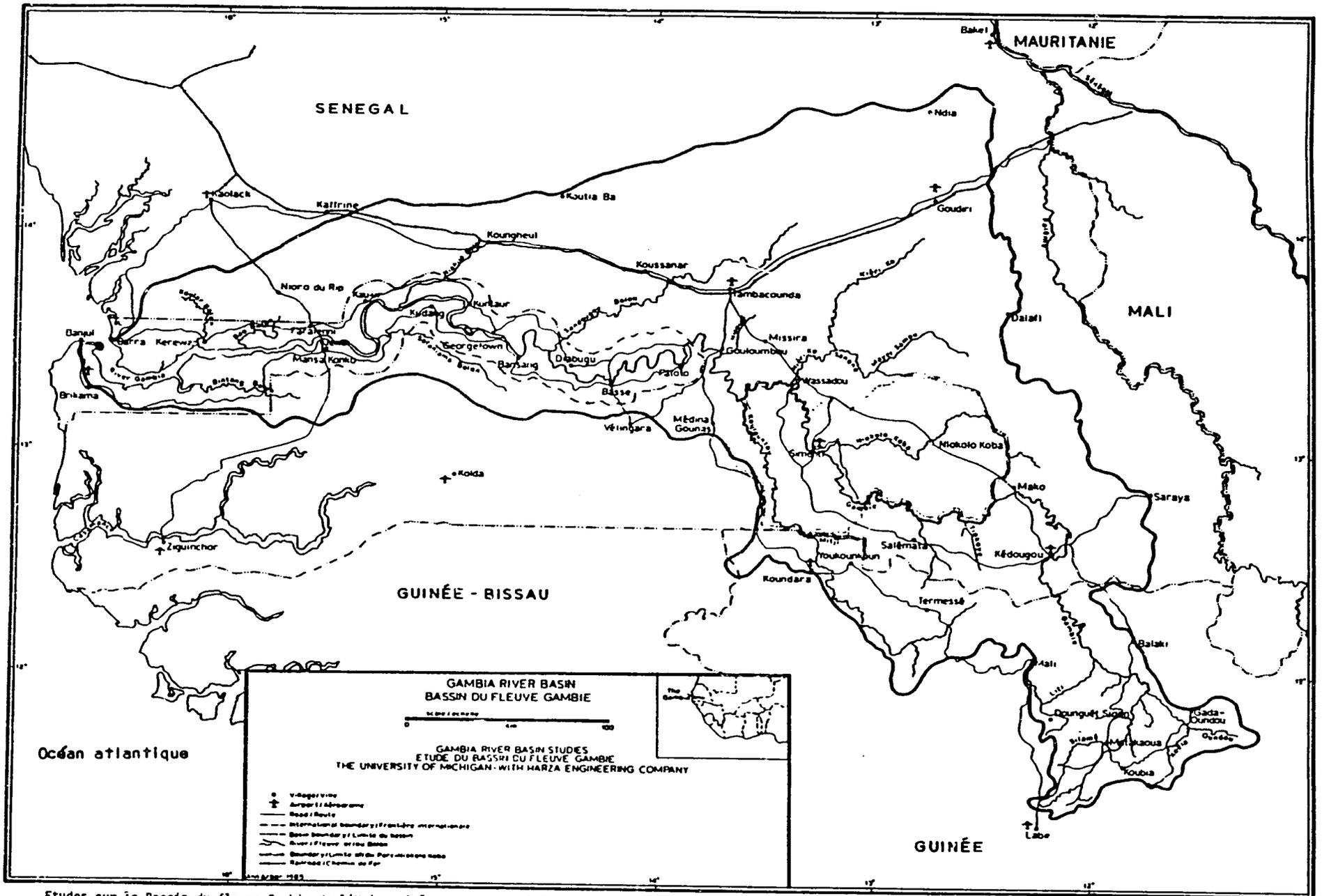
De surcroît, ce rapport de synthèse n'aurait pu être élaboré sans les contributions de certains collègues auxquels nous avons fait appel à cet effet. Charles Steedman a contribué à l'édition du texte. James Fitch a préparé certaines des analyses agroéconomiques qui sous-tendent ce même rapport. Sarah Lynch en a écrit deux chapitres en qualité de co-auteur.

Ce rapport de synthèse est donc le fruit des efforts consentis par de nombreuses personnes dont la collaboration a permis de mener à bien les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie.

Ann Arbor, Michigan,
Septembre 1985

J.C. Mathes
Elon Gilbert

IX



Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

SYNTHESE

Les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie avaient pour objectif d'analyser les incidences liées aux projets pour la mise en valeur des ressources en eau qui ont été envisagés pour le bassin hydrographique du fleuve Gambie. Les Etats membres -- la Gambie, le Sénégal, la Guinée et la Guinée-Bissau -- ont chargé l'Organisation pour la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie (OMVG) d'explorer la faisabilité des projets de mise en valeur envisagés. Afin d'aider l'OMVG dans cette tâche, l'Agence des Etats-Unis pour le développement international (USAID), par le biais de son Bureau pour la mise en valeur des bassins fluviaux (River Basin Development Office -- RBD0) à Dakar, au Sénégal, a passé un contrat avec l'Université du Michigan secondée par Harza Engineering Company de Chicago, Illinois, pour la réalisation d'études sur l'environnement, les aspects socio-économiques et la santé publique.

Les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie ont débouché sur cinq rapports principaux, de nombreux documents de travail et un ensemble de cartes d'utilisation de la terre concernant le bassin. Outre le présent rapport, Gestion des ressources en eau et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie, les principaux rapports se présentent comme suit:

- Ecologie aquatique et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Ecologie terrestre et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Maladies liées à l'eau et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Développement rural du bassin du fleuve Gambie

Les quatre rapports sur les sujets étudiés sont destinés à être lus séparément par différents utilisateurs à des fins distinctes. Ils sont intégrés dans le présent rapport de synthèse, qui constitue le cinquième volume des rapports principaux.

Les rapports se caractérisent par un large éventail d'usages allant des tâches élémentaires de la planification et de la prise de décision à la gestion des ressources et aux mesures d'atténuation des incidences au niveau du terrain dans au moins quatre domaines généraux:

- stratégie de mise en valeur et prise de décision
- planification des projets de mise en valeur

- suivi du bassin du fleuve et développement institutionnel
- exécution et ajustement des mesures d'atténuation des incidences.

Les cinq rapports principaux aideront l'OMVG à confirmer ses compétences d'organisme de coordination des actions de mise en valeur des ressources en eau du bassin.

Ces études ont examiné les implications socio-économiques et environnementales des plans de construction de cinq barrages sur le fleuve Gambie -- Balingho en Gambie, Kékréti au Sénégal, ainsi que Kouya, Kankakoure et Kogou Foulbe en Guinée. En outre, elles ont analysé les implications d'une expansion significative de l'agriculture irriguée pratiquée dans le bassin. La construction des barrages et l'expansion de l'agriculture irriguée représentent un ensemble coordonné de projets qui exerceront des incidences sur l'ensemble du bassin.

La mise en valeur du bassin du fleuve Gambie a pour objectif global d'améliorer "la vie des populations du bassin", selon le Projet du Plan Indicatif de l'OMVG.

- parvenir à l'autosuffisance alimentaire
- augmenter le revenu par habitant
- promouvoir le développement industriel
- améliorer les balances des paiements nationales
- améliorer la qualité de vie
- préserver la qualité de l'environnement.

Néanmoins, comme le suggèrent ces études, les projets spécifiques que nous avons étudiés peuvent ne pas contribuer à la réalisation de ces objectifs dans toute la mesure prévue à l'origine. Les progrès qui interviendraient dans le sens de l'autosuffisance alimentaire et de l'amélioration des balances des paiements risquent de ne pouvoir se matérialiser qu'au détriment d'aspects très importants de la qualité de vie et de l'environnement du bassin.

Il se peut que l'implication la plus importante de ces études concerne le besoin d'effectuer des travaux de planification supplémentaires plutôt que de prendre des décisions immédiates. Les avantages et les inconvénients que présentent les différentes options de développement doivent être analysés en termes de probabilités caractérisant des incidences déterminées. Il convient de les évaluer en

termes de valeurs et d'attentes des planificateurs et des décideurs des Etats membres. L'OMVG et les gouvernements des Etats membres se rendaient compte dès le début que la mise en valeur du bassin était excessivement complexe. Les premières propositions et les premières décisions doivent donc être inévitablement modifiées après les avoir étudiées de manière approfondie. Nos études ont examiné les premières propositions et suggèrent, en conséquence, des sujets à être examinés par l'OMVG et les gouvernements des Etats membres avant que des décisions irrévocables ne soient prises.

Cadre de l'analyse des incidences

Notre méthode de base a consisté à analyser les incidences des projets de mise en valeur dans l'ensemble du bassin plutôt que pour chaque projet séparément. Nos catégories d'incidences principales se rapportent aux mesures de gestion applicables à divers systèmes environnementaux et socioéconomiques. Nous résumons les incidences significatives par rapport au bassin pris dans son ensemble, par rapport à un projet en particulier ou par rapport à une série de projets. Etant donné le mandat initial de nos études sur la Senegambie et l'absence d'études de factabilité sur les sites guinéens, nous avons été obligés de nous concentrer sur les incidences du barrage de Balingho, du barrage de Kékréti et des projets d'agriculture irriguée plus que des barrages guinéens.

Les incidences des barrages proposés doivent être considérées dans le contexte des implications hydrologiques des stratégies opérationnelles de base concernant les barrages et les réservoirs envisagés. Le barrage de Balingho est destiné à empêcher l'intrusion de l'eau de mer en amont de Balingho. Il est donc censé permettre le développement de l'agriculture irriguée essentiellement sur des terres situées en amont de Carroll's Wharf (220 km du fleuve) point en amont duquel la langue salée a été franchie durant les années de sécheresse récentes. La plupart des eaux d'irrigation seront toutefois déversées à partir du lac Kékréti, dans la mesure où on estime qu'il n'est pas possible d'irriguer plus qu'un maximum de 5.000 hectares en utilisant les eaux du lac Balingho.

Le barrage de Kékréti produira l'électricité et un approvisionnement en eau pour l'irrigation d'un maximum de 70.000 ha pendant toute l'année, tout en maintenant le niveau d'eau du lac Balingho. Récemment, des simulations ont été effectuées concernant l'exploitation autonome du barrage de Kékréti dans le dessein de maîtriser l'intrusion de l'eau de mer en l'absence d'un barrage à Balingho. Il s'agit essentiellement de faire un compromis entre l'utilisation de l'eau aux fins d'irrigation et le déversement de l'eau nécessaire pour maîtriser la pénétration de la langue salée. La production d'électricité serait relativement peu affectée par l'exploitation indépendante du barrage de Kékréti si une troisième turbine facultative devait être installée dans le barrage.

Cependant, conformément au scénario de base proposé par l'OMVG, nous supposons que le choix se porterait sur l'exploitation jumelée du barrage de Balingho et du barrage de Kékréti plutôt que sur l'exploitation autonome du barrage de Kékréti. Dès lors, nous supposons que la langue salée se situera au barrage de Balingho de façon permanente et que le lac de Balingho constituera un lac d'eau douce derrière le barrage. Nous supposons que le lac de Kékréti se remplira presque intégralement chaque année et qu'un maximum de 70.000 ha seront mis en valeur aux fins d'agriculture irriguée au cours d'une période de cinquante ans.

La planification des barrages guinéens n'a pas dépassé le stade de la préfactibilité; leurs politiques d'exploitation n'ont donc pas été formulées. Le barrage de Kouya sur le fleuve Gambie représente l'ouvrage le plus important proposé pour le bassin du fleuve Gambie, et servira essentiellement à produire de l'électricité. Kankakoure est un petit barrage sur la rivière Liti et il servira à produire de l'électricité. Le barrage de Kogou Foulbe sur le rivière Koulountou produira de l'électricité et servira à irriguer 12.000 ha.

Les incidences du développement de l'ensemble du bassin comprennent notamment les projets d'irrigation qui pourront être réalisés par suite de la mise en valeur des ressources en eau. Les 3.000 ha déjà aménagés semblent constituer la limite actuelle de la superficie irrigable durant la saison sèche en raison du caractère saisonnier du débit d'eau douce et de la pénétration de la langue salée en amont. Pour la Gambie et le Sénégal Oriental, les études de factibilité concernant le développement de l'agriculture irriguée entre le barrage de Balingho et le barrage de

Kékréti ont atteint le stade où les sols ont été classifiés de sorte qu'on a identifié les emplacements exacts des zones aptes à l'irrigation. Bien que les études de factabilité relatives à l'irrigation en Guinée n'aient pas encore été entamées, les zones irrigables à partir des barrages de Kogou Foulbe et de Kouya ont été identifiées.

Les plans de mise en valeur du bassin supposent qu'un total de 85.000 ha de terres se prête à l'irrigation: 53.500 ha en Gambie, 16.500 ha au Sénégal Oriental et 15.000 ha en Guinée. Un minimum de 30.000 ha situés en Gambie doivent être valorisés entre 30 et 54 années après la construction du barrage de Kékréti. Trois stratégies pour l'intégration de l'irrigation aux systèmes agricoles existants sont représentées par le projet pilote de Bansang Nibras en Gambie, le périmètre irrigué et les marais aménagés de Jahaly Pacharr, et le projet de périmètres irrigués du Sénégal Oriental.

Incidences sur l'environnement et l'utilisation actuelle des terres

Les incidences les plus vastes et les plus significatives sur l'environnement et l'utilisation actuelle des terres seront celles qui sont associées à la construction du barrage de Balingho et à la formation du lac de Balingho. Les projets de Kékréti et en Guinée seront moins perturbants, bien que le projet de Kékréti puisse menacer l'intégrité du Parc national de Niokolo-Koba à moins que des précautions ne soient prises.

- Superficie recouverte d'eau. Les cinq projets de barrage feront plus que doubler la superficie de l'eau du bassin. Actuellement, l'eau recouvre 1.062 km² du bassin. Les cinq lacs artificiels couvriront une superficie maximale de 1.200 km², la plupart s'ajoutant à la superficie d'eau actuelle. A la fin de la saison sèche, cependant, les lacs artificielles couvriront peut-être moins de 400 km² -- ce qui représente donc une variation annuelle de 800 km². Ceci créera une zone de rabattement ayant un grand potentiel pour le développement, et notamment pour l'agriculture.

- Couvert végétal. En termes quantitatifs, l'impact des projets de développement sur l'utilisation des terres et le couvert végétal existants dans le bassin sera minimal. Le pourcentage des terres affectées sera restreint. Pourtant, l'impact qualitatif sera important.
- Barrage de Balingho. Le barrage de Balingho servira à éliminer l'influence de la marée qui s'étend en amont jusqu'à Gouloumbou actuellement, et à intensifier l'amplitude de la marée en aval du barrage. A la longue, les cours d'eau à marée et ruisseaux (bolons) seront remplis de sédiments et deviendront stagnants à cause de ce manque d'action marémotrice. Toute la forêt de palétuviers en amont de l'emplacement du barrage, soit 3.000 ha environ ou 12 pour cent de toute la forêt de palétuviers du bassin entier, sera éliminée. Le barrage servira également à éliminer presque tout l'environnement estuarien, puisque la salinité ne diminuera pas entre l'emouchure du fleuve Gambie et le barrage. En outre, il empêchera le passage des éléments nutritifs en amont du barrage vers les eaux estuariennes et côtières. Finalement, il empêchera la migration de certaines espèces importantes de poisson, et des crevettes en particulier, vers les frayères importantes situées en amont de l'emplacement du barrage de Balingho.
- Lac Balingho. Le lac Balingho inondera les plaines d'inondation depuis Balingho jusqu'à Kuntaur, inondant donc jusqu'à 49% des rizières actuellement exploitées en Gambie. A cause des effets combinés de l'évaporation et de l'évapotranspiration, le niveau de l'eau du lac Balingho pourrait tomber en dessous du minimum prévu.
- Barrage de Kékréti et lac Kékréti. Le fait de contrôler l'écoulement de l'eau au barrage de Kékréti diminuera de façon considérable les inondations annuelles en amont de Kuntaur. En saison sèche, cependant, le débit du fleuve Gambie augmentera beaucoup entre Kékréti et Kuntaur. Il y aura une certaine perte de riziculture de décrue, mais l'eau douce sera disponible pendant toute l'année. Le lac Kékréti inondera surtout des zones de végétation naturelle, mais aussi 2.200 ha de terres agricoles.

- Sédimentation. Il y aura un entassement de sédiment dans les bolons, mais au cours d'une vie de 100 ans les réservoirs seront relativement peu affectés.
- Eau souterraine. Les réservoirs augmenteront la quantité d'eau dans les nappes phréatiques qui alimentent les populations rurales.
- Faune. L'impact potentiel sur la faune ne posera pas de grand obstacle pour les projets de développement. Tout impact sérieusement nuisible à la faune sera dû aux activités humaines, et non pas aux projets de développement, si l'on présume que des mesures de précaution strictes seront respectées pendant les travaux.

Incidences sur la production agricole

La production agricole actuelle sera touchée par le barrage de Balingho. Il faudra peut-être une dizaine d'années pour que le développement de l'irrigation compense la perte de production annuelle due à l'inondation du lac Balingho.

- Diminution de la production rizicole. A cause des inondations du lac Balingho et d'autres effets associés aux inondations, on perdra chaque année environ 18.000 tonnes de riz en Gambie (au cours d'une année moyenne). On perdra environ 1.000 tonnes à cause du lac Kékréti.
- Augmentation de la production rizicole. Avec un barrage unique à Kékréti (en remettant celui de Balingho jusqu'à ce que l'agriculture irriguée soit pleinement développée), la production de riz annuelle en Gambie au bout de dix ans pourrait dépasser de 20.000 à 30.000 tonnes celle qui serait attendue avec les deux barrages à Kékréti et Balingho -- si l'on peut réaliser les objectifs de l'agriculture irriguée.

Contraintes pesant sur l'agriculture irriguée

Il conviendra de modérer les espérances dans le domaine de l'augmentation de la production agricole irriguée à cause des contraintes techniques, administratives et structurelles au développement à l'échelle

envisagée. Par ailleurs, les gains de production seront restreints tant que les ménages concernés limitent leur participation aux projets d'irrigation à cause des risques qu'ils y associent. En outre, les modèles pour l'irrigation présument une disponibilité de main-d'oeuvre au niveau du ménage qui semble dépasser ce qui existera réellement.

- Des systèmes d'approvisionnement en eau inefficaces représentent une contrainte majeure à la double culture et à l'utilisation des techniques culturales préconisées.
- A l'heure actuelle, les gouvernements des Etats membres n'ont pas la capacité de former, de superviser et d'approvisionner le nombre d'encadreurs nécessaire pour atteindre les objectifs de production.
- L'infrastructure de commercialisation existante ne suffit pas pour accommoder le volume de la production actuelle.
- L'infrastructure limitée dans les domaines du transport, du stockage et des communications diminue la capacité du système de répondre aux besoins de la production et de la distribution des facteurs de production.
- La capacité limitée de stockage et d'usinage sur le plan local entraîne des goulots d'étranglement importants et augmente sensiblement les coûts de la commercialisation.
- Pour soutenir les projets d'irrigation proposés à forte intensité de capital ou de personnel, les gouvernements des Etats membres auront à payer des subventions importantes et récurrentes.

Incidences sur les pêcheries

Le résultat net sera la diminution de la production des pêcheries maritimes et estuariennes actuelles et la création d'une pêcherie de réservoir productive.

- Pêcheries de réservoir. Le potentiel maximum de la pêche annuelle totale dans les réservoirs est estimé à 7.500 tonnes par an, pourvu qu'il y ait une gestion efficace de la pêche. La répartition sera: lac Balingho, 5.600 tonnes; lac Kékréti, 1.400 tonnes; lacs en

Guinée, 475 tonnes. La valeur annuelle brute de cette pêche atteindra 7.500.000 dollars, mais la valeur nette sera notablement inférieure.

- Pêcheries existantes. A cause de Balingho, les pêcheries maritimes estuariennes et de crustacés qui existent aujourd'hui en Gambie subiront des pertes estimées à plus de 1.400.000 dollars par an. Le potentiel de la pêche au lac Balingho pourrait peut-être compenser les pertes potentielles subies par les pêcheries existantes.
- Valeur annuelle nette des pêcheries du lac Kékréti et des lacs guinéens. La production des pêcheries de réservoir du lac Kékréti et des lacs en Guinée représentera un gain net, puisque la production de la pêche fluviale est maintenant minime. Les valeurs annuelles nettes seront: pêche du lac Kékréti, 881.000 dollars; pêcheries des lacs guinéens, 274.000 dollars.
- Potentiel de la pisciculture. Les activités de développement créeront la possibilité de divers types de pisciculture.

Incidences sur l'homme

Les projets de développement auront des incidences différentes sur les populations des Etats membres. En Gambie, la population sera touchée de façon importante, voire profonde, par la construction du barrage de Balingho et l'extension considérable de l'agriculture irriguée. Au Sénégal Oriental, la population de la région de Kédougou et du projet de Kékréti sera sensiblement touchée également. Le peuple guinéen sera moins concerné parce que les barrages proposés sont prévus pour des zones éloignées et peu peuplées.

La construction du barrage de Balingho et l'expansion de l'agriculture irriguée toucheront presque tout le monde en Gambie en dehors des districts de Kombo. De Tendaba jusqu'à la frontière à l'est, après Fatoto, tout le monde sera touché, et de nombreuses communautés en souffriront.

- Recasement. Le lac Balingho nécessitera probablement la réimplantation d'un grand nombre de personnes, peut-être autant que 15.000, parce que les rizières des terres basses de nombreux villages seront perdues.

- Statut des femmes. A cause de la perte de 15.000 ha de riz aquatique au lac Balingho, des milliers de femmes perdront leur rôle productif actuel dans le ménage.
- Emigration. Le lac Balingho pourrait provoquer une émigration considérable de familles entières, peut-être de villages entiers, vers Serekunda/Brikama dans beaucoup de cas.
- Immigration. En dehors de l'immigration due aux travaux de construction et à la création d'emplois, le développement du lac Balingho provoquera une immigration spontanée de personnes provenant d'autres régions et d'autres pays. La nouvelle pêcherie continentale au lac Balingho fera vivre 7.000 personnes (pêcheurs et familles) si son potentiel est exploité.
- Urbanisation. La région de Balingho deviendra encore plus importante du point de vue commercial en servant de carrefour pour le transport aquatique et terrestre. Le campement de construction devrait devenir un centre économique important par la suite.

La construction de Kékréti désorganisera la région parce qu'il faudra dévier la route entre Salémata et Kédougou, et parce qu'une partie de Salémata sera inondée. Les filières commerciales de la région seront également désorganisées.

- Recasement. La lac Kékréti nécessitera la réimplantation de 8.000 à 18.000 personnes.
- Campement de construction. Un campement de construction d'au moins 2.000 personnes sera créé à Kékréti. Il devrait devenir un centre pour le développement régional.
- Immigration. La région attire déjà des immigrés de la Guinée. Le projet de construction et le lac artificiel serviront à intensifier l'immigration des guinéens et d'autres peuples. La pêcherie fera vivre 3.400 personnes.
- Minorités. La construction des barrages à Kékréti et en Guinée exacerbera les tensions interethniques et menacera l'édifice social des Bassaris, des Bediks, des Malinkes et des Diallonkes.

La construction de Kouya, de Kankakoure et de Kogou Foulbe en Guinée nécessitera l'établissement de deux campements de construction, de 2.000 personnes chacun, dans des zones peu peuplées.

Les projets de développement amélioreront de façon directe et indirecte le transport et la navigation partout dans le bassin. Ceci est essentiel au développement efficace de l'agriculture irriguée. En général, les effets multiplicateurs des projets de développement sur les infrastructures socioéconomiques, bien qu'ils soient impossibles à mesurer, seront considérables -- en particulier pour la Gambie.

Incidences sur la santé publique

L'expérience a démontré que le fait de rassembler des gens pour un projet de construction, le déracinement et la réimplantation de groupes, et l'immigration et l'urbanisation tendent tous à augmenter la transmission des maladies humaines à court terme. A long terme, cependant, les projets de développement ont le potentiel d'améliorer la santé publique. Ils offrent la possibilité d'améliorer l'approvisionnement en eau, l'hygiène publique et les services de santé. L'amélioration de la nutrition grâce aux pêcheries des réservoirs et à l'agriculture irriguée contribuera également à améliorer la santé publique.

Malgré ces bénéfices potentiels, on peut envisager des incidences spécifiques sur la fréquence des cas de certaines maladies importantes.

- La Gambie. La schistosomiase urinaire deviendra beaucoup plus fréquente. La schistosomiase intestinale, aujourd'hui presque inconnue, sera établie. La fréquence du paludisme augmentera.
- Le Sénégal. La schistosomiase urinaire et intestinale deviendra fréquente et persistante. La fréquence du paludisme augmentera. La fréquence de l'onchocercose diminuera légèrement.
- La Guinée. La fréquence des maladies ne changera pas beaucoup, sauf dans la région de Kogou Foulbe, où il y aura des cas de schistosomiase associés à l'irrigation.

Mesures d'atténuation et de gestion

Bien que certaines des incidences majeures des projets de développement soient inévitables, il y en a d'autres qui sont sujettes à

diverses mesures d'atténuation et de gestion. Les incidences du barrage de Balingho sur l'environnement, l'agriculture et la société seront pour la plupart négatives, sans pour autant être sujettes à un grand nombre de mesures d'atténuation. Une gestion prévisionnelle avant l'exécution d'un projet et pendant les travaux de construction peut néanmoins favoriser certaines incidences positives, ou potentiellement positives. Par ailleurs, des mesures d'atténuation adouciront certaines des incidences négatives.

- Gestion des terres et de l'eau. La plupart des incidences sur l'utilisation des terres et sur la végétation dans le bassin seront inévitables, bien qu'il existe la possibilité d'exploiter certaines des ressources qui seront perdues à cause des inondations, par exemple le bois de feu. La qualité de l'eau pourra être protégée si les activités minières sont accompagnées de sauvegardes strictes de l'environnement, et si l'écoulement de l'eau des systèmes d'irrigation implantés n'a pas d'accès libre au fleuve. La faune pourra être protégée si l'on tient compte de son environnement au cours de la planification du plan de masse et des activités du projet. On pourra la protéger d'autant plus en appliquant des sauvegardes strictes contre la chasse et le braconnage. Le Parc national de Niokolo-Koba sera menacé; on aura donc besoin de précautions spéciales pour assurer son intégrité.

Il faudrait attacher une importance particulière à: i) éduquer et demander la coopération des communautés locales dans le domaine de la gestion et de la protection des ressources naturelles; ii) faire le suivi de la qualité de l'eau et établir des normes de qualité de l'eau pour tout le bassin; iii) préparer une carte hypsométrique à intervalles de 0,1 m afin de déterminer les incidences avec plus de précision; iv) coordonner le contrôle de l'eau de Kékréti en tenant compte des utilisations en aval; et v) établir une politique de gestion de rabattement pour exploiter le potentiel des zones de rabattement.

- Gestion agricole. La gestion agricole doit reconnaître que les cultures pluviales continueront à être à la base de la production vivrière domestique, jusqu'au moment où les contraintes affectant l'agriculture irriguée seront éliminées. Il conviendra d'investir

dans l'agriculture pour améliorer la productivité des cultures pluviales et, en même temps, pour développer des modèles pour l'irrigation qui conviendraient mieux au bassin du fleuve Gambie que ceux qui sont actuellement proposés. Les bénéfices potentiels d'une bonne gestion agricole pourront être réalisés au maximum si l'on prend des mesures adéquates pour aborder les contraintes qui existent aux niveaux technique, administratif, structurel et des ménages. Le potentiel de l'agriculture pratiquée aux zones de rabattement est considérable, et pourra être exploité avec une gestion efficace du barrage et du réservoir.

Il faudrait attacher une importance particulière à: i) établir une unité de suivi pour rassembler des données agronomiques et sociologiques; ii) réaménager les projets d'irrigation en cours; iii) établir des politiques agricoles nationales efficaces pour rehausser la productivité agricole et encourager le développement des infrastructures agricoles; iv) renforcer les centres de recherche agricole; v) créer un programme pour former des agents de vulgarisation; vi) améliorer l'infrastructure commerciale; vii) tenir compte de l'importance de l'élevage dans les projets de développement; et viii) améliorer les réseaux de transport qui soutiennent l'agriculture.

- Gestion des pêcheries et des ressources aquatiques. La protection des pêcheries existantes et l'exploitation des pêcheries de réservoir potentielles nécessitera une planification réfléchie et une gestion soutenue. Il conviendra d'abriter l'estuaire de la pollution afin de protéger les pêcheries maritimes et de crustacés qui existent déjà. Les pêcheries de réservoir exigeront une infrastructure de gestion exhaustive si l'on veut que le stock de poissons atteigne son plein potentiel et si l'on veut éviter la surexploitation des pêcheries. Il y aura lieu de protéger la qualité de l'eau du réservoir devant les problèmes de la sédimentation, en particulier pendant les travaux de construction, la pousse non contrôlée des plantes aquatiques adventices et la pollution due aux produits chimiques agricoles. Il existe le potentiel d'augmenter la production des pêcheries, pour la commercialisation aussi bien que pour la subsistance, en établissant la pisciculture dans les réservoirs et les réseaux d'irrigation.

Il faudrait attacher une importance particulière à: i) faire le suivi des stocks de poissons et mettre sur pied un programme pour gérer ces réserves; ii) élaborer des politiques de pêche pour allouer les ressources de manière à assurer les rendements maximales soutenables; et iii) mettre en valeur les pêcheries maritimes et estuariennes, qui sont maintenant sous-exploitées.

- Planification urbaine et régionale. Les incidences combinées des travaux et des campements de construction, du recasement et de la migration, des projets d'irrigation à grande échelle et de nouveaux systèmes de transport offriront la possibilité de faire une planification régionale coordonnée, en particulier au Sénégal Oriental. La planification du recasement pourra atténuer les effets néfastes du déracinement si l'on tient compte des besoins des minorités, des communautés, de l'agriculture et de l'emploi. Les villages de réimplantation pourront être planifiés en fonction de la création des périmètres irrigués. On pourra envisager et accommoder une certaine immigration. On pourra également créer des alternatives pour réduire l'émigration au minimum. Il faudra fournir une aide alimentaire pendant les périodes de transition.

Il faudrait attacher une importance particulière à: i) faire faire une étude de la réimplantation à chaque barrage et établir une unité de suivi du recasement pour faire adopter les recommandations des études; ii) assurer que l'OMVG et les organismes des Etats membres participent à la planification et à l'exécution des travaux de la construction; iii) suivre et contrôler l'immigration vers les zones de construction et les régions qui seront aménagées; iv) prendre des mesures pour stabiliser les populations rurales au cours des périodes d'aménagement; et v) élaborer des stratégies d'utilisation des terres autour des réservoirs et des projets d'irrigation.

- Santé publique. Il existe des mesures pour contrôler la transmission de la schistosomiase, du paludisme et d'autres maladies, y compris des mesures sanitaires, la prévention et le traitement des maladies et le contrôle des vecteurs. Il faudra un système sûr d'approvisionnement en eau. Il faudra fournir également une formation sanitaire. Les budgets nationaux dans le domaine de la santé peuvent être augmentés.

Plus précisément, on doit créer une cellule de santé à l'intérieur des services techniques de l'OMVG afin d'établir des relations étroites avec l'Organisation mondiale de la santé et les Ministères de la santé des Etats membres. Un tel service aurait la responsabilité de: i) systématiser le recueil et l'analyse des statistiques épidémiologiques des Etats membres; ii) lancer un programme à long terme de surveillance sanitaire dans tout le bassin; et iii) participer à planification des barrages et des projets d'irrigation.

- Politique du bassin entier. Les gouvernements des Etats membres devraient élaborer une politique de l'environnement et de la santé publique pour tout le bassin, accompagnée d'une législation permettant sa mise en place, pour aider l'OMVG à promouvoir le développement du bassin entier. Nos études indiquent qu'il existe un besoin de législation concernant le contrôle de l'eau, la protection de l'environnement, la gestion de la faune et des ressources naturelles, et la gestion des pêcheries. L'OMVG devrait être chargé de faire le suivi de l'environnement aquatique et terrestre, en coopération avec les organismes des Etats membres et en liaison avec d'autres institutions en Afrique de l'Ouest. Un plan d'action pour l'aménagement du bassin devrait être accompagné d'une législation au niveau des gouvernements des Etats membres servant à établir une politique de l'environnement pour tout le bassin et à assurer la gestion concertée des ressources en eau à travers les frontières des états.

Avantages et coûts des projets de développement

Des analyses coûts/avantages des projets de Balingho et de Kékréti, ensemble ou séparément, ont été effectuées pour évaluer les taux de rentabilité internes et les valeurs nettes actuelles. Des analyses similaires ont été effectuées pour l'agriculture irriguée. Les résultats ne tiennent pas compte de certains avantages et coûts non mesurés et sont sujets à des modifications par l'OMVG au fur et à mesure que des renseignements supplémentaires se présentent.

- Taux de rentabilité interne du barrage de Balingho. Le taux de rentabilité économique du barrage de Balingho est de 1,5 pour cent.

Les coûts non mesurés réduiraient davantage ce taux de rentabilité, mais les effets multiplicateurs le rehausseraient.

- Taux de rentabilité interne du barrage de Kékréti. Le taux de rentabilité économique du barrage de Kékréti est de 9,2 pour cent. Les avantages non mesurés amélioreraient ce taux de rentabilité. Pourtant, une analyse énergétique régionale est nécessaire.
- Taux de rentabilité interne des barrages de Balingho et de Kékréti ensemble. Le taux de rentabilité économique des barrages de Balingho et de Kékréti ensemble est de 4,8 pour cent. Ce taux de rentabilité plutôt bas est dû à l'influence négative du barrage de Balingho.
- Taux de rentabilité de l'agriculture irriguée. Le taux de rentabilité économique de l'agriculture irriguée à une intensité culturale de 180 pour cent est de 5,9 pour cent. Le taux de rentabilité économique de l'agriculture irriguée à une intensité culturale de 120 pour cent est de 1,1 pour cent.
- Valeur nette actuelle du barrage de Balingho. La valeur nette actuelle des investissements pour le projet de Balingho est de -88.000.000 dollars.
- Valeur nette actuelle du barrage de Kékréti. La valeur nette actuelle des investissements pour le projet de Kékréti est de -7.000.000 dollars.
- Valeur nette actuelle des barrages de Balingho et de Kékréti ensemble. La valeur nette actuelle des projets de Balingho et de Kékréti ensemble est de -95.000.000 dollars.
- Valeur nette actuelle de l'agriculture irriguée. La valeur nette actuelle de l'agriculture irriguée à une intensité culturale de 180 pour cent est de -12.000.000 dollars. La valeur nette actuelle de l'agriculture irriguée à une intensité culturale de 120 pour cent est de -23.000.000 dollars.
- Analyse de sensibilité basée sur un recasement de 15.000 personnes à Balingho. Si l'on tient pour acquis qu'il faudra une réimplantation de 15.000 personnes à cause du barrage de Balingho, à un taux d'actualisation de 10 pour cent, le taux de rentabilité interne devient 1 pour cent, et la valeur nette actuelle devient -105.000.000 dollars.

- Analyse de sensibilité à un taux d'actualisation de 6 pour cent. A un taux d'actualisation de 6 pour cent, plutôt que 10 pour cent, les valeurs nettes actuelles deviennent:

Barrage de Balingho	-\$77.000.000
Barrage de Kékréti	+\$42.000.000
Barrages de Balingho et de Kékréti	-\$35.000.000

- Analyse de sensibilité basée sur un rendement de 7,5 tonnes à l'hectare. En supposant que le rendement du paddy pour l'agriculture irriguée est de 7,5 tonnes à l'hectare par saison, plutôt que 4,5 et 4,0 tonnes à l'hectare, les taux de rentabilité internes et les valeurs nettes actuelles deviennent:

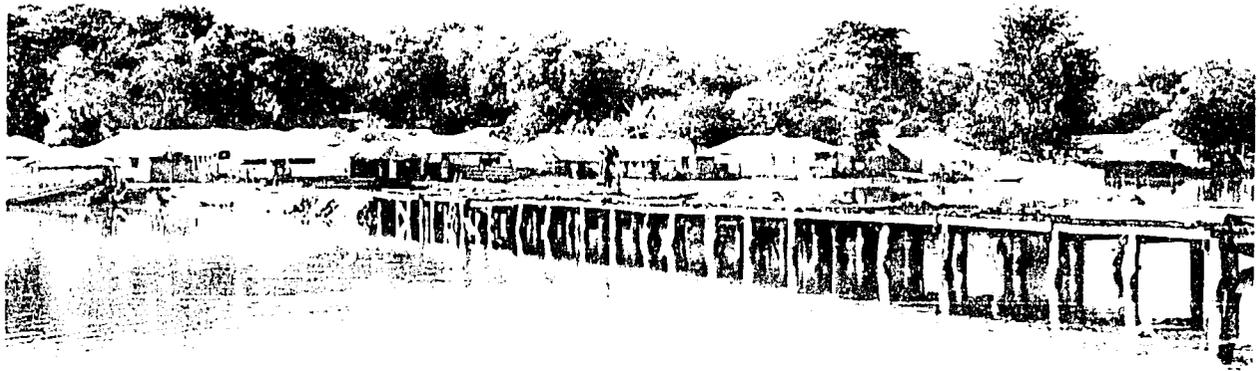
Irrigation (180%)	20,7% et \$35.000.000
Irrigation (120%)	12,1% et \$ 7.000.000

Autres considérations

Dans le contexte de la recherche de l'autosuffisance, l'OMVG et les Etats membres seront peut-être obligés d'accepter des compromis entre l'amélioration des balances des paiements nationales et l'autosuffisance alimentaire, et même entre l'augmentation des revenus par habitant et la promotion du développement industriel. Vu que les ressources sont limitées, il y aurait lieu d'examiner de près les implications de nos études par rapport aux objectifs d'améliorer les balances des paiements et d'atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Nos analyses suggèrent que l'expansion à court terme de l'irrigation à grande échelle, telle que prévue par les projets de développement du bassin du fleuve Gambie, semble prématurée. Il faudrait améliorer les résultats obtenus par les projets existantes et supprimer les contraintes qui limitent l'augmentation de la production des cultures irriguées et pluviales avant d'envisager une expansion plus poussée. En fait, une stratégie de développement qui n'envisage que des projets d'irrigation à grande échelle finira par épuiser les faibles ressources que l'on pourrait utiliser pour augmenter la productivité d'autres secteurs agricoles. Ainsi, les décideurs voudront peut-être prendre en considération un portefeuille diversifié d'investissements agricoles pour poursuivre l'autosuffisance alimentaire avec une stratégie optimale.

Enfin, en ce qui concerne les objectifs de base de ces Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie, nos analyses suggèrent qu'il conviendrait de réévaluer l'association entre le projet de Balingho et celui de Kékréti. Les décideurs des Etats membres devraient considérer la possibilité de lancer la construction du barrage de Balingho après, plutôt qu'avant, la construction du barrage de Kékréti, vu les conséquences écologiques et économiques potentiellement très néfastes de la construction à Balingho. En construisant d'abord le barrage de Kékréti, l'OMVG pourrait poursuivre des objectifs de développement importants tout en continuant à étudier la viabilité du barrage de Balingho.



Ci-dessus: Quai à Tendaba (Gambie), village de pêche environ 15 km en aval du site du pont-barrage de Balingho. Photographie par Russel Moll.

Ci-dessous: Représentants de l'OMVG devant des pirogues et filets de pêche traditionnels à Bansang (Gambie). Photographie par Russel Moll.



Handwritten mark or signature.



Ci-dessus: Un vaste forêt de mangrove Rhizophora. Photographie par Russell Moll.

Ci-dessous: Kundang Tenda, un village d'agriculture et de pêche typique du fleuve Gambie. Photographie par Russell Moll.





Ci-dessus: Une pépinière de riz à Pakeba (Sénégal). Photographie par Frank Casey.

Ci-dessous: Répiquage du riz en présence d'un encadreur PISO au Sénégal Oriental. Photographie par Frank Casey.





Ci-dessus: Parcelles de riz répiqué à Pakeba (Sénégal). Photographie par Frank Casey.

Ci-dessous: Epandage d'engrais sur riz irrigué à Pakeba (Sénégal). Photographie par Frank Casey.





Ci-dessus: L'invasion des zones forestières par l'agriculture en Gambie. A noter que l'arbre à droite au premier plan a été coupé et brûlé à la base. Photographie par Dario Rodriguez-Bejarano.

Ci-dessous: Terrains défrichés par le feu à la limite de Termesse (Guinée). Photographie par Dario Rodriguez-Bejarano.





Ci-dessus: Mont d'origine volcanique près de Koundara (Guinée). Photographie par Dario Rodriguez-Bejarano.

Ci-dessous: Antilopes dans le Parc National du Niokolo-Koba. Photographie par Dario Rodriguez-Bejarano.





Ci-dessus: Zone forestière défrichée pour l'agriculture près de la ville de Mali (Guinée).
Photographie par Dario Rodriguez-Bejarano.

Ci-dessous: Baobabs et manguiers entourant le village de Boussoura (Guinée). Photographie
par Dario Rodriguez-Bejarano.



TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS.	v
SYNTHESE	xi
LISTE DES TABLEAUX	xxxii
LISTE DES FIGURES.	xxxiii
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS.	xxxv
1. LA NECESSITE D'UNE GESTION DES RESSOURCES EN EAU	1
1.1. Besoins du bassin.	4
1.2. Objectifs de la mise en valeur	11
1.3. Problèmes liés à la mise en valeur des ressources en eau du bassin	15
1.4. Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie.	23
2. SYNTHESE DES ACTIONS DE DEVELOPPEMENT ET DES INCIDENCES.	29
2.1. Actions et interventions de gestion.	31
2.2. Cadre pour l'analyse des incidences.	37
3. GESTION DES SOLS ET DE L'EAU	47
3.1. Incidences de la gestion des sols et de l'eau.	50
3.2. Incidences sur l'hydrosphère et la géosphère	61
3.3. Incidences sur l'utilisation des sols et la végétation	71
3.4. Incidences sur la production socioéconomique	86
3.5. Incidences sur la faune.	93
3.6. Prolifération des ennemis des cultures	96
3.7. Incidence sur le tourisme.	97
4. GESTION AGRICOLE	99
4.1. Impératifs de gestion.	99
4.2. Faisabilité de l'expansion de l'agriculture irriguée	101
4.3. Plans d'expansion de l'irrigation.	103
4.4. Historique de l'agriculture irriguée par pompage	106
4.5. Modèles de développement de l'agriculture irriguée	109
4.6. Obstacles à l'expansion de l'agriculture irriguée.	112
4.7. Frais de fonctionnement et subventions	121
4.8. Options de gestion agricole.	123
5. GESTION DES PECHERIES ET DES RESSOURCES AQUATIQUES	127
5.1. Incidences de la gestion des pêcheries et des ressources aquatiques.	129

	<u>Page</u>
5.2. Incidences sur la biosphère aquatique.	136
5.3. Incidences sur les pêcheries	147
6. PLANIFICATION URBAINE ET REGIONALE	159
6.1. Incidences de la planification urbaine et régionale. . . .	161
6.2. Incidences sur les habitations	168
6.3. Incidences sur les infrastructures socioéconomiques. . . .	177
6.4. Incidences socioculturelles.	181
6.5. Santé publique	185
7. ACTIONS POUR AMELIORER LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES ET EAU .	205
7.1. Gestion terrestre et aquatique	205
7.2. Gestion agricole	210
7.3. Gestion des pêcheries et des ressources aquatiques	215
7.4. Planification urbaine et régionale	219
7.5. Santé publique	223
7.6. Politique à l'échelle du bassin.	225
8. COÛTS ET AVANTAGES DES PROJETS DE DEVELOPPEMENT.	227
8.1. Cadre de l'analyse	228
8.2. Analyses économiques effectuées.	231
8.3. Facteurs concernant les coûts et avantages de la construction de barrages.	232
8.4. Coûts et avantages du développement de l'agriculture irriguée	243
8.5. Résultats des analyses économiques	245
8.6. Barrages guinéens.	251
9. AUTRES CONSIDERATIONS.	253
BIBLIOGRAPHIE.	261
ANNEXE A	285

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau</u>	<u>Page</u>
1.1. Superficie maximale des réservoirs des barrages africains sélectionnés	3
1.2. Caractéristiques des barrages et réservoirs projetés dans le bassin du fleuve Gambie.	5
2.1. Actions de gestion et interventions.	36
2.2. Réseaux de gestion primaires	38
3.1. Attributs d'incidence liés à la gestion des sols et de l'eau . .	53
3.2. Variations saisonnières de la superficie et de la profondeur des réservoirs.	63
3.3. Utilisation actuelle des sols et du couvert végétal dans le bassin du fleuve Gambie.	75
3.4. Terres et couvert végétal inondés par les réservoirs	77
3.5. Terres et couvert végétal perdus à la suite des travaux de construction (km ²)	81
3.6. Développement proposé de l'agriculture irriguée (net ha)	85
3.7. Terres actuellement exploitées devant être irriguées	85
3.8. Pertes agricoles résultant de la mise en valeur.	88
3.9. Pertes de ressources naturelles suite à la construction des barrages et à la création des réservoirs	94
4.1. Attributs de gestion agricole.	102
4.2. Hypothèses et caractéristiques des modèles	110
4.3. Investissements, exploitation et entretien/coûts des modèles d'irrigation	122
4.4. Subventions aux intrants pendant la saison sèche, 1983/84. . . .	122
5.1. Attributs des incidences de la gestion des pêcheries et des ressources aquatiques	131
5.2. Estimations de la prise du poisson dans les réservoirs du bassin du fleuve Gambie	149

<u>Tableau</u>	<u>Page</u>
5.3. Prise estimée en Gambie.	152
5.4. Valeur estimée des pertes de prise dues à la construction du barrage de Balingho	152
5.5. Coûts-avantages des pêcheries en réservoir à Kékréti et en Guinée.	156
6.1. Attributs de la planification urbaine et régionale	164
6.2. Populations minimales requises pour l'exploitation du potentiel des pêcheries	176
6.3. Périmètre des nouveaux lacs artificiels.	176
6.4. Actions de gestion et attributs environnementaux permettant d'évaluer les incidences sur les vecteurs de maladie	188
6.5. Evaluation qualitative des incidences liées à la construction sur les vecteurs de maladie	190
6.6. Evaluation qualitative des incidences à court terme (< 5 ans) sur les vecteurs de maladie	191
6.7. Evaluation qualitative des incidences à long terms de l'exploitation sur les vecteurs de maladie.	192
6.8. Incidences des principales maladies.	194
6.9. Incidences sur les autres maladies	197
6.10. Coûts des mesures d'atténuation dans le domaine de la santé publique.	201
8.1. Taux de rentabilité économique des projets de développement. . .	246
8.2. Valeur actuelle nette des projets de développement	246
8.3. Analyse de sensibilité	249

LISTE DES FIGURES

<u>Figure</u>	<u>Page</u>
1.1. Projets de mise en valeur du bassin du fleuve Gambie	2
1.2. Projections démographiques pour le bassin du fleuve Gambie . . .	7
1.3. Débit du fleuve Gambie à Gouloumbou, La Gambie 1953 à 1982 . . .	10
1.4. Objectifs principaux de la mise en valeur du fleuve Gambie . . .	12
1.5. Production et demande céréalieres (blé excepté) dans le bassin du fleuve Gambie	13
1.6. L'écosystème du bassin du fleuve Gambie et ses six sous-systèmes fonctionnels interdépendants	16
1.7. La mode de gestion d'un écosystème peut influencer certains éléments des autres écosystèmes.	18
2.1. Relations entre les activités de mise en valeur et les sous-systèmes écologiques dans le bassin du fleuve Gambie.	30
2.2. Actions de développement et de gestion dans le cadre de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie	33
2.3. Séquence des actions et des incidences dans le cadre d'un réseau de gestion	34
3.1. Réseau de gestion des sols et de l'eau	48
3.2. Compromis sur l'utilisation des sols dans le cadre de la mise en valeur du bassin	51
3.3. Superficie projetée du réservoir de Balingho	54
3.4. Superficie projetée du réservoir de Kékréti.	55
3.5. Superficies projetées des réservoirs de Kankakoure et de Kouya.	56
3.6. Superficie projeté du réservoir de Kogou Foulbe.	57
3.7. Incidences des réservoirs sur la superficie des eaux dans le bassin du fleuve Gambie.	62
3.8. Utilisation des sols et couvert végétal dans le bassin du fleuve Gambie	74
3.9. Utilisation des sols et du couvert végétal dans les pays situés dans le bassin du fleuve Gambie	76

<u>Figure</u>	<u>Page</u>
3.10. Incidence du réservoir de Balingho sur la production rizicole suite au développement de l'irrigation.	90
4.1. Réseau de gestion agricole	100
5.1. Réseau de gestion des pêcheries et des ressources aquatiques . .	128
5.2. Compromis sur le plan des pêcheries dans le cadre de la mise en valeur du bassin.	130
5.3. Modification des ressources en eau suite aux actions de développement.	134
5.4. Réseau d'incidence sur la biosphère aquatique.	137
6.1. Réseau de planification urbaine et régionale	160
6.2. Compromis socioéconomiques et socioculturels dans le cadre de la mise en valeur du bassin	162
6.3. Le barrage de Balingho encouragera la reproduction du vecteur de la malaria, <u>A. funestus</u>	195

LISTE DE SIGLES ET D'ABREVIATIONS

AHT	Agrar-und Hydrotechnik GMBH
CRED	Center for Research on Economic Development
FIDA	Fonds international de développement agricole
GD	Gambia Datum
GPMB	Gambia Produce Marketing Board
HHL	Howard Humphreys Limited
LRDC	Land Reclamation and Development Consultants
OFADDEC	Office africain pour le développement et la coopération
OMVG	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie
OMVS	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal
PISO	Périmètres irrigués du Sénégal Oriental
PPMU	Planning, Programming and Monitoring Unit
RBDO	River Basin Development Office
RRI	Rhein-Ruhr Ingénieur
SAED	Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal
SIES	Société industrielle d'engrais au Sénégal
SODEFITEX	Société de développement des fibres textiles
SONED	Société nouvelle des études de développement en Afrique
USAID	United States Agency for International Development

1. LA NECESSITE D'UNE GESTION DES RESSOURCES EN EAU

La mise en valeur des ressources en eau du bassin du fleuve Gambie offre au Sénégal, à la Gambie et à la Guinée d'excellentes perspectives d'améliorer leur économie ainsi que le bien-être de leur population. Néanmoins, aussi soigneuse que soit la planification, le développement du bassin n'en perturbe pas moins l'environnement, sans parler des structures sociales et de la vie des personnes devant bénéficier des projets envisagés.

Des études environnementales et socioéconomiques sur le bassin du fleuve Gambie ont donc été entreprises sous financement de l'Agence des Etats-Unis pour le développement international (USAID) par l'intermédiaire de son Bureau de mise en valeur des bassins fluviaux (River Basin Development Office - RDBO) à Dakar au Sénégal. Ces études ont été entreprises afin d'analyser les incidences de certains projets proposés par l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG) et les quatre Etats membres à savoir, la Gambie, le Sénégal, la Guinée, et la Guinée-Bissau. Ces études ont été confiées au Centre de recherche sur le développement économique de l'Université du Michigan (Center for Research on Economic Development - CRED) avec l'assistance de Harza Engineering Company de Chicago, Illinois. Il est à souhaiter que les résultats de ces études, trouvés dans le présent document, guideront l'OMVG et les Etats membres dans leurs travaux de développement du bassin du fleuve Gambie.

Les études ont porté sur les implications socioéconomiques et environnementales de la construction de cinq barrages dans le bassin du fleuve Gambie -- à Balingho en Gambie; à Kékréti au Sénégal; et à Kouya, Kankakoure et Kogou Foulbe en Guinée -- ainsi que de l'expansion de l'agriculture irriguée sur une grande échelle dans le bassin. La construction des barrages relève d'une série de projets coordonnés ayant trait à l'hydroélectricité, l'irrigation et la régularisation des eaux qui devraient avoir des incidences sur l'ensemble du bassin (Figure 1.1). En comparaison avec d'autres barrages africains (Tableau 1.1.), ceux de Balingho, Kékréti et Kouya sur le fleuve Gambie seront pourvus de réservoirs très étendus, leur superficie allant de 101 km² à 716 km². Sur les 231 réservoirs actuels en Afrique, 8 seulement ont

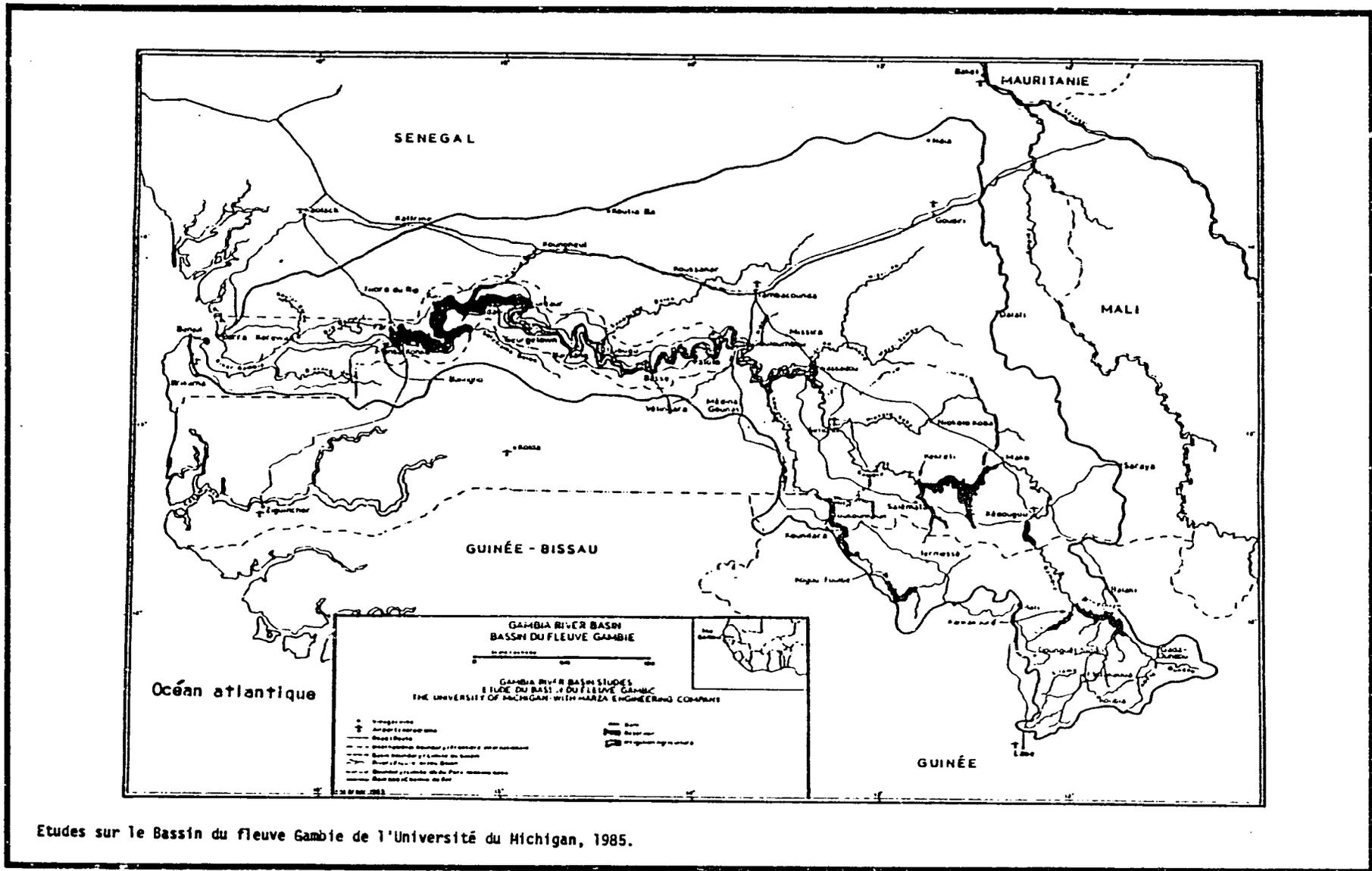


Figure 1.1. Projets de mise en valeur du bassin du fleuve Gambie

Tableau 1.1. Superficie maximale des réservoirs des barrages africains sélectionnés

Réservoir	Pays	Superficie maximale
32 réservoirs		Fourchette: 8270 km ² à 113 km ²
Volta	Ghana	8.270 km ²
Kariba	Zimbabwe/Zambia	5.550 km ²
Kainji	Nigéria	1.260 km ²
Buyo	Côte d'Ivoire	900 km ²
Balingho*	Gambie	716 km ²
Manantali	Mali	477 km ²
Diama	Sénégal/Mauritanie	440 km ²
Kekreti*	Sénégal	338 km ²
Tiga	Nigéria	178 km ²
Tokwe Mokerosi	Zimbabwe	113 km ²
Kouya*	Guinée	101 km ²
54 réservoirs existants		91 km ² à 10 km ²
104 réservoirs existants		9,9 km ² à 1 km ²
41 réservoirs existants		moins de 1 km ²

* Projet

Sources: Dam design and operation to optimize fish production in impounded river basins, G.M. Bernacsek, FAO/CIFA Technical Paper 11, FAO, Rome 1984, sauf pour Diama et Manantali qui sont extraits de Assessment of Environmental Effects of Proposed Developments in the Senegal River Basin, Rapport final, Gannett Fleming Corrdry et Carpenter et URGATEC Société africaine d'études techniques pour l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal, n.d.

une superficie maximale supérieure à 1000 km² et 32 seulement ont une superficie maximale supérieure à 100 km². Les réservoirs de Balingho, Kékréti et Kouya figureront donc dans la tranche supérieure de 15 pour cent en ce qui concerne leur superficie. Les réservoirs de Kankakoure et de Kogou Foulbe se situant sur des affluents, leur superficie sera beaucoup moins importante.

Les cinq barrages auront à la fois une incidence importante et un potentiel de mise en valeur considérable (Tableau 1.2.). Les lacs artificiels ainsi créés auront une superficie totale maximale de 1200 km³ et un volume total maximal de 9,75 km³. Les barrages permettront de régulariser le débit du fleuve Gambie aux fins de développement. De manière spécifique, il est prévu que la gestion de cette importante ressource en eau permettra d'étendre l'agriculture irriguée dans le bassin -- de 3.000 hectares aujourd'hui à 85.000 hectares. Qui plus est, ils fourniront une puissance hydroélectrique de 174,4 megawatts (MW) qui favorisera le développement agricole et industriel sans augmenter la facture pétrolière. Les barrages offriront en outre pendant toute l'année une eau douce à usage domestique ou animal et dans le cas de Balingho, élimineront la salinité du fleuve sur quelque 120 km en amont du site proposé pour le barrage.

1.1. Besoins du bassin

La mise en valeur du bassin du fleuve Gambie a été planifiée de manière à satisfaire les besoins économiques, nutritionnels et sociaux. En règle générale, le bassin se caractérise par un faible revenu rural, une alimentation insuffisante et, dans la plupart des régions, une dépendance marquée à l'égard des céréales importées et d'aide alimentaire. C'est du moins ce qui ressort du Draft Indicative Plan for the Integrated Development of the Gambia River Basin (projet de Plan indicatif pour le développement intégré du Bassin du fleuve Gambie) de l'OMVG. En 1982 par exemple, le revenu par habitant dans les zones rurales du bassin était de 112 dollars EU en Gambie, 121 dollars EU en Guinée et 200 dollars EU au Sénégal. Les besoins caloriques étaient insuffisamment satisfaits en Gambie (environ 95% des besoins satisfaits)

Tableau 1.2. Caractéristiques des barrages et réservoirs projetés dans le bassin du fleuve Gambie

Caractéristiques	Fleuve Gambie			Affluents (Guinée)		Total
	Balingho (Gambie)	Kékréti (Sénégal)	Kouya (Guinée)	Kankakoure (Liti)	Kogou-Foulbe (Koulountou)	
Distance jusqu'à l'embouchure	km 128	km 790	km 1034	km 1038	km 764	
Volume maximum du réservoir	1,4 km ³	3,5 km ³	4,27 km ³	,13 km ³	,45 km ³	9,75 km ³
Superficie maximale du réservoir	716 km ²	338 km ²	101 km ²	8,3 km ²	38 km ²	1201,3 km ²
Capacité de la centrale hydro-électrique	0	48 MW	85,5 MW	36 MW	4,9 MW	174,4 MW
Potentiel d'irrigation	5.000 ha*	70.000 ha	3.000 ha	---	12.000 ha	85.000 ha
Potentiel halieutique du réservoir	5.600 tonnes/an	1.400 tonnes/an	265 tonnes/an	34 tonnes/an	177 tonnes/an	7.476 tonnes/an
Nombre de personnes à déplacer	0-15000	8000-18000	>600	>400	0	9000-34000 personnes

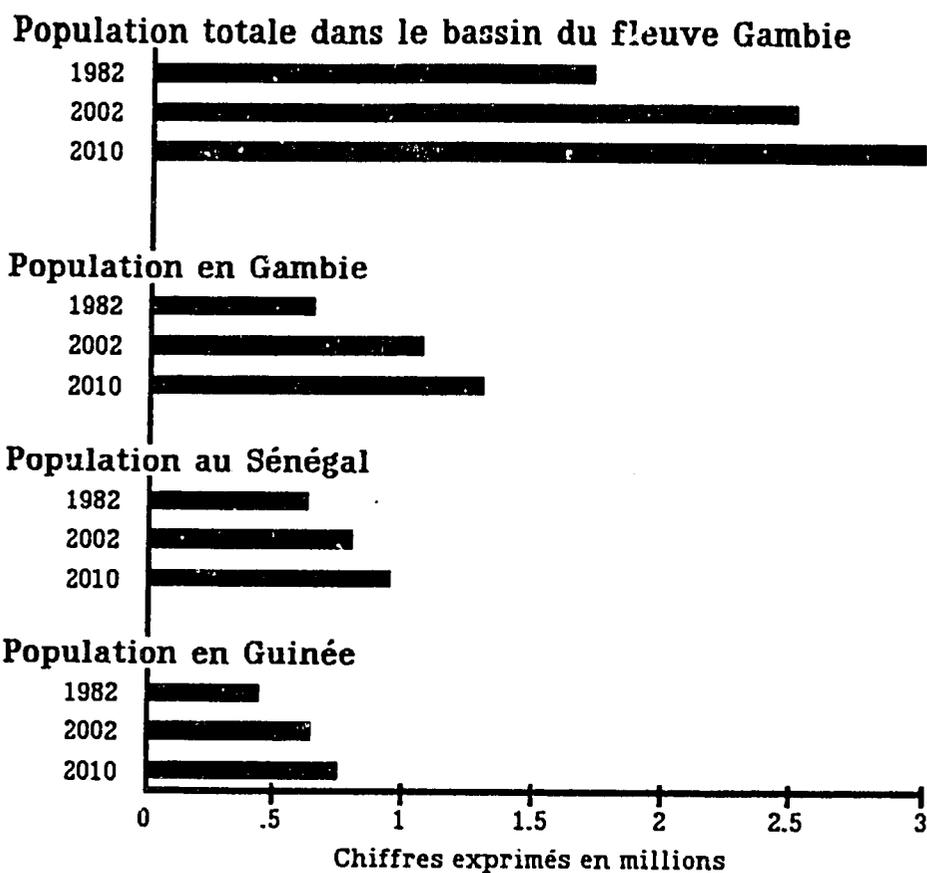
* sans Kékréti
--- inconnue

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

et en Guinée (91% des besoins satisfaits). La Gambie n'a produit que 58% des céréales qu'elle a consommées et chacun des pays a dû recourir à ses maigres ressources en devises étrangères pour importer des quantités considérables de céréales et d'autres denrées. La Gambie accusait un déficit de 56.000 tonnes en céréales, alors que les régions de la Guinée et du Sénégal situées dans le bassin étaient supposées autosuffisantes (en tant que pays, la Guinée et le Sénégal ont accusé d'importants déficits en production céréalière).

Les besoins dans le bassin ne cessent de s'aggraver en raison de la démographie galopante (Figure 1.2.). La population gambienne devrait passer de 630.000 habitants en 1982 à 1.300.000 en 2010, soit une augmentation de 100 pour cent en l'espace de 28 ans seulement (sur la base d'un taux de croissance lent). La population sénégalaise du bassin devrait passer de 600.000 en 1982 à 940.000 en 2010, soit une augmentation de 53%, la population guinéenne du bassin passant de 440.000 à 726.000, soit une augmentation de 70 pour cent. Ces projections démographiques peuvent sembler conservatrices, mais dans la mesure où elles s'avèrent exactes, les besoins alimentaires de la population du bassin deviendront extrêmement sérieux. En l'absence du développement du bassin, particulièrement dans le secteur agricole, les carences économiques et nutritionnelles dans la région pourraient devenir catastrophiques. D'un point de vue économique, ces pays seront dans l'incapacité d'importer les quantités de denrées nécessaires pour satisfaire les modes actuelles de consommation.

L'accroissement de la population va entraîner l'aggravation d'autres facteurs dans le bassin. Le chômage va augmenter, en particulier en l'absence de l'industrie dans la région. On compte peu d'entreprises en dehors de la zone Banjul-Kanifing et encore sont-elles limitées à quelques usines de textile à Kau-ur et Kuntaur et quelques installations de séchage du bonga et du cuir à Kuntaur, les autres activités relevant surtout de l'artisanat et des occupations domestiques. L'industrie de l'extraction est quasi inexistante malgré la présence de gisements minéraux en Guinée et au Sénégal Oriental. Les importations de combustibles fossiles vont augmenter et ce sera le cas pour l'ensemble des produits finis en Gambie et en Guinée. Le problème déjà fort préoccupant des devises étrangères va s'aggraver un peu plus encore.



Les projections démographiques sont établies sur la base d'un taux de croissance annuel de 2,1 à 2,5%

Source: OMVG Draft Indicative Plan for the Integrated Development of The Gambia River Basin.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Figure 1.2. Projections démographiques pour le bassin du fleuve Gambie

Les problèmes dans d'autres secteurs vont également empirer. A l'heure actuelle, l'enseignement, et les services sanitaires et techniques sont particulièrement inadéquats. Ils risquent de le devenir plus encore avec l'aggravation des problèmes d'ordre économique et nutritionnel. La prévalence de l'analphabétisme empêche les populations rurales de tirer profit des services socioéconomiques du gouvernement et des techniques agricoles améliorées. En règle générale, la technologie agricole reste traditionnelle et produit des rendements médiocres. De surcroît, le soutien erratique fournis par les services publics pose de graves problèmes. Outre l'absence de précipitations, les cultivateurs nous ont indiqué que leurs principaux problèmes étaient: la disponibilité insuffisante en temps opportun du crédit, des semences et des engrais; les pannes et les retards dans le ravitaillement, la réparation et le remplacement des pompes d'irrigation existantes et les retards dans les versements en espèces pour les produits agricoles livrés aux acheteurs et organismes publics.

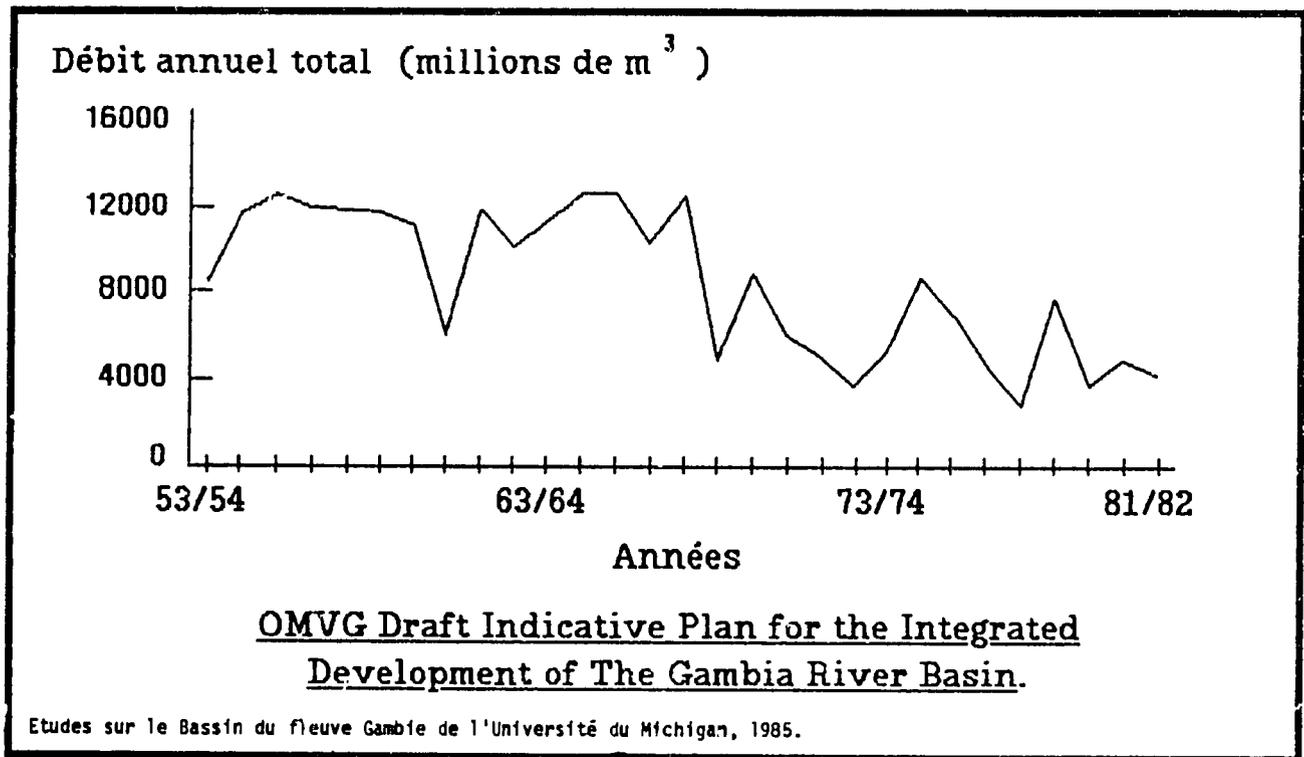
Les problèmes environnementaux du bassin viennent compliquer davantage le tableau. La Gambie et la Guinée connaissent une grave pénurie de bois et les forêts ont tendance à se dégrader dans l'ensemble du bassin. La carence en céréales a entraîné la surexploitation des champs et cette absence de mise en jachère se traduit inévitablement par un appauvrissement du sol et partant, par un manque de productivité. De même, les cultures ont tendance à déborder sur les pâturages et les forêts et créent des conflits d'intérêt. Au cours des 25 dernières années, le bassin a connu une exploitation intense des terrains marécageux, des plateaux et des ressources forestières.

Les problèmes liés à la santé publique sont particulièrement préoccupants. Les trois grandes maladies associées à l'eau en Afrique de l'Ouest, lesquelles pourraient avoir une incidence négative à grande échelle en cas de construction de barrages sur le fleuve Gambie, posent déjà de sérieux problèmes. Le paludisme, en combinaison avec une alimentation insuffisante, emporte environ 450 enfants de moins de cinq ans sur 1.000 dans des zones rurales d'Afrique de l'Ouest. Si la lutte contre le paludisme est efficace dans certaines zones urbaines, elle est pratiquement inexistante en milieu rural. La schistosomiase urinaire en

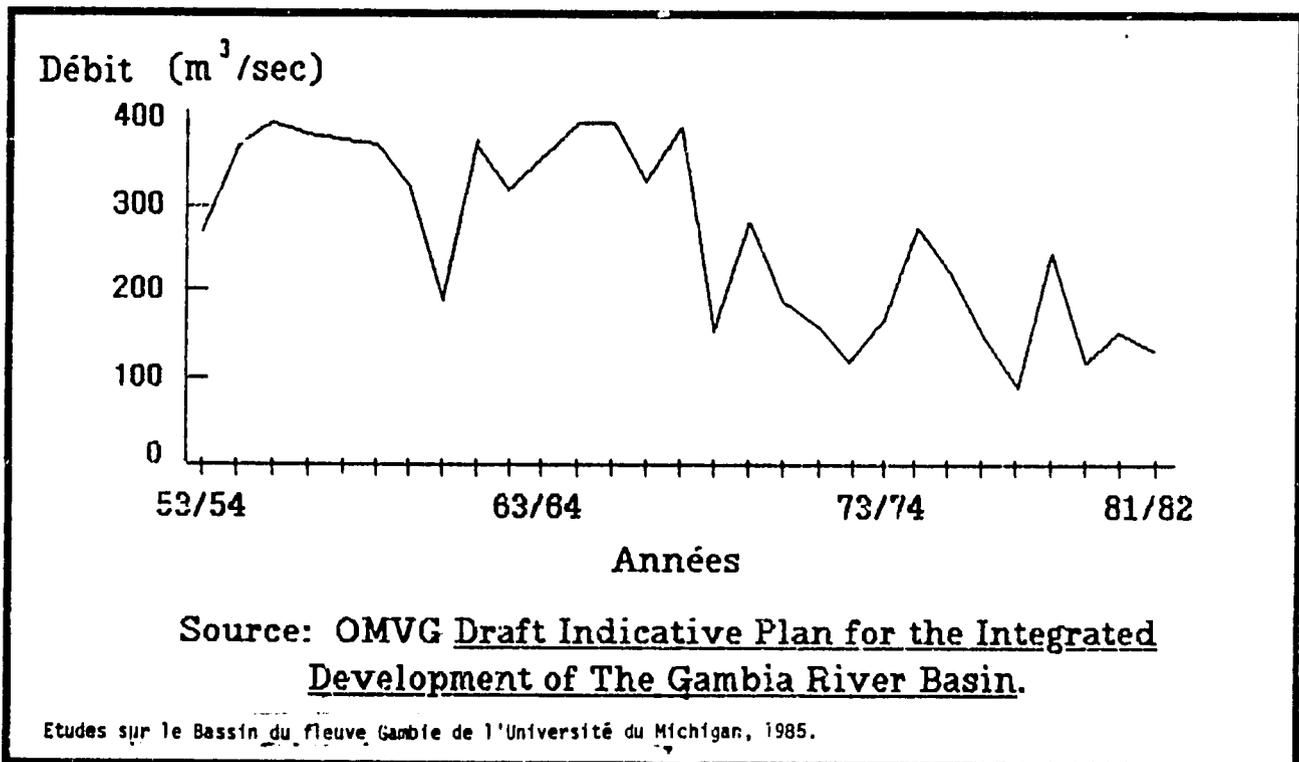
Gambie, au Sénégal Oriental et dans le bassin de la Koulountou en Guinée est actuellement limitée par la sécheresse qui ne cesse d'empirer et n'est pas liée aux grands fleuves. Toutefois, l'apparition de communautés aux abords des réservoirs et l'expansion considérable de l'irrigation pourraient modifier le mode de transmission de la maladie et affecter la population humaine. Le réservoir risque également de favoriser la schistosomiase intestinale dont l'incidence est actuellement très faible dans le bassin. De par sa nature insidieuse et chronique, la schistosomiase reçoit peu d'attention des autorités et ne fait l'objet que de programmes de recherche ad hoc, quand programmes il y a. L'onchocercose (cécité des rivières) continuera d'affecter certaines régions du bassin étant donné que la plupart des zones de reproduction de la mouche noir, le vecteur de la maladie, se trouve en dehors des zones de captage proposées. Actuellement, la lutte contre l'onchocercose ne figure pas dans le programme des organismes de santé du Sénégal ou de la Guinée (la maladie est inconnue en Gambie). Une région du Sénégal Oriental présente le taux d'infection le plus élevé d'Afrique de l'Ouest (60 à 80% de la population touchée, taux de cécité de 15%).

En dernier lieu, les sécheresses répétées et la moyenne très basse des précipitations annuelles au cours des quinze dernières années ont réduit considérablement le débit moyen du fleuve Gambie entre 1953 et 1982 (Figure 1.3.). A Gouloumbou en Gambie (le point de séparation entre les zones "maritimes" et "continentales" du bassin du fleuve Gambie), le débit annuel moyen entre 1970/71 et 1981/82 était seulement de $168 \text{ m}^3/\text{sec}$ alors qu'entre 1953/54 et 1969/70 il avait été de $329 \text{ m}^3/\text{sec}$. Ce phénomène a entraîné la remontée de l'eau salée jusqu'à 250 km en amont (au-delà de Kuntaur). L'échec total de la culture du riz aquatique en aval de Farafenni en 1983 était dû au retrait tardif des eaux salées et à leur retour précoce avant la floraison du riz. La sécheresse ne cesse de réduire la production agricole dans l'ensemble du bassin à un moment où il est impératif de la stimuler.

La situation est devenue extrêmement préoccupante. La mise en valeur extensive du bassin du fleuve Gambie est essentielle si l'on désire satisfaire les besoins grandissants. Mais aucun projet de mise en valeur ne pourra effectivement être mis en oeuvre sans une gestion efficace des ressources en eau du bassin.



A. Débit annuel total



B. Débit moyen

**Figure 1.3. Débit du fleuve Gambie à Gouloumbou,
La Gambie 1953 à 1982**

1.2. Objectifs de la mise en valeur

L'objectif global de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie est "d'améliorer la qualité de la vie des populations du bassin", comme le stipule le Draft Indicative Plan (projet de Plan indicatif) de l'OMVG. Pour ce faire, il convient d'atteindre les buts suivants:

- parvenir à l'autosuffisance alimentaire
- accroître le revenu par habitant
- promouvoir le développement industriel
- améliorer les balances des paiements nationales
- améliorer la qualité de la vie
- préserver la qualité de l'environnement.

Parvenir à l'autosuffisance alimentaire est un objectif en soi mais cela permettra également d'atteindre d'autres objectifs (Figure 1.4.) tels que l'accroissement du revenu par habitant et l'amélioration des balances des paiements nationales. La réalisation de ces objectifs sera subordonnée à la réalisation d'autres objectifs encore. L'amélioration des transports fluviaux et terrestres par exemple sera une condition préalable au développement de l'agriculture tel qu'on l'a envisagé. L'exploitation des ressources minérales du bassin, stimulée par la disponibilité d'installations hydroélectriques, pourrait améliorer considérablement les balances des paiements. En clair, la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie relève d'une série d'objectifs coordonnés et véritablement intégrés.

Atteindre l'autosuffisance alimentaire est le véritable mobile de la mise en valeur du bassin étant donné les pénuries céréalieres projetées (Figure 1.5.). La production céréalière actuelle ne satisfait pas la demande dans la plupart des zones du bassin, exception faite de quelques régions du Sénégal. (Notre étude sur le terrain révèle que même au Sénégal Oriental, la production est marginale, voire insuffisante.) D'après des projections démographiques relativement conservatrices, la demande en céréales en Gambie devrait passer de 109.000 tonnes à 260.000 tonnes en 2010. Or la production actuelle n'est que de 78.000 tonnes. La demande dans la partie sénégalaise du bassin pourrait passer à 205.000 tonnes alors que la production actuelle se situe à 160.000 tonnes; la

Objectives de la mise en valeur du fleuve Gambie

Parvenir à l'autosuffisance
alimentaire

Augmenter le revenu
par habitant

Promouvoir le développement
industriel

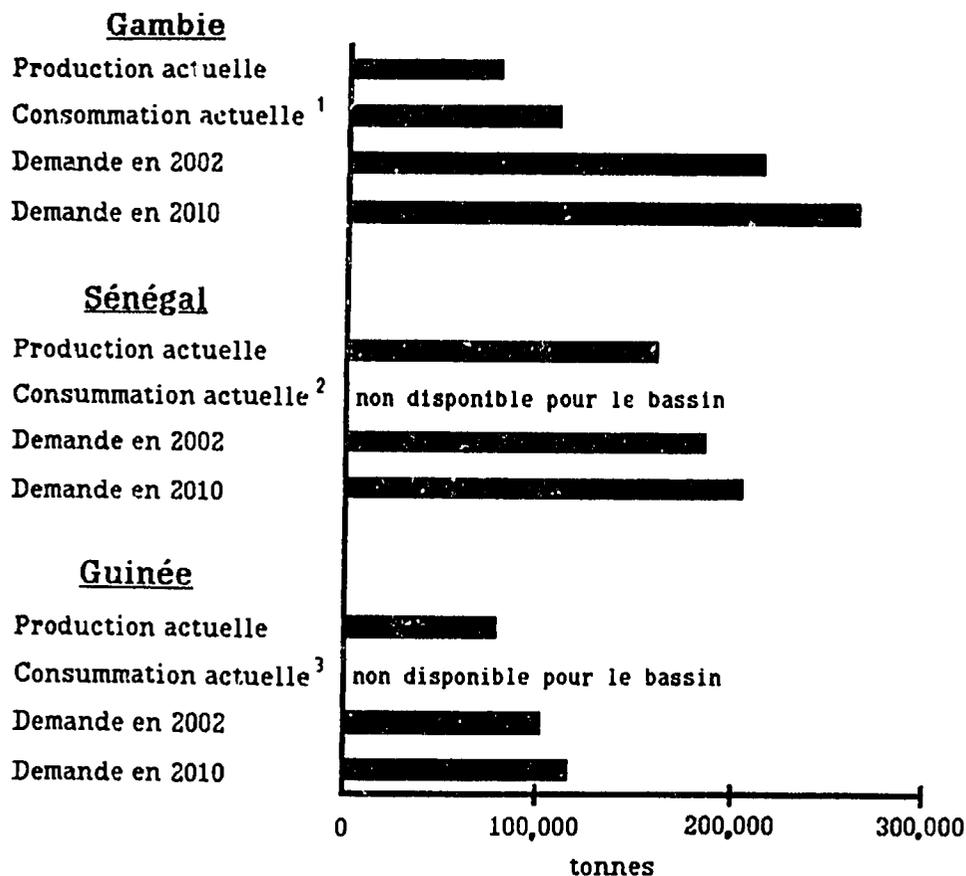
Améliorer la balance
nationale des paiements

Améliorer la qualité
de la vie

Préserver la qualité
de l'environnement

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Figure 1.4. Objectifs principaux de la mise en
valeur du fleuve Gambie



1 - 95% des besoins moyens journaliers en calories
(toutes sources confondues, y compris le blé importé)

2 - 99% des besoins moyens journaliers en calories
(toutes sources confondues, y compris le blé importé)

3 - 91% des besoins moyens journaliers en calories
(toutes sources confondues, y compris le blé importé)

Les projections relatives à la demande se fondent
sur un faible taux de croissance démographique

Source: OMVG Draft Indicative Plan for the Integrated Development of
the Gambia River Basin.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

**Figure 1.5. Production et demande céréalières (blé excepté)
dans le bassin du fleuve Gambie**

demande dans la partie guinéenne du bassin pourrait passer à 116.000 tonnes alors que la production actuelle n'est que de 78.000 tonnes.

Lorsque les projets d'aménagement hydro-agricole auront été achevés, la superficie des terres cultivées, actuellement non irriguées pour l'essentiel, comptera quelque 50.000 hectares de plus. Un accroissement substantiel des rendements est envisagé comme résultat du passage de l'agriculture pluviale traditionnelle à une agriculture irriguée et techniquement plus élaborée. Le projet de Plan indicatif de l'OMVG conclut, à la lumière des besoins projetés dans le bassin, que l'autosuffisance ne peut pas être atteinte par une simple amélioration de l'agriculture pluviale. Avec l'agriculture irriguée, rendue en partie possible par la construction de barrages pour stocker de l'eau, l'on espère que l'autosuffisance alimentaire dans l'ensemble du bassin pourrait devenir une réalité dans les 20 à 30 ans.

Parmi les autres objectifs de mise en valeur du bassin du fleuve Gambie figurent l'exploitation et la gestion plus poussées des ressources naturelles. Sous l'angle de l'autosuffisance alimentaire, il importe de promouvoir la pêche et l'élevage, deux activités qui dépendent des ressources disponibles en eau, en terres et en végétation. Au plan économique, il convient d'exploiter les ressources comme le bois d'oeuvre, le bois de feu, les minéraux et les minerais ainsi que d'améliorer l'infrastructure des transports et de la commercialisation. Ce faisant, il sera possible de développer les industries associées à l'agriculture, la pêche, la sylviculture et l'exploitation des ressources minérales. L'amélioration de la qualité de la vie des populations du bassin passe par l'amélioration de la santé publique, de l'assainissement, de l'approvisionnement en eau et des autres services communautaires.

La réalisation des différents objectifs inhérents à la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie requiert une planification, une coordination, une gestion et un financement efficaces. L'un des premiers objectifs corollaires à la mise en valeur est d'accroître les capacités de l'OMVG (Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie) et d'en faire une institution administrative à l'échelle du bassin. Il s'agit d'un objectif majeur pour les gouvernements des Etats membres qui devront s'en remettre à l'OMVG pour tout ce qui concerne la coordination des

opérations de mise en valeur et aux bailleurs de fonds pour ce qui concerne le financement des barrages et des projets hydroélectriques en sus des nombreux travaux d'irrigation et autres. Comme le stipule le projet de Plan indicatif, l'OMVG, en tant qu'organisation internationale regroupant les quatre Etats membres se partageant le bassin du fleuve Gambie (la Gambie, la Guinée, la Guinée-Bissau et le Sénégal), a pour mission de "centraliser les opérations administratives relevant de la mise en valeur et de la distribution des eaux du fleuve Gambie et de promouvoir les projets susceptibles d'accroître la production et la productivité dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage, de la sylviculture et de l'exploitation des ressources minérales". L'OMVG entreprend également le développement de la pêche.

1.3. Problèmes liés à la mise en valeur des ressources en eau du bassin

Les objectifs du développement du bassin du fleuve Gambie se fondent sur les besoins urgents des populations qui y vivent. Dans la mesure où ces besoins sous-entendent le développement intégré des ressources en eau du bassin, à commencer par la construction de barrages qui serviront à l'irrigation, à la production hydroélectrique et à la régularisation du débit du fleuve, l'OMVG et les organismes associés seront confrontés à de très sérieux problèmes, certains quasi insurmontables. L'heure des décisions difficiles et des compromis est proche.

Les planificateurs du développement intégré des bassins fluviaux entreprennent une tâche qui comporte beaucoup d'inconnues, même après des études socioéconomiques et environnementales extensives et un examen soigneux de plusieurs scénarios de mise en valeur possibles. L'expérience montre que ces inconnues masquent des dangers qui finissent par se concrétiser. Elles masquent également de nombreux coûts secondaires liés à l'amélioration et à l'atténuation des changements qui touchent aux institutions sociales et économiques ainsi qu'à l'environnement. Ces incidences et ces coûts sont difficiles à prévoir en raison des innombrables interactions entre facteurs sociaux et environnementaux.

Le bassin du fleuve Gambie forme un écosystème complexe divisé en six sous-systèmes interdépendants (Figure 1.6.):

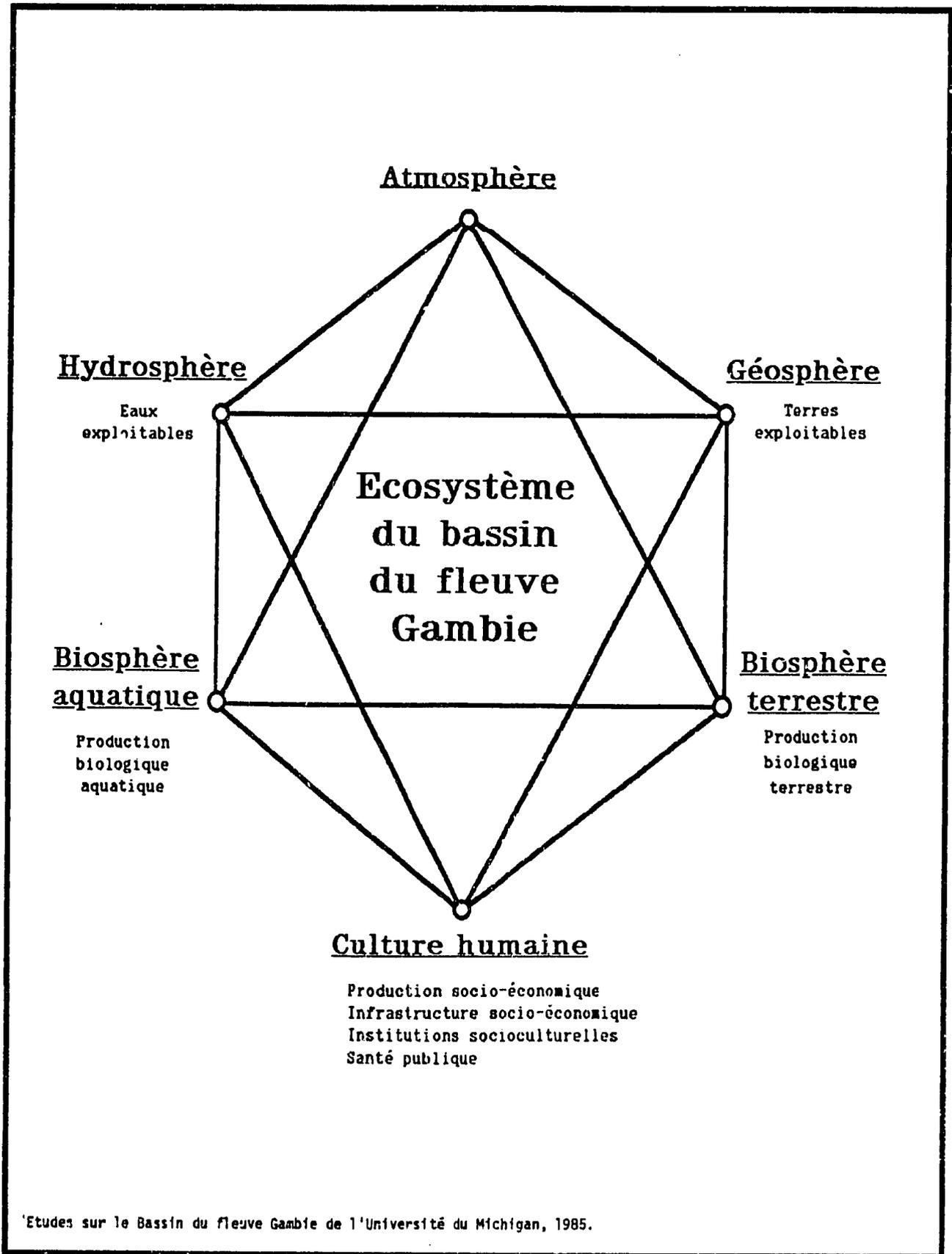


Figure 1.6. L'écosystème du bassin du fleuve Gambie et ses six sous-systèmes fonctionnels interdépendants

- l'atmosphère
- l'hydrosphère
- la géosphère
- la biosphère aquatique
- la biosphère terrestre
- la culture humaine.

L'atmosphère, l'hydrosphère et la géosphère -- air, eau et terre -- constituent les systèmes physiques de l'écosystème. La biosphère aquatique et la biosphère terrestre sont les systèmes de production biologique qui dépendent des systèmes physiques ou interagissent avec eux. La culture humaine dépend des systèmes physiques et biologique et interagit avec eux. Pour les besoins de notre étude, nous avons divisé la culture humaine en plusieurs volets: production socioéconomique, infrastructure socioéconomique, institutions socioculturelles et santé publique.

L'écosystème se caractérise surtout par le fait que les six sous-systèmes sont liés les uns aux autres (Figure 1.7.) bien qu'ils constituent dans le même temps des systèmes indépendants à leur propre niveau. Les actions ou "interventions" de l'homme dans un sous-système peuvent affecter certains éléments des autres sous-systèmes par le biais de ce que les écologistes appellent "les mécanismes fonctionnels de transfert d'énergie". Ainsi, toute activité ayant trait à la gestion des eaux peut avoir une incidence sur les six sous-systèmes, y compris la culture humaine et la socioéconomie. A titre d'exemple, une activité de gestion de l'hydrosphère comme la régularisation du débit en aval, un des objectifs de la construction des barrages sur le fleuve Gambie, aura des incidences sur l'ensemble des sous-systèmes de l'écosystème du bassin. Au niveau de l'atmosphère, les microclimats associés aux inondations et au débit en amont pendant la saison sèche seront affectés. Au niveau de l'hydrosphère, plusieurs attributs comme le débit des eaux douces et le débit en saison sèche seront affectés et agiront à leur tour sur la stabilité des berges et le tracé du lit du fleuve dans la géosphère. Au niveau de la biosphère aquatique et de la biosphère terrestre, l'habitat du poisson et de la faune sera modifié, les vecteurs de maladies humaines comme la mouche noire seront affectés et la végétation va changer. La

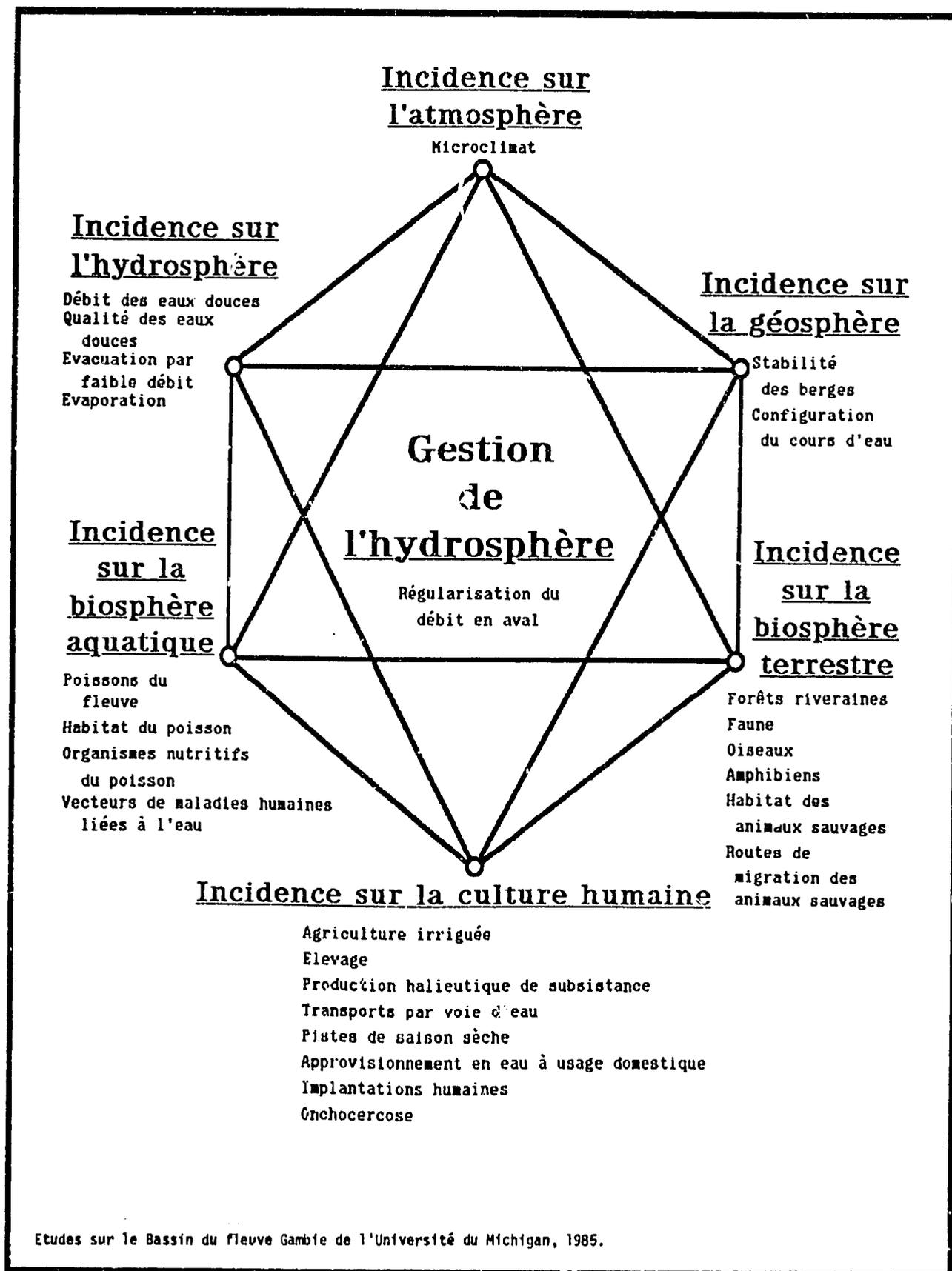


Figure 1.7. La mode de gestion d'un écosystème peut influencer certains éléments des autres écosystèmes

régularisation du débit en aval aura également des incidences sur tous les sous-systèmes humains. Les systèmes de production socioéconomiques tels que l'agriculture et l'élevage seront affectés, les infrastructures socioéconomiques comme les transports par voie d'eau et les institutions socioculturelles comme les habitations humaines seront affectées de même que la santé publique.

La régularisation du débit en aval n'étant que l'une des nombreuses opérations de gestion prévues dans le cadre de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie, la plupart des attributs des sous-systèmes de l'écosystème subiront les effets des projets de développement. Etant donné cette interdépendance au sein de l'écosystème qui entraîne l'apparition de nombreuses incidences non prévues en sus des incidences prévues, la plupart de projets de ce genre ont donné lieu à toute une série de problèmes non prévus au cours de la planification. Ces problèmes ont été particulièrement évident dans les systèmes socioéconomique et environnemental.

En ce qui concerne le système socioéconomique, les avantages des projets de mise en valeur des ressources en eau sont souvent moindres que prévus. L'importance accordée à l'hydroélectricité a relégué au second plan la production halieutique et le potentiel d'agriculture de rabattement. Les projets entraîneront également la disparition des pêcheries en aval et de terres fertiles et productives. En outre, les coûts économiques liés au recasement des populations déplacées ont été sous-estimés. Les besoins en infrastructures sociales ont été mal compris, l'aide alimentaire a été insuffisante et les services de base n'ont pas été organisés de manière satisfaisante.

De nombreux coûts sociaux ont été oubliés. Pendant que l'on s'occupera de réinstaller les populations déplacées, les lac artificiels (une catégorie générale qui englobe les réservoirs) vont susciter, pendant et après la construction, l'immigration de personnes étrangères à la région et n'appartenant pas au même groupe ethnique. Dans le même temps, les personnes déplacées vont éprouver de sérieuses difficultés à s'habituer à un nouvel environnement, voire à un nouveau style de vie, à mesure qu'on va les réinstaller sur des terres non familières et dans des structures sociales nouvelles ou différentes.

De nombreux problèmes de santé n'ont pas été prévus et se sont avérés très coûteux. Les grands travaux en Afrique, comme le barrage de Kariba au Zimbabwe et en Zambie, le barrage de Kainji au Nigeria, le barrage de la Volta au Ghana et le barrage d'Assouan en Egypte, ont tous connu des problèmes de santé et une augmentation de l'incidence des maladies graves associées à l'eau. Certaines maladies comme la schistosomiase et le paludisme se sont étendues. L'immigration en provenance des autres régions entraîne l'apparition de nouvelles maladies, voire de véritables épidémies. Le manque de planification au niveau de l'approvisionnement en eau potable et de l'élimination des déchets humains a encore accru l'incidence des maladies. Les problèmes de santé et le coût des services de santé constituent un fardeau social et économique pour les projets de mise en valeur des ressources en eau.

Sur le plan des systèmes environnementaux, les incidences négatives ont été extrêmement coûteuses. Des ressources naturelles précieuses ont été perdues ou détruites. L'érosion du sol, particulièrement grave, a entraîné la perte des terres de culture et la sédimentation, laquelle a agi sur la qualité de l'eau et la productivité des pêcheries. Avec certains projets, des pêcheries économiquement vitales ont totalement disparus par manque de frayères et suite à des perturbations dans les chaînes alimentaires. Les modifications de la végétation aquatique ont rendu les réservoirs improductifs et ont même perturbé le fonctionnement des turbines hydroélectriques. Certaines espèces animales sont en danger car leurs routes de migration ont été coupées.

Le développement de l'agriculture et de l'industrie, rendu possible par les projets de mise en valeur des ressources en eau, peut détruire ces mêmes ressources ou en tout cas limiter sérieusement leur utilisation et leur valeur. L'utilisation abusive et non contrôlée des engrais et des pesticides peut entraîner une pollution telle des ressources en eau qu'elles ne peuvent plus être consommées ni par les êtres humains, ni par les animaux. Les déchets émanant des industries de transformation et des exploitations minières peuvent polluer l'eau d'une telle manière qu'elle en devient dangereuse pour les poissons comme pour les êtres humains. En d'autres mots, en tentant d'exploiter une ressource naturelle fondamentale, à savoir l'eau, à des fins socioéconomiques on en fait une ressource peu utile pour la société humaine.

A la lumière de ces problèmes et de cette expérience du passé, l'OMVG, les ministres des Etats membres, les planificateurs et les bailleurs de fonds potentiels s'attendent à ce que la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie pose de nombreux problèmes, en particulier dans le domaine de l'environnement. Les barrages vont affecter les caractéristiques naturelles, chimiques et biologiques du fleuve. L'utilisation prévue des engrais et pesticides dans les périmètres d'irrigation va affecter les plantes aquatiques et les poissons. L'exploitation des ressources minérales va affecter la qualité de l'eau. Le barrage anti-sel va perturber la migration et la reproduction des crevettes, éliminer une partie de l'espèce la plus répandue de palétuviers et empêcher les éléments nutritifs de se déverser dans l'estuaire.

Les barrages et les projets d'irrigation auront une incidence marquée sur la faune et la végétation naturelle du bassin. Certaines espèces d'animaux seront en danger d'extinction ou en tout cas menacées. La faune commercialement et économiquement importante sera encore plus menacée. Les problèmes d'érosion du sol affecteront les plantes et les animaux. Les ressources forestières intactes du bassin seront davantage sollicitées. Les problèmes de lutte contre les ennemis des cultures vont s'intensifier.

Les projets de développement des ressources en eau va inévitablement entraîner des problèmes de santé publique. La modification des modes de transmission du paludisme, de la schistosomiase et de l'onchocercose augmentera l'incidence du paludisme et de la schistosomiase et modifiera, à tout le moins, la zone de distribution de l'onchocercose. Les déplacements de population et l'amélioration des réseaux de communication accentuera la transmission des maladies. Dans la mesure où un grand nombre de personnes à risques sont impliquées, des épidémies pourront s'ensuivre. La disponibilité d'eau pendant toute l'année dans les champs situés aux alentours des villages va allonger les saisons de reproduction et accroître la densité annuelle des organismes transmetteurs de maladie.

En ce qui concerne la population humaine, les projets de mise en valeur des ressources en eau sont conçus pour améliorer la qualité de la vie. Néanmoins, il faut s'attendre à certains problèmes dans ce domaine

également. Les modes de culture et techniques agricoles vont subir de profonds changements, lesquels vont à leur tour modifier la vie et les activités des personnes concernées. La demande de main-d'oeuvre va changer; la répartition du travail entre les sexes va changer; les relations entre l'agriculture et l'élevage vont changer. L'implantation des populations et les modes de migration vont être perturbés; à courte échéance, l'exode rural vers les villes peut s'accélérer. Le système de commercialisation va changer, tout comme les systèmes d'appui technique. La distribution des revenus va changer. En somme, le mode de vie traditionnel va être transformé.

Il faut s'attendre à ce que les projets de mise en valeur soulèvent de tels problèmes environnementaux et socioéconomiques, avec tous les coûts que cela implique. Le principal problème, toutefois, réside dans le fait que les informations disponibles sur le système écologique et ses sous-systèmes (atmosphère, hydrosphère, géosphère, biosphère aquatique, biosphère terrestre et culture humaine) sont généralement rares et peu fiables. Jusqu'à la réalisation des présentes études sur le bassin du fleuve Gambie, on ne disposait pas de données suffisantes sur le bassin pour être en mesure de planifier des projets de mise en valeur des ressources en eau de telle sorte qu'on pouvait minimiser les problèmes éventuels et maximiser les avantages possibles. Les informations de base sur les caractéristiques biologiques du fleuve Gambie étaient lacunaires. Les relations entre les différents éléments de l'écosystème du fleuve étaient mal comprises. Etant donné le manque de renseignements sur la faune et la flore du bassin, il a été très difficile d'établir des projections fiables quant aux mutations possibles de la biosphère terrestre. On savait très peu de choses sur les relations entre les différentes plantes et les espèces animales du bassin. Une telle carence de données a également affecté le domaine socioéconomique. On disposait d'un nombre limité de données fiables sur la gestion de l'exploitation agricole dans le bassin, en particulier en Guinée. Aussi, les projets prévoyant le passage d'une agriculture pluviale à une agriculture irriguée se sont avérés extrêmement difficile à planifier et à mettre en oeuvre.

Malgré les connaissances grandissantes au sujet de la mise en valeur et de la gestion des ressources en eau des bassins fluviaux, le

développement du fleuve Gambie présente encore et toujours un grand nombre d'inconnues. Il s'agit là d'un problème très préoccupant pour les Etats membres, l'OMVG et les bailleurs de fonds et, à plus forte raison, pour l'écosystème du bassin qui en subira les conséquences.

1.4 Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie

Nonobstant les problèmes de mise en valeur des ressources en eau des bassins fluviaux, la ressource naturelle la plus abondante, et la moins bien gérée, du bassin du fleuve Gambie -- comme l'ont parfaitement admis l'OMVG et les Etats membres -- est l'eau douce. Il n'existe aucun barrage de retenue destiné à régulariser le débit pendant la saison sèche. L'hydroélectricité est inconnue; l'agriculture est essentiellement pluviale, avec tous les risques que cela comporte, et n'est pas en mesure de satisfaire les besoins nutritionnels. La pisciculture est pas développée. Les industries et les exploitations minières sont quasi inexistantes. Il n'est guère étonnant dès lors que la gestion des ressources en eau soit au centre de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie.

L'OMVG et les Etats membres ont décidé d'intégrer la gestion des ressources disponibles en eau douce tout en préservant sa qualité dans le but de satisfaire les divers besoins. Etant donné la complexité du développement des ressources en eau dans le bassin fluvial, une telle gestion sous-entend un certain nombre de décisions et d'activités en présence d'un nombre considérable d'incertitudes et d'inconnues. C'est pourquoi, l'Université du Michigan, avec l'assistance de Harza Engineering Company, a analysé l'écosystème du bassin et ses sous-systèmes. Cette analyse a porté sur les incidences des projets de mise en valeur des ressources en eau, envisagé les compromis possibles entre les objectifs environnementaux et socioéconomiques de manière à évaluer plusieurs scénarios de développement, et suggéré les mesures de gestion à prendre afin d'atténuer les incidences négatives et assurer une exploitation efficace des ressources en eau du bassin. Ces Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie avaient également pour but d'aider l'OMVG à institutionnaliser la planification et le suivi des activités afin de coordonner et de gérer efficacement les projets de développement.

Les Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie ont généré cinq rapports primaires, de nombreux documents de travail et d'autres ouvrages encore (Annexe A). Outre le présent rapport sur la Gestion des ressources en eau et la mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie, les autres rapports primaires d'intitulent respectivement:

- Ecologie aquatique et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Ecologie terrestre et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Maladies liées à l'eau et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie
- Développement rural dans le Bassin du fleuve Gambie

Les quatre rapports sont destinés à être lus séparément par des utilisateurs différents et à des fins différentes. Ils sont intégrés dans le présent volume de synthèse, le cinquième rapport primaire.

Les rapports sont destinés aussi bien à la planification de base et à la prise de décision qu'à la mise en oeuvre sur le terrain de la gestion et des mesures d'atténuation des incidences dans quatre grands domaines au moins:

- politique de mise en valeur et prise de décision
- planification des projets de développement
- suivi permanent et institutionnalisation
- exécution et ajustement des mesures d'atténuation des incidences.

L'OMVG, les organismes des Etats membres et les bailleurs de fonds recourront aux Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie pour définir avec plus de précision les problèmes liés à la mise en valeur et à la gestion des ressources en eau; pour analyser les données de base sur l'état actuel de l'écosystème et les différents sous-systèmes du bassin -- en particulier la situation socioéconomique des populations du bassin; et pour évaluer les compromis à mettre en oeuvre entre les objectifs socioéconomiques et environnementaux.

Les nombreux compromis entre les objectifs socioéconomiques et environnementaux font l'objet d'une attention particulière dans le présent rapport de synthèse. Ces compromis sont déterminés sur la base d'analyses des incidences probables des projets de mise en valeur proposés, en particulier ceux de Balingho et de Kékréti avec leurs

projets d'irrigation connexes, et des mesures d'atténuation envisageables. Ils sont également déterminés sur la base des barrages proposés et des projets hydroélectriques en Guinée. Le rapport de synthèse fournit une analyse intégrée reprenant les activités de gestion, leurs conséquences possibles et les propositions d'atténuation. Le rapport évalue tout spécialement des scénarios de mise en valeur et suggère certaines orientations ou modifications aux projets de développement proposés à l'OMVG et aux organismes associés. Il identifie les priorités à prendre en considération lors de l'exécution des projets ainsi que les compromis à mettre en oeuvre. Le rapport interprète les résultats des recherches, les analyses et les recommandations des quatre études sous l'angle de l'écosystème du bassin du fleuve Gambie.

Les quatre rapports prévoient et évaluent les incidences des barrages et des projets d'aménagement hydro-agricole. Ils définissent les incidences en termes économiques et environnementaux. Ils traitent des incidences positives et négatives et, le cas échéant, proposent des mesures de gestion ou d'atténuation. Pour ce faire, chaque rapport présente les données de base pertinentes sur la situation et les tendances actuelles de l'écosystème et des sous-systèmes du bassin. Ces informations serviront de base aux études futures et au suivi permanent.

Le rapport intitulé Ecologie aquatique et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie étudie les incidences possibles des projets de barrage et d'aménagement hydro-agricole sur les écologies riveraines et estuariennes et recommande des mesures d'atténuation des incidences négatives. Le rapport définit les écologies en termes de données physiques, chimiques et biologiques et explique les différentes interdépendances. Le rapport traite également des pêcheries du bassin, maritime et continentale, et plus particulièrement des perspectives d'avenir des pêcheries de réservoir. Il examine en outre les incidences des projets d'irrigation, notamment sous l'angle de l'utilisation des pesticides et des engrais, et des projets miniers proposés en Guinée. Certaines analyses de rentabilité soulignent le côté économiquement attractif de plusieurs projets et mesures d'atténuation.

Le rapport intitulé Ecologie terrestre et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie décrit et analyse l'état actuel de la flore et de la faune

du bassin. Le rapport définit l'habitat des espèces animales et les relations entre les espèces et leur habitat. Il définit également les relations entre la faune et l'agriculture dans le bassin. En ce qui concerne les projets de mise en valeur proposés, il identifie les incidences probables sur la flore et la faune et propose une série de mesures d'atténuation. Dans la mesure du possible, les implications économiques des incidences sur la faune et la flore ont été présentées. En marge du rapport figure une série de 44 cartes relatives à l'utilisation et à la couverture végétale des terres dans le bassin du fleuve Gambie.

Le rapport intitulé Maladies liées à l'eau et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie décrit la situation des maladies liées à l'eau dans le bassin. Le rapport synthétise les informations de base existantes et identifie les incidences possibles sur la santé publique des activités de mise en valeur proposées. Il recommande des mesures d'atténuation et des programmes de suivi assortis d'impératifs organisationnels de planification et de mise en oeuvre. Parce qu'elle constitue à la fois un moyen d'atténuer les incidences négatives et d'accroître les effets bénéfiques sur la santé des plans de mise en valeur, la gestion de l'environnement se voit accordé une importance toute particulière. Le rapport contient une description des établissements et services médicaux existants dans le bassin.

Sous l'angle des objectifs fondamentaux de mise en valeur de l'OMVG, le rapport intitulé Développement rural dans le Bassin du fleuve Gambie constitue le document central des quatre études primaires. La mise en valeur du bassin du fleuve Gambie comporte des objectifs régionaux et nationaux: assurer une autosuffisance nutritionnelle, économique et, dans une certaine mesure, énergétique aux populations du bassin et des Etats membres dans leur ensemble. En ce qui concerne la gestion des ressources en eau, une telle mise en valeur sous-entend la construction de barrages pour stocker l'eau douce destinée à l'irrigation et à la production hydroélectrique. Le rapport décrit les aspects socioéconomiques pertinents des systèmes agricoles actuels dans le bassin afin d'élaborer des compromis entre les facteurs économiques et sociaux, compromis essentiels à l'exécution des futurs projets. Il contient une enquête

axée sur les incidences socioéconomiques à court et moyen termes dans le bassin des barrages proposés et des projets d'aménagement hydro-agricole.

Fondamentalement, le rapport intitulé Développement rural dans le Bassin du fleuve Gambie sert de base à l'évaluation des systèmes de production existants et proposés et de la situation socioéconomique dans l'ensemble du bassin. Cette série intégrée d'études analyse les conséquences possibles du passage de l'agriculture pluviale à l'agriculture irriguée et de la mise en place de vastes dispositifs d'endiguement et de gestion des eaux. Le rapport analyse également les répercussions des projets proposés sur les collectivités concernées. Le document sert de base pour la considération des stratégies économiquement et socialement viables destinées à atténuer les effets négatifs et à stimuler les avantages du développement agricole dans les zones rurales du bassin.

Le rapport intitulé Gestion des ressources en eau et mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie ne fait pas la synthèse des quatre autres rapports. Il intègre plutôt les trois études environnementales à l'étude socioéconomique. Ce faisant, il offre à l'OMVG et aux décideurs un aperçu complet des implications liées à la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie telle qu'elle est actuellement proposée. La charpente de cet aperçu est le développement intégral, à savoir, la réalisation de cinq barrages et des projets connexes: agriculture irriguée, hydroélectricité, exploitation des ressources minérales et industrialisation. Cette approche donne à l'OMVG et aux décideurs la possibilité d'évaluer les différentes options de développement.

Comme toutes les études sur le futur, ces cinq rapports ne peuvent que spéculer sur des éventualités probables. Face à l'incertitude, les planificateurs et les décideurs doivent attribuer des probabilités aux événements qui pourraient se produire avec l'exécution des actions de mise en valeur. Nos prédictions reposent sur les meilleures preuves et antécédents disponibles. Nous expliquons nos hypothèses afin que les planificateurs puissent réévaluer nos prévisions. A mesure que les conditions changent et évoluent, ils peuvent conclure que d'autres hypothèses sont plus plausibles.

Dans l'évaluation finale, ce sera aux responsables des Etats membres, avec les conseils de l'OMVG, d'établir les jugements de valeur

nécessaires et d'estimer les compromis parmi les incidences des projets afin d'analyser les voies alternatives de développement. Les cinq principaux rapports des Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie pourraient servir de charpente à ces analyses ultérieures. Ces rapports permettront à l'OMVG de s'affirmer en tant qu'organisme de coordination efficace pour la mise en valeur des ressources en eau du bassin. Ils devraient renforcer les capacités de l'OMVG et des organismes nationaux des Etats membres pour recueillir et synthétiser les données socioéconomiques et environnementales supplémentaires nécessaires pour la planification et la mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie.

2. SYNTHÈSE DES ACTIONS DE DÉVELOPPEMENT ET DES INCIDENCES

Les projets primaires de gestion des eaux dans le cadre de la mise en valeur du fleuve Gambie comprennent la construction de cinq barrages: Balingho, Kékréti, Kouya, Kankakoure et Kogou Foulbe. Ces barrages sont à la base de tous les autres projets de mise en valeur ayant trait à l'eau, à l'électricité et au développement industriel. Ces actions de développement auront une incidence directe et indirecte sur l'écosystème du bassin et ses sous-systèmes puisque ces derniers sont étroitement liés entre eux (Figure 2.1.). C'est dans ce contexte global que toutes les actions relatives à la gestion des sols et des ressources en eau, à l'amélioration de l'agriculture, à la gestion des pêcheries et des ressources aquatiques et au développement urbain et régional seront prises.

En conséquence, il est possible d'analyser ces incidences sous l'angle des décisions et des actions de gestion spécifiques requises pour les projets de développement. Une décision de gestion, comme la création d'un village de recasement, sous-entend une action ou une intervention au niveau de l'écosystème qui crée un réseau d'incidences -- voulu ou non -- lesquels constituent les résultats de la décision de gestion. La mise en oeuvre effective d'une intervention dans le cadre de l'écosystème requiert certaines prévisions quant aux relations causales entre les différentes incidences ainsi que des actions de suivi adéquates afin de garantir que les résultats escomptés sont bien atteints.

Les réseaux de gestion primaires comprennent les actions et les incidences en relation directe avec les scénarios de création des barrages, des lacs artificiels et des aménagements irrigués dans le cadre des systèmes environnementaux et sociaux des régions affectées. Ces interventions regroupent les interventions conçues dans le but d'atteindre les objectifs du projet et celles requises pour appuyer ou mettre en oeuvre les interventions planifiées. Le barrage et son réservoir sont des interventions planifiées; un système de transport est une intervention indispensable à la réalisation du barrage.

Les incidences escomptées sont essentiellement conçues de manière à atteindre les objectifs socioéconomiques tels l'accroissement de la

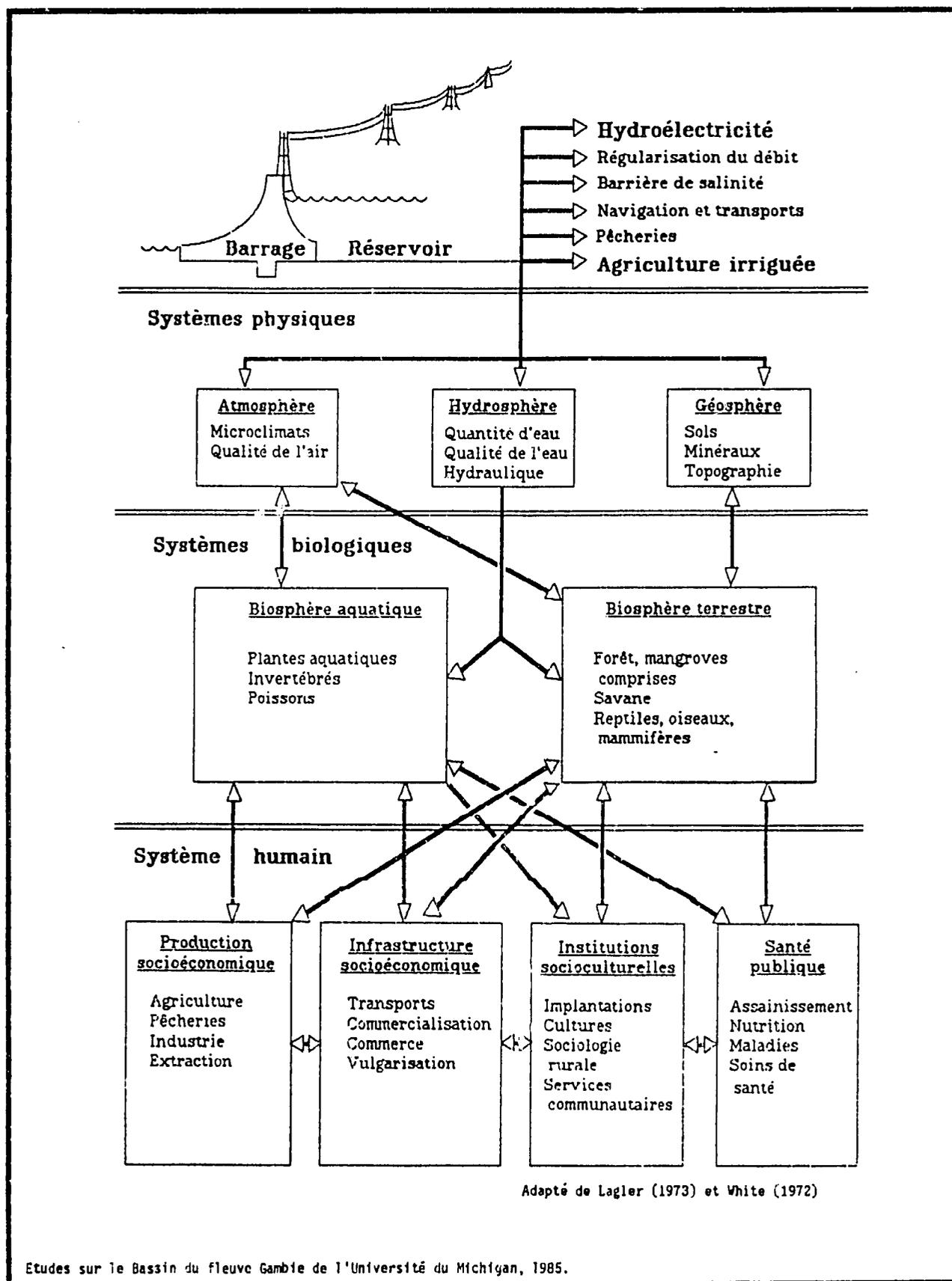


Figure 2.1. Relations entre les activités de mise en valeur et les sous-systèmes écologiques dans le bassin du fleuve Gambie

productivité agricole et l'électrification des zones rurales. Ces incidences sont nécessairement accompagnées d'incidences environnementales, notamment d'ordre socioculturel et sanitaire, qui sont souvent négatives. Dans l'ensemble, le principal objectif de gestion est d'optimiser les incidences socioéconomiques positives tout en atténuant les incidences négatives sur l'environnement.

Bien souvent, les incidences se feront sentir au-delà de la zone d'application des activités de gestion. Des régions non visées par les projets de développement seront touchées, principalement au niveau environnemental mais parfois aussi au niveau économique. Etant donné les objectifs économiques de la mise en valeur de l'ensemble du bassin, les incidences sur le système estuarien en aval de Balingho jusqu'à la zone atlantique aux abords du fleuve Gambie seront importantes tant du point de vue environnemental qu'économique. Une telle situation prévaudra malgré le fait que l'estuaire en aval de Balingho ne fasse l'objet d'aucun projet de mise en valeur si ce n'est l'amélioration du transport fluvial actuel. En conséquence, nous analysons les incidences des actions de mise en valeur aussi bien sous l'angle du bassin dans son ensemble que sous l'angle des différentes activités envisagées.

2.1. Actions et interventions de gestion

Les actions de mise en valeur vont considérablement modifier l'écosystème du bassin du fleuve Gambie. Les plans de développement à long terme dans le cadre de la mise en valeur des ressources en eau du bassin du fleuve Gambie prévoient la construction de cinq barrages qui transformeront le système fluvial en un complexe lacustre, c'est-à-dire un système alterné de portions de fleuve et de lacs. Une superficie lacustre totale de 1.216 km² va être créée. La superficie totale de ces lacs artificiels va plus que doubler la superficie des eaux dans le bassin, laquelle équivaut à 1.061 km² au début de la saison sèche. On prévoit d'irriguer jusqu'à 85.000 hectares; au moins 57% de cette superficie sera constituée de terres nouvellement défrichées et mises en exploitation. C'est une superficie supplémentaire considérable.

Les actions et les interventions dans l'écosystème du bassin se subdivisent en actions de développement et de gestion primaires et

secondaires (Figure 2.2.). Elles ont pour but de parvenir à l'autosuffisance alimentaire, d'accroître le revenu par habitant, de promouvoir le développement industriel, d'améliorer la balance des paiements, d'améliorer la qualité de la vie et de préserver la qualité de l'environnement dans le bassin. Le barrage et son réservoir ont pour justification première la production hydroélectrique et la mise à disposition d'eau pour l'agriculture irriguée. Une partie de cette hydroélectricité servira à actionner les pompes d'irrigation, mais la majeure partie de l'électricité sera affectée aux objectifs secondaires de développement. Il s'agit notamment du secteur de l'extraction et des industries légères ainsi que du développement régional en général. L'un des objectifs premiers est la création d'une barrière de anti-sel par la construction du barrage de Balingho. Parmi les autres objectifs figure l'amélioration de la navigation, des transports et de l'agriculture pluviale.

De surcroît, le barrage et son réservoir génèrent des objectifs de développement secondaires. Nous pensons en particulier à la planification urbaine et régionale requise pour la construction de nouveaux villages, la réinstallation des personnes et des villages et l'immigration de nombreuses personnes étrangères à la zone. Des systèmes de commercialisation et des infrastructures urbaines et régionales supplémentaires seront nécessaires pour appuyer l'agriculture irriguée et les autres activités de production économiques. Des pêcheries et éventuellement des industries légères pour le traitement des produits halieutiques seront établies en même temps que d'autres industries légères qui ne seront viables que moyennant un appui infrastructurel adéquat. Les actions de développement secondaires dépendent donc à la fois des actions primaires et des autres actions secondaires.

Les actions de gestion primaires et secondaires sous-entendent des décisions de gestion spécifiques qui modifieront les différents sous-systèmes du bassin du fleuve Gambie. Chaque action de gestion primaire génère une série ou un réseau d'incidences interdépendantes au sein des systèmes physiques, biologiques et humains de l'écosystème du bassin (Figure 2.3.). Les actions et interventions de gestion secondaires génèrent à leur tour de nouvelles incidences dans les

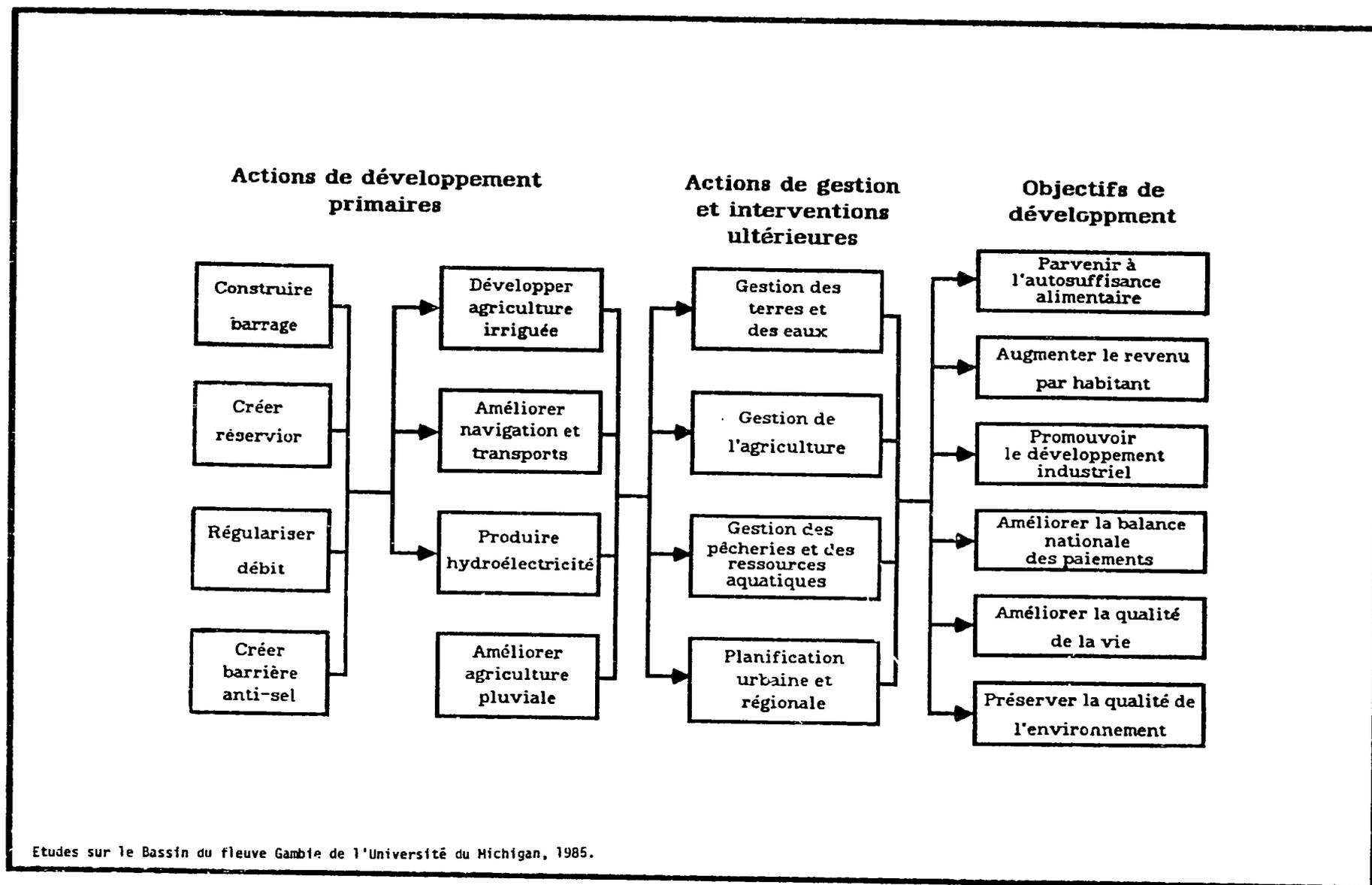


Figure 2.2. Actions de développement et de gestion dans le cadre de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie

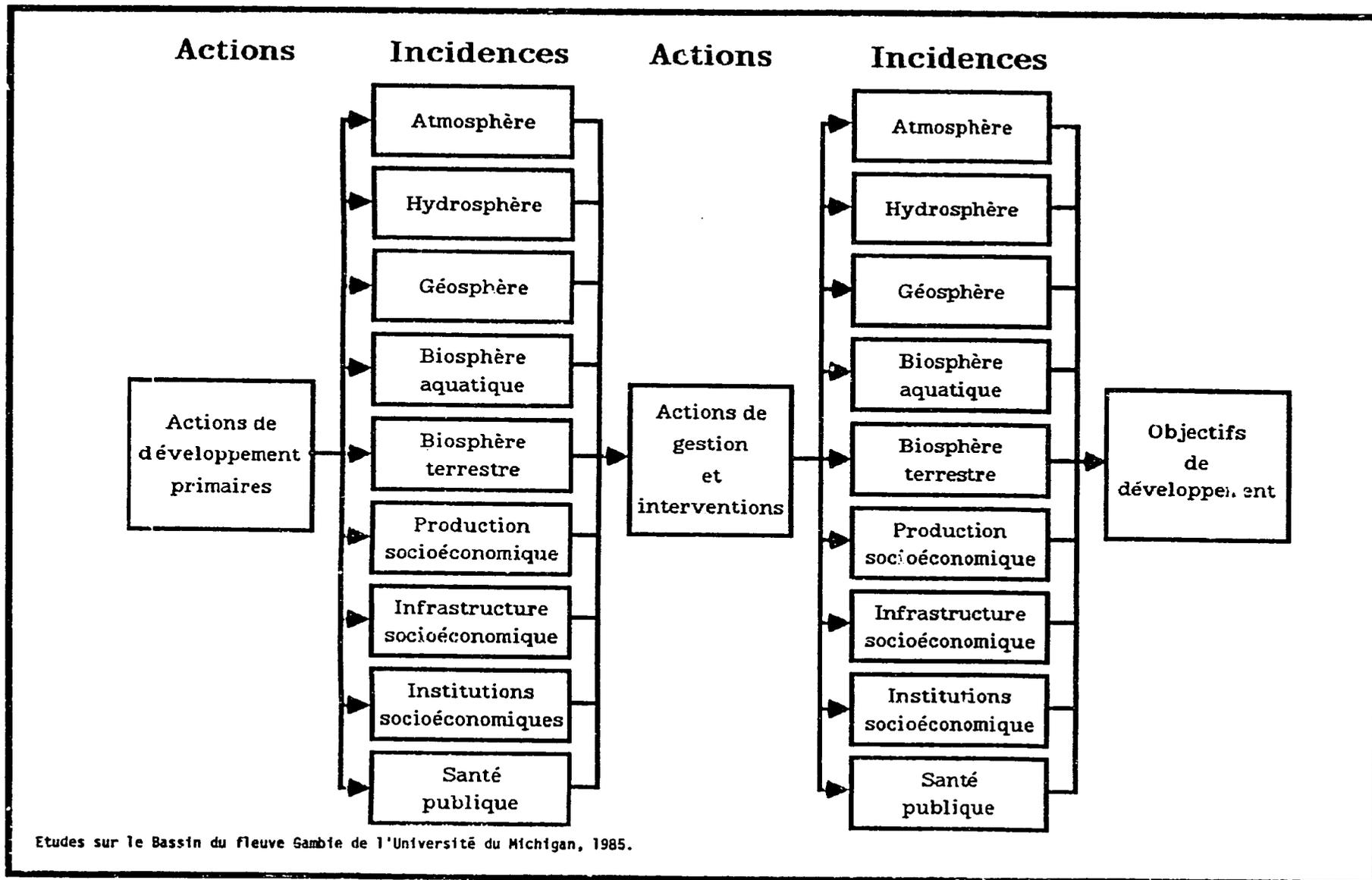


Figure 2.3. Séquence des actions et des incidences dans le cadre d'un réseau de gestion

différents systèmes. A titre d'exemple, un réseau de gestion des pêcheries constitue un réseau de production socioéconomique combinant les actions et les incidences sur l'hydrosphère, la biosphère aquatique, le système de production socioéconomique et l'infrastructure socioéconomique. Les incidences de l'exécution d'une action de gestion sont liées aux incidences d'autres actions de gestion. Le recours aux engrais pour augmenter les rendements agricoles peut affecter la qualité de l'eau d'un réservoir ainsi que la productivité des pêcheries. S'il est soigneusement planifié et efficacement prévu, le réseau d'actions et d'incidences devrait déboucher sur la réalisation de certains objectifs de développement.

Notre analyse est axée sur les groupes d'actions de gestion conçus pour atteindre les objectifs de développement primaires. Nous identifions quatre réseaux de gestion: gestion des sols et des eaux, gestion agricole, gestion des pêcheries et des ressources aquatiques; et planification urbaine et régionale. Ces réseaux sont conçus en termes d'actions de gestion plutôt qu'en termes de catégories d'incidence environnementale de manière à intégrer les actions et les incidences socioéconomiques aux actions et incidences environnementales. Chaque réseau comprend les actions et les incidences des systèmes environnementaux et humains de telle sorte que les actions et les incidences socioéconomiques sont liées aux actions et incidences environnementales. Dans la mesure du possible, chaque réseau apporte un certain nombre de considérations économiques qui servent de base aux analyses ultérieures sur les compromis économiques et environnementaux des projets de développement. (Dans le présent rapport de synthèse, nous avons fait usage de réseaux généralisés aux fins d'illustration. Pour les besoins de notre analyse nous avons élaboré des réseaux détaillés -- des réseaux de transfert d'énergie causals plutôt qu'environnementaux -- afin d'obtenir une base pour une analyse ultérieure de décision sociale ou pour des ateliers d'évaluation environnementale adaptative.)

Nous avons identifié les actions de gestion pertinentes pour le développement du bassin fluvial sous l'angle des systèmes physiques, biologiques et humains de l'écosystème (Tableau 2.1.) en nous fondant sur les matrices connues de l'incidence environnementale et sur nos propres

Tableau 2.1. Actions de gestion et interventions

<p><u>Hydrosphère</u></p> <p>Conversion fleuve en réservoir Blocage cours du fleuve Création barrière antimarée Création barrière anti-sel Régularisation débit en aval Contrôle inondations Contrôle niveau du réservoir Création canaux/réseau d'irrigation Modification hydrologie eaux souterraines Dragage Transports par voie d'eau</p>	<p><u>Géosphère</u></p> <p>Aménagement nouvelles terres d'implantation Aménagement nouvelles terres agricoles Modification terres pour l'agriculture Extraction minière Carrière/remblai pour barrages Lutte contre l'érosion Conversion terres en réservoir Création zone de rabattement Aménagement nouvelles routes et pistes Aménagement couloirs pour lignes de transmission</p>
<p><u>Biosphère aquatique</u></p> <p>Transformation environnement fluvial en environnement lacustre Introduction poissons exotiques Lutte contre mauvaises herbes aquatiques Pêche</p>	<p><u>Biosphère terrestre</u></p> <p>Déforestation Ramassage Brûlis Chasse Pâturage Braconnage</p>
<p><u>Production socioéconomique</u></p> <p>Gestion des terres agricoles Gestion agricole Rapport agriculture irriguée/pluviale Modes de culture Répartition main-d'oeuvre Technologie agricole Engrais Herbicides Pesticides Gestion d'élevage Gestion des pêcheries Techniques de pêche Gestion de l'utilisation de l'eau Gestion de la construction barrages Gestion de l'exploitation barrages Gestion forestière Gestion de la plantation Gestion industrielle Utilisation eau pour consommation</p>	<p><u>Institutions socioculturelles</u></p> <p>Politique de réinstallation Politique de services communautaires Politique administrative Politique d'enseignement Politique foncière Subvention à la construction Politique d'immigration/émigration Gestion des ressources naturelles Chasse Gestion de tourisme Politique de parcs nationaux Politique d'héritage national/ethnique</p>
<p><u>Infrastructure socioéconomique</u></p> <p>Politique de commercialisation Politique commerciale Gestion des transports Installations portuaries Politique du main d'oeuvre Politique de vulgarisation</p>	<p><u>Santé publique</u></p> <p>Service de santé Médecine Puits Enseignement Substances chimiques Services de traitement Systèmes de livraison Formation Service assainissement Traitement de l'eau Lutte antivectorielle Services vétérinaires</p>

études. Les nombreux types d'actions de gestion qui affecteront les différents aspects de l'écosystème témoignent de la complexité des projets de mise en valeur des bassins fluviaux. Notre analyse ainsi que d'autres études sur les incidences environnementales indiquent que ces actions sont reliées entre elles: il n'est pas possible de les envisager individuellement. Nous classifions ces actions et politiques de gestion en quatre grands réseaux de gestion (Tableau 2.2.) de manière à pouvoir analyser l'incidence des différentes actions. La gestion des sols et des eaux comprend des actions qui modifieront les régimes pédologiques et hydrologiques fondamentaux dans l'écosystème du bassin. Les autres actions de gestion peuvent être regroupées sous les rubriques gestion agricole, gestion des pêcheries et des ressources aquatiques, et planification urbaine et régionale. C'est l'objet des chapitres qui suivent. Les incidences des différentes actions sont identifiées et évaluées sous la rubrique de ces réseaux de gestion.

2.2. Cadre pour l'analyse des incidences

Notre première approche a consisté en l'analyse des incidences des projets de développement dans l'ensemble du bassin. Nos principales catégories d'incidences sont celles des quatre réseaux de gestion présentés ci-dessus. Au sein de ces quatre catégories, nous synthétisons les incidences importantes au niveau du bassin, du projet particulier ou du groupe de projets. Etant donné l'ampleur de nos études sur le terrain et la disponibilité des études de factibilité détaillées, nous nous sommes concentrés par nécessité sur les barrages de Balingho et de Kékréti ainsi que sur les projets d'agriculture irriguée plutôt que sur les projets de barrage en Guinée.

2.2.1. Hydrologie de l'opération des barrages et des réservoirs proposés

Les incidences des barrages proposés doivent être considérées dans le cadre des conséquences hydrologiques des politiques opérationnelles de base des barrages et des réservoirs proposés. Pour le barrage de Balingho et le barrage de Kékréti, elles sont relativement bien définies dans les études de factibilité. Elles en sont au stade préliminaire pour les barrages de Guinée. Les informations sont rassemblées dans un nombre

Tableau 2.2. Réseaux de gestion primaires

<u>Gestion des sols et de l'eau</u>	<u>Gestion des pêcheries et des ressources aquatiques</u>
Gestion de l'eau	Gestion des pêcheries
Régularisation débit en aval	Infrastructure des pêcheries
Création barrière anti-sel	Gestion de la qualité de l'eau
Création barrière antimarée	Gestion de l'industrie halieutique
Gestion des sols	
Nouvelle classification de l'utilisation des terres	
Hydroélectricité/transmission	
Extraction minière	<u>Planification urbaine et régionale</u>
Gestion des ressources naturelles	
Gestion de la construction	
	Gestion des transports
	Politique de réinstallation et d'immigration/émigration
	Politique des services communautaires
<u>Gestion agricole</u>	Politique de gestion industrielle
Gestion de l'utilisation des sols	Modifications au contexte socioculturel
Politique des prix	Politique administrative
Politique du crédit	Politique d'enseignement
Gestion agricole	Politique de parcs/Faune et flore
Agriculture irriguée	Politique d'archéologie et sites historiques
Agriculture pluviale	Gestion de la santé publique
Infrastructure de l'agriculture	Politique des services de santé
Gestion d'élevage	Politique des services vétérinaires
Politique foncière	Politique d'assainissement
Politique de commercialisation	
Politique de main-d'oeuvre	
Gestion de l'industrie agricole	

de rapports effectuées par des sociétés européennes, qui portent sur les simulations de marée, les analyses statistiques des débits, l'estimation de la dynamique des réservoirs et les modèles de simulation du bassin (voir notre rapport Ecologie aquatique).

Barrage de Balingho. L'objectif de la construction du barrage de Balingho est d'empêcher la pénétration de l'eau salée en amont de Balingho. Ceci permettrait le développement de l'agriculture irriguée principalement en amont de Carol's Wharf, au km 220 du fleuve, au-delà duquel la langue de sel a pénétré au cours de ces dernières années de sécheresse. Néanmoins, la plus grande partie de l'eau d'irrigation sera déchargée du lac Kékréti, puisque l'on considère qu'il n'est pas possible d'irriguer plus de 5000 hectares avec l'eau du lac Balingho (RRI, 1984).

La politique opérationnelle du barrage et du réservoir de Balingho consiste à maintenir le niveau du réservoir entre +1,3 et + 1,7 mètres Gambia Datum (GD), fluctuation annuelle ne dépassant pas 0,4 m. Malgré cette faible différence de niveau, la superficie du réservoir passera de 294 km² en saison sèche à 716 km² pendant l'hivernage. Le lac Balingho sera très peu profond, sa profondeur moyenne étant de 2,1 m.

Le niveau de l'eau du lac Balingho doit être maintenu à +1,3 m GD afin d'empêcher la formation de sols sulfaté-acides sur la terre qui serait en contact avec l'air si le niveau de l'eau devait être plus bas. Avec les pertes d'évaporation, ceci se produirait sans la présence d'un barrage de retenue d'eau en amont. Même dans ce cas, étant donné l'utilisation d'eau pour l'irrigation, il serait difficile de maintenir l'eau du lac Balingho à un niveau minimal. Le lac Balingho ne pourra donc pas fournir beaucoup d'eau pour l'irrigation.

Nous avons par conséquent supposé une politique opérationnelle pour le barrage de Balingho seulement en tandem avec le barrage de Kékréti en amont. Les vannes de Balingho seront fermées au moins 11 mois de l'année. Puisque le lac Kékréti se remplira pendant l'hivernage, 60 pour cent de l'eau douce qui se déverserait à travers le barrage de Balingho sera retenu derrière le barrage de Kékréti. Une fois que le lac Kékréti sera plein, il peut s'écouler une période brève pendant laquelle de l'eau douce se déchargera au-dessus du barrage de Balingho. Car avec le débit du fleuve Gambie de 1970 à 1983, de l'eau douce se serait déchargée du

barrage de Balingho en moyenne 25 jours par an. Les extrêmes auraient été 0 jour en 1978 et 70 jours en 1974.

En bref, un lac peu profond d'eau douce se formera en amont du barrage de Balingho. L'estuaire restant recevra un débit d'eau douce minimal, et sera donc la plus grande partie de l'année entièrement salé - constituant pour l'essentiel un bras de mer.

Barrage de Kékréti. Le barrage de Kékréti a pour objectif de produire de l'énergie hydroélectrique et de retenir de l'eau pour le développement de l'irrigation en aval. A l'origine, l'idée était de construire le barrage de Kékréti en tandem avec le barrage de Balingho. Le barrage de Kékréti procurerait de l'eau tout au long de l'année pour l'irrigation d'un maximum de 70.000 hectares et permettrait de maintenir le niveau de l'eau du lac Balingho. Toutefois, des simulations ont été récemment effectuées sur le fonctionnement autonome du barrage de Kékréti pour l'étude d'un autre objectif portant sur le contrôle de la pénétration d'eau salée sans l'existence d'un barrage à Balingho (HHL, 1985).

Le lac Kékréti sera entièrement différent du lac Balingho. Quand il sera plein, le réservoir contiendra un volume d'eau important ($3,5 \times 10^9 \text{ m}^3$). Toutefois, la profondeur moyenne de l'eau oscillera entre 10,3 m quand le réservoir sera plein et 3,7 m en saison sèche. La superficie, de 338 km^2 quand le réservoir sera plein, ne sera que de 34 km^2 en saison sèche.

Le fonctionnement autonome du barrage de Kékréti exige un choix entre l'utilisation de l'eau pour l'irrigation et la décharge d'eau pour contrôler la pénétration de la langue salée. Avec 70.000 hectares de terres irriguées, la capacité de production d'énergie hydroélectrique pourrait atteindre 97 pour cent si une troisième turbine était installée au barrage de Kékréti. Néanmoins, à mesure que de plus en plus d'eau sera détournée pour l'irrigation, la langue salée remontera davantage. Sans irrigation, la limite d'eau salée sera maintenue juste en amont du site de Balingho (au km 135) du fait du débit de $104 \text{ m}^3/\text{sec}$ déchargé pour la production d'énergie hydroélectrique. Avec 30.000 hectares de terres irriguées, la limite d'eau salée remontera jusqu'au km 179 (en tenant compte d'un débit de $45 \text{ m}^3/\text{sec}$). Avec 70.000 hectares de terres

irriguées, la limite d'eau salée remontera non loin de sa limite traditionnelle (au km 197 du fleuve, à 23 km en aval de Carroll's Wharf). (Ces simulations hydrologiques tiennent compte de la demande plus élevée d'eau pour l'irrigation citée dans l'Etude de factibilité de Kékréti (AHT/HHL, 1984). L'étude LRDC (1984) tient compte d'une demande moins élevée en eau pour l'irrigation. Avec la demande moins élevée, la langue salée remonterait au maximum jusqu'au km 175 du fleuve.)

Le fonctionnement autonome du barrage de Kékréti exigera des compromis et une gestion minutieuse. Pendant l'hivernage, le débit du fleuve Gambie sera pour l'essentiel bloqué par le barrage afin de remplir le réservoir. En conséquence, l'agriculture aquatique, de marée et de décrue sera affectée. En même temps, le rythme du développement de l'irrigation sera tel que pendant un certain nombre d'années il y aura beaucoup d'eau disponible pour le contrôle de salinité. Le succès du fonctionnement autonome du barrage de Kékréti repose toutefois sur le remplissage presque maximal du réservoir. Les simulations révèlent qu'à deux reprises entre 1971 et 1980, le réservoir ne se serait pas rempli et n'aurait pas pu accomplir sa mission à la fin de la saison sèche. Le fonctionnement autonome de ce barrage nécessitera une gestion minutieuse de l'utilisation de l'eau, en particulier pendant des années à faibles précipitations.

Pour nos analyses des incidences, nous supposons que le lac Kékréti se remplira aux environs du maximum chaque année et que 70.000 hectares pourront être aménagés pour l'agriculture irriguée en 50 ans. Cependant, en accord avec le scénario de base proposé par l'OMVG, nous supposons le fonctionnement en tandem du barrage de Balingho et du barrage de Kékréti plutôt que le fonctionnement autonome du barrage de Kékréti. Nous supposons donc que la limite de salinité sera maintenue par le barrage de Balingho tout au long de l'année et que le lac Balingho sera formé d'eau douce.

Fonctionnement en tandem du barrage du Balingho et du barrage de Kékréti. Le fonctionnement en tandem de ces deux barrages a été proposé parce que le fonctionnement autonome du barrage de Kékréti ne permettra pas de maintenir la limite de salinité à Balingho tout au long de l'année une fois que plus de 10.000 hectares seront irrigués. Afin de remplir le

lac Kékréti pendant l'hivernage, une bonne part des eaux de crue annuelles devront être détournées. La langue salée avancera pendant l'hivernage, alors qu'actuellement les eaux de crue la force à reculer. En conséquence, certaines rizières seront perdues entre Balingho et la limite d'eau salée.

Le fonctionnement en tandem du barrage de Balingho et du barrage de Kékréti préservera cette production de riz. Pendant la saison sèche, la langue salée sera contenue par le barrage. Pendant l'hivernage, les eaux de crue provenant du bassin hydrographique et des affluents en aval du barrage de Kékréti viendront s'ajouter à l'eau du lac Balingho, permettant l'ouverture des vannes du barrage de Balingho pendant un mois par an en moyenne afin que les marées puissent s'étendre en amont et permettre la culture supplémentaire de riz aquatique.

Le fonctionnement en tandem de ces deux barrages a néanmoins quelques inconvénients hydrologiques. Afin de maintenir le niveau de l'eau du lac Balingho au-dessus du minimum de + 1,3 m GD et de compenser les pertes d'évaporation, il faudra utiliser de l'eau du lac Kékréti qui aurait pu autrement servir à l'irrigation. En outre, il est invraisemblable que les vannes du barrage de Balingho puissent rester ouvertes pendant toute la durée de la culture du riz aquatique sans pénétration d'eau salée et mélange en amont de Balingho. Il faudra donc probablement un supplément d'eau du lac Kékréti pour maintenir l'écoulement à travers les vannes, ce qui risque d'empêcher le réservoir de se remplir.

Ces problèmes hydrologiques sont encore à résoudre. Pour le cadre de notre analyse, nous supposons que le fonctionnement en tandem des deux barrages est possible. Le fonctionnement autonome du barrage de Kékréti est, dans un sens, une mesure d'atténuation. Mais c'est essentiellement un scénario de remplacement qui devrait être considéré dans une analyse décisionnelle de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie. C'est seulement alors qu'il est possible d'analyser les choix dans les contextes des probabilités et des incertitudes en jeu.

Barrages guinéens. La planification de barrages en Guinée est au stade de pré-factabilité; les politiques opérationnelles n'ont pas été élaborées. Le barrage de Kouya est la plus grande construction proposée pour le bassin du fleuve Gambie. Ce sera le réservoir le plus important

en volume même si sa superficie pendant l'hivernage sera plus petite que celle du lac Kékréti (elle oscillera entre 116 km² et 80 km²). Ce barrage a pour objectif principal de produire de l'énergie hydroélectrique, mais il permettra aussi d'irriguer 3.000 hectares de terres en aval du barrage.

Le barrage de Kankakoure se trouvera sur la rivière Liti à 10 km en amont de son confluent avec le fleuve Gambie, et le barrage de Kouya sera à 6 km en amont sur le fleuve Gambie. Le réservoir du barrage de Kankakoure sera plutôt petit, en volume comme en superficie. Le barrage de Kankakoure a pour seul objectif de produire de l'énergie hydroélectrique.

Les barrages de Kouya et de Kankakoure retiendront tout l'écoulement pendant l'hivernage du fleuve Gambie et de la rivière Liti. L'eau sera déchargée sur une base relativement régulière tout au long de l'année. Les débits seront en moyenne de 50 m³/s pour Kouya et 16 m³ pour Kankakoure. Ces débits seront probablement multipliés par deux pendant douze heures par jour afin de produire de l'énergie et cesseront pendant la nuit. Des problèmes sérieux ont été soulevés en ce qui concerne le remplissage du lac Kouya parce que le volume de retenue d'eau proposé excède de 20 pour cent l'écoulement annuel moyen du fleuve Gambie.

Les simulations suggèrent que la politique opérationnelle du barrage de Kékréti ne sera guère affectée par la construction du barrage de Kouya. Il serait peut-être possible d'obtenir une augmentation de la production d'énergie de 4 pour cent au barrage de Kékréti avec la construction du barrage de Kouya. La décharge d'eau régularisée du barrage de Kouya pourrait néanmoins permettre une réduction de la taille du lac Kékréti de l'ordre d'un tiers. Cette réduction découlerait de l'approvisionnement régulier d'eau dans les turbines du barrage de Kékréti sans la nécessité de retenir la majorité de la crue annuelle dans le lac Kékréti. Il faut toutefois que le barrage de Kouya soit jugé réalisable sur le plan hydrologique et qu'il soit construit simultanément avec le barrage de Kékréti pour que cette réduction soit obtenue.

A cause de ces incertitudes, nous n'avons pas supposé que la construction et le fonctionnement du barrage de Kouya se feraient en tandem avec le barrage de Kékréti. Il est évident que la réduction du

volume du lac Kékréti aurait des implications considérables sur les incidences en aval du barrage de Kékréti. L'on peut citer en premier lieu que la crue annuelle ne serait pas diminuée par autant. La réduction en taille du lac Kékréti également limiterait les besoins de recasement et le potentiel de production halieutique.

Le barrage de Kogou Foulbe sera une construction relativement petite sur la rivière Kouloutou environ à 150 km en amont de son confluent avec le fleuve Gambie (au km 576). Le volume et la superficie du réservoir seront modérés. La superficie du réservoir oscillera entre 38 km² et 30 km² et la profondeur sera d'environ 12 m quand le réservoir sera plein. Ce barrage a pour objectif de produire de l'énergie hydroélectrique et de fournir de l'eau pour l'irrigation d'environ 12.000 hectares aux alentours de Koundara.

2.2.2. Développement de l'irrigation proposé

Les incidences de la mise en valeur de tout le bassin doivent être prises en considération dans le cadre des projets d'agriculture irriguée qui seront rendus possibles par la gestion des ressources en eau. Actuellement, les 3.000 hectares déjà irrigués semblent être la superficie maximale qui puisse être irriguée en saison sèche. Quand des ressources en eau suffisantes et de bonne qualité seront disponibles, l'extension de l'agriculture irriguée dépendra alors de l'utilisation optimale de ressources essentielles mais rares: l'infrastructure agricole, la gestion gricole, des réseaux d'adduction d'eau efficaces et de bonne qualité et la main d'oeuvre. Le problème capital relatif à l'extension de l'irrigation porte sur le développement de systèmes de production qui soient techniquement et économiquement viables à la fois pour les exploitants et pour la société dans son ensemble.

Pour la Gambie et le Sénégal Oriental, les études de factibilité sur le développement de l'agriculture irriguée entre le barrage de Balingho et le barrage de Kékréti en sont au stade où la classification des sols a été effectuée, ce qui a permis d'identifier les zones précises pouvant être irriguées. En outre, un projet d'irrigation expérimental a été réalisé à Jahaly Pacharr et une étude des spécifications a été effectuée pour un projet dans la région de Bansang Nibras. Bien que les études de factibilité pour l'irrigation en Guinée n'aient pas encore été entamées,

L'on a déjà identifié les zones pouvant être irriguées à partir des barrages de Kouya et de Kogou Foulbe.

Notre examen des incidences et des implications des aménagements hydro-agricoles repose sur une analyse détaillée des projets proposés pour la Gambie et le Sénégal. Cette analyse à son tour repose sur nos enquêtes au niveau des villages en Gambie et au Sénégal (présentées dans notre rapport Développement rural). Cet examen, tout en s'appliquant directement aux propositions de développement de l'irrigation en Gambie et au Sénégal, devrait servir de charpente à des recherches ultérieures effectuées par l'OMVG sur les aménagements proposés en Guinée.

L'on suppose dans les plans de mise en valeur de tout le bassin qu'une superficie de 85.000 hectares convient à l'irrigation: 53.000 hectares en Gambie, 16.500 hectares au Sénégal Oriental et 15.000 hectares en Guinée (AHT, 1985). Une proposition alternative pour la Gambie est le projet LRDC qui porte sur l'aménagement de 30.000 hectares en 30 à 54 ans. La plupart de la zone gambienne serait consacrée à la riziculture. Au Sénégal Oriental, où les caractéristiques pédologiques diffèrent, les cultures irriguées comprendraient le riz, le maïs, les bananes et les légumes. En Guinée, la SENESOL (1982) et la FAO (1984) proposent 12.000 hectares de cultures, dont les légumes, le maïs, le sorgho et le riz, dans les plaines de Oudaba, en aval de Kogou Foulbe.

Trois stratégies alternatives pour l'introduction de l'irrigation dans les systèmes agricoles existants sont présentées par le Projet pilote LRDC de Bansang Nibras; les périmètres irrigués et la riziculture aquatique améliorée du Projet Jahaly Pacharr (Jahaly Pacharr Smallholder Appraisal Report, FIDA, 1982); et les Périmètres irrigués du Sénégal Oriental (PISO) (SONED, 1980). Chacune de ces stratégies repose sur une série d'hypothèses différentes concernant le choix des technologies, l'échelle de l'opération, le degré de maîtrise de l'eau, l'organisation, le comportement des exploitants, l'utilisation de la main d'oeuvre et le taux d'expansion des terres irriguées. Du point de vue économique, ces propositions reposent également sur différentes estimations des besoins financiers.

Les stratégies des projets de Jahaly Pacharr (volet irrigation) et de Bansang Nibras se caractérisent par l'intensité de capital, une gestion

centralisée, la maîtrise totale de l'eau et la double culture. Le projet LRDC diffère de celui de Jahaly Pacharr; l'on compte sur les exploitants pour effectuer la plupart du travail de préparation des terres au lieu de compter sur la direction du projet. La stratégie PISO se caractérise par une moindre intensité de capital, une gestion moins centralisée, et la participation des exploitants à l'aménagement des périmètres. Le projet PISO porte également sur la maîtrise totale de l'eau et la double culture. Le volet de riziculture aquatique amélioré de Jahaly Pacharr se caractérise par une faible intensité de capital, une gestion décentralisée et une maîtrise partielle de l'eau.

3. GESTION DES SOLS ET DE L'EAU

Les caractéristiques des sols et de l'eau dans le bassin fournissent la base d'un examen des mesures de gestion primaires des sols et de l'eau dans le cadre de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie. La gestion des sols et de l'eau porte sur l'ensemble du bassin et les mesures de développement primaires affecteront la plupart des ressources en terres et en eau du bassin. En outre, les mesures de gestion ultérieures comme la construction de barrages et la planification urbaine et régionale préalable à la création des campements de construction et la réinstallation des villages déplacés affecteront ces ressources. Ces mesures affecteront les caractéristiques ou les "attributs" de l'hydrosphère et de la géosphère ainsi que les modes d'utilisation des sols et la faune dans la biosphère terrestre. Ces incidences influenceront à leur tour la production socioéconomique dans le bassin. La gestion des sols et de l'eau débouchera sur de nombreux compromis entre les objectifs de mise en valeur du bassin.

Les mesures de gestion primaires des sols et de l'eau comprendront (Figure 3.1.):

- la construction de barrages
- la régularisation du débit du fleuve
- la création de réservoirs
- le développement de l'agriculture irriguée
- l'amélioration des systèmes de transport
- la production d'hydroélectricité.

La construction de barrages va modifier le régime hydrologique naturel dans le bassin et permettre sa gestion aux fins de mise en valeur. Ce faisant, il sera possible de régulariser le débit du fleuve et de créer des réservoirs de retenue. La régularisation du débit du fleuve va réduire les inondations annuelles et assurer un débit pendant la saison sèche. Un autre aspect de la régularisation du fleuve réside dans la création d'une barrière anti-sel au barrage de Balingho. Ce dernier va en effet empêcher l'eau salée, et les marées, de remonter le cours du fleuve. Les réservoirs fourniront également l'eau nécessaire aux réseaux d'irrigation, une des pièces maîtresses de la stratégie agricole.

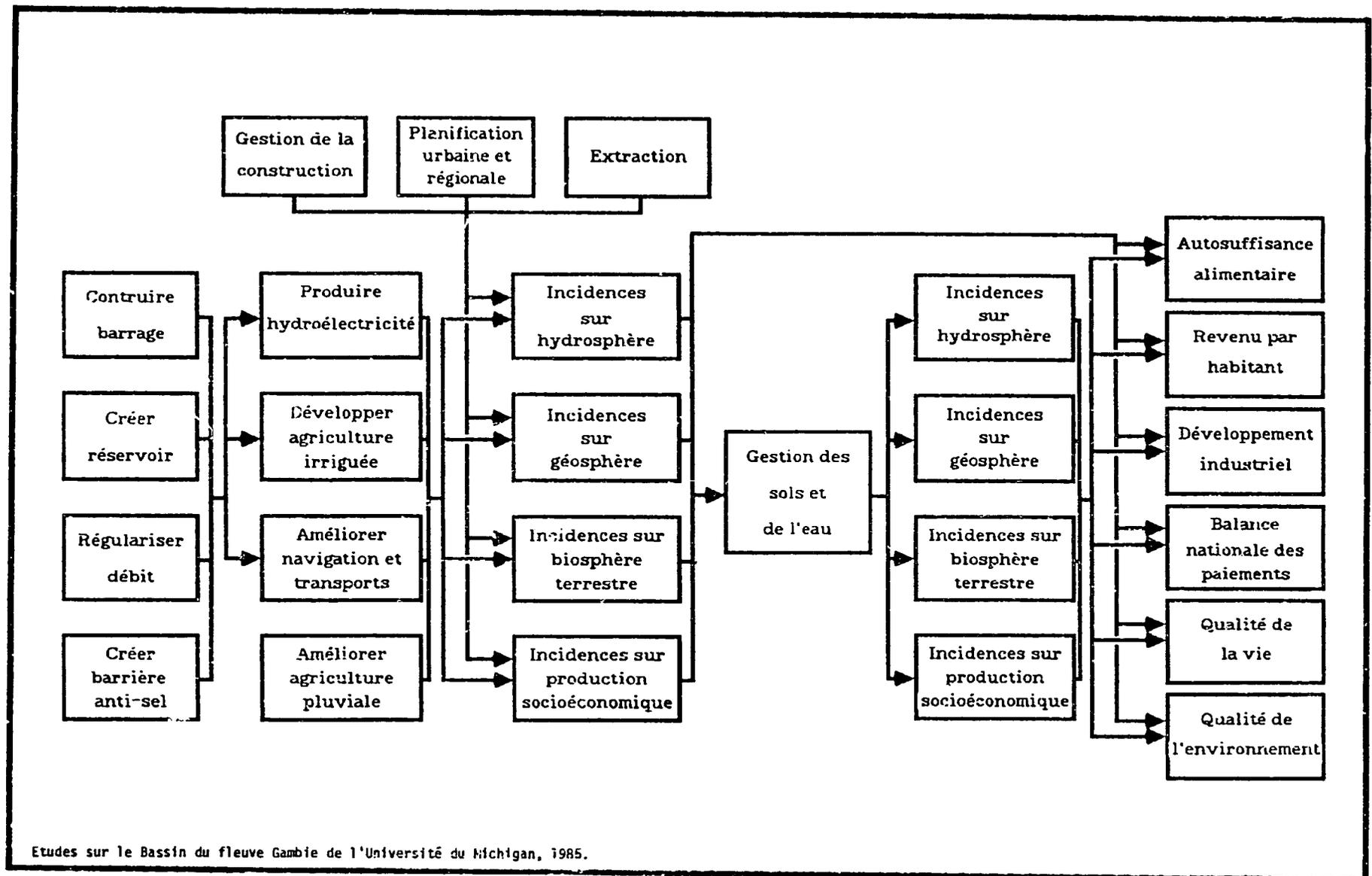


Figure 3.1. Réseau de gestion des sols et de l'eau

La construction des barrages et la création des réservoirs va favoriser le développement et la rénovation des systèmes de transport. Ces objectifs ne relèvent pas implicitement de la construction des barrages et des réservoirs. Toutefois, l'un des objectifs du projet de Balingho est de créer un pont sur le fleuve Gambie de manière à améliorer les communications entre le Nord et de le Sud de la Gambie et entre la Casamance et le reste du Sénégal. En outre, un système de transport intégré par voie d'eau et par voie terrestre s'impose si l'on désire exécuter efficacement les projets agricoles et autres et restaurer les voies de communication coupées par la création des réservoirs.

Un des objectifs primaires du projet de Kékréti et des projets de barrage en Guinée réside dans la production d'hydroélectricité. Cet objectif pourrait être poursuivi par la construction de tous les barrages et réservoirs prévus à l'exception de ceux de Balingho, ceci sans prendre en considération d'éventuels projets de promotion de l'agriculture et des transports. Le développement intégré du bassin nous pousse toutefois à poursuivre l'ensemble des objectifs simultanément. On peut encore y ajouter les projets de pêcheries, de planification urbaine et régionale, d'exploitation des ressources naturelles, de santé publique, etc. Le développement intégré du bassin du fleuve Gambie nécessite une planification et une gestion des sols et de l'eau à l'échelle de l'ensemble du bassin.

Dans le bassin du fleuve Gambie la gestion des sols et de l'eau a pour but d'accroître la superficie irriguée et d'exploiter les ressources minérales existantes. Pour la population, ces mesures constitueront un pas de plus vers l'autosuffisance alimentaire et l'augmentation du revenu par habitant. Pour les Etats membres, elles devraient permettre de promouvoir le développement industriel et d'améliorer la balance nationale des paiements. En règle générale, la qualité de la vie dans le bassin devrait être améliorée.

Dans le même temps, toutefois, la gestion des sols et de l'eau vise également à préserver, dans toute la mesure du possible, la qualité de l'environnement des systèmes naturels du bassin en s'assurant que les activités de l'homme ne détruiront pas des relations cruciales entre les différents sous-systèmes qui forment l'écosystème du bassin. Il faudra

agir à la lumière de conditions climatiques mauvaises que risquent encore d'aggraver la plupart des mesures de développement si l'on ne veille pas à suivre de près et à atténuer les incidences.

3.1. Incidences de la gestion des sols et de l'eau

La gestion des sols et de l'eau dans le bassin du fleuve Gambie sous-entend essentiellement l'accroissement de la production socioéconomique aux dépens de la qualité de l'environnement. Les mesures de développement visant à l'augmentation de la productivité agricole se traduiront par une diminution de la qualité environnementale, de la productivité des ressources naturelles et, indirectement, de la population pour plusieurs espèces de faune. C'est inéluctable et à prévoir. L'amélioration de la productivité socioéconomique sous-entend nécessairement des pertes parmi les facteurs environnementaux tels que l'importance de la végétation naturelle. Malgré une baisse éventuelle de la qualité du tourisme et du parc de Niokolo-Koba, il est possible de stimuler le potentiel touristique du bassin (Figure 3.2.). Le compromis le plus sérieux se situera cependant entre la perte de production agricole actuelle et l'augmentation anticipée de la productivité agricole dans l'avenir.

Sous l'angle de la qualité de l'environnement, les projets de développement vont intensifier le processus de dégradation des terres résultant des interventions de l'homme. A longue échéance, les incidences négatives sur l'environnement seront imputables aux projets de développement dans le domaine de la planification et de la croissance urbaine et régionale dans le bassin plutôt qu'aux incidences des projets directement sur l'environnement, y compris la faune. Cette généralisation ne s'applique pas autant aux incidences du projet de Balingho sur l'écosystème des palétuviers lesquelles sont particulièrement importantes.

3.1.1. Attributs d'incidence

Pour identifier et décrire les incidences des projets de développement sur les systèmes biologiques physiques et terrestres du bassin, nous avons identifié les caractéristiques environnementales

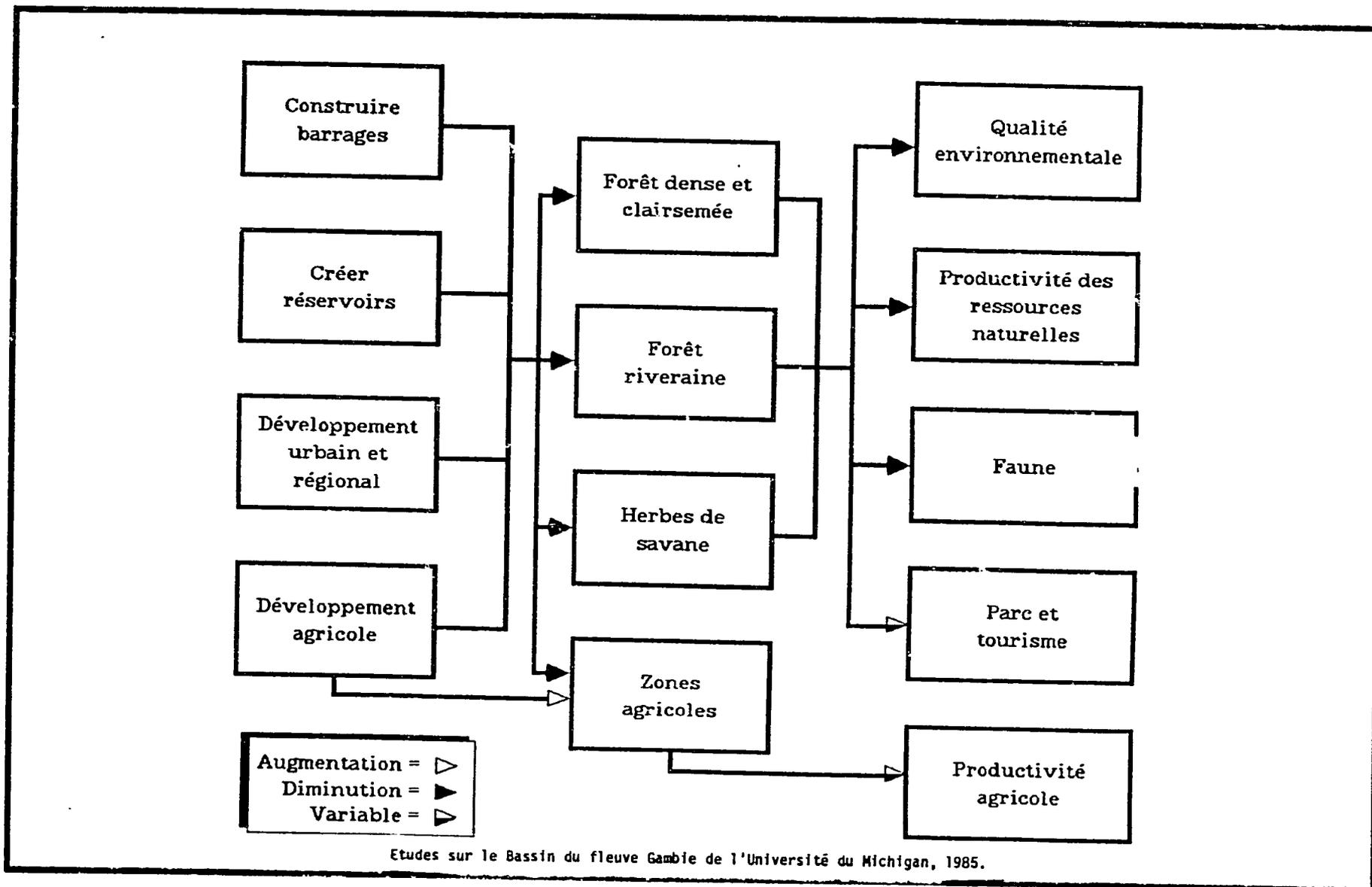


Figure 3.2. Compromis sur l'utilisation des sols dans le cadre de la mise en valeur du bassin

susceptibles d'être affectées (Tableau 3.1.). Les projets auront des incidences marquées et quantifiables sur les différents attributs de l'hydrosphère et de la géosphère. Parmi les incidences les plus significatives sur l'hydrosphère figurent l'augmentation de la superficie des eaux douces, la modification du débit du fleuve Gambie, la modification du rôle des marées dans l'estuaire et le fleuve, la modification des inondations annuelles, la modification des berges, l'élimination du gradient de salinité dans le fleuve et la diminution de la qualité de l'eau. Les attributs importants de la géosphère comprennent les caractéristiques du sol telles que la teneur en acide, la salinité et l'érosion.

Au niveau de la biosphère terrestre, les attributs importants sont d'ordre environnemental et économique. Les caractéristiques relatives à l'utilisation des sols et du couvert végétal -- forêt et végétation naturelle, zones agricoles et zones d'habitation -- donnent une première mesure des incidences des projets de développement. Certains attributs en rapport avec la faune du bassin sont également importants sur le plan de la qualité environnementale. Sous l'angle des objectifs de mise en valeur du bassin, les zones d'agriculture irriguée, pluviale et en marais sont particulièrement importantes. Il convient d'en tenir compte dans les analyses coûts/avantages des projets de développement, en particulier celui de Balingho.

3.1.2. Réservoirs

L'incidence la plus marquante et la plus directe de la mise en valeur du bassin réside dans la création des cinq réservoirs (Figures 3.3.-3.6.). Le lac de Balingho va s'étendre sur quelque 120 km depuis le barrage jusqu'à Kuntaur et aura en moyenne 6 km de large. Le lac de Kékréti s'étendra le long du fleuve Gambie et des rivières Tiokoye et Diarha selon un arc d'un rayon de 45 km entre Salémata et Kédougou. En Guinée, le lac de Kouya s'étendra sur environ 40 km le long du fleuve Gambie; celui de Kankakoure sur 30 km le long de la rivière Liti et celui de Kogou Foulbe sur 100 km le long de la rivière Koulountou. Le potentiel d'agriculture irriguée ayant fait l'objet d'études de factibilité couvre une superficie de 70.000 ha le long du fleuve Gambie

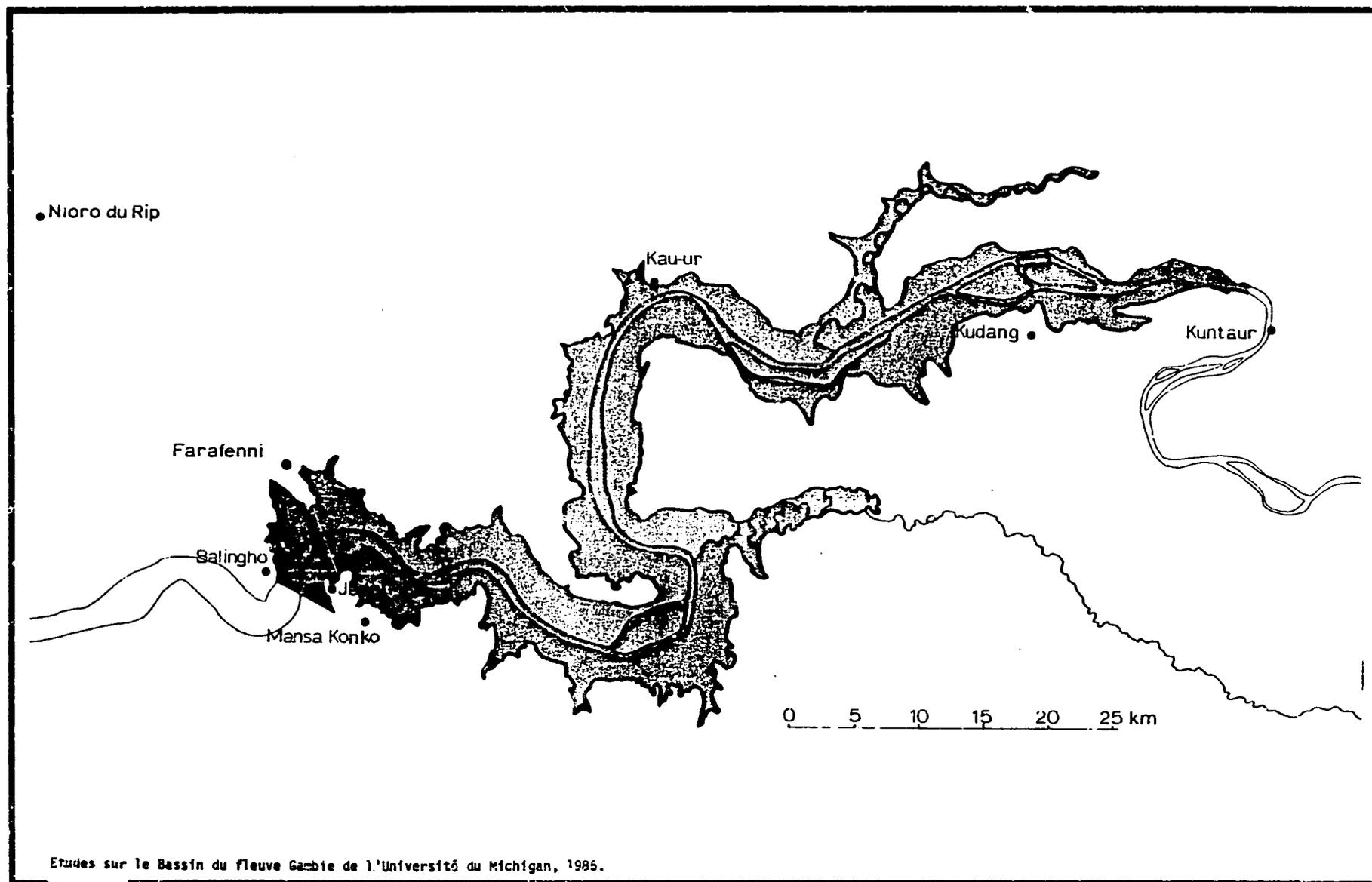


Figure 3.3. Superficie projetée du réservoir de Balingho

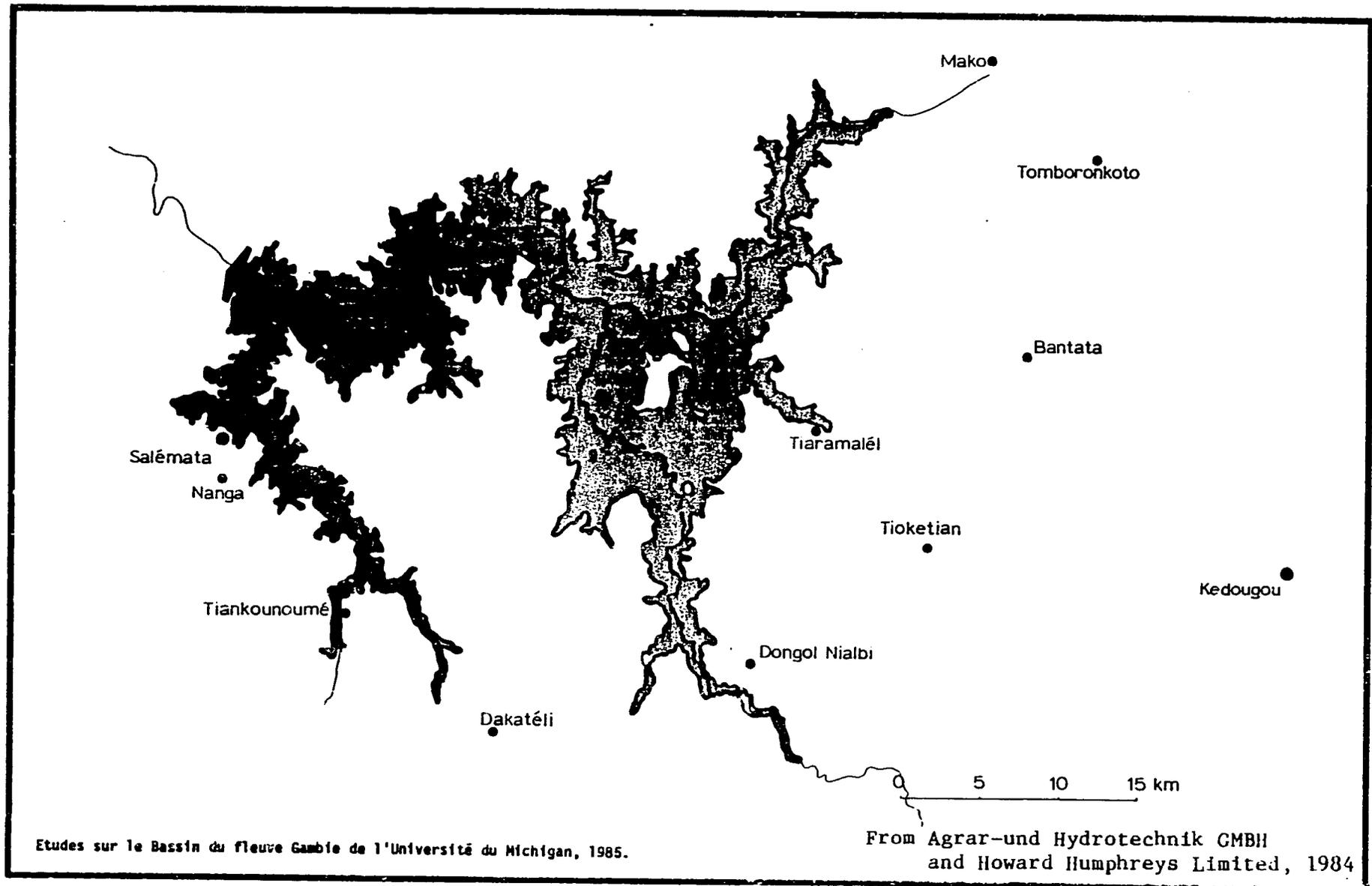
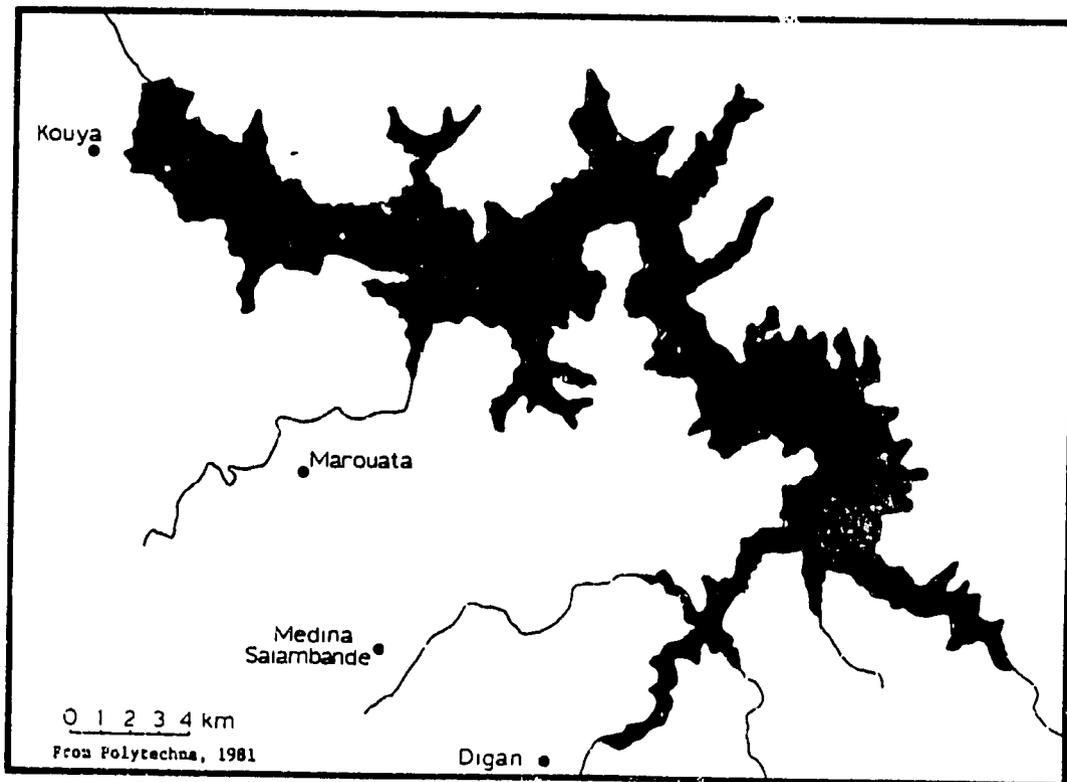
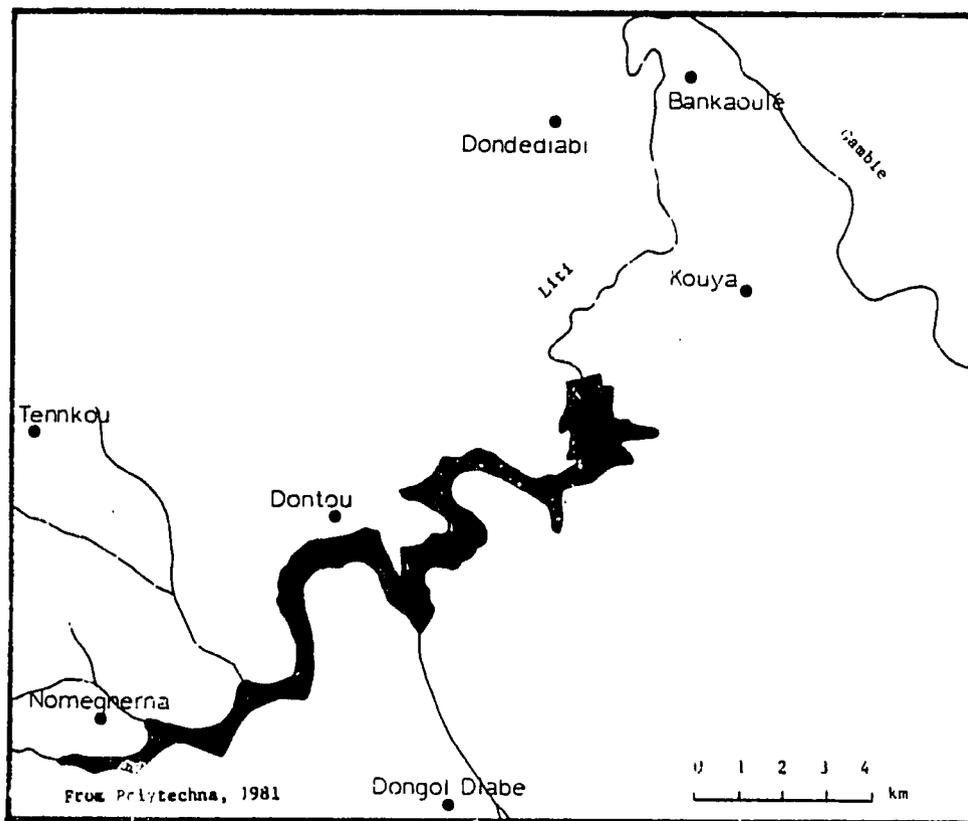


Figure 3.4. Superficie projetée du réservoir de Kékréti



Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Figure 3.5. Superficies projetées des réservoirs de Kankakoure et de Kouya

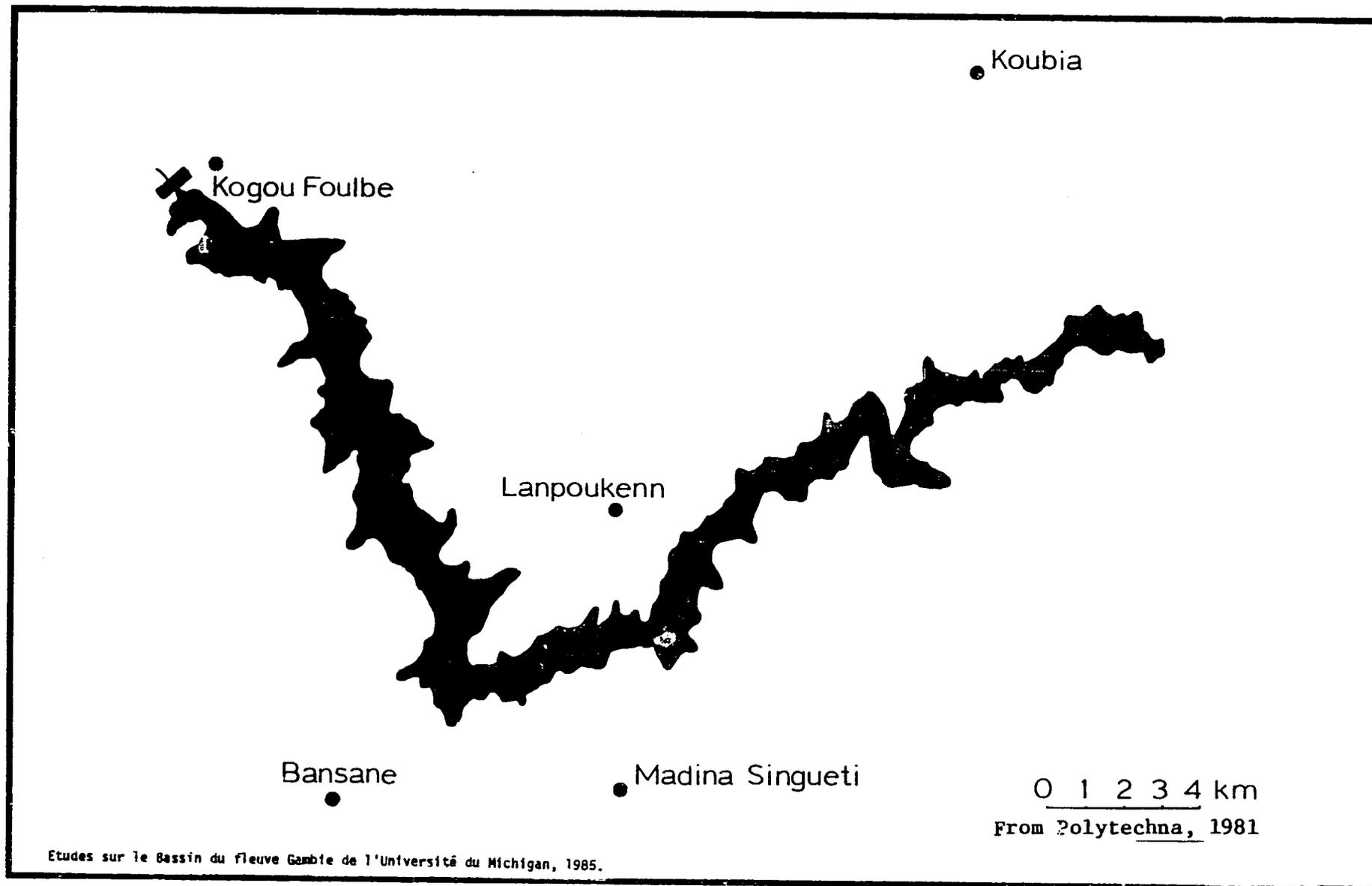


Figure 3.6. Superficie projeté du réservoir de Kogou Foulbe

de Kau-ur en Gambie jusqu'à Wassadou au Sénégal. (Une superficie supplémentaire de 15.000 hectares d'irrigation est prévue en Guinée).

3.1.3. Synthèse des incidences sur l'hydrosphère et la géosphère

- Superficie des eaux. Pendant l'hivernage, les réservoirs vont doubler la superficie des eaux douces dans le bassin du fleuve Gambie. Pendant la saison sèche, cette superficie totale devrait diminuer d'environ 30%, ce qui créera une zone de rabattement de 726 km² pour Balingho et Kékréti. (Les zones de rabattement pour les barrages guinéens ne dépasseront pas une superficie de 50 km²).
- Débit. Le débit maximum va être réduit de plus de 50% selon l'année; le débit de temps sec sera considérablement augmenté et maintenu en permanence dans les portions de fleuve aujourd'hui sujettes à l'assèchement en mares. Le débit diminuera au fur et à mesure que l'eau est détournée pour l'irrigation.
- Régime des marées. L'influence des marées va être supprimée en amont de Balingho; par contre elle sera amplifiée en aval du barrage. Malheureusement, ces deux incidences entraîneront probablement une réduction de la production de riz aquatique.
- Inondations annuelles. Les plaines d'inondation entre Balingho et Kuntaur vont être recouvertes par le lac artificiel, les inondations annuelles vont être considérablement réduites en amont de Kuntaur. Ces deux incidences pourraient entraîner une réduction supplémentaire de la production de riz.
- Berges du fleuve. La modification des berges du fleuve va avoir des répercussions sur l'habitat environnemental et les échanges d'éléments nutritifs entre la terre et le fleuve. (L'utilisation d'engrais pour l'agriculture irriguée remplacera certains des éléments nutritifs perdus.)
- Évaporation et évapotranspiration. Les effets combinés de l'évaporation et de l'évapotranspiration associés au prélèvement de l'eau aux fins d'irrigation pourraient se traduire par une baisse du niveau de l'eau du lac Balingho sous le minimum prévu de + 1,3 m GD.
- Eaux souterraines. Les réservoirs vont accroître le volume des eaux souterraines dans les nappes phréatiques, qui alimentent en eau les populations rurales.

- Gradient de salinité. Le barrage de Balingho va éliminer la salinité de l'eau en amont du site et créer une zone d'hyversalinité en aval, renversant ainsi le gradient de salinité du barrage vers l'océan.
- Sédimentation. Les sédiments vont s'accumuler dans les bolons, réduisant ainsi les échanges d'éléments nutritifs et de matière entre la terre et l'eau. Puisque la charge en sédiments du fleuve Gambie est relativement faible, les réservoirs ne perdront toutefois pas plus de 2,1 pour cent de leur volume de stockage utilisable sur une période de 100 ans.
- Qualité de l'eau. Les activités humaines vont réduire la qualité de l'eau.

3.1.4. Synthèse des incidences sur l'utilisation de la terre et de la végétation

- Dégradation de la terre. Le développement du bassin va accélérer le processus de dégradation de la terre dans le bassin du fleuve Gambie.
- Utilisation des terres existantes et couvert végétal. Les terres actuellement- exploitées et le couvert végétal dans le bassin seront quantitativement parlant peu affectés par les projets de mise en valeur -- en d'autres termes, le pourcentage total de terre véritablement affecté dans le bassin sera faible. Les incidences qualitatives seront néanmoins importantes.
- Terres recouvertes par les réservoirs. Le lac de Balingho va inonder 49% des terres aptes à la riziculture aquatique en Gambie et 12% des forêts de palétuviers. La perte des palétuviers entraînera une perte considérable de la production biologique, ce qui est important à la fois sur le plan environnemental et sur le plan économique. Le lac de Kékréti recouvrira essentiellement de la végétation naturelle mais moins de 0,1% du parc de Niokolo-Koba.
- Terres affectées par les activités de construction. L'incidence directe de la construction sera limitée; l'incidence des activités de milliers d'ouvriers sur la végétation et la faune pourrait néanmoins être considérable.
- Terres requises pour le recasement. Jusqu'à 400 km² de terre peuvent être nécessaires pour le recasement; de vastes régions forestières supplémentaires seront nécessaires pour alimenter les populations réinstallées.

- Terres requises pour l'agriculture. Jusqu'à 300 km² de forêt, 320 km² de terres actuellement cultivées et 270 km² de marais seront mis en valeur dans le cadre du développement agricole.

- Terres exploitées dans le cadre du développement urbain et régional. A longue échéance, le développement régional va être considérablement stimulé et s'accompagnera d'une modification de l'utilisation des terres dans le bassin.

3.1.5. Synthèse des incidences sur la production socioéconomique

- Perte de la production agricole. Plus de 19.000 tonnes de riz, dont 18.000 en Gambie, vont être perdus suite à la montée des eaux des réservoirs et des incidences annexes.

- Incidences des scénarios alternatifs sur la production du riz. Il faudra attendre au moins 8 à 10 ans avant que l'agriculture irriguée ne parvienne à compenser la perte de production résultant de la construction du barrage de Balingho. Avec le seul barrage de Kékréti (Balingho n'étant pas construit jusqu'à ce que l'agriculture irriguée soit pleinement développée), la production rizicole annuelle après 10 ans pourrait être de 20.000 à 30.000 tonnes supérieure à celle de Kékréti et Balingho ensemble.

- Pertes des ressources naturelles. Plus de 1.400.000 m³ de bois d'oeuvre et 3.100.000 m³ de bois de feu seront perdus suite à la construction des barrages et des réservoirs. (Une partie, naturellement, pourra être récupérée au préalable.)

3.1.6. Synthèse des incidences sur la faune, les ennemis des cultures et le tourisme

- Incidences sur la faune. Les incidences directes des mesures de développement sur la faune du bassin ne seront pas très graves dans la mesure où des plans adéquats sont prévus et que des précautions sont prises. La disponibilité cependant, des incidences marquantes seront probablement le fait des activités humaines.

- Ennemis des cultures. Le développement de l'agriculture irriguée va accroître la présence des ennemis des cultures.

- Tourisme. La mise en valeur du bassin va promouvoir le tourisme en améliorant les transports, encore que la dégradation de l'environnement

exercera un effet négatif pour le tourisme sur certaines portions du fleuve Gambie. Le développement du tourisme sera encore plus important si la faune se concentrera autour des réservoirs.

3.2. Incidences sur l'hydrosphère et la géosphère

La construction des barrages à usage multiple sur le fleuve Gambie aura de nombreuses conséquences sur l'hydrogéologie du bassin et, dans une mesure moindre mais tout aussi importante, sur les caractéristiques des terres dans le bassin. Ces effets se feront sentir depuis les barrages de Guinée jusqu'à l'Atlantique et affecteront aussi les eaux souterraines. La gestion de l'eau aux fins de production hydroélectrique et d'irrigation modifiera un grand nombre de ces effets primaires.

3.2.1. Modification de la superficie des eaux

Les réservoirs de barrage vont doubler la quantité des eaux de surface dans le bassin (Figure 3.7.). A l'heure actuelle, le bassin du fleuve Gambie possède une superficie des eaux de 1.060 km², la majorité étant constituée par le fleuve lui-même. Cette superficie se trouve pour sa plus grande partie en Gambie (823 km² ou 78%). Les cinq réservoirs vont accroître de 1.201 km² la superficie des eaux, le seul lac Balingho intervenant pour 716 km² en Gambie. La partie sénégalaise du bassin ne possédant que 77 km² de superficie d'eau, les 338 km² du lac Kékréti vont donc accroître cette superficie de plus de 400%. La superficie des eaux dans la partie guinéenne du bassin est actuellement de 161 km²; elle sera presque doublée.

Particularité importante, cette superficie va considérablement varier entre la saison sèche et la saison des pluies (Tableau 3.2.). A la fin de la saison des pluies, la superficie du lac de Balingho sera de 716 km² et celle du lac de Kékréti de 338 km², soit un total de 1.054 km². A la fin de la saison sèche, la superficie de Balingho sera de 294 km² et celle de Kékréti de 34 km² seulement, soit une superficie totale de 328 km². Cela nous donne donc une différence de superficie de l'ordre de 726 km². (Cette différence de superficie est appelée "zone de rabattement" encore que le terme ne s'applique pas précisément au lac Balingho.) Dans le cas du lac Balingho, la zone de

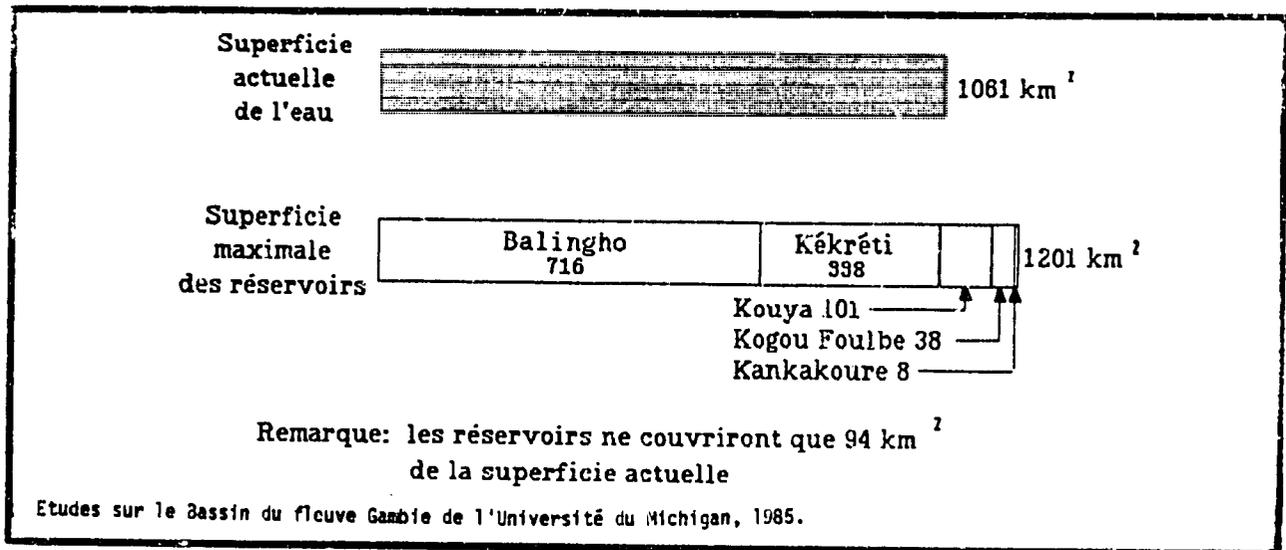


Figure 3.7. Incidences des réservoirs sur la superficie des eaux dans le bassin du fleuve Gambie

Tableau 3.2. Variations saisonnières de la superficie et de la profondeur des réservoirs

	Fin de la saison des pluies		Fin de la saison sèche	
	Superficie	Profondeur	Superficie	Profondeur
Balingho	716 km ²	1,7 m	294 km ²	1,3 m
Kékréti	338 km ²	65,2 m	34 km ²	45,1 m
	1054 km ²		328 km ²	
Variation de la superficie: 726 km ²				
Remarque: la variation de superficie pour les trois réservoirs guinéens ensemble sera de moins de 50 km ² .				
Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.				

rabattement sera le fait de l'évaporation, de l'évapotranspiration et des prélèvements d'eau en amont aux fins d'irrigation. Dans le cas du lac Kékréti, le rabattement sera à la fois le fait de l'utilisation de l'eau pour l'hydroélectricité et l'irrigation et de l'évaporation. (Avec une gestion efficace, ce rabattement de 726 km² pourrait être fort productif pour les cultures et le bétail, comme il a été examiné au chapitre 7.)

Toutefois, les zones de rabattement des barrages de Guinée ne dépasseront pas 50 km², répartis de la façon suivante: 36 km² pour Kouya, 6 km² pour Kogou Foulbe, et pour Kankakoure une superficie de 8 km² quand il est plein - presque rien.

3.2.2. Modification du débit annuel

Les barrages et les réservoirs vont susciter des changements importants dans le régime hydrologique du fleuve Gambie. Leur ampleur dépendra de la régulation du débit en aval, des prélèvements dus à l'irrigation et des écoulements en retour, ainsi que de l'évaporation. Le débit annuel du fleuve Gambie à Kékréti sera réduit en raison de la hausse de la consommation de l'eau pour l'irrigation et de l'augmentation de l'évaporation et des autres pertes en amont. Le débit de saison sèche va pour sa part augmenter du fait de la régularisation du débit à partir des barrages de Guinée et de Kékréti.

Le résultat net de la gestion de l'eau sera de ramener le débit de crête situé entre 300 et 700 m³/sec à 150 m³/sec et moins. D'un autre côté, elle garantira un débit permanent presque tout le long du fleuve pendant toute la saison sèche. (Actuellement, en amont de Gouloumbou, le fleuve Gambie se transforme souvent en une zone asséchée parsemée de quelques mares pendant la saison sèche.) Le débit mensuel moyen du fleuve Gambie à Kédougou oscille entre 323 m³/sec en septembre et 0,4 m³/sec en mai; à Gouloumbou, il oscille entre 721 m³/sec et 3 m³/sec. En 1983, les débits mensuels moyens équivalaient respectivement à 49 et 36% des débits de la décennie précédente, qui pourtant était considérée comme une période relativement sèche. Etant donné les besoins de l'irrigation, ces débits doivent être modifiés. En aval de Kékréti par exemple, avec 30.000 ha de cultures irriguées, le débit moyen projeté oscillera entre 150 m³/sec en avril et 90 m³/sec

de juin à janvier. Avec 70.000 hectares de cultures irriguées, le débit devra osciller entre $238 \text{ m}^3/\text{sec}$ en avril et $13 \text{ m}^3/\text{sec}$ en août. Ces débits sont bien entendu fonction de la manière dont les turbines hydroélectriques fonctionneront.

3.2.3. Modification du régime des marées dans le bassin

Le régime des marées va être considérablement altéré par la construction du barrage de Balingho. L'influence des marées sera éliminée en amont du barrage et intensifiée en aval. Actuellement, les marées se font sentir jusqu'à Goulombou environ, soit 397 km en amont de Balingho, avec une amplitude de l'ordre de 10 cm. De Banjul à Kau-ur, le niveau du fleuve Gambie est plus influencé par les marées que par les crues annuelles. Les niveaux minimum et maximum (environ +2,35 m et +1,1 m GD) varient peu entre la saison des pluies et la saison sèche à Kau-ur. La disparition de l'influence des marées va entraîner une stagnation des eaux en de nombreuses portions du fleuve et partant, une augmentation du processus de sédimentation, en particulier dans les bolons à palétuvier. Une autre conséquence sera l'apparition de sols sulfatés-acides en raison de l'assèchement des plaines aujourd'hui inondées deux fois par jour sous l'effet des marées.

En aval de Balingho, l'influence des marées va être renforcée en raison de la présence du barrage. L'amplification des marées en aval oscillera entre 1,5 du niveau normal au barrage, le niveau normal à Kerewan et 0,74 du niveau normal à environ 50 km de Banjul. Cette modification de l'amplitude des marées affectera les zones actuellement inondées par les marées. Les inondations vont s'étendre plus vers l'intérieur dans les zones où le facteur d'amplification est supérieur à 1,0 -- c'est-à-dire entre Balingho et Kerewan. Dans cette zone, la marée haute dépassera le niveau actuel et la marée basse descendra plus bas. La nouvelle bordure inondée ira de 0 m à Kerewan à près de 300 m à Balingho. Dans les zones où le facteur d'amplification est moindre, la diminution de la bordure inondée pourrait aller de 300 km au kilomètre 55 à 0 m à Banjul. La hausse du niveau de l'eau pourrait affecter les palétuviers situés en aval.

3.2.4. Modification des inondations annuelles

Le régime des inondations va également être modifié suite à la construction du barrage de Kékréti et des barrages en Guinée. Chaque année, une bonne partie des berges du fleuve Gambie est inondée par les eaux douces des inondations annuelles. Ces plaines d'inondation font partie intégrante de l'environnement fluvial et constituent à la fois des zones de frai et une source d'alimentation pour les oiseaux aquatiques; elle servent également à l'agriculture de décrue. La régularisation du débit au barrage de Kékréti éliminera les inondations saisonnières dans la plupart de ces zones. Certaines terres seront sèches en permanence, d'autres serviront à l'agriculture irriguée.

Ces plaines d'inondation se situeront en amont de Kuntaur, là où le lac Balingho s'arrêtera (le lac Balingho recouvrira les plaines d'inondation de Kau-ur à Kuntaur). En amont de Kau-ur, le débit des eaux douces du fleuve pendant la saison des pluies dépasse le flux des marées en aval. Le niveau du fleuve augmente d'un mètre à Georgetown et de plusieurs mètres à Basse; les inondations annuelles recouvrent les plaines d'inondation situées dans les divisions MacCarthy Island et Upper River en Gambie; la superficie inondée est de l'ordre de 46.700 hectares.

L'incidence des projets de gestion de l'eau sur les inondations annuelles en amont de Balingho dépendra de la construction du barrage de Kékréti. Sans le barrage -- c'est-à-dire s'il y avait uniquement le barrage de Balingho -- les inondations annuelles resteront pour ainsi dire inchangées. Avec le barrage de Kékréti, le niveau des crues et leur durée seront considérablement réduites. Les premières inondations de la saison des pluies (juillet et août) seront totalement éliminées. Vers la fin de la saison des pluies, on assistera à quelques inondations suite à l'ouverture des vannes de Kékréti pour évacuer l'eau excédentaire; l'ampleur de ces inondations n'a pas été évaluée. Les apports d'eau en aval du barrage en provenance des rivières Niérikou, Koullountou et Sandougou viendront grossir le débit. La superficie de plaine d'inondation qui sera perdue pour l'agriculture de décrue n'a pas encore été déterminée avec précision.

3.2.5. Modification des berges du fleuve

La régularisation du fleuve et le développement de l'agriculture irriguée entraîneront une modification profonde et définitive des berges du fleuve Gambie. Les périodes d'érosion forte (saison des pluies) et faible (saison sèche) seront remplacées par un niveau d'érosion constant pendant toute l'année. La majeure partie des berges en amont ne seront pas affectées par les inondations annuelles; celles situées entre Kuntaur et Gouloumbou ne seront pas maintenues humides par les inondations dues aux marées. Les systèmes d'irrigation -- stations de pompage, canaux, digues, fossés et canal de colature -- altéreront également les berges. Ces changements vont perturber les habitats environnementaux sur les berges du fleuve et de ses affluents et modifier considérablement leur rôle en tant que mécanisme d'échange d'éléments nutritifs et de matière entre les environnements aquatiques et terrestres.

Les effets de la modification des berges du fleuve et de la perte des plaines d'inondation seront d'ordre environnemental. Une partie de la forêt riveraine sera menacée par l'érosion. La faune et les oiseaux aquatiques vont perdre leur habitat de prédilection. La majeure partie de la végétation des plaines inondées va disparaître et une partie importante des éléments biologiques nutritifs n'iront plus dans le fleuve et les lacs (voir Chapitre 5).

3.2.6. Incidence de l'évaporation et de l'évapotranspiration

Les pertes dues à l'évaporation et à l'évapotranspiration sur les réservoirs, en particulier celui de Balingho, pourraient avoir une incidence considérable. Pendant la saison sèche, ces pertes pourraient entraîner un abaissement du niveau du réservoir de Balingho en dessous du niveau minimum prévu de +1,3 m GD -- probablement entre +0,9 et +0,3 m GD selon que l'eau du réservoir est utilisée ou non aux fins d'irrigation. Les pertes dues à l'évaporation seront augmentées par celles dues à l'évapotranspiration des plantes aquatiques croissant dans les réservoirs et des cultures irriguées, bien que l'ampleur de cette perte soit difficile à mesurer.

D'après l'étude de factibilité RRI, la perte d'eau résultant de l'évaporation et de l'évapotranspiration pourrait signifier que l'ouverture des vannes de Kékréti pendant la saison sèche ne suffit pas à

maintenir le niveau du réservoir de Balingho à +1,3 m GD. Le processus d'évaporation des réservoirs augmentera en outre la concentration des produits chimiques, comme les engrais, qui sont introduits naturellement ou par le biais des projets d'irrigation.

3.2.7. Incidence sur les eaux souterraines

Le maintien du niveau du lac Balingho va accroître le volume des eaux souterraines en élevant le niveau des nappes environnantes qui tombe en-dessous du niveau prévu pour le réservoir (+1,3 m GD) pendant la saison sèche. A Kékréti, le réservoir va augmenter le niveau de la nappe phréatique et inverser le flux des eaux, c'est-à-dire du réservoir vers l'extérieur et non le contraire comme c'est le cas actuellement. Les barrages en Guinée auront un effet similaire sur les eaux souterraines.

Les populations vivant au bord des lacs n'étant pas obligées d'exploiter les eaux souterraines (bien que cela soit recommandé sur le plan de la santé) l'augmentation des ressources en eaux souterraines pour les puits peu profonds constituera quand même un facteur dans la localisation des villages de recasement et, plus généralement, dans l'approvisionnement en eau à usage domestique et aux fins d'arrosage des jardins et d'irrigation des petites parcelles.

3.2.8. Elimination du gradient de salinité

La création d'une barrière anti-sel à Balingho a pour but d'éliminer le gradient de salinité dans l'estuaire du fleuve Gambie. L'estuaire étant par définition la région où les eaux salées se mélangent aux eaux douces, on va donc assister à la disparition de l'estuaire du fleuve Gambie. La portion du fleuve entre Balingho et l'Atlantique va devenir en fait un bras de mer; l'eau située en amont de Balingho ayant perdu, quant à elle, toute trace de salinité. En aval de Balingho, les niveaux de salinité vont augmenter suite à l'évaporation et l'on risque même d'observer près du barrage une hypersalinité -- une teneur en sel supérieure à celle de l'eau de mer.

Cette modification fondamentale du fleuve Gambie va avoir de profondes répercussions sur la biosphère aquatique, comme on le verra plus loin au Chapitre 5. L'habitat des espèces marines va s'étendre au détriment de celui des espèces estuariennes. De surcroît, les routes de

migration depuis l'océan vers les zones de frai et frayères très riches en éléments nutritifs situées en amont de Balingho vont être coupées. Comme expliqué plus loin, les palétuviers seront affectées à la fois par la perte du gradient de salinité en amont de Balingho et l'augmentation de la salinité en aval de Balingho. L'hypersalinité va également perturber la migration des crevettes et, en règle générale, réduire la productivité aquatique de ce qui est actuellement le bas estuaire.

3.2.9. Modification de la charge sédimentaire et de la sédimentation

La régularisation du débit et la diminution des inondations annuelles vont altérer la charge sédimentaire et partant, la répartition des sédiments dans le système fluvial. La charge sédimentaire de la saison des pluies va diminuer; celle de la saison sèche augmenter. Cette situation va se traduire essentiellement par un accroissement de la production aquatique suite à la meilleure pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui aura pour effet de stimuler la photosynthèse. Dans le même temps, le manque de brassage par les marées va favoriser la sédimentation dans les bolons, en particulier ceux des palétuviers. Actuellement, les marées brassent l'eau des bolons et retardent leur comblement par des matières organiques et inorganiques. L'action des marées étant supprimée, les bolons vont se combler de limon et d'autres sédiments. Il en résultera une modification du tracé du lit et des berges ainsi qu'une diminution des échanges de matière entre la terre et l'eau.

La sédimentation aura peu d'effet toutefois sur les réservoirs-mêmes. Le fleuve Gambie transporte une charge relativement faible de sédiments du fait de son fond rocailleux et du faible débit pendant la saison sèche (ne dépassant jamais 50 mg/L dans la section d'eau douce du fleuve). Le ruissellement de l'inondation annuelle ne porte la charge de sédiments en suspension qu'à 100 mg/L. Par conséquent, sur une période de 100 ans, AHT/HHL estime que seulement 0,5 pour cent de la capacité utilisable du réservoir de Kékréti sera perdu du fait de la sédimentation. D'après l'étude RRI, le réservoir de Balingho n'atteindra qu' -9 m GD après 100 ans, niveau environ 10 m en dessous du niveau d'eau le plus bas de sa capacité utilisable. Kouya perdra environ 0,2 pour cent de sa capacité utilisable, Kankakoure 2,1 pour cent et Kogou Foulbe 0,8 pour cent (voir document de travail #53).

La charge élevée de sédiments en suspension pendant la longue période de construction -- jusqu'à cinq ans par barrage -- constitue un effet secondaire temporaire mais sérieux lié aux barrages. Dans les zones situées immédiatement en aval, une bonne partie de la vie et de l'habitat aquatiques va être détruite. Dans une certaine mesure, ce processus sera irréversible, étant donné le nombre d'années durant lequel les charges sédimentaires seront élevées. Les implications de la construction pour les réservoirs en aval ne sont pas encore très claires.

D'autres charges sédimentaires vont également résulter des autres incidences des projets de mise en valeur. Une fois les réservoirs remplis, des collectivités humaines vont apparaître le long des berges; les populations locales vont diminuer la forêt aux fins d'agriculture et de production de combustibles et de matériaux de construction. De nouvelles terres seront aménagées pour l'irrigation et le recasement des populations. Ces différentes activités, y compris le passage des troupeaux, vont directement augmenter la charge sédimentaire dans l'eau et mettre les sols à la merci de l'érosion pendant de nombreuses années.

3.2.10. Incidence des activités humaines sur la qualité de l'eau

L'incidence des activités humaines va également affecter la qualité de l'eau. Avec les habitations humaines vont apparaître les déchets, débris, ordures et autres produits chimiques et matériaux industriels. La navigation et le réseau routier vont susciter d'autres formes de pollution en sus de la présence de débris. Les activités agricoles sous-entendent l'utilisation de certains produits chimiques. L'on assistera à une diminution de la qualité de l'eau à usage domestique ainsi qu'à une dégradation de l'environnement.

Les incidences potentielles des activités d'extraction minière pourraient être les plus sérieuses du moins par endroits. L'acidification extrême de l'eau utilisée pour enlever les détritiques et pompée depuis les mines constitue l'incidence la plus commune. Au vu des caractéristiques des eaux dans le bassin supérieur du fleuve Gambie, il suffit d'une petite quantité d'acide pour faire baisser le pH sous le niveau de 4,0, c'est-à-dire l'extrême limite de tolérance pour la plupart des espèces aquatiques. Une fois acidifiée, l'eau devient une ressource inutile aussi bien pour la faune que pour le poisson, l'irrigation ou la

boisson. La contamination des eaux par les métaux est une autre incidence des activités d'extraction. L'eau acide se combine avec l'aluminium et le fer pour former un composé toxique dangereux pour le poisson comme pour l'être humain.

3.3. Incidences sur l'utilisation des sols et la végétation

Outre les incidences sur les caractéristiques physiques de l'eau et de la terre dans le bassin du fleuve Gambie, les actions de développement vont également modifier l'utilisation des sols et la végétation dans le bassin. Les incidences immédiates résulteront de l'inondation d'une surface importante suite à la montée des eaux des réservoirs. Les incidences ultérieures résulteront du développement de l'agriculture irriguée, laquelle va également modifier l'utilisation des sols et la végétation. De surcroît, d'autres incidences résulteront des activités de construction, en particulier celles liées au développement urbain et régional, et s'inscriront dans le sillage des mesures de développement primaires. L'expansion de l'agriculture irriguée va donc se faire aux dépens d'une partie de la production et du potentiel économiques actuels. (Un potentiel supplémentaire sera toutefois créé par les zones de rabattement.)

3.3.1. Dégradation de la terre dans le bassin du fleuve Gambie

En règle générale, la mise en valeur va accélérer le processus de dégradation du sol en cours dans le bassin du fleuve Gambie. Le bassin a connu une mutation importante sur le plan de l'utilisation des sols et du couvert végétal, passant d'une végétation forestière à une agriculture polyvalente comprenant l'élevage. Cette transformation a été la plus marquée en Gambie et dans certaines parties du Sénégal Oriental bien qu'elle ait également eu lieu dans les régions à forte densité de population du Fouta Djallon en Guinée. La majeure partie de la forêt encore en place a été dégradée suite au débardage, au ramassage du bois de feu, à la mise en pâture du bétail, au défrichage et aux feux de brousse.

En termes environnementaux, la déforestation constitue essentiellement un processus de dégradation de la terre. C'est-à-dire

que, sur le plan des valeurs humaines et socioéconomiques, les changements dans l'utilisation du sol le dégradent. Il en résulte un changement dans les espèces d'arbres et de broussailles prédominantes qui sont moins souhaitables sur le plan commercial mais résistent à l'incendie et à la sécheresse. En outre, il en résulte des sols moins fertiles aux fins d'agriculture. Lorsqu'on élimine le couvert végétal, les éléments nutritifs sont rapidement lessivés, empêchant ainsi la végétation profondément enracinée de restituer les éléments minéraux du sous-sol. Une fois que l'on élimine la végétation, le sol est exposé aux radiations solaires, à des températures de surface très élevées et au processus d'assèchement par les vents secs. Une érosion considérable peut s'ensuivre.

Pendant la saison sèche, l'homme joue un rôle décisif dans le processus de dégradation. Pour créer de nouveaux champs, des pâturages ou des habitations humaines, on abat et on brûle la végétation -- généralement des arbres -- de manière à obtenir des espaces ouverts ou un terrain propice à la croissance d'une végétation de pâture. La plupart des feux ne font l'objet d'aucune surveillance. Sous l'action combinée des vents de l'harmattan et de l'érosion de saison sèche, la végétation naturelle cède souvent la place à un couvert dégradé moins capable de retenir l'eau et plus vulnérable à l'érosion et aux dommages causés par les radiations solaires. Une fois le processus de dégradation amorcé, le sol ne retrouvera pas son couvert original même s'il est laissé au repos pendant une période très longue.

Le processus de dégradation est encore aggravé par l'exploitation intensive du sol aux fins agricoles. C'est surtout le cas lorsqu'on abandonne les pratiques de mise en jachère. Le bassin arachidier du Sine Saloum, dont la partie méridionale se trouve dans le bassin du fleuve Gambie, a tendance à s'étendre vers le Sénégal Oriental. Le sol, qui était de qualité marginale au départ, est épuisé et devenu sujet à une érosion prononcée. La croissance démographique associée aux pressions économiques vont entraîner l'exploitation des terres marginales lors de la mise en valeur du bassin et partant, intensifier le processus de dégradation des sols si des mesures de planification efficaces se sont pas mises en oeuvre.

3.3.2. Utilisation actuelle de la terre et couvert végétal

Pour décrire les effets de la gestion des sols et de l'eau dans le bassin du fleuve Gambie, nous avons établi quatre catégories d'utilisation de la terre et de couvert végétal:

- végétation naturelle
- zones agricoles
- zones urbaines
- autres zones telles que masses d'eau et terres nues ("tannes").

La gestion des sols et de l'eau va élargir les masses d'eau, les zones agricoles et les habitations urbaines au détriment des zones de végétation naturelle. En termes quantitatifs, les incidences sur l'utilisation des sols et la végétation dans l'ensemble du bassin seront relativement minimes. En Gambie, environ 14% de la végétation naturelle disparaîtront. Cependant, en termes qualitatifs, certaines incidences seront importantes.

Le bassin du fleuve Gambie s'étend sur environ 77.380 km² d'après nos calculs. (Il n'a pas été possible de déterminer la superficie exacte du bassin car ce dernier ne cesse de se déplacer dans la région de Ndia et Bakel au Sénégal.) Le bassin se compose de 78% environ de végétation naturelle, 18% de terres cultivées, un peu plus de 4% de masses d'eau, de marécages et de terres nues et moins de 1% de zones urbaines (Figure 3.8.). La végétation naturelle se compose de 74% (58.000 km²) de forêt d'arbres divers et la majorité des 13.600 km² de terres cultivées relèvent de l'agriculture pluviale (Tableau 3.3.).

L'utilisation de la terre et le couvert végétal varient cependant d'un pays à l'autre (Figure 3.9.). La Gambie possède une superficie cultivée plus importante (36,5%) et moins de végétation naturelle (44%). Au Sénégal (la partie située dans le bassin) la végétation naturelle occupe plus de 80% et 17% seulement des terres sont cultivées. La Guinée se compose presque essentiellement de végétation naturelle (92%).

3.3.3. Terres recouvertes par les réservoirs

Les cinq réservoirs vont inonder 1.216 km² de terre (Tableau 3.4.). L'ampleur de ces inondations variera toutefois considérablement d'un endroit à l'autre. Le réservoir de Balingho va recouvrir trois

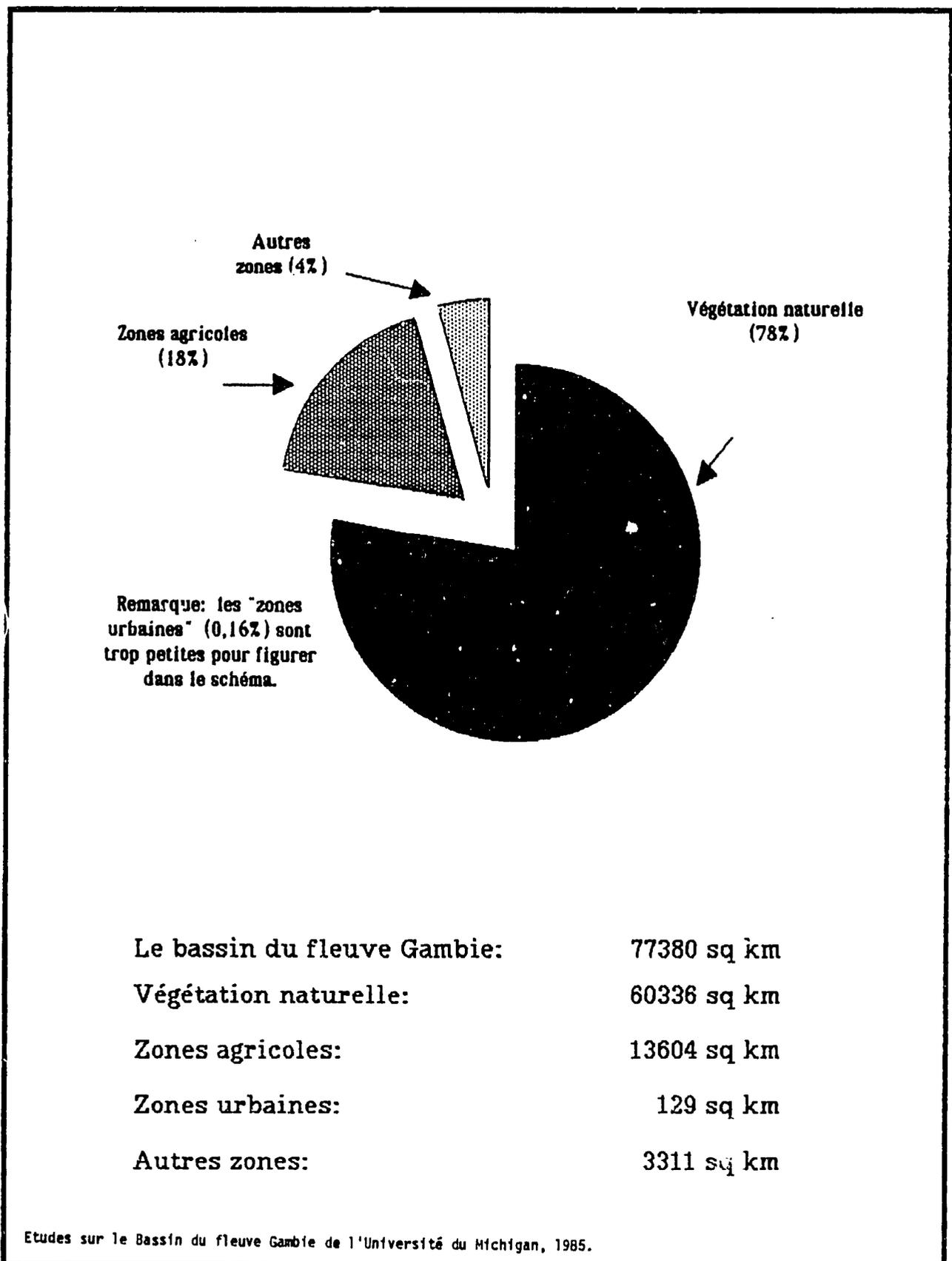


Figure 3.8. Utilisation des sols et couvert végétal dans le bassin du fleuve Gambie

Tableau 3.3. Utilisation actuelle des sols et du couvert végétal dans le bassin du fleuve Gambie

	Surface (km ²)	Pour cent
1. Végétation naturelle		77,98
Plantations, etc	8,4	0,01
Forêt dense	13173,0	17,02
Forêt clairsemée	42624,3	55,09
Forêt riveraine	1298,7	1,68
Herbes de savane	2610,2	3,37
Mangroves	623,6	
2. Zones agricoles		17,58
Irriguées	19,3	0,02
Pluviales	13340,2	17,24
Mzécageuses	224,3	0,32
3. Zones urbaines		0,16
Importantes (>40 ha)	109,3	0,14
Secondaires (<40 ha)	19,3	0,02
4. Autres zones		4,28
Eaux	1060,8	1,37
Marais	1594,4	2,06
Tannes	90,0	0,12
Terres nues, affleurements	585,8	0,73
TOTAL	77,379,6	100,00

Définitions:

Forêt dense ou fermée: zone couverte d'arbres qui, vue du ciel, présente un couvert de plus de 50 pour cent. Elle se compose en majeure partie d'arbres de plus de cinq mètres de haut.

Forêt clairsemée et savane boisée: zone couverte d'arbres et d'arbustes présentant un couvert de moins de 50 pour cent permettant ainsi la pénétration des rayons du soleil et partant, la croissance d'herbes et de plantes herbacées.

Forêt riveraine: arbres, arbustes et plantes herbacées formant des bandes étroites le long des cours d'eau et bénéficiant d'un approvisionnement en eau pendant toute l'année, le couvert peut dépasser 75 pour cent.

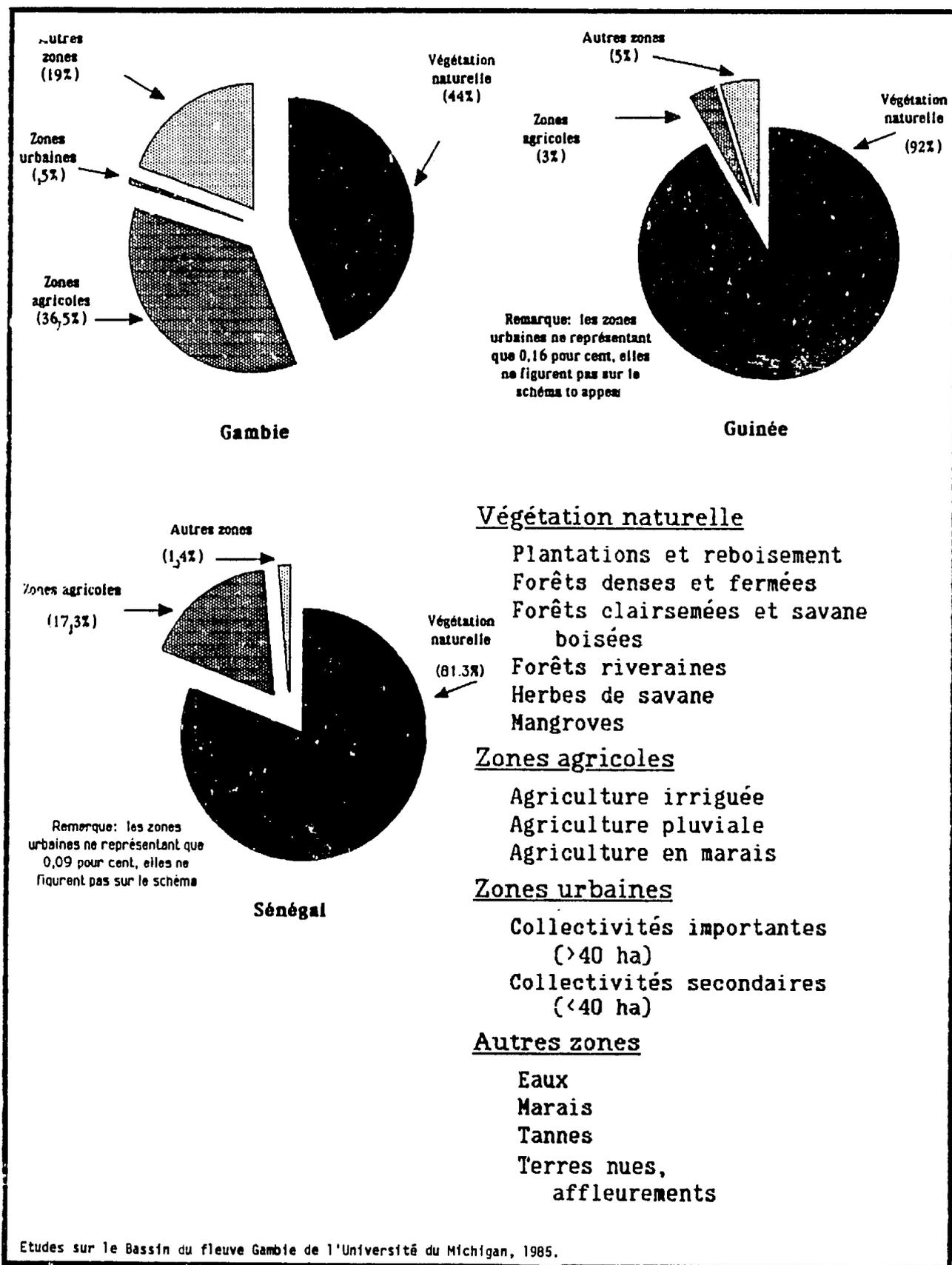


Figure 3.9. Utilisation des sols et du couvert végétal dans les pays situés dans le bassin du fleuve Gambie

**Tableau 3.4. Terres et couvert végétal inondés par
les réservoirs**

Catégorie	Superficie (km ²)			Total
	Balingho réservoir	Kékréti réservoir	Guinée réservoirs	
1. Végétation naturelle				
1.1. Plantation et reboisement				
1.2. Forêt dense et clairsemée		91	140,9	231,9
1.3. Forêt clairsemée et savane boisée		172	18,8	190,8
1.4. Forêt riveraine	1,7	47	0,7	49,4
1.5. Herbes de savane		3		3,0
1.6. Mangrove	79,3			79,3
2. Zone agricole				
2.1. Agriculture irriguée				
2.2. Agriculture pluviale		21	1,4	22,4
2.3. Agriculture en marais	110,0			110,0
4. Autres zones				
4.1. Eaux	94,2			94,2
4.2. Marais	405,5			405,5
4.3. Tannes	25,3			25,3
4.4. Terres nues, affleurements		4	0,5	4,5
Superficie totale inondée (km²)	716	336	162,3	1216,3

Remarque: les zones urbaines (3) ne sont pas incluses car l'échelle
de la carte ne permet pas de les localiser.

types de terres: 79 km² de palétuviers, 110 km² de marécages cultivés et 405 km² de marais. Le réservoir de Kékréti recouvrira principalement plusieurs types de forêt (310 km²). Les réservoirs de Guinée recouvriront de la forêt dense (141 km²). Il apparaît donc que la montée des eaux dans les réservoirs va réduire les zones forestières du bassin, de même que les terres marécageuses et l'agriculture de marais en Gambie

Il est difficile de délimiter avec précision le tracé du réservoir de Balingho sans carte hypsométrique à intervalles de 0,1 m car tout se joue au centimètre près. Nous partons de l'hypothèse que la plaine d'inondation, ou plaine alluviale, sera recouverte par le lac artificiel jusqu'en amont de Kuntaur (km 251 du fleuve). En ce qui concerne les objectifs de la mise en valeur, la perte de quelque 11.000 ha (110 km²) de riz aquatique est extrêmement importante. Ce chiffre représente 45% de la production totale de riz aquatique dans le bassin et 49% de la production gambienne. La disparition d'autres zones marécageuses signifie la perte d'importants pâturages de saison sèche.

Avec la construction du barrage de Balingho, ce sont 12% des palétuviers actuelles situées le long du fleuve et des bolons qui vont disparaître. Les écosystèmes de forêts de palétuviers font partie intégrale et constituent un élément important des zones estuariennes actuelles du fleuve Gambie. Leur productivité biologique élevée est la source de la richesse et de la variété de la faune de l'estuaire. En outre ils fournissent des éléments nutritifs à l'environnement océanique le long du rivage près de l'embouchure du fleuve Gambie.

La productivité biologique primaire provenant des forêts de palétuviers dépasse celle de l'estuaire-même par un facteur de 10. Cette productivité est déversée du sol des forêts de palétuviers dans les petits bolons bordés de palétuviers et dans le lit principal du fleuve. Une fois dans l'eau chaude, les détritiques de palétuviers se décomposent rapidement, enrichissant ainsi les eaux estuariennes d'éléments nutritifs à la fois organiques et inorganiques. L'action de la marée maintient ces détritiques en suspension dans la colonne d'eau tout en étant légèrement déportés en aval par le débit. De nombreux organismes se nourrissent de cette source abondante d'éléments nutritifs sur la section s'étendant du

km 175 à l'embouchure du fleuve. Ils constituent la base alimentaire qui alimente les pêches côtière et estuarienne.

Les écosystèmes de palétuvier sont également d'une importance vitale parce que les eaux dormantes riches des bolons et les racines imbriquées des palétuviers sont propices au frai de nombreux poissons et crustacés. En conséquence, beaucoup d'espèces de poissons et de crustacés rencontrées dans le fleuve Gambie et près de l'estuaire se reproduisent dans l'estuaire. L'incidence de la perte d'une partie considérable des forêts de palétuviers (et de l'interruption des voies de migration par la construction du barrage de Balingho, examinée dans le Chapitre 6) sera importante à la fois sur le plan environnemental et sur le plan économique.

Une autre incidence du barrage de Balingho pourrait être l'apparition de sols sulfaté-acides. Lorsque le barrage aura éliminé l'influence des marées en amont de Balingho, une partie des marais va s'assécher. Etant donné la nature sulfurique des sols de la région, ils risquent de devenir extrêmement acides, auquel cas le sol ne pourra supporter aucune végétation, cultures comprises, pendant plusieurs années. Les études sur ce sujet n'ont pas encore permis de dégager des conclusions définitives mais dans la mesure où des sols sulfaté-acides apparaissent, le potentiel agricole sera diminué. D'autres études suggèrent que l'acidité des sols pourrait rendre l'eau des réservoirs acide et menacer ainsi la vie aquatique. Notre analyse montre cependant que le volume du réservoir et la capacité d'absorption de l'eau rendront cette incidence peu probable.

Le lac Kékréti recouvrira principalement de la végétation naturelle, notamment une partie du parc de Niokolo-Koba. Cette perte de 77 km² de parc ne représente en fait qu'un peu moins de 0,1% de la superficie totale du parc (9.000 km²). La disparition de 47 km² de forêt riveraine est regrettable car celle-ci, en particulier le long des rivières Tiokoye et Diarha, est un des derniers vestiges de la végétation initiale du bassin. Le lac Kékréti inondera beaucoup moins de terres arables que celui de Balingho mais les 21 km² de terres en cultures pluviales figurent parmi les sols les plus fertiles de la région. Une fois ces terres alluviales submergées, il ne restera que des terres rocailleuses pour l'agriculture. Une telle perte va compliquer la planification des opérations de recasement (voir Chapitre 6).

En Gambie, la perte des terres marécageuses cultivées sous le lac Balingho va être aggravée par d'autres pertes dues aux deux barrages de Balingho et de Kékréti. Outre les rizières aquatiques qui seront submergées en amont de Balingho, une partie du riz aquatique de marée sera perdue en aval entre Balingho et Tendaba. Au moins 600 ha de rizières disparaîtront suite à l'amplification des marées (certaines estimations sont plus élevées). En amont de Kuntaur, une partie du riz de marée de saison sèche, le long du fleuve Gambie et de quelques affluents, sera perdue. L'ampleur de cette perte ne peut être déterminée sans cartes hypsométriques plus précises que celles actuellement disponibles. En outre, le long de la rivière Sandougou et ailleurs, l'atténuation voire l'élimination des inondations pendant la saison des pluies, par la construction du barrage de Kékréti, va entraîner la perte d'une partie des rizières de décrue. (L'ampleur de cette perte ne peut être déterminée tant que des informations hydrologiques supplémentaires et des cartes hypsométriques à petite échelle ne sont pas disponibles.)

3.3.4. Terres affectées par les activités de construction

La construction des barrages aura une incidence limitée quoique considérable sur les alentours des barrages. L'incidence directe des activités de construction sur les terres et le couvert végétal peut être mesurée. Les incidences indirectes liées à la présence de milliers d'ouvriers seront également importantes mais elles ne relèveront que de conjectures basées sur les extrapolations établies par rapport aux autres barrages africains.

Les activités de construction vont entraîner la perte de 27 km² de terres actuellement exploitées et de végétation en plus des pertes imputables à la montée des eaux dans les réservoirs (Tableau 3.5.). L'élément le plus important sera la perte de 22 km² environ de forêt dense et clairsemée, principalement au Sénégal et en Guinée. Près de 3 km² de cultures disparaîtront dont 2 km² en Gambie.

Ces pertes seront le fait des différentes activités de construction, notamment l'utilisation des chantiers, la construction des routes d'accès et de desserte pour le transport des matériaux et de l'équipement jusqu'aux sites, les excavations pour les terres de remblai, les travaux de défrichage pour l'installation des lignes de transmission et la

Tableau 3.5. Terres et couvert végétal perdus à la suite des travaux de construction (km²)

	Balingho	Kékréti	Guinée*	Total
Forêt dense		6,00	12,02	18,02
Forêt clairsemée	0,22	1,23	2,36	3,81
Forêt riveraine		0,62	0,33	0,95
Savane			0,02	0,02
Mangrove	0,15			0,15
Agriculture pluviale	1,70	0,83	0,17	2,70
Riz aquatique	0,30			0,30
Affleurement		1,00	1,25	1,25
Total (km²)	2,37	8,68	16,15	27,20

* Suppose une route de desserte entre Kogou Foulbe et Younkounkoun.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

construction des campements. Il est possible d'estimer la superficie requise sur la base des barrages envisagés et des expériences en matière de construction de barrages. La superficie totale requise devrait être de l'ordre de 27 km², ce qui n'est pas beaucoup en comparaison des quelque 1.200 km² que recouvriront les réservoirs.

Les activités de construction auront également des incidences indirectes bien que difficiles à mesurer. Une des incidences importantes sera l'effet de la main-d'oeuvre sur les alentours des chantiers. Les campements vont compter jusqu'à 2.000 personnes, sauf peut-être à Balingho où les ouvriers peuvent être logés dans les villages avoisinants (mais même dans ce cas, la présence des ouvriers aura une incidence). Ces personnes ne vont pas manquer de dégrader la forêt environnante en coupant du bois de feu et de construction, et en pratiquant l'élevage et l'agriculture à petite échelle en particulier sur les sites en Guinée où elles devront défricher la terre pour faire pousser leurs cultures de subsistance. Ces mêmes personnes se livreront également à la chasse et au braconnage, deux activités aggravant un peu plus l'incidence des populations humaines sur la faune du bassin. Enfin, il faut s'attendre à voir l'environnement pollué par les débris et les déchets organiques. (Les problèmes de santé publique, présents eux aussi, seront abordés dans le Chapitre 6.)

Une incidence secondaire résultera de l'amélioration des routes pour les travaux de construction du barrage. Plusieurs centaines de kilomètres de routes améliorées seront nécessaires; il s'agira en partie de routes nouvelles, en partie de routes rénovées. L'accès et le mouvement des populations en sera donc facilité. Associé au trafic constant en direction et en provenance des chantiers, ainsi qu'aux mouvements temporaires et aux afflux de populations aux alentours des sites, l'amélioration des transports va intensifier la dégradation des terres par les populations avoisinantes des barrages.

3.3.5. Terres requises pour le recasement

La superficie requise pour réinstaller les populations expropriées suite à la création des réservoirs pourrait être considérable. L'incidence des activités dans ce domaine sera plus importante que celle des activités de construction. L'ampleur de cette incidence ne peut être

évaluée que grossièrement en raison des incertitudes quant au nombre exact de personnes à déplacer et à la méthode qui sera utilisée. Il n'en reste pas moins que des terres seront nécessaires pour la création des nouveaux villages et pour leurs besoins en agriculture et en élevage.

La superficie totale requise aux fins de recasement pourrait osciller entre 200 km² et 400 km², voire plus, si l'on ne tient pas compte de Balingho. La majeure partie des terres proviendrait du défrichage de la forêt.

L'ampleur de cette incidence est particulièrement bien illustrée par la réinstallation aux abords de Kékréti, laquelle nécessitera entre 170 et 380 km² de terres. D'après nos estimations, 8.000 à 18.000 personnes devront être réinstallées. Ce chiffre comprend à la fois les personnes dont la maison sera submergée et celles dont les champs disparaîtront. Pour un minimum de 8.000 personnes à réinstaller, il faut au moins 12.000 ha (120 km²) de terres de culture (en comptant 1,5 ha par personne) auxquels s'ajoutent 50 km² de terres pour le village lui-même. En comptant un animal pour deux personnes, on devra donc disposer de pâturages pour 4.000 têtes de bétail.

Les impératifs de réinstallation en Gambie et en Guinée sont moins connus. Le réservoir de Balingho se situera dans une région beaucoup plus peuplée que celle de Kékréti. Sur la base de la croissance démographique actuelle, plus de 100.000 personnes pourraient être trouvées dans un rayon de quelques kilomètres des plaines alluviales devant disparaître avec le remplissage du réservoir. Nombre de personnes, voire des villages entiers, pourraient ainsi perdre une superficie de terres agricoles considérable et devront donc être déplacées. Dans notre analyse économique, nous nous fondons sur un chiffre de 15.000 personnes devant être réinstallées. Même si une partie de ces personnes est réinstallée dans les zones d'irrigation devant être créées en aval de Kékréti, la construction des villages et l'aménagement des terres pour les cultures pluviales impliquera la disparition d'une partie de la forêt. Contrairement, les barrages de Guinée se trouvent dans des régions très peu peuplées. Il n'en reste pas moins que mille personnes devront être déplacées dans des circonstances fort proches de celles qui prévaleront à Kékréti. On prévoit déjà que 20 km² de forêt au moins seront sacrifiées.

3.3.6. Terres requises pour l'agriculture

La construction des barrages et le remplissage des réservoirs auront l'incidence la plus immédiate et la plus visible sur l'utilisation des sols et le couvert végétal dans le bassin, mais les incidences les plus profondes à long terme résulteront du développement de l'agriculture irriguée. Les plans actuels de développement prévoient une augmentation de la production agricole, mais un fort pourcentage de celle-ci proviendra de la mise en valeur de nouvelles terres plutôt que de l'amélioration de la production des terres existantes.

Le développement de l'agriculture irriguée exigera le défrichage d'environ 300 km² de forêt: 150 km² au Sénégal, 100 km² en Gambie et 50 km² en Guinée. Les plans actuels prévoient l'aménagement de quelque 85.000 ha de terres irriguées (Tableau 3.6.). Sur l'ensemble des terres identifiées par Land Reclamation and Development Consultants (LRDC) en Gambie comme aptes à l'irrigation, 43% sont actuellement cultivées, 36% sont constituées de marais et 20% de forêt (Tableau 3.7.), chiffres basés sur nos estimations. Pour tout le bassin, cela donne en superficie 280 à 320 km² de terres actuellement cultivées, 230 à 270 km² de marais et 130 à 150 km² de forêt. La presque totalité des terres retenues pour l'irrigation en Guinée sont actuellement recouvertes par la forêt. Cela donne un maximum de 300 km² de forêt et de 270 km² de marais à mettre en valeur pour l'agriculture.

Le processus général de dégradation des terres actuellement amorcé dans le bassin va s'accroître avec les incidences des actions de développement agricole. La mise en œuvre des projets d'irrigation dans les régions peu peuplées de Gambie (division Upper River), du Sénégal et de Guinée va nécessiter l'apport d'une main-d'œuvre pour aider les populations locales. Il faudra consacrer plus de terres aux implantations humaines. A mesure que la population va croître, et avec elle la superficie cultivée, il faudra prévoir de nouveaux pâturages et d'autres terres encore. Les terres "non réclamées" destinées à l'agriculture comme la savane boisée ou la forêt clairsemée, ont toujours servi jusqu'ici comme de pâturage, de réserve de bois ou de terrain de chasse pour les populations locales. Avec les projets d'irrigation actuels, les gardiens de troupeaux ont perdu beaucoup de terres, le

Tableau 3.6. Développement proposé de l'agriculture irriguée (net ha)

Gambie	53.500 ha
Sénégal	16.500 ha
Guinée	15.000 ha*
Total	85.000 ha

* Cette estimation se fonde sur des études préliminaires et pourrait donc dépasser la superficie nette exprimée en hectares.

Remarque: L'étude de faisabilité du réservoir de Kékréti présente des estimations légèrement plus élevées en ce qui concerne le potentiel d'agriculture irriguée et un pourcentage moindre de ce potentiel en Gambie.

Source: OMVG Draft Indicative Plan.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Tableau 3.7. Terres actuellement exploitées devant être irriguées

Superficie agricole actuelle*	30.100 ha	43%
Marais	25.200 ha	36%
Forêt	14.000 ha	20%
Tannes	700 ha	1%
Superficie totale devant être irriguée	70.000 ha	

* Pourcentage basé sur la localisation des 30.000 hectares les plus adéquats en Gambie d'après LRDC. Moyennant un développement de l'irrigation sur 70.000 hectares en Gambie et au Sénégal, ce pourcentage sera inférieur étant donné la densité de population plus faible dans les régions du Sénégal oriental retenues pour l'agriculture irriguée. Aussi, la proportion de terres actuellement cultivées sur ces 70.000 ha varie en fonction de ces pourcentages.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

bétail étant passé au second plan dans la conception des périmètres. La stimulation de l'élevage figurant également parmi les objectifs complémentaires de la mise en valeur, les conflits d'intérêt entre gardiens de troupeaux et exploitants agricoles, et entre cultures et pâturages ne peuvent être résolus qu'en exploitant et en dégradant plus encore les forêts, bien que certains compromis soient possibles notamment par l'irrigation des cultures fourragères et en utilisant les zones de rabattement comme pâturages.

3.3.7. Terres requises pour le développement urbain et régional

Les actions de développement primaires dans le bassin du fleuve Gambie seront accompagnées d'un développement urbain et socioéconomique bien plus important que celui initialement prévu. Ce développement débutera avec les activités de construction, s'étendra avec le recasement des populations et l'immigration vers les zones de développement et se poursuivra par des activités de développement continues. Au vu de la croissance démographique, les projets de développement ont tendance à créer des infrastructures socioéconomiques de taille: service de vulgarisation agricole, installations de stockage et de commercialisation, transports, etc. Même le Fouta Djallon ne pourra échapper à cette tendance. Les barrages de Kouya, Kankakoure et Kogou Foulbe intensifieront la colonisation de cette région qui pourtant est censée être protégée car formant la source des fleuves Sénégal et Niger ainsi que celle du fleuve Gambie. L'incidence cumulative de la mise en valeur du fleuve Gambie sur l'utilisation de la terre et le couvert végétal dépassera donc très certainement celle pouvant être quantifiée en termes d'effets mesurables des projets de barrage et d'irrigation. Le processus de dégradation du sol, évalué sous l'angle environnemental, sera accéléré par les effets ultérieurs des projets de développement qu'ils aient été planifiés ou considérés comme inévitables.

3.4. Incidences sur la production socioéconomique

Les pertes potentielles en terres agricoles et en ressources naturelles résultant de la construction des barrages, de la montée des eaux des réservoirs et du défrichement des sites de construction peuvent

être mesurées dans une certaine mesure. La production annuelle de riz aquatique équivalant à 19.000 tonnes, dont la presque totalité en Gambie, semble menacée par la disparition, principalement à cause de l'inondation, de quelque 17.000 hectares de rizières actuellement cultivées. Ce chiffre, comme d'autres encore, constituent des estimations minimales auxquelles ne manqueront pas de s'ajouter d'autres pertes non mesurables. Les incidences du recasement et des autres volets du développement régional et urbain devront être prises en compte dans notre analyse finale même si elles n'ont pas toutes été retenues dans l'analyse coûts/avantages. La perte de production rizicole finira (dans une dizaine d'années) par être compensée par la production du riz irrigué grâce au barrage de Kékréti.

3.4.1. Perte de l'agriculture à cause du développement

Sur le plan agricole, la mise en valeur du bassin sous-entend la disparition de quelque 17.000 hectares de cultures (Tableau 3.8.). (Du fait du manque de précipitations, les cultures actuelles et par conséquent les pertes éventuelles, pourraient être inférieures à nos estimations qui reposent sur des données d'années antérieures.) Comme indiqué plus haut, près de 11.000 hectares de riz aquatique seront submergés par les eaux de Balingho. (Nos estimations se fondent sur l'analyse des images Landsat de 1981 à 1983; les chiffres de perte établis par le Projet forestier germano-gambien sont plus élevés comme il a été mentionné dans le rapport Développement rural.) De surcroît, nous envisageons la perte de quelque 3.500 hectares supplémentaires de riz aquatique en amont du réservoir, suite à l'élimination de l'influence des marées et à l'atténuation des inondations annuelles. Celle-ci réduira la superficie des cultures de décrue. On pourrait assister à la disparition de 50% des 4.750 hectares de riz aquatique de marée le long du fleuve Gambie entre Kuntaur et Bansang et d'au moins 25% des 5.000 hectares de riz aquatique de marée et de décrue le long de la Sandougou. En aval de Balingho, environ 600 de plus de 1.900 hectares de riz aquatique seront perdus suite à l'amplification des marées. Le réservoir de Kékréti inondera 2.200 hectares de terres actuellement exploitées, et celui de Kogou Foulbe 160 hectares.

Tableau 3.8. Pertes agricoles résultant de la mise en valeur

		Balingho aval*	Balingho réservoir	Balingho amont**	Kékréti amont***	Kogou Foulbé	Total
Pertes de terres (ha)		600	11,000	3500	2200	160	17,460 ha
Pertes de production (tonnes)****	riz maïs	480	13,200	4200	1600 1300	non estimé	19,180 tonnes 1,300 tonnes

* 30 pour cent de la production actuelle perdus à la suite de l'amplification des marées.

** Entre 25 et 50 pour cent de la production actuelle perdus à la suite de l'absence de marées et de l'atténuation des inondations.

*** Comprend les activités de construction sur le site.

**** Pour la Gambie, production rizicole est 8 tonnes/hectare en aval de Balingho et 1,2 tonne/hectare en amont de Balingho.

Remarque: Une partie de la production d'arachides (190 tonnes) et de riz (40 tonnes) sera perdue suite aux travaux de construction à Balingho.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Dans la mesure où ces 17.000 hectares de cultures disparaissent, la perte annuelle de production de riz aquatique sera de l'ordre de 19.000 tonnes de paddy. En se fondant sur des estimations conservatrices de production de 0,8 tonne/ha en aval de Balingho et de 1,2 tonne/ha en amont de Balingho (les estimations de la FAO oscillent entre 0,8 et 2,0 tonnes/ha), le réservoir entraînera la perte de quelque 13.200 tonnes de paddy; en plus 4.200 tonnes seront perdues en amont et 480 en aval. Les pertes au barrage de Kékréti seront de 1.600 tonnes de riz paddy et de 1.300 tonnes de maïs.

3.4.2. Incidences des autres scénarios sur la production rizicole

Les incidences à long terme du développement de la riziculture aquatique en Gambie dépendent dans une large mesure du scénario de développement retenu. Le concept d'un projet conjoint Balingho-Kékréti entraînerait une perte considérable de production rizicole pendant les premières huit à dix années. La construction du seul barrage de Kékréti aura une incidence moins forte sur les chiffres de perte car les zones marécageuses importantes ne seraient pas inondées. Après 10 ans, ce scénario pourrait susciter une augmentation nette considérable de la production rizicole, en assumant que la pénétration de la langue salée est contrôlée (comme il est examiné dans le Chapitre 2). Ces conclusions risquent néanmoins d'être modifiées dès que l'effet de la régulation du débit sur l'agriculture de décrue sera déterminé.

Le scénario de base prévoit la construction simultanée de Balingho et de Kékréti et le développement de l'agriculture irriguée au rythme lent de 30.000 hectares en cinquante ans (la proposition de LRDC) avec une intensité culturale de 1,2 à 1,8. Dans ce cas, il faudrait au minimum 8 à 10 ans pour que la perte de production due à la construction du barrage de Balingho soit compensée par le développement de l'agriculture irriguée (Figure 3.10.).

Le barrage de Balingho va donc entraîner la perte de 18.000 tonnes de riz pendant l'année où le réservoir se remplira et où l'agriculture irriguée fera ses débuts. Ce chiffre peut sembler conservateur. Outre cette perte de 18.000 tonnes due à la montée des eaux, pendant les dix premières années, une partie des cultures pluviales seront également perdues en raison du développement de l'agriculture irriguée. En

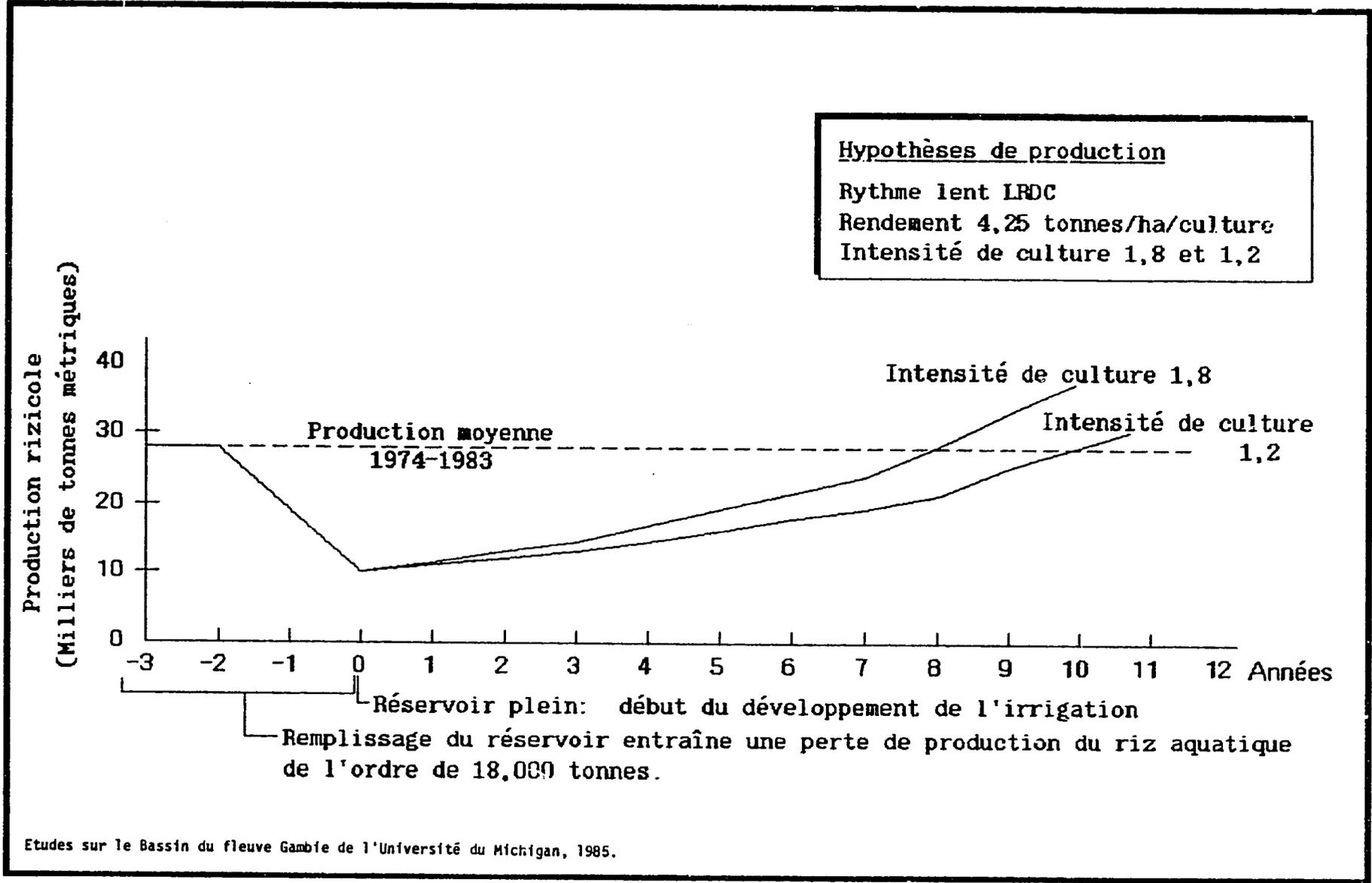


Figure 3.10. Incidence du réservoir de Balingho sur la production rizicole suite au développement de l'irrigation

admettant, comme nous l'avons fait, que 43% des terres devant être irriguées sont actuellement exploitées, une perte supplémentaire de l'ordre de 1.000 tonnes par an semble tout à fait possible. (Ces estimations reposent sur la production moyenne de 1974 à 1983; actuellement, la production est en dessous de la moyenne à cause du manque de précipitations. Il n'est donc pas possible de prévoir avec précision les pertes futures. La production totale de riz paddy en Gambie entre 1974 et 1983 allait de 15.000 à 43.000 tonnes selon les données fournies par la PPMU-Cellule de planification du Ministère gambien de l'agriculture. La production moyenne était de 28.000 tonnes par an pendant cette période.)

L'irrigation sera développée au rythme de 200 hectares par an pendant les trois premières années, puis de 300 hectares par an pendant les trois années suivantes et ensuite de 600 hectares par an jusqu'à aménagement complet des 30.000 hectares. Pendant les dix premières années, 3.900 hectares seront aménagés pour l'irrigation avec un rendement oscillant entre 5,1 et 7,65 tonnes par hectare et par an. Le rendement de ces 3.900 hectares d'irrigation permettra de compenser la perte initiale de production due aux inondations. Le développement ultérieur de l'irrigation résultera en un gain de production net en Gambie.

Un scénario alternatif réside dans la construction du barrage de Kékréti et le développement de l'agriculture irriguée (en Gambie) au rythme lent proposé par LRDC, la construction du barrage de Balingho étant retardée sine die jusqu'à ce que l'agriculture irriguée permette de compenser les pertes futures de riz aquatique suite à la construction du barrage. Avec ce scénario, la production actuelle de riz aquatique sera graduellement augmentée de celle du riz irrigué. (De surcroît, comme indiqué dans le projet de Plan indicatif de l'OMVG, jusqu'à 8.000 hectares de terres non acides et à faible teneur en sel pourraient être récupérés grâce à la régularisation du débit à Kékréti. Une telle mise en valeur permettrait d'augmenter la production pendant les premières années du développement de l'irrigation. Toutefois, au fur et à mesure que l'eau sera détournée aux fins d'irrigation, la langue de sel remontera le cours du fleuve et finira par atteindre Kau-ur lorsque l'irrigation aura été entièrement développée.)

Les incidences des deux scénarios sur la production rizicole en Gambie sont fondamentalement différentes. Avec Balingho (et Kékréti éventuellement) il faudra entre huit et dix ans pour compenser la perte de production due aux inondations (c'est-à-dire pour atteindre le niveau actuel de production de riz paddy, soit 28.000 tonnes). Avec le seul barrage de Kékréti, il est possible d'obtenir un gain de production rizicole net dès le remplissage du réservoir.

La construction du seul barrage de Kékréti évitera en grande partie, sinon totalement, les pertes de production rizicole résultant de la construction de Balingho. (Cette incertitude s'explique par le fait qu'à l'heure actuelle, l'incidence de la régularisation du débit à Kékréti sur l'agriculture de décrue demeure inconnue.) Avec Kékréti, la récupération de terres non acides, l'édification de diguettes et le développement partiel de l'irrigation pourrait débiter directement. Le contrôle de la langue de sel pourra également aboutir à certaines améliorations dans l'agriculture de marée et de décrue. (A mesure que de plus en plus d'eau est utilisée pour l'irrigation, la langue de sel reculera de moins en moins. Ceci signifie qu'une part de la production rizicole existante sera perdue. Ce choix nécessite une enquête.) Bien que ces avantages ne se concrétiseront pas avant que le réservoir ne soit complètement rempli, le résultat net sera positif. Kékréti pourra générer d'importants gains sur le plan de l'agriculture même sans investir dans l'irrigation, bien que ces gains ne puissent pas encore être déterminés avec précision.

Avec le seul barrage de Kékréti, toute production irriguée viendra donc s'ajouter à la production existante sauf dans les cas où l'agriculture irriguée a lieu sur des terres actuellement cultivées. En se basant sur le rythme lent d'expansion de l'irrigation proposé par LRDC, en l'espace de dix ans 3.900 hectares de cultures irriguées auront été aménagés. Ces terres pourraient produire, selon l'intensité de culture retenue, entre 20.000 et 30.000 tonnes de riz paddy supplémentaires. Etant donné la production actuelle de 28.000 tonnes, avec le seul barrage de Kékréti on obtiendrait après une dizaine d'années une production nationale de l'ordre de 48.000 à 58.000 tonnes. En y ajoutant le barrage de Balingho, cette production n'atteindra que 28.000 tonnes après 10 ans.

3.4.3. Pertes en ressources naturelles

Outre les pertes de production agricole, d'importantes quantités de bois d'oeuvre, de bois de feu et d'autres ressources encore seront perdues suite à la montée des eaux dans les réservoirs et au défrichage des chantiers de construction (Tableau 3.9.). Selon toute vraisemblance, une partie du bois de feu sera recueillie par les ouvriers et les populations locales. La majeure partie du bois de feu et du bois d'oeuvre ne sera toutefois pas accessible à des fins commerciales. La perte estimée sera une perte unique. Si une production soutenue résultant de la gestion forestière était possible, la perte de la production éventuelle au cours des ans serait beaucoup plus grande. Bien qu'une partie du bois d'oeuvre et du bois de feu devant disparaître puisse être exploitée, les économies réalisables ne sont pas considérables. Les scieries se trouvent à plus de 120 km des forêts de palétuviers (lesquelles se compose d'un important volume de bois d'oeuvre) et les frais de transport risquent donc d'être prohibitifs. Il en fait aucun doute que les populations locales récupéreront une partie du bois sur les cinq sites de barrage, en particulier celui qui sera disponible pendant plusieurs années dans les zones de rabattement.

3.5. Incidences sur la faune

L'incidence des actions de développement sur la faune sera moins directe que sur la végétation du bassin. La perte de végétation signifie la perte de l'habitat pour la faune et partant, la diminution du nombre de certains animaux. Les réservoirs-mêmes, pourtant, fourniront de l'eau pendant toute l'année, améliorant ainsi les conditions de la faune. En général, les incidences inévitables des projets de mise en valeur sur la faune, telles la construction des barrages et l'inondation d'une superficie importante, ne sera pas très grave globalement parlant. A l'instar de la dégradation des ressources forestières, les incidences les plus graves sur la faune seront le fait de l'homme. La faune dans la région d'un barrage sera plus menacée par les activités des 2.000 ouvriers du campement et de leurs familles que par la montée des eaux du réservoir.

Tableau 3.9. Pertes de ressources naturelles suite à la construction des barrages et à la création des réservoirs

	Bois d'oeuvre (m ³)	Bois de feu (m ³)	Autres produits
Réservoir de Balingho	874.000	380.000	Fruits sauvages, matériaux de construction, pâturages, chaume et clôtures, nourriture et habitat de la faune
Construction de Balingho	1.900	1.700	
Réservoir de Kékréti	425.000	2.080.000	Fruits sauvages, matériaux de construction, bambou, pâturages, nourriture et habitat de la faune
Construction de Kékréti	16.000	68.000	Bambou, pâturages, chaume et clôture
Réservoirs en Guinée	84.000	522.000	Fruits sauvages, matériaux de construction, pâturages, nourriture et habitat de la faune
Construction en Guinée	9.900	55.000	Fruits sauvages, matériaux de construction, pâturages, bambou, nourriture et habitat de la faune

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

L'abondance et la diversité de la faune augmente à mesure qu'on remonte le fleuve depuis l'embouchure du fleuve Gambie jusqu'au Fouta Djallon. C'est un phénomène qui s'explique bien évidemment par la densité de population, laquelle connaît un processus inverse, et par la chasse sauf pour les animaux du parc de Niokolo-Koba qui sont protégés. Plusieurs grands mammifères autrefois communs ont pour ainsi dire disparus. La girafe ne se rencontre plus, le lamantin est rare, l'éléphant survit uniquement dans le parc, le lion et la panthère se font rares, et l'éland ne se trouve que dans le parc. Même la Guinée a perdu la majeure partie de ses grands mammifères. Bon nombre d'hippopotames vivent dans le parc mais on estime qu'environ 500 se trouvent le long des berges du fleuve Gambie dans les trois pays. A l'instar des espèces plus grandes, la chimpanzé est devenu un animal menacé dans le bassin.

Les incidences sur la faune seront fonction de l'habitat. A Balingho, les incidences négatives concerneront essentiellement le lamantin et le sitatounga. Kékréti ne devrait pas affecter la faune outre mesure parce que l'on compte minimiser les incidences sur le parc de Niokolo-Koba. Peu d'animaux seront forcés de partir suite à la montée des eaux du réservoir et les mouvements migratoires annuels resteront plus que probablement inchangés. Seuls quelques élans seront menacés s'ils demeurent sur la rive sud, c'est-à-dire en dehors de la zone de prohibition de la chasse. Les barrages en Guinée n'auront que peu d'influence étant donné la superficie restreinte de forêt naturelle qui disparaîtra.

Le bassin du fleuve Gambie, en particulier la Gambie, est connu pour ses oiseaux. On y a recensé plus de 600 espèces dont 550 en Gambie seulement. La présence de ces oiseaux est un des atouts touristiques de la Gambie et la plupart des espèces importantes pour le tourisme tolère une perturbation de leur habitat. Les actions de développement auront donc tout au plus un effet localisé sur les oiseaux du bassin excepté les ennemis des cultures. La disparition des zones de reproduction et d'alimentation des oiseaux aquatiques pourrait toutefois entraîner une diminution de la vie observable par les touristes le long de la rivière, quoique cette dernière augmentera peut-être autour des réservoirs.

La faune, en particulier les animaux, seront sérieusement menacés par la chasse et le braconnage pratiqués d'abord par les ouvriers puis par

les habitants des nouveaux villages et des campements le long des rivages des réservoirs. La majeure partie de la chasse pratiquée par les ouvriers sera une chasse de subsistance, mais il existe également une chasse et un braconnage à vocation commerciale dans le bassin. Le lamantin risque de souffrir d'un accroissement de la chasse car il sera plus en contact avec l'homme que ce n'est le cas actuellement. L'augmentation de la pêche pourrait également nuire au lamantin; nombre d'entre eux restent pris dans les filets et se noient. L'hippopotame va être affecté par le contact accru avec l'homme. Aux abords de Kékréti, le singe, l'antilope, le cobe de fassa, le cobe, le phacochère et le lycaon pourraient être modérément affectés. Une autre incidence des activités de développement sera le potentiel accru d'échange de maladies entre les espèces sauvages et domestiques.

L'expérience accumulée avec les autres projets de ce genre révèle une augmentation des activités de chasse, légales et illégales (braconnage) pendant et après la construction des barrages. Le personnel de construction expatrié, faute d'activités de détente, arrive généralement sur le terrain munis d'armes et de munitions de chasse. Ensuite l'approvisionnement des ouvriers et de leur familles est souvent, du moins au début des travaux de construction, insuffisant car les marchés locaux ne se sont pas encore développés. Par conséquent, ils ont tendance à vivre sur ce que la région peut offrir pendant un temps. Une fois le barrage achevé et le réservoir rempli, des activités de chasse sont pratiquées par les populations qui ont dû déménager face à la montée des eaux et n'ont pu encore établir de cultures de subsistance.

3.6. Prolifération des ennemis des cultures

L'expansion considérable de l'agriculture dans le bassin va stimuler la prolifération des ennemis des cultures qu'il s'agisse d'oiseaux, d'animaux ou d'insectes. Une partie non négligeable de la production agricole accrue sera la proie de ces parasites.

L'hippopotame est menacé car il risque de devenir un animal encore plus nuisible. La mise en valeur va généralement susciter une augmentation de la fréquence et de l'abondance des ennemis des cultures. L'expansion de l'agriculture irriguée le long du fleuve sera extrêmement

attirante pour l'hippopotame. Les interviews réalisées dans le bassin indiquent également que le singe, le babouin et le lycaon sont des animaux nuisibles couramment rencontrés. A ces derniers s'ajoute un autre type de parasite chronique, les rongeurs, qui va également proliférer avec l'expansion de l'agriculture. D'après un document publié, une ferme semencière du riz irrigué au Sénégal aurait vu ses récoltes diminuer de 85% du fait des rongeurs. Certains rongeurs consommeraient jusqu'à 65 kg de grain stocké par an et par habitation.

Les oiseaux et les insectes nuisibles, de même que les maladies des plantes, vont se développer avec l'extension de l'agriculture irriguée car ceux-ci sont particulièrement attirés par un habitat uniforme et une monoculture intensive. Les oiseaux constituent une espèce particulièrement nuisible pour le riz irrigué; nous avons observé des dommages de l'ordre de 26% en moyenne dans les champs inspectés. Le tisserin est une espèce très répandue. A l'heure actuelle, une perte annuelle de l'ordre de 1.000 à 2.000 tonnes de riz paddy due au tisserin constitue un chiffre raisonnable pour la Gambie seule.

L'effet net des ennemis des cultures sur le développement de l'agriculture irriguée va donc réduire le gain net en production. Etant donné une prédisposition accrue des cultures aux insectes et aux maladies, on devra recourir plus intensément aux produits chimiques. Une telle politique aura un effet négatif sur les ressources aquatiques du bassin comme nous le verrons plus loin au Chapitre 5.

3.7. Incidence sur le tourisme

A l'heure actuelle, le tourisme dans le bassin du fleuve Gambie est concentré le long de l'océan au sud de Banjul et dans le parc de Niokolo-Koba. Le tourisme en Guinée est pratiquement inexistant. En règle générale, la mise en valeur du bassin pourrait entraîner une réduction du potentiel touristique en Gambie tout en stimulant dans le même temps le tourisme dans l'ensemble du bassin. Etant donné que les conséquences directes et indirectes de la mise en valeur du bassin sous-entendent l'amélioration des transports routiers et par voie d'eau, le tourisme pourrait être stimulé par la plus grande mobilité accordée

aux visiteurs. Avec l'amélioration des routes, même la Guinée pourrait exploiter un tourisme "en brousse". Le parc de Niokolo-Koba, déjà très populaire, pourrait le devenir plus encore à mesure que les voies d'accès seront améliorées. Les excursions le long du fleuve en Gambie seront facilitées.

Le développement du fleuve Gambie risque toutefois de nuire au tourisme. La disparition des palétuviers en amont de Balingho, la transformation des forêts riveraines en cultures irriguées et la disparition de l'habitat des oiseaux aquatiques vont diminuer la qualité du tourisme. Dans le même temps, l'amélioration des transports et des installations le long du fleuve pourrait accroître le trafic touristique.

Comme mentionné plus haut, moins de 0,1% du parc de Niokolo-Koba sera inondé par le réservoir. Néanmoins, le projet de Kékréti risque de menacer le parc et sa faune en ce sens que le barrage et le réservoir déborderont dans le parc. Pendant la construction, on risque d'assister à des activités de chasse et de braconnage. Les routes d'accès seront également une menace pour la faune et les fosses d'emprunt vont dégrader l'environnement du parc aux abords du barrage. Une fois construit, les opérations de mise en valeur autour du parc poseront une menace sur la faune du parc en raison des contacts plus fréquents entre l'homme et la faune, cette dernière étant attirée par le réservoir.

De surcroît, le développement de l'hydroélectricité pourrait altérer le parc et réduire son attrait. La localisation exacte des lignes de transmission et des corridors est encore inconnue. Si le raccordement au réseau national à Tambacounda doit passer au travers du parc de Niokolo-Koba, une éventualité qui a été retenue, l'intégrité du parc en sera sérieusement compromise.

4. GESTION AGRICOLE

Les Etats membres partagent une série d'objectifs de développement communs: parvenir à l'autosuffisance alimentaire, augmenter le revenu par habitant et améliorer la balance des paiements. D'après la stratégie de développement, la réalisation de ces objectifs passe par l'expansion de l'agriculture irriguée à grande échelle pendant les cinquante prochaines années. Ceci devra être réalisé en utilisant l'eau fournie par la construction d'un ensemble de barrages sur le fleuve Gambie. Idéalement, ceci devrait assurer un approvisionnement vivrière qui ne soit pas soumis aux vicissitudes du temps ni aux fluctuations de prix des cours mondiaux. Actuellement, la Gambie doit importer des quantités considérables de céréales (60% de la consommation totale). En outre, nos études sur le terrain indiquant que le Sénégal Oriental et la Guinée ne sont pas non plus autosuffisants sur le plan de la production céréalière, ceci en dépit des fréquents démentis.

Etant donné la diminution des précipitations et la hausse du taux de croissance démographique, la production agricole pluviale par habitant a régressé depuis 1970. Ceci a débouché sur une hausse des dépenses en devises pour les importations céréalières. Etant donné ce genre de problème, moyennant des sols et des conditions d'ensoleillement favorables pour le riz, la double culture semble envisageable en Gambie et au Sénégal. L'irrigation offre donc la possibilité d'augmenter considérablement la production vivrière.

4.1. Impératifs de gestion

Le développement de l'agriculture irriguée, telle qu'il est conçu dans les diverses propositions de développement, exige des investissements considérables pour établir, maintenir et gérer les périmètres d'irrigation. Les programmes d'irrigation sous-entendent également un important appui technique, structurel, administratif et commercial (Figure 4.1). En outre, ils dépendent de l'allocation des ressources au niveau des ménages et de la volonté de ces derniers de prendre les risques associés aux projets d'irrigation. La réalisation

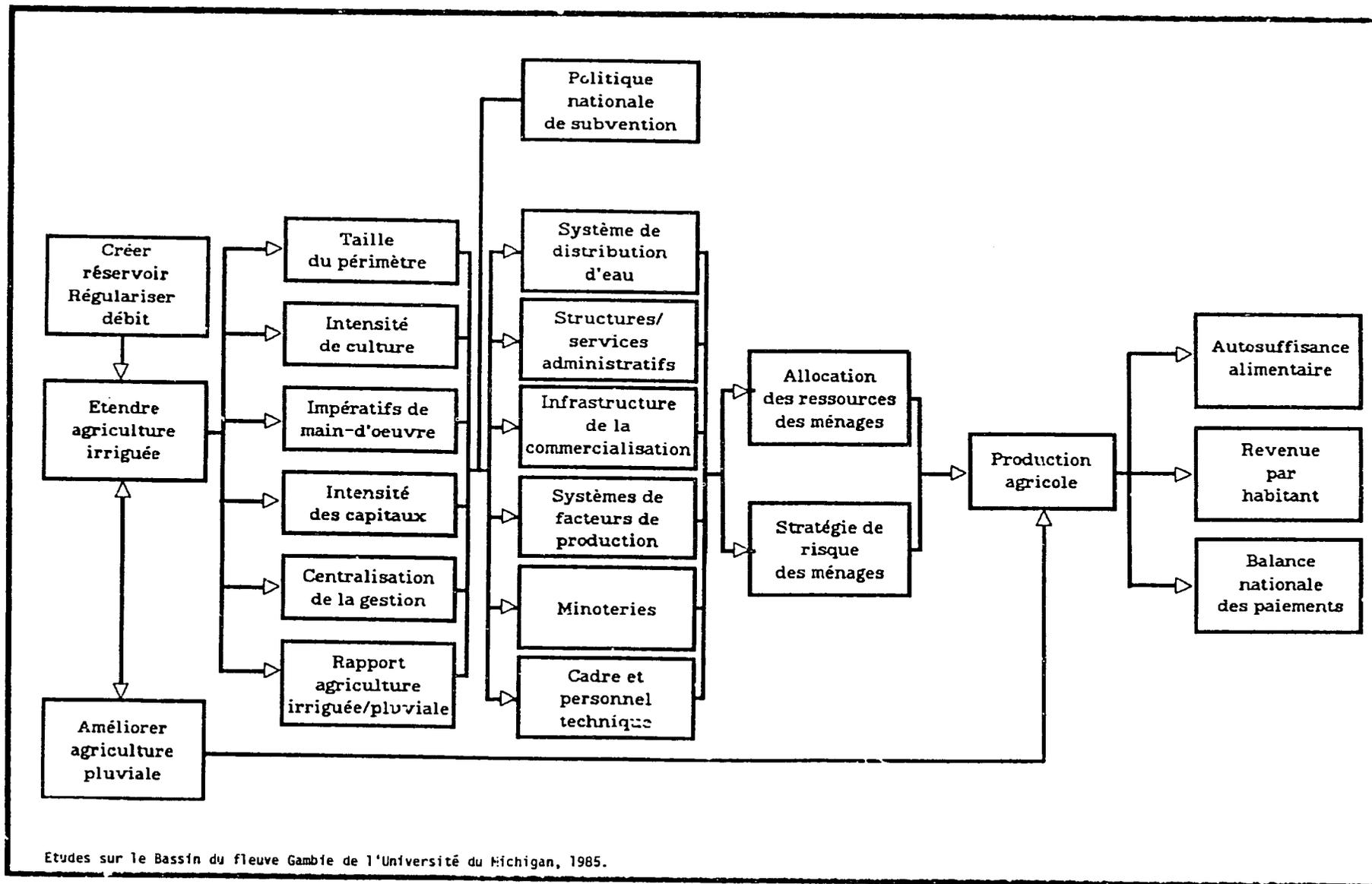


Figure 4.1. Réseau de gestion agricole

des objectifs de production agricole pose beaucoup de problèmes étant donné la complexité du réseau de gestion agricole.

La complexité de la gestion agricole est illustrée par les nombreux attributs dont il faut tenir compte (Tableau 4.1.). Chaque système de production socioéconomique compte de nombreux facteurs de coût et techniques qui influencent la productivité d'un programme donné. La taille du périmètre, l'intensité culturale, les impératifs de main-d'oeuvre, l'intensité de capital et l'efficacité du système de distribution de l'eau sont particulièrement importants pour les programmes d'agriculture irriguée. Les infrastructures socioéconomiques -- la gestion centralisée ou locale, les systèmes de commercialisation, l'approvisionnement en facteurs de production, la capacité de décorticage, les installations de stockage, la disponibilité d'un cadre et d'un personnel technique formés, la vulgarisation et la recherche agricoles -- sont importants pour l'agriculture irriguée et l'amélioration de la production agricole pluviale.

4.2. Faisabilité de l'expansion de l'agriculture irriguée

La modification des conditions environnementales et les pressions démographiques nécessitent le passage d'une agriculture extensive à une agriculture intensive dans le bassin du fleuve Gambie. Une telle mutation sous-entend des modifications fondamentales dans les systèmes agricoles actuels. Bien qu'à long terme, l'irrigation va jouer un rôle important dans l'agriculture, la période de transition entre les pratiques actuelles et les systèmes irrigués constitue l'objet principal de notre évaluation. A quelle vitesse et dans quelles proportions l'agriculture irriguée doit-elle être introduite dans les systèmes agricoles du bassin?

Nous estimons qu'à court et moyen termes (moins de 25 ans), les populations rurales resteront dépendantes de l'agriculture pluviale. Pendant cette période, on doit veiller à améliorer les systèmes actuels tout en jetant les bases du passage de l'agriculture extensive à l'agriculture intensive, ce qui inclut l'irrigation. Une planification avancée et la mise au point d'un système agricole capable de vaincre les

Tableau 4.1. Attributs de gestion agricole

Production socioéconomique

Agriculture pluviale	Rythme de développement de l'irrigation
Riz aquatique	Coûts de l'irrigation
Agriculture irriguée	Coûts de gestion
Zones culturales	Coûts d'entretien
Pâturages	Coûts d'équipement/carburants
Diversité des cultures	Intensité du capital
Rapport des cultures	Subventions de l'Etat
Choix des cultures	Revenu par habitant
Intensité des cultures	Emploi
Rendement des cultures	Coûts des intrants
Variétés de semences	Disponibilité des intrants
Efficiéce du système de distribution d'eau	Conception et taille du périmètre
Elevage	Entretien du périmètre
Accès du bétail à l'eau et aux pâturages	Traction animale

Infrastructure socioéconomique

Système de commercialisation	Minoteries
Crédit	Installations de stockage
Système d'approvisionnement en intrants	Politique des prix
Système de communication	Disponibilité de la main-d'oeuvre
Système de transport	Intensité de main-d'oeuvre
Vulgarisation agricole	Niveau de technologie
Centralisation de la gestion	Régime foncier
Entretien de l'équipement	Possibilités d'emploi
Ressources des ménages	Risque
Allocation des ressources des ménages	Recherche agricole
Cadre et personnel technique	

contraintes actuelles à la mise en oeuvre d'une agriculture intensive sont les conditions préalables à la mise en oeuvre de l'agriculture irriguée à grande échelle.

Le gain de production de l'agriculture irriguée jusqu'à présent a été inférieur à ce qui a été prévu en raison de contraintes techniques, administratives et structurelles. De surcroît, les gains de production ont été encore affectés par la participation limitée des ménages aux programmes d'irrigation en raison des risques que ceux-ci semblent y discerner.

- L'inefficacité des systèmes de distribution de l'eau constitue un obstacle majeur à la double culture et à l'utilisation de bonnes pratiques cultures.
- Les gouvernements des Etats membres n'ont pas la capacité nécessaire pour former, superviser et approvisionner suffisamment d'agents pour atteindre les objectifs de production.
- L'infrastructure de commercialisation existante n'est pas capable de traiter le volume de production actuel.
- Le caractère limité des possibilités de transport, de stockage et de communication diminue la flexibilité du système à réagir aux exigences de production et de distribution des intrants.
- Le caractère limité des installations de stockage et de décorticage locales nuit à une distribution efficace et accroît considérablement les coûts de commercialisation.

Les modèles d'irrigation se fondant sur la disponibilité libre d'une main-d'oeuvre familiale sous-estiment gravement une telle disponibilité. Pendant certaines périodes critiques, on assiste à une pénurie de main-d'oeuvre; de plus, le rendement à la main-d'oeuvre pourrait être trop faible pour attirer la quantité nécessaire à une agriculture intensive.

4.3. Plans d'expansion de l'irrigation

Les grands espoirs placés dans le potentiel de l'agriculture irriguée en ce qui concerne l'autosuffisance alimentaire et la réduction des importations se retrouvent dans les projections du projet de Plan

indicatif de l'OMVG sur la base des différents scénarios de mise en valeur.

4.3.1. Scénarios d'agriculture irriguée et pluviale

L'offre et la demande céréalières régionales pour la période 1982 à 2010 ont été projetées pour les scénarios d'agriculture pluviale et irriguée. Le scénario axé sur une amélioration de l'agriculture pluviale suppose un taux de croissance rapide de la production (entre 0,7% et 1,5% par an selon la culture du fait de l'augmentation de la superficie et des rendements). Aux termes de ce scénario, le bassin passe de la situation déficitaire actuelle, à une situation céréalière plus déficitaire encore de l'ordre de 156.000 tonnes par an en 2002. Avec un scénario axé sur le développement de l'irrigation, lequel prévoit la construction des barrages afin de pratiquer la double cultures, le bassin passe d'une situation déficitaire initiale en 1982 à un excédent régional de plus de 104.000 tonnes pour l'an 2002 et de plus de 232.000 tonnes en 2010. Aux termes de ce scénario, l'excédent céréalière régional provient de la culture intensive (deux récoltes) de quelque 25.500 hectares. En se fondant sur un rythme d'introduction rapide, l'autosuffisance alimentaire est atteinte 20 ans après la construction de Kékréti; moyennant un rythme plus lent, on y accède en 30 ans. Une telle hypothèse repose sur des rendements de l'ordre de 4,5 tonnes/hectare et une intensité culturale de 180 pour cent.

4.3.2. Superficie convenant à l'irrigation

Aux termes du projet de Plan indicatif, la superficie estimée nette convenant au développement de l'irrigation à partir du barrage de Kékréti est de 70.000 ha. Ce chiffre comprend les terres de priorité primaire (aucun problème majeur d'aménagement) et secondaire (quelques problèmes). Sur cette superficie nette, 53.500 hectares se trouvent en Gambie et 16.500 au Sénégal Oriental. En Gambie, quelque 44.500 hectares ont été identifiés comme rizières potentielles, les 9.000 hectares restants convenant pour les autres céréales, les légumes et les plantes fourragères. Au Sénégal Oriental, la superficie apte à la riziculture est de 12.000 ha, les 4.500 ha restants convenant à la culture irriguée du maïs, du sorgho, de la banane et des légumes. De surcroît, des études

récentes ont révélé l'existence de quelque 15.000 hectares de terres irrigables dans la partie guinéenne du bassin du fleuve Gambie. L'adéquation de ces terres aux différentes cultures n'a pas encore été déterminée. La superficie totale irrigable dans le bassin du fleuve Gambie est donc d'environ 85.000 ha. A ce jour, 3.000 ha de terres -- 2.600 ha en Gambie et 400 ha au Sénégal Oriental -- ont été mis en valeur, principalement sous forme de petits périmètres irrigués.

4.3.3. Rythme d'expansion de l'irrigation

Plusieurs rythmes d'expansion de l'irrigation dans le bassin du fleuve Gambie ont été proposés . L'étude de factibilité du barrage de Kékréti prévoit l'aménagement de 70.000 ha en l'espace de 30 ans. LDRC a déposé un plan prévoyant l'aménagement de quelque 30.000 ha de terres irriguées en Gambie seule. Ce plan comprend deux options de développement: lent et accéléré. Au rythme lent, la mise en valeur des 30.000 hectares prendra 54 années, soit un rythme annuel entre 200 et 1000 ha par an. Au rythme accéléré, ce sont entre 600 et 2.000 ha qui seront aménagés chaque année de manière à développer les 30.000 ha en 34 ans.

Le projet de Plan indicatif de l'OMVG contient également une option lente et une option rapide de développement de l'irrigation en Gambie, au Sénégal et en Guinée, mais celles-ci tiennent compte des particularités physiques, socioéconomiques et infrastructurelles des trois pays. En Gambie, la mise en valeur des 53.500 ha de terres irrigables prendra 55 années alors qu'au Sénégal l'aménagement des 16.500 ha nécessitera entre 55 et 60 années. Etant donné le peu d'informations disponibles sur les obstacles à l'agriculture irriguée en Guinée, les plans de développement dans ce pays sont beaucoup moins ambitieux.

4.3.4. Coût des aménagements hydro-agricoles

Le coût des aménagements hydro-agricoles varie énormément selon le degré de maîtrise de l'eau envisagé, les conditions du sol et du site, l'intensité de la gestion et du capital ainsi que l'ampleur du développement infrastructurel requis. Un autre facteur important est la localisation des périmètres d'irrigation et leur distance par rapport aux sources d'intrants. L'expérience en matière d'irrigation en Afrique

indique que le coût du développement de l'irrigation basé sur l'aménagement de grandes périmètres moyennant une forte intensité de capital peut aller de 5.000 à 15.000 dollars EU à l'hectare. En se fondant sur un coût d'investissement moyen de 10.000 dollars EU à l'hectare, la mise en valeur des 70.000 hectares de terres irrigables coûtera environ 700 millions de dollars EU constants étalés sur 20-30 ans. Ce chiffre ne comprend pas la construction du barrage.

4.4. Historique de l'agriculture irriguée par pompage

La Gambie et le Sénégal procèdent actuellement à des essais d'agriculture irriguée par pompage; la Guinée ne le fait pas. De plus, le Sénégal possède déjà une certaine expérience de l'irrigation par pompage grâce à la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal.

4.4.1. Projets actuels d'irrigation

Quatre projets ont été mis en oeuvre en Gambie dans le but de promouvoir la double culture de riz grâce à l'irrigation par pompage. Trois de ces projets -- la Mission agricole de Taiwan entre 1966 et 1975, le Projet de développement agricole de la Banque mondiale de 1973 à 1976 et l'équipe agro-technique de la République populaire de Chine entre 1975 et 1980 -- ont eu pour objectif commun de développer la riziculture intensive à double récolte sur de petites parcelles de 5 à 20 ha irriguées à la pompe. La mise en oeuvre du quatrième, le projet pilote d'irrigation à Jahaly Pacharr, a débuté en 1982; la première campagne de production s'étalait sur 1983-1984. L'objectif du projet est de développer 560 ha de riz en double culture en recourant à des techniques à forte intensité de capital et de gestion.

Au Sénégal Oriental, deux projets actuellement en cours possèdent un volet irrigation par pompage. Le plus important est le projet PISO (Périmètres irrigués du Sénégal Oriental) relevant des activités de développement régional de la SODEFITEX (Société de développement des fibres textiles). Ce projet a démarré en 1978. Près de 384 ha ont été aménagés pour la double culture irriguée du maïs et du riz. L'autre initiative de promotion de l'irrigation au Sénégal Oriental est menée par l'OFADDEC (Office africain pour le développement et la coopération), une

organisation non gouvernementale sans but lucratif créée en 1978. Aux termes de ce projet, l'irrigation ne représente qu'un volet d'un programme multiple fonctionnant dans 15 villages.

4.4.2. Expansion de l'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal

Dans le cadre de l'analyse du potentiel de l'agriculture irriguée pour le développement des pays situés dans le bassin du fleuve Gambie, il est utile d'examiner la manière dont s'est déroulé le développement de l'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal et plus particulièrement les travaux de la SAED (Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal), l'organisme para-étatique responsable du développement de l'irrigation sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Au cours des 20 dernières années, les Etats membres de l'OMVS (Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal), à savoir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, ont investi environ 724 millions de dollars EU au titre de la gestion du bassin et de l'expansion de l'agriculture irriguée. Après plusieurs années d'expérience, les projets d'irrigation effectués par la SAED dans cette région commencent à surmonter beaucoup des problèmes qui entravent la production irriguée dans le bassin du fleuve Gambie: faibles rendements, faibles intensités culturales, gestion et entretien inefficaces, coûts de production élevés. L'amélioration de la situation est due à la fois à une meilleure gestion interne de la SAED et à une politique nationale plus favorable à la riziculture irriguée.

Depuis 1965, la SAED se charge du développement et de l'entretien des périmètres irrigués. En 1983/84, près de 20.000 ha avaient été aménagés pour l'irrigation avec maîtrise totale de l'eau. La culture principale est le riz. Viennent ensuite la tomate, le maïs, le sorgho et les légumes. La superficie irriguée actuelle est divisée en grands périmètres (de 250 à 1.000 ha) à forte intensité de capital et en petits périmètres (de 5 à 20 ha) à forte utilisation de main-d'oeuvre. Les grands périmètres se sont avérés beaucoup plus chers à aménager et à entretenir que les petits périmètres. Les estimations actuelles révèlent que l'aménagement des grands périmètres coûte entre 10.000 et 15.000 dollars EU à l'hectare alors que les petits périmètres coûtent entre 2.000 et 5.000 dollars EU à l'hectare.

Bien que la productivité et les performances économiques aient en règle générale été supérieures sur les petits périmètres, les performances globales de l'agriculture irriguée n'en demeurent pas moins décevantes. L'intensité culturale, toutes cultures confondues, était de 122% en 1983. La détérioration rapide de l'infrastructure et de l'équipement s'est traduite par un taux d'abandon à peu près égal au taux d'expansion. Les rendements moyens du riz paddy dans les petits périmètres se situaient à 4,7 tonnes/ha; dans les grands périmètres, ils oscillaient entre 4,5 tonnes/ha dans la moyenne vallée et 2,9 tonnes/ha dans le delta. En 1982, 74 pour cent de la production de riz irrigué étaient consommés par les ménages producteurs, ce qui a diminué d'autant les quantités disponibles pour les consommateurs urbains (ce qui était l'intention d'origine des grands projets).

Les conditions générales d'incorporation de l'irrigation dans les systèmes d'exploitation, ainsi que la SAED elle-même, se sont vues profondément modifiées au cours des dernières années. Tout d'abord, la réaction des ménages aux projets d'irrigation s'est améliorée du fait de la gravité accrue des conditions de sécheresse dans le bassin du fleuve Sénégal. La riziculture irriguée devient progressivement le seul choix possible pour les agriculteurs, étant donné qu'aucune récolte pluviale n'a été faite en 1983, ni en 1984. Si les conditions climatiques continuent de se détériorer dans le bassin du fleuve Gambie, la réaction pourrait être semblable. Deuxièmement, certains changements dans la politique gouvernementale et dans la gestion de la SAED ont fait du riz une culture plus rentable dans le bassin du fleuve Sénégal. Ces changements ont inclus une gestion financière améliorée et un approvisionnement en intrants plus efficace de la part de la SAED, ainsi qu'une politique de prix à la production et à la consommation accrue, ce qui a entraîné un rendement plus intéressant de la main-d'oeuvre.

En bref, l'expérience de la SAED en matière d'agriculture irriguée au cours des 20 dernières années semble montrer que l'expansion de l'agriculture irriguée doit faire face à des contraintes techniques, gestionnaires et politiques. Cependant, il est évident que la SAED et le gouvernement sénégalais ont utilisé leurs expériences pour améliorer la faisabilité de l'agriculture irriguée. Ces leçons s'appliquent directement à l'agriculture irriguée dans le bassin du fleuve Gambie..

4.5. Modèles de développement de l'agriculture irriguée

Trois modèles d'irrigation ont été retenus comme projets pilotes pour l'expansion future à grande échelle. Deux de ces projets -- le projet Jahaly Pacharr en Gambie et le projet PISO au Sénégal -- sont en cours d'exécution. Le troisième projet, le projet pilote Bansang-Nibras de LRDC, est à l'étude en Gambie.

L'objectif primaire des trois modèles est l'introduction de l'irrigation avec maîtrise totale de l'eau permettant de pratiquer la double culture. Le modèle Jahaly Pacharr prévoit également l'amélioration de 950 ha de riz aquatique de marais. On espère ainsi obtenir des rendements plus élevés grâce à une amélioration de l'assainissement et au recours aux intrants. Dans les projets Jahaly Pacharr et Bansang-Nibras, la seule culture irriguée proposée est celle du riz alors qu'au Sénégal Oriental les cultures irriguées comprennent aussi bien le maïs que le riz.

Les hypothèses et les caractéristiques de chaque modèle (Tableau 4.2.) sont essentielles en raison de leur rôle dans la détermination de sa viabilité sociale et économique. Les systèmes d'irrigation axés sur une maîtrise totale de l'eau sont particulièrement onéreux à construire et à entretenir. L'un des éléments clés du coût des modèles d'irrigation est l'intensité de capital car cette dernière reflète l'ampleur de l'équipement et du personnel importé. Le recours à une gestion centralisée est également un facteur important car plus cette gestion est éloignée de l'exploitant, plus les besoins en personnel de gestion qualifié sont importants.

Pour générer les revenus nécessaires à la couverture de ces coûts élevés, le projet doit pouvoir atteindre des rendements élevés. On pense pouvoir y arriver par un recours à des intrants améliorés et à des intensités culturales de l'ordre de 200%. Si le projet ne bénéficie pas dès le début de revenus suffisants pour compenser les investissements lourds consentis, sa faisabilité économique en sera diminuée. Cette situation se traduira par des taux de rendement internes faibles, voire négatifs.

Un autre aspect influençant la viabilité sociale et économique des modèles d'irrigation est l'ampleur des mutations nécessaires au sein du

Tableau 4.2. Hypothèses et caractéristiques des modèles

Hypothèses	Jahaly - Pacharr		LRDC	PISO
	irriguée	marécages aménagés		
Superficie totale aménagée(ha)	560	950	928	384
Superficie irriguée par concession	0,5	,95	2,0	R/0,25; M/0,06
Diminution cultures pluviales par concession	Néant	Néant	2,5	Néant
Intensité de culture	200%	100%	180%	130-180%
Rendement tonnes/ha Saison sèche et hivernage	4,5-4,0	3,1	4,5-4,0	R/4,0; M/3,0
Journées travail/ha Saison sèche et hivernage	186-174	141	158-158	N/D
Intensité du capital	Élevée	Moyenne	Élevée	Moyenne
Centralisation de la gestion	Élevée	Faible	Moyenne	Moyenne
Ampleur du changement escompté sur le plan de l'allocation des ressources des ménages	Forte	Faible	Forte	Modérée
Propriété de la parcelle/accès bétail	Non	N/D	Non	Non

Remarque: Jahaly-Pacharr et Land Reclamation and Development Consultants fondent leurs calculs sur les modèles d'exploitation agricole qu'ils ont mis au point précédemment. Le tableau ci-dessus présente le modèle d'exploitation agricole dominant. Sources: Jahaly-Pacharr Smallholder Appraisal Report, IFAD 1982, Bansang-Nibras Pilot Feasibility Study (Draft), LRDC Juillet 1984 et SONAD, 1980, vol. 2.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

système agricole. Il s'agit en fait de l'estimation qualitative de la magnitude de la redistribution des ressources des ménages, principalement la gestion, la main-d'oeuvre et le capital, jugées nécessaires à l'adoption de l'irrigation à double culture. La propriété des parcelles et l'accès du bétail au périmètre sont également deux facteurs sociologiques importants. Ils permettent de savoir si les exploitants doivent être considérés comme locataires ou partenaires dans les programmes d'irrigation et dans quelle mesure les autres entreprises des exploitants sont pris en considération dans le modèle.

Les modèles Jahaly Pacharr et LDRC sont des projets à forte intensité de capital comme en témoigne le recours intensif aux machines importées pour l'aménagement et la préparation des terres. Qui plus est, le modèle Jahaly Pacharr prévoit un système de gestion très centralisé, les cultivateurs n'intervenant que peu dans les décisions. Le personnel du projet est responsable de l'exploitation et de l'entretien du système de distribution de l'eau, de la préparation des terres et des décisions en matière de semences. Des prêts de campagne, remboursables à la récolte, sont accordés aux exploitants. En règle générale, le modèle suppose des mutations importantes dans le comportement des ménages suite à la réallocation rapide des ressources à l'irrigation (en termes de capital et de main-d'oeuvre). Ce modèle ne permet pas la propriété des parcelles ni l'accès du bétail au périmètre.

Le modèle LRDC suppose également des changements importants au niveau du système agricole. Chaque concession est censée cultiver une parcelle de 2 hectares de riz, ce qui nécessite un total de 569 homme-jours de travail. Chaque concession doit également abandonner 2,5 hectares d'arachide au profit du riz. Pour cultiver cette grande superficie irriguée, la plupart des concessions devront acheter une paire de boeufs et de l'équipement pour la riziculture irriguée, bien que cette technologie n'ait pas encore été testée en Gambie. Les ménages participeront dans une certaine mesure au processus de décision, mais le modèle prévoit néanmoins une gestion centralisée. Ce modèle ne prévoit pas non plus la propriété des parcelles par des particuliers ni l'accès du bétail.

Les périmètres PISO relèvent d'un modèle à petite échelle, à forte intensité de main-d'oeuvre et à faible niveau technologique. L'intensité

de capital est sensiblement moindre et la gestion beaucoup moins centralisée car les travaux d'aménagement, de gestion et de production reposent sur une participation plus forte des cultivateurs. Toutefois, la direction des PISO demeure responsable de l'aménagement, de l'entretien et de l'exploitation des périmètres ainsi que de la fourniture de l'appui technique, de la livraison des intrants par le biais d'un programme de prêts de campagne et de la formation des cultivateurs à l'auto-gestion. Par rapport aux deux autres modèles, le degré de changement peut être qualifié de modéré. Les cultivateurs ne devront pas modifier de manière significative leur système agricole actuel.

4.6. Obstacles à l'expansion de l'agriculture irriguée

Si l'on désire justifier les ressources investies dans l'irrigation, il est essentiel d'instaurer et de maintenir la double culture à rendement élevé. Il s'agit là du principe de base des modèles décrits ci-dessus. Cependant, l'analyse des systèmes agricoles dans le bassin du fleuve Gambie révèle l'existence de toute une série d'entraves à la réalisation de cet objectif à courte échéance. Les défaillances des systèmes de distribution de l'eau et certaines contraintes d'ordre structurel, économique et socioéconomique nuisent à l'instauration de la double culture à rendement élevé. Ces contraintes apparaissent clairement dans les niveaux de production très faibles des systèmes d'irrigation actuels et ne manqueront pas de s'accroître avec l'expansion de l'irrigation, à moins que les contraintes ne soient levées. A court et moyen terme, le développement de l'irrigation du genre actuellement envisagé nécessitera des subventions régulières importantes de la part du gouvernement.

4.6.1. Efficacité du système de distribution d'eau

Le manque d'efficacité des systèmes de distribution d'eau dans les périmètres irrigués du bassin du fleuve Gambie constitue une contrainte majeure à l'expansion de l'agriculture irriguée. Parmi les principales causes de défaillance des systèmes de distribution d'eau figurent la mauvaise réalisation des périmètres, un équipement inadéquat et un

entretien insuffisant des systèmes d'irrigation. Ces carences se traduisent par une dégradation du système, des rendements et une intensité culturale faibles ainsi que par l'abandon éventuel des périmètres.

La conception du périmètre, qui comprend le choix d'un système adéquat d'approvisionnement en eau, la construction et l'entretien, est un des éléments majeurs de l'efficacité et du coût du système de distribution d'eau. Le caractère incomplet des études de factibilité et de la construction se traduit par une mauvaise identification des différents types de sol au sein des périmètres, des problèmes d'écoulement et des pertes d'eau imprévues dues à l'infiltration et à l'évaporation. Le choix d'un équipement inadéquat ou non normalisé, le manque de financement pour les réparations et la pénurie de pièces détachées causent de très sérieux problèmes d'entretien. Ce problème est encore aggravé par le manque de personnel d'entretien. Le mauvais entretien du système, en particulier pendant la période suivant l'investissement, entraîne des irrégularités dans la distribution de l'eau, lesquelles ont une incidence directe et négative sur le coût du système, les rendements et la participation des cultivateurs.

Les problèmes chroniques dus à une gestion défectueuse de l'eau dans les périmètres sont la principale cause du taux d'utilisation très faible et de la détérioration rapide des périmètres existants dans le bassin du fleuve Gambie. La variation des conditions du sol et des courbes de niveau au sein des périmètres a débouché sur des problèmes de distribution de l'eau entre les parcelles. L'infiltration non prévue des canaux non revêtus et les pertes importantes dues à l'évaporation accroissent le rythme d'extraction de l'eau et les frais de pompage. L'utilisation des périmètres irrigués pendant l'hivernage a été limitée par l'absence de systèmes d'assainissement et de protection contre les inondations adéquats.

Les défaillances mécaniques ont également perturbé la distribution de l'eau. Chaque projet d'irrigation en cours dans le bassin du fleuve Gambie possède son propre équipement et ses propres machines. L'entretien de ce matériel est devenu un problème crucial au cours de la phase de post-investissement à cause des carences du personnel

d'entretien local. L'entretien correct des machines et de l'équipement d'irrigation suppose la présence de mécaniciens formés, d'un stock suffisant de pièces détachées et de fonds suffisants pour les travaux de réparation et pour le remplacement de l'équipement. Le caractère impératif de cette contrainte croît proportionnellement à la complexité de l'équipement utilisé.

La taille des périmètres est une autre facteur qui intervient dans l'efficacité du système de distribution d'eau. En théorie, les grands périmètres (200-1.000 ha) permettent de réaliser des économies d'échelle sur le plan de la distribution de l'eau mais dans le même temps, ils exigent un degré plus élevé de technologie, de gestion et d'entretien. L'expérience de la SAED en matière d'irrigation révèle que les petits périmètres (15-20 ha) à forte utilisation de main-d'oeuvre et à faible niveau technologique permettent d'obtenir des rendements plus élevés et une intensité culturale plus forte que les grands périmètres. L'expérience avec les petits périmètres en Gambie n'en a pas moins été décevante.

La variation des conditions agroéconomiques dans le bassin du fleuve Gambie et les piètres performances de l'irrigation à ce jour soulignent la nécessité de pousser plus avant les expérimentations en matière de conception de périmètre avant de concevoir une expansion à grande échelle de l'irrigation. Deux des modèles proposés, celui de LRDC et de Jahaly Pacharr, sont des projets à grande échelle et à forte intensité de capital exigeant une gamme de machines et d'équipement non disponible localement. Jahaly Pacharr se fonde sur l'utilisation extensive des grands engins pour la préparation du sol. Bien que la gestion du projet Jahaly Pacharr ait permis de maintenir un niveau d'entretien élevé pendant la première année de production, il reste à démontrer que ces niveaux peuvent être maintenus. Le modèle LRDC se fonde sur la traction animale, laquelle n'est pas pour l'instant utilisée en matière d'irrigation dans le bassin du fleuve Gambie.

4.6.2. Contraintes d'ordre structurel

L'absence de certaines capacités infrastructurelles et institutionnelles essentielles pourraient très sérieusement limiter les efforts en vue d'améliorer la production agricole. L'absence de

capacités de recherche et de vulgarisation agricoles essentielles, la faible capacité du système de commercialisation, le manque d'efficacité du système de distribution des intrants, la capacité limitée des installations de stockage et de décorticage ainsi que le manque de cadres et de personnel technique affectent les programmes de développement pour les deux types d'agriculture: pluviale et irriguée. Toutefois, les systèmes irrigués dépendent plus de ces services pour assurer sa survie.

Recherche et vulgarisation. Les institutions clés d'appui au développement agricole sont des services de recherche et de vulgarisation agricoles qui sont convenablement financés et qui fonctionnent bien. Les trois Etats membres possèdent des services de recherche et de vulgarisation agricole. Malheureusement les essais agronomiques sur les variétés céréalières et les pratiques culturales ont été très limités dans le bassin. En conséquence, seules des améliorations limitées sont actuellement proposées aux cultivateurs.

Dernièrement, les cultures vivrières se sont vus accorder une plus grande attention de la part des institutions de recherche agricole dans le bassin du fleuve Gambie. Il n'en reste pas moins que les capacités de recherche demeurent limitées. Les équipes de recherche et les budgets alloués à cette fin sont restreints. La diversité des conditions agroéconomiques dans le bassin vient encore aggraver le problème. On assiste actuellement à certaines améliorations des capacités de recherche agricole dans chacun des pays mais il faudra attendre encore avant d'obtenir des résultats tangibles.

Le développement de systèmes de culture intensive nécessite un service de vulgarisation agricole efficace. Les gouvernements des Etats membres doivent mettre en place les moyens de former, superviser et approvisionner leurs agents pour atteindre les objectifs fixés en matière d'expansion de l'agriculture irriguée. LRDC a calculé qu'il faut en moyenne deux encadreurs et six démonstrateurs par 1000 ha de culture irriguée.

Les services de vulgarisation actuels dans le bassin du fleuve Gambie connaissent plusieurs problèmes. En Gambie comme au Sénégal, les agents de vulgarisation reçoivent une formation très peu spécialisée. Ce faisant, ils ne peuvent offrir qu'un soutien limité, voire relatif, aux

cultivateurs. Le manque de fonds de fonctionnement limite les contacts avec les cultivateurs. De surcroît, la distribution des facteurs de production s'accompagne d'un certain nombre de formalités administratives. Les barrières institutionnelles entre les services de recherche et de vulgarisation entravent la création de liens critiques entre ces deux services.

Infrastructure de commercialisation. L'infrastructure de commercialisation actuelle est limitée au plan structurel pour traiter le volume de production prévu dans les plans de développement actuels. Le système actuel souffre d'un manque de participation du secteur privé. La majorité des commerçants du secteur privé s'occupent de la distribution des produits importés dans les zones semi-urbaines et rurales et ne participent que très rarement à la commercialisation des produits locaux. A cela s'ajoute le fait que les distances à couvrir pour atteindre de nombreuses régions productrices et les quantités restreintes de surplus commercialisables n'encouragent pas le secteur privé. Des problèmes de stockage très sérieux se posent à tous les niveaux filière de commercialisation. Le manque d'installations de stockage se fait surtout sentir au niveau du producteur, du décorticage et de la vente en gros. Ces contraintes réduisent la faculté du système à réagir aux augmentations du volume de production.

Le secteur public intervient fortement dans la commercialisation des cultures d'exportation. Dans leurs efforts en vue de garantir un approvisionnement adéquat en vivres à des prix raisonnables, les organismes gouvernementaux et para-étatiques sont devenus de plus en plus actifs sur le plan de la commercialisation des cultures vivrières. Monopoles légaux, patentes et quotes-parts sont autant de mesures qui limitent la participation du secteur privé dans la distribution des produits vivriers importés et domestiques, notamment le riz.

Au Sénégal et en Gambie, l'intervention de l'État sur le plan de la fixation des prix céréaliers dans le passé a favorisé les consommateurs. Ce penchant a encouragé la consommation de denrées alimentaires importées et découragé la production de denrées indigènes. Les prix officiels au producteur n'ont pas encouragé les cultivateurs à accroître leur production au-delà de leurs propres besoins. Le déclin de production qui

en a résulté, au moins en partie, a considérablement réduit le surplus commercialisé de produits vivriers. Ce déclin du surplus commercialisé associé aux politiques de commercialisation des gouvernements à affaibli le système de commercialisation en limitant la participation du secteur privé et en décourageant le recours au mécanisme du marché pour transmettre les signaux de l'offre et de la demande entre producteurs et consommateurs.

Systeme de distribution des facteurs de production. La capacité et la fiabilité des systèmes de distribution des facteurs de production doivent être considérablement améliorées pour pouvoir satisfaire la demande générée par les plans actuels d'augmentation de la production agricole irriguée. Le système de distribution actuel des semences, des produits chimiques, de l'équipement et du carburant ne permet pas aux cultivateurs de disposer de produits de qualité en temps voulu et en quantités suffisantes pour atteindre le niveau de production désiré. La non disponibilité de certains intrants peut rendre les autres inutiles et compromettre les rendements escomptés.

En Gambie, c'est le gouvernement qui assure la distribution des intrants dans les périmètres d'irrigation. Le Ministère de l'agriculture et le Ministère des ressources en eau se chargent de la distribution de l'eau, du carburant et des lubrifiants de pompe ainsi que des travaux de réparation et d'entretien. Le Gambia Produce Marketing Board (Office gambien de commercialisation des produits alimentaires) assure le monopole de l'importation et de la vente d'engrais et d'autres produits chimiques. La non fiabilité de la distribution des intrants a grandement contribué aux niveaux de production et de remboursement très bas enregistrés en Gambie. Suite à une programmation inadéquate, à la centralisation des ateliers et au manque de pièces détachées, la demande en labour mécanisé ne peut être satisfaite. L'approvisionnement irrégulier en carburant et en lubrifiant pour les pompes d'irrigation réduit l'efficacité des systèmes de distribution d'eau. Le GPMB n'est pas en mesure de livrer des quantités suffisantes de produits chimiques aux cultivateurs, et moins encore à les livrer au moment voulu dans le calendrier de l'agriculture irriguée. La seule exception dans ce domaine soit le système de distribution des intrants du projet Jahaly Pacharr.

Jusqu'ici, la direction du projet est parvenue à livrer des intrants de qualité et en quantités suffisantes.

Au Sénégal Oriental, la Société de développement des fibres textiles (SODEFITEX) et l'Office africain pour le développement et la coopération (OFADEC) sont responsables de la distribution des intrants aux cultivateurs de leur zone. En comparaison avec ce qui se passe en Gambie, le système de distribution de la SODEFITEX est plus efficace. Les livraisons ont lieu à temps, les quantités sont suffisantes et les produits arrivent en bon état; la distribution entre les participants aux PISO est bien gérée. La SODEFITEX reçoit les engrais, les pesticides, ainsi que de petites quantités d'herbicides à titre d'essai, de la Société industrielle d'engrais au Sénégal (SIES); elle les transporte et les distribue dans la zone du projet. Le carburant et les lubrifiants sont répartis dans les périmètres en quantités suffisantes pour assurer une exploitation continue des pompes. La SODEFITEX est en mesure d'assurer un approvisionnement fiable grâce au système de distribution des intrants établi de longue date pour le coton. La production dans les périmètres de l'OFADEC est pour sa part entravée par l'irrégularité des approvisionnements.

Les systèmes de distribution d'intrants contrôlés par le secteur public dans le bassin du fleuve Gambie, à l'exception de ceux de la SODEFITEX et du Jahaly Pacharr, n'ont pas été en mesure d'approvisionner en suffisance les cultivateurs et d'ainsi leur permettre d'atteindre des niveaux de production élevés. Dans les rares cas où les systèmes de distribution se sont avérés fiables, ils n'ont pu fournir que des quantités et types prédéterminés et n'ont pu répondre aux changements opérés sur le plan des circonstances et de la demande.

Usinage des céréales. Les carences en matière d'usinage du riz et l'insuffisance des installations de stockage locales entravent la distribution et accroissent le coût de la commercialisation. La capacité d'usinage du riz paddy dans le bassin du fleuve Gambie est pour l'instant suffisante mais mal exploitée. A l'heure actuelle, la majorité du riz produit sur place est pilée à la main et réservé à la consommation des ménages. Il s'agit d'une des principales activités domestiques des femmes. On compte peu de petites rizières dans le bassin du fleuve

Gambie. Par contre, la Gambie et le Sénégal ont construit de grandes rizières régionales. L'Etat gambien possède et gère une rizière d'une capacité de 20.000 tonnes/an à Kuntaur; l'Etat sénégalais possède une rizière d'une capacité de 10.000 tonnes/an à Kédougou. Ces deux installations travaillent à faible rendement en raison des quantités limitées de riz apparaissant sur le marché officiel.

Les contraintes liées à l'usinage et au stockage vont susciter des goulots d'étranglement pour plusieurs raisons. Tout d'abord, Kuntaur ne possède que des installations de stockage très limitées. On dénombre déjà des cas de riz gâté malgré les maigres quantités usinées actuellement. Fait plus important, les centres d'usinage nécessitent des systèmes de collecte et de transport complexes et coûteux depuis les régions productrices. Etant donné la rareté des possibilités de transport et de distribution des produits finis et des intrants, le manque de rizières locales représente une contrainte sérieuse. L'absence d'installations de décorticage pour les autres céréales (maïs, mil, etc.) empêche leur développement en créant des goulots d'étranglement sur le plan de la préparation des denrées.

Pénurie de cadres et de techniciens. L'agriculture irriguée relève d'un processus complexe qui requiert une gestion efficace à tous les échelons depuis la conception des périmètres jusqu'à la production proprement dite en passant par la distribution des intrants, la commercialisation et le conditionnement. Les périmètres existants dans le bassin du fleuve Gambie (SAED comprise) connaissent une pénurie de personnel de gestion expérimenté. Cette pénurie constitue un obstacle à l'amélioration de la production agricole en générale et à celle de l'agriculture irriguée en particulier. Dans le même temps, on enregistre un manque de techniciens et de mécaniciens capables d'entretenir et de réparer l'équipement d'irrigation.

4.6.3. Contraintes liées aux ménages

Les contraintes au niveau des ménages sur la participation individuelle aux projets d'agriculture irriguée empêcheront d'atteindre les objectifs de mise en valeur. Le temps disponible pour les activités d'un projet sera limité par les heures que les membres de la famille

consacrent à leurs autres tâches. Le désir d'éviter les risques ajoutera une contrainte à la participation.

Disponibilité de la main-d'oeuvre. Une contrainte de main-d'oeuvre pendant des périodes courtes mais critiques du calendrier agricole affecte actuellement la superficie cultivée, l'intensité et les pratiques culturales. En outre, les cultures irriguées ne bénéficient pas souvent de la main-d'oeuvre familiale car les membres considèrent que ce travail n'est pas assez rémunérateur. Les modèles d'irrigation qui se fondent sur la libre disponibilité de la main-d'oeuvre familiale peuvent sous-estimer grandement cette disponibilité.

L'analyse de nos données sur la main-d'oeuvre dans trois villages, Pakéba au Sénégal Oriental et Alunhari et Néma en Gambie, indique que la main-d'oeuvre des ménages, dans l'absolu, n'est pas une ressource rare sauf pendant les dates de semis et de sarclage en hivernage. Durant cette période, il y a donc pénurie de main-d'oeuvre. Le reste du temps, la main-d'oeuvre peut être sous-employée.

Les projets de développement de l'irrigation se fondent généralement sur l'hypothèse que les unités de main-d'oeuvre au sein d'un ménage ont une capacité égale, qu'elles sont mobiles entre les activités du ménage et qu'elles sont essentiellement gratuites. Ces hypothèses semblent être fausses. Il existe des différences majeures entre jeunes et vieux et entre femmes et hommes en ce qui concerne leurs responsabilités au sein du ménage. Chacun de ces groupes a des possibilités d'emploi différentes. Pendant la saison sèche, les jeunes gens quittent le village pendant des périodes plus ou moins longues à la recherche d'un emploi salarié. Pour cette catégorie de travailleur, le coût d'opportunité de la main-d'oeuvre est l'emploi salarié potentiel. L'attrait du travail salarié est encore accru par le fait que la rémunération est immédiate et versée à l'individu, ce qui n'est pas toujours le cas en agriculture, en particulier pour les individus travaillant sur des parcelles familiales collectives.

Risque. Un des facteurs critiques limitant l'incorporation de l'agriculture irriguée dans les systèmes agricoles du bassin semble être le haut risque associé aux techniques de production existantes. Le niveau de participation faible à la riziculture irriguée peut être

attribué en partie au désir d'éviter ce risque, en particulier lorsque les cultivateurs travaillent dans des conditions d'incertitude quant à la disponibilité et le prix des intrants. L'attachement des cultivateurs à une stratégie de minimisation des risques est illustré, comme le fait ressortir notre enquête au niveau des villages, par la proportion impressionnante de surface arable utilisée pour les cultures céréalières pluviales malgré le fait que ces dernières aient des rendements médiocres et soient moins rentables. Les stratégies de minimisation des risques se manifestent également par la diversification et l'association des cultures de manière à tenir compte des variations au niveau des précipitations annuelles et par la sélection de cultures requérant peu d'intrants afin de minimiser les pertes en cas de mauvaise récolte.

4.7. Frais de fonctionnement et subventions

Les efforts en vue d'étendre l'irrigation auront des répercussions importantes sur les économies des Etats membres. Les investissements dans ce domaine sont de taille, surtout lorsqu'on y inclut le coût de construction des barrages. Outre le remboursement des prêts au titre du développement infrastructurel, les gouvernements doivent payer des frais annuels d'exploitation et d'entretien et les subventions à la production.

Les redevances d'irrigation versées par les utilisateurs dans les périmètres actuels du bassin du fleuve Gambie ne couvrent pas les frais d'exploitation et d'entretien ou le coût du développement infrastructurel, comme le montrent les estimations relatives aux coûts d'équipement, d'exploitation et d'entretien à l'hectare pour deux des projets d'irrigation actuellement en cours, Jahaly Pacharr et PISO (Tableau 4.3.). Les frais d'exploitation annuels comprennent les frais de gestion, de réparation et de remplacement par an et par hectare. Les redevances annuelles en 1983/84 pour les deux campagnes ont été estimées à 350 dollars EU/ha pour Jahaly Pacharr et 290 dollars EU/ha pour PISO. Ces redevances couvrent seulement l'utilisation de l'eau et des engins. Si l'on soustrait la redevance annuelle du coût annuel d'exploitation et d'entretien, le coût non récupéré à l'hectare est de 230 dollars EU/ha pour Jahaly Pacharr et de 330 dollars EU/ha pour PISO. Moyennant une

**Tableau 4.3. Investissements, exploitation et entretien
Coûts des modèles d'irrigation**

	Coût total par hectare	
	Jahaly Pacharr	PISO
Investissement/ha	\$11600	\$2000
Frais d'exploitation et d'entretien annuels/ha	580 *	620
Redevance annuelle/ha	350	290
Subvention annuelle/ha	230	330
Coûts annuels non récupérés (superficie actuellement cultivée)	\$133,000 (580 ha)	\$60,000 (181 ha)

*Les dernières estimations de Jahally Pacharr comprennent des frais d'exploitation et d'entretien plus bas; la subvention annuelle sera diminuée par conséquent.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

**Tableau 4.4. Subventions aux intrants
pendant la saison sèche 1983/84**

Facteur		Jahaly Pacharr		PISO		
		Prix de marché subventionné	Prix réel à l'importation	Prix de marché subventionné	Prix réel à l'importation	
Engrais NPK	115/kg/ha		20	300/kg/ha	35	92
Urée	220/kg/ha	35	47	300/kg/ha	30	55
Semences	50/kg/ha	15	7	40/kg/ha	5	8
Coût total	\$/ha	50	74	70	155	
Subvention	\$/ha		24		85	

Source: Les prix du marché sont ceux payés par les cultivateurs.
Les prix économiques PISO correspondent à ceux de la SODEFITEX.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

superficie cultivée de 580 ha pour Jahaly Pacharr et de 181 ha pour PISO, le coût annuel non récupéré pour Jahaly Pacharr sous-entend une subvention annuelle de 133.000 dollars EU et pour PISO, une somme de 60.000 dollars EU. Ces coûts non récupérés doivent être supportés par l'Etat si l'on désire poursuivre l'exploitation et l'entretien des systèmes.

Les coûts non récupérés ne représentent qu'un aspect des subventions actuellement octroyées à la production rizicole irriguée. Des subventions sont également octroyées par l'Etat pour l'achat de certains intrants (Tableau 4.4.). Les estimations basées sur l'utilisation recommandée des engrais NPK, de l'urée et des semences donnent le coût de ces subventions supplémentaires. Selon ces estimations, la subvention à l'hectare pour une campagne est de l'ordre de 24 dollars EU pour Jahaly Pacharr et de 85 dollars EU pour PISO. Le coût annuel non récupéré pour Jahaly Pacharr est d'environ 14.000 dollars EU; celui de PISO est supérieur à 15.000 dollars EU.

On a envisagé de supprimer toutes les subventions à la production dans un proche avenir. Dans l'optique de notre analyse, une telle solution ne semble guère faisable à moins que les coûts à la production ne soient augmentés en proportion, et si les coûts d'aménagement et d'exploitation sont minimisés.

4.8. Options de gestion agricole

Les contraintes liées à la mise en valeur d'une agriculture irriguée à grande échelle dans le bassin du fleuve Gambie nous a conduit à mettre en question le rôle dominant accordé à l'expansion accélérée de la production rizicole dans les plans de mise en valeur du bassin. Alors que l'agriculture d'irrigation deviendra de plus en plus importante dans les systèmes de production du bassin au cours des décennies à venir, il convient de prendre de nombreuses mesures en vue d'atténuer ces contraintes avant d'amorcer une expansion de grande envergure. Il s'impose d'étudier sérieusement les suggestions concernant l'atténuation des conséquences négatives de l'expansion de l'irrigation et concernant l'amélioration des infrastructures agricoles existantes (chapitre 7).

L'OMVG devrait établir en priorité l'élimination des contraintes au développement de formes d'exploitation agricole intensive permettant une productivité élevée.

Outre le développement délibéré mais mesuré de l'agriculture irriguée, nous recommandons que d'autres systèmes de production agricole et d'activités rurales, telles que l'élevage et la pêche, reçoivent une importance accrue dans les plans généraux de la mise en valeur du bassin. Les améliorations de la production agricole doivent se fonder sur les systèmes de production agricole existants si on veut qu'elles réussissent. Etant donné cette perspective, les systèmes de production agricole pluviale et de riziculture aquatique existants doivent, à court terme, constituer un thème central des activités de mise en valeur. Les moyens d'incorporer l'agriculture irriguée dans les systèmes de production existants pourraient constituer un domaine important de la recherche subséquente et de la planification dont se charge le personnel de l'OMVG.

De surcroît, la création de grands réservoirs permet de pratiquer l'agriculture de décrue. L'agriculture de décrue, pratiquée sur les rives du réservoir durant la période d'abaissement du niveau d'eau, pourrait utiliser une superficie significative pour l'agriculture de contre-saison moyennant des investissements nettement inférieurs à ceux que nécessitent les périmètres de production irriguée à grande échelle qui ont été posés. Nous estimons que les zones de rabattement de Balingho et de Kékréti couvriront respectivement 400 km² et 300 km². On ignore à ce stade dans quelle mesure ces terres pourront être cultivées. Dans le cas de Balingho, le problème des sols sulfaté-acides pourrait limiter la superficie cultivable. Dans la zone du réservoir de Kékréti, les pentes fortes risquent de limiter les terres se prêtant à l'agriculture de décrue.

Etant donné les ressources limitées dont disposent les gouvernements des Etats membres, la gestion du secteur agricole du bassin exigera que les décideurs fassent un compromis entre les différentes options de développement examinées plus haut. D'après les prévisions actuelles, l'expansion à grande échelle de l'irrigation restreindra la superficie réservée au riz aquatique et limitera l'accès des animaux à l'eau. En

outre, les ressources financières, gestionnaires et matérielles affectées uniquement à l'irrigation seront détournées d'autres possibilités d'investissement dans le secteur agricole. En d'autres termes, l'affectation de ressources importantes à l'irrigation se ferait aux dépens de l'investissement dans d'autres formes d'agriculture qui pourraient être plus productives à court et moyen termes.

En conclusion, nous admettons que l'agriculture d'irrigation jouera un rôle de plus en plus important dans la production vivrière des populations du bassin du fleuve Gambie. Ceci dit, les modèles d'irrigation doivent être sensiblement améliorés avant de pouvoir être mis en oeuvre à l'échelle actuellement envisagée par les stratégies de développement. L'OMVG et les planificateurs des Etats membres pourraient certes tirer un enseignement important des cultivateurs du bassin, qui s'adonnent à une multiplicité d'entreprises en diversifiant leur système d'exploitation afin de minimiser leurs risques. Etant donné les risques naturels et artificiels très importants auxquels sont confrontés les cultivateurs du bassin du fleuve Gambie, il semble essentiel d'adopter une stratégie de développement recouvrant plusieurs options.

5. GESTION DES PECHERIES ET DES RESSOURCES AQUATIQUES

La mise en valeur du Bassin du fleuve Gambie signifie essentiellement la manipulation de l'environnement à des fins économiques. Le principal objectif du développement du bassin est la gestion de ses ressources aquatiques pour la production d'énergie hydroélectrique et l'agriculture irriguée. Ceci nécessitera un changement approfondi de l'hydrosphère et de la biosphère aquatique. La partie fluviale de la biosphère aquatique sera considérablement modifiée et la partie estuarienne sera transformée.

Les principales mesures de mise en valeur qui affecteront directement les pêcheries et les ressources aquatiques sont la construction des barrages, la création des réservoirs, la régularisation du débit et la création d'une barrière anti-sel (Figure 5.1.). Elles provoqueront des incidences sur l'hydrosphère, la biosphère aquatique et les pêcheries. Des incidences secondaires en découleront également puisque les modifications de l'hydrosphère auront des effets sur la biosphère aquatique et que ceux-ci à leur tour affecteront les pêcheries. Des incidences supplémentaires sur les pêcheries et les ressources aquatiques résulteront de l'amélioration de la navigation, de la gestion des terres et de l'eau, de la gestion agricole et de la planification urbaine et régionale. L'effet de ces incidences sur la réalisation des objectifs de développement dépendra dans une large mesure des actions de gestion des pêcheries et des ressources aquatiques qui seront prises.

Les pêcheries du Bassin du fleuve du Gambie tiennent une place importante dans la réalisation de ces objectifs de mise en valeur, en particulier pour la Gambie. Les pêcheries procurent un revenu à des milliers de personnes, sont une industrie importante et améliorent la balance du commerce extérieur. En outre, les pêcheries sont une importante source de protéine pour la plus grande partie de la population du bassin. Les projets de développement modifieront considérablement les pêcheries existantes en Gambie. Toute incidence sur les pêcheries existantes aura donc des conséquences économiques et nutritives importantes.

Les pêcheries sont aussi un indicateur important de la qualité, en matière d'environnement, des ressources aquatiques. Les stocks en

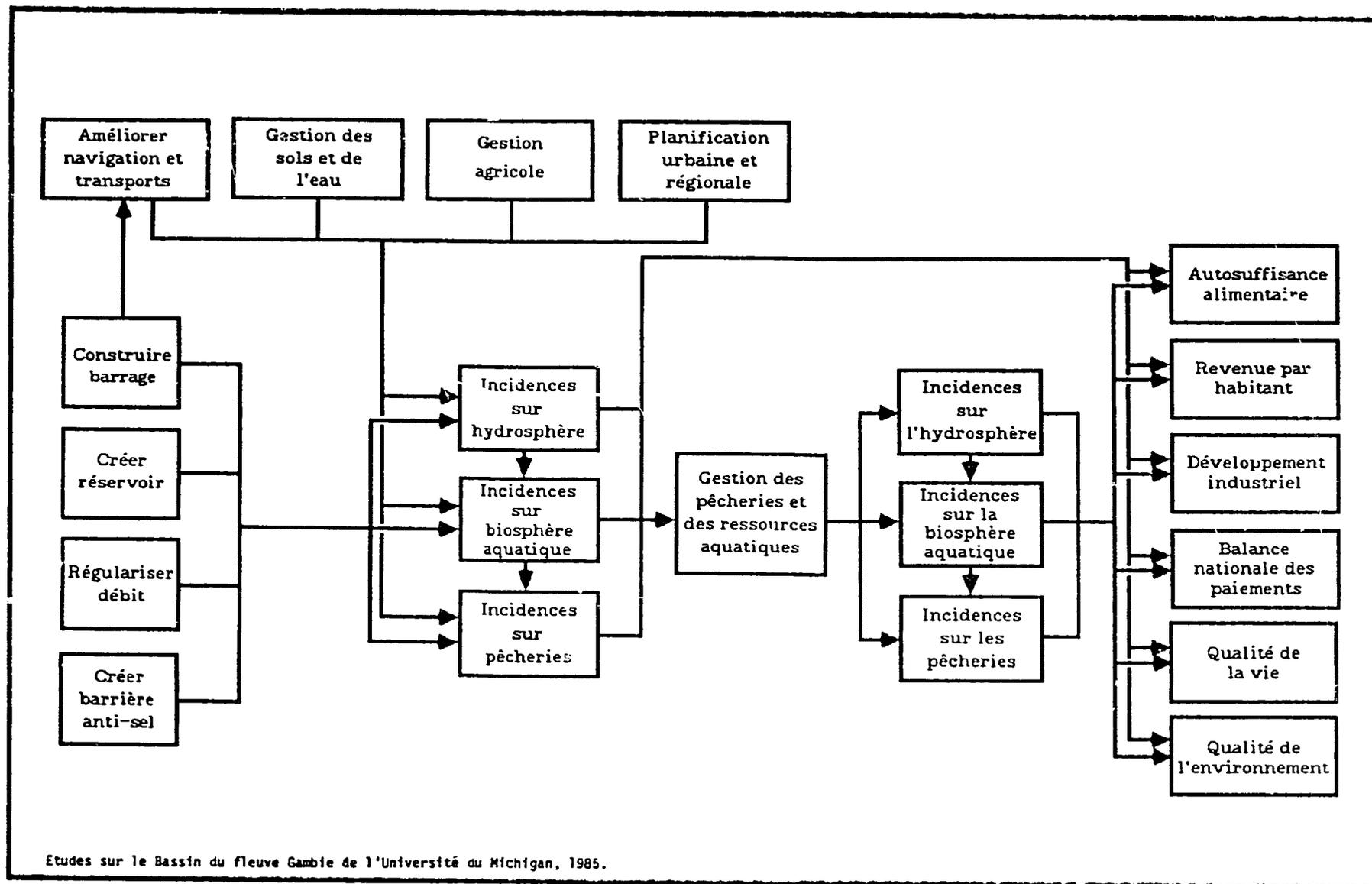


Figure 5.1. Réseau de gestion des pêcheries et des ressources aquatiques

poissons et en crustacés sont un indicateur principal de la nature des incidences des actions de l'homme sur la biosphère aquatique. Bien que la production d'une ressource aquatique puisse être mesurée en fonction de la quantité des organismes aquatiques, (tels que le phytoplancton, le zooplancton et les benthos), l'indicateur le plus approprié est le stock de poissons à la fin de la chaîne alimentaire soutenue par la masse de l'eau. L'intérêt porté à la productivité des pêcheries constitue donc un important aspect de la gestion de la mise en valeur du bassin.

5.1. Incidences de la gestion des pêcheries et des ressources aquatiques

Comme il a été examiné dans le chapitre 3, les actions de mise en valeur modifieront considérablement les ressources en eau du bassin. En ce qui concerne les ressources aquatiques-mêmes, le résultat sera l'amélioration de la pêche continentale du bassin par la création d'un environnement lacustre (un environnement de lacs artificiels) aux dépens des environnements estuarien et fluvial existants (Figure 5.2.).

Ces changements d'environnement affecteront considérablement les pêcheries du bassin. La création des réservoirs offrira des possibilités de pêche continentale d'un avantage considérable si elles sont bien gérées. Ce sera un nouveau type de pêche jusqu'ici inconnu dans le bassin, puisque la pêche lacustre, soit en eau calme, est considérablement différente de la pêche fluviale, soit en eau courante. Ces perspectives seront néanmoins offertes aux dépens de la pêche estuarienne existante en Gambie et, dans une certaine mesure, de la pêche maritime au large. Même si la pêche fluviale sera considérablement diminuée, l'effet sur la production totale des pêcheries en sera minime.

5.1.1. Attributs des incidences

Les incidences des projets de mise en valeur sur les pêcheries et les ressources aquatiques du bassin peuvent être décrites sous forme d'attributs à la fois dans la biosphère aquatique et dans les systèmes de production socio-économiques (Tableau 5.1.). Les incidences des actions de mise en valeur sur l'hydrosphère, étudiées dans le Chapitre 3, affecteront considérablement les attributs de la biosphère aquatique qui

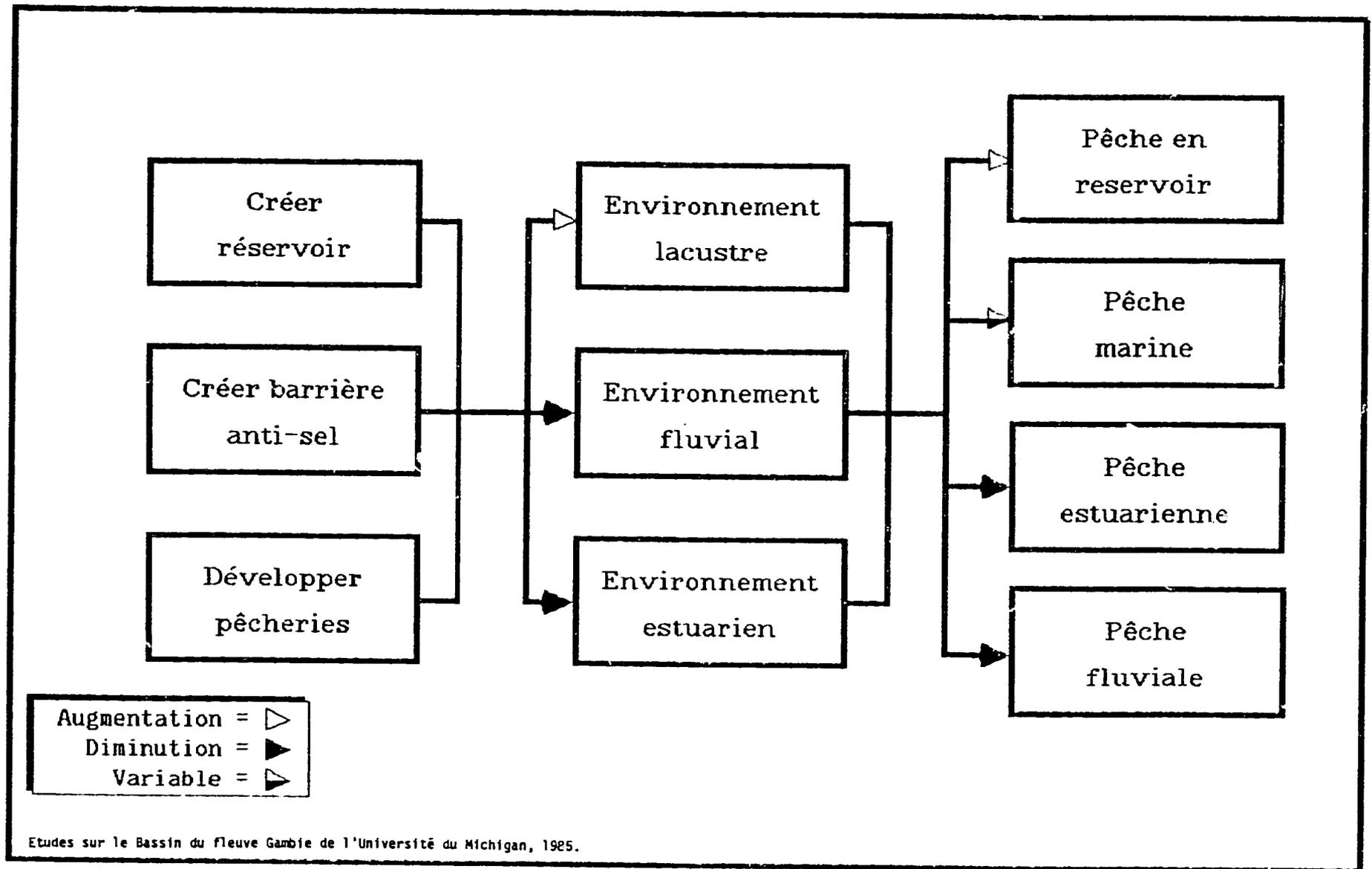


Figure 5.2. Compromis sur le plan des pêcheries dans le cadre de la mise en valeur du bassin

Tableau 5.1. Attributs des incidences de la gestion des pêcheries et des ressources aquatiques

Biosphère aquatique

Cultures de poissons d'eau douce lacustres
 Cultures de poissons du fleuve
 Cultures de poissons de la mer
 Cultures de poissons de l'estuaire
 Habitat du poisson
 Habitat du crustacés
 Zones de frai et frayères
 Migration du poisson
 Composition des espèces de poisson
 Éléments nutritif du poisson
 Nutriments organiques
 Nutriments non organiques
 Polluants organiques
 Polluants non organiques
 Herbes aquatiques
 Evapotranspiration
 Habitat des vertébrés aquatiques
 Vecteurs des maladies humaines causées par l'eau
 Vecteurs des maladies du bétail reliées à l'eau

Production

socioéconomique

Production de la pêche commerciale
 Production de la pêche artisanale
 Production de la pêche de subsistance
 Activité halieutique
 Coûts de la pêche
 Aquaculture
 Industries de transformation piscicole
 Industries de produits piscicoles
 Emploi
 Revenu par habitant
 Revenu d'exportations

sont importants pour les stocks de poissons. La productivité des pêcheries dépendra des stocks ainsi que de facteurs socio-économiques.

Dans la biosphère aquatique, les stocks de poissons et de crustacés dépendront d'incidences sur de tels attributs comme l'habitat, le frai, les voies migratrices et la composition des espèces. Ces incidences affecteront également les chaînes alimentaires nourrissant les poissons, de sorte que les organismes servant d'alimentation aux poissons, les nutriments organiques, les nutriments non-organiques et les polluants sont importants. Les incidences sur les attributs biologiques tels que les herbes aquatiques et les vecteurs de maladies liées à l'eau ont des implications socio-économiques, de même que des implications sur la qualité de la vie de la population humaine dans le bassin.

La productivité des pêcheries sera calculée en fonction de divers attributs socio-économiques en plus de la production des pêcheries commerciale, artisanale et de subsistance. Les activités halieutiques et leurs coûts, le revenu par habitant, et le revenu des exportations sont importants pour les analyses coûts-avantages des pêcheries. Les industries de la pêche se développeront et peuvent être suivies comme des indicateurs du progrès économique. La pisciculture est un attribut qui offre des possibilités considérables pour la gestion des pêcheries, comme il est examiné dans le chapitre 7.

5.1.2. Modification de la configuration des ressources en eau

Afin d'identifier les diverses incidences des actions de mise en valeur sur les pêcheries du bassin, nous trouvons utile d'expliquer comment les ressources en eau du bassin seront fondamentalement modifiées. Dans le but de cette analyse, nous divisons le fleuve en plusieurs zones. En premier lieu, il y a les zones variant d'une très forte salinité à une faible salinité. Elles constituent l'environnement marin au large; le bas estuaire fort salé, s'étendant de l'océan à Mootah Point (sur le fleuve au km 60), où l'influence de l'eau douce n'est pas observée; et le haut estuaire de Mootah Point à Kuntaur (au km 251), où l'eau salée et l'eau douce se mélangent -- sa limite étant définie par l'étendue de la pénétration de la langue salée suivant la saison. En second lieu, il y a les environnements d'eau douce en amont de Kuntaur -- les divers environnements d'eau courante ou fluviale. Ils se composent

d'une zone inférieure d'eau douce où le fleuve Gambie à faible courant a un mélange de marée distinct, qui s'étend en amont jusqu'à Gouloumbou (au km 510); une zone supérieure d'eau douce fluviale s'étendant de Gouloumbou à la frontière guinéenne (au km 970), où le fleuve a des caractéristiques saisonnières distinctes; et une zone d'eaux d'amont en Guinée s'étendant de la frontière à la source à Ore Dima (au km 1100), où il y a un réseau de rivières et de ruisseaux relativement petits de même qu'une chute du relief marquée.

Ce régime de ressources aquatiques sera considérablement modifié par la mise en valeur du bassin du fleuve (Figure 5.3.). L'environnement marin ne sera pas modifié physiquement, même si certains de ses attributs subiront des incidences. Les bas et haut estuaires n'existeront toutefois plus. Un nouvel estuaire - presque un bras de mer - s'étendra de l'océan au barrage de Balingho (au km 128). Les caractéristiques physiques de cet estuaire seront fort différentes de celles de l'estuaire précédent, comme il a été examiné au chapitre 3. La biosphère aquatique estuarienne sera donc considérablement changée. Le haut estuaire sera éliminé, puisque le barrage de Balingho empêchera la pénétration d'eau salée plus en amont. Pareillement, il n'y aura plus de distinction marquée entre les zones fluviales d'eau douce inférieure et supérieure. La zone fluviale d'eau douce inférieure sera considérablement modifiée, puisque le barrage de Balingho éliminera le mélange de marée qui lui procure ses caractéristiques hydrologiques distinctes. Une nouvelle zone fluviale sera créée entre le lac de Balingho et le barrage de Kékréti, caractérisée par le débit contrôlé provenant de Kékréti. Une zone fluviale semblable sera créée entre le lac de Kékréti et le barrage de Kouya. La zone des eaux d'amont deviendra un réseau de rivières et de lacs. Sur environ 200 km de long, soit presque un cinquième de sa longueur, le fleuve sera transformé en lacs, c'est-à-dire en un nouvel environnement lacustre.

5.1.3. Résumé des incidences dans la biosphère aquatique

- Nutriments estuariens. Le barrage de Balingho bloquera la circulation considérable de nutriments dans l'estuaire et au large. Il créera aussi un système estuarien restreint vulnérable à une sérieuse pollution. Le résultat sera de réduire la production aquatique de l'estuaire et des eaux côtières.

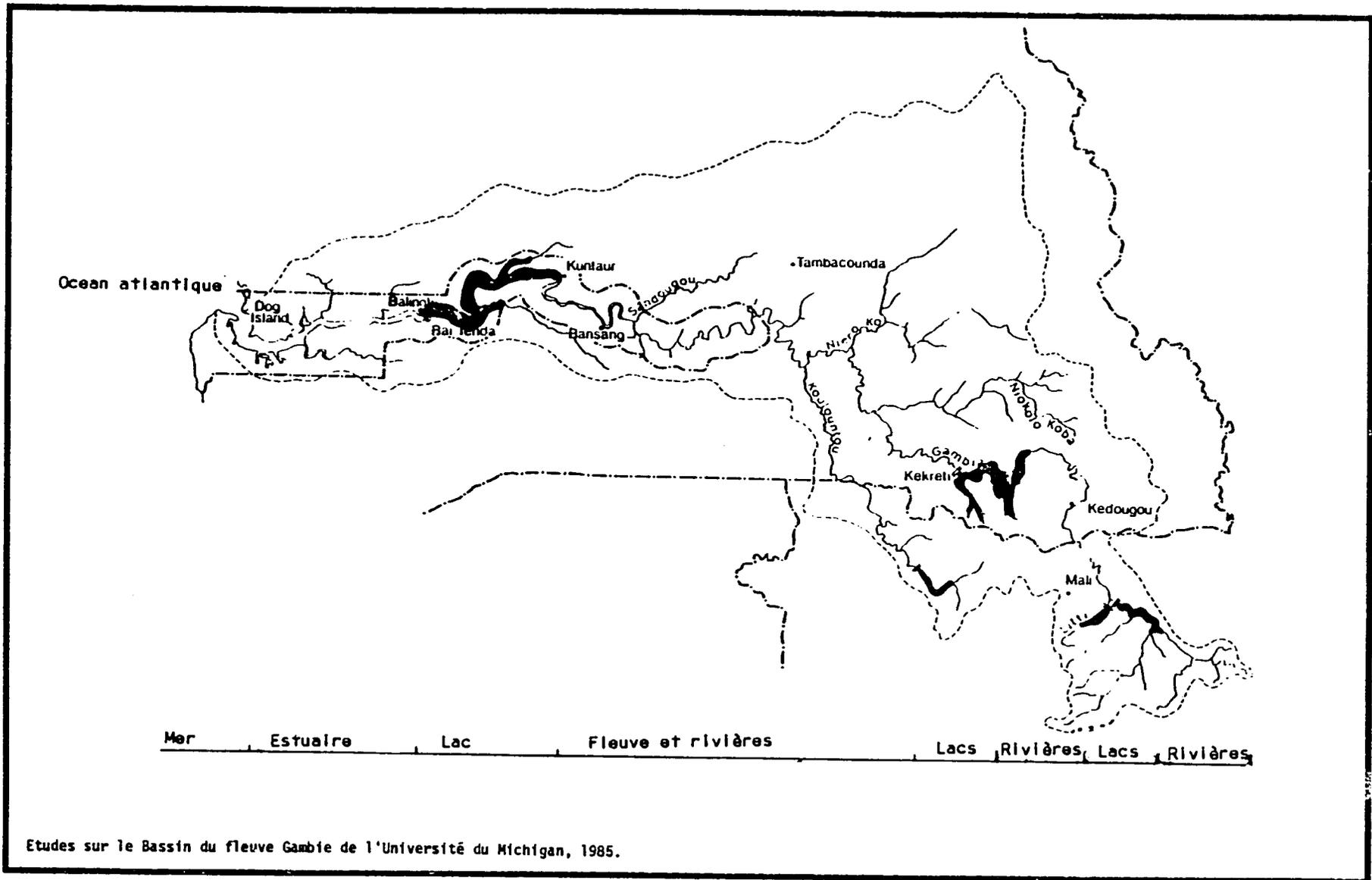


Figure 5.3. Modification des ressources en eau suite aux actions de développement

- Environnements lacustres. Les cinq lacs créeront des environnements lacustres qui profiteront des nutriments retenus par les barrages. Ces environnements pourraient avoir une productivité aquatique prospère. Il sera cependant propice à une accumulation excessive de nutriments, ce qui réduira la productivité aquatique. La qualité de l'eau pourrait devenir un problème.

- Environnements fluviaux restants. Les environnements fluviaux restants conserveront leur intégrité biologique de base. Toutefois, l'élimination des inondations saisonnières et de la marée changera complètement l'hydrologie du fleuve. Ceci risque de réduire la productivité aquatique et halieutique du fleuve.

- Migration et habitat des poissons. Les importantes voies migratrices des poissons, en particulier du bonga et de la crevette, seront bloquées par le barrage de Balingho. La disparition des forêts de palétuviers due au barrage de Balingho entraînera une réduction considérable de la productivité des pêcheries. La perte du gradient de salinité pourrait réduire le stock et les prises de crevettes dans l'estuaire.

- Composition des espèces de poissons. Les crustacés seront éliminés en amont de Balingho, de même que la plupart des poissons de mer et estuariens. Les espèces lacustres prospéreront. L'avenir des espèces migratrices est inconnu.

- Productivité de pêcheries. La productivité de crustacés diminuera. La productivité de certains poissons de mer pourrait augmenter, malgré la diminution de la productivité d'autres poissons de mer et estuariens. La productivité des pêcheries de réservoir sera considérable.

5.1.4. Résumé des incidences sur les pêcheries

Les perspectives de prises annuelles totales maximales de poissons de réservoir sont estimées à 7.500 tonnes par an, pourvu qu'il y ait une gestion efficace des pêcheries. La valeur annuelle brute de la pêche sera de 7.500.000 dollars. (La valeur nette sera sensiblement inférieure et les contraintes à la distribution et à la commercialisation pourraient encore réduire considérablement cette valeur.)

Valeur brute de la pêche de réservoir

Lac Balingho	5.600 tonnes	5.600.000 dollars
Lac Kékréti	1.400 tonnes	1.400.000 dollars
Lacs guinéens	475 tonnes	475.000 dollars

- Incidence du barrage de Balingho sur les pêcheries gambiennes.

Le potentiel de prise du lac Balingho pourrait compenser les pertes du potentiel de prise des pêcheries existantes. Les pertes annuelles des pêches maritime, estuarienne et de crustacés pourraient se situer au-dessus de 1.400 dollars à cause des incidences négatives en matière d'environnement sur la productivité de poissons.

Pertes pour la pêche gambienne actuelle

Pêche continentale* (100%)	250.000 dollars
Pêche de crustacés (50%)	750.000 dollars
Pêche estuarienne (30%)	100.000 dollars
Pêche côtière marine (10%)	300.000 dollars
*en aval de Kuntaur	

- Valeur annuelle nette des pêcheries du lac Kékréti et des lacs guinéens. La production de la pêche en réservoir sur le lac Kékréti et les lacs guinéens sera un gain net, puisque la production de la pêche fluviale actuelle est infime. La valeur nette des pêcheries tient compte des coûts de gestion et de production.

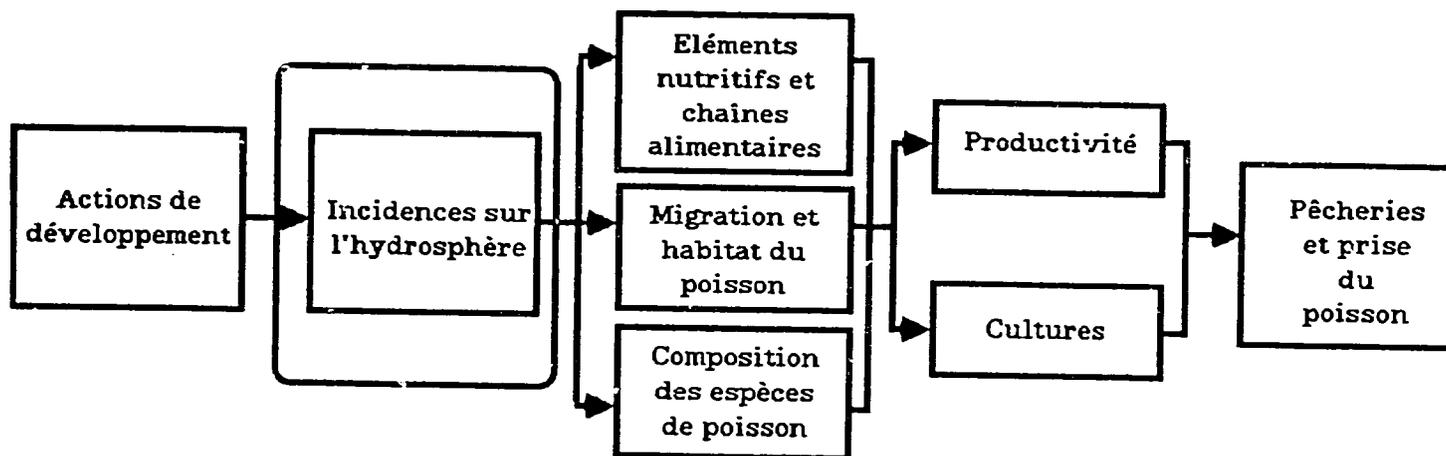
Valeur annuelle nette des pêcheries

Lac Kékréti	881.000 dollars
Lacs guinéens	274.000 dollars

- Perspectives en pisciculture. Les mesures de mise en valeur offriront des perspectives pour les divers types de pêche.

5.2. Incidences sur la biosphère aquatique

La biosphère aquatique sera modifiée dans tout le bassin du fleuve Gambie à cause des actions de développement et des incidences qui en découleront sur l'hydrosphère, comme il a été expliqué dans le chapitre 3. Du point de vue des pêcheries, les incidences sur la biosphère aquatique formeront un réseau qui affectera finalement les pêcheries et les prises de poissons (Figure 5.4.). Les nutriments et



Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Figure 5.4. Réseau d'incidence sur la biosphère aquatique

les chaînes alimentaires seront changés; l'habitat des poissons et les zones de frai seront modifiés; et les voies migratrices des poissons ainsi que les compositions des espèces seront affectées. Ces incidences entraîneront des changements dans la productivité de poissons et dans les stocks, et par conséquent dans les prises de poissons.

5.2.1. Incidences sur les nutriments estuariens

Tous les estuaires du monde - en particulier ceux des réseaux tropicaux bordés de vastes forêts de palétuviers - sont parmi les écosystèmes les plus productifs sur le plan biologique. Dans le bassin du fleuve Gambie, l'estuaire bat peut-être tous les autres écosystèmes terrestres et aquatiques par la quantité annuelle de production naturelle de matière végétale par mètre carré de surface. Après la construction du barrage de Balingho, ce ne sera plus le cas -- la production aquatique de l'estuaire sera considérablement réduite.

L'apport de nutriments dans l'estuaire sera principalement réduit à cause de la disparition des forêts de palétuviers en amont du barrage et de la raréfaction des forêts de palétuviers juste en aval du barrage. En outre, l'estuaire est actuellement le recipient pour tout le bassin. Balingho éliminera cette caractéristique fondamentale de l'estuaire parce que l'écoulement d'eau douce s'arrêtera dans le bassin de réception du lac. Les nutriments et les déchets organiques qui descendent maintenant vers la mer seront retenus et recyclés en amont dans lac Balingho. Cette perte de nutriments réduira la production biologique de l'estuaire à tous les niveaux de la chaîne alimentaire.

La production des eaux côtières sera probablement aussi affectée par la perte de nutriments. Certains des nutriments pénétrant dans l'estuaire poursuivent actuellement leur chemin jusqu'au large et maintiennent la production de la crevette rose adulte, qui est la principale ressource d'exportation de la pêche gambienne. Les concentrations les plus élevées de crevettes roses se trouvent probablement sur les sédiments riches en matière organique situés autour de l'embouchure de l'estuaire du fleuve Gambie; qui elles viennent de l'estuaire actuel et du fleuve pendant l'hivernage. La réduction des nutriments entraînera donc la réduction de la croissance des crevettes et de l'importance des stocks d'adultes en mer. Comme ils constituent leurs frayères, la productivité des crevettes sera également réduite.

La réduction de l'apport de nutriments affectera la seiche de la même façon que la crevette rose. La seiche se reproduit sur les sédiments en mer qui renferment les détritiques déposés par le fleuve. Comme cette région sera réduite, la production de la seiche, importante sur le plan commerciale, sera également réduite.

En plus de diminuer les nutriments de l'estuaire, le barrage de Balingho augmentera les risques d'une sérieuse pollution de l'estuaire. Tout brassage sera dû à l'action de la marée et aux précipitations dans son bassin hydrographique limité. Les polluants seront donc retenus plus longtemps dans l'estuaire et ne seront pas brassés dans la mer autant qu'actuellement. Même si l'action de la marémotrice restera une force puissante, à la longue les eaux estuariennes risquent de devenir néfastes pour certaines formes de la vie estuarienne et marine: la production des poissons de mer et des crustacés, tout particulièrement la production de crevettes, est fort vulnérable aux polluants. Les toxines des polluants s'accumulent donc dans la chaîne alimentaire et rendent beaucoup de poissons et de crustacés dangereux pour la consommation humaine. A long terme, une telle pollution pourrait affecter considérablement la pêche commerciale et la santé de l'homme.

Actuellement, les principales sources de la pollution estuarienne résident dans la zone urbaine de Banjul, dans le district de Kombo North. Le ruissellement des eaux de pluie, les déversoirs directs des eaux d'égout et les déversements et les immersions accidentelles dans le port polluent l'estuaire. Une source de pollution particulièrement insidieuse est l'évacuation imprudente de déchets solides par le remplissage des bolons, comme l'a montré la décharge de la ville de Banjul dans un bolon du réseau d'Oyster Creek, où les polluants peuvent être lessivés et emportés par le brassage de la marée dans l'estuaire. Le développement industriel dans la ville de Banjul et ses environs est une source éventuellement sérieuse de pollution. La pollution actuelle augmentera et les incidences deviendront plus visibles quand le barrage de Balingho bloquera le débit qui contribue à brasser l'estuaire.

5.2.2. Création d'un environnement lacustre

Alors que les environnements estuarien et maritime seront privés d'un enrichissement en nutriments, le lac Balingho, et dans une certaine

mesure le lac Kékréti, profiteront des nutriments qu'ils collecteront. Le lac Balingho profitera de l'apport de nutriments provenant d'une grande partie du bassin hydrographique, et le lac Kékréti profitera des nutriments provenant d'une bonne part du reste du bassin hydrographique. Les lacs guinéens n'en profiteront pas autant parce que leur bassin hydrographique est plus petit, et que les rivières et ruisseaux ne sont pas aussi riches en nutriments que ceux qui se trouvent plus en aval.

Les environnements lacustres qui seront créés devraient fournir une base d'alimentation propice aux pêcheries des réservoirs. Ces environnements procurent un vaste habitat à bien des espèces qui ne peuvent pas prospérer dans l'eau courante. De nouvelles communautés aquatiques se développeront à la fois dans la colonne d'eau et au fond des réservoirs, en particulier dans les régions peu profondes. Ceci aura pour résultat de créer de nouveaux réseaux alimentaires qui rendront les pêcheries lacustres plus productives que les pêcheries fluviales existantes qui auront été supplantées.

La qualité de l'eau et la base d'alimentation d'un réservoir dépendent d'une série d'incidences physiques, chimiques et biologiques qui résultent de la construction d'un barrage et d'autres activités humaines, de même que des changements de l'environnement et de l'enrichissement en nutriments. Certaines de ces incidences améliorent la qualité de la base d'alimentation, bien que d'autres puissent la détériorer.

Les réservoirs profitent d'une augmentation de la charge en nutriments qui résulte des projets de mise en valeur ainsi que de l'écoulement du bassin hydrographique. L'écoulement fluvial et pluvial dans un réservoir transporte des nutriments dissous, tels que des nitrates, des phosphates et des silicates provenant des terres, des forêts et des villages. A cet écoulement s'ajoute l'écoulement du drainage de l'irrigation enrichi de nutriments provenant des engrais. Il est enrichi également de débris organiques ou de détritus provenant de la végétation terrestre qui pourrit dans l'eau. Les déchets humains organiques et les eaux usées, à quoi s'ajoutent les déchets du bétail, enrichissent également la base d'alimentation.

Cette base en nutriments riche développera dans un lac les organismes végétaux ou animaux, soit le biote, qui forment la chaîne alimentaire

nourrissant les poissons. Elle est complétée par la production au sein du réservoir-même, puisque l'eau stagnante d'un lac est plus propice à la croissance de la majorité des algues que ne l'est l'eau courante. Les algues sont le premier anneau ou les principaux producteurs de la chaîne alimentaire. Elles sont également précieuses dans la mesure où elles absorbent le dioxyde de carbone, toxique pour les poissons, et elles libèrent de l'oxygène dans l'eau utile pour les poissons et d'autres animaux aquatiques.

La base en nutriments peut devenir trop riche, néanmoins, et détériorer la qualité de l'eau au lieu de l'enrichir. Jusqu'à un certain point, les nutriments enrichiront l'eau. Passé ce point, la qualité de l'eau diminuera. Les algues peuvent devenir trop abondantes et former des amas flottants. La pourriture des algues peut provoquer une insuffisance d'oxygène qui entraînera une mortalité massive des poissons. Les amas d'algues peuvent obstruer les grilles des amenées d'eau des pompes; elles peuvent aussi fournir un habitat propice aux vecteurs de maladie tels que les moustiques et les mollusques. En outre, les plantes et les mauvaises herbes aquatiques peuvent devenir trop denses. Au lieu de contribuer à l'enrichissement de l'environnement aquatique pour les poissons, elles couvrent de vastes étendues; elles obstruent le réservoir et rendent de grandes parties inhabitables par les poissons; elles immobilisent les nutriments nécessaires à la production des poissons; elles gênent l'emploi de l'équipement de pêche; elles empêchent la navigation et elles bloquent les réseaux d'irrigation. Dans certains réservoirs, les amas de mauvaises herbes deviennent si denses qu'ils empêchent totalement l'accès à l'eau à partir du rivage. Toutefois, dans une certaine limite de densité, ils augmentent le substrat servant de nourriture pour les poissons.

Point peut-être aussi important, des nutriments excessifs activent les processus de comblement et de vieillissement (eutrophisation) d'un réservoir. Les matériaux végétaux organiques se déposent au fond et pourrissent, consommant l'oxygène de sorte que la couche d'eau du fond du réservoir devient anoxique (privée d'oxygène) et réduit donc le volume d'eau stagnante productive du réservoir. Le fond d'un réservoir peut devenir une couche d'eau morte s'étendant régulièrement, avec les variations saisonnières.

La qualité de l'eau d'un réservoir, comme d'un estuaire, se détériorera encore davantage avec l'apport de pesticides et d'autres déchets toxiques dus aux activités humaines. La mise en oeuvre d'une agriculture irriguée entraînera inéluctablement l'utilisation de pesticides et d'herbicides. Certains de ceux couramment employés dans les pays en voie de développement (mais limités et interdits dans les pays développés) subsistent dans l'environnement pendant des années. Ils pénètrent dans la chaîne alimentaire, où ils augmentent et, comme ils sont solubles dans la graisse, ils s'accumulent dans grand nombre de poissons et d'animaux. Les habitants d'une région en développement utilisent de plus en plus de pesticides contre les moustiques et d'autres insectes vecteurs de maladies humaines. Les mesures de protection de la santé publique introduisent des matières toxiques anti-vectorielles pour tuer les mollusques pouvant transmettre la schistosomiase. La gestion de l'eau peut nécessiter l'emploi d'herbicides pour lutter contre les mauvaises herbes aquatiques; la lutte contre les mauvaises herbes par l'emploi de produits chimiques peut aussi être utile pour la lutte contre les mollusques en réduisant leur habitat préféré. Les activités minières, comme il a été étudié dans le chapitre 3, peuvent aussi contribuer à contaminer l'environnement d'un réservoir par l'apport de métaux toxiques et de sels nocifs et par l'acidification de l'eau.

5.2.3. Environnements fluviaux restants

Les environnements fluviaux restants préserveront plus ou moins leur intégrité biologique de base, malgré les effets apparents des changements des régimes hydrologiques. Les changements des régimes hydrologiques diminueront en général la quantité de nutriments qui enrichit naturellement les ressources d'eau du bassin. Ceci aura un léger effet sur l'environnement fluvial, mais l'effet principal sera de diminuer la quantité de nutriments qui s'accumulent dans le lac Balingho. Comme le lac Balingho deviendra de toutes façons riche en nutriments, l'effet général peut être minime pour l'environnement lacustre.

L'élimination des inondations saisonnière et de la marée réduira la descente de nutriments dans le fleuve. La crue annuelle enrichit actuellement le fleuve de nutriments provenant du sol et de la décomposition de la végétation inondée. L'action marémotrice résulte

actuellement en une inversion de la direction de l'écoulement du fleuve deux fois par jour, ce qui ralentit la descente de nutriments organiques et autres nutriments aquatiques. Elle accélère également le brassage et le mélange des nutriments, apportés aussi par les marais bordés de palétuviers et les bolons qui en dépendent. Sans brassage, ces nutriments ainsi que les sédiments associés resteront pris dans les bolons. Les bolons se combleront rapidement et ne serviront plus de passage à l'échange de matériaux entre les plaines inondées à l'extrémité des bolons et le chenal du fleuve. Une caractéristique d'une grande part du réseau fluviale sera la stagnation, en particulier dans les bolons de palétuviers en amont de Balingho.

La disparition de la crue annuelle diminuera encore la productivité des pêcheries parce que les plaines inondées le long du fleuve servent de frayères à beaucoup de poissons d'eau douce, en particulier les poissons voisins de la carpe et plusieurs poissons-chats qui y migrent pour se reproduire. Etant donné que l'alimentation des jeunes poissons se compose en grande partie d'organismes microscopiques qui se multiplient à cause de la décharge rapide de nutriments dans l'eau en provenance des terres inondées et de la décomposition de la végétation inondée, une frayère importante sera perdue.

La régularisation du débit ainsi que l'amélioration de la navigation sur le fleuve affecteront l'environnement fluvial. La régularisation du débit augmentera l'érosion du lit et des rives, ce qui rendra les eaux plus troubles et entraînera une mobilité dans le lit, réduisant donc la production biologique générale. L'amélioration de la navigation sur le fleuve aura la même incidence, puisque l'augmentation de la circulation, la canalisation et le dragage augmenteront la turbidité et la turbulence qui perturbent les organismes du fond du fleuve qui servent de nourriture aux poissons. Ces actions peuvent également perturber et couvrir les zones de frai des poissons de fleuve, diminuant encore davantage la productivité. D'un autre côté, le maintien de l'écoulement pendant la saison sèche étendra l'habitat des poissons de fleuve et augmentera la production biologique, telles que les insectes aquatiques dont se nourrissent les poissons, sur les bancs et les rives de sable et de cailloux alors recouverts d'eau en permanence.

Le résultat net de la production des poissons de rivière est en quelque sorte imprévisible. Les stocks de poissons actuelles et potentiels de l'environnement fluvial sont en tout cas beaucoup plus faibles que les stocks qui seront établis dans les environnements lacustres riches en nutriments, comme il sera examiné ci-dessous.

5.2.4. Incidences sur la migration et l'habitat des poissons

Les effets concertés des actions de développement interrompent les voies et les habitudes migratrices des poissons, et la disparition des palétuviers éliminera une part importante de leur habitat. La production de la pêche maritime sera tout particulièrement affectée, bien que la pêche artisanale de l'estuaire risque de perdre une part de ses prises.

Le barrage de Balingho empêchera la migration en amont des invertébrés, en particulier la crevette. Actuellement, les larves de crevettes se transforment en jeunes crevettes dans les terrains fertiles de palétuviers, y compris les 8.700 ha en amont de Balingho. La population de crabes, qui est actuellement très abondante près de Jappen, disparaîtra également de cette région. En outre, les réserves d'huîtres, qui prospèrent aux racines des palétuviers, seront éliminées en amont du barrage. Une vaste étendue de l'estuaire actuel ne sera plus à la disposition des migrateurs.

En plus des invertébrés, beaucoup de poissons marins remontent actuellement le fleuve Gambie jusqu'à Kuntaur et même plus haut. Nous avons recueilli beaucoup d'espèces estuariennes dans le haut estuaire. Elles se nourrissent et grandissent dans le fleuve, et leur prise éventuelle dans l'estuaire restant sera donc sensiblement réduite quand le barrage empêchera leur migration en amont. Le poisson le plus abondant du fleuve a été une sorte de hareng, appelé localement "bonga", qui est depuis longtemps le soutien principal de la pêche artisanale et la ressource alimentaire bon marché des habitants du cours inférieur et de l'estuaire. En tant que ressource alimentaire, elle est l'espèce dominante du stock de poissons alimentant la pêche. La prévision de sa réduction dans l'estuaire sera un facteur important dans la vie de bien des pêcheurs et sera une épreuve pour les consommateurs à petit revenu qui prédominent.

La disparition du gradient de salinité dans l'estuaire réduira la migration post-larvaire de la crevette rose dans l'estuaire, ce qui réduira la taille des populations jeunes et adultes commercialement importantes. La population post-larvaire de la crevette rose a besoin de l'environnement estuarien peu profond pour se transformer en jeunes crevettes. Un des mécanismes qui attirent les jeunes larves dans l'eau de l'estuaire est le gradient de salinité. Les eaux des crues qui pénètrent dans l'estuaire pendant l'hivernage augmentent le gradient de salinité (l'estuaire devenant moins salé, la différence de salinité entre l'océan et l'estuaire est donc accrue) et attirent ainsi les larves dans l'estuaire. Ceci accroît naturellement le stock de jeunes crevettes de l'estuaire, qui abandonnent rapidement le stade de larve. Le stock de crevettes et la taille moyenne de chaque crevette risquent donc d'être réduites à cause de l'élimination et/ou de l'inversion du gradient de salinité.

Au cas où l'hypersalinité se développerait -- ce qui semble être probable, au moins localement -- la production de la pêche des crevettes pourrait être sérieusement réduite. Quand l'hypersalinité se développe et que le gradient de salinité est inversé, les larves reçoivent des signes confus et les jeunes crevettes retournent dans l'océan plus petites en taille. Quand cette situation s'est produite dans le fleuve Casamance, les prises de crevettes (en 1984) ont été de qualité et de quantité si médiocres que deux usines de traitement des crevettes à Ziguinchor ont dû fermer.

Une perte supplémentaire de la production des crevettes se produira si la disparition d'eau douce, la salinité élevée en permanence et l'amplification de la marée dans l'estuaire affectent négativement les palétuviers restants en aval de Balingho. La jeune crevette perdra encore une part de son habitat -- en plus des 12 pour cent perdus en amont de Balingho -- et de sa source d'alimentation, à quoi viendra s'ajouter la disparition des abris et de la protection contre les prédateurs que fournissent les racines emmêlées des palétuviers. La population de crevettes jeunes diminuera.

L'on peut s'attendre à des réductions semblables de la production des huîtres et des crabes dans l'estuaire. La réduction des palétuviers

entraînera une réduction des implantations des huîtres pour leur alimentation et leur croissance. En outre, l'augmentation de la salinité favorisera une sorte de mollusque marin dévoreur d'huîtres qui est adversement affecté par l'afflux d'eau pendant l'hivernage et la réduction de la salinité. La production de crabes, qui ne sert actuellement que pour la consommation locale, par les touristes et étrangers résidents aussi bien que par les Gambiens, sera réduite parce que son développement est facilité par une faible salinité. L'absence d'un gradient de salinité négatif réduira aussi la migration des crabes dans l'estuaire en provenance des eaux côtières et les prises seront donc moins importantes.

5.2.5. Incidences sur la composition des espèces de poissons

La composition des espèces de poissons changera dans diverses parties du système aquatique. En amont de Balingho, les invertébrés marins - crevettes, crabes et huîtres - seront éliminés. Les espèces de poissons marins et estuariens disparaîtront probablement aussi, puisque le plancton marin dont ils se nourrissent sera éliminé. Bien que certaines espèces de poissons marins et estuariens puissent vivre provisoirement dans l'eau douce, elles ne survivront probablement pas si elles sont coupées en permanence des chaînes alimentaires de l'estuaire auxquelles elles sont habituées. En amont du barrage de Balingho, le stock de poissons se composera exclusivement d'espèces d'eau douce. Les espèces lacustres, soit d'eau calme, seront favorisées par le nouvel environnement de lacs, aux dépens des espèces de fleuve.

5.2.6. Incidences sur la production de poissons

Les changements dans l'habitat, la base d'alimentation, les axes de migration et la composition des espèces modifieront la production de poissons des différents environnements aquatiques. Contrairement aux points examinés ci-dessus, comme les pertes éventuelles de la crevette et du bonga, l'on peut aussi s'attendre à une augmentation de la productivité.

La section du bas estuaire du fleuve Gambie est la région la plus productive du fleuve, à la fois en poissons et en crustacés. Les nutriments riches de l'estuaire attirent grand nombre d'espèces

côtières. Avec la construction du barrage de Balingho, cet habitat sera accru. Si l'on tient compte d'une réduction des nutriments à cause du barrage, l'extension de l'habitat marin devrait entraîner une augmentation de la productivité de certaines de ces espèces, même si la productivité d'espèces préférant un habitat en eau saumâtre diminuera.

Toutefois ce qui pourrait être plus important serait la productivité accrue de poissons dans les réservoirs. Les pêcheries des réservoirs sont beaucoup plus productives que les pêcheries fluviales, et l'augmentation du produit de la pêche des réservoirs compensera donc les pertes de la pêche fluviale et estuarienne et d'une partie de la pêche maritime. Le produit de la pêche des réservoirs pourrait contribuer à réaliser l'objectif de autosuffisance alimentaire.

Les réservoirs constitueront un environnement propice à une variété d'écrevisses, de mollusques et d'autres petits invertébrés. Un habitat benthique (au fond) vaste et varié existera dans les parties peu profondes des réservoirs. L'habitat s'étendra à cause de la pratique de l'irrigation qui inondera de nombreux arbustes le long des canaux d'irrigation. La production accrue d'invertébrés stimulera une production accrue de poissons, dont résultera une prise plus abondante pour les pêcheurs.

5.3. Incidences sur les pêcheries

Les incidences sur les pêcheries du bassin qui découleront des projets de développement sont difficiles à prévoir parce que les effets des incidences sur l'environnement ne peuvent pas être anticipés en termes quantitatifs. Malgré des réductions dues à des incidences sur les espèces marines, le développement de la pêche maritime dans le bas estuaire agrandi semble probable, mais pas facilement quantifiable. La réduction des prises en crevettes roses semble certaine. L'ampleur de cette réduction pourrait atteindre 50 pour cent des prises actuelles, mais dépendra des incidences du barrage de Balingho sur l'environnement estuarien. Les actions de mise en valeur créeront en général une pêche en réservoir productive; elles affecteront légèrement la production de poissons marins et diminueront la production de crustacés

marins; elles réduiront la pêche estuarienne existante et la pêche fluviale (Figure 5.2.), si l'on suppose que les activités halieutiques restent constantes. La pêche commerciale, artisanale et de subsistance sera affectée.

Le problème économique qui se pose est de savoir si l'installation de pêcheries en réservoir compensera ou non les pertes des pêcheries de poissons marins et estuariens et de crustacés. Ce problème ne concerne que la Gambie. Au Sénégal et en Guinée, la pêche commerciale n'existe pas dans le bassin, et la production de la pêche artisanale et de subsistance est minime en comparaison des perspectives de la pêche en réservoir. Par exemple, notre analyse de marché a indiqué que dans les sections du fleuve Gambie s'étendant du Parc Niokolo-Koba à la frontière avec la Guinée, la prise annuelle est probablement inférieure à 15 tonnes.

5.3.1. Perspectives de la pêche en réservoir

Les perspectives de prise de poisson maximale dans les cinq lacs ou réservoirs artificiels proposés dans le bassin du fleuve Gambie sont d'environ 7.500 tonnes l'an (Tableau 5.2.). Ces perspectives concernent principalement le lac Balingho, qui pourrait produire un maximum de 5.600 tonnes de poisson par an si la pêche est gérée efficacement. Tout en étant considérablement moindres, les perspectives pour le lac Kêkréti -- environ 1.400 tonnes par an -- sont intéressantes puisque la production de ce lac sera pratiquement une augmentation nette des prises de poisson, compte tenu du fait que les prises actuelles sont considérablement inférieures à 5 pour cent de ce chiffre. Les perspectives pour les barrages guinéens sont d'environ 475 tonnes. En assumant une valeur de 1 dollar EU pour 1 kg, les perspectives de la prise annuelle des réservoirs représentent une valeur brute de 7.500.000 dollars aux prix actuels. (Ce chiffre doit être considéré avec une grande précaution, néanmoins, puisque ceci suppose que les perspectives maximales peuvent être atteintes et que des systèmes de commercialisation et de distribution efficaces peuvent être mis en place.)

Nos estimations supposent des capacités de gestion, bien que modestes, parce que l'exploitation efficace des pêcheries en réservoir nécessite une gestion des pêcheries. Actuellement, il n'existe pas de

Tableau 5.2. Estimations de la prise du poisson dans les réservoirs du bassin du fleuve Gambie

Réservoir	Potentiel de prise maximum	
	Kg/ha/an	Tonnage/an
Balingho	123,03	5600
Kékréti	67,45	1400
Kouya	34,29	265
Kankakoure	52,81	34
Kogou-Foulbe	60,05	177
Total		7476 tonnes/an
	Valeur*	\$7.476.000

Le potentiel de prise se fonde sur l'utilisation d'indices morphoédaphiques ajustés et d'intrants de gestion modérés. La prise réelle exigera une gestion efficace des pêcheries, en particulier la mise au point de systèmes de distribution et de commercialisation efficaces.

*Valeur pour 1\$EU/kg. Cette valeur varie dans le bassin. Elle est d'environ 1\$/kg au Sénégal, elle est légèrement inférieure à Banjul. On estime qu'un chiffre de 1 \$/kg constitue une valeur raisonnable pour la pêche du lac de Balingho car la demande au Sénégal et en Gambie permettra d'écouler l'offre. L'augmentation considérable de l'offre au lac de Kékréti risque de faire baisser les prix étant donné les limites du marché local.

gestion efficace des pêcheries - en particulier dans la commercialisation et la distribution. Les techniques et l'équipement de la pêche, tel que le type de filet, devront changer puisque les méthodes traditionnelles en eau courante sont inutilisables pour la pêche en eau calme, en particulier dans les lacs artificielles obstrués et d'une eau de pauvre qualité au fond. En outre, un réservoir attire des personnes conscients des possibilités de pêche, même si la population indigène ne l'est peut-être pas. Ces immigrants viendront avec des techniques de pêche appropriées et établiront une infrastructure rudimentaire de production, de distribution et de commercialisation du poisson. A la longue, la taille des prises annuelles dépendra de l'efficacité de cette infrastructure. Une exploitation spontanée, non contrôlée et non utilisée de la pêcherie entraînera une prise de poisson trop importante. du gaspillage, des produits de qualité inférieure et, en général, une perte économique.

Nos estimations portent aussi sur une prise annuelle potentielle à long terme. Une pêcherie en réservoir nécessite environ 10 ans pour se stabiliser et atteindre un plafond de production. Ce plafond peut être dépassé durant les premières années de la création d'un réservoir parce que sa production augmentera soudainement avec l'inondation initiale des terres et de la végétation. Par la suite, le stock de poissons, et donc les prises, se stabiliseront à des niveaux inférieurs. A mesure que le stock de poissons dépendront de la composition des espèces, l'introduction d'une espèce de poisson pélagique peut être souhaitable dans le lac Kékréti pour tirer profit des approvisionnements alimentaires au large dans la colonne d'eau. La production à long terme pourrait donc être renforcée grâce à une gestion soigneuse de la pêcherie.

Ces perspectives, si elles pouvaient être atteintes, seraient pour l'essentiel un avantage net. La production actuelle du fleuve, fondée sur des modèles de pêcheries fluviales africaines, pourrait être d'environ 4.800 tonnes. Cependant, nos études indiquent qu'une bonne part de ces prises provient du bas estuaire, qui sera étendu. Il en résulte donc que considérablement moins de 4.800 tonnes devraient être en réalité perdues à cause du changement de l'environnement fluvial en environnement lacustre.

L'avantage net de la pêche en réservoir pourrait s'accompagner de coûts néanmoins, puisque la distribution des bénéfices des pêcheries sera modifiée. La réduction de la productivité des pêcheries dans les sections fluviales restantes sera au dépens de la pêche de décrue qui se pratique actuellement. (Pendant les années de sécheresse, elle est infime, puisqu'elle varie en fonction de l'étendue de l'inondation annuelle). Dans une année normale, chaque km² d'inondation éliminée par le barrage de Kékréti risque d'éliminer peut-être une tonne de production des pêcheries. La pêche artisanale et de subsistance pourrait donc être affectée dans ces régions, et sa valeur nutritive pour les populations locales pourrait être réduite.

5.3.2. Incidence du barrage de Balingho sur les pêcheries gambiennes existantes

Les incidences du barrage de Balingho, en particulier en aval du barrage, sont si incertaines en ce qui concerne les pêcheries que nous ne pouvons analyser les coûts et avantages. A notre avis, étant donné les hypothèses optimistes, le potentiel de prise du réservoir de Balingho pourrait compenser les pertes du potentiel de prise des pêcheries existantes. Nous estimons que le potentiel de prise maximal des pêcheries du réservoir de Balingho se montera à 5.600 tonnes par an, ayant une valeur brute de 5.600.000 dollars. La valeur nette de cette pêche s'élèverait à quelque 3.500.000 dollars, en tenant compte des frais de gestion et de production. Savoir si la pêche du réservoir compensera ou non les pertes de pêcheries marines, estuariennes et de crustacés est une question qui exige des études supplémentaires. Les pertes annuelles des pêcheries existantes pourraient se chiffrer à plus de 1.400.000 dollars. Les pertes potentielles pourraient être considérablement plus élevées, dans la mesure où le rendement potentiel de ces pêcheries existantes est supposé être nettement plus important que la prise actuelle.

La production de la pêche dans le fleuve Gambie varie considérablement d'une année sur l'autre, et les variations sont assez extrêmes (Tableau 5.3.). Par exemple, de 1978 à 1982, la prise commerciale de poisson marin s'est située entre 7.400 et 20.000 tonnes, et la prise artisanale s'est située entre 6.200 et 11.000 tonnes. La préparation commerciale de la crevette a porté sur 227 tonnes en 1982-83

Tableau 5.3. Prise estimée en Gambie

	Prise (en tonnes)	
	Commerciale	Artisanale
Poissons marins	7.400-20.000 ¹	6.200 - 11.000 ¹
Crevettes		227-412 ²
Huitres		150
Poissons estuariens		600-2.400 ³
Poissons fluviaux		630 ³

1. 1978-1982
 2. 1982/83 et 1983/84, contrat NPE (pêche commerciale)
 3. 1982/83 et 1980

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Tableau 5.4. Valeur estimée des pertes de prise dues à la construction du barrage de Balingho

	<u>%perte</u>	<u>Valeur*</u>
Crustacés amont/aval barrage	50%	\$750.000
Poissons marins côtiers	10%	300.000
Poissons eau douce amont Balingho**	100%	250.000
Poissons estuariens aval Balingho	30%	100.000
Perte totale		\$1.400.000

* sur la base de 4 dalasis/1\$EU
 ** jusqu'a Kuntaur

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

et sur 412 tonnes en 1983-84. La prise estuarienne de la pêche artisanale a été de 600 tonnes en 1982-83, mais de 2.400 tonnes en 1980.

Il n'existe pas d'informations qui permettent de prévoir le rendement soutenable de ces pêcheries, bien qu'il y ait des indications que les possibilités des pêcheries maritime et en crustacés sont en grande partie inexploitées. Le déclin de la pêche maritime semble résulter d'une réduction des activités halieutiques, peut-être due au coûts accrus de la pêche, mais aussi due à des contraintes en matière de distribution et de commercialisation, et non pas tant à des facteurs d'environnement. Il semble évident que les pêcheries maritimes pourraient permettre une augmentation considérable des activités halieutiques et des prises de poisson. Les réserves de crevettes, de homards, d'huîtres, et de crabes semblent pouvoir être exploitées davantage. Seule la pêche estuarienne semble être exploitée suffisamment.

Dans ce contexte, de larges variations dans les prises annuelles et de potentiel inexploité, nous ne pouvons identifier que les incidences possibles négatives sur les perspectives des pêcheries et suggérer des compensations éventuelles en provenance des pêcheries de réservoir. Si l'incidence nette du barrage de Balingho est légèrement ou dans une certaine mesure négative, une exploitation plus efficace des possibilités maritimes et estuariennes restantes pourrait compenser cette perte.

Balingho entraînera des pertes en pêche d'eau douce en amont du barrage, en pêche de crustacés en amont et en aval du barrage, en pêche estuarienne et en pêche maritime. La perte totale serait de 1.400.000 dollars (Tableau 5.4.). Plus de 50 pour cent de cette perte (750.000 dollars) seront dus à l'incidence du barrage de Balingho sur la pêche des crustacés. La plus grande part de la perte restante portera sur la pêche en eau douce en amont du barrage et sur la pêche maritime.

Les pertes de ces pêcheries seront dues à diverses incidences du barrage. En amont, il éliminera l'habitat des crustacés dans les forêts de palétuviers. Il éliminera en outre la migration des poissons et des crustacés de l'estuaire dans l'eau saumâtre, ce qui affectera certaines espèces commerciales. Ce qui est plus important, peut-être, il bloquera la circulation des nutriments en aval jusqu'à l'estuaire restant et les eaux côtières. De plus, le changement de salinité affectera les palétuviers en aval, et la perte d'un gradient de salinité pourrait avoir

une incidence supplémentaire sur la production de crevettes. Malgré l'extension de l'habitat marin, le danger de pollution menacera la production halieutique.

C'est en aval de Balingho que la perte de la production de crustacés sera la plus importante, malgré la perte d'habitat en amont. Environ 10 pour cent de la prise annuelle actuelle de crustacés (1.500.000 dollars), composée essentiellement de crevettes, sont obtenus en amont du site du barrage de Balingho. Les incidences sur l'estuaire en aval du barrage pourraient néanmoins entraîner facilement la perte de 40 pour cent de la prise de crevettes, de même que des huîtres, des crabes et des homards. En bref, la réduction éventuelle des stocks et de la production de crustacés pourrait facilement dépasser 50 pour cent du total annuel actuel.

Il y aura des pertes supplémentaires dans la pêche maritime et estuarienne, parce que certaines espèces, comme le bonga et le poisson-chat, soit exigent soit préfèrent l'eau saumâtre pendant une phase de leur cycle de vie. En réalité, environ 60 pour cent de la prise halieutique côtière, en 1981, se composait d'espèces qui vivent également dans les bas et haut estuaires durant toutes les phases de leur cycle de vie. Etant donné que l'on ne comprend pas parfaitement jusqu'à quel point ces espèces ont besoin d'un environnement estuarien, l'on ne peut pas prédire l'ampleur des pertes de production de poissons. Nous estimons une perte de moins de 10 pour cent pour la pêche maritime côtière et une perte de 30 pour cent pour la pêche estuarienne. (La pêche estuarienne dans une certaine mesure cessera d'exister, naturellement, puisque la composition des espèces changera, mais la pêche se poursuivra dans ces eaux.)

Nous concluons qu'une perte de la production halieutique annuelle d'une valeur de 1.400.000 dollars due au barrage de Balingho est une estimation raisonnable. La perte potentielle pourrait être considérablement plus élevée. C'est un coût à considérer par rapport à l'avantage possible de la pêche qui se développera sur le lac Balingho, dont la valeur brute des prises peut atteindre 5.600.000 dollars si elle est gérée efficacement. En réalité la valeur sera un peu inférieure, parce que la gestion, la commercialisation et la distribution ne seront

pas aussi efficaces qu'il est nécessaire pour atteindre cette valeur. Les incidences de Balingho sur l'environnement sont si incertaines, néanmoins, que des études supplémentaires doivent être effectuées pour déterminer si le barrage de Balingho exercera des effets nets positifs ou négatifs sur les pêcheries gambiennes.

5.3.3. Valeur annuelle nette des pêcheries du lac Kékréti et des lacs guinéens

En se fondant sur les estimations des perspectives de prise de poisson annuelle maximale pour le lac Kékréti et les lacs guinéens (Tableau 5.2.), il est possible de calculer la valeur potentielle de la pêche en réservoir. Après 10 ans, la pêche du lac Kékréti pourrait avoir une prise annuelle d'une valeur nette de 881.000 dollars et la pêche des lacs guinéens une prise annuelle d'une valeur nette de 274.000 dollars (Tableau 5.5.). (Ces valeurs reposent sur un prix au détail de 1 dollar le kg. En 1984, ceci a été le prix approximatif du poisson frais sur le marché de Kédougou, mais à Banjul, le prix était un peu inférieur. L'on s'attend à ce que la demande en poisson du lac Balingho augmente le prix du poisson frais de ce lac, mais la demande en poisson du lac Kékréti et des lacs guinéens risque d'être insuffisante pour satisfaire l'offre. Ces valeurs estimatives risquent donc d'être optimistes.)

Ces valeurs reposent sur des prises des pêcheries stabilisées, après 10 ans, à 1.400 tonnes pour le lac Kékréti, et à un total de 476 tonnes pour les lacs guinéens, en tenant compte de l'estimation des coûts de gestion et de production pour les pêcheries. Pour atteindre ces perspectives, il faut des capacités de gestion modérées mais efficaces, dont nous avons estimé le coût à 25 pour cent de la valeur de la prise potentielle. Ces pêcheries disposeront également d'environ un pirogue par km², et peut-être 25 pour cent d'entre eux seront à moteur. Les coûts de production doivent donc tenir compte des coûts des pirogues, du matériel de pêche, des moteurs hors bord, du carburant, de l'huile et de l'entretien. Etant donné les valeurs actuelles, le coût de production annuel de la pêche avec un pirogue sans moteur peut être estimé à 45 dollars par an, et d'un pirogue motorisé à 1.960 dollars par an. Ces pêcheries nécessiteront aussi des réseaux de distribution et de commercialisation efficaces, qui n'existent actuellement pas dans ces régions.

Tableau 5.5. Coûts/avantages des pêcheries en réservoir à Kékréti et en Guinée

Année	Kékréti		Guinée	
	Prise potentielle	Valeur nette	Prise potentielle	Valeur nette
1	0	0	0	0
2	\$140.000	\$88.000	\$44.000	\$25.000
3	280.000	176.000	92.000	52.000
4	420.000	264.000	140.000	80.000
5	560.000	353.000	188.000	108.000
6	700.000	444.000	236.000	135.000
7	840.000	529.000	284.000	163.000
8	980.000	617.000	332.000	191.000
9	1.120.000	705.000	380.000	218.000
10	1.260.000	793.000	478.000	246.000
11	1.400.000	881.000	476.000	274.000
n	\$1.400.000	\$881.000	\$476.000	\$274.000

Hypothèses:

1. Les pêcheries en réservoir atteignent leur potentiel maximum 10 ans après le remplissage des réservoirs. L'analyse suppose un développement linéaire bien qu'en réalité les pêcheries atteindront ce potentiel maximum avant la onzième année pour redescendre ensuite à un niveau de prise moindre mais constant.
2. Le prix de détail des poissons est de 1000 \$EU/tonne.
3. Les coûts de gestion pour le développement du potentiel et la perte estimée du stock actuel sont estimés à 25% de la valeur de prise potentielle.
4. Les pêcheries pourront soutenir une densité d'un pirogue/km²; 25% des pirogues seront motorisés.
5. Les coûts de production comprennent le coût du pirogue, de l'équipement de pêche, le moteur hors-bord, le carburant, l'huile et l'entretien:

Coût annuel du pirogue sans moteur = 45\$/an

Coût annuel du pirogue motorisé = 1960\$/an

5.3.4. Possibilités de pisciculture

Une dernière incidence des actions de mise en valeur sera la création de possibilités de pisciculture dans certaines régions du bassin. Les sections fluviales restantes, l'estuaire restant et les lacs artificiels offriront des possibilités sérieuses de pisciculture. La pisciculture en cage peut être pratiquée dans les lacs ainsi que dans le fleuve avec un débit contrôlé. Des viers peuvent être installés dans la région estuarienne et à l'extrémité des bolons, où les écoulements naturels risquent d'être bloqués quand la crue annuelle sera éliminée. La pisciculture dans les rizières inondées peut être pratiquée dans tout le vaste réseau d'irrigation qui est proposé. Dans les bassins des fleuves tropicaux, comme en Asie du Sud-est, l'aquaculture est devenue une méthode de production halieutique importante. Le bassin du fleuve Gambie, en particulier en Gambie, n'est pas une exception.

6. PLANIFICATION URBAINE ET REGIONALE

Le développement intégré du bassin fluvial implique une planification nationale régionale et urbaine, bien que ces mesures ne soient pas toujours explicites. Les projets de développement primaire et secondaire impliquent une série de mesures et interventions qui modifieront les structures socio-économiques et socioculturelles des organisations humaines dans le bassin. Bien que nos études n'aient pas abordé directement toutes ces questions, elles laissent néanmoins apparaître des changements sociaux qui dépassent de loin les changements associés à des projets de développement spécifiques. Il incombe aux responsables des projets de veiller à ce que ces changements soient intégrés et harmonieux plutôt que fragmentés et désorganisés.

Dans son livre African River Basins, Thayer Scudder appelle ces changements les effets multiplicateurs de la mise en valeur des bassins fluviaux. La plupart des mesures de gestion qu'il considère propices à l'intégration de ces changements sont mentionnées dans nos divers rapports. Nous avons abordé la diversification agricole et les relations entre la politique économique nationale et l'économie rurale; les diverses infrastructures nécessaires pour lier et appuyer les projets de développement complémentaires comme la construction de barrages et le développement de l'agriculture irriguée; la réorganisation et la création de collectivités villageoises et urbaines reliées entre elles; et des structures de gestion au niveaux national, régional et local.

Plus particulièrement, les mesures de développement auront une incidence sur les diverses structures socio-économiques, les institutions socioculturelles et la santé publique (Figure 6.1). Nous nous sommes penchés sur la planification urbaine et villageoise nécessaire à la construction de barrages et au recasement des personnes déplacées par les réservoirs, les incidences des projets de développement sur les modes de migration dans le bassin, les implications du développement agricole pour les structures de commercialisation et de tarification, les réseaux de transport prévus et requis, le développement des industries locales, les infrastructures de gestion et de vulgarisation, les services communautaires et de santé publique, et les modes d'utilisation des

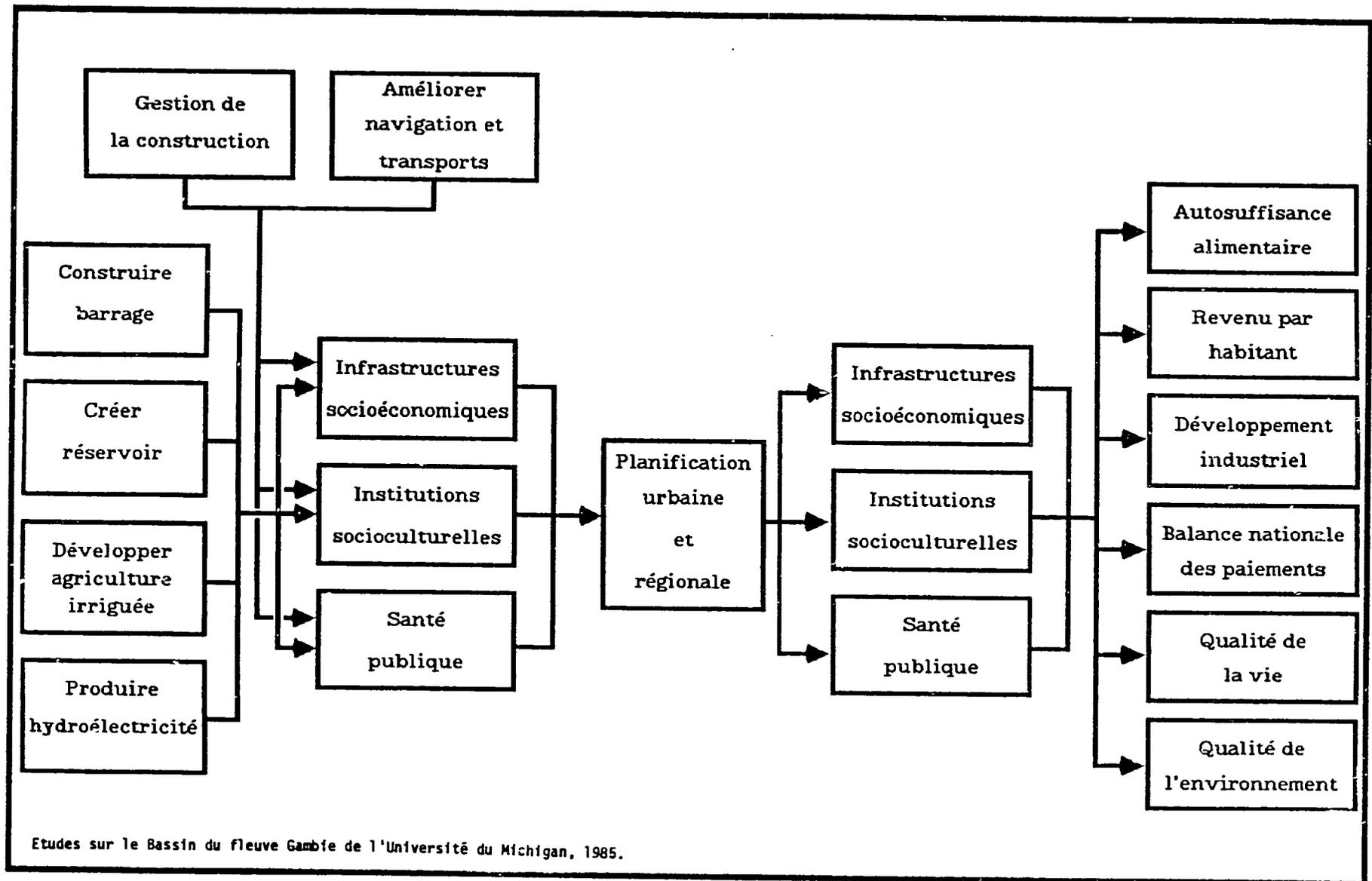


Figure 6.1. Réseau de planification urbaine et régionale

terres et de l'eau. Même si l'examen des questions d'incidences et d'implications économiques a souvent dû rester qualitatif, il est important de les considérer comme des mesures et interventions de gestion qui modifieront l'écosystème du bassin de manière aussi sensible que les mesures plus immédiates.

La construction de barrages, la création de réservoirs, le développement de l'agriculture, l'amélioration des systèmes de transport et la production d'hydro-électricité conduiront inévitablement à l'apparition de villes commerciales qui seront des centres d'activité régionaux pour ces divers projets et leur infrastructure connexe, en particulier s'ils s'accompagnent de mesures de gestion efficaces. Un scénario plausible consisterait à l'évolution d'un campement de construction en une ville ou un centre régional, par exemple près d'un lac d'eau douce. Le développement intensif de 70.000 hectares d'agriculture irriguée pourrait également déboucher sur la création des centres de commercialisation, de distribution, de service et de communication. Une planification urbaine et régionale efficace sera nécessaire pour les changements introduits au niveau des infrastructures socio-économiques, des institutions socioculturelles et de la santé publique afin de promouvoir plutôt que de freiner la réalisation des objectifs de développement. Outre les implications économiques de ces incidences, la qualité de la vie des populations du bassin devrait rester une préoccupation primordiale.

6.1. Incidences de la planification urbaine et régionale

Les projets de développement imposeront de nombreux choix entre les diverses institutions socio-économiques et socioculturelles afin de rehausser la productivité économique dans le bassin (Figure 6.2). Les projets et les effets conséquents sur les structures démographiques en général devraient avoir pour effet de renforcer les systèmes de transport et de communication, d'améliorer les systèmes de commercialisation et de distribution, d'encourager le développement de l'industrie légère, et de mettre en place des structures administratives inexistantes jusqu'à présent. Ces incidences sont quasi certaines - moyennant une

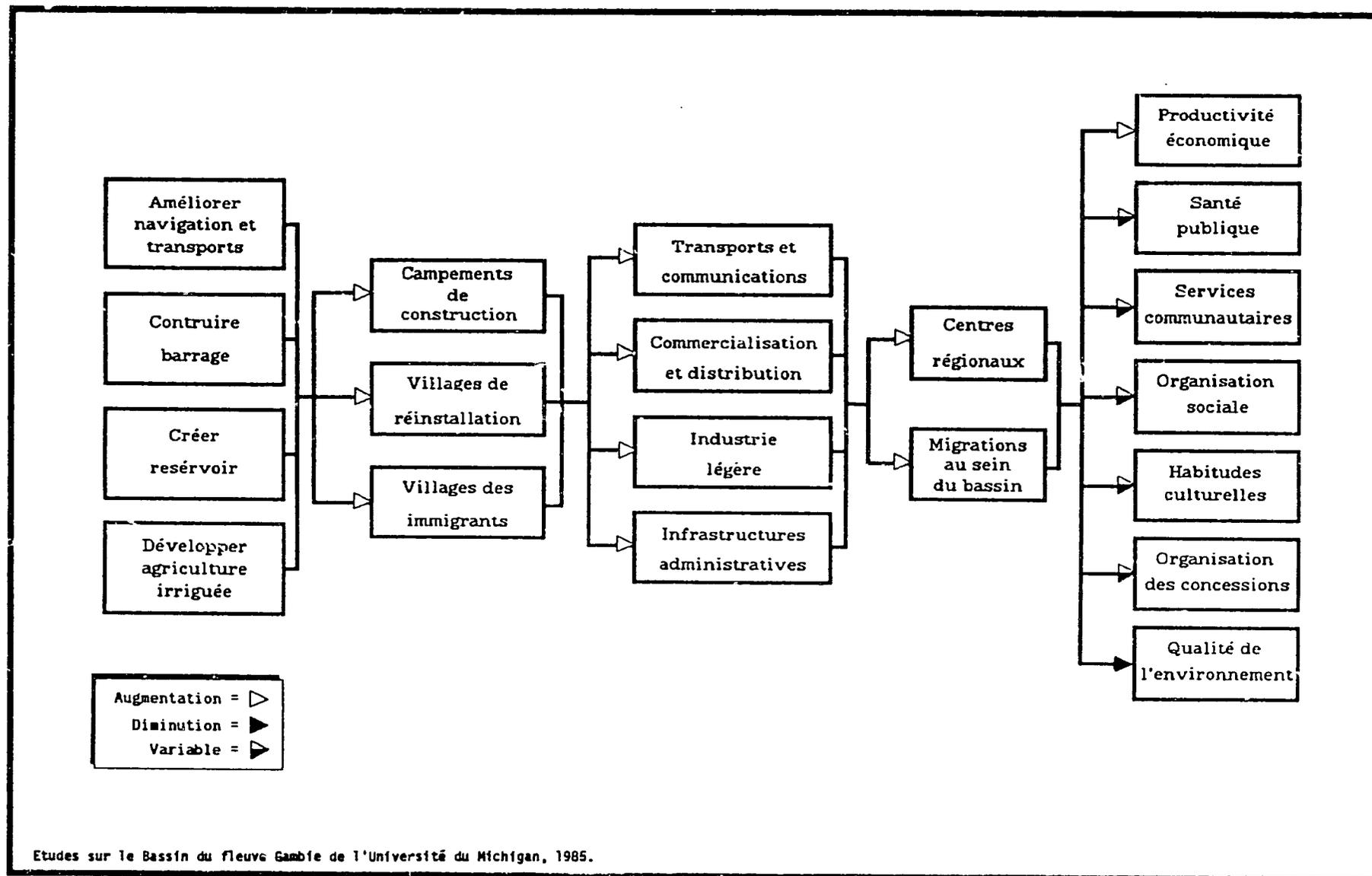


Figure 6.2. Compromis socioéconomiques et socioculturels dans le cadre de la mise en valeur du bassin

planification efficace, à l'évidence - si on atteint les divers objectifs de développement examinés aux chapitres 4 et 5 du présent volume.

Un examen systématique passe par une analyse détaillée des incidences ultimes de ces divers développements sur les services communautaires, l'organisation sociale, les traditions, voire même l'organisation des concessions dans le bassin. Bien que ces analyses dépassent le cadre de cette étude, le résumé des incidences intermédiaires suggère que nombre de ces variables socioculturelles seront dans une certaine mesure négativement affectées, en particulier à court terme.

Sous réserve de prendre les mesures de gestion qui s'imposent, l'ensemble des services communautaires pourraient être améliorés par des mesures de développement, bien qu'ils puissent être perturbés à l'échelon local. L'organisation sociale, en particulier la structure hiérarchique, sera néanmoins soumise à de fortes pressions liées aux incidences du recasement, de l'agriculture irriguée intensive et d'autres activités. Les structures culturelles, en particulier les relations ethniques, seront affectées par le déplacement des populations et l'accélération des divers mouvements de population. L'organisation des concessions sera presque inévitablement affectée par l'inondation des rizières, l'agriculture irriguée et les nouveaux emplois créés.

Les impacts sur la santé publique seront négatifs en ce qui concerne l'indidence des maladies. Les impacts à long terme sur la santé publique pourraient néanmoins être positifs pour certains attributs importants.

6.1.1. Attributs des incidences

Les incidences de la planification urbaine et régionale peuvent se décrire dans l'ensemble en termes d'attributs liés aux méthodes d'étude des incidences sur l'environnement, bien que nous ayons ajouté des attributs liés au bassin du fleuve Gambie (Tableau 6.1). Nos études portent sur les modes d'implantation et la création de villages, de villes et de centres régionaux. Ils sont liés aux divers attributs de l'infrastructure socio-économique tels que les systèmes de commercialisation et de transport et aux possibilités d'emploi.

Les principaux attributs socioculturels comprennent l'organisation des concessions et la répartition du travail, en ce qui concerne notamment le travail des femmes. L'ethnicité, ou le rôle des minorités,

**Tableau 6.1. Attributs de la planification
urbaine et régionale**

Biosphère terrestre

Villages
Villes
Centres régionaux

**Infrastructure
socioéconomique**

Systèmes de commercialisation
Systèmes de distribution
Banque/crédit
Systèmes de communication
Routes
Navigation
Possibilités d'emploi
Possibilités offertes aux
 entrepreneurs
Disponibilité de main-d'oeuvre
Infrastructures administratives

Santé publique

Mortalité
Morbidité
Maladies liées à l'eau
 Schistosomiase
 Paludisme
 Onchocercose
 Autres
Autres maladies
Nutrition
Régime alimentaire
Service d'eau potable
Hygiène domestique
Qualité de l'eau
Maladies du bétail
Systèmes de soins de santé
Frais sanitaires

Institutions

socioculturelles

Zones d'habitation humaine
Types d'habitation
Répartition de la population
Densité de population
Immigration
Emigration
Services communautaires
Evacuation des déchets
Approvisionnement en eau
Services publics
Electrification
Régime foncier
Contexte ethnique
Enseignement/écoles
Répartition de la main-d'oeuvre
Autorités
Organisation des concessions
Organisations sociales
Habitudes culturelles
Qualité de la vie
Qualité de l'environnement

Production

socioéconomique

Coûts de réinstallation
Production agricole
Production halieutique
Production des industries
 légères
Production des industries
 nationales
Emploi
Artisanat

est un attribut important concernant les projets réalisés au Sénégal Oriental et en Guinée. L'immigration et l'émigration seront un problème majeur à travers le bassin.

En ce qui concerne la santé publique, les attributs les plus importants sont ceux qui concernent les maladies liées à l'eau, notamment la schistosomiase, le paludisme et l'onchocercose. La nutrition est également extrêmement importante pour les objectifs de développement. Le régime alimentaire, la nutrition, hygiène domestique et l'eau potable sont des attributs qui définissent les incidences des projets de développement sur la santé publique.

6.1.2. Résumé des incidences sur les habitations

- Campements de construction. Quatre campements de construction, comprenant chacun au moins 2.000 personnes et recouvrant 200 hectares, seront requis.
- Ville de Balingho. Le campement de construction de Balingho deviendra un important centre économique et de transport.
- Ville de Kékréti. Le campement de construction de Kékréti pourrait devenir un centre régional à mesure que la pêche en eau douce et les autres activités se développent.
- Recasement à partir du lac Balingho. Bien que le lac Balingho ne doive pas entraîner de recasement -- en supposant que Kuntaur ne sera pas inondée -- jusqu'à 15.000 personnes risquent de devoir se réinstaller car les rizières des plaines de nombreux villages seront perdues.
- Recasement à partir du lac Kékréti. Le lac Kékréti entraînera le recasement de 8.000 à 18.000 personnes.
- Recasement en Guinée. Le lac Kouya et le lac Kankakoure entraîneront le recasement d'un millier de personnes.
- Inondation par le lac Kékréti. Le lac Kékréti inondera une partie de Salémata et perturbera les structures administratives dans l'arrondissement.
- Immigration. Les activités de construction et la création des lacs artificiels amèneront une immigration spontanée de personnes en provenance d'autres régions et pays.

- Villages de pêcheurs. L'exploitation des ressources de pêche potentielles du réservoir assurera la subsistance d'un minimum de 7.000 personnes (pêcheurs et familles) autour du lac Balingho, 3.400 au lac Kékréti et 1.500 aux lacs guinéens.

6.1.3. Incidences sur l'infrastructure socio-économique

- Systèmes de transport. Les projets de développement amélioreront directement et indirectement les systèmes de transport dans le bassin.
- Routes. Des routes praticables toute l'année seront nécessaires pour desservir les chantiers de construction des barrages. On aura peut-être besoin de 300 km de routes nouvelles et améliorées à proximité des chantiers.
- Navigation. Un système de transport permanent sera étendu sur 800 km à partir de Banjul jusqu'à la limite amont du lac Kékréti.
- Commercialisation à Balingho. La commercialisation sera intensifiée par le barrage de Balingho.
- Commercialisation dans la région de Kékréti. Les structures régionales de commercialisation seront perturbées par le projet de Kékréti.

6.1.4. Incidences socio-économiques

- Incidences sur les femmes. La perte du riz aquatique au profit du lac Balingho, l'élimination du riz aquatique de marée et la perte des rizières au profit de l'irrigation réduiront sensiblement le rôle des femmes dans la production agricole.
- Incidences sur les hommes. Les emplois de construction attireront les hommes avec des implications incertaines pour la nutrition des ménages. Beaucoup d'hommes risquent de ne pas retourner à l'agriculture.
- Incidences sur les minorités. La construction des barrages à Kékréti et en Guinée exacerberont les tensions interethniques dans ces régions. La structure sociale des Bassaris, de Bediks, des Malinkes et des Diallonkes se trouvera menacée.
- Embauche et minorités. L'embauche sur les chantiers de construction risque de créer des tensions ethniques.
- Immigration. L'immigration s'accélérera autour du lac Kékréti.

- Émigration de la région de Kékréti. Le recasement à Kékréti stimulera également une certaine émigration.
- Émigration de la région du lac Balingho. Le lac Balingho stimulera probablement l'émigration de familles entières, voire de communautés entières. La région de Sérékunda/Brikama près de Banjul recevrait la majeure partie des migrants.

6.1.5. Résumé des incidences sur la santé publique

- Gambie. La schistosomiase urinaire se répandra. La schistosomiase intestinale, très peu répandue, se développera. Le paludisme se développera également.
- Sénégal. La schistosomiase urinaire et intestinale se développera et deviendra une maladie permanente. Le paludisme se développera, mais l'onchocercose prendra du recul.
- Guinée. La prévalence des maladies ne sera pas sensiblement modifiée. La schistosomiase se développera en association avec l'irrigation de Kogou Foulbe. Le paludisme se développera quelque peu, mais l'onchocercose ne sera pas affectée.
- Autres maladies. Il importera de surveiller les incidences des projets de développement sur les autres maladies, mais pas de façon permanente.
- Urbanisation. L'urbanisation augmentera à court terme la transmission des maladies humaines.
- Recasement. Le recasement a inévitablement des conséquences négatives sur la santé.
- Construction. Les activités de construction et les implantations augmenteront les incidences de nombreuses maladies.
- Services communautaires. Les progrès en matière de services d'approvisionnement en eau, d'assainissement et de santé devraient améliorer considérablement la santé publique à long terme.
- Nutrition. A mesure que les projets d'agriculture sont mis en oeuvre et que les pêcheries se développent, la situation nutritionnelle des populations devrait s'améliorer.
- Implications économiques. Les coûts de santé publique pourraient raisonnablement être imputés aux projets de développement.

- Coûts non renouvelés. Balingho encourra des coûts non renouvelés de 114.000 dollars, Kékréti de 234.000 dollars et les barrages guinéens d'au moins 77.000 dollars.
- Coûts annuels. Balingho enregistrera des coûts annuels de 157.000 dollars, Kékréti de 136.000 dollars et les barrages guinéens d'au moins 69.000 dollars.
- Coûts Irrigation. Les aménagements hydro-agricoles enregistreront des coûts annuels de 20.000 dollars par 5.000 hectares pour la lutte contre la schistosomiase.

6.2 Incidences sur les habitations

Les activités de développement auront une incidence notable sur la distribution démographique et les structures d'habitation dans le bassin du fleuve Gambie. Certaines régions dans le voisinage des activités primaires seront presque métamorphosées en ce qui concerne la présence de l'homme. La redistribution des populations du bassin s'amorcera au niveau des villages avec les campements de construction pour les barrages, le recasement des populations disloquées par les réservoirs, et l'implantation d'autres groupes attirés par les réservoirs. A mesure que l'agriculture intensive est mise en place, de nouveaux campements seront nécessaires pour les ouvriers et leur familles. La redistribution des populations se poursuivra au niveau régional à mesure que les centres administratifs et commerciaux se développeront afin d'appuyer ces populations déplacées et les divers projets -- agriculture, pêche, industrie et services. Pendant la période de développement, la dynamique de la population se modifiera dans le bassin et au-delà.

6.2.1. Campements de construction

Les cinq barrages nécessiteront au moins quatre campements de construction de 2.000 personnes et 200 hectares chacun. Il se peut que ces chiffres soient extrêmement prudents dans la mesure où ils se fondent sur le nombre d'ouvriers et de personnes à charge. Il est fort possible, comme le suggère Trayer Scudder, que ces chiffres doublent avec l'arrivée

"d'individus en quête d'emploi et d'autres personnes venant offrir un large éventail de biens et services" (1985).

En termes de taille et de fonction, ils deviendront rapidement des villes. L'emplacement géographique de chaque campement déterminera s'il peut rester une ville viable ou deviendra un centre régional. Il n'est pas déraisonnable de penser que Balingho deviendra un centre régional - ou une seconde plaque tournante associée à Farafenni -- presque immédiatement. La ville de Kékréti semble appelée à devenir une ville importante en dépit de la proximité de Kédougou, du fait que Kékréti deviendra un attrait régional pour la population et les activités de production. Le développement à long terme des villes de construction en Guinée est moins certain.

Chaque village de construction aura besoin d'une planification considérable ainsi que de services administratifs permanents. Un campement de construction comptera environ 200 spécialistes et ouvriers qualifiés, 1.000 ouvriers semi-qualifiés et non qualifiés, jusqu'à 1.000 personnes à charge, de nombreux chercheurs d'emplois et autres personnes fournissant des biens et services divers, ainsi que de nombreux administrateurs et fonctionnaires. Si ces villages sont semblables à ceux ailleurs en Afrique, chacun possèdera une organisation relativement complète comprenant une alimentation en eau potable, des résidences de spécialistes, des logements pour les ouvriers, un supermarché, un marché découvert, un hôpital, une mosquée, une école, une caserne de pompiers, un service d'électricité, des terrains de loisirs, des installations communautaires, un service de ramassage des ordures ménagères, un centre d'équipement communautaire et une installation d'épuration des eaux d'égout. Le village de construction sera nécessairement plus développé que de nombreux villages avoisinants et deviendra pour cette raison le centre d'activité régional. Balingho est le seul chantier qui n'ait peut-être pas besoin d'un village de construction autonome car la force de travail pouvait être répartie entre les divers villages de la région assez densément peuplée.

Les villages de construction seront des villes viables en raison de leur masse économique critique. La construction des barrages est une activité qui requiert beaucoup de main-d'oeuvre et de matériaux.

L'incidence d'un tel projet à l'échelon local et régional dépassera l'expérience -- voire l'entendement -- des populations concernées. L'explosion économique exigera une vaste infrastructure administrative et attirera des centaines de personnes de tous horizons. Le marché local du travail ne pourra faire face à la demande d'ouvriers qualifiés ni même celle d'ouvriers. Le recrutement à l'extérieur de la région sera complété par l'immigration volontaire d'ouvriers, d'entrepreneurs de services et industries artisanales, de commerçants, de cultivateurs et éleveurs, de pêcheurs et mareyeurs, à quoi s'ajoutent les transporteurs. L'incidence se fera sentir longtemps puisque le projet durera environ six ans. Le village sera pendant plusieurs années un centre d'activité intensive offrant donc de grandes possibilités de développement.

Les aspects logistiques du projet imposeront également que les villages soient des villes viables. Les matériaux et le matériel nécessaires à la construction des barrages imposeront la mise en place d'un important réseau de communication, avec des routes de desserte reliant les systèmes de transport du bassin. La ville sera le centre administratif de ce flux ininterrompu de marchandises, de personnes et de matériaux. Au cours des dernières années par exemple, on estime que 300 véhicules en moyenne traversent chaque jour le fleuve Gambie à Yélitenda. Pour le barrage de Balingho, on estime que deux fois plus de camions déchargeront chaque jour des matériaux de remblayage et des agrégats pendant un an et demi.

Les possibilités des villages de construction de devenir des centres régionaux varieront selon que les sites des barrages et réservoirs deviendront des centres administratifs et économiques. Il est difficile de penser que Balingho ne deviendra pas un important centre économique. Le barrage ne permettra pas seulement à la route transgambienne d'enjamber le fleuve; il aura des écluses pour le transport à destination maritime. Si on envisage de développer les transports fluviaux, éventuellement jusqu'au barrage de Kékréti et au bout du lac Kékréti, la ville de Balingho deviendra encore plus importante. Partant, la ville de Balingho sera un port faisant la jonction entre le transport maritime et le transport terrestre, même si Banjul continue d'être le principal port maritime du fleuve Gambie. De par son emplacement central, Balingho et

ses environs deviendront un important centre de transport - entrepôts, hangars, dépôts, installations de réparation, bureaux de douane et d'expédition, etc.

L'avenir du village de Kékréti dépendra de la politique de planification urbaine et régionale. Une fois le barrage achevé, la population sera essentiellement réduite au personnel d'exploitation et d'entretien du barrage et de la centrale. La plus grande partie de la main-d'oeuvre partira. De par sa fonction dans la construction du barrage et en tant que site de la centrale hydro-électrique, le village se transformera en ville pendant la construction, le remplissage du réservoir et la période de mise en route. Ses possibilités à long terme sont cependant liées à son emplacement sur la rive d'un vaste lac qui attirera des centaines de personnes et donnera naissance à toute une série d'activités commerciales telles que la pêche et peut-être certaines industries connexes. On peut raisonnablement supposer que la ville de Kékréti deviendra le centre des activités régionales de traitement, de stockage et de commercialisation associées à la pêche, à l'agriculture et à l'élevage pratiqués dans les environs. Un réseau de routes primaires et secondaires aurait été créé pour la construction des barrages, ultérieurement complété par le réseau de transport pluvial à mesure qu'il sera mis en place.

Qui plus est, le lac Kékréti servira de voie d'accès au parc Niokolo-Koba. Ces possibilités touristiques s'ajouteront aux possibilités de loisirs du lac proprement dit. L'un des atouts de l'industrie touristique pourrait être l'hôpital et le dispensaire que l'entreprise de construction laissera derrière elle. Partant, la région de Kékréti deviendra un pôle de développement doté d'un début des infrastructures administratives, économiques, éducationnelles et sanitaires nécessaires. La mutation de Kékréti en un second centre régional complétant Saïémenta et Kédougou dépendra de la politique de planification régionale.

6.2.2. Villages de recasement

La politique de recasement sera un volet important et nécessaire de la planification urbaine et régionale. Des milliers de personnes seront déplacées par les réservoirs, bien qu'en termes d'effectifs le problème ne soit pas aussi grave que dans d'autres régions d'Afrique. La

situation sera néanmoins importante pour les personnes concernées et jouera un rôle essentiel dans la réalisation des objectifs de développement.

Les incidences du recasement ne se limitent pas à l'abandon par les familles de leur foyer, leur village, leur terre. Le problème consiste davantage à essayer de réimplanter ces familles dans des conditions approximativement identiques à ce qu'elles laissent derrière elles. Les actions de développement sont dynamiques et visent à améliorer la situation économique et la qualité de la vie des populations dans le bassin. Les populations directement affectées par la construction des barrages et la création de réservoirs -- celles qui doivent se réinstaller ailleurs -- sont cependant généralement celles qui tireront le moins parti des projets de développement. Dans le cas de Kékréti, qui déplacera la plupart des personnes qui doivent se réinstaller ailleurs, les populations touchées perdront d'excellentes terres agricoles sans compensation adéquate pour permettre à des milliers d'hectares de projets d'irrigation de voir le jour bien en aval.

Les incidences des réservoirs seront très différentes. Le réservoir de Balingho ne déplacera pas physiquement les habitants, en supposant que Kuntaur ne sera pas inondé. C'est pourquoi le rapport Rhein-Ruhr indique qu'aucun recasement ne sera nécessaire pour le projet de Balingho. C'est une limite de probabilité, mais elle semble improbable. Le lac Balingho inondera les rizières de nombreux villages, des terres qui ne peuvent aisément être remplacées. La population touchée pourrait se chiffrer à 75.000 personnes. De ce fait, nous estimons que jusqu'à 15.000 personnes devront probablement être réinstallées. Omettre de considérer la probabilité d'un recasement pourrait conduire à de sérieuses incidences négatives sur pour les populations affectées.

Nous concluons par conséquent que certaines compensations de réinstallation seront imputées au projet de Balingho lorsque le mode d'utilisation des terres et le régime foncier seront déterminés; le manque de terres de plateau suffisantes pour les populations déplacées de leurs rizières traditionnelles entraînera très certainement un recasement ou une migration. Ce problème est plus sévère à cause de la perte de pâturage. A l'heure actuelle, on compte 0,5 à 1 animal par

personne dans la zone affectée. De nombreux pâturages seront inondés et ce fait contraindra donc les populations concernées à chercher d'autres terres à cette fin.

Le lac Kékréti inondera des terres dans les arrondissements de Bandafassi et Salémata, où la densité démographique varie entre 6,5 et 7,6 personnes/km² d'après AHT. On estime qu'un minimum de 8.000 personnes vivant dans 28 villages seront déplacées par le nouveau réservoir ou auront la plupart de leurs terres agricoles inondées. Le nombre de personnes à la recherche d'un nouveau cadre de vie au moment du remplissage du réservoir pourrait atteindre 18.000 personnes. Ceci semble plus probable que l'estimation prudente de 10.600 avancée par le rapport AHT/HHL, étant donné les prévisions de croissance démographiques réalistes, une date de construction ultérieure pour Kékréti, la possibilité d'immigration avant que le barrage ne soit construit et, en particulier, le nombre de personnes devant être réinstallées du fait qu'une partie ou la majorité de leurs terres agricoles seront inondées. (La Banque mondiale exige actuellement des dispositions de recasement pour certains ménages qui perdent d'importantes terres cultivées même si leurs villages ne sont pas inondés.)

Ces personnes perdront des terres agricoles d'excellente qualité le long du fleuve et seront déplacées vers des zones de moins bonne qualité. La population déplacée aura besoin d'un minimum de 6.500 à 13.500 ha de terres agricoles, en sus des pâturages et des terrains pour le village proprement dit. Si on atteint effectivement la limite supérieure du nombre d'habitants à réinstaller, il faudra près de 30.000 à 40.000 ha de terres.

En Guinée, Kouya et Kankakoure entraîneront le recasement d'un millier de personnes. Kogou Foulbe, situé dans une région peu peuplée, ne nécessitera probablement pas de plan de recasement.

Les implications du projet en termes de recasement dans la région de Kékréti sont assez complexes. Le barrage et le réservoir modifieront sensiblement les structures sociales de la région. Cela entraînera une perte considérable de population et de production, en particulier dans l'arrondissement de Salémata. En outre, le réservoir séparera physiquement les habitants de l'arrondissement. Diakété ne pourra plus

faire office de chef lieu pour sa communauté rurale, et ne sera plus assez important pour cela. Salémata, avec son école, son dispensaire, sa mission, son magasin et ses bureaux, sera partiellement inondé et devra donc être partiellement reconstruit. Le tissu commercial de l'arrondissement sera perturbé et nécessitera une réorganisation.

Pour les populations concernées, le problème du recasement dépasse largement les questions de gestion des terres. Il affecte de nombreuses structures socio-économiques et institutions socioculturelles qui constituent la base même de la qualité de la vie. Le recasement touchera les populations restant derrière ceux qui quittent la région, les groupes déplacés et les habitants des régions où ils se réinstallent. Ces déplacements de population auront un effet sur la distribution ethnique, les structures hiérarchiques, le régime foncier, le choix des cultures pratiquées et de l'alimentation de base, la répartition du travail, les systèmes de commercialisation et de communication, l'enseignement, la santé publique, l'alimentation en eau et l'assainissement, et enfin l'administration.

6.2.3. Immigration

Il importe de prévoir l'afflux spontané de personnes dans les régions de barrages et de réservoirs. Les possibilités économiques offertes par l'activité de construction, ainsi que l'intérêt économique et environnemental des réservoirs attireront d'autres habitants du bassin et d'ailleurs. Les travailleurs attirés par les activités de construction contribueront à la croissance des campements. Ceux qui sont attirés par les lacs artificiels, en revanche, créeront des villes nouvelles. Il serait raisonnable de supposer que le phénomène d'immigration dans le bassin l'emportera sur le nombre de personnes déplacées.

Lorsqu'un réservoir crée une grande étendue d'eau assurant une alimentation régulière en eau et en poissons, les gens viennent de partout. D'une manière générale, cette population lacustre ne proviendra pas des populations autochtones de la région. Ce seront des pêcheurs et leurs familles qui créeront des communautés de pêcheurs afin de tirer parti de la pêche dans les nouveaux réservoirs. Ils seront suivis par ceux qui viendront pour fournir les services auxiliaires et tirer parti des ressources agricoles, industrielles, de navigation, de tourisme et de loisirs du lac.

Si par exemple les possibilités de pêche du réservoir sont pleinement exploitées, jusqu'à 7.000 personnes (pêcheurs et leurs familles) s'installeront autour du lac Balingho, 3.400 personnes autour du lac Kékréti et 1.500 personnes autour des lacs guinéens (Tableau 6.2). A ces personnes s'ajouteront les personnes nécessaires pour appuyer les activités de pêche comme l'entretien des moteurs, le transport du carburant et des produits, le traitement et la commercialisation du poisson, etc. Ce scénario suppose naturellement l'amélioration des systèmes actuels de commercialisation, de transport et de production agricole. La production halieutique dépasserait de loin la demande locale tandis que les besoins alimentaires (en riz notamment) de ces populations excéderaient probablement la production pluviale locale. C'est là un exemple de la coordination nécessaire entre la planification urbaine et régionale pour atteindre les objectifs de développement -- en l'occurrence ceux de la pêche -- sur lesquels se basent les analyses coûts-avantages.

Aux fins de planification urbaine et régionale, il importe donc d'étudier ces villes nouvelles séparément des campements de construction. Ceux-ci se trouveront à proximité des barrages. A mesure que les campements de construction se transformeront en ports et centres de transport, ils attireront de nouveaux migrants. Parallèlement, les nouveaux lacs auront des centaines de kilomètres de rive (Tableau 6.3). On estime leur superficie à environ 1.440 km², mais les irrégularités du rivage augmenteront sensiblement cette superficie. Partant, il importe de prendre en compte le périmètre entier des lacs lorsqu'on planifie les installations de population et la naissance de nouveaux villages. Ces nouveaux villages lacustres exploiteront les forêts et la végétation naturelle, développeront l'agriculture et l'élevage et imposeront la mise en place de services publics, communautaires et de santé publique, comme pour les campements de construction et de recasement.

En outre, les parties du fleuve restantes attireront la population qui possède du bétail en raison de l'alimentation en eau continue et du débit régulier qui éliminera l'inondation annuelle. Si le fleuve Gambie suit l'exemple des autres fleuves africains régularisés, la population

Tableau 6.2. Populations minimales requises pour l'exploitation du potentiel des pêcheries

Balingho	7000 personnes
Kekreti	3400 personnes
Guinea Dams	1500 personnes

Chiffres établis sur la base de 2,5 personnes par pirogue. Ne comprend pas les personnes travaillant dans les infrastructures d'appui à la pêche: entretien des moteurs, commercialisation, etc.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Tableau 6.3. Périmètre des nouveaux lacs artificiels

Balingho	508 km ²
Kekreti	572 km ²
Kouya	200 km ²
Kankakouré	41 km ²
Kogou-Foulbe	<u>120 km²</u>
Total	1441 km ²

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

riveraine enregistrera un taux de croissance nettement supérieur à la croissance démographique normale.

Enfin, à mesure que l'agriculture irriguée atteint l'échelle prévue par les scénarios de développement, la planification urbaine et régionale pourrait assurer l'immigration temporaire de la main-d'oeuvre requise pour les périmètres d'irrigation. La plupart des modèles de développement sont intensive en capital à cause de l'insuffisance de la main-d'oeuvre nécessaire pour développer l'agriculture irriguée à l'échelle envisagée. Par ailleurs, le rendement de la main-d'oeuvre supposé dans ces modèles ne suffit probablement pas à attirer la main-d'oeuvre nécessaire pour une mise en valeur à fort coefficient de main-d'oeuvre (LRDC se base sur 1,9 dalasis par jour, ce qui est un taux journalier marginal pour les femmes et moins de la moitié du taux journalier pour les hommes). En dépit de ces considérations, le développement systématique de l'agriculture irriguée dans des régions à faible densité démographique comme Bansang Nibras, la rive nord de la division MacCarthy Island et le Sénégal Oriental pourrait imposer de prévoir l'importation de main-d'oeuvre pour certaines périodes de l'année.

6.3 Incidences sur les infrastructures socioéconomiques

Il conviendra d'analyser les incidences sur d'importantes infrastructures socio-économiques afin de procéder à un examen exhaustif de la mise en valeur du bassin, en particulier pour les évaluations économiques des effets à long terme des projets de développement. A mesure que l'agriculture irriguée se développe et que la pêche s'établit, il sera nécessaire de créer de nombreuses entreprises de transformation alimentaire si l'on veut que ces activités soient viables. L'incidence potentiellement favorable des projets de développement sur les transports pourrait donc suggérer des incidences sur d'autres domaines socioéconomiques -- si on anticipe les besoins et formule les plans appropriés. Les structures de commercialisation seront également affectées, comme on a brièvement examiné au chapitre 4. Les incidences sur les marchés locaux se limiteront à des perturbations temporaires, comme on le verra ci-après.

6.3.1. Transport

La situation actuelle des réseaux de transport dans de nombreux endroits du bassin constitue un obstacle majeur à la mise en place de systèmes de production et de commercialisation efficaces. La construction des barrages et la réalisation des projets d'irrigation se traduiront par d'importantes améliorations des routes, ce qui devrait améliorer sensiblement les divers mécanismes de fourniture d'intrants et de commercialisation.

Bien que les communications par la route principale soient relativement bonnes entre les centres de population dans la partie inférieure du bassin, la moitié amont du bassin manque de routes qui sont praticables toute l'année. A part les quelques routes principales satisfaisantes qui caractérisent la partie méridionale du bassin en Gambie et dans certaines régions du Sénégal Oriental, les axes de communication sont essentiellement des pistes et sentiers rudimentaires. Les communications entre Kédougou et Tambacounda sont insuffisantes au plan commercial, et les véhicules à quatre roues motrices ont des difficultés à circuler dans de nombreuses régions de la Guinée. Beaucoup de routes sont impraticables pendant l'hivernage.

L'un des principaux problèmes du bassin, d'après les personnes que nous avons interrogées dans les zones rurales, tient au mauvais état des routes et à la difficultés des conditions de transport, en particulier pendant l'hivernage. L'insuffisance et le coût des moyens de transport sont de sérieux obstacles à la commercialisation des produits agricoles par les producteurs, notamment lorsqu'il y a de longues distances à parcourir. Afin d'éviter des coûts trop onéreux, de nombreux cultivateurs vendent leurs produits localement, généralement dans un rayon de quelques kilomètres seulement de leur village. Le transport d'un sac de 100 kg de mil sur 10 km par charrette au Sénégal coûte de 500 à 600 FCFA, soit un septième du prix pratiqué sur le marché libre après la récolte.

Les mêmes problèmes grèvent la pêche. Les réseaux routiers dans la Gambie sont en voie d'amélioration, mais ils desservent essentiellement l'industrie de l'arachide. Les routes reliant la route principale et le fleuve sont généralement en mauvais état et se détériorent rapidement

pendant l'hivernage. Les pêcheurs disent que les problèmes de commercialisation sont le principal obstacle à l'expansion de la pêche. Une fois que le poisson périssable est rapporté à terre et nettoyé, il n'existe aucun mécanisme efficace pour le transporter sur les marchés. Nous avons vu transporter le poisson frais dans des paniers à bicyclette sur dix ou vingt kilomètres. Autrement, il faut le sécher au soleil. Au Sénégal, les problèmes de commercialisation sont encore plus aigus et empêchent tout transport de poisson entre les villages, bien que le poisson de mer se vende à Tambacounda et Vélingara car ces villes sont bien desservies par le réseau de routes nationales.

Les projets de mise en valeur amélioreront directement et indirectement les moyens de transport dans le bassin. Les routes de desserte des chantiers des barrages et des campements seront des routes revêtues à viabilité permanente ou des routes recouvertes de gravier. On construira d'autres routes de desserte, pour assurer les lignes de transmission notamment. Des liens de communication seront établis entre les villages de recasement. Entre ces routes et les routes préexistantes, des routes de desserte apparaîtront à partir des emplacements soumis à une forte pression humaine comme les nouveaux centres d'immigration le long des lacs. Bien que les réservoirs coupent d'importantes routes, notamment entre Kédougou et Salémata, en ces endroits, des implantations et centres commerciaux verront probablement le jour et deviendront des mini-centres de transport reliés aux transports fluviaux. D'autres routes de desserte seront construites pour desservir les périmètres irrigués, la plupart se trouvant dans les régions possédant actuellement peu de routes à viabilité permanente capables de servir d'axes de commercialisation et d'approvisionnement en intrants.

Les impératifs de la construction des barrages illustrent les incidences sur les systèmes de transport. Bien que le chantier de Balingho soit bien desservi par la route transgambienne, il faudra détourner 17 km de route. De nouvelles routes à viabilité permanente seront requises pour relier les différents volets du projet. A Kékréti, de 80 à 100 km de routes de desserte seront construites ou remises en état, et la route Kédougou-Salémata sera remise en état avec la

construction d'un nouveau tronçon de 46 km. Kouya et Kankakoure auront besoin d'un minimum de 80 km de routes de desserte à viabilité permanente, et Kogou Foulbe d'une longueur indéterminée. Etant donné l'échelle de ces projets de construction, les infrastructures de transport qui les desservent seront nécessairement améliorées dans la région.

Les réseaux routiers seront complétés par un réseau de transport fluvial. On envisage un transport fluvial entre l'embouchure du fleuve Gambie et la limite amont du lac Kékréti, sur plus de 800 km. Le barrage de Balingho sera équipé d'écluses et le fleuve sera dragué afin de permettre la navigation en amont. La garantie d'une navigation et d'un transport fluviaux fiables sera un avantage nécessaire à la réalisation des objectifs de développement. Le transport en gros de produits et fournitures agricoles tels que des céréales, de l'arachide et des engrais, à quoi s'ajoutent des combustibles fossiles solides et liquides, est plus économique par voie fluviale que par camion.

D'une manière générale, le réseau de transport routier/fluvial qui découlera du projet devrait nettement améliorer les transports à travers le bassin. Cet aspect est essentiel pour le développement agricole et l'exploitation efficace de la pêche. Les régions concernées par le développement de l'agriculture irriguée en Gambie et au Sénégal Oriental seront directement desservies par le système de transport fluvial. Le réseau routier régional qui dessert le chantier de Kékréti devrait améliorer le système de commercialisation. Tout développement en Guinée se traduira par une nette amélioration des moyens de transport.

6.3.2. Commercialisation

Les activités de développement amélioreront d'une manière générale la commercialisation et les communications régionales, bien que certaines structures de commercialisation soient perturbées et nécessitent une restructuration.

La construction proposée à Balingho intensifiera les tendances commerciales et urbaines, en particulier sous l'effet de l'afflux d'ouvriers et migrants attendu. La région de Farafenni et Jenoi, qui est desservie par un service de bac et la route transgambienne, est un gros centre commercial dans le bassin. Les modes actuels de commercialisation

seront modifiés, intensifiant le besoin de produits domestiques (en particulier les denrées alimentaires) en plus grandes quantités.

Les structures actuelles de commercialisation dans le département de Kédougou seront perturbées par le projet de Kékréti. Par conséquent, les spécialisations et l'artisanat villageois actuels liés aux marchés seront modifiés. Ces marchés desservent des villages sénégalais et guinéens et les gens se déplacent à pied en raison du mauvais état des routes et de l'insuffisance du transport par camion. Le nombre d'ouvriers de construction et leurs besoins dépasseront de loin les possibilités des structures existantes. La production agricole pourrait décliner à mesure que les populations rurales cherchent à acquérir des revenus supplémentaires grâce à un emploi dans la construction ou en fournissant des services dans les nouveaux centres. Il se produira une double perturbation: au moment de la construction et après le remplissage du réservoir et la création de routes et axes de communication nouvelles. De nouveaux marchés hebdomadaires devront être créés.

La commercialisation locale ne sera pas excessivement perturbée autour de Kogou Foulbe, mais les structures régionales seront altérées par Kékréti et Kogou Foulbe. En général, les chantiers guinéens se trouvent isolés. La majeure partie de la commercialisation repose principalement sur le transport des marchandises à pied, sur la tête. Faute de véhicules et de routes convenables, les habitants parcourent de longues distances à pied pour se rendre au marché le plus près. Ceux qui habitent à Balaki, par exemple, doivent traverser le fleuve Gambie, ce qui sera beaucoup plus difficile lorsque le lac Kouya sera créé. Il en va de même pour la rivière Liti, qui se traverse aisément aujourd'hui. Les transports par camion de Balaki empruntent actuellement le seul pont routier existant sur le fleuve Gambie en Guinée. Or ce pont sera immergé à cause du barrage de Kouya.

6.4 Incidences socioculturelles

Les incidences socioculturelles des projets de développement de l'ampleur envisagée pour le bassin du fleuve Gambie seront très étendues et dépassent largement le cadre de nos études. Outre les implications du

recasement, cependant, nous avons examiné les autres retombées sur les populations touchées. Nous avons notamment étudié les incidences sur le rôle des femmes dans ces régions rurales, sur les diverses minorités ethniques dans les zones de développement et les implications pour les mouvements de migration. Dans les trois régions, les incidences seront problématiques.

6.4.1. Incidences sur les femmes

Le rôle des femmes dans de nombreux ménages sera très affecté par les actions de développement. La perte de la riziculture aquatique à Balingho et la perte éventuelle du riz pluvial diminueront le rôle des femmes dans la production agricole. Les activités de construction affecteront également les femmes dans de nombreux ménages.

La construction du barrage de Balingho entraînera la perte de 15.000 hectares de riz aquatique et de marée, comme on l'a vu au chapitre 3. Ces terres sont cultivées par les femmes et constituent une source importante d'alimentation et de revenu. Bien que les travaux dans les rizières soient longs et pénibles, les femmes ont un moyen de contrôler la production et la consommation. Le riz contribue à l'alimentation générale des ménages ayant les moyens de le cultiver. La disparition de ces rizières empêchera les femmes d'avoir accès à ce qui est devenu l'aliment de base des ménages et modifiera les structures familiales car les femmes perdront leur rôle de production. Avec 15.000 ha, la riziculture occupe un grand nombre de femmes et les ménages perdront un aliment très nutritif. Par ailleurs, les familles ayant déjà du mal à satisfaire leurs besoins financiers et alimentaires se trouveront dans une situation extrêmement difficile.

Le développement de l'irrigation affectera également le rôle des femmes. Comme on l'a vu au chapitre 3, les terres irriguées comprendront jusqu'à 43 pour cent des terres actuellement cultivées. La plupart de ces terres sont des rizières cultivées par les femmes. Comme le riz est une culture plus fiable que le mil et le sorgho, la perte de riz ne peut être atténuée lorsque les femmes mieux que les hommes avaient pu répondre aux besoins alimentaires du ménage.

La perte des rizières de marée et autres champs de riz n'affectera pas seulement les femmes. Si toutes les femmes qui perdent leurs

rizières ont droit à des parcelles situées ailleurs, la pression exercée sur les plateaux forcera les gens à parcourir une distance encore plus grande pour trouver des terres. Le système agraire villageois tout entier devra s'adapter à des conditions nouvelles.

La construction des barrages aura une incidence supplémentaire sur les structures familiales. Les activités de construction attireront probablement de nombreux hommes en quête de travail, entraînant des implications incertaines pour la production agricole. Les hommes qui trouvent un emploi n'achètent pas nécessairement de la nourriture pour compenser la perte de production agricole. Il se peut qu'ils dépensent leurs revenus autrement, ce qui pourrait avoir des conséquences négatives sur l'alimentation des ménages. Les études des autres projets de barrage indiquent que le revenu des ménages pourrait augmenter parallèlement à une diminution de l'état nutritionnel.

6.4.2. Incidences sur les minorités

La construction de barrages à Kékréti et en Guinée exacerbera probablement les tensions interethniques dans ces régions. Au fil des ans, la migration vers la région de Kédougou a modifié la division géographique de la zone en territoires ethniques et a engendré des tensions entre les Fulbes et d'autres groupes. Cette méfiance est partiellement historique mais elle est aussi due à la tendance des Fulbes à accaparer les circuits commerciaux. Elle est également due à la concurrence croissante entre l'agriculture et l'élevage qui se disputent les mêmes terres.

La construction du barrage de Kékréti et le déplacement de la population et des ressources qui l'accompagnera pourrait menacer la structure sociale des Bassaris, des Bediks, des Malinkes et des Diallonkes. Le chantier de Kékréti est proche du territoire des Bassaris, qui sont déjà soumis à des pressions internes et externes en faveur du changement. Qui plus est, il existe des tensions interethniques explicites et latentes dans la région. Une caractéristique des populations minoritaires est leur difficulté d'accès aux ressources et au pouvoir, ce qui rend relativement plus facile leur déplacement. Parallèlement, on se doit de reconnaître la singularité et la fragilité de ces populations. Les Diakhankes et les Fulbes sont moins en danger et semblent capables de s'adapter plus facilement au changement.

L'attrait des activités de construction aura des conséquences notables sur les régions. Le mécanisme d'embauche engendrera lui-même d'énormes tensions ethniques. Les difficultés à assurer l'égalité des chances devant le travail peuvent être considérables. Si un projet embauche de nombreux ouvriers venus d'ailleurs, comme cela ne manquera pas de se produire, le problème est compliqué d'autant.

La construction de Kogou Foulbe affectera les mêmes groupes de population en Guinée en raison des liens étroits qui unissent les habitants de part et d'autre de la frontière. Younkounkoun est très proche de Salémata, et les malades viennent souvent de Salémata à l'hôpital de Koundara. Comme dans la région de Kédougou, les groupes les moins nombreux sont à l'écart de la scène politique à la préfecture de Koundara. En fait, les Bassaris et les Cognaguis étant mal vus de beaucoup, il importe d'accorder une attention particulière à la manière dont ils seront touchés par le barrage.

Par ailleurs, presque tous les hommes adultes interrogés ont indiqué qu'ils aimeraient travailler dans les équipes de construction, ce qui entraînerait une diminution de la main-d'oeuvre agricole et modifierait les modes de vie. Ceux qui parviennent à trouver un emploi quitteront le secteur agricole pendant toute la durée des projets et risquent de ne jamais y retourner. Même ceux qui ne trouvent pas de travail dans la construction risquent d'abandonner l'agriculture en quête d'autres sources de revenu. On suppose que ces revenus accéléreront le rythme de départ des jeunes de leur village.

6.4.3. Incidences sur la migration

Un effet très important et à long terme de tous les barrages, mais surtout celui de Kékréti, se fera sentir au niveau des mouvements de personnes. L'effet sera sensible presque immédiatement dans la région de Kékréti. Des mouvements d'immigration et d'émigration se produiront.

L'immigration s'accélérera dans des zones locales, vers le site de Balingho à mesure que les activités commerciales s'y développent, et en particulier vers le lac Kékréti. Historiquement, la zone de Kékréti a été intéressante en raison de la présence d'eau. Cet intérêt sera rehaussé par la création du lac Kékréti. Le lac devrait également attirer un bétail important, notamment pendant la saison sèche. Etant

donné que les terres agricoles seront limitées après la création du lac, ce sont les possibilités d'emploi, plus que l'agriculture, qui motiveront la migration. Certes, la pêche attirera pour sa part de nombreuses personnes extérieures à la région. Ces migrants seront en situation de concurrence avec les habitants de la région face aux possibilités d'emploi et aux ressources locales. Les tensions interethniques seront probablement exacerbées.

Les tendances à long terme de la croissance démographique rapide et de l'urbanisation accélérée devraient se poursuivre quels que soient les incidences des projets de développement. L'émigration en provenance de la zone de Kékréti sera minime du fait du développement régional, comme on l'a vu plus haut. Parallèlement, le recasement stimulera une certaine émigration. Nos entretiens avec les habitants de la zone inondée ont indiqué que la quasi-totalité des hommes envisagent de partir vers des régions plus attrayantes et que seules leurs obligations à la famille et à la terre les retiennent. Le recasement forcé brisera nombre de ces liens et stimulera donc l'émigration.

Dans la zone d'impact de Balingho, la perte probable du riz aquatique pourrait entraîner une émigration importante. Des familles entières, voire des communautés entières pourraient partir en l'espace d'un an ou deux. Elles se dirigeront probablement vers les zones actuelles d'immigration accessibles à la population de leur région. La région de Sérékunda/Bri'ama serait la principale zone d'accueil. Les autres destinations pourraient se situer le long de la route transgambienne, la rive sud du lac et même en Espagne.

6.5. Santé publique

Les autorités sanitaires des Etats membres reconnaissent la présence de maladies liées à l'eau dans la région placée sous leur responsabilité, mais elles sont généralement contraintes pour des raisons budgétaires de limiter leurs interventions au traitement des cas identifiés plutôt que de prendre des mesures de prévention environnementale. La plupart des budgets nationaux consacrés à la santé est utilisée par des centres fixes dans les zones urbaines. Par conséquent, les changements sanitaires qui

résulteront des projets de développement seront difficiles à intégrer dans le système. Quoiqu'il en soit, il importe de les anticiper et d'établir les allocations budgétaires pour faire face en temps voulu à la demande accrue de services sanitaires soulevée par les projets.

En modifiant l'environnement, la construction de barrages et le développement de l'agriculture irriguée rehaussera l'incidence de nombreuses maladies infectieuses dans le bassin du fleuve Gambie. Deux des principales maladies transmises par l'eau sévissant en Afrique de l'Ouest pourraient produire des incidences sanitaires négatives. Qui plus est, chaque projet créera ses propres problèmes sanitaires. Ces incidences sont prévisibles à en juger par l'expérience passée des barrages construits en Afrique, comme l'ont indiqué les études précédentes. Bien que nous examinions et par conséquent mettions l'accent sur les incidences des maladies principales, nous devons également signaler que les maladies liées à l'eau auront tendance à diminuer ou à disparaître avec l'assainissement de l'environnement et l'hygiène personnelle par suite de la mise en valeur de tout le bassin.

Dans le bassin du fleuve Gambie, la schistosomiase, le paludisme et l'onchocercose sont les principales maladies risquant de poser un problème à la suite des actions de développement, bien que d'autres maladies humaines soient également affectées. Ces trois maladies sont un sujet de préoccupation pour les autorités sanitaires en raison de leur fréquence, de leurs conséquences graves pour la santé et des difficultés à les maîtriser. Les autres maladies comme la fièvre jaune doivent également être mentionnées, mais la schistosomiase, le paludisme et l'onchocercose feront l'objet principal des mesures prises en matière de santé publique.

La schistosomiase est répandue dans certaines régions du bassin, en particulier assez loin du fleuve dans les divisions Upper River et MacCarthy Island en Gambie. A l'heure actuelle, les seules mesures de prévention que l'on prend revêtent la forme de programmes ponctuels. Le paludisme, en association avec une mauvaise nutrition, contribue à un taux de mortalité inacceptable de 450 pour 1.000 chez les enfants de moins de 5 ans dans certaines zones rurales de l'Afrique de l'Ouest. Bien qu'on prenne des mesures de lutte contre le paludisme dans les zones

urbaines, rares sont les zones rurales qui font l'objet d'une lutte organisée contre le paludisme. On enregistre des cas d'onchocercose au Sénégal et en Guinée le long du fleuve Gambie et de la rivière Koulountou, avec une prédominance dans les zones de forte densité démographique. Les autorités centrales en matière de santé n'ont actuellement aucun programme de lutte contre l'onchocercose au Sénégal ou en Guinée.

6.5.1. Mesures et attributs pour l'analyse des incidences

Les incidences des projets de développement sur ces maladies et les autres maladies sévissant dans le bassin peuvent s'exprimer en termes d'effet des changements de l'environnement sur les populations de vecteurs (moustiques vecteurs de maladies, mouches, cyclopidés et mollusques) de ces maladies. Afin d'évaluer les incidences possibles, nous avons identifié les diverses mesures de gestion et attributs environnementaux qui affecteront les populations de ces vecteurs (Tableau 6.4.). Ces mesures et attributs seront affectés par les activités de construction, les activités opérationnelles à court terme (moins de 5 ans) et les activités opérationnelles en cours ou à long terme des projets de développement.

Pendant la phase de construction, les campements de construction créeront un lieu de reproduction pour les moustiques indigènes. Parallèlement, la construction de routes et, d'une manière générale, le déboisement décimeront les populations de moustiques qui se reproduisent dans les arbres. Les fosses d'emprunt pour la construction des barrages deviendront des mares propices à la prolifération des moustiques et mollusques. Diverses autres mesures et incidences inhiberont ou encourageront la croissance des populations de ces vecteurs de maladies entre autres.

Aux premiers stades opérationnels, des mesures et incidences supplémentaires auront un effet sur les populations de vecteurs. Les stades opérationnels à long terme entraîneront ensuite la stabilisation des populations de ces divers moustiques, mouches, puces et mollusques.

Notre évaluation de ces incidences sur les populations de vecteurs de maladie est subjective. Une évaluation exacte exigerait des analyses quantitatives fondées sur des mesures et études sur le terrain. Notre

Tableau 6.4. Actions de gestion et attributs environnementaux permettant d'évaluer les incidences sur les vecteurs de maladie

Actions et attributs des incidences sur les vecteurs de maladie pendant la construction

Emigration/immigration de main-d'oeuvre + population satellite	Introduction de nouveaux vecteurs
Construction de routes, déboisement	Etablissement de plantes aquatiques
Création de fosses d'emprunt	Construction de canaux pour l'irrigation
Interruption du débit, marais + suintements	Interruption de l'action bimensuelle des marées sur les mangroves
Pollution organique	

Actions et attributs des incidences à court terms (<5 ans) sur les vecteurs de maladie)

Suppression du brassage par les marées en amont du barrage	Afflux de population humaine et activités associées
Elimination du gradient de salinité en amont	Modification de l'ampleur et du type de bétail
Accroissement de la superficie des eaux	Modification des pratiques culturelles traditionnelles
Elevation du niveau de la nappe phréatique	Modification de l'habitat et de la population des mammifères et des oiseaux
Accroissement du suintement et de la formation de marais	Submersion de la végétation
Canaux d'irrigation	AMORCE de l'érosion dans la région du barrage
Caractéristiques des eaux: éléments nutritifs, teneur en microbes, température, etc.	Déversoirs, canaux d'irrigation en aval
Stimulation de croissance végétale dans le fleuve	Apparition de la végétation terrestre
Augmentation des déchets humains	reboisement
Elimination des mangroves	Apparition de la faune terrestre, rongeurs, oiseaux
Défrichage et construction de pistes	

Actions et attributs des incidences à long terme de l'exploitation sur les vecteurs de maladie

Eau douce, absence de courante sur les arêtes, niveau d'eau élevé en amont (+1,5 m GD)	Déforestation
Rivage peu profond, boue, roseaux et joncs	Réservoir rempli, faible débit, niveau élevé sur de longues distances en aval
Erosion permanente, apparition de marais	Eaux turbulentes en aval en provenance des déversoirs
Equilibre de la micro- et macro-faune aquatique	Formation d'une zone de rabattement, eaux peu profondes et fond boueux
Végétation naturelle terrestre le long du rivage	Nouvelle topographie, régime stationnaire du rivage, marais permanents
Irrigation permanente à proximité et à distance, nouvelles exploitations agricoles, nouvelles cultures	Equilibre de la flore aquatique
Equilibre entre la faune aquatique vertébrée et invertébrée	Végétation terrestre dense près du rivage, reboisement
Modification de la faune terrestre, rongeurs, oiseaux, bétail, animaux domestiques	Irrigation permanente en aval, cultures de rente
Implantations humaines, contact intense avec l'eau, pollution	Développement des pêcheries dans le réservoir

évaluation qualitative suggère cependant les diverses directions que peuvent prendre les incidences des projets de développement sur les maladies humaines, par rapport à l'état actuel de ces maladies.

6.5.2. Incidences sur les vecteurs de maladie

Les incidences des mesures de gestion et changements environnementaux sur les vecteurs des diverses maladies concernent les moustiques, les mouches tsé-tsé, les mouches simulies, les mouches phlébotomes, les cyclopidés et les mollusques d'eau douce (Tableaux 6.5.-6.7.). Ces incidences varieront selon les événements qui se dérouleront pendant les phases de construction, les phases opérationnelles à court terme et les phases opérationnelles à long terme des barrages. Nous estimons qu'il importe de se pencher sur l'incidence de dix-neuf maladies, bien que les effets sur l'incidence de la schistosomiase, du paludisme et de l'onchocercose soient les plus importants aux fins de planification de la santé publique.

Nous présentons nos estimations des incidences comme la somme des effets positifs et négatifs sur certains attributs et mesures concernant les populations de vecteurs. Elles sont donc qualitatives et ne sauraient être considérées comme la mesure de la portée prévisible de l'incidence d'une maladie. Ainsi, la valeur +5 pour le mollusque *B. pfeifferi* (Tableau 6.5.) qui transmet la schistosomiase intestinale correspond à la somme estimative du résultat des incidences des travaux de construction de Balingho. Cette somme représente notre conclusion selon laquelle les incidences de chacun de cinq facteurs (Tableau 6.4.) augmenteront les populations de mollusques et donc l'incidence de la maladie. Pour ce vecteur, les cinq facteurs sont les suivants:

- Eau douce; absence de débit près des berges; eau profonde
- Rives peu profondes; boue; roseaux et laïches
- Intensification de l'érosion; formation de marécages
- Microfaune et macrofaune aquatiques en équilibre
- Implantations humaines; intense contact avec l'eau, pollution.

Dans certains cas, la valeur +5 serait la somme des incidences positives sur sept facteurs et des incidences négatives sur deux autres facteurs. Ces incidences sont définies comme positives ou négatives selon la population actuelle de vecteurs.

Tableau 6.5. Evaluation qualitative des incidences liées à la construction sur les vecteurs de maladie

Maladie	Vecteur	Nom commun	Balingho	Kékréti	Kouya/ Kank'e	Kogou- Foulbe
Malaria	<i>A. melas</i>	Moustique	-1	n.d.	n.d.	n.d.
Chikungunya Malaria Filariose	<i>A. gambiae</i>	Moustique	+1	+2	0	0
Malaria	<i>A. funestus</i>	Moustique	+5	+5	+4	+5
Denque Fièvre jaune	<i>Ae. aegypti</i>	Moustique	+2	+2	+1	+1
Fièvre jaune	<i>Ae. africanus</i>	Moustique	0	0	0	0
Fièvre jaune	<i>Ae. luteocephalus</i>	Moustique	0	0	0	0
Fièvre jaune	<i>Ae. vittatus</i>	Moustique	+3	+4	+4	+5
Fièvre jaune	<i>Ae. furcifer/tayl.</i>	Moustique	0	0	0	0
Trypanosomiase	<i>G. palpalis</i>	Mouche tsé-tsé	+1	+1	+1	+1
Trypanosomiase	<i>G. morsitans</i>	Mouche tsé-tsé	0	0	0	0
Onchocercose	<i>S. damnosum</i>	Mouches simules	n.d.	-3	-2	-2
Leishmaniose	<i>Ph. dubosqui</i>	Mouches phlébot.	-2	-3	-2	-2
Dracunculose	<i>Cyclops spp.</i>	Cycloptides	+3	+3	+2	+2
Schistosomiase	<i>B. pfeifferi</i>	Mollusques	+5	+4	+3	+3
Schistosomiase	<i>Bu. senegalensis</i>	Mollusques	+4	n.d.	n.d.	n.d.
Schistosomiase	<i>Bu. globosus</i>	Mollusques	+4	+3	+3	+4
Schistosomiase	<i>Bu. quernel</i>	Mollusques	+4	+2	n.d.	n.d.

Les chiffres assortis de + ou - représentent la somme des incidences positives ou négatives des effets des actions de gestion et des modifications dans les attributs environnementaux. Aussi, la mention 0 ne signifie pas l'absence d'incidence mais bien un équilibre entre les incidences positives et négatives.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Tableau 6.6. Evaluation qualitative des incidences à court terme (<5 ans) sur les vecteurs de maladie

Maladie	Vecteur	Nom commun	Balingho	Kékréti	Kouya/ Kank'e	Kogou- Foulbe
Malaria	<i>A. melas</i>	Moustique	-4	n.d.	n.d.	n.d.
Chikungunya Malaria Filariose	<i>A. gambiae</i>	Moustique	+5	+6	+6	+6
Malaria	<i>A. funestus</i>	Moustique	+6	+7	+7	+7
Denque Fièvre jaune	<i>Ae. aegypti</i>	Moustique	+5	+5	+5	+5
Fièvre jaune	<i>Ae. africanus</i>	Moustique	+2	+2	+2	+2
Fièvre jaune	<i>Ae. luteocephalus</i>	Moustique	+2	+2	+2	+2
Fièvre jaune	<i>Ae. vittatus</i>	Moustique	+7	+6	+6	+6
Fièvre jaune	<i>Ae. furcifer/tayl.</i>	Moustique	+2	+2	+2	+2
Trypanosomiase	<i>G. palpalis</i>	Mouche tsé-tsé	0	-2	-2	-2
Trypanosomiase	<i>G. morsitans</i>	Mouche tsé-tsé	-1	-1	-1	-1
Onchocercose	<i>S. damosum</i>	Mouches simules	n.d.	-1	-1	-1
Leishmaniose	<i>Ph. dubosqui</i>	Mouches phlébot.	0	+1	+1	+1
Dracunculose	<i>Cyclops spp.</i>	Cyclopides	+3	+1	+1	+1
Schistosomiase	<i>B. pfeifferi</i>	Mollusques	+8	+7	+7	+7
Schistosomiase	<i>Bu. senegalensis</i>	Mollusques	+4	n.d.	n.d.	n.d.
Schistosomiase	<i>Bu. globosus</i>	Mollusques	+9	+7	+7	+7
Schistosomiase	<i>Bu. guernei</i>	Mollusques	+8	+7	n.d.	n.d.

Les chiffres assortis de + ou - représentent la somme des incidences positives ou négatives des effets des actions de gestion et des modifications dans les attributs environnementaux. Aussi, la mention 0 ne signifie pas l'absence d'incidence mais bien un équilibre entre les incidences positives et négatives.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Tableau 6.7. Evaluation qualitative des incidences à long terms de l'exploitation sur les vecteurs de maladie

Maladie	Vecteur	Nom commun	Balingho	Kékréti	Kouya/ Kank'e	Kogou- Foulbe
Malaria	<i>A. melas</i>	Moustique	-3	n.d.	n.d.	n.d.
Chikungunya Malaria Filariose	<i>A. gambiae</i>	Moustique	+2	+2	+1	+2
Malaria	<i>A. funestus</i>	Moustique	+6	+7	+7	+7
Denque Fièvre jaune	<i>Ae. aegypti</i>	Moustique	+2	+3	+2	+3
Fièvre jaune	<i>Ae. africanus</i>	Moustique	+2	+3	+2	+3
Fièvre jaune	<i>Ae. luteocephalus</i>	Moustique	+1	+2	+2	+2
Fièvre jaune	<i>Ae. vittatus</i>	Moustique	+4	+6	+5	+6
Fièvre jaune	<i>Ae. furcifer/tayl.</i>	Moustique	0	+2	+2	+2
Trypanosomiase	<i>G. palpalis</i>	Mouche tsé-tsé	+2	+3	+3	+3
Trypanosomiase	<i>G. morsitans</i>	Mouche tsé-tsé	-1	+1	+1	+1
Onchocercose	<i>S. damosum</i>	Mouches simules	n.d.	-1	-1	-1
Leishmaniose	<i>Ph. dubosqui</i>	Mouches phlébot.	+3	+1	0	+1
Dracunculose	<i>Cyclops spp.</i>	Cyclopides	+4	+2	+2	+2
Schistosomiase	<i>B. pfeifferi</i>	Mollusques	+4	+3	+3	+3
Schistosomiase	<i>Bu. senegalensis</i>	Mollusques	+1	n.d.	n.d.	n.d.
Schistosomiase	<i>Bu. globosus</i>	Mollusques	+5	+4	+4	+4
Schistosomiase	<i>Bu. quenei</i>	Mollusques	+5	+4	n.d.	n.d.

Les chiffres assortis de + ou - représentent la somme des incidences positives ou négatives des effets des actions de gestion et des modifications dans les attributs environnementaux. Aussi, la mention 0 ne signifie pas l'absence d'incidence mais bien un équilibre entre les incidences positives et négatives.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

6.5.3. Incidences sur les principales maladies

Les changements dans les populations des vecteurs de maladie modifieront l'incidence de la maladie qu'ils transmettent dans le bassin du fleuve Gambie (Tableau 6.8.). L'incidence de la schistosomiase urinaire, de la schistosomiase intestinale et du paludisme augmentera vraisemblablement de manière appréciable. L'incidence de l'onchocercose pourrait décliner.

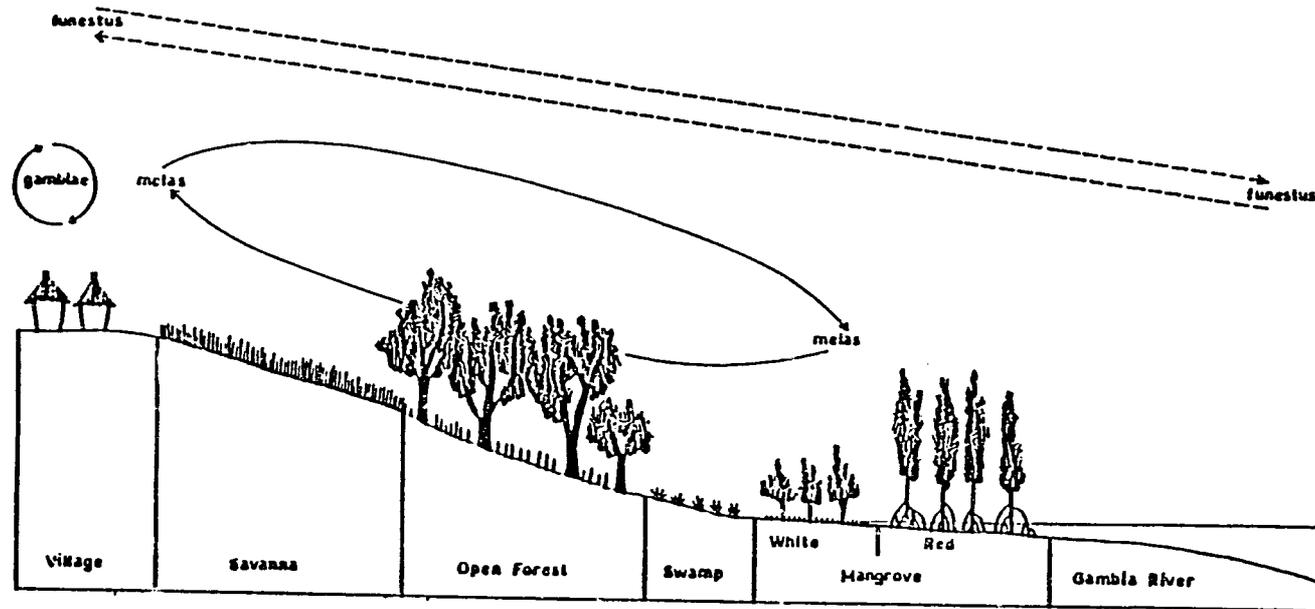
- Gambie. A l'heure actuelle, le nombre de personnes qui vivent et travaillent dans un environnement d'eau stagnante propice à la schistosomiase est limité. Après la création du lac Balingho et des périmètres irrigués, cependant, leur nombre augmentera par dizaines de milliers. La schistosomiase urinaire est actuellement transmise dans les mares saisonnières assez éloignées du fleuve. On s'attend à ce qu'elle se développe ailleurs car des mares de ce genre se formeront aux abords du lac Balingho. Par ailleurs, l'aménagement des périmètres irrigués créera un nouveau type d'habitat qui pourrait répandre la maladie. La schistosomiase intestinale, qui est actuellement très peu répandue en Gambie, fera son apparition autour du lac Balingho.

L'incidence du paludisme augmentera également en Gambie. Bien que les zones de reproduction du moustique d'eau saumâtre vecteur du paludisme soient restreintes, les eaux stagnantes ou de surface où vivent d'autres moustiques augmenteront considérablement. Le nouvel environnement d'eau douce, ainsi que l'arrêt des marées quotidiennes, encouragera la reproduction d'un moustique, A. funestus, qui est un vecteur plus efficace du paludisme que l'espèce d'eau saumâtre, A. melas (Figure 6.3.). Le moustique indigène, A. gambiae, se multipliera parallèlement au développement urbain et régional.

- Sénégal. La schistosomiase est actuellement saisonnière et peu répandue au Sénégal en raison du faible volume d'eau de surface et de sa saisonnalité. La formation du lac Kékréti, cependant, étendra considérablement le milieu de reproduction pour les mollusques de la schistosomiase. On peut s'attendre à ce que la transmission de la schistosomiase urinaire et intestinale devienne courante voire permanente. La présence d'eau de surface toute l'année, à quoi s'ajoutent les contours découpés du lac Kékréti, encouragera également la

Tableau 6.8. Incidences des principales maladies

	<u>Vecteurs/secteurs actuels</u>	<u>Vecteur/secteurs nouveaux</u>
Gambie		
Schistosomiase urinaire	Mares permanentes et temporaires à distance du fleuve	Mares autour du lac Balingho, périmètres d'irrigation
Schistosomiase intestinale	--	Autour du lac Balingho
Malaria	Moustiques locaux Moustiques d'eau salée	Moustiques locaux Moustiques d'eau superficielle
Sénégal		
Schistosomiase urinaire	Quelques mares	Autour du lac Kekreti, périmètres irrigation
Schistosomiase intestinale	Quelques mares	Autour du lac Kekreti
Malaria	Moustiques saisonniers	Moustiques locaux, moustiques d'eau superficielle
Onchocercose	Eaux vives	Eaux vives subsistantes
Guinée		
Schistosomiase urinaire	Quelques mares	Périmètres d'irrigation depuis Kogou-Foulbe
Schistosomiase intestinale	Quelques mares	Périmètres d'irrigation depuis Kogou-Fouibe
Malaria	Moustiques saisonniers	Moustiques locaux, moustiques d'eau superficielle
Onchocercose	Eaux vives	Eaux vives subsistantes
Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.		



Itinéraires de vol de *A. melas* (des marais à *Avicennia*) et *A. gambiae* (domestique) sur une coupe hypothétique de la division Lower River en Gambie. Les déplacements réels des moustiques sont indiqués par des traits pleins. Les déplacements supposés de *A. funestus* après la construction du barrage anti-sel de Balingho sont en pointillés.

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Figure 6.3. Le barrage de Balingho encouragera la reproduction du vecteur de la malaria, *A. funestus*

reproduction du moustique vecteur du paludisme et donc la transmission de cette maladie.

L'onchocercose est transmise par la mouche simulie, qui vit à proximité de l'eau courante. La formation du lac Kékréti, qui éliminera 150 km d'eau courante sur le cours du fleuve Gambie, et des rivières Tiokoye et Diarha, devrait atténuer l'incidence de l'onchocercose dans la région. Mais la région qui doit être inondée ne représente qu'une petite partie de la zone du Sénégal Oriental où la mouche simulie se reproduit. Les personnes réinstallées loin du lac pourraient donc être exposées à l'onchocercose.

o Guinée. En Guinée, les incidences des maladies ne seront pas autant affectées qu'au Sénégal et en Gambie. En ce qui concerne la schistosomiase, les eaux guinéennes conviennent moins aux mollusques vecteurs de la schistosomiase en raison de leur teneur électrolytique extrêmement faible. L'aménagement des périmètres irrigués en association avec Kogou Foulbe encouragera cependant dans une certaine mesure la propagation de la maladie. Les lacs guinéens encourageront également la reproduction du vecteur du paludisme le plus efficace, A. funestus. Bien que les lacs guinéens inondent une petite partie seulement de la zone de reproduction de la mouche simulie, la région de Koundara, où sévit actuellement l'onchocercose, continuera d'être une source d'infection.

6.5.4. Incidences sur les autres maladies

Les incidences sur les autres maladies devront être l'objet du suivi, mais ne constitueront pas une source de préoccupation permanente pendant la mise en valeur du bassin (Tableau 6.9.).

- Dracunculose (maladie du ver de Guinée). La dracunculose est saisonnière, la transmission étant concentrée pendant la saison sèche dans les régions où les habitants utilisent l'eau de surface. La maladie a atteint des proportions épidémiques après la création de lacs en association avec d'autres barrages africains, si bien qu'on peut s'attendre à des épidémies similaires autour des lacs de Kékréti et en Guinée.

- Filariose. La filariose est transmise par les moustiques, aussi peut-on s'attendre à ce que le paludisme s'accompagne de vagues de

Tableau 6.9. Incidences sur les autres maladies

	<u>Situation actuelle</u>	<u>Incidence</u>
Dracunculose (ver de Guinée)	Limitée/ saisonnière	Pourrait se développer autour du lac Kékréti et des lacs en Guinée
Filariose	Limitée	Pourrait se développer parallèlement à la prolifération des moustiques
Fièvre jaune et Dengué	Sporadique	Risque d'apparaître dans les campements de construction
Trypanosomiase (maladie du sommeil)	Sporadique	Pourrait se développer avec l'élimination de l'habitat naturel
Leishmaniose	Limitée/ saisonnière	Pourrait s'étendre avec l'apparition de microclimats humides pendant toute l'année

filariose. Les conséquences de cette maladie sont cependant relativement faibles au niveau de la santé publique et devraient le rester.

- Fièvre jaune et dengue. La fièvre jaune et la dengue sont sporadiques dans le bassin du fleuve Gambie. Si des épidémies de fièvre jaune éclatent à la suite de la construction des barrages et de l'endiguement du fleuve, cependant, elles seront dues à la non-observation des règles de lutte contre les moustiques indigènes. Elles séviront surtout dans les campements de construction. On ne connaît pas de mesure de protection contre la dengue, mais elle reste de faible importance pour la santé publique.

- Trypanosomiase (maladie du sommeil). La trypanosomiase n'apparaît qu'épisodiquement en Gambie et est peu répandue au Sénégal et en Guinée. En général, la mise en valeur du bassin augmentera les contacts avec la mouche tsé-tsé, en particulier à mesure qu'on défriche la végétation naturelle. L'inondation détruira temporairement les sites de reproduction; ils réapparaîtront au dessus du nouveau niveau de l'eau. Les actions de développement pourraient permettre une accentuation de la maladie en perturbant l'équilibre actuel.

- Leishmaniose. Cette maladie est limitée dans le bassin et varie en fonction des saisons. Les changements environnementaux dans le bassin accentueront les microclimats humides requis par la mouche phlébotome, de sorte que la transmission d'une forme de leishmaniose pourrait se produire toute l'année dans certains endroits.

6.5.5. Incidences systémiques

La situation de la santé publique pourrait être affectée par les incidences des actions de développement sur les populations humaines ainsi que sur l'environnement et les vecteurs de maladie. A mesure que les modes de migration et d'implantation évoluent et se modifient, les diverses maladies évolueront en conséquence. L'incidence des maladies sera affectée par les modes de migration, les campements de construction et les mesures de recasement. Dans le même temps, la mise en valeur de tout le bassin devrait améliorer la situation de la santé publique à long terme.

D'une manière générale, la mise en valeur du bassin augmentera le pourcentage des zones urbaines dans le bassin, et les incidences sur la

santé publique dépendront dans une certaine mesure de l'efficacité de la planification urbaine et régionale. L'urbanisation accélère généralement la transmission des maladies humaines. Les projets de développement exigeront le recasement des populations, ce qui est difficile à gérer. Le recasement entraîne donc inévitablement des conséquences économiques et sanitaires négatives. Les besoins de soins de santé de base, d'alimentation des ménages en eau, d'assainissement et de nutrition sont plus difficiles à satisfaire en l'absence des zones urbaines et services existants.

A court terme, les projets de développement auront une incidence négative sur la santé publique car un grand nombre de personnes seront soudainement rassemblées. Les activités de construction et les campements attireront des groupes divers de toutes les parties du bassin, ainsi que des pays et régions voisins. La densité démographique locale et la disruption du milieu naturel augmenteront l'incidence d'un grand nombre des maladies examinées ci-dessus. A moins d'une planification soigneuse, les migrants vivront initialement dans des conditions précaires qui n'encouragent pas l'hygiène personnelle. Le surpeuplement entraînera un regain des maladies respiratoires et de la tuberculose. Les chantiers des barrages de Kékréti et Balingho se trouvent dans des régions où les épidémies de méningite sont fréquentes. Toute absence d'installations sanitaires causera un sursaut d'entérite, de poliomyélite, d'amibiase et de dysenterie bacillaire, en particulier sur le chantier de Balingho où le ravitaillement en eau potable est déjà insuffisant. Il y a des risques d'épidémie de choléra. Les besoins nutritionnels de la population immigrante ne seront probablement pas satisfaits car le projet attirera des populations marginales pour lesquelles les possibilités d'emploi sont limitées. La prédominance d'hommes célibataires dans la force ouvrière encouragera la prostitution et la prolifération des maladies vénériennes.

Ceci dit, à long terme, les projets de mise en valeur devraient améliorer la situation de la santé publique dans le bassin du fleuve Gambie malgré l'accentuation des incidences de maladie et les problèmes à court terme liés à l'urbanisation et aux déplacements de population. Les communautés urbaines sont susceptibles de faire des progrès appréciables

en matière d'hygiène, systèmes d'eau potable, assainissement et nutrition. En particulier, s'ils sont bien planifiés d'avance, les projets de développement comporteront des dispositions visant la santé, l'eau potable et l'assainissement qui devraient constituer la base de systèmes permanents dans ces nouvelles zones urbanisées. Les projets permettront certainement d'assurer l'approvisionnement en eau potable toute l'année pour les habitants et le bétail. Les réservoirs augmenteront les approvisionnements en eau des nappes peu profondes; les réseaux d'irrigation contribueront également à assurer la constance des approvisionnements en eau. En outre, l'agriculture irriguée doit avoir pour objectif de rehausser l'état nutritionnel des populations du bassin, notamment par l'amélioration des structures de distribution et de commercialisation. Enfin, des pêcheries seront créées dans les trois Etats membres afin de fournir une source constante de protéines. La mise en valeur de tout le bassin donne, par conséquent, aux planificateurs la possibilité d'améliorer la situation de la santé publique.

6.5.6. Implications économiques

Les implications économiques des incidences des projets de développement sur la santé publique concernent les coûts des mesures qu'il importe de prendre afin d'atténuer les conséquences sanitaires négatives. Ces coûts sont abordés au chapitre 8 dans les analyses coûts-avantages des barrages. Ils sont résumés ici en tant qu'incidences des projets. Les implications économiques des incidences sur la santé publique sont liées aux changements introduits dans l'environnement par les actions de développement et par les divers mouvements de population qui accompagneront ces mesures.

Ces estimations de coûts se fondent sur l'hypothèse d'une faible immigration vers les régions de développement, au delà des groupes participant à la construction et aux prestations de service. Bien que cette hypothèse semble difficile à soutenir étant donné la probabilité de voir apparaître des populations de pêcheurs et l'expérience des autres barrages africains, il n'est pas possible d'estimer les incidences économiques de cette immigration au niveau de la santé publique. Les coûts résumés ci-après (Tableau 6.10.) sont essentiellement ceux qui pourraient être raisonnablement imputés aux projets de développement.

Tableau 6.10. Coûts des mesures d'atténuation dans le domaine de la santé publique

<u>Cellule de santé de l'OMVG</u>	<u>Coûts uniques</u>			<u>Coûts annuels</u>		
	<u>Balingho</u>	<u>Kékréti</u>	<u>Guinée</u>	<u>Balingho</u>	<u>Kékréti</u>	<u>Guinée</u>
Frais de santé encourus par les populations déplacées	\$83.000	\$59.000	inc.			
Education sanitaire: Paludisme, Schisto., Oncho.	> \$120.000 <			\$50.000	\$50.000	\$50.000
Médicaments contre paludisme et schisto., mollusquicides				\$90.000	\$20.000	inc.
Suivi des autres maladies					> \$50.000 <	
<u>Entreprises de construction</u>						
Personnel de construction et des services	\$31.000	\$55.000	\$77.000	\$17.000	\$16.000	\$19.000
Cellule de santé pour l'irrigation						
	Médicaments contre schisto et mollusquicides			\$3.000/1000 ha		
	Suivi de la lutte contre schistosomiase			\$5.800/5000 ha		
> Coûts pour tout le bassin <						

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Les coûts de santé publique peuvent être divisés en trois catégories: ceux qui sont pris en charge par une unité sanitaire que l'OMVG devra créer pour suivre les problèmes sanitaires associés aux projets et à la mise en valeur continue du bassin; ceux qui sont pris en charge par l'entreprise pendant la construction; et ceux qui sont pris en charge par une unité sanitaire qui devra être créée pour traiter les problèmes de schistosomiase associés à l'aménagement des périmètres irrigués.

Une unité sanitaire de l'OMVG entreprendrait les diverses activités nécessaires pour atténuer les incidences des projets de développement sur la santé publique. Les coûts sanitaires encourus par les populations réinstallées, principalement pour les puits d'alimentation en eau potable et les nouvelles cliniques de soins de santé primaire, se chiffrent à 83.000 dollars pour Balingho et 59.000 dollars pour Kékréti (les coûts ne sont pas connus pour les barrages de Guinée). Les coûts d'un programme d'éducation sanitaire en milieu rural seraient initialement de 120.000 dollars, puis de 50.000 dollars par an pour chaque pays. Les coûts des médicaments contre le paludisme, la schistosomiase et des mollusquicides se monteraient à 90.000 dollars pour Balingho et 20.000 dollars pour Kékréti. Le suivi des incidences des autres maladies et la capacité de traiter tout problème risquant de surgir dans le bassin coûteraient 50.000 dollars par an.

Pendant la construction, l'entreprise devrait être responsable de la santé des ouvriers et du personnel chargé des prestations de services. L'examen de l'état de santé de ces personnes entraînera des coûts non renouvelés, d'un montant de 31.000 dollars pour Balingho (en supposant qu'on emploie la main-d'oeuvre locale, sans personnes à charge), 55.000 dollars pour Kékréti et 77.000 dollars pour les barrages guinéens. Les coûts annuels de lutte contre le paludisme et la schistosomiase pendant la construction se chiffrent à 17.000 dollars pour Balingho, 16.000 dollars pour Kékréti et 19.000 dollars pour les barrages guinéens.

Une dernière incidence économique sera le coût du traitement des cas de schistosomiase associés à l'aménagement des périmètres irrigués. Cela consiste principalement à épandre des produits contre les mollusques dans les canaux d'irrigation, traiter les cas de schistosomiase qui surgissent et suivre la lutte contre la schistosomiase dans les zones irriguées. Le

coût annuel des produits pharmaceutiques et anti-mollusques atteint 3.000 dollars par 1.000 hectares. Les coûts de suivi devraient se situer autour de 5.800 dollars par 5.000 hectares.

Le seul avantage sanitaire à attendre des projets de mise en valeur est une réduction de la transmission de l'onchocercose en amont de Kékréti et des barrages guinéens. Puisque les mesures de lutte contre l'onchocercose dans le bassin ne sont pas encore en place, on ne note aucun avantage économique résiduel de cette incidence. Mais le coût des mesures de lutte prises à l'avenir contre l'onchocercose sera légèrement réduit.

Outre le léger avantage que représente le recul de l'onchocercose, dans la mesure où les objectifs de développement sont atteints, la santé publique devrait bénéficier des projets réalisés dans l'ensemble du bassin. L'amélioration des systèmes de transport à l'appui des divers projets et infrastructures nécessaires pour atteindre les objectifs de développement aura pour effet d'améliorer les services de santé publique. Au cours des dernières années, les programmes de vaccination, les services de santé et la lutte contre les vecteurs de maladie ont été entravés par la pénurie de carburant, le manque de pièces de rechange et le mauvais entretien des véhicules, à quoi s'ajoute le mauvais état des routes. Les zones rurales n'ont pas reçu les produits pharmaceutiques nécessaires et la chaîne du froid nécessaire à la conservation des vaccins a été interrompue. La mise en valeur du bassin devrait améliorer cette situation.

Par ailleurs, le fait que la mise en valeur du bassin soit principalement axée sur le relèvement de l'autosuffisance alimentaire devrait améliorer l'état nutritionnel des populations du bassin, grâce à l'amélioration de l'agriculture, au développement de la pêche et à l'élargissement de l'approvisionnement vivrière. Toute amélioration de l'état nutritionnel des populations se soldera par une amélioration de la santé publique dans le bassin.

7. ACTIONS POUR AMELIORER LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES EN EAU

Bien que certaines des incidences sérieuses dues aux projets de développement soient inévitables, d'autres pourraient être atténuées par de diverses mesures. Les incidences sociales, agricoles et environnementales dues au barrage de Balingho seront pour la plupart négatives et ne seront pas soumises aux mesures d'atténuation. Des prévisions en matière de gestion avant l'exécution du projet et pendant les travaux peuvent néanmoins renforcer certaines des incidences positives ou éventuellement positives. Les mesures d'atténuation adouciront en outre certaines des incidences négatives. Les autres rapports détaillent diverses mesures d'atténuation et de gestion qui devraient être envisagées par l'OMVG et les planificateurs des Etats membres. Dans le présent chapitre, nous résumons quelques-unes de ces inquiétudes au sujet de la gestion et nous présentons quelques considérations systémiques.

7.1. Gestion terrestre et aquatique

La plupart des incidences sur l'utilisation de la terre et la végétation dans tout le bassin seront inévitables, même si certaines des ressources qui seront perdues à cause de l'inondation, comme le bois de chauffage, pourront être exploitées. La qualité de l'eau peut être maintenue si les activités minières s'accompagnent de mesures de sauvegarde strictes et si les réseaux d'irrigation ne sont pas construits avec un système de drainage s'écoulant directement dans le fleuve. La faune peut être protégée si l'habitat est pris en considération lorsque l'aménagement des terres et les actions de développement seront prévus. Il peut être protégé davantage si des mesures de garantie strictes sont prises pour empêcher la chasse et le braconnage. Le parc de Niokolo-Koba sera en partie menacé, et il faudra donc prendre des précautions particulières pour préserver son intégrité.

7.1.1. La végétation

Quatre mesures doivent être prises pour atténuer les effets des projets sur la végétation. Premièrement, il conviendra de prendre des

dispositions pour récupérer les vastes ressources forestières qui seront perdues à cause de l'inondation. Il importera de permettre le défrichage pour du bois d'oeuvre et du bois de chauffage sur les sites de barrage et les zones d'inondation à mesure que les projets deviennent certains. Deuxièmement, pour ralentir le processus de la détérioration des terres, il conviendra d'entreprendre des programmes de reboisement. Les programmes actuels ont rencontré néanmoins de nombreux problèmes qu'il faut surmonter.

Troisièmement, il faut prendre des précautions pour empêcher la destruction inutile de la végétation et de l'habitat autour des chantiers de construction. L'OMVG devrait formuler des politiques dans ce domaine, puis travailler ensuite officiellement avec les planificateurs, les géomètres, les chefs de chantier et les ouvriers pour mettre ces politiques en application. Quatrièmement, les mesures de contrôle de l'érosion et de l'envasement, et de restauration du couvert végétal devraient être mises en place sur les chantiers de construction; normalement, cela devrait être la responsabilité de l'entreprise.

7.1.2. La faune

Cinq mesures devraient être prises pour protéger la faune. Premièrement, la faune doit être protégée contre la chasse et le braconnage par le personnel du chantier grâce à une application des lois en vigueur. Deuxièmement, des mesures de protection particulières devraient être prises pour protéger le parc de Niokolo-Koba à cause de sa proximité de Kékréti -- le barrage et le réservoir empiéteront en réalité sur le parc. Ces mesures comporteraient une surveillance accrue, la construction de barrières, et des programmes éducatifs en protection de l'environnement à tous les niveaux du personnel des projets.

Troisièmement, il conviendrait d'établir un programme de recherche et de gestion pour protéger le lamentein et le sitatunga, deux espèces rares qui seront sérieusement touchées par le projet de Balingho. Quatrièmement, les hippopotames devraient être protégés. Ils deviennent de plus en plus rares en Gambie mais d'un autre côté seront de plus en plus nuisible dans les régions agricoles en extension. Cinquièmement, une étude devrait être entreprise pour déterminer l'ampleur du problème

des espèces mammifères nuisibles aux cultures et trouver des mesures de contrôle.

7.1.3. La collaboration des communautés locales

Etant donnée notre conclusion que les activités humaines auront une incidence encore plus considérable sur la faune que les activités de construction elles-mêmes, les moyens de faire participer les populations locales à la protection de l'environnement doivent être étudiés. Bien que le rapport sur l'Ecologie terrestre et la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie présente les moyens de susciter la collaboration des communautés locales, une approche systématique devrait être mise au point pour éduquer les populations locales sur le besoin d'une gestion et d'une conservation des ressources naturelles, puis pour les faire participer. Très souvent, la réglementation seule s'avère inadéquate.

7.1.4. Les parcs

Un plan directeur régional pour la mise en valeur à long terme du Sénégal Oriental devrait être mis au point à cause des implications du projet de Kékréti sur le parc national de Niokolo-Koba. Du fait que le barrage et le réservoir de Kékréti se trouvent près du parc, l'OMVG devrait coopérer avec le personnel du parc et les organismes gouvernementales sénégalaises pour mener à bien une étude détaillée sur les incidences afin d'évaluer les implications du projet de Kékréti et de formuler des mesures gestion de d'atténuation.

En outre, il conviendrait de prendre en considération des abris supplémentaires pour la faune dans certaines îles du fleuve Gambie. Finalement, le projet de Balingho, à cause de ses incidences sur l'habitat de la faune, devrait accorder un appui financier à le Kiang West National Park.

7.1.5. Qualité de l'eau

La plupart des effets des projets de développement, en particulier celui de Balingho, ne peuvent pas être atténués. Cependant, un certain nombre de mesures peuvent être prises pour protéger les rives du fleuve et limiter la sédimentation pendant la période de construction. En outre, les habitations et les activités de l'homme le long du fleuve

devraient être contrôlées pour empêcher le déboisement et la pollution du fleuve.

L'apport de substances toxiques et de nutriments dans le fleuve provenant des activités agricoles devraient être atténuées par de soigneux contrôles de l'emploi des pesticides, des herbicides et des engrais. (Ces contrôles sont néanmoins difficiles à appliquer comme le prouve l'expérience en Europe et en Amérique du Nord). Quand les activités minières seront entamées, des mesures strictes pour la protection de l'environnement seront nécessaires pour empêcher l'écoulement des eaux acides et la contamination par les métaux toxiques.

L'OMVG devrait se voir octroyer la responsabilité qui consiste à mettre en place et à exécuter un programme de suivi, puis à définir les normes de qualité de l'eau qui doivent être maintenues au cours de la mise en valeur du bassin. L'objectif immédiat devrait viser à établir un système de suivi pilote de la qualité de l'eau. Cela fournirait un outil diagnostique qui contribuerait à la conception d'un système permanent de gestion et de planification de la qualité de l'eau qui s'étendrait à tout le bassin.

7.1.6. Contrôle du débit

Le contrôle du débit de l'eau à partir de Kékréti sera nécessaire pour établir un équilibre entre les besoins des turbines hydroélectriques et les besoins en irrigation et empêcher la pénétration de la langue salée. L'incidence due à la modification du débit sur la qualité de l'eau devrait aussi être prise en considération. La décharge de l'eau devrait correspondre d'aussi près que possible au schéma existant des débits annuels.

Peut-être devrait-on accorder quelque considération à une inondation annuelle contrôlée vers la fin de la saison des pluies. Cela permettrait à de nombreux micro-organismes aquatiques de maintenir leur cycle de vie. Cela pourrait également permettre de maintenir l'agriculture de décrue, qui serait autrement perdue. Par conséquent, la gestion du barrage et du réservoir devrait être coordonnée avec les politiques de gestion agricole et les autres utilisations du réservoir et de l'aval du fleuve.

7.1.7. Cartes hypsométriques précises

Les cartes hypsométriques à des intervalles de 0,1 m sont particulièrement importantes pour l'évaluation des incidences et les analyses détaillées coûts-avantages. Il est surtout capital de faire la carte des plaines d'inondations existantes et de déterminer les zones d'inondation et de rabattement, surtout pour le lac Balingho. Cela contribuera à l'éclaircissement des incidences sur l'agriculture de marais et de décrue ainsi qu'à la planification des systèmes d'irrigation.

7.1.8. Agriculture dans la zone de rabattement

La zone de rabattement créée par les décharges de l'eau des réservoirs pendant la saison sèche peut être productive sur le plan agricole. A eux seuls les réservoirs de Baligho et de Kékréti créeront des zones de rabattement de plus de 700 km². Néanmoins l'utilisation efficace de la zone de rabattement pour l'agriculture exigera une gestion planifiée des décharges d'eau afin que, par exemple, les cultures ne soient pas inondées par un remplissage hâtif des réservoirs. Il conviendrait de surveiller, et si nécessaire de contrôler, l'utilisation des zones de rabattement. Les utilisations qu'en font le bétail, les cultivateurs et les pêcheurs peuvent être incompatibles. L'utilisation incontrôlée des zones de rabattement augmente aussi la sédimentation dans les réservoirs.

Du fait de la nature particulière des zones de rabattement, l'OMVG et les Etats membres devront établir des organismes de gestion séparées. La gestion des zones de rabattement doit être coordonnée avec les opérations de gestion du barrage et du réservoir. Les responsabilités de gestion des zones de rabattement comprendront les politiques d'utilisation des terres le long des rivages des réservoirs; les recommandations pour les cultures devant être exploitées; la mise au point de techniques appropriées, comme les systèmes de diguettes pour l'agriculture de décrue (la double culture est présente autour de quelques réservoirs); de mesures pour assurer que le bétail a un accès contrôlé à l'eau ainsi que de mesures pour assurer la santé et l'hygiène des populations locales. (La vie près ou sur des terres qui sont humides la plupart de l'année et près d'une eau peu profonde représente des dangers).

Essentiellement, la politique de gestion du rabattement devrait incomber à l'OMVG ou aux organismes appropriés des Etats membres. Les zones de rabattement représenteront une ressource importante, mais exigeront une gestion des utilisations qui sont en conflit, afin d'exploiter leur potentiel. Elles seront utilisées pour l'agriculture, le pâturage du bétail et même la pêche. De plus, la faune entrera en compétition lorsqu'elle recherchera un accès à l'eau du réservoir. Etant donné l'objectif de développement de 70.000 hectares d'agriculture irriguée, les planificateurs ne devraient pas ignorer le potentiel de 70.000 hectares de zone de rabattement au lacs Balingho et Kékréti.

7.2. Gestion agricole

Il est important de reconnaître, en matière de gestion agricole, que la production de cultures pluviales continuera d'être la base de la production vivrière jusqu'à l'élimination des contraintes sur l'agriculture irriguée. Il convient de faire des investissements dans l'agriculture à la fois pour améliorer la productivité des cultures pluviales et pour concevoir des modèles d'irrigation mieux adaptés au bassin du fleuve Gambie que ceux actuellement proposés. Les plus gros bénéfices possibles seront tirés de la gestion agricole à condition de faire face aux contraintes se présentant aux niveaux technique, administratif, structural et des ménages. Les possibilités d'une agriculture dans la zone de rabattement sont considérables, comme on l'a dit plus haut, et peuvent être exploitées à condition d'une gestion efficace des barrages et des réservoirs.

Etant donné qu'une extension importante de l'agriculture irriguée du bassin dépend de la construction du barrage de Kékréti, il y a plusieurs années pour examiner et évaluer les projets d'irrigation actuels afin d'analyser les contraintes que nous avons identifiées et d'élaborer des modèles plus appropriés à l'extension de l'irrigation. En attendant, des ressources devraient être affectées à la création et à la consolidation d'institutions agricoles, de services d'appui et de pouvoirs gestionnaires locaux, nécessaires à une extension bénéfique à la fois de l'agriculture irriguée et de l'agriculture pluviale. Une participation

maximale de la communauté à la gestion de l'agriculture serait une exigence ou une condition importante.

Le développement réussi de l'agriculture, particulièrement l'agriculture irriguée, exigera que l'OMVG établisse une unité de suivi pour recueillir et évaluer les données concernant l'aspect économiques, techniques, démographiques, administratives et sociologiques. Son but serait de déterminer si les objectifs sont atteints, d'identifier les problèmes et de proposer des modifications de gestion et de politique.

7.2.1. Politique agricole

Pour atteindre les objectifs agricoles, les Etats membres devront accorder la haute priorité à des politiques agricoles efficaces. Tout d'abord, les planificateurs devraient envisager un large éventail de cultures, nouvelles aussi bien que traditionnelles. Deuxièmement, les structures de prix devraient inciter les cultivateurs à produire. Troisièmement, les politiques allouant les ressources doivent renforcer les infrastructures de l'agriculture -- recherche, transport, traitement des produits. Quatrièmement, les crédits doivent être disponibles, car des méthodes de production plus sophistiquées exigeront la disponibilité du crédit; les cultivateurs doivent avoir les ressources nécessaires pour adopter les nouvelles technologies.

7.2.2. Suivi et remise en état des projets actuels

Une unité de suivi et d'évaluation devrait être créée pour étudier les effets des projets d'irrigation existants sur les cultivateurs. Les informations en matière de production, de coûts et des contraintes portant sur la participation des cultivateurs et l'efficacité des systèmes d'irrigation et devraient être analysées.

Actuellement, la Gambie et le Sénégal disposent d'importants périmètres inexploités, et parfois laissés à l'abandon. Il conviendrait d'élaborer une politique de remise en état, quand c'est économiquement réalisable, de ces périmètres. Ceci permettrait d'analyser les problèmes et de trouver des solutions bien avant de faire de nouveaux aménagements hydro-agricoles.

7.2.3. Agriculture irriguée

Du fait que les Etats membres ont grandement besoin d'atteindre à une sécurité alimentaire accrue, le développement efficace à long terme de l'agriculture irriguée sera un moyen important d'y arriver. Cependant, la plupart des modèles actuels d'irrigation mettent l'accent sur des projets de grande échelle. A court terme, les planificateurs devraient accorder davantage de considération à des modèles de petite échelle qui incorporent l'irrigation dans les systèmes de production agricole existants. Actuellement, les rendements par unité d'investissement sont plus élevés sur des systèmes moins intensif en capital. Par conséquent, l'objectif intermédiaire devrait viser l'auto suffisance des familles agricoles individuelles.

7.2.4. Amélioration de la riziculture traditionnelle et recherche agricole

Etant donné que la production de riz traditionnelle restera une source alimentaire important pour le bassin du fleuve Gambie à court et à moyen terme, un effort considérable doit être déployé pour accroître la productivité. Des améliorations de la riziculture traditionnelle, aquatique ou pluviale, une amélioration du contrôle de l'humidité, l'emploi des intrants et des variétés améliorées devraient être testés au niveau des exploitations pour déterminer les chances d'augmentation de la productivité agricole actuelle.

Le développement de la recherche agricole appliquée est aussi nécessaire à l'amélioration de la production agricole et à l'utilisation accrue de l'agriculture de rabattement et d'irrigation. Les cultures irriguées ne devraient pas se limiter au riz, car d'autres cultures peuvent également être rentables. Par conséquent, les institutions existantes de recherche agricole doivent être renforcées. La recherche devrait non seulement traiter les facteurs agronomiques traditionnels comme les variétés, les rendements et les ennemis des cultures, mais aussi les variables socio-économiques qui influencent le contexte de la production. Les projets actuels commencent à prendre certains de ces objectifs en considération.

7.2.5. Formation des encadreurs

L'effectif d'encadreurs bien formés est actuellement insuffisant. Etant donné le niveau des compétences techniques et gestionnaires exigé par la plupart des modèles agricoles, un programme de formation devrait être élaboré. Les agents devraient recevoir une formation leur permettant de bien connaître les besoins spécifiques des exploitants; leur rôle devrait être un rôle de conseillers et d'assistants, plutôt qu'un rôle de distributeurs d'intrants et d'agents de recouvrement de crédits.

7.2.6. Commercialisation

Les marchés et les places de marché pour les cultures céréalières sont capitaux dans la transition entre les systèmes agricoles extensifs et intensifs. Sans l'infrastructure et les services de commercialisation adéquats, il y aura des difficultés considérables dans le mouvement des denrées des régions urbaines vers les régions rurales et vice-versa. Les améliorations des systèmes de commercialisation pour les céréales devraient traiter des besoins des cultivateurs, des commerçants et des gouvernements.

Les cultivateurs:

i) Les producteurs devraient avoir le droit de vendre à qui bon leur semble quand ils le désirent, tant qu'ils paient leurs dettes de production. Aucune limite ne devrait être imposée sur les quantités qui peuvent être vendues sur le marché privé.

ii) L'équipement de décorticage et de battage devrait être disponible pour les groupes de producteurs et/ou de commerçants. Les crédits pour cet équipement devraient provenir d'un fonds spécial, éventuellement d'une banque locale, et non pas du fonds de roulement d'un projet.

Les commerçants:

i) Les commerçants devraient pouvoir obtenir des crédits bancaires pour acheter de l'équipement de décorticage et d'usinage, construire des bâtiments de stockage et investir dans des moyens de transport. Il faudrait supprimer les réglementations gouvernementales limitant les quantités de paddy ou de riz pouvant être transportées par les commerçants.

ii) Les commerçants privés devraient être encouragés à participer au marché en intrants.

Le gouvernement:

i) Les organismes publics devraient continuer à offrir des débouchés pour le paddy, ce qui représenterait une méthode de remboursement des dettes, mais les cultivateurs devraient également avoir l'autorisation de vendre le paddy où bon leur semble -- à des usineurs ou des commerçants privés -- à des prix qui couvrent les frais de commercialisation.

ii) Les gouvernements peuvent continuer à fixer un prix plancher à la production et à surveiller le commerce privé pour que les prix à la production et à la consommation reflètent les coûts marginaux des producteurs et des commerçants. Si les prix de détail s'élèvent à des niveaux inacceptables, les gouvernements devraient stabiliser les prix en augmentant l'offre sur le marché, et non par le contrôle des prix.

7.2.7. Usinage et entreposage

Des programmes pour l'amélioration de l'usinage et de l'entreposage au niveau à la fois du cultivateur et du commerçant devraient être élaborés. L'utilisation inefficace de l'équipement d'usinage existant constitue une entrave à l'augmentation de la production commerciale. Les installations d'entreposage sont très précaires et doivent être améliorées. Il faudrait mettre fin à la réglementation gouvernementale qui décourage la propriété d'usines et de magasins privés.

7.2.8. Risque et allocations des ressources

Notre conclusion selon laquelle les ménages ne sont pas en mesure d'allouer leurs ressources et d'encourir les risques autant que nécessaire pour l'expansion de l'agriculture irriguée doit être examinée plus à fond. Ceci peut se faire en même temps que le suivi des projets actuels et la mise en état des périmètres existants.

7.2.9. Elevage

Le bétail continuera de jouer un rôle important dans les systèmes de production et d'alimentation du bassin. Bien que nos études insistent sur les cultures, la gestion agricole doit comprendre l'élevage et apporter une solution aux conflits inhérents à l'utilisation des terres,

la main-d'oeuvre et la répartition de l'eau entre les cultures et le bétail. Les modèles actuels d'irrigation ne comprennent pas l'élevage. Bien que le modèle LRDC suppose la traction bovine, la production de fourrage n'est pas près en compte. En outre, les projets d'irrigation devraient fournir au bétail un accès à l'eau. Si les projets d'irrigation utilisent la traction animale pour réduire la demande en main-d'oeuvre, ils devraient envisager l'infrastructure du bétail, comme la production, le stockage et la livraison de fourrage, la formation des cultivateurs pour utiliser et prendre soin des animaux ainsi que les services vétérinaires.

7.2.10. Transports

Les projets de mise en valeur du bassin seront l'occasion d'améliorer les réseaux de transport qui sont nécessaires à des structures efficaces d'approvisionnement en intrants et de commercialisation des produits, surtout dans les zones d'expansion de l'irrigation. Il conviendrait d'effectuer une planification efficace et d'affecter des ressources supplémentaires afin de tirer profit de cette occasion. En particulier, il faudrait améliorer les routes entre Gouloumbou et Missira, entre Maka et les périmètres du bolon de Sandougou au Sénégal, et tout au long des rives nord et extrême-orientales du fleuve en Gambie.

7.3. Gestion des pêcheries et des ressources aquatiques

La préservation des pêcheries existantes et l'exploitation des pêcheries potentielles des réservoirs exigeront une planification soigneuse et une gestion soutenue. L'estuaire doit être protégé contre la pollution afin de préserver la pêche maritime et de crustacés existante. Les pêcheries des réservoirs exigeront de l'infrastructure de gestion si les stocks de poisson doivent atteindre leur niveau potentiel, évitant d'être épuisés à cause d'une pêche excessive. La qualité de l'eau du réservoir doit être maintenue malgré le danger de sédimentation, en particulier pendant la période des travaux, le danger de la prolifération incontrôlée de mauvaises herbes aquatiques et le danger de pollution provenant des substances chimiques à usage agricole. Une possibilité d'augmentation considérable de la production halieutique à

des fins à la fois commerciales et de subsistance est d'introduire la pisciculture dans les réservoirs et les réseaux d'irrigation.

La réalisation du potentiel des pêcheries du bassin dépendra de la gestion des ressources en eau dans tout le bassin. Fondamentalement, des politiques nationales environnementales sont nécessaires pour assurer et protéger la qualité de l'eau. La gestion des opérations du barrage et du réservoir sont également nécessaires pour assurer la saturation en oxygène de l'eau déchargée des réservoirs, pour éviter la sursaturation en azote et pour entretenir un débit minimum et des niveaux de réservoir qui répondent aux exigences des espèces des poissons pour le frai et l'alimentation.

Bien qu'à court terme, il est important d'exploiter l'essor de la productivité halieutique qui suivra la formation des réservoirs. Par la suite, la productivité se stabilisera à un niveau plus bas. Cela fournira en une seule fois une source de capital de développement. Cela permettra également d'enseigner à la population locale les techniques halieutiques, ce qui fournira des moyens d'existence à long terme pour quelques-unes des personnes déplacées par le réservoir. Grâce à la planification et à la formation, outre le contrôle de l'immigration des pêcheurs venant d'ailleurs, la pêche pourrait apporter une solution à quelques problèmes de recasement.

7.3.1. Ressources en poissons

Il conviendrait de prendre des mesures pour atténuer les incidences de diverses actions de développement sur la qualité de l'eau et les bases d'alimentation dont dépend le stock de poissons. Un programme devrait être institué pour faire le suivi des stocks de poisson et de la qualité de l'eau, et grâce à des statistiques sur les prises, évaluer les actions entamées. Des recherches pourraient être entreprises pour améliorer les stocks et la qualité des prises. Il faudrait encourager la gestion des stocks à favoriser, ce qui introduirait de petits poissons planctonophages pour nourrir les bons prédateurs et permettrait le contrôle des mauvais prédateurs et des concurrents. Il faudrait assurer l'alimentation pour les petits bolons, mares et canaux. Des programmes de stockage pour maintenir et contrôler les populations seront nécessaires.

Il conviendrait d'évaluer les stocks de poissons de mer et de crustacés dans les eaux côtières et de l'estuaire afin de faire une estimation des rendements potentiels et de la valeur potentielle de ces stocks. Cette évaluation serait utile pour analyser précisément les incidences économiques de Balingho.

7.3.2. Régularisation de la pêche

La gestion de la pêche doit régulariser les activités halieutiques afin d'obtenir une productivité maximale. Les pêcheries des réservoirs encourageront l'immigration de pêcheurs, ce qui pourrait facilement entraîner des activités halieutiques excessives. Une pêche excessive pourrait nuire aux stocks d'espèces et par là réduire les possibilités de prises futures. (Une pêche insuffisante réduit également le potentiel de prise, et des saisons de pêche ouverte pourront être nécessaires.) Puisque les réservoirs seront au début riches en poissons, avant la stabilisation des stocks à un niveau inférieur, les activités halieutiques peuvent facilement devenir excessives. En outre, les rabattements annuels augmenteront la concentration des poissons et augmenteront donc les chances d'une pêche excessive.

La politique en matière de pêche devrait donc allouer les ressources de ce secteur de façon à assurer une production maximale soutenable. A partir d'un suivi permanent des stocks de poissons, le nombre de passages de pêcheurs, le nombre des pirogues de pêche, et le type et la quantité d'équipement par pirogue devrait être régularisés. Un système de permis pourrait être une base utile à la gestion des pêcheries. Il pourrait également contribuer à assurer de meilleures statistiques sur les prises, ce qui est nécessaire à une gestion sérieuse.

7.3.3. Infrastructure des pêcheries

Une série de services de soutien des pêcheries devraient être planifiés pour accroître les bénéfices économiques, particulièrement pour les pêcheries de subsistance et artisanale. Ils devraient traiter de la vulgarisation, de l'obtention de crédits, de la manutention, du traitement, de l'entreposage, du transport et de la commercialisation. Par exemple, des quais devraient être construits avec des moyens de communication (terre et eau) vers les marchés. Actuellement,

L'insuffisance de la commercialisation réduit considérablement la valeur des prises. Il faudrait enseigner aux populations locales les techniques halieutiques ainsi que la manipulation, le traitement, le stockage et la préparation du poisson pour obtenir une valeur nutritive maximale. Quelques services de vulgarisation de la pêche devraient être offerts.

7.3.4. Pêche en réservoir

La gestion des pêcheries devrait aussi tenir compte du changement de la pêche fluviale pour une pêche en réservoir. Le pirogue de fleuve peut avoir besoin d'amélioration pour assurer sa stabilité et sa sécurité sur les eaux étendues du réservoir. Alors que dans la pêche en fleuve, la rive est par définition proche, la pêche lacustre peut nécessiter de grandes traversées pour atteindre les lieux de pêche ainsi que les lieux de dépôt des prises.

7.3.5. Mauvaises herbes aquatiques

Il est nécessaire de surveiller les mauvaises herbes aquatiques afin de pouvoir prendre des mesures de lutte avant qu'elles ne soient trop répandues. Une fois qu'elles se sont bien installées, il est difficile, même impossible, de lutter contre les mauvaises herbes. Quelques efforts de lutte au niveau local sont possibles. Le lamantin et l'hippopotame peuvent être d'une aide précieuse à cet égard. Les espèces de poissons d'eau douce actuelles ne comprennent pas de poisson végétarien utile à la lutte contre les mauvaises herbes, mais l'introduction d'un poisson exotique à cette fin ne devrait être considérée qu'avec une extrême prudence.

7.3.6. Protection de l'estuaire

Une lutte énergique contre la pollution sera nécessaire si l'estuaire restant doit continuer à être une ressource biologiquement productive et à vocation touristique. Un système d'égoûts moderne et des installations de traitement à Banjul seront obligatoires si le barrage de Balingho est construit. Un système de suivi des charges de pollution estuarienne sera nécessaire.

7.3.7. Développement des pêcheries maritime et estuarienne

Un programme pour l'évaluation, le développement et la gestion des ressources halieutiques des eaux cotières devrait être établi. Il semble que ces eaux sont actuellement sous-exploitées. En outre, la Gambie n'en bénéficie pas suffisamment. Nous estimons que la Gambie ne reçoit que 12 pour cent de la valeur des prises dans ses eaux cotières des bateaux de pêche industriels. Il s'avère nécessaire de faire face aux problèmes liés aux méthodes de pêche, à la manutention, à la distribution et à la commercialisation afin de réaliser le potentiel de ces pêcheries.

7.3.8. Pisciculture

La pisciculture représente une occasion d'accroître considérablement la production halieutique dans les lacs artificiels et les réseaux d'irrigation. L'estuaire pourrait également offrir des perspectives d'aquaculture. Il conviendrait de suivre les expériences en cours ailleurs en Afrique, par exemple, en Côte d'Ivoire, au Nigéria, au Kenya et en Egypte. Généralement, le développement de la pisciculture exige un soutien financier, et des prêts garantis peuvent être nécessaires. La pisciculture peut être extrêmement productive. De plus, la récolte peut être programmée pour répondre à la demande du marché et au calendrier de livraison.

7.4. Planification urbaine et régionale

La combinaison des incidences dues aux travaux et aux campements de construction, au recasement, à la migration, aux vastes projets d'irrigation et aux réseaux de transport créera l'occasion d'une planification régionale coordonnée. La planification du recasement peut atténuer les effets perturbants si les besoins agricoles, communautaires, en matière d'emploi et des minorités sont pris en considération. L'implantation de nouvelles communautés peut être planifiée en association avec les périmètres d'irrigation. L'immigration peut aussi être anticipée et planifiée. Des solutions de remplacement peuvent être trouvées pour minimiser l'émigration. Une aide alimentaire peut être procurée pendant les périodes de transition.

Des mesures en matière de santé publique peuvent être prises pour lutter contre la transmission de la schistosomiase et du paludisme ainsi que d'autres maladies, en particulier des mesures d'assainissement, des mesures de prévention et de traitement des maladies et de lutte anti-vectorielle. Il faut une adduction d'eau saine. L'éducation sanitaire devrait être entreprise. Les budgets de la santé publique peuvent être augmentés.

7.4.1. Recasement

Les populations les plus affectées par la construction des barrages sont généralement celles qui bénéficieront le moins. Il y a des distinctions à faire dans les types de recasement ainsi que dans les coûts les concernant. Il est nécessaire d'avoir des entretiens et des réunions directs avec les populations affectées et leur représentants une fois que les plans auront été formulés. Les populations hôtes devraient également être consultées, en particulier en ce qui concerne la distribution des terres et les ethnies.

Les besoins en recasement du projet de Balingho devraient être étudiés, puisque notre étude suggère qu'il sera nécessaire. Une compensation pour la perte des rizières devrait aussi être prise en considération. Les besoins du projet de Kékréti devraient être étudiés plus qu'ils ne l'ont été, puisque certains facteurs tels que la perte de revenus tirés des activités non agricoles n'ont pas été pris en considération dans les études précédentes. Les décisions devraient aussi porter sur le choix des villages à regrouper et ceux à diviser dans les nouveaux endroits. Une politique d'homogénéité ethnique en outre réduira les conflits et développera la coopération. Salémata devra être en partie reconstruit. En général, les réseaux de commerce, de commercialisation et de services devront être rétablis dans la région. Les villages affectés en Guinée devraient être consultés sur le choix des sites. La création de nouvelles communautés près des périmètres irrigués dépendra de stratégies adoptées en ce qui concerne le niveau de technologie et la quantité de main d'oeuvre nécessaires.

Par conséquent, l'OMVG devrait faire effectuer une étude de recasement pour chaque barrage, avant de rechercher un financement. En outre, l'OMVG devrait établir une unité de contrôle des recasement pour

appliquer les recommandations des études. Une telle étude doit traiter des considérations systémiques qui vont bien au-delà des projets visant à nourrir, entretenir et réinstaller des populations qui perdront leurs terres et leurs cases. Etant donné que des milliers de personnes participeront, les projets de recasement devraient être formulés conformément à la planification du développement de l'irrigation, des pêches et de l'exploitation des zones de rabattement. L'identification de régions aptes à recevoir les populations requiert une planification au niveau régional, non seulement en ce qui concerne l'utilisation des terres, mais aussi les caractéristiques des populations réinstallées et des populations hôtes.

Il faut accorder une attention toute particulière aux besoins des populations au cours de la période de transition, ainsi que cela a été souligné par Thayer Scudder (1985). Il faut prévoir les besoins alimentaires des populations au cours de la période de transition. De nombreux besoins de santé publique exigeront des fonds, du personnel et de l'équipement. Les calendriers d'exécution sont particulièrement importants. Par exemple, des personnes peuvent être réinstallées dans les nouveaux périmètres d'irrigation bien avant que ceux-ci soient opérationnels. Même si des personnes sont réinstallées sur des terres immédiatement cultivables, elles auront besoin d'une assistance pendant environ un an avant de devenir autosuffisantes sur le plan agricole. Les problèmes sont plus que matériels. Comme l'observe M. Scudder, il faut veiller à ce que ces populations deviennent autosuffisantes et non dépendantes. En bref, les problèmes du recasement exigent une attention toute particulière du fait de leurs implications sociologiques mais aussi économiques.

7.4.2. Campements de construction

L'OMVG et les organismes gouvernementaux des Etats membres devraient participer à la planification des campements. Plusieurs d'entre eux devraient être prévus en tant qu'installations permanentes. Ils pourraient devenir des modèles pour la mise en valeur régionale. Les planificateurs de l'OMVG et des Etats membres devraient donc participer à la sélection des sites et à la spécification des plans. Les frais d'investissement pourraient être partagés dans le but de créer une

installation permanente. C'est dans cette optique qu'il faudrait construire, par exemple, un centre médical pour les ouvriers et leurs familles. D'autres installations, pourraient être destinées à être converties pour un autre usage après la construction du barrage, comme des centres vétérinaires ou de formation régionaux. Le coût marginal pour en faire des installations permanentes serait supporté par les gouvernements, peut-être avec l'aide des bailleurs de fonds, afin de créer une communauté modèle servant de démonstration.

7.4.3. Planification de la construction

Il convient d'accorder une attention toute particulière à la planification de la construction. Il y aura certainement des implications systémiques. L'embauche pour la construction rentrera-t-elle en conflit avec les besoins en main-d'oeuvre agricole? L'immigration sera-t-elle stimulée inutilement? Au niveau pratique, il faut trouver une solution à de nombreux problèmes. Il convient de prendre une décision en ce qui concerne le défrichage du réservoir. Il faut prévoir le ramassage du bois qui sera inondé. Les sites, les routes, etc., devraient être planifiés en considérant les impacts sur la végétation. La faune devrait être protégée dans la mesure du possible. En général, l'OMVG et les organismes concernés des Etats membres devraient participer à la planification de la construction et aux opérations de construction afin d'atténuer les incidences négatives, lorsque cela est possible économiquement et techniquement.

7.4.4. Immigration

La migration vers les rives des réservoirs devrait être anticipée et contrôlée. Une fois que les limites des basses eaux et des hautes eaux auront été identifiées (ceci ne peut se faire effectivement qu'après le remplissage du réservoir), un plan d'utilisation des terres devrait assurer que la mise en valeur se déroule d'une façon méthodique, sérieuse et harmonieuse sur le plan de l'environnement.

Il conviendrait de contrôler l'immigration visant à compléter la main-d'oeuvre pour les projets d'irrigation afin d'éviter tout conflit avec les populations locales. Ces projets devraient être dispersés sur le plan géographique, se développer au même rythme que l'augmentation de

la population locale et dépendre d'une efficacité démontrée en agriculture irriguée.

7.4.5. Emigration

Des mesures devraient être prises pour stabiliser les populations rurales pendant la mise en valeur. Il convient d'assurer un approvisionnement alimentaire à mesure que les options agricoles deviennent limitées et des rizières sont perdues. Les systèmes scolaires devraient être décentralisés. La population locale devrait être formée afin de pouvoir être embauchée, sur place si possible. Il conviendrait de procurer des incitations et des avantages, en particulier des soins sanitaires d'urgence et des écoles pour les enfants, afin que la main-d'oeuvre qualifiée reste stable.

7.4.6. Sites historiques

Certains sites archéologiques, historiques et culturels seront mis en danger par l'inondation et les aménagements hydro-agricoles. Une commission à l'échelle du bassin devrait être créée avec le pouvoir d'identifier et de préserver les sites d'une valeur historique ou scientifique.

7.5. Santé publique

Dans les conditions budgétaires actuelles, les gouvernements des Etats membres ne seront pas en mesure de satisfaire aux besoins des projets de développement. Des contacts et des séances de planification dès que possible entre l'OMVG et les services sanitaires des Etats membres seront nécessaires pour définir le rôle et les responsabilités de l'OMVG en ce qui concerne les implications en matière de santé publique des projets. Il conviendrait de mettre en place une cellule de santé dans la division technique de l'OMVG afin d'établir une étroite liaison avec l'Organisation mondiale de la santé et les ministères de la santé des Etats membres. La responsabilité initiale de la cellule consisterait à normaliser et systématiser l'enregistrement, la collecte, l'analyse et la publication de statistiques épidémiologiques des Etats membres. Cette cellule devra établir un programme à long terme de surveillance de la

santé dans le bassin, y compris la surveillance de la disponibilité des denrées alimentaires et de l'état nutritionnel de la population. Cette cellule devra participer dès le début aux projets de construction des barrages afin d'assurer la sécurité médicale dans les villages de construction. Elle devrait être présente à part entière dans la planification de tous les projets de développement.

7.5.1. Mesures d'atténuation

Certaines interventions affectent la transmission de grand nombre d'infections. Celles-ci devraient être considérées en priorité par les planificateurs. Les catégories englobent l'adduction d'eau potable, l'assainissement de l'environnement et l'éducation sanitaire. Des mesures particulières anti-vectorielles et de chimioprophylaxie devraient être adaptées à des infections particulières.

Les infections liées à l'eau sont la principale cause de morbidité et de mortalité dans les communautés rurales des climats chauds. Ces maladies seront atténuées s'il y a des améliorations dans la quantité, la qualité, la disponibilité et la fiabilité de l'eau. Une allocation des ressources efficace et une planification rationnelle pour l'adduction d'eau devraient être exigées des planificateurs de développement et des entreprises de construction.

Une chimiothérapie à grande échelle peut combattre certaines grandes infections, en particulier le paludisme. Il conviendrait d'utiliser des mesures anti-vectorielles contre les mollusques, les moustiques, les mouches simulies, les mouches tsé-tsé, les mouches phlébotomes et les cyclopidés si les conditions le justifient et si le coût-efficacité le permet.

Des programmes d'éducation sanitaire (animation rurale) devraient être établis au niveau des communautés avec la participation des agents de santé.

7.5.2. Programmes de lutte

Des programmes de lutte permanents devraient être établis pour la schistosomiase, le paludisme et l'onchocercose. La lutte contre la schistosomiase implique des choix entre la chimiothérapie, le contrôle des mollusques, l'assainissement et l'adduction d'eau, et l'éducation

sanitaire. Le programme spécifique choisi dépendra des engagements des services de soins et des responsables gouvernementaux. La lutte contre le paludisme repose sur la chimiothérapie et la lutte anti-vectorielle, et un nombre de programmes qui ont été élaborés pour divers niveaux de protection peuvent servir de base à des programmes conçus spécifiquement pour le bassin. La lutte contre l'onchocercose est coûteuse, mais un programme international en cours entrepris par l'Organisation mondiale de la santé peut être étendu au bassin s'il est possible d'en obtenir le financement.

7.6. Politique à l'échelle du bassin

Les gouvernements des Etats membres devraient mettre en place des politiques de santé publique et de l'environnement, ainsi qu'une législation de mise en vigueur, pour aider l'OMVG à guider la mise en valeur du bassin. Nos études indiquent la nécessité d'une législation concernant le contrôle de l'eau, la protection de l'environnement, la gestion de la faune et des ressources naturelles et la gestion des pêcheries. L'OMVG devrait être chargée du suivi de l'environnement aquatique et terrestre, avec la coopération des organismes des Etats membres et en liaison avec d'autres institutions de l'Afrique de l'Ouest.

Le plan d'action pour la mise en valeur du bassin devrait être accompagné ou précédé d'une législation des gouvernements des Etats membres qui établirait une politique de l'environnement à l'échelle du bassin et fournirait une gestion des ressources en eau au-delà des frontières. La structure applicable en matière de droit et de politique internationale exige une politique uniforme des quatre pays avec une législation de mise en vigueur. Cette législation devrait coordonner les efforts des nombreux organismes et ministères gouvernementaux concernées par les aspects nationaux de la gestion des ressources.

Dans le cadre du bassin, négliger les questions fondamentales de politique internationale peu limiter sérieusement ou même empêcher le développement. Les points suivants sont inhérents à une politique de l'environnement du bassin:

- Critères et réglementations de la qualité de l'air;

- Critères et réglementations de la qualité de l'eau, y compris les droits riverains en aval;
- Critères et réglementations de la quantité d'eau, y compris les droits riverains en aval et un débit minimum pour satisfaire aux exigences de la vie aquatique, de la faune, du bétail, de l'agriculture et des populations locales;
- Critères et réglementations de la qualité du sol, y compris la conservation et la lutte contre l'érosion;
- Conservation des ressources en savane et en forêt, y compris le reboisement et l'amélioration des ressources forestières;
- Protection des espèces rares et menacées;
- Conservation de la faune, y compris la réglementation du transport, et de la vente de produits provenant de la faune et l'amélioration de réserves de faune;
- Conservation de la vie aquatique, y compris peut-être la création d'une réserve aquatique;
- Développement du réseau de communications, y compris le télégraphe, le téléphone, les routes et les transports publics du bassin à l'échelle internationale;
- Contrôle frontalier, y compris les aspects de santé animale et de santé publique;
- Contrôle de la qualité des produits alimentaires et agricoles, y compris l'altération, la charge en pesticides et le transport d'insectes nuisibles et de maladies;
- Réglementations et systèmes d'enlèvement des déchets solides et liquides;
- Conseils en matière de navigation et code de sécurité, portant tout particulièrement sur les sections du fleuve qui sont destinées à devenir des voies de navigation internationales et sur les lacs artificielles qui seront formés;
- Reconnaissance, classification et préservation des sites historiques, culturels et archéologiques.

La mise en valeur rationnelle et coordonnée du Bassin du fleuve Gambie n'atteindra pas son niveau de développement maximal sans que ses questions de politique ne soient pris sérieusement en considération.

8. COUTS ET AVANTAGES DES PROJETS DE DEVELOPPEMENT

Dans ce chapitre nous allons résumer et, dans la mesure du possible, mesurer les impacts principaux, positifs aussi bien que négatifs, des projets qui ont été proposés pour le développement du bassin du fleuve. Bien que nous utilisions ici une approche coût/avantage, nous devons souligner que ceci ne représente qu'une analyse préliminaire. On espère que les responsables l'utiliseront afin d'explorer les implications économiques et d'identifier les compromis importants auxquels il faut s'attendre.

On aura besoin d'une quantité considérable de renseignements et d'analyses supplémentaires avant que l'on ne puisse élaborer une politique pour gouverner la prise de décisions concernant les investissements réels. Plusieurs impacts importants ne sont pas quantifiés parce que les renseignements dont on dispose actuellement sont insuffisants. Des recherches plus poussées, passant au-delà de la portée de notre étude, seront exigées. En plus, il faudra réévaluer certaines des suppositions qui sont à la base de cette analyse une fois que des renseignements supplémentaires deviennent disponibles. Etant donné les lacunes importantes dans les renseignements actuellement disponibles et les incertitudes qui pèsent sur le calendrier exact de diverses options pour le développement, on ne saurait considérer cette analyse comme définitive.

Cependant, notre analyse fournit une structure qui devrait être extrêmement utile pour l'OMVG en servant de base pour l'évaluation progressive des options pour le développement. L'OMVG a actuellement à sa disposition un logiciel de avantages/coûts qui répond à ses besoins particuliers. Ce programme permettra au personnel de l'OMVG de raffiner ces analyses de avantages/coûts à mesure que la base de données pour tout le bassin s'améliore. Ce logiciel permettra également à l'OMVG de réaliser une gamme d'analyses de sensibilité de variables importantes, et d'évaluer les impacts de changements qui surviennent dans les hypothèses de base.

8.1. Cadre de l'analyse

Lorsque ces Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie ont été initiées, la stratégie proposée de cinq barrages a été établie comme le cadre de nos analyses socioéconomiques et de l'environnement. Cependant, les études récentes et les rapports des consultants ont provoqué une réévaluation de la stratégie de cinq barrages, notamment en ce qui concerne le calendrier et l'échelonnement des projets de barrage. A l'origine, on devait construire en premier lieu le barrage de Balingho pour fournir de l'eau destinée à l'irrigation, pour contrôler la salinité, et pour créer un pont à travers le fleuve pour la route transgambienne. Balingho devait être suivi par le barrage de Kekreti, qui devait fournir de l'électricité et permettre le développement extensif de l'irrigation. Les barrages prévus en Guinée devaient suivre à une date non spécifiée; ils sont actuellement au stade de préfaisabilité. Jusqu'à présent il n'y a ni des projets spécifiques ni des estimations de coûts pour les barrages en Guinée.

Notre analyse est basée sur une série de suppositions concernant l'hydrologie du fonctionnement des barrages et des réservoirs. Dans le cas du barrage de Balingho, nous supposons qu'un réservoir d'environ 716 km² en hivernage sera créé. Comme déjà susmentionné au chapitre 3 (Tableau 3.8), on calcule que ce réservoir inondera environ 11.000 hectares où on cultive actuellement le riz aquatique. Encore 3.500 ha de rizières en amont du réservoir seront perdus à cause de l'atténuation de l'action de la marée. En aval du barrage proposé, on calcule qu'environ 600 ha de riz aquatique seront perdus à cause de l'amplification de la marée. Par ailleurs, à cause de l'inquiétude soulevée par la hauteur du réservoir et les sols sulfatés-acides, nous supposons que le lac Balingho ne pourra fournir de l'eau que pour irriguer un maximum de 5.000 ha. En même temps, la zone potentielle de rabattement du réservoir est estimée à 400 km². Une partie de cette zone pourrait éventuellement servir à l'agriculture de décrue ou à l'élevage. Bien qu'il ne soit pas possible à l'heure actuelle de déterminer la superficie ou la possibilité de réaliser ce potentiel, cette zone de rabattement sera un avantage qui reviendra au projet de Balingho.

Le barrage de Kekreti créera un réservoir estimé à 338 km², qui inondera environ 2.200 ha de terres actuellement cultivées. Nous supposons, pourtant, que le lac Kekreti pourra fournir suffisamment d'eau pour irriguer au moins 70.000 ha. Le fonctionnement autonome de Kekreti (l'étude de factibilité originale pour le barrage de Kekreti supposait qu'il allait fonctionner en tandem avec le barrage de Balingho), d'ailleurs, semblerait permettre la réalisation simultanée des trois objectifs de la production d'énergie hydroélectrique, le contrôle de la salinité, et l'irrigation. Même s'il existe des contradictions entre ces deux derniers objectifs, elles deviennent importantes seulement lorsqu'il y a plus de 30.000 ha qui sont irrigués. [D'après une étude récente sur le fonctionnement autonome du barrage de Kekreti sans qu'il y ait un barrage à Balingho (HHL, 1984), avec 30.000 ha d'irrigation en aval la langue salée peut être limitée à entre 149 et 162 km -- ce qui est moins que la pénétration actuelle de 198 km pendant une saison pluvieuse normale.] En plus, le réservoir de Kekreti aura une zone de rabattement d'environ 300 km², dont une partie aura le potentiel de servir à l'agriculture et l'élevage.

Certaines des suppositions de base des premières études de factibilité techniques pour Balingho et Kekreti ont maintenant été examinées de nouveau, et en particulier celles qui concernent l'étendue et le calendrier du développement de l'agriculture irriguée. Dans le cas du barrage de Balingho, la société Coode and Partners a estimé à l'origine que l'on pourrait irriguer environ 24.000 ha avec l'eau du réservoir. Cependant, compte tenu du souci de maintenir des niveaux de réservoir minimums pour éviter l'acidification du sol, on estime maintenant que peut-être seulement 5.000 ha pourraient être irrigués à partir du lac Balingho (Rhein-Ruhr, 1984). En outre, la plupart, sinon la totalité, de ces mêmes 5.000 ha, semble-t-il, pourrait être irriguée avec l'eau déchargée du lac Kekreti. Ainsi, le projet de Balingho ne présente aucun avantage, à vrai dire, en ce qui concerne l'irrigation.

En outre, l'étude du fonctionnement autonome du barrage de Kekreti indique que l'augmentation de l'écoulement en aval à Kekreti pourrait être utilisée en saison sèche pour limiter la langue salée au cours inférieur du fleuve Gambie, en fonction de la superficie des terres

irriguées. Il semble donc que l'importance d'un barrage à Balingho, en tant que barrière anti-sel, serait réduite, au moins à court terme. Par conséquent, le contrôle de la salinité, tout en permettant la continuation d'une certaine production de riz aquatique, peut être considéré comme un avantage potentiel provenant du projet de Kekreti.

En ce qui concerne l'expansion de l'agriculture irriguée, nous en sommes venus à nous poser des questions importantes sur la viabilité économique de l'expansion de l'irrigation au rythme et à l'échelle envisagés dans les projets de développement. Notre examen des expériences récentes dans le domaine de l'irrigation en Gambie et au Sénégal Oriental suggère que les contraintes existantes limiteront la capacité des projets à grande échelle en cours de réaliser leurs objectifs de production. A court terme et à moyen terme (moins de 25 ans), du point de vue des avantages et des coûts, l'irrigation à grande échelle, telle que ce qui est proposé pour le Bassin du fleuve Gambie, reste une proposition marginale. Il n'y a pas de avantages résiduels des projets d'irrigation capables de couvrir une partie importante des frais de construction des barrages.

A la lumière de cette conclusion, nous devons considérer séparément les analyses avantages/coûts des projets de barrages et les analyses avantages/coûts de l'expansion de l'irrigation. Le coût des barrages doit être justifié par les avantages que représentent la production de l'énergie hydroélectrique et le transport seuls, sans supposer des avantages dans le domaine de l'irrigation. Mais même si nous estimons qu'il convient d'évaluer les avantages et les coûts potentiels de la construction de barrages comme étant une question à part dans cette analyse, nous recommandons aussi que la prise de décisions finale soit basée sur une analyse plus approfondie et régionale que ce que nous sommes capables de fournir à ce stade. En d'autres termes, la production d'énergie hydroélectrique et l'amélioration du transport auront toutes les deux des implications régionales qui dépassent les limites du Bassin du fleuve Gambie et qu'il faudra prendre en considération dans les analyses avantages/coûts finales.

8.2. Analyses économiques effectuées

Nous faisons quatre analyses avantages/coûts préliminaires des projets proposés pour le développement du Bassin du fleuve Gambie:

- le barrage de Balingho
- le barrage de Kekreti
- les barrages de Balingho et de Kekreti combinés
- le développement de l'irrigation

Le calendrier pour chaque projet de développement est de 50 ans. Tous les avantages et coûts sont estimés en utilisant des prix économiques ou de référence (c'est-à-dire, les coûts réels pour la société). Partout dans les analyses on a utilisé un taux d'échange de 4 dalasis/1 dollar U.S. et 450 FCFA/1 dollar U.S.

Puisqu'on n'a pas réalisé d'études de factibilité pour les barrages en Guinée, nous ne pouvons pas les inclure dans nos analyses quantitatives des options de développement. Certains frais associés à la construction des barrages guinéens et la réalisation de l'agriculture irriguée en Guinée sont identifiés et examinés à part.

En plus des estimations des avantages et des coûts directs, nous examinons aussi une série de conséquences de la réalisation de barrages qui sont importantes mais impossibles à mesurer. Dans certains cas les incidences, négatifs ou positifs, peuvent être identifiés mais non pas mesurés. L'importance de ces facteurs demeure une question empirique.

Afin d'évaluer les implications économiques des quatre projets de développement, on a calculé le taux de rendement interne et la valeur actuelle nette des coûts et avantages de chaque projet. Le taux de rendement interne est une mesure du taux d'intérêt maximum, qu'une société peut tirer d'un projet par rapport aux ressources investies dans ce projet. En d'autres termes, c'est le taux de rendement du capital investi dans le projet - dans notre analyse, sur 50 ans. Le critère de sélection formel pour mesurer la valeur du projet par son taux de rendement interne consiste à accepter ou financer tous les projets dont le taux de rendement interne est supérieur au coût d'opportunité du capital. Nous avons estimé le coût d'opportunité du capital à 10 pour cent. Si nous utilisons ce taux comme seuil de rendement, tous les

projets dont le taux de rendement économique est supérieur à ce taux sont théoriquement des investissements positifs; les projets dont le taux de rendement économique est inférieur à ce taux ne sont économiquement pas viables.

La valeur actuelle nette des coûts et avantages associés aux quatre projets de développement est également calculée sur la base d'un coût d'opportunité du capital de 10 pour cent. Le calcul de la valeur actuelle nette est essentiellement une technique qui consiste à ramener les futurs coûts et avantages à leur valeur actuelle. La valeur actuelle nette est la valeur que représentent pour la société aujourd'hui les flux de revenus générés par un investissement. Du point de vue de l'évaluation d'un projet, il est souhaitable d'avoir une valeur actuelle nette des avantages supérieure à la valeur actuelle nette des coûts. Le critère économique formel de cette technique d'évaluation des projets consiste à accepter une valeur actuelle nette est positive lorsque les flux de revenus futurs sont actualisés au coût d'opportunité du capital.

Nous avons également réalisé un certain nombre d'analyses de sensibilité. Le nombre de gens -- le cas échéant -- à réinstaller à cause de la construction du barrage de Balingho et de la formation du lac Balingho reste à déterminer. Afin d'évaluer l'ampleur du problème de recasement dans notre évaluation économique, nous incluons dans une analyse de sensibilité un nombre minimum de 15.000 personnes à réinstaller. A la demande de l'OMVG, nous avons réalisé deux autres analyses de sensibilité. En premier lieu, un taux d'actualisation de 6 pour cent (au lieu de 10 pour cent) est employé pour calculer la valeur actuelle nette des quatre projets de développement. Ensuite, on utilise un rendement de 7,5 tonnes de riz paddy par hectare (T/ha) par campagne (au lieu de respectivement 4,5 T/ha et 4,0 T/ha pendant la contre-saison et l'hivernage) pour évaluer les modèles actuels de développement de l'irrigation.

8.3. Facteurs concernant les coûts et avantages de la construction de barrages

Pour calculer les taux de rendement interne et les valeurs actuelles nettes des projets de développement, il convient de spécifier ou de

supposer les coûts et avantages. Nos valeurs proviennent des meilleures estimations disponibles ou de nos propres analyses. Le fait que nous utilisions des sources secondaires pour estimer des coûts tels que ceux de la construction des barrages et des avantages tels que ceux de l'amélioration des transports et de la production d'électricité ne signifie pas que nous approuvons leurs méthodes quantitatives. En réalité, nous avons de sérieuses réserves dans certains cas. Cependant, étant donné que l'étude de ces variables dépasse le cadre de notre étude, nous avons utilisé leurs estimations. A mesure que d'autres informations seront rassemblées, le personnel de l'OMVG pourra changer ces valeurs pour recalculer les taux de rendement interne et les valeurs actuelles nettes.

8.3.1. Coûts des barrages

Coûts de construction, d'exploitation et d'entretien des barrages. Les principaux coûts de construction, d'exploitation et d'entretien des deux barrages proviennent d'études de coûts techniques. Dans le cas de Balingho, les coûts de construction ont été initialement estimés par Coode and Partners, The Gambia Estuary Barrage Study (1979), à 103 millions de dollars EU et réévalués en 1984 à 128 millions de dollars. Les estimations des coûts d'exploitation et d'entretien du barrage et des ponts par Coode and Partners sont présentés en dalasis aux prix de mi-1978. Pour les convertir en dollars, on a utilisé un taux de change moyen de 1978 de 2,05 dalasis le dollar EU. Ces chiffres sont alors doublés de manière à refléter un taux d'inflation hypothétique de 12 pour cent sur les six dernières années. Ces coûts annuels sont estimés à 371.000 dollars.

Dans le cas de Kékréti, les coûts économiques de construction du barrage et de production d'électricité sont estimés par Agrar-und Hydrtechnik GMBH (AHT) et Howard Humphreys Ltd. (HHL), Kekreti Reservoir Project Feasibility Study (1984) à 114 millions de dollars. (Ces coûts semblent faibles et reflètent probablement la méthode employée par l'étude AHT pour tenir compte des taux de change. Un chiffre approximatif de 126 millions de dollars semblerait une estimation plus

réaliste.) Les coûts d'exploitation et d'entretien du barrage sont estimés à 25.000 dollars pour les quatre premières années de construction et entre 217.000 et 220.000 dollars chaque année consécutive. Les coûts d'exploitation et d'entretien de la centrale hydroélectrique sont estimés à 1.140.000 dollars par an à compter de la sixième année, année de lancement de la production d'électricité.

Recasement. La construction du barrage et la création subséquente de réservoirs nécessitera le recasement de la population qui vit dans les zones devant être inondées. Coode and Partners supposé que personne ne devra être déplacé en raison de la construction du barrage de Balingho. Les estimations hydrologiques actuelles indiquent que peu de villages (voire aucun) seront inondés par le lac Balingho. Cependant, la densité démographique dans les environs du réservoir envisagé est élevée. Nous estimons qu'au moins 100.000 personnes vivent sur une bande de 5 km le long des rives du fleuve, dont bon nombre dépendent lourdement de la production de riz aquatique pour faire face à leurs besoins alimentaires. Le lac Balingho inondera 11.000 ha d'excellentes rizières, tandis que d'autres rizicoles seront perdues en amont à cause de la disparition des marées. Nous concluons qu'un grand nombre de ces habitants verront leur base économique et alimentaire s'éroder au point de devoir déménager ou être réinstallés.

En l'absence de données censitaires adéquates et de cartes hypsométriques à petite échelle, nous ne sommes pas en mesure d'estimer la population susceptible d'être réinstallée à cause du lac Balingho. Pourtant, étant donné l'importance des terres qui seront inondées, nous estimons que le recasement est une question primordiale. Puisque le recasement de la population soulève des incertitudes, nous supposons donc dans nos calculs coûts - avantages que la construction du barrage de Balingho ne nécessitera pas de recasement. Cependant, dans une analyse de sensibilité (voir section 8.5.3.), nous prévoyons que 15.000 personnes devront être réinstallées.

Le lac de Kékréti entraînera le recasement. Sur la base des estimations de 1983, AHT/HHL conclut qu'environ 10.600 personnes devront être réinstallées. Nous estimons les coûts à 1.500 dollars par personne, soit un coût total de 16 millions de dollars. Nos coûts de recasement

sont supérieurs aux estimations d'AHT/HHL. L'expérience d'autres projets de recasement en Afrique indique cependant que 1.500 dollars par personne est une estimation réaliste des coûts. On notera que ces chiffres devront être modifiés en fonction de la croissance démographique lorsqu'on aura déterminé l'année de construction du barrage. Cependant, aux fins de comparaison avec d'autres études, nous n'avons pas corrigé ces chiffres en fonction de la croissance démographique dans notre analyse coûts-avantages. (Comme on l'explique au chapitre 6, nous supposons que jusqu'à 18.000 personnes auront dû être réinstallées au terme de la construction du barrage de Kékréti.)

Incidences sanitaires. Les mesures de développement proposées auront une incidence notable sur la santé publique à cause des changements introduits dans l'environnement ou des mouvements de population entraînés. Les mesures de gestion du bassin du fleuve se traduiront par des modifications dans l'habitat des vecteurs de maladies d'où l'apparition de maladies infectieuses. Les mesures d'atténuation nécessaires sont examinées dans le rapport Maladies liées à l'eau et mise en valeur du bassin du fleuve Gambie. Elles comprennent la mise en place d'un bureau administratif chargé de régler les problèmes de santé associés d'une manière générale à la mise en valeur du bassin. Cela coûtera 120.000 dollars en première année et 200.000 dollars par année consécutive. Ce coût n'est pas pris en compte pour les projets de barrage individuel, mais il est inclus dans le projet combiné des barrages de Balingho et de Kékréti.

Chaque des barrages entraînera des mesures sanitaires spéciales pour maîtriser la schistosomiase et le paludisme dans les campements établis pour la construction et pour desservir les projets. La prophylaxie et le traitement d'un plus grand nombre de cas de schistosomiase dans la population vivant à proximité du projet et dans les zones des réservoirs entraînera également des coûts. Si les cas de paludisme augmenteront dans la population générale, la maladie est déjà endémique; il n'est pas pratique d'imputer à un projet les frais de traitement ou de prévention des cas supplémentaires. Partant, aucun coût de prévention du paludisme dans la population générale n'a été inclus dans les analyses coûts-avantages des deux barrages.

Dans le cas de Balingho, nous supposons que les effectifs chargés de la construction et des services se monteront à 2.500 personnes. Les mesures d'atténuation au plan de la santé comprendront un examen initial du personnel de construction et de service afin de déceler les cas de paludisme et de schistosomiase. Ces coûts sont estimés à 31.000 dollars la première année et à 17.000 dollars par an de la deuxième à la sixième année. Pour la population locale, les mesures d'atténuation au plan de la santé comprendront un coût annuel de 50.000 dollars pour l'éducation en santé publique, un coût non renouvelable de 4.800 dollars pour la formation des agents de santé publique, un coût annuel de 11.175 dollars pour l'éradication des mollusques, et un coût annuel par personne de 0.09 dollars pour les médicaments contre la schistosomiase. Nous supposons que 100.000 personnes seront exposées à des conséquences sanitaires négatives.

Dans le cas de Kékréti, nous supposons que le personnel de construction et de service comptera 2.000 personnes. Les coûts d'examen initial visant à détecter les cas de paludisme et de schistosomiase sont estimés à 55.000 dollars la première année et à 16.000 dollars par an de la deuxième à la sixième année. Pour la population locale, les mesures d'atténuation au plan de la santé comprennent un coût annuel de 50.000 dollars pour l'éducation en santé publique, 11.175 dollars pour l'éradication des mollusques, et 0,09 dollar par personne correspondant au coût des médicaments contre la schistosomiase. Nous estimons que la population à risque se chiffre à 35.220 personnes.

Production agricole perdue. La construction des barrages de Balingho et de Kékréti entraînera l'inondation et l'élimination d'une certaine partie de la production agricole existante. Cette perte est nettement plus importante dans le cas de Balingho que dans le cas de Kékréti. Avec la création du lac Balingho, un minimum de 11.000 ha de riz aquatique actuellement cultivé sera éliminé par les inondations (comme on l'examine au chapitre 3). En outre, nous estimons qu'au moins 3.500 hectares de riz aquatique en amont du lac seront perdus en raison de l'élimination de l'influence des marées et de l'atténuation des crues annuelles. La forte amplification des marées et de l'atténuation des crues annuelles. La forte amplification des marées en aval du barrage se traduira par la

perte de quelque 600 hectares de riz aquatique. Nous estimons que la perte de riz à Balingho approchera donc 18.000 tonnes par an. (Cela suppose un rendement moyen de 1,2 tonne de riz paddy par hectare en amont et de 0,8 tonne en aval. Cela suppose également que la production se maintiendra à son niveau moyen des dix dernières années, bien qu'elle ait été inférieure au cours des dernières années à cause des faibles précipitations.) En utilisant un prix économique ou de référence des importations pour le paddy de 181 dollars par tonne en 1995, nous estimons la valeur de cette perte à 3,2 millions de dollars.

La formation du lac Kékréti provoquera également des pertes de production agricole. Nous estimons que 2.200 hectares de terres cultivées seront inondées par le réservoir. Environ 1.300 tonnes de maïs et 1.600 tonnes de riz paddy seront perdues chaque année. Cela représente une valeur économique de 373.000 dollars (en supposant un prix économique des importations au Sénégal Oriental de 181 dollars par tonne pour le paddy et 233 dollars par tonne pour le maïs en 1995). On a soustrait 100 dollars l'hectare pour les coûts de production non encourrus.

8.3.2. Avantages des barrages

Les principaux avantages du barrage de Kékréti sont la production d'hydroélectricité et l'irrigation, et ceux du barrage de Balingho l'amélioration des transports et le contrôle de la salinité. On réalise à présent que le barrage de Balingho proprement dit n'offrira pas de grandes possibilités de développement de l'irrigation. Comme susmentionné, nous isolons le développement de l'irrigation de la construction du barrage car l'irrigation ne produira pas d'avantages à même de couvrir une partie appréciable des coûts de construction du barrage. Pour les niveaux de résultats anticipés à court et à moyen terme, le développement de l'irrigation à grande échelle reste tout au plus une proposition marginale en termes de coûts et avantages. La décision économique de construire les proposés doit se fonder sur des avantages non agricoles.

Transport. La construction d'un pont sur le fleuve Gambie ouvrira des axes de transport et améliorera les communications entre le Nord et le Sud de la Gambie et du Sénégal. Tel qu'on l'envisage actuellement, il

facilitera les transports sur la route Transgambienne, principal axe de communication entre Dakar et Ziguinchor.

Les avantages du projet de Balingho en termes de transport sont tirés de Coode and Partners mais ils sont indexés sur les prix de 1984 en dollars (en utilisant la même méthode que celle expliquée à la section 8.3.1.). Les estimations des avantages sont dérivées des droits de passage qui seraient versés par les personnes qui empruntent le pont. La valeur actuelle nette de cet avantage est estimée à 31 millions de dollars sur 50 ans. Cependant, il convient de noter que les estimations par Coode and Partners des avantages en termes de transport sont fondées sur une étude de 1974 et risquent de ne plus être à jour.

En bref, les avantages de Balingho au niveau des transport pourraient être substantiels. En termes de coûts-avantages, cependant, il importe de se demander si les avantages du transport (hormis certains avantages au plan de la navigation fluviale) doivent être attribués au barrage de Balingho lorsqu'on a le choix de se limiter à la construction d'un pont sur le fleuve Gambie.

Hydroélectricité. Les estimations des avantages de hydroélectricité créée par le barrage de Kékréti sont directement tirées de l'étude de factibilité d'AHT/HHL. Ces avantages ont une valeur actuelle nette de 94 millions de dollars sur 50 ans. L'étude d'AHT/HHL repose sur l'hypothèse que l'exploitation minière se développera au Sénégal Oriental, ce qui créerait une demande d'électricité en sus de la demande des entreprises commerciales, des particuliers et de l'irrigation. Les avantages sont donc calculés sur la base de l'économie réalisée par rapport à une centrale utilisant des produits pétroliers. Si l'exploitation minière ne se développe pas, les avantages supposés par AHT/HHL pourraient être excessifs. Par ailleurs, on pourrait disposer de l'énergie à partir du barrage de Manantali au Mali. Il importe de réaliser une évaluation régionale minutieuse de l'offre et de la demande énergétiques potentielles afin d'éviter toute surcapacité.

Possibilités de pêche. La régularisation du débit fluvial et la création des lacs Kékréti et Balingho aura des incidences notables sur les possibilités de pêche. La construction des barrages, en particulier à Balingho, entraînera des changements dans l'habitat, la perte du gradient de salinité, le blocage de la migration de certaines espèces de

poissons et l'élimination du flux de nutriments en aval vers les eaux estuariennes et côtières. Cela se traduira par la création d'une pêche productive dans le réservoir, conjuguée à une légère baisse de la production de poissons de mer, de crustacés, de poissons estuariens et d'espèces fluviales. Nous avons tenté de quantifier certaines de ces incidences, mais on se doit de noter que la complexité de l'écosystème fluvial empêche de déterminer et de prévoir toutes les conséquences potentielles en termes quantitatifs. On ignore encore largement l'incidence éventuelle sur la production halieutique.

Etant donné les conditions lacustres et les sources d'alimentation existantes, et en supposant qu'on prenne les mesures de gestion nécessaires nous estimons que la prise potentielle de poisson sera de 1.400 tonnes par an dans le lac Kékréti et de 5.600 tonnes par an dans le lac Balingho. Dans le cas de Kékréti, cela représente pour ainsi dire un avantage net en raison du faible volume actuel de la prise en eau douce. En supposant qu'il faudra dix ans pour atteindre les volumes de prise potentielle, et en soustrayant de la valeur potentielle les coûts de production et de gestion, nous estimons à 800.000 dollars la valeur actuelle nette de la prise potentielle du lac Kékréti au bout de dix ans.

Les incidences du barrage de Balingho, en particulier en aval du barrage, sont si incertaines que nous ne pouvons les quantifier ni les inclure dans cette analyse. Les pertes annuelles pour la pêche maritime, la pêche aux crustacés et la pêche estuarienne pourraient être désastreuses, en particulier pour la pêche à la crevette et au bongue. On estime que ces pertes atteindront 1.400.000 dollars par an au minimum. Elles sont compensées par la prise potentielle du lac Balingho, qui au bout de dix ans pourrait avoir une valeur annuelle brute de 5.600.000 dollars en supposant une gestion adéquate. Malgré les possibilités de pêche du lac de Balingho, cependant, nous pensons qu'à longue échéance les coûts des incidences négatives du barrage de Balingho sur la pêche fluviale, estuarienne et maritime pourraient l'emporter sur les avantages liés à la pêche lacustre.

8.3.3. Autres coûts et avantages non mesurés

Les barrages auront plusieurs types d'incidences, positives et négatives, qui doivent encore être mesurées et quantifiées avec

précision. Les possibilités d'agriculture de décrue constituent l'un des avantages importants de la création des réservoirs. L'expérience des vastes réservoirs dans d'autres pays en voie de développement suggère que les zones de rabattement des lacs Kékréti et Balingho présentent des possibilités appréciables au plan de l'agriculture et de l'élevage. L'aménagement et la gestion efficace de ces terres pourrait dédommager les exploitants agricoles des pertes liées à la construction et à l'inondation.

Un autre avantage important est la stimulation générale de l'économie entraînée par la construction et l'exploitation des barrages, comme on l'a vu au chapitre 6. Des emplois seront créés dans le domaine de la construction et des services; des villes apparaîtront près des barrages; le commerce et la production agricoles se développeront. L'ampleur et la durée de ces activités de développement sont toutefois incertaines. Cet avantage sera plus important à mesure que les planificateurs de l'OMVG réussissent à encourager les liens économiques entre les villages et les zones productrices rurales.

Une amélioration significative de l'infrastructure routière pourrait résulter de la construction d'un ou de deux barrages. L'expansion et l'amélioration des réseaux de transports et de communications deviendront une nécessité. En outre, les deux barrages, ensemble ou seuls, permettront une navigation plus facile sur le fleuve Gambie.

De manière générale, les projets de construction des barrages auront des "effets multiplicateurs" qui créeront des avantages non mesurés. Ces activités seront plus importantes pour le projet de Balingho que pour les projets de Kékréti et guinéens en raison des infrastructures en place dans la région de Balingho.

Plusieurs incidences potentiellement négatives viendront compenser ces effets potentiellement positifs. La principale sera la perte des terres de pâturages et de l'élevage pratiqué sur ces terres. Il est clair que les incidences négatives causées sur l'élevage par le lac Balingho seront plus lourdes que celles du lac Kékréti. Le lac Balingho sera plus étendu, il inondera une végétation plus dense et il affectera une population humaine et animale plus dense. (Le développement de la zone de rabattement pourrait compenser cette perte.)

Outre les pertes de production agricole actuelle, qui ont été quantifiées et incluses dans l'analyse des coûts-avantages, d'autres incidences potentielles n'ont pas été évaluées. La baisse du niveau de production actuel, en particulier à cause du barrage de Balingho, aura des conséquences non négligeables, qui dépasseront peut-être les pertes quantifiables. Il est bien connu que les femmes sont les principaux producteurs alimentaires des vivres et que le riz aquatique est une importante source d'alimentation pour la famille. La perte immédiate de cette production associée à la création du lac Balingho aura de graves répercussions sur la nutrition des familles touchées et privera les femmes d'un avoir appréciable. En supposant que chaque femme cultive un quart d'hectare, la perte de 15.000 hectares de riz aquatique frappera jusqu'à 60.000 femmes. Il n'est guère probable que le développement de l'irrigation pourra dédommager ces femmes, et ce pour deux raisons. Premièrement, nous avons de sérieux doutes quant aux possibilités d'expansion rapide envisagées par les modèles d'irrigation à grande échelle. Même dans le meilleur des cas, il faudra des années pour étendre l'irrigation à suffisamment de terres pour compenser les pertes de riz aquatique. Deuxièmement, les droits d'utilisation des terres irriguées ont été accordés aux hommes, à l'exception de l'expérience en cours à Jahaly Pacharr.

Les documents dont on dispose sur les barrages n'indiquent pas clairement quelles seront les incidences en aval pendant le remplissage du réservoir. Cela présente davantage un problème à Kékréti qu'à Balingho. Le calendrier d'AHT/HHL indique que le réservoir sera rempli en six mois, en barrant vraisemblablement tout écoulement de l'eau. On n'a pas pris en compte le coût des incidences de ce scénario de remplissage, ou de tout scénario de remplissage, sur l'agriculture aquatique et de décrue, sur l'élevage, la pêche, l'intrusion d'eau de mer et la navigation. En dernière analyse, cependant, ce coût doit être pris en compte aux fins de calcul coûts-avantages et de gestion pendant la période de transition. Il convient d'analyser les implications une fois qu'on aura formulé des plans de gestion de l'eau plus complets.

La construction du barrage de Kékréti soulève une autre question, celle de l'effet qu'aura la régularisation du débit fluvial pour la production d'hydroélectricité sur l'agriculture en aval. Deux problèmes

se posent. Le premier est l'effet de la régularisation du débit du fleuve sur l'agriculture aquatique, de marée et de décrue. Les estimations varient sur le degré d'atténuation de l'inondation annuelle par la construction du barrage de Kékréti. Faute de cartes hypsométriques précises sur les environs du fleuve, il n'est pas possible de prévoir les incidences sur la production agricole.

Le second problème est la capacité du barrage de Kékréti à contrôler à lui seul les niveaux de salinité et l'intrusion de l'eau salée en aval. Bien que le barrage de Kékréti n'ait pas été initialement conçu dans l'idée d'assurer le contrôle de la salinité, la dernière étude d'HHL indique que Kékréti peut à lui seul contrôler l'intrusion de l'eau salée tout en fournissant assez d'eau pour l'irrigation et la production d'hydroélectricité, comme on l'a vu plus haut. Si tel est le cas, les terres, en particulier les rizières qu'on ne cultivait plus à cause de la salinité de l'eau ces dernières années, pourraient être remises en exploitation à court et à moyen terme. En outre, la régularisation du débit de l'eau permettra aux cultivateurs de mieux prévoir la disponibilité de l'eau. Cela pourrait relever sensiblement les niveaux de production. Cet avantage n'est pas mentionnée dans notre analyse, mais il constitue à l'évidence un facteur important.

La création des lacs pourrait également entraîner une perte de production forestière. Nous estimons que 875.900 millions de mètres cubes de bois d'oeuvre et 381.700 mètres cubes de bois de feu -- essentiellement des palétuviers -- seront perdus à la suite de la construction du barrage de Balingho et de l'inondation consécutive; 441.000 millions de mètres cubes de bois d'oeuvre et 2.148.000 mètres cubes de bois de feu seront perdus à cause du barrage de Kékréti. Il s'agit d'une perte ponctuelle; elle ne représente pas un rendement soutenu de bois que l'on pourrait tirer des forêts si elles survivaient. Etant donné que le bois n'est pas actuellement exploité commercialement, il n'est en réalité pas approprié d'évaluer l'avantage exceptionnel qu'on tirerait de la forêt si on récupérait le bois au moment de l'inondation, ni la perte à long terme d'un rendement soutenu. (Le rapport Ecologie terrestre et mise en valeur du fleuve Gambie évalue les pertes de palétuviers à entre 12 et 18 millions de dollars in situ et à entre 24 et 36 millions de dollars au prix de marché.) Etant donné la capacité des

forêts, en particulier les forêts de palétuviers, à assurer un rendement soutenu, il importe de considérer la perte de bois liée à l'inondation comme un coût ou une incidence négative des barrages.

Les incidences des barrages sur la faune du bassin seront minimales si les projets sont correctement gérés. Mais les conséquences indirectes de l'intensification des activités humaines et les incidences subséquentes sur la faune et leur habitat sont de la plus haute importance.

8.4. Coûts et avantages du développement de l'agriculture irriguée

LRDC propose un taux rapide et un taux lent pour l'aménagement de 30.000 hectares de terres irriguées en Gambie. D'autres études de factibilité réalisées pour l'OMVG envisagent le développement de 70.000 hectares. Cependant, nous pensons que ce chiffre n'est pas réaliste pour la période de planification en question (50 ans). Par conséquent, nous utilisons le modèle de LRDC dans cette analyse coût-avantages. Nous utilisons par ailleurs leur taux de développement lent, qui nous semble plus réaliste. Le taux lent de LRDC se fonde sur le développement de 200 hectares par an de la première à la troisième année, de 300 hectares par an de la quatrième à la septième année, et de 600 hectares par an de la huitième à la cinquante-quatrième année. Au bout de 54 ans, 30.000 hectares auront donc été aménagés. Du fait que les projets d'irrigation réalisés dans la région n'ont pu dépasser pour longtemps une intensité culturale de 120 pour cent, nous avons décidé de calculer les taux de rentabilité interne sur la base de deux niveaux d'intensité culturale: de 180 pour cent, valeur souvent utilisée dans les modèles de développement de l'irrigation, et de 120 pour cent, que nous considérons plus réaliste pour le bassin du fleuve Gambie.

8.4.1. Coûts de l'agriculture irriguée

Nous supposons un coût d'investissement initial de 10.000 dollars par hectare pour la délimitation et l'aménagement des périmètres. Les coûts de production pour les cultures irriguées sont fondés sur les coûts de production rizicole moyens employés dans les modèles d'irrigation proposés par LRDC. Nous supposons un coût de production de 325 dollars/ha pendant l'hivernage et de 375 dollars/ha pendant la

contre-saison. Nous supposons également que les redevances d'irrigation comprises dans ces coûts couvriront les coûts d'exploitation et d'entretien des périmètres.

Nous estimons en outre que 50 pour cent de l'expansion de l'irrigation prendront place sur des terres où l'on cultive déjà du riz aquatique. (Cela pourrait être légèrement supérieur à la réalité; notre analyse de l'utilisation des terres indique que quelque 43 pour cent des terres considérées comme aptes à la riziculture par LRDC étaient cultivées en 1983.) Par conséquent, on soustrait les coûts de production de cette zone et la valeur de la production agricole perdue des calculs des coûts-avantages. Nous estimons les coûts de production extérieurs au projet à 12 dollars/ha et les rendements de riz paddy à une tonne l'hectare.

Outre les coûts directs de développement de l'irrigation et de production, il y aura également des coûts associés aux mesures d'atténuation en matière de santé (les détails sont présentés dans le rapport Maladies liées à l'eau et mise en valeur du bassin du fleuve Gambie). Les mesures d'atténuation en matière de santé comprennent la mise en place d'un service de santé pour la lutte contre la schistosomiase. Les coûts sanitaires augmentent avec l'expansion des terres irriguées. La valeur actuelle nette des mesures d'atténuation en matière de terres irriguées. La valeur actuelle nette des mesures d'atténuation en matière de santé se chiffre à 220.000 dollars.

8.4.2. Avantages de l'agriculture irriguée

Les gains de production rizicole constituent le principal avantage du développement de l'irrigation. Les estimations de rendement de 4,5 tonnes de paddy par hectare pendant la contre-saison et de 4,0 tonnes par hectare pendant l'hivernage servent à calculer les niveaux de production attendus. (Dans l'analyse de sensibilité qui suit, nous utilisons un rendement plus élevé.) Comme susmentionné, on soustrait le volume de la production rizicole aquatique perdue à cause du développement de l'irrigation.

8.4.3. Coûts et avantages non mesurés du développement de l'irrigation

S'il est possible d'atteindre et de maintenir les niveaux de production visés, ce gain de production pourrait stimuler le

développement de toute une série d'activités commerciales. On verrait se développer des marchés pour les intrants et les produits agricoles, ainsi qu'une demande de produits de consommation. L'amélioration des transports, la hausse des revenus et l'amélioration de la nutrition apportées par l'expansion des activités d'irrigation stimuleraient une expansion économique générale.

Au niveau des réserves à apporter, l'expansion des zones irriguées augmentera sensiblement la population d'insectes et de rongeurs dans le bassin du fleuve Gambie. Les pertes de production agricole liées aux dégâts des ennemis des cultures sont déjà appréciables. On peut s'attendre à une accentuation des pertes provoquées par les oiseaux, les insectes, les rongeurs, les phacochères et, dans une certaine mesure, les hippopotames.

L'expansion des zones irriguées risque de porter préjudice aux populations nomades et à l'élevage en général. L'expansion des périmètres irrigués le long des rives, à moins qu'elle ne soit correctement réalisée et gérée, limitera l'accès des éleveurs nomades et du bétail aux terres de pâturages traditionnels et au fleuve proprement dit. Cela pourrait se traduire par de graves conflits entre les exploitants sédentaires et les populations nomades.

8.5. Résultats des analyses économiques

Afin d'évaluer les coûts et avantages des projets de développement (au plan purement économique), nous calculons les taux de rentabilité interne ainsi que les valeurs nettes actuelles. Nous effectuons également des analyses de sensibilité en modifiant plusieurs hypothèses de base. Nous résumons nos résultats ici. (Des tableaux et graphiques détaillés de ces analyses économiques sont présentés dans le document de travail No. 71.)

8.5.1. Taux de rentabilité économique des projets de développement proposés

Le taux de rentabilité économique des quatre scénarios de développement varie considérablement (Tableau 8.1.).

Le taux de rentabilité économique du barrage de Balingho est faible, 1,5 pour cent. Cela provient des coûts importants associés à la perte de

Tableau 8.1
Taux de rentabilité économique des projets de développement

Barrage de Balingho	1,5%
Barrage de Kékréti	9,2%
Barrages de Balingho et Kékréti combinés	4,8%
Développement de l'irrigation (Intensité culturelle 180%)	5,9%
Développement de l'irrigation (Intensité culturelle 120%)	1,1%
<p>Hypothèses: taux d'actualisation 10% période de planification 50 ans Irrigation séparée de la construction des barrages Mise en irrigation de 30.000 hectares.</p>	

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

Tableau 8.2
Valeur actuelle nette des projets de développement

Barrage de Balingho	-\$88.000.000
Barrage de Kékréti	-\$ 7.000.000
Barrages de Balingho et Kékréti combinés	-\$95.000.000
Développement de l'irrigation (Intensité culturelle 180%)	-\$12.000.000
Développement de l'irrigation (Intensité culturelle 120%)	-\$23.000.000
<p>Hypothèses: taux d'actualisation 10% période de planification 50 ans Irrigation séparée de la construction des barrages Mise en irrigation de 30.000 hectares.</p>	

Etudes sur le Bassin du fleuve Gambie de l'Université du Michigan, 1985.

15.000 hectares de riz aquatique. Cette perte varierait naturellement chaque année en fonction des précipitations. Les autres coûts non mesurés qui ne sont pas inclus dans cette analyse, comme l'incidence sur l'élevage, pourraient réduire encore davantage le taux de rentabilité économique.

Le taux de rentabilité économique du barrage de Kékréti est positif, à 9,2 pour cent. Les avantages non mesurés, principalement la production agricole économisée en maîtrisant l'intrusion de l'eau salée, lesquels ne sont pas inclus dans notre analyse, pourraient se traduire par un taux de rentabilité économique plus élevé, faisant du barrage de Kékréti un investissement plus intéressant. Il y a cependant deux réserves à apporter. Premièrement, les avantages de la production d'hydroélectricité risquent d'être surestimés, en particulier si le barrage de Manantali au Mali est mis en service et produit un excédent d'énergie pour la région. Deuxièmement, les coûts de construction utilisés par AHT dans son analyse économique, et que nous utilisons ici, risquent d'être trop bas à cause de la méthode employée par AHT pour tenir compte des taux de change fictifs.

Le taux de rentabilité économique des barrages de Kékréti et de Balingho combinés est égal à 4,8 pour cent. Ce chiffre peu élevé tient à l'influence négative du barrage de Balingho. Les avantages de Kékréti ne sont pas suffisamment importants pour couvrir les coûts appréciables associés à Balingho.

Pour le développement de l'irrigation, le taux de rentabilité économique est de 5,9 pour cent pour une intensité culturale de 180 pour cent, et de 1,1 pour cent pour une intensité culturale de 120 pour cent. Dans les deux cas, le scénario de base suppose l'aménagement de 30.000 hectares de riz irrigué sur une période de 50 ans. Une intensité culturale de 180 pour cent représente des hypothèses optimistes quant à l'incorporation de l'irrigation dans les systèmes d'exploitation existants ainsi que l'élimination des obstacles actuels à l'agriculture intensive dans le bassin. Une intensité culturale de 120 pour cent représente une hypothèse plus réaliste étant donné les conditions actuelles.

8.5.2. Valeur actuelle nette des coûts et avantages

La valeur actuelle nette des quatre projets de développement est marginale à négative, en supposant un taux d'actualisation de 10 pour cent (Tableau 8.2.).

La valeur actuelle nette du barrage de Balingho est égale à -88.000.000 dollars. En supposant un taux d'actualisation de 10 pour cent, nous estimons la valeur actuelle des coûts totaux du barrage de Balingho à 132 millions de dollars et la valeur des avantages à 44 millions de dollars.

La valeur actuelle nette du barrage de Kékréti est égale à -7.000.000 dollars. Nous estimons la valeur actuelle des coûts totaux du barrage de Kékréti à 105 millions de dollars et la valeur des avantages à 98 millions de dollars. L'amélioration de la base de données nécessaire pour évaluer correctement cette option pourrait modifier sensiblement ces résultats.

La valeur actuelle nette des barrages de Balingho et de Kékréti combinés est égale à -95.000.000 dollars.

Pour le développement de l'irrigation à grande échelle, la valeur actuelle nette pour une intensité culturale de 180 pour cent est égale à -12.000.000 dollars; pour une intensité culturale de 120 pour cent, la valeur actuelle nette est égale à -23.000.000 dollars. Avec 180 pour cent, les coûts ont une valeur actuelle de 71 millions de dollars et les avantages de 59 millions de dollars. Avec 120 pour cent, les coûts ont une valeur actuelle de 62 millions de dollars et les avantages de 40 millions de dollars.

8.5.3. Analyse de sensibilité

Etant donné les incertitudes qui pèsent sur des variables importantes, nous avons réalisé plusieurs analyses de sensibilité fondées sur plusieurs hypothèses (Tableau 8.3.). Nous pensons qu'il est important de supposer une certaine recasement à cause du projet de Balingho, aussi avons-nous introduit des coûts de réinstallation dans nos analyses. A la demande de l'OMVG, nous avons également utilisé un taux d'actualisation de 6 pour cent au lieu de 10 pour cent pour les analyses coûts-avantages des projets de barrage. Enfin, également à la demande de

Tableau 8.3. Analyse de sensibilité

1. Supposer la réimplantation de 15.000 personnes (taux d'actualisation de 10%)		
Barrage de Balingho	TRI 1%	Valeur actuelle nette -\$105.000.000
2. Supposer un taux d'actualisation de 6%		
Barrage de Balingho		Valeur actuelle nette -\$77.000.000
Barrage de Kékréti		\$42.000.000
Barrages de Balingho et Kékréti		-\$35.000.000
Développement de l'irrigation (Intensité culturelle 180%)		-\$ 631.000
(Intensité culturelle 120%)		-\$28.000.000
3. Supposer un rendement du paddy de 7,5 tonnes/ha (taux d'actualisation de 10%)		
Développement de l'irrigation	TRI	Valeur actuelle nette
(Intensité culturelle 180%)	20,7%	\$35.000.000
(Intensité culturelle 120%)	12,1%	\$ 7.000.000

l'OMVG, nous avons employé pour les analyses coûts-avantages un rendement élevé de 7,5 tonnes de riz paddy/ha par saison au lieu de respectivement 4,5 et 4 tonnes/ha pendant la contre-saison et l'hivernage. Le choix de ce taux supérieur est basé sur les résultats de la première année de production à Jahaly Pacharr.

Comme il est mentionné plus haut, nous estimons qu'un minimum de 15.000 personnes risquent de devoir se réinstaller à cause du projet de Balingho bien que les études de factibilité actuelles supposent qu'aucun recasement ne sera nécessaire. Les coûts de recasement étant introduits dans l'analyse coûts-avantages, le taux de rentabilité interne pour Balingho est égal à 0.97 pour cent (au lieu de 1,5 pour cent). La valeur actuelle nette, sur la base d'un taux d'actualisation de 10 pour cent, est égale à -105.000.000 dollars (au lieu de -88.000.000 dollars).

Bien que la Banque mondiale utilise présentement un taux d'actualisation de 10 ou 12 pour cent, la modification des conditions économiques pourrait se traduire par un taux d'actualisation inférieur à l'avenir. Nous avons donc recalculé les analyses coûts-avantages des projets de barrage avec un taux d'actualisation de 6 pour cent. Avec ce taux d'actualisation inférieur, la valeur actuelle nette du barrage de Balingho est égale à -77.000.000 dollars (au lieu de -88.000.000 dollars). La valeur actuelle nette du barrage de Kékrétⁱ est égale à +42.000.000 dollars (au lieu de -7.000.000 dollars). La valeur actuelle nette des deux barrages combinés est donc égale à -35.000.000 dollars (au lieu de -95.000.000 dollars). Les valeurs actuelles nettes du développement de l'irrigation, en supposant un rendement de base de 4,5 et 4 tonnes/ha, sont égales à -632.000 dollars pour une intensité culturale de 180 pour cent et à -28.000.000 dollars pour une intensité culturale de 120 pour cent. (La hausse de la valeur actuelle nette pour l'intensité de 120 pour cent, par rapport au taux d'actualisation de 10 pour cent, est due au nombre d'années où le flux net d'avantages est négatif.) Le taux de rentabilité interne ne change pas car le taux d'actualisation n'est pas une variable dans les calculs.

En raison des prévisions optimistes fondées sur les résultats de la première année de production à Jahaly Pacharr, nous avons recalculé les analyses coûts-avantages en utilisant un rendement de 7,5 tonnes/ha au

lieu de 4,5 et 4 tonnes/ha. Comme on pouvait s'y attendre, une telle hausse des rendements en pourcentage se traduit par des taux de rentabilité nettement supérieurs pour le développement de l'irrigation. Avec une intensité culturale de 180 pour cent, le taux de rentabilité interne devient 21 pour cent (au lieu de 6 pour cent) et la valeur actuelle nette +35.000.000 dollars (au lieu de -12.000.000 dollars). Avec une intensité culturale de 120 pour cent, le taux de rentabilité interne devient 12 pour cent (au lieu de 1 pour cent) et la valeur actuelle nette +7.000.000 dollars (au lieu de -23.000.000 dollars). Pour atteindre et maintenir ces hauts rendements, il s'impose de gérer et entretenir convenablement les systèmes d'irrigation, d'éviter toute panne et d'assurer la livraison des intrants à temps. Les systèmes d'irrigation actuels du bassin ont souffert de l'impossibilité de respecter ces impératifs.

8.6. Barrages guinéens

L'absence d'études de factibilité pour les barrages guinéens interdit leur inclusion dans notre analyse quantitative. Cependant, des propositions antérieures ont identifié des sites potentiels et quelque 15.000 hectares de terres irrigables. Bien qu'on ignore les coûts exacts, nous supposons qu'en raison de l'inaccessibilité des sites actuels des barrages et des zones irrigables, les ratios coûts-avantages des barrages guinéens seront supérieurs à ceux du barrage de Kékéréti. Avec un coût d'aménagement à l'hectare de 15.000 dollars (ce chiffre élevé tient à la difficulté d'accès des barrages guinéens), les coûts totaux associés à l'expansion de l'irrigation en Guinée atteindront 225 millions de dollars. Les mesures d'atténuation en matière de santé liées à la construction des trois barrages coûteront 79.000 dollars la première année et 19.000 dollars par an jusqu'au terme du projet. Il n'existe aucune estimation des coûts au plan de la santé des populations locales. En outre, les travaux de construction et l'inondation qui suivra pourraient entraîner la perte de quelque 9.300 mètres cubes de bois-d'oeuvre et 577.000 mètres cubes de bois de feu. Les réservoirs des barrages de Guinée dégageront cependant une prise potentielle de 476

tonnes de poisson par an. Ce tonnage aurait une valeur économique annuelle de 274.000 dollars.

9. AUTRES CONSIDERATIONS

La mise en valeur du bassin du fleuve Gambie est cruciale pour la population du bassin, en raison notamment de l'incertitude des précipitations et de la croissance démographique prévue. La mise en valeur du bassin est par ailleurs un impératif pour les Etats membres s'ils entendent atteindre l'autosuffisance alimentaire. Etant donné les ressources limitées dont disposent les planificateurs du bassin, cependant, il importe d'étudier soigneusement les diverses options de développement et de définir des objectifs.

Nous avons analysé dans nos études les incidences des projets de développement proposés sur plusieurs variables ou attributs environnementaux et socioéconomiques importants. Le personnel de l'OMVG et les planificateurs des Etats membres doivent à présent évaluer quelle est la probabilité de voir les attributs évoluer dans le sens et la mesure que nous suggérons. Lorsque nous n'avons pas pu évaluer les incidences sur les attributs, les Etats membres devront réaliser d'autres études. De surcroît, il est tout aussi important que les responsables des Etats membres évaluent l'importance des incidences que nous analysons. Ces évaluations sont indispensables avant de pouvoir prendre une décision finale. L'évaluation est la prérogative des décideurs et non de ceux qui évaluent les incidences potentielles des projets.

De toute évidence, nous avons mis l'accent sur les incidences plus en rapport avec certains objectifs de développement fondamentaux que d'autres. Nos études n'ont pas systématiquement pris en compte l'objectif de promotion du développement industriel, bien qu'on suppose qu'il découlera de la construction des barrages et de l'investissement dans l'agriculture irriguée. Nous n'avons pas non plus pris en compte l'objectif d'augmentation du revenu par habitant, à l'exception des cas où le revenu par habitant constitue un important attribut dans l'évaluation des projets d'irrigation.

En revanche, nous avons soigneusement étudié de nombreux attributs ayant trait à l'objectif d'amélioration de la qualité de la vie. Cela a fait l'objet d'une étude sur la santé publique et a représenté un volet essentiel de notre étude socioéconomique. Bien que la mise en valeur du

bassin dans son ensemble doit relever la qualité de la vie des populations du bassin, elle aura une incidence variable sur de nombreux aspects de leur vie. Par exemple, à mesure que l'agriculture irriguée se développe, le rôle de l'exploitant dans la gestion du périmètre sera un indicateur de la qualité de la vie de son ménage. Les politiques de recasement auront un effet sensible sur la qualité de la vie. Les incidences en matière de santé publique auront de nombreux aspects positifs, mais aussi certains aspects négatifs. Etant donné leur définition de la qualité de la vie, les planificateurs du bassin devraient être en mesure d'évaluer les projets de développement envisagés en termes de probabilité de voir les projets améliorer la qualité de la vie de la population.

Nous avons examiné en profondeur de nombreux attributs essentiels au maintien de la qualité de l'environnement dans le bassin. Tel était le but principal de nos études sur l'écologie aquatique et terrestre. On peut s'attendre que la mise en valeur du bassin se fasse au détriment de la qualité de l'environnement, bien que certains aspects de l'environnement puissent s'en trouver améliorés ou du moins préservés moyennant une planification et une gestion avisées des projets de développement. Il convient de situer notre évaluation des incidences potentielles dans le contexte du développement global du bassin. Lorsque nous examinons les incidences sur les espèces en danger comme le lamantin et le sitatunga, par exemple, cela ne signifie pas que nous approuvons nécessairement la préservation au prix d'importants projets de développement du bassin. Lorsque nous examinons l'importance des forêts de palétuviers, nous nous situons au niveau de leur contribution à la production de ressources halieutiques ainsi qu'à l'écologie du fleuve. En dernière analyse, c'est aux décideurs de faire les choix qui s'imposent entre préserver la qualité de l'environnement et améliorer la qualité de la vie. Nos conclusions devraient leur permettre de se prononcer en meilleure connaissance de cause qu'auparavant.

Enfin, nous avons analysé les incidences des projets de développement sur les attributs importants pour les objectifs de redressement de la balance des paiements nationale et d'autosuffisance alimentaire des pays. Nous invitons tout particulièrement les planificateurs de l'OMVG

et des Etats membres à étudier plus soigneusement ces objectifs. Compte tenu de l'objectif de relèvement de l'autosuffisance alimentaire, ils risquent d'être acculés à faire un choix entre l'amélioration de la balance des paiements nationale et le passage à l'autosuffisance alimentaire, voire entre la hausse du revenu par habitant et la stimulation du développement industriel.

Les implications des projets de développement en ce qui concerne l'amélioration de la balance des paiements est incertaine. Pour ce qui est du projet de Kékréti, l'investissement potentiel dans Kékréti repose essentiellement sur l'hypothèse que la production d'hydroélectricité rendra possible l'exploitation minière au Sénégal Oriental. Si ces avantages ne se concrétisent pas, on peut mettre en question la justification économique de Kékréti. Cependant, Kékréti -- ou un quelconque projet de régulation des eaux -- restera nécessaire pour développer l'agriculture irriguée de manière appréciable, même si cela implique un choix au détriment de la balance des paiements. En ce qui concerne le projet de Balingho,, sa justification de contrôle de la langue salée et de développement de l'agriculture irriguée implique nécessairement un choix par rapport à l'objectif d'amélioration de la balance des paiements. (L'option d'un pont -- ou la seule construction d'un pont -- est une autre question à cet égard.)

Le choix fondamental semble toutefois se situer entre l'objectif d'autosuffisance alimentaire et le redressement des balance des paiements nationales. Notre analyse des projets d'irrigation actuels et envisagés nous amène à conclure qu'il est moins coûteux d'importer aux fins de consommation urbaine des denrées alimentaires et du riz aux cours mondiaux actuels que de les produire au coût de production actuel dans les zones rurales. Les Etats membres risquent de mal affecter leurs faibles réserves de devises s'ils poursuivent l'objectif d'autosuffisance alimentaire par le biais de l'irrigation alors qu'ils n'ont aucun avantage comparatif à produire du riz. Un pays a intérêt à produire une denrée s'il en tire un avantage lorsque l'utilisation de ses ressources en terres, en main-d'oeuvre, en capital et en eau sont évaluées à leur coût d'opportunité. Si un pays utilise plus de ressources nationales pour produire un produit qu'il ne le ferait pour obtenir les devises

nécessaires à l'importation de cette denrée, la réalisation de ses objectifs agricoles se fait au dépens de la balance des paiements. Néanmoins, aux yeux d'un pays, le fait de pouvoir compter sur une production nationale apporte une stabilité qui peut en justifier le prix.

Si on décide d'investir dans un projet de développement de l'agriculture irriguée à grande échelle, il convient que les frais d'irrigation soient supportables à terme et délibérément assumés par les responsables de développement ou les cultivateurs eux-mêmes. En d'autres termes, les coûts doivent soit être couverts par les rendements agricoles soit être partiellement subventionnés par d'autres secteurs productifs de l'économie nationale. A longue échéance, la réalisation de l'autosuffisance alimentaire exige une stratégie d'élimination progressive de la participation des bailleurs de fonds et de recours exclusif aux ressources nationales.

Nos analyses suggèrent que la vaste expansion de l'irrigation à grande échelle à court terme, prévue par les plans de mise en valeur du bassin du fleuve Gambie, semble prématurée. Le passage des niveaux de production des systèmes actuels à des niveaux viables, ainsi que l'élimination des obstacles à la hausse de la production des cultures irriguées et pluviales, devrait être une condition préalable à l'expansion. Il est peu probable que l'agriculture irriguée contribuera sensiblement à améliorer l'offre vivrière nationale ou à atténuer les problèmes de devises avant plusieurs années. Entretemps, il importe de poursuivre les efforts en vue de relever la productivité des cultures pluviales, y compris le riz aquatique, qui ont les meilleures chances d'amélioration à court et à moyen terme.

Les décideurs des Etats membres se doivent donc de déterminer si une stratégie limitée aux projets d'irrigation, à fort intensité de capital et à grande échelle, a des chances de succès. Il s'agit essentiellement d'une voie de développement unique qui risque d'épuiser des ressources rares susceptibles d'être utilisées pour relever la productivité dans d'autres secteurs agricoles. Investir dans la technologie, les installations et l'infrastructure nécessaires pour des projets à grande échelle risque d'empêcher le développement des technologies, des installations et de l'infrastructure requises pour les petits périmètres,

l'amélioration de l'agriculture pluviale et la diversification de la production agricole. Il reste à étudier ces choix.

En réalité, de nombreuses contraintes risquent d'empêcher le développement de l'agriculture irriguée à grande échelle. Les cultivateurs pourraient hésiter à accepter les risques associés à l'agriculture irriguée. La double culture risque de ne pas être réalisée. On utilisera les terres qui auraient pu servir à d'autres fins. Les responsables doivent évaluer les chances de surmonter ces obstacles sans gréver excessivement les ressources disponibles.

Il serait bon par conséquent que les décideurs envisagent un porte-feuille diversifié d'investissements agricoles afin de poursuivre l'autosuffisance alimentaire moyennant une stratégie optimale. Pour le court à moyen terme, il serait recommandable d'adopter une stratégie fondée sur un faible investissement en capital de manière à minimiser les frais de service de la dette. Une telle stratégie serait axée sur l'amélioration de l'agriculture pluviale ainsi que sur le développement des petits périmètres d'irrigation avec une maîtrise partielle de l'eau. Cela assurerait la transition vers des plans d'irrigation à grande échelle à mesure que les techniques et les infrastructures deviennent plus fiables et que les ressources en capital augmentent. Si les gains de productivité risquent en théorie de n'être pas aussi importants que prévu pour l'agriculture à grande échelle, la production sera plus régulière et exigera moins de capitaux de départ et moins de subventions d'Etat par la suite.

On propose l'irrigation à grande échelle comme solution à la baisse des précipitations dans le bassin. Pourtant, le problème n'est pas la baisse des précipitations, bien que ce soit assurément un facteur. Le problème se situe au niveau du déclin de la productivité par habitant en zone rurale. La baisse de la productivité est la conséquence d'une politique et d'une gestion agricoles inefficaces, à quoi s'ajoutent la baisse des précipitations et d'autres facteurs naturels. Le recul de la productivité peut être en partie attribué à l'absence d'incitations à la production, au manque de débouchés et de structures de distribution des intrants de production, ainsi qu'à l'exode rural.

Au total, en ce qui concerne l'agriculture, si le problème se situe au niveau de l'insuffisance des précipitations, la mise en valeur des

ressources en eau dans le bassin fluvial, dans le but de permettre l'irrigation à grande échelle, semble être la solution idéale. Mais s'il s'agit d'un problème de productivité, la mise en valeur du bassin fluvial dépasse la simple maîtrise des ressources en eau aux fins l'irrigation. Il importe de mettre en place une stratégie coordonnée qui tienne compte des choix inévitables entre les divers objectifs fondamentaux de développement du bassin du fleuve Gambie.

Enfin, en ce qui concerne les objectifs de base des études du bassin du fleuve Gambie, nos analyses suggèrent de revenir sur les liens entre le projet de Balingho et le projet de Kékréti. Kékréti pourrait être en soi un projet économiquement viable, ayant des incidences et des risques acceptables. Qui plus est, la construction d'un barrage et d'un réservoir en amont du bassin serait extrêmement importante pour le développement de l'agriculture irriguée, en particulier en Gambie.

Le barrage de Balingho ne semble cependant pas viable à l'heure actuelle en termes économiques ou environnementaux. La construction de Balingho présente d'énormes incertitudes et nécessite donc une étude plus approfondie. Les estimations fermes de la perte de production rizicole entraînée par le projet nécessitent l'établissement de cartes hypsométriques à petite échelle qui n'existent pas encore. Le recasement d'une partie de la population le long du fleuve est une probabilité, mais l'ampleur du problème dépend de la perte de production rizicole et des possibilités d'utilisation des terres de plateau. La portée des incidences du barrage sur la pêche maritime et estuarienne reste à déterminer. Etant donné que le fleuve Gambie se trouve au coeur de la Gambie, les risques associés aux incidences du barrage de Balingho suggèrent que l'OMVG aurait intérêt à revenir sur la décision de construire conjointement Balingho et Kékréti.

Les décideurs des Etats membres devraient donc considérer la construction du barrage de Balingho après, plutôt qu'avant, celui de Kékréti. Le barrage de Balingho pourrait avoir des conséquences environnementales, voire même économiques, extrêmement graves et irréversibles. Ce n'est pas le cas de Kékréti, à en juger notamment par les simulations de l'exploitation autonome du barrage de Kékréti. La construction du barrage de Kékréti d'abord permettrait à l'OMVG de

poursuivre ses importants objectifs de développement tout en continuant d'étudier la viabilité du barrage de Balingho. Le barrage de Balingho pourrait s'avérer économiquement viable à long terme, bien qu'on puisse envisager la possibilité d'un pont qui permettrait de franchir rapidement le fleuve. A court terme, les conséquences environnementales et économiques probables de Balingho ne semblent pas en valoir les risques.

En supposant que les avantages énergétiques soient plausibles, il importe d'entamer la planification du projet de Kékréti. Même si les avantages énergétiques sont moins importants qu'on ne l'escomptait, il convient de prévoir un projet dans la partie supérieure du bassin afin de gérer les ressources en eau du bassin. Il ne semble pas y avoir de sérieux obstacles environnementaux à la réalisation du projet de Kékréti, qui profiterait au Sénégal et à la Gambie.

Il est recommandé d'aller de l'avant avec le projet des barrages guinéens jusqu'au stade des études de factibilité pour un ou plusieurs de ces barrages.

On réviserait cependant la planification du projet de Balingho afin d'envisager sérieusement la possibilité de repousser sa réalisation largement après la construction du barrage de Kékréti. Il importe de repousser Balingho au moins jusqu'à ce que les pertes de production agricole qui s'ensuivront soient compensées par les gains de production apportés par Kékréti. Pendant cette période, notre analyse du projet de Balingho pourrait être re-examinée.

BIBLIOGRAPHY/BIBLIOGRAPHIE

- ACARR Working Party on Fishing Effort and Monitoring of Fish Stock Abundance. 1976. "Monitoring of fish stock abundance: the use of catch and effort data," FAO Fisheries Technical Paper No. 155, FIRS/T155, 101 p.
- Ackermann, W.C.; White, G.F. and Worthington, E.B., editors. 1973. Man-made Lakes: Their Problems and Environmental Effects, Monograph 17. America Geophysical Union, Washington, D.C.
- Agrar-und Hydrotechnik GMBH and Howard Humphreys, Ltd. 1984. Kekreti Reservoir Feasibility Study, Main Report and Annex A-I.
- Albaret, J. J. and Gerlotto, F. 1976. "Biologie de l'ethmalose (Ethmalosa fimbriata Bowdich) en Cote D'Ivoire, I: Description de la reproduction et des premiers stades larvaires," Doc. Scient. Centre Rech. Oceanogr (Abidjan), 7(1), July 1976, p. 113-133.
- Alverson, D.L., editor. 1971. "Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal, Part 1: Survey and charting of fisheries resources," FAO Fisheries Technical Paper No. 102, FIRM/T102, 80 p.
- American Fisheries Society. 1967. "Reservoir fishery resources symposium," American Fisheries Society, Washington, D.C., 569 p.
- American Society of Planning Officials. 1973. "Land use and the environment," Virginia Curtis, editor. Environmental Protection Agency, Office of Research and Monitoring, Environmental Studies Division, Washington, D.C., 200 p.
- Anderson, K.P. 1965. "Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology, Part 2: statistical methods chapter No. 5: computations," FAO Fisheries Technical Paper No. 26, F1b/T26 Suppl. 1, 25 p.
- Anonymous. 1961. "Bilharziasis/schistosomiasis," Phoenix, 1(3), p. 1-16.
- Ardill, J.D. and Thompson, R.K. 1975. "The freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii) in Mauritius," FAO/CIFA Symposium on Aquaculture in Africa (Accra: Sept. 30-Oct. 6), CIFA/75/SE 4, 13 p.
- Arid Lands Information Center. 1983. Environmental Profile of Guinea (Draft), Robert Varady, compiler. Office of Arid Lands Studies, University of Arizona, Tucson, Arizona, 1980. December 1983.
- Arid Lands Information Center. Environmental Profile of The Gambia (Draft). Office of Arid Lands Studies, University of Arizona, Tucson, Arizona, October 1980.

- Arid Lands Information Center. 1980. Environmental Profile of Senegal (Draft). Office of Arid Land Studies, University of Arizona, Tucson, Arizona, September 1980.
- Arnstein, S. and Chirstakis, A., editors. 1975. Perspectives on Technology Assessment. Science and Technology Publishers, Jerusalem.
- Aubray, R. 1975. "The fishery of Gambia," FAO Department of Fisheries, WS/H2178, 8 p.
- AVM Instrument Company. 1979. AVM Radiotelemetry Equipment and Techniques Manual. Champaign, Illinois, 32 p.
- Backiel, T. and Welcomme, R.L., editors. 1980. "Guideline for sampling fish in inland waters," FAO/EIFAC Technical Paper No. 33, EIFAC/T33, 176 p.
- Balayut, E.A. 1983. "Stocking and introduction of fish in lakes and reservoirs in the ASEAN (Association of South Asian Nations) Countries," FAO Fisheries Technical Paper 236, FIRI/T236, 82 p.
- Balon, E.K. and Coche, A.G., editors. 1974. Lake Kariba: A Man-made Tropical Ecosystem in Central Africa. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 767 p.
- Bazigos, G.P. 1973. "Deck sampling; A pilot trawling survey at Lake Malawi," FAO Promotion Integrated Fishery Development Project. UNDP/SF/MLW. 16, February 1973, S.E./2, 39 p.
- Bazigos, G.P. 1974. "Applied fishery statistics," FAO Fisheries Technical Paper No. 135, FIPS/T135, 164 p.
- Bazigos, G.P. 1975. "The statistical efficiency of echo surveys with special reference to Lake Tanganyika," FAO Fisheries Technical Paper. No. 139, FIPS/T139, 52 p.
- Bazigos, G.P. 1983. "Applied fishery statistics," FAO Fisheries Technical Paper No. 135, FIPS/T135, 164 p.
- Bazigos, G.P. 1983. "Design of fisheries statistical surveys on inland waters," FAO Fisheries Technical Paper No. 133, FIPS/T133, 122 p.
- Bazigos, G.P. 1983. "Mathematics for fishery statisticians," FAO Fisheries Technical Paper No. 169, FIPS/T169, 183 p.
- Beanlands, Gordon E. and Duinder, Peter N. 1981. "An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment In Canada." Dalhousie University, Institute for Resource and Environmental Studies.
- Beddington, J.R. and Rettig, R.B. 1983. "Approaches to the regulation of fishing effort," FAO Fisheries Technical Paper No. 243, FIPP/FIRM/T243, 39 p.

- Benedetti-Crouzet, E.; Dussart, B. et al. 1979. Les Retenues d'Eau: Creation, Evolution, Impacts, Surveillance. Synthèse bibliographique, Agence Financière de Bassin. Seine-Normandie [and] I.B.D. Sarlat [France], 258 p.
- Berkowitz, D.A. and Squires, A.M., editors. 1971. Power Generation and Environmental Changes. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 440 p.
- Bernacsek, G.M. 1984. "Dam design and operation to optimize fish production in impounded river basins, based on a review of the ecological effects of large dams in Africa," CIFA Technical Paper No. 11. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Bernard, K.J. and Deom, J. 1975. "Water resources development and public health: a bibliography," MPD/75.4, World Health Organization, Geneva, 43 p.
- Bernhard, M. 1976. "Manual of methods in aquatic environment research, Part 3: sampling and analysis of biological material," FAO Fisheries Technical Paper No. 158, FIRI/T158, 124 p.
- Bhukaswan, T. 1980. "Management of Asian reservoir fisheries," FAO Fisheries Technical Paper No. 207, FIRI/T207, 69 p.
- Bisset, Roland. 1978. "Quantification, decision-making and environmental impact assessment in the United Kingdom," Project Appraisal for Development Control, Department of Geography, University of Aberdeen. Academic Press, London, 1978.
- Bisset, Ronald. 1980. "Methods for Environmental Impact Analysis: Recent Trends and Future Prospects," Project Appraisal for Development Control, Department of Geography, University of Aberdeen, U.K. Academic Press, London, 1980.
- Biswas, S. 1966. "Ecological studies of phytoplankton in the newly forming Volta Lake of Ghana," Journal of the West African Science Association, 11 (1 and 2), p. 13-19.
- Biswas, S. 1969. "The Volta Lake: some ecological observations on the phytoplankton," Verh. Internat. Verein. Limnol. 17, p. 259-272.
- Boto, G., and Wellington, J.T. 1983. "Phosphorus and nitrogen nutritional status of a northern Australian mangrove forest," Marine Ecology Progress Series, 11, p. 63-69.
- Brabant, J.C. and Nedelec, C. 1983. "Bottom trawls for small-scale fishing: adaption for pair trawling," FAO Fisheries Technical Paper No. 189, FIIT/T189 (suppl. 1), 42 p.
- Brander, K. 1975. "Guidelines for collection and compilation of fishery statistics," FAO Technical Paper No. 148, FIRS/T148, 46 p.

- Brewer, R. 1979. Principles of ecology. W.B. Saunders, Philadelphia, 299 p.
- Bromley, D.W. et al. 1970. "Procedures for Evaluation of Water and Related Land Resources Projects." Center for Resource Policy Studies and Programs, University of Wisconsin, Madison, WI.
- Bromley, D.W.; Schmid, A.A. and Lord, W.B. 1971. "Public water resource project planning and evaluation," Working Paper No. 1, Center for Resource Policy Studies and Programs, University of Wisconsin, Madison, WI.
- Brown, Curtis A. 1984. "The Central Arizona water control study: a case for mulitobjective planning and public involvement." Water Resources Bulletin, 20 (3) June 1984.
- Burczynski, J. 1982. "Introduction to the use of sonar systems for estimating fish biomass," FAO Fisheries Technical Paper No. 191 Revision 1, FIRM/T191, 89 p.
- Burnet, A.M.R. 1967. "Electric fishing equipment design notes," New Zealand Marine Department Fisheries Technical Report No. 19, 48 p.
- Burnet, A.M.R. and Wallace, D.A. 1973. "The relation between primary productivity, nutrients, and the trout environment in some New Zealand lakes," New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries, Fisheries Research Bulletin No. 10, 27 p.
- Buskirk, Eli Drannon, Jr. 1976. "Economic impact analysis of reservoir and riverine fisheries in the Mekong River Basin of Northeast Thailand," Mekong Basinwide Fishery Studies Working Document No. 30, School of Natural Resources, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 180 p.
- Buskirk, Eli Drannon. 1976. Economic Impact Analysis of Reservoir and Riverine Fisheries in the Mekong River Basin of Northeast Thailand. The University of Michigan, Ann Arbor (University Microfilm).
- Caddy, J.F., editor. 1982. "Provisional world list of computer programmes for fish stock assessment and their availability by country and fisheries institutes," FAO Fisheries Circular No. 746, FIRM/C746, 51 p.
- Caddy, J.F., editor. 1983. "Advances in assessment of world cephalopod resources," FAO Fisheries Technical Paper 231, FIRM/T231, 152 p.
- Caisse Centrale de Cooperation Economique. "Evaluation Economique de l'Aménagement de la Rive Gauche du Fleuve Sénégal, Annexes," Ministère des Relations Extérieures, Cooperation et Developement, Paris, Decembre 1982.

- Caisse Centrale de Cooperation Economique. 1982. "Evaluation Economique de l'Aménagement de la Rive Gauche du Fleuve Sénégal, Rapport Général." Ministère des Relations Extérieures, Cooperation et Development, Paris, Decembre 1982.
- Carpenter, R.A. 1981. "Balancing economic and environmental objectives: the question is still, how?" Environmental Impact Assessment Review, 2(2), 1981.
- Carr, A. 1982. "Tropical forest conservation and estuarine ecology," Biological Conservation, 23, p. 247-259.
- Carr, A. 1976. "The blitz is on to save the sea cow," International Wildlife, 6(2), p. 12-25.
- Chakroff, M.S. 1981. "Aquaculture extension services case studies," FAO Fisheries Circular No. 740, FIRI/C740, 27 p.
- Chen, K.; Lagler, K.F. et al. 1974. Growth Policy: Population, Environment, and Beyond, The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- Chen, K.; Mathes, J.C.; Jarboe, K.; and Wolfe, J. 1979. "Value oriented social decision analysis: enhancing mutual understanding to resolve public policy issues," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, (9), September, 1979).
- Chen, K.; Mathes, J.C. and Jarboe, K.P. 1980. "Clarifying Energy Debates: Preliminary Results of a Social Decision Analysis," Proceedings of the International Conference on Cybernetics and Society (October 8-10, 1980), IEEE, New York.
- Chen, K.; Mathes, J.C.; Jarboe, K.P. and Solberg, S. 1981. "Alternative Energy Futures: Interest Group Trade-offs," Proceedings of the International Conference on Cybernetics and Society (October 26-28, 1981) IEEE, New York.
- Chimits, P. 1957. "The tilapias and their culture, a second review and bibliography," FAO Fisheries Bulletin, 10 (1), p. 1-24.
- Christie W.J. 1978. "A study of freshwater fishery regulation," FAO Technical Paper No. 180, FIRI/T180, 46 p.
- Clark, R.D., Jr. and Lackey, R.L. 1975. "Computer-implemented simulation as a planning aid for state fisheries management agencies," Department of Fisheries and Wildlife Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, FWS-3-75, 179 p.
- Clark, R.D., Jr. and Lackey, R.T. 1976. "A technique for improving decision analysis in fisheries and wildlife management," Virginia Journal of Science, 27(4), p. 199-201.

- Coche, A.G. 1971. "Lake Kariba Basin: a multidisciplinary bibliography, annotated and indexed 1954-1968," Fisheries Research Bulletin, Zambia, 5, pp. 11-87.
- Coche, A.G. 1982. "Aquaculture in fresh water, a list of reference books 1953-1981," FAO Fisheries Circular No. 724 Revision 1, FIRI/C724, 19 p.
- Coche, A.G. 1983. "The cultivation of fish in cages, an indexed bibliography 1965-1983," FAO Fisheries Circular No. 714, Revision 1, FIRI/C714, 61 p.
- Coche, G. 1982. "Aquaculture in marine waters: a list of reference books, 1961-1981," FAO Fisheries Circular No. 723, Revision 1, FIRI/C723, 18 p.
- Coche, G. 1982. "Coastal aquaculture: development perspectives in Africa and case studies from other regions," FAO/CIFA Technical Paper No. 9, CIFA/CPCA/T9, 259 p.
- Commission OMVG/Guinée. 1985. "Observations relatives aux études socio-economiques et d'environnement effectuées par l'USAID/Université de Michigan dans le cadre de l'OMVG, mimeo, 3 p.
- Conant, F.; Rogers, P. et al. 1983. "Resource inventory and baseline study methods for developing countries," American Association for the Advancement of Science, Washington, D.C., 1983.
- Coode and Partners. 1974. The Gambia Barrage Estuary Study, Vol. 1, 2.
- Cooper, Charles F. 1968. "Ecosystem Models in Watershed Management," Annual Meeting of American Society of Range Management, Albuquerque, New Mexico, February 14, 1968, mimeo.
- Cuinat, R. and Dumas, J. 1975. "Ecological diagnosis in salmonid streams," FAO/EIFAC Technical Paper No. 22, EIFAC/T22, 133 p.
- Danish Hydraulic Institute. 1982. "Studies of the Effect of a Barrage on Sedimentation."
- Dasmann, R.F.; Milton, J.P. and Freeman, P.H. 1973. Ecological Principles for Economic Development. Weber, London.
- Davies, B.R.; Hall, A. and Jackson, P.B.N. 1975. "Some ecological aspects of the Cabora Bassa dam," Biological Conservation, 8, p. 189-201.
- Dee, N. and Baker, J. et al. 1973. "An environmental evaluation system for water resources planning."
- Delogu, O.E. 1974. "United States experiences with the preparation and analysis of environmental impact statements: The National Environment Policy Act," IUCN Environmental Policy and Law Paper, International Union of Nature and Natural Resources, Morges, Switzerland, 1974.

- Deom, J. 1975. "Water resources development and health: A selected bibliography," World Health Organization, MPD/76.6, 68 p.
- Dill, W. A., editor. 1972. "Report of the symposium on the major communicable fish diseases in Europe and their control," FAO/EIFAC Technical Paper No. 17, EIFAC/T17, 40 p.
- Dill, W.A. 1959. "A pro forma for a river basin development survey (of dams, diversions, reservoirs, etc.) with respect to fisheries," FAO Fisheries Division, Biology Branch, FB/59/T5, 12 p.
- Dill, W.A., editor. 1973. "Symposium on the major communicable fish diseases in Europe and their control: Panel reviews and relevant papers," EIFAC Technical Paper No. 17, Supplement 2, EIFAC/T17, 255 p.
- EIFAC Working Party on Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. 1976. "Report on copper and freshwater fish," FAO/EIFAC Technical Paper, No. 27, EIFAC/T27, 21 p
- EIFAC Working Party on Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. 1980. "Report on combined effects of freshwater fish and other aquatic life of mixtures of toxicants in water," FAO/EIFAC Technical Paper No. 37, EIFAC/T37, 49 p.
- EIFAC Working Party on Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. 1983. "Report on chromium and freshwater fish," FAO/EIFAC Technical Paper No. 43, EIFAC/T43, 31 p.
- ESSA (Environmental and Social Systems Analysts, Ltd.) 1982. "Review and evaluation of adaptive environmental assessment management," Environment Canada, Ottawa, Ontario, 21-36/1983E, 116 p.
- Eddie, G.C. 1983. "Support and development of the retail trade in perishable fishery products," FAO Fisheries Technical Paper No. 235, FIIU/T235, 53 p.
- Edgcomb, G., compiler. 1965. "Man-made lakes: A selected guide to the literature," National Academy of Sciences/National Research Council, Washington, D.C., 98 p.
- Eicher, C. and Baker, D. 1982. "Research on Agricultural Development," MSU International Development Paper No. 1. Lansing: Michigan State University, Lansing, Michigan.
- Elliott, M.L. 1981. "Pulling the pieces together: amalgamation in environmental impact assessment," Environmental Impact Assessment Review, 2(1), p. 11-38.
- Environmental Research Institute of Michigan. 1980. "Seminar on remote sensing applications and technology transfer for international development," Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 85 p.

- Estes, T.S., editor. 1975. "Proceedings of the seminar-workshop on artisan fisheries development and aquaculture in Central America and Panama," University of Rhode Island, International Center for Marine Resource Development, Kingston, 182 p.
- Everhart, W.H.; Eipper, A.W. and Youngs, W.D. 1975. "Principles of fishery science," Cornell University Press, Ithaca, NY, 288 p.
- FAO. 1977. "Fishery country profile: The Gambia," FID/CP/GAM Rev. 1., p. 4. (In Spanish).
- FAO. 1977. "Report on the artisanal fisheries development and training mission to Nigeria, Benin, Ghana, and The Gambia, January/February 1975," Norwegian Funds In Trust, FAO/TF/RAF 80, 61 p.
- FAO. 1978. "Models for fish stock assessment," FAO Fisheries Circular No. 701, FIRM/C701, 122 p.
- FAO. 1978. "Some scientific problems of multispecies fisheries," Expert Consultation on Management of Multispecies Fisheries, 1977 Sept. 20-23, Rome, FAO Fisheries Technical Paper No. 181, FIRM/T181, 42 p.
- FAO. 1979. "Role of fishery technology in management and development of freshwater fisheries in Africa," FAO/CIFA Technical Paper No. 6, Fisheries Department, CIFA/T6, 67 p.
- FAO. 1980. "Comparative studies on freshwater fisheries," FAO Fisheries Technical Paper No. 198, FIR/T198, 46 p.
- FAO. 1980. "The collection catch and effort statistics," FAO Fisheries Circular No. 730, FIRM/C730, 63 p.
- FAO. 1981. "Conservation of the genetic resources of fish: problems and recommendations," Report of the Expert Consultation on the Genetic Resources of Fish, Rome, 9-13 June 1980, FAO Fisheries Technical Paper No. 217, FIRI/T217, 43 p.
- FAO. 1981. "Methods of collecting and analysing size and age data for fish stock assessment," FAO Fisheries Circular No. 736, FIRM/C736, 100 p.
- FAO. 1981. "Report of the working party on the promotion of fishery resources research in developing countries," Advisory Committee of Experts on Marine Resources Research (ACMARR), FAO Fisheries Report No. 251, FIRD/R251, 235 p.
- FAO. 1983. "Selected list of FAO publications on fishery resource appraisal methodology," FAO, Rome, 4 p.
- FAO. 1970. "Report of the man-made lakes stock assessment working Group, Jinja, Uganda, 11-16 May 1970," FAO Fisheries Reports, No. 87, FIRD/R87, 12 p.

- FAO/ACMARR/IAVO. 1976. "Indices for measuring responses of aquatic ecological systems to various human influences," Working Party on Ecological Indices of Stress to Fishery Resources, FAO Fisheries Technical Paper No. 151, FIR/T151, 66 p.
- FAO/CIFA. 1976. "Symposium on Aquaculture in Africa," FAO/CIFA Technical Paper No. 4, Supplement 1, CIFA/T4, 791 p.
- FAO/EIFAC. 1978. "The value and limitations of various approaches to the monitoring of water quality for freshwater fish," Working Party on Biological Monitoring, FAO/EIFAC Technical Paper No. 32, EIFAC/T32, 27 p.
- FAO/EIFAC. 1974. "Report of the symposium on methodology for the survey, monitoring and appraisal of fishery resources in lakes and large rivers," FAO/EIFAC Technical Paper No. 23, EIFAC/T23, 33 p.
- FAO/EIFAC. 1982. "Report of the symposium on stock enhancement in the management of freshwater fisheries," EIFAC Technical Paper No. 42, EIFAC/T42, 43 p.
- FAO/SIDA. 1983. "Manual of methods in aquatic environment research, part 9: analyses of metals and organochlorines in fish," FAO Technical Paper No. 212. 33 p. (Also available in French as "Manual des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique neuvieme partie")
- FAO/UNDP. 1975. "Lake Nasser Development Centre, Egypt: project findings and recommendations," FI:DP/EGY/66/558 Terminal Report.
- FAO/UNDP. 1975. "First Regional Workshop on Aquaculture Planning in Africa, Accra, 1975," FAO/UNDP Aquaculture Development and Coordination Programme, ADCP/REP/75/1, 114 p.
- FAO/UNDP. 1975. "Kanji Lake Research Project, Nigeria: project findings and recommendations," FAO FI:DP/NIR/66/524 Terminal Report, 87 p.
- Farvar, M.T. and Milton, J.P. editors. 1972. Careless Technology: Ecology and International Development, Natural History Press.
- Holdgate, M.W. and White, G.F. 1977. Environmental Issues, Scope report no. 10, John Wiley & Sons.
- Fraser, J.C. 1972. "Water levels, fluctuation, and minimum pools in reservoirs for fish and other aquatic resources: an annotated bibliography," FAO Fisheries Technical Paper No. 113, FIRI/T113, 42 p.
- Fraser, J.C. 1975. "Determining discharges for fluvial resources," FAO Fisheries Technical Paper No. 143, FIRS/T143, 102 p.
- Freeman, P.H. 1977. Large Dams and the Environment. International Institute for Environmenta and Development, 108 p.

- Funk, J.L. and Robinson, J.W. 1974. "Changes in the channel of the lower Missouri River and effects on fish and wildlife," Aquatic Series No. 11, Missouri Department of Conservation, 52 p.
- Garcia, S. and LesReste, L. 1981. "Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes pénaéides côtières," FAO Document Technique sur les Pêches No. 203, FIRM/T203, 210 p.
- Garner, J. 1962. "How to make and set nets or the technology of netting," Fishing News (Books) Ltd., London, 95 p.
- Gasaway, C. R. 1970. "Changes in the fish population in Lake Francis Case in South Dakota in th first 16 years of impoundment," Technical Papers of the U.S. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, 56, 30 p.
- Gaudet, J.L., editor. 1981. "Report of the technical consultation on the allocation of fishery resources, Vichy, France, 21-23 April 1980," FAO/EIFAC Technical Paper No. 38, EIFAC/T38, 45 p.
- Gerlotto, F. 1976. "Biologie de Ethmalosa fimbriata (Bowdich) en Côte d'Ivoire II. -- Etude de la croissance en lagune par la methode de Peterson," Doc. Scient., Centre Rech. Oceanographique Abidjan, 7(2), December 1976, 27 p.
- Getz, L.L.; Prather, P.C. and Platt, H.M. 1975. "Schistosomiasis in South America, 1: Current status in Brazil," The Biologist, 57 (4), p. 143-165.
- Gittinger, J.P. 1982. Economic Analysis of Agricultural Projects. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Golubeu, G.N. and Biswas, A.K. 1979. Interregional Water Transfers, Problems and Prospects. Pergamon Press.
- Gorman, O.T. and Karr, J. R. 1978. "Habitat structure and stream fish communities," Ecology, 59 (3), p. 507-515.
- Grover, J. H., editor. 1981. Allocation of fishery resources. FAO, Rome, 623 p.
- Grover, J.H., ed. 1980. "Allocation of fishery resources," Proceedings of the Technical Consultation on Allocation of Fishery Resources held in Vichy, France, 20-23 April 1980, FAO/American Fisheries Society.
- Gulland, J.A. 1966. "Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology," FAO Manuals in Fisheries Science No. 3, FRS/M3, 92 p.
- Gulland, J.A. 1977. "Buts et objectifs de l'aménagement des pêches," FAO Documents techniques surs les pêches, No. 166, FIRS/T166, 15 p.
- Gulland, J.A. 1980. "Some problems of the management of shared stocks," FAO Fisheries Technical Paper No. 206, FIRM/T206, 22 p.

- Gulley, F.B. and Medina, E. 1975. Tropical Ecological Systems. Springer-Verlag, NY.
- Hagan, R.M. and Roberts, E.B. 1973. "Ecological impacts of water storage and diversion projects," in Environmental Quality and Water Management, Goldman, C.R. McCoy; J. and Richardson, P.J., editors, W.H. Freeman, San Francisco, CA, p. 196-215.
- Hall, G.E., editor. 1971. "Reservoir fisheries and limnology," American Fisheries Society, Special Publication No. 9, Washington, D.C., 511 p.
- Hamilton, L.S. and Snedeker, S.C. 1984. Handbook for Mangrove Area Management. East-West Center, Honolulu, Hawaii.
- Hansen, A.J. 1978. "Case Studies Environmental Assessment of Foreign Donor Supported Projects in Indonesia," Environmental and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii.
- Harza Engineering Company. 1980. Environmental Design Considerations for Rural Development Projects. Chicago.
- Henderson, H. F. and Welcomme, R.L. 1974. "The relationship of yield to morphoedaphic index and numbers of fishermen in African inland fisheries," FAO/CIFA Occasional Paper No. 1, CIFA/OP1, 19 p.
- Holden, M.J. and Raitt, D.F.S., editors. 1974. "Manual of fisheries science, Part 2: Methods of resource investigation and their applications. FAO Fisheries Technical Paper No. 115, Revision 1, FIRS/T115, 214 p.
- Holling, C.S., editor. 1982. Adaptive Environmental Assessment and Management. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Holt, S.J., compiler. 1960. Multilingual Vocabulary and Notation for Fishery Dynamics. FAO, Rome, 42 p.
- Hoopes, C.C. 1970. Freshwater Fish Electro-motivator (FFEM), 2 vol. Industrial Sciences Group, University of Michigan, Ann Arbor.
- Howard Humphreys, Ltd. 1984. "The autonomous operation of the Kekreti Reservoir," mimeo.
- Huisman, E.A. and Hogendoorn, H., editors. 1979. "EIFAC workshop on mass rearing of fry and fingerlings of freshwater fishes," FAO/EIFAC Technical Paper no. 35, Suppl. 1, EIFAC/T35, 202 p.
- Huisman, J.W. 1978. "The international register of potentially toxic chemicals (IRPTC): its present state of development and future plans," AMBIO.
- Imeolove, D.M.A. and Adegoke, O.S., editors. The Ecology of Lake Kainjo, University of Ife Press, Ile-Ife, Nigeria.

- Interim Committee for Coordination of Investigations of the Lower Mekong Basin. 1982. Nam Pong Environmental Management Research Project: Final Report for Phase III, Part I: An Integrated Simulation Model for Resource Management, 311 p.
- Interim Committee for Coordination of Investigation of the Lower Mekong Basin and Lagler, K.F. 1982. Environmental Impact Assessment Guidelines for Application to Tropical River Basin Development.
- International Association for Impact Assessment. 1982. Impact Assessment Bulletin, 1(3), Spring 1982.
- International Association for Impact Assessment. 1982. Impact Assessment Bulletin, 2(1), Fall 1982.
- International Congress on Large Dams. 1973. Transactions. (11th, Madrid), Paris, 5 v.
- International Institute for Applied Systems Analysis. 1979. "Expect the unexpected: An adaptive approach to environmental management," Executive Report 1, IIASA, Laxenburg, Austria, 16 p.
- International Workshop on Environmental Planning for Large-Scale Development Projects. 1983. "Environmental Planning for Large-Scale Development Projects, Recommendations and Actions for Implementation," Whistler, British Columbia, 2-5 October 1983.
- Ita, E.O. and Petr, T. 1983. "Selected bibliography on major African reservoirs," FAO/CIFA Occasional Paper No. 10, CIFA/CPCA/OP10, 53 p.
- Jackson, P.B.N. and Rogers, K.H. 1976. "Cabora Bassa fish populations before and during the first filling phase," Zoologica Africana, 11(2), p. 373-397.
- Jackson, R.P.N. 1977. "The African great lakes: food source and world treasure," Biological Conservation, Applied Publishers Ltd, England, p. 303-304.
- Jain, R.K.; Urban, L.V.; G.S. Stacey, G.S. 1977. Environmental Impact Analysis: A New Dimension in Decision Making, Van Nostrand Reinhold Environmental Engineering Series, Van Nostrand Reinhold Company. New York, NY.
- Jamieson, D.C. and Axon, A., editors. 1984. Africa Guide 1984, World of Information, London.
- Jenkins, R.M. 1965. "Bibliography on reservoir fishery biology in North America," U.S. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife Research Report No. 68, 57 p.
- Jenkins, R.M. 1970. "The influence of engineering design and operation and other environmental factors on reservoir fishery resources," Water Resources Bulletin, 6(1), p. 110-119.

- Jenkins, R.M. 1976. "Prediction of fish production in Oklahoma reservoirs on the basis of environmental variables," Annals of the Oklahoma Academy of Sciences, 5, p. 11-20.
- Johannesson, K.A. and Mitson, R.B. 1983. "Fisheries acoustics: a practical manual for aquatic biomass estimation," FAO Fisheries Technical Paper No. 240, FIRM/T240, 249 p.
- Johnson, H.E., and Brice, R. F. 1953. "Use of impounded water for fish culture," U.S. Fish and Wildlife Service Research Report No. 35. 35 p.
- Jones, J.R. and Hoyer, M.V. 1982. "Sportfish harvest predicted by summer chlorophylla concentration in midwestern lakes and reservoirs," Transactions of the American Fisheries Society, 111, p. 176-179.
- Jones, J.R. et al. 1981. "Biotic index tested for ability to assess water quality of Missouri Ozark streams," Transactions of the American Fisheries Society, 110, p. 627-637.
- Josupeit, H. 1981. "The economic and social effects of the fishing industry," FAO Fisheries Circular No. 314, Revision 1, FIP/C314, 36 p.
- Kapetsky, J.M. 1981. "Some considerations for the management of coastal lagoon and estuarine fisheries," FAO Fisheries Technical Paper, No. 218, FIRI/T218, 47 p.
- Kapetsky, J.M. 1983. "Some fishery characteristic of coastal lagoons and estuaries," ACMARR Working Party on the Management of Living Resources in the Near-shore Tropical Waters, Working Paper No. 7, 43 p.
- Kapetsky, J.M. 1984. "Management of fisheries on large African reservoirs - an overview," in Proceedings of the National Symposium on Managing Reservoir Fishery Resources, June 14-16, 1983.
- Kapetsky, J.M. and Petr, T., editors. 1984. "Status of African reservoir fisheries," FAO/CIFA Technical Paper 10, 326 p.
- Kothari, F. 1979. "Environment and Development," Regional Seminar on Alternative Patterns of Development and Life-Styles in Asia and the Pacific, 14-18 August 1979. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), Bangkok.
- Lagler, K.F. 1956. Freshwater Fishery Biology, 2nd ed. Wm. C. Brown, Dubuque, 421 p.
- Lagler, K.F. 1971. "Ecological effects of hydroelectric dams," in Berkowitz, D.A. and Squires, A.M., editors, Power Generation and Environmental Change, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, p. 133-157.

- Lagler, K.F. 1974. "Consequences on the environment of building dams," in Eleventh International Congress on Large Dams, Madrid, Spain, 11-15 July, 1973, 5, p. 48-63.
- Lagler, K.F. 1979. "Environmental management and water resource equipment in the Nam Pong basin of northeastern Thailand," Interim Committee for Coordination of Investigation of the Lower Mekong Basin, MKG/81, 86 p.
- Lagler, K.F., editor. 1969. Man-made Lakes. UNDP/FAO, Rome, 71 p. (Also available in French as Les Lacs Artificiels.)
- Lagler, K.F.; Kapetsky, J.M. and Stewart, J. 1971. "The fisheries of the Kafue River flats, Zambia, in relation to the Kafue Gorge Dam," University of Michigan and Central Fisheries Research Institute, Chilanga, Zambia Technical Report 1, FI:SF/ZAM 11, 161 p.
- Lannan, J. E.; Smitherman, R.O. and Tchobanoglous, G., editors. 1983. "Principles and practices of pond aquaculture: a state of the art Review," Marine Science Center, Oregon State University, Newport, OR, 240 p.
- Lelek A. 1982. "Ecological impact due to impoundment of Batang Balui in the Bakun area, Sarawak East Malaysia," German Agency for Technical Cooperation, 65 p.
- Lelek, A. 1980. "Fische als Indikatoren der Umweltverhältnisse," *Cour. Forsch, Inst. Senckenber*, 41, p. 111-129.
- Lelek, A. and El-Zarka, S. 1971. "Preliminary observations on the effect of Kainji Dam on the downstream fisheries," Journal of the West African Science Association, 16(2), p. 171-178.
- Lelek, A. and Tobias, W. 1982. "Rapport final sur les proprietiés limnologiques, la piscifaune et le pêche industrielle dans le lac du barrage de Selingue, Republique du Mali. Annex: propositions relatives à l'activité du laboratoire de hydrobiologie de Mopti," Frankfurt, 86 p.
- Lelek, A.; Lelek, S. and El-Zarka, S. 1973. "Ecological comparison of the preimpoundment and postimpoundment fish faunas of the River Niger and Kainji Lake, Nigeria," Geophysical Monograph Series, 17, American Geophysical Union, Washington, D.C, p. 655-660.
- Lenon, R. E. 1959. "The electrical resistivity meter in fishery investigations," U.S. Fish and Wildlife Service Special Scientific Report--Fisheries, No. 287, 13 p.
- Leopold, L.B. et al. 1971. "A procedure for evaluating environmental impact, Geological Survey Circular 645, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 13 p.

- Leopold, M. 1981. "Problems of fish culture economics with special reference to carp culture in Eastern Europe," FAO/EIFAC Technical Paper No. 40, EIFAC/T40, 99 p.
- Lesack, L.F.W. 1974. "Seasonal catch-effort dynamics, composition and distribution of fishes in the riverine artisanal fishery in The Gambia, West Africa," 38 p. (Ms.).
- Liang, Y. and van der Schalie, H. 1975. (Abstract) "Cultivating Fossaria bulimoides (Lea), a snail host of the liver fluke, fasciola hepatica," Malacological Review, 8, p. 123.
- Little, E.C.S. 1979. "Handbook of utilization of aquatic plants: A review of world literature," FAO Fisheries Technical Paper No. 187, FRI/T187, 176 p.
- Loiselle, P.V. 1972. "Ghana preliminary survey of inshore habitats in the Volta Lake," FAO Volta Lake Research Project, FI:DP/GHA/67/510/2, 122 p.
- Maar, A.; Mortimer, M.A.E. and Van Der Lingen, I. 1966. Fish Culture in Central East Africa. FAO, Rome, 158 p.
- Marshall, B.E. 1983. "Towards predicting reservoir ecology and fish yields from preimpoundment physicochemical data," 45 p. (Ms.).
- Mathes, J.C. and Stevenson, D.W. 1976. Designing Technical Reports. Bobbs-Merrill, Indianapolis, IN, 72 p.
- Matthes, H. 1973. A Bibliography of African Freshwater Fish. FAO, Rome, 299 p.
- Matuszek, J. E. 1978. "Empirical predictions of fish yields of large North American lakes," Transactions of the American Fisheries Society, 197 (3), p. 385-394.
- McAllister, Donald M. 1980. Evaluation in Environmental Planning: Assessing Environmental, Social, Economic and Political Trade-offs. The MIT Press, Cambridge, MA, 1980.
- Medina-Gandara, J.A. and Sanchez Silva, R. 1977. "Impacto ambiental de las obras hidraulicas," Documentacion de la Comision del Plan Nacional Hidraulico, Mexico City, Mexico, 70 p.
- Mekong Committee. 1970. "Report of the seminar on the draft amplified basin plan report," United Nations, E/CN.11/WRD/MKG/L.3118, 55 p.
- Mekong Committee. 1970. "Report on indicative basin plan, a proposed framework for the development of water and related resources of the lower Mekong Basin," United Nations, E/CN.11/WRD/MKG/L.340, 6 chapters, 11 annexes, paged separately.

- Mekong Committee. 1974. "Final report of the ad hoc panel of environmental consultants," UN Economic and Social Council, E/CN.11/WRD/MKG/L.402, 139 p.
- Mekong Committee. 1976. "Fisheries and integrated Mekong River basin development," terminal report of the Mekong basinwide fishery study, Karl F. Lagler, director, School of Natural Resources, University of Michigan, Ann Arbor, MI, 3v.
- Moller, F. 1979. "Manual of methods in aquatic environment research, part 5: statistical tests," FAO Fisheries Technical Paper No. 182. FIRI/T182, 131 p.
- Mottet, M.G. 1980. "Factors leading to the success of Japanese aquaculture," Technical Report No. 52. Washington Department of Fisheries, Olympia WA, 83 p.
- Moxon, J. 1969. Volta: Man's Greatest Lake. Andre Deutsch, London, 256 p.
- Munn, R.E., editor. 1981. Environmental Impact Assessment, Principles and Procedures, 2nd ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- N'Jie, A.E. 1982. An Introductory Manual of Identification of Common Marine Species (External Features). Publication No. 34, Gambia Fisheries Department, Banjul, The Gambia, 44 p.
- Nédélec, C. 1982. "Definition and classification of fishing gear categories," FAO Fisheries Technical Paper, No. 222, FIDI/FIIT/T222, 51 p.
- Needham, J.G., and Needham, P. R. 1951. A Guide to the Study of Freshwater Biology, 4th ed. Comstock Publishing Co., Ithaca, N.Y., 88 p.
- Neiland, H. 1980. "Qualitative and quantitative aspects of the food Ethmalosa fimbriata (Bowdich) in the Ebrie Lagoon (Ivory Coast)," Doc. Scient. Centre Rech. Oceanogr. Abidjan, 77(7) June 1980, p. 85-95.
- Nelson, M.L.; Gangstad, E. O. and Seaman, D. E. 1970. "Report on potential growth of aquatic plants of the lower Mekong River basin -- Laos, Thailand," US Corps of Engineers, Washington, D.C., 98 p.
- New, M.B., and Singholka, S. 1982. "Freshwater prawn farming: A manual for the culture of the Macrobrachium rosenbergii," FAO Fisheries Technical Paper No. 225, FIRI/T225 (En), 116 p.
- Newman, G. 1977. "The living marine resources of the Southeast Atlantic," FAO Fisheries Technical Paper No. 178, FIR/T178(EN), 59 p.
- Norling, I. 1968. "Economic evaluation of inland sport fishing," FAO/EIFAC, Technical Paper No. 7, EIFAC/T7, 96 p.

- OMVG. 1985. "Summary report of the meeting of University of Michigan representatives and Member States OMVG, Banjul, July 8-11, 1985," mimeo.
- OMVS, n.d. "Assessment of Environmental Effects of Proposed Developments in the Senegal River Basin," Plan of Action and Final Report. Gannet, Fleming, Corddry, and Carpenter, Inc.
- Odum, E.P. 1963. Ecology. Holt, Rinehart Winston, New York, 152 p.
- Oglesby R.T.; Carlson, C.A. and McCann, J.A., editors. 1972. River Ecology and Man. Academic Press, New York, 465 p.
- Ortolando, Leonard. 1982. "Environment assessment in water resources planning," Water Supply and Management, 2, p. 159-176.
- Panayotou, T. 1982. "Management concepts for small-scale fisheries," FAO Fisheries Technical Paper No. 228, FIPP/ T228, 53 p.
- Panel of Experts on Environmental Management for Vector Control (PEEM). 1983. "Report of the Third Meeting." PEEM Secretariat, World Health Organization, Geneva, VBC/83.4. 71 p.
- Paperna, I. 1980. "Parasite, infections and diseases of fish in Africa," FAO/CIFA Technical Paper No. 7, CIFA/T7, 216 p.
- Pauly, D. 1980. "A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks," FAO Fisheries Circular No. 729, FIRM/C729, 54 p.
- Pearson, S.; Stryker, D. et al. 1981. Rice in West Africa. Stanford University Press, Palo Alto.
- Pfritzer, D.W. 1959. "Reservoir and tailwater bibliography with special reference to the southeastern United States," revised, U.S. Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Branch of River Basin Studies, Atlanta, 40 p.
- Pikus, I., editor. 1985. "National Science Foundation Panel Review of Gambia River Basin Studies."
- Pollnac, R.B., editor. 1977. "Panamanian small-scale fishermen," Marine Technical Report No. 44, International Center for Marine Resource Development, University of Rhode Island, Kingston, R.I., 88 p.
- Polytechna. 1981. Plan Geeral D'Aménagement Hydraulique de la Moyenne Guinée.
- Pope, J.A. et al. 1975. "Manual of methods for fish stock assessment, part 3: selectivity of fishing gear," FAO Fisheries Technical Paper No. 41, Revision 1, FIRS/T41, 65 p.

- Portmann, J.E., editor. 1976. "Manual of methods in aquatic environment research, Part 2: Guidelines for the use of biological accumulators in marine pollution monitoring," FAO Fisheries Technical Paper No. 150, FIFI/T150, 76 p.
- Powers, J. E. and Lackey, R.T. 1976. "A multiattribute utility function for management of a recreational resource," Virginia Journal of Science, 27, p. 191-198.
- Prieur, M. and Lambrechts, C. 1980. "Model outline environmental impact statement from the standpoint of integrated management or planning of the national environment," Nature and Environment Series, No. 17, Council of Europe, Strasbourg.
- Printz, A.C., Jr. 1983. "Environmental assessment: a tool for systemwide cooperation," Horizons, February, 1983, p. 22-25.
- Rau, J.G. and Wooten, D.C., editors. 1984. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill, New York.
- Reid, G.K. and Wood, R.D. 1976. Ecology of Inland Waters and Estuaries, 2nd ed. Van Nostrand, New York, 485 p.
- République du Sénégal. 1984. "Deuxieme Lettre de Mission entre le Gouvernement du Sénégal et La Societé d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé (1984/85-1985/86-1986/87)." Ministre du Développement Rural, Saint Louis, Decembre 1984.
- Responsibility, Data and Institutional Development, no. 625-0620A, USAID/Senegal, Project Paper Amendment."
- Rhein-Ruhr Ingenieur-Gesellschaft. 1983. Anti-Salt Bridge-Barrage.
- Rickers, W.E. 1975. "Computation and interpretation of biological statistics of fish populations," Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191, 382 p.
- Riley, J.P.; Andersen, J.C. et al. 1981. "Cost allocation alternatives for the Senegal River development program." Utah Water Research Laboratory, Utah State University, Logan, Utah.
- Roberts, T.R. and Stewart, D.J. 1976. "An ecological and systematic survey of fishes in the rapids of the Lower Zaire or Congo river," Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 14(9), p. 240-316.
- Rubin, N. and Warren, W.M., editors. 1968. Dams in Africa: An Interdisciplinary Study of Man-made Lakes in Africa. Frank Cass, London.
- Ryder, R.A. et al. 1974. "The morphoedaphic index, a fish yield estimator -- review and evaluation," Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 31 (5), p. 663-688.

- SONED Afrique-Courtoy. 1980. "Projet de développement rural au Sénégal-Oriental et en Haute Casamance," Vol. 1-4, Ministère du Développement Rural, République au Sénégal.
- Saile, S. B. and Roedel, P. M., editors. 1980. "Stock assessment for tropical small-scale fisheries," International Center for Marine Resource Development, University of Rhode Island, Kingston, RI, 198 p.
- Sasekumar, A. and Loi, J.J. 1983. "Litter production in three mangrove forest zones in the Malay peninsula," Aquatic Botany, 17 (1983), p. 283-290.
- Saville, A., editor. "Survey methods of appraising fishery resources," FAO Technical Paper No. 171, FIRS/T171, 76 p.
- Schneider, C.R. 1974. "Snail transmission of schistosomiasis in the Lower Mekong Basin, with observations on other waterborne diseases," Smithsonian Institution Office of International and Environmental Programs, Washington, D.C., 229 p.
- Schneider, J.C. 1975. "Typology and fisheries potential of Michigan lakes," Michigan Academician, 8(1), p. 59-84.
- Schneider, J.C. 1978. "Predicting the standing crop of fish in Michigan lakes," Fisheries Research Report No. 1860, Michigan Fisheries Division, 10 p.
- Schwartz, F.J. and Howland, P.A. 1978. "Evaluating gear and factors affecting catch and sampling variation," University of North Carolina Institute of Marine Sciences, Morehead City N.C., 99 p.
- Scientific Committee on Oceanographical Research Working Group 33. 1974. "A review of methods used for quantitative phytoplankton studies," UNESCO Technical Papers in Marine Science, No. 18, UNESCO, Paris, 27 p.
- Scientific Committee on Problems of the Environment Working Group on Man-Made Lakes (SCOPE). 1972. "Man-made lakes as modified ecosystems," Scope Report 2, ICSU, Paris, 76 p.
- Scientific Committee on Water Research, International Council of Scientific Unions. 1971. "Symposium on man-made lakes, their problems and environmental effects" (abstracts of papers), COWAR, Urbana, IL, 234 p.
- Scudder, T. "River Basin Development and Local Initiative in African Savanna Environments," in Human Ecology in Savanna Environments, Harris, D.R., editor, Academic Press, London.
- Scudder, T. 1972. "Ecological bottlenecks and the development of the Kauba Lake Basin," in The Careless Technology, Farvar, M.T. and Milton, J.P., editors, Natural History Press, Garden City, NY, p. 206-238.

- Scudder, T. 1981. "African River Basins," California Institute of Technology and Institute for Development Anthropology, Pasadena, CA, mimeo.
- Scudder, T. 1985. "The Gambia River Basin Development Study Meeting of the NSF Evaluation Panel: Commentary," mimeo.
- Scudder, T. and E.F. Colson. 1972. "The Kariba Dam project," in Technology and Social Change, H.R. Bernard and P. Pelto, editors, MacMillan, New York, 39-69 p.
- Shaner, W.W.; Philipp, P.F.; and Schmehl, W.R. 1982. Farming Systems Research and Development, Guidelines for Developing Countries. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Shedhaden, Z.H., editor. 1975. "Report of the Symposium on aquaculture in Africa," FAO/CIFA Technical Paper No. 4, CIFA/T4, 36 p.
- Shireman, J.V. and Smith, C.R. 1983. "Synopsis of biological data on the grass carp, Ctenopharyngodon idella," FAO Fisheries Synopsis No. 135, FIR/S135, 85 p.
- Shopley, J.B. and Fuggle, R. F. 1984. "A comprehensive review of current environmental impact assessment methods and techniques," Journal of Environmental Management.
- Simpson, A.C. 1977. "The role of research in fisheries development," FAO Fisheries Circular No. 720, FIDP/C720, 17 p.
- Smith, I.R. 1979. A Research Framework for Traditional Fisheries. ICLARM, Manila, 40 p.
- Smith, P. E. and Richardson, S. L. 1977. "Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys," FAO Fisheries Technical Paper No. 175, FIR/T175, 100 p.
- Smith, P. E. and Richardson, S. L. 1979. "Selected bibliography on pelagic fish egg and larva surveys," FAO Fisheries Circular No. 706, FIR/C706, 97 p.
- Smith, R.F.; Swartz, A.H. and Massman, W.H., editors. 1966. "A symposium on estuarine fisheries," American Fisheries Society Special Publication No. 3, 154 p.
- Snedaker, S.C. 1978. "Mangroves: their value and perpetuation," Nature and Resources, 14(2), p. 6-13.
- Song, Z., compiler. 1980. "Manual of small-scale reservoir fish culture," FAO Fisheries Circular No. 727, FIRI/C727, 18 p.
- Sonntag, N.C.; Everitt, R.R. and Staley, M.J. 1980. Simulation Modelling: The Tool of Adaptive Environmental Assessment and Management, ESSA Environmental and Social Systems Analysis, Vancouver, British Columbia.

- Spailing, E.W. 1981. "A survey and analysis of ex-post cost benefit studies of Sahelian irrigation projects," Colorado State University, Department of Economics, Fort Collins, CO.
- Stanley, N.F. and Alpers, M.P., editors. 1975. Man-made Lakes and Human Health, Academic Press, London.
- Sterling, C. 1971. "Aswan Dam: predictions came true with a vengeance," Washington Post, Feb. 15, p. 15.
- Sterling, C. 1971. "Environmental problems face a new super-dam," Washington Post, Jan. 11 1977, p. 17.
- Stirn, J. 1981. "Manual of methods in aquatic environment research, part 8: ecological assessment of pollution effects," FAO Fisheries Technical Paper No. 209, 70 p.
- Streeten and Associates. 1981. First Things First. Oxford University Press, London.
- Sundararaj, B.I. 1981. "Reproductive physiology of teleost fishes," FAO/UNDP Aquaculture Development and Coordination Programme, ADCP/REP/81/16, 82 p.
- Swanson, G. A., technical coordinator. 1979. "The Mitigation Symposium: a national workshop on mitigating losses of fish and wildlife habitats," General Technical Report RM-65, Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station, Fort Collins, Colorado, 684 p.
- Teas, H. J., editor. 1984. Physiology and Management of Mangroves. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Teinsongrusmee, B. 1967. "A Bibliography of systematic and biology of shrimps (Penaeidae)," Contribution No. 6, Marine Fisheries Laboratory, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture. Bangkok, 103 p.
- Tomczak, G.H. 1977. "Environmental analyses in marine fisheries research-fisheries environmental services," FAO Fisheries Technical Paper No. 170, FRI/T170, 141 p.
- Tressler, D.K. and Lemon, J. McW. 1951. Marine Products of Commerce. 2nd ed. Reinhold Publishing, New York, 102 p.
- U.S. Agency for International Development. 1981. "OMVS - Fiscal Allocation."
- U.S. Agency for International Development. "Prospects for Small-Scale Development in the Sahel," The Sahel USAID Water Management Synthesis II Project, WMS Report 26.
- U.S. Army Corp of Engineers. 1963. "Seminar on river basin planning, Ft. Belvoir, Virginia 27-31 May 1963," Department of Army, Office of the Chief of Engineers, Washington, D.C., 483 p.

- UNDP. 1976. Guidelines on Project Formulation, G3400-2, 118 p.
- UNDP. 1977. Multidisciplinary Mission Multidonor Mission, March-April 1977. Development of the Gambia River Basin, 2 vols, Programme of Action, Résumé Préliminaire, United Nations Development Programme. New York.
- UNESCO. 1981. Bibliography on Mangrove Research, UNESCO, Paris, 479 p.
- USAID. 1984. "Mid-term project evaluation Gambia River Basin Development Project," USAID/Senegal, River Basin Development Office, mimeo.
- Ulltang, O. 1977. "Methods of measuring stock abundance other than by the use of commercial catch and effort data," FAO Fisheries Technical Paper No. 176, FIRS/T176, 23 p.
- United Nations Economic and Social Council. 1974. "Final Report: Ad Hoc Panel of Environmental Consultants, Committee for Co-ordination of Investigations of the Lower Mekong Basin," 10 December 1974.
- United Nations. 1979. Water Management and Environment in Latin America. United Nations Economic Commission for Latin America, Pergamon Press, NY.
- United Nations. 1983. "Experiences in the Development and Management of International River and Lake Basins," Proceedings of the United Nations Interregional Meeting of International River Organizations, Dakar, Senegal, 5-14 May 1981, United Nations, New York.
- United States Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. 1961. "Reservoirs: a prospectus for sport fishery research," Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Washington, D.C, 30 p.
- United States Committee on Large Dams, the Committee on Failures and Accidents to Large Dams. 1975. "Lessons from dam incidents, USA," American Society of Civil Engineers, New York, 387 p.
- Vibert, R. and Lagler, K.F. 1961. Pêches continentales biologie et aménagement. Dunod, Paris, 719 p.
- Vincke, P. 1982. "Catfishes of the genus Clarias: A general bibliography," FAO Fisheries Circular No. 739, FIRI/ C739, 39 p.
- Ward, G.S. and Parrish, P.R. 1982. "Manual of methods in aquatic environment research, Part 6: toxicity tests," FAO Fisheries Technical Paper No. 185, FIRI/T185, 23 p.
- Wei, J. 1980. "Aswan and after: the taming and transformation of the River Nile," The Research News, The University of Michigan, Ann Arbor, 31(7), p. 1-29.

- Welcomme, R. L. 1983. "River Basins," FAO Technical Paper No. 202, Fishery Resources and Environmental Division, Food and Agriculture Organization, Rome.
- Welcomme, R.L. "Some General and Theoretical Consideration on the Fish Production of African Rivers," CIFA Occasional Paper No. 3, Food and Agriculture Organization, Rome.
- Welcomme, R.L. 1975. "L'écologie des pêches dan les plaines inondable Africaines," Document Technique du CPCA No. 3, CPCA/T3, 51 p.
- Welcomme, R.L. 1975. "The fisheries ecology of African floodplains," FAO/CIFA Technical Paper No. 3, CIFA/T3, 51 p.
- Welcomme, R.L. 1978. 'Symposium on river and floodplain fisheries in Africa," FAO/CIFA Technical Paper No. 5, CIFA/T5, 378 p.
- Welcomme, R.L. 1979. "Fishery management in large rivers," FAO Fisheries Technical Paper No. 194, FIRI/T194, 60 p.
- Welcomme, R.L. 1979. "Fishery management in large rivers," FAO Fisheries Technical Paper No. 194, FIRI/T194, 60 p.
- Welcomme, R.L. 1979. "Les pêches continentales d'Afrique," FAO/CPCA Document No. 7, CPCA/OP7, 77 p.
- Welcomme, R.L. 1983. "River basins," FAO Fisheries Technical Paper No. 202, FIR/T202, 60 p.
- Welcomme, R.L. and Hagborg, D. 1977. "Towards a model of a floodplain fish population and its fishery," Env. Biol. Fish., 2(1), p. 7-244.
- Welcomme, R.L. and Henderson, H.F. 1976. "Aspects of the management of inland waters for fisheries," FAO Fisheries Technical Paper No. 161, FIRS/T161, 36 p.
- Welcomme, R.L., editor 1975. "Symposium on the methodology for the survey, monitoring and appraisal of fishery resources in lakes and large rivers," FAO/EIFAC Technical Paper No. 23 (Supplement 1) Vol. I, pp 1-435; Vol II, pp. 436-747.
- White, G.F. 1977. Environmental Effects of Complex River Development. Westview Special Studies in Natural Resource and Energy Management, Boulder, CO.
- Widstrand, C. 1978. Environmental and Social Effects of Water Management in Development. Pergamon Press, NY.
- Williams, R.B. 1966. "Annual phytoplanktonic production in a system of shallow temperature estuaries," in Some Contemporary Studies in Marine Science, Harold Parnes, editor, George Allen and Unwin, London, p. 699-716.

- Winberg, G.G., editor. 1971. "Symbols, units and conversion factors in studies of freshwater productivity," International Biological Programme, London, 23 p.
- World Bank. 1981. The Gambia - Basic Needs in The Gambia, A World Bank Country Study. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, D.C.
- World Bank. 1984. "Environmental Policies and Procedures of the World Bank," The World Bank, Washington, May 1, 1984.
- World Bank. 1984. Impact Evaluation Report - The Gambia Agricultural Development Project. The World Bank, 1984.
- Worthington, E.B., editor. 1977. Arid Land Irrigation in Developing Countries: Environmental Problems and Effects. Pergamon Press, NY.
- Woynarovich, E. 1980. Cartilla del piscicultor. Republic of Venezuela, National Office of Fisheries, 111 p.
- Woynarovich, E. and Horvath, L. 1981. "La reproduction artificielle des poissons en eau chaude: manual de Vulgarisation," FAO Document technique sur les pêches No. 201, FIR/T201, 191 p.
- Y. Bajard Associates Ltd. 1976. "Development of the Gambia River Basin: proposal for a plan of action appendix groundwater-drainage," The Company, Vancouver, 96 p.
- Zuboy, J.R. and Lackey, R.T. 1975. "A computer simulation model of a multispecies centrarchid population complex," Virginia Journal of Science, 26(1), p. 13-19.
- van der Schalie, H. 1972. "World Health Organizations Project Egypt 10: A case history of a schistosomiasis control project," in The Careless Technology, Farvar, M.T. and Milton, J.P., editors, Natural History Press, New York, p. 116-136.
- van der Schalie, H. 1974. "Aswan Dam revisited," Environment, 16(9), p. 18-26.
- van der Schalie, H. 1973. "Dam(n) large rivers -- then what"? The Biologist, 55(1), p. 29-33.
- von Brandt, A. 1979. "Bibliographie pour la formation des pecheurs," FAO document technique sur les pêches No. 195, FIIT/T19, 71 p.

C 285

ANNEX A.

**ETUDES SUR LE BASSIN DU FLEUVE GAMBIE
L'UNIVERSITE DU MICHIGAN DOCUMENTS DE TRAVAIL**

ETUDES SUR LE BASSIN DU FLEUVE GAMBIE
DE L'UNIVERSITE DU MICHIGAN

DOCUMENTS DE TRAVAIL

1. Materials towards a bibliography related to Gambia Basin development. Banjul: UM GRBS, 3 March 1983. 70 p.
2. Work plan for socioeconomic studies in relation to proposed dams in the People's Revolutionary Republic of Guinea, by William Derman. Banjul: UM GRBS, 3 March 1983. 12 p.
3. Criteria for selection of villages for intensive socioeconomic study in the Gambia River Basin of The Gambia and Senegal, by Peter M. Weil. Banjul: UM GRBS, 23 February 1983. 37 p.
4. Gambia River Basin Studies Work Plan. Ann Arbor: UM GRBS, March 1983. 171 p. Plus three addenda of later date.
5. Material towards an illustrated key to the fishes of the Gambia River and estuary, by Walter J. Rainboth. Ann Arbor: UM GRBS, May 1983. 613 p.
6. A review of data processing requirements for socioeconomics, by Gerald A. Cole. Ann Arbor: UM GRBS, 1 June 1983. 28 p.
7. Guideline for fishery economic investigations, by Henri P. Josserand. Banjul: UM GRBS, 20 June 1983. 11 p.
8. Hydrology in relation to development in the Gambia River Basin, by Michael Jasinski. Banjul: UM GRBS, 31 July 1983, 29 p.
9. Material on medical establishment in OMVG Member States, by Sara McAndrew. Banjul: UM GRBS, 30 July 1983. 67 p.
10. Socioeconomic reconnaissance Kedougou-Kekreti area, Senegal Oriental, by William Derman. Banjul: UM GRBS, 8 February 1983. 27 p.
11. Proposed plan of study for a survey on the development and organization of irrigation perimeters in the Gambia River Basin, by Christine Scharffenberger. Banjul: UM GRBS, July 1983. 6 p.
12. Program of reconnaissance for "Socioeconomic impact case study of the Balingho barrage" and related "Agricultural extension and input provision case study", by Cynthia Moore. Banjul: UM GRBS, August 1983. 7 p.
13. Work plan for socioeconomic studies in the Kekreti Dam area, Senegal, by Walter West. Banjul: UM GRBS, July 1983. 20 p.
14. Reconnaissance for socioeconomic downstream impact assessment of the Balingho barrage, by Cynthia Moore and Moussa Ceesay. Banjul: UM GRBS, August 1983. 38 p.

15. The design and relevance of intensive village surveys to river basin development projects, by John Sutter. Banjul: UM GRBS, September 1983. 25 p.
16. Expanded materials on the study of hydrology in relation to development in the Gambia River Basin, by Michael Jasinski. Banjul: UM GRBS, September 1983. 25 p.
17. Notes on involvement of the governments of the OMVG member states in the Gambia River Basin Studies of The University of Michigan (GRBS) for USAID and OMVG, by Karl F. Lagler. Banjul: UM GRBS, October 1983. 18 p.
18. Revised basinwide work schedules, by team and project quarter, by Karl F. Lagler. Banjul: UM GRBS, 15 November 1983. 31 p.
19. Scope of animal health impact studies, by Marinus van den Ende. Banjul: UM GRBS, 26 September 1983. 7 p.
20. Floodplain ecology -- Gambia River, The Gambia, by Alfred M. Beeton. Banjul: UM GRBS, 18 January 1984. 22 p.
21. Farming system survey in the Senegambia portion of the Gambia River Basin between Georgetown vicinity, The Gambia, and Kedougou vicinity, Senegal Oriental (Socioeconomic study zone 3), by Richard Swanson. Banjul: UM GRBS, 24 January 1984. 27 p.
22. Farming system survey in the Senegambia portion of the Gambia River Basin, by Franklin Casey, Cynthia Moore and Richard Swanson. Banjul: UM GRBS, 24 January 1984. 27 p.
23. Gambia River "Balingho" bridge-barrage impact study -- Rice cultivation systems, by Judith Carney. Banjul: UM GRBS, 24 January 1984. 10 p.
24. Artisanal fisheries of the Gambia River: review and directives for University of Michigan studies, by John A. Dorr, Philip J. Schneeberger and Ousman K. L. Drammeh (Fisheries Department, Ministry of Water Resources and Environment, Banjul). Banjul: UM GRBS, December 1983. 27 p.
25. Aquatic ecology and resources of the Gambia River, Senegambia -- sampling strategy and selected findings, June through September 1983, by Russell A. Moll and John A. Dorr. Banjul: UM GRBS, January 1984. 84 p.
26. Observations on the terrestrial flora, fauna and ecology of the Guinean headwaters region of the Gambia River Basin, by Peter L. Ames, B. Dean Treadwell, Dario Rodriguez-Bejarano and Janis A. Carter. Banjul: UM GRBS, 24 February 1984. 73 p.
27. Snail intermediate hosts of human schistosomiasis in The Gambia and Senegal, by Emile A. Malek. Banjul: UM GRBS, 16 February 1984. 17 p.

28. Economic data on fisheries of the Gambia River and adjacent coastal waters, by Henri P. Josserand, Musa A. Saidykhan and Amadou A. Gueye. Banjul: UM GRBS, 16 March 1984. 16 p.
29. Gambia River Basin Studies data processing and data management ,by Leonard Malczynski. Banjul: UM GRBS, 16 March 1984. 16 p.
30. Socioeconomic impacts of proposed Kekreti dam, Gambia River, Senegal Oriental, by Walter West. Banjul: UM GRBS, 1 April 1984. 75 p.
31. Costs of mitigating measures for public health in the Gambia River Basin, by Marty Makinen. Banjul: UM GRBS, 30 March 1984. 24 p.
32. A dictionary of scientific and local names for fish commonly occurring in The Gambia's territorial waters, by Musa A. Saidykhan. Banjul: UM GRBS, 11 April 1984. 16 p.
33. Animal health in the upper Gambia River Basin: potential effects of river development, by Marinus van den Ende. Banjul: UM GRBS, 16 April 1984. 62 p.
34. A food and nutrition surveillance system for the Gambia River Basin, by Tonia Marek. Banjul: UM GRBS. 102 p.
35. Rural water supply and sanitation in the Gambia River Basin, by D. M. B. Jagne (Consultant in Public Health). June 1984. 29 p.
36. Environmental effects of proposed mining-related activities in the Gambia River Basin, by Robert E. Moran. Banjul: UM GRBS, 4 June 1984. 46 p.
37. Aquatic ecology and resources of the Gambia River: selected findings, October 1983 through January 1984, by Russell A. Moll, Thomas D. Berry, Marcus J. Healey, Loren E. Flath, Gerald L. Krausse, Donna Page, Philip J. Schneeberger, Heang T. Tin, and Marion van Maren. Banjul: UM GRBS, May 1984. 352 p.
38. Description and evaluation of the river resources team training program, by John A. Dorr and Russell A. Moll. Banjul: UM GRBS, 1 June 1984. 21 p.
39. Economic importance of the Gambia fisheries and implications of river basin development, by Henri P. Josserand. Banjul: UM GRBS, June 1984. 70 p.
40. An assessment of performance and productivity of irrigated agriculture in The Gambia and Senegal, by Robert B. Kagbo. Banjul: UM GRBS, June 1984. 18 p.
41. Acid-sulphate soils: the constraints they impose on the Gambia's antisalinity barrage scheme, by Raymond Colley. Banjul: UM GRBS, July 1984. 39 p.

42. The People's Republic of China irrigated rice project in The Gambia, by Deborah Brautigam. Banjul: UM GRBS, 25 June 1984. 36 p.
43. Draft materials on analytical methodology for economics and tradeoffs in public health, by Marty Makinen. Banjul: UM GRBS, September 1984. 16 p.
44. Some facts and figures of the Gambia River Basin, by Dario Rodriguez-Bejarano. Banjul: UM GRBS. 9 p.
45. The West African Manatee *Trichechus Senegalensis* Link 1795, by W. Herbert L. Allsopp, Small World Fishery Consultants, Inc. Banjul: UM GRBS, September 1984. 5 p.
46. Socioeconomic and environmental considerations relative to an antisalinity barrage on the Gambia River at the Balingho, The Gambia, by Judith A. Carney. Banjul: UM GRBS, September 1984. 87 p.
47. Migration patterns in the Gambia River Basin: the impact of river basin development, by Lucie G. Colvin. Banjul: UM GRBS, November 1984. 27 p.
48. Studies on adult, juvenile and larval fishes of the Gambia River, West Africa, 1983-1984, by John A. Dorr, Philip J. Schneeberger, Heang T. Tin, and Loren E. Flath. Banjul: UM GRBS, December 1984. Approx 300 p.
49. Macroinvertebrate bottom fauna of the Gambia River, West Africa, by Marion J. van Maren. Banjul: UM GRBS, December 1984. Approx. 110 p.
50. Plankton assemblages of the Gambia River, West Africa, by Marcus J. Healey, Donna Page, and Russell A. Moll. Banjul: UM GRBS, December 1984. Approx. 160 p.
51. Physical and chemical environment of the Gambia River, West Africa, 1983-1984, by Thomas D. Berry, Russell A. Moll and Gerald L. Krausse. Banjul: UM GRBS, December 1984. Approx 175 p.
52. An analysis of mangrove forests along the Gambia River estuary: implications for the management of estuarine resources, by Robert R. Twilley. Banjul: UM GRBS, December 1984. 82 p.
53. Gambia River Basin Studies -- hydrology, by Harza Engineering Company International. Banjul: UM GRBS, December 1984. 168 p.
54. Health situation in the Republic of Guinea, by Evelyne Laurin. Ann Arbor: UM GRBS, December 1984. 79 p.
55. An indigenous perspective of health and disease in Guinea, by Alice Hamer. Ann Arbor: UM GRBS, December 1984. 55 p.
56. An overview of nutritional status in the Gambia River Basin in Guinea, by Alice Hamer. Ann Arbor: UM GRBS, January 1985.

57. Designing Gambia River Basin Studies reports, by J.C. Mathes. Ann Arbor: UM GRBS, 1984.
58. Mangrove forests of the Gambia River Basin: current status and expected changes, by Samuel C. Snedaker. Ann Arbor: UM GRBS, 1984. 32 p.
59. Effects of river development projects on soil erosion in the upper Gambia River Basin, by Janneke van Krimpen. Banjul: UM GRBS, 1984.
60. Chimpanzees in the Gambia River Basin, by Janice Carter. Banjul: UM GRBS, 1985.
61. Manatees in the Gambia River Basin and potential impact of the Balingho Antisalt Dam, by James A. Powell. Ann Arbor: UM GRBS, 1984. 76 p.
62. Land use and vegetation patterns in the Gambia River Basin, by Dario Rodriguez-Bejarano. Ann Arbor: UM GRBS, 1984. 92 p.
63. Wildlife in the Gambia River Basin, by B. Dean Treadwell and Peter L. Ames. Ann Arbor: UM GRBS, 1984. 170 p.
64. A study of irrigation and irrigated perimeters in The Gambia, by Lamin O. Jobe. Ann Arbor: UM GRBS, 1985. 70 p.
65. Gambia River Basin integrated impact assessment methodology, by Karl F. Lagler and J.C. Mathes. Ann Arbor: UM GRBS, 1985.
66. Impact survey of Kouya, Kankoure and Kogou Foulbe damsites in the Republic of Guinea, by William C. Roberts. Ann Arbor: UM GRBS, 1985.
67. Socioeconomic field data collection and management: Gambia River Basin Studies, by Cynthia Moore, Frank Casey and Len Malczynski. Ann Arbor: UM GRBS, 1985.
68. Gambia River Basin Studies: irrigation case study for Senegal Oriental, by Jean LeBloas. July 1984.
69. Senegalese farming systems in the Gambia River Basin, by Frank Casey and Cynthia Moore. Ann Arbor: UM GRBS, August 1985.
70. Fishery management components, by Karl F. Lagler. Ann Arbor: UM GRBS, October 12, 1984.
71. Benefit/cost analysis of Gambia River Basin Development Studies projects, by Sarah Lynch. Ann Arbor: UM GRBS, September 1985.

