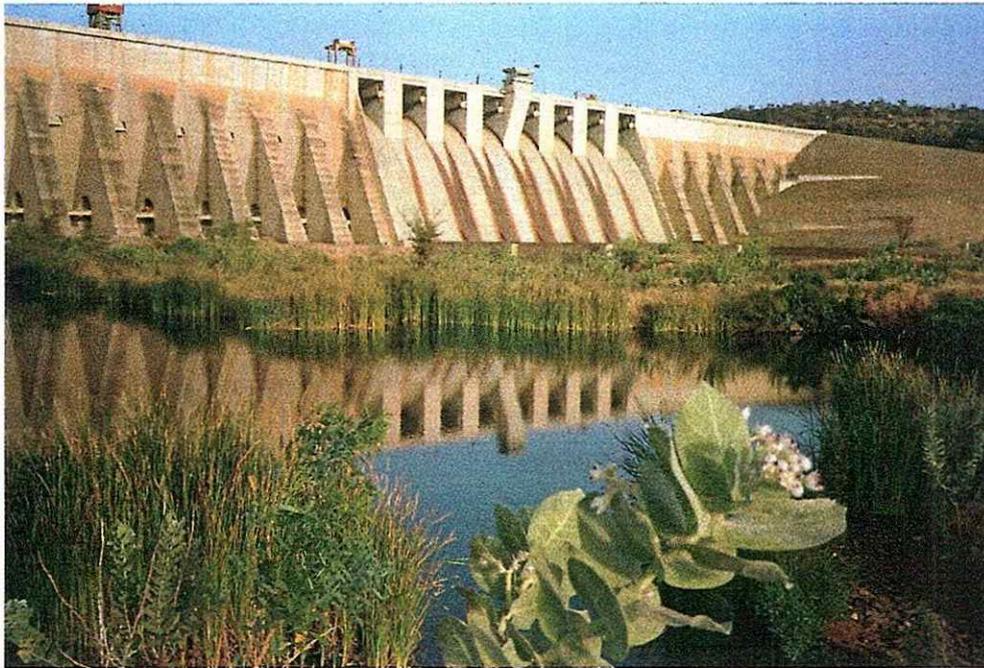


Situation écologique des eaux dans la retenue de Manantali

Rapport final sur les résultats obtenus au cours des investigations limnologiques et halieutiques compte tenu en particulier des activités de la Cellule de limnologie



Rapporteurs:

Prof. Dr. Anton LELEK & Prof. Dr. Wolfgang TOBIAS

Institut de Recherches Senckenberg
Francfort sur le Main (R.F.A.)

Avec l'assistance de la Cellule de Limnologie:

Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
Structure Provisoire d'Exploitation du Barrage de Manantali

Pour le compte de la Kreditanstalt für Wiederaufbau
Mars 1994

Table de matières

1.0 Introduction	3
2.0 Fondation, tâches et structure de la Cellule de Limnologie	5
2.1 Résultats obtenus par la Cellule de limnologie et impacts de ces résultats au niveau local et transrégional.	6
2.2 Participation du personnel de la Cellule de Limnologie à différentes réunions, conférences internationales et missions de contrôle ainsi qu'à des cours de formation continue.	7
2.3 Tâches spéciales et activités de la Cellule dans le secteur de l'hygiène hydrique et des maladies parasitaires	7
3.0 Statut écologique du lac et impacts sur le fleuve Bafing	9
3.1 Evolution de la qualité de l'eau	9
3.2 Niveau de la stabilisation de la communauté des espèces ichtyennes en tant que base pour une exploitation halieutique pérenne de la retenue.	10
4.0 Remarques et prévisions en ce qui concerne les changements limnologiques et halieutiques qui se produiront après une extension de l'exploitation des eaux du lac en vue d'une production d'énergie hydro-électrique.	11
4.1 Pêche et utilisation des terres à l'aval du barrage	13
4.2 Conséquences possibles de l'abaissement du niveau de la retenue de Manantali, prévu pour des travaux de réparation	13
5.0 Le barrage de Sélingué	15
5.1 Conditions limnologiques générales	15
5.2 La pêche, son exercice et ses rendements	16
6.0 Le futur champ d'action de la Cellule de Limnologie	17
7.0 Littérature (Rapports)	19
Annexe	21

1.0 Introduction

Le Fleuve Sénégal, avec un bassin versant qui couvre près de 290 000 km², est l'un des plus grands cours d'eau de l'Afrique occidentale. Comme il traverse de nombreuses régions de climat différents, son alimentation est soumise à des fluctuations régionales extrêmes, vu les différences de régime pluviométrique. La situation économique et sociale des pays de la Région du Sénégal a été au cours des années passées fortement et négativement influencée par des périodes de sécheresse persistante et par une distribution défavorable des précipitations. Or, de production essentiellement agricole, le Mali a particulièrement souffert de cette situation.

C'est la raison qui explique qu'il faille absolument envisager des programmes de développement où de grands barrages joueront une fonction clef, comme le barrage anti-sel de Diama et le barrage de Manantali, dont l'extension hydro-électrique est à présent décidé. La rétention des ressources en eau est, en effet, la garantie d'une disponibilité suffisante de cette eau, indépendamment de la situation climatique et c'est cette garantie qui permettra, à côté des cultures sous pluies/aridocultures traditionnelles et de l'économie de pâturages, d'augmenter la production agricole par des cultures en terrains irrigués. Grâce au barrage de Manantali, on pourrait, au total, exploiter 225 000 ha de terres pour une succession de cultures intensives sur toute l'année.

La retenue de Manantali a en outre pour but de garantir, d'une part, que les trois états riverains du système fluvial du Sénégal, à savoir les Républiques du Mali, de Maurétanie et du Sénégal, puissent plus tard disposer d'un système énergétique équilibré et, d'autre part, que le fleuve Sénégal, en aval de Kayes puisse, également en saison sèche, être exploité en tant que voie fluviale. D'une façon générale, les trois états de l'Afrique occidentale traversés par ce fleuve espèrent que les retenues de barrage apporteront une certaine sécurité sur le plan besoins alimentaires de base et revenus de la population avec une amélioration de l'infrastructure économique et de la coopération régionale ainsi qu'une optimisation des conditions écologiques dans le bassin fluvial du Sénégal.

La construction de grands barrages est, en particulier sous les tropiques, liée tout d'abord à des risques imprévisibles pour la flore et la faune de l'écosystème fluvial. C'est la raison qui explique que, lors des travaux de planification du barrage de Manantali sur le Bafing au Mali, on ait immédiatement tenu compte de ces risques et effectué à temps une évaluation de la situation naturelle et écologique du site.

Depuis la première visite et le premier examen écologique effectués sur le terrain par les experts de l'Institut de Recherches Senckenberg (Francfort/Main R.F.A.), 10 années se sont déjà écoulées [22]. C'est par un examen de routine au droit du fleuve et dans la vallée du futur barrage que les études furent amorcées pour pouvoir ainsi effectuer une estimation de la situation locale et socio-économique des habitants riverains. Ensuite, après examen des plans existants sur l'aménagement et étude de la fonction du barrage, on formula différentes propositions et recommandations pour un contrôle limnologique qualitatif. Ces propositions et recommandations qui ont été concrétisées par étapes jusqu'à aujourd'hui, ont, dans une large mesure, permis de compléter et de préciser, l'estimation primaire sur la situation écologique à attendre au droit du nouveau plan d'eau.

Or, ce sont les solides connaissances préliminaires ainsi obtenues qui constituent la base d'une exploitation pérenne de l'eau et des terres environnantes. Nous sommes persuadés que cette exploitation continuera à offrir de grands avantages.

Les travaux effectués sur le site de la retenue de Manantali (Fig. 1) ont été facilités par les connaissances acquises antérieurement sur les lois écologiques qui régissent au droit de différents barrages situés sous les tropiques ou en d'autres lieux connus pour leurs conditions extrêmes.

Mais, ce sont en particulier les travaux que nous avons effectués sur de nombreuses années au droit de la retenue de Sélingué (sur le Sankarani dans le bassin versant du Niger) où les conditions sont similaires à celles de Manantali, qui se sont avérés d'une très grande utilité pour la collecte des données sur le terrain et l'évaluation de ces données. Ces travaux, cependant, servaient essentiellement l'objectif suivant, à savoir: **La création sur une assise écologique d'un support capable de promettre un meilleur avenir à la population locale et aux agglomérations régionales grâce à une exploitation judicieuse et multiple de l'eau de la retenue, tout en limitant au minimum les préjudices portés à l'environnement.**

A ce propos, il convient de souligner que la majorité des examens effectués jusqu'à présent sur les barrages africains ont une sorte de "caractère initial". Les tendances de l'évolution future n'ont, en effet, jamais été examinées en détail, excepté au cours de la phase initiale, c'est à dire peu après la mise en eau. Les résultats alors obtenus, souvent négatifs, ont dans de nombreux cas conduit à la conclusion globale que l'exploitation des eaux, même dans les zones où l'eau s'avère indispensable pour un futur développement, était une chose négative, matière en particulier pour les médias et la presse à sensations qui ne se soucient guère du sérieux de leurs communications.

Aussi, est-ce une réussite que d'avoir, grâce à l'assistance de la Kreditanstalt für Wiederaufbau et à l'aide, d'une part, de l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal et, d'autre part, de l'Institut de recherches Senckenberg, pu ériger, pour éviter toutes prévisions spéculatives, une station de recherches permanente à Manantali. Cette dernière enregistre régulièrement données limnologiques, ichtyo-biologiques et halieutiques qui sont ensuite évaluées et interprétées en commun. Dans ce dessein, différentes missions périodiques et visites sur le terrain furent organisées et suivies par des commentaires écrits destinés aux autorités africaines ainsi que par un certain nombre de publications pour les milieux scientifiques intéressés. Ceci permit de faire connaître à un large public les activités entreprises qui ont pu être utilisées dans le cadre de décisions politico-économiques de grande portée.

Face à la fondation de la "Cellule de Limnologie", les ingénieurs et employés des barrages ne cachèrent pas tout d'abord un certain scepticisme. Scepticisme qui, cependant, disparut rapidement une fois que les activités et résultats d'examen de l'équipe locale furent connus. La cellule se révéla en effet être, non seulement, en mesure de diriger judicieusement et aussi discrètement que possible les opérations de pêche, mais, également capable d'enregistrer avec toute la fiabilité voulue les rendements de la pêche en les présentant de façon convaincante ce qui permit de faire connaître les possibilités secondaires d'exploitation du plan d'eau.

Les données limnologiques sur la qualité de l'eau ont, dans le cadre de la conception technique du barrage, apporté des informations tranquilisantes en ce qui concerne les possibilités d'une extension future, et, en particulier, celles d'une production d'énergie électrique.

Comme on l'avait prévu au départ, l'eau du lac s'est avérée ne pas attaquer les constructions en béton et les dispositifs métalliques.

Les examens de routine que la Cellule a effectué sur l'eau potable et l'eau brute, en liaison avec les contrôles sur le traitement de l'eau, ont en outre permis de montrer que jusqu'à présent, aucune maladie due à une pollution de l'eau n'a été déclarée.

En ce qui concerne la bilharziose qui s'est propagée autour du lac dans la population de pêcheurs, à la suite de l'établissement d'individus déjà atteints par la maladie avant leur arrivée à Manantali, une tentative de trouver des solutions pour une lutte biologique contre les vecteurs transmettant cette maladie a déjà été amorcée.

Les résultats limnologiques obtenus jusqu'à présent [1-19] ont été accueillis de façon extrêmement positive au sein des cercles scientifiques nationaux et étrangers. En République Fédérale d'Allemagne, ils ont, après une évaluation au départ extrêmement critique et négative de l'écologie du lac de Manantali, contribué de façon décisive à convaincre les sceptiques des milieux politiques du bien-fondé et de l'utilité de l'aménagement et de son exploitation.

2.0 Fondation, tâches et structure de la Cellule de Limnologie

Peu avant la mise en eau du lac du barrage, la KfW demanda une étude qui devait apporter des renseignements sur les perspectives et possibilités de l'aménagement d'un institut de recherches limnologiques et halieutiques à Manantali [23]. En tant que tâche principale, on demandait à cet institut régional de contrôler la qualité de l'eau et l'écologie ainsi que la pêche au droit du tout nouveau plan d'eau tout en fournissant des bases à la fois scientifiques et empiriques pour une exploitation future optimale des ressources en eau.

Dans l'étude qui fut alors réalisée, on a, pour ces options générales, défini différents objectifs. En tant que recommandations en ce qui concerne le champ d'activités de l'institut, l'étude a, en particulier, souligné les tâches et travaux dont les résultats seraient intéressants à la fois pour l'exploitation technique du barrage et pour la population et importants du point de vue socio-économique. Parmi ces tâches s'inscrivaient:

1. le suivi continu de la qualité de l'eau et des phénomènes de stratification dans le lac;
2. des contrôles biologiques de l'évolution trophique du lac; surveillance avec estimation des risques potentiels pour le lac à la suite de l'apparition de plantes aquatiques nuisibles (*Eichhornia*, *Pistia*, *Azolla*); contrôle des vecteurs susceptibles de transmettre des maladies parasitaires hydriques (malaria, bilharziose, onchocercose);
3. Evaluation de l'évolution de la faune ichtyenne, à l'origine fluviale, en une faune de milieu lentique; investigations sur les transformations du spectre des espèces et de la productivité dans le but essentiel de pouvoir en fin de compte déterminer les rendements piscicoles à attendre.
4. Extension de la cellule limnologique pour en faire un institut de recherches capable d'assumer également des tâches plus larges telles que par exemple, saisie de données climatologiques, contrôle de l'eau potable, surveillance sanitaire, protection de la nature, assistance-conseil et services sur différentes questions relatives à l'eau dans le bassin du Sénégal.

Pour l'aménagement de la Cellule, différentes possibilités étaient offertes: d'un côté, un grand bâtiment qui servait également de laboratoire pour la vérification des ciments et matériaux pour béton, de l'autre, l'ancien "Bâtiment Onchocercose" exploité de 1983-85 pour le compte de "l'Organisation de Coordination et de Coopération pour la Lutte contre les Grandes Endémies" (OCCGE) ainsi que par "l'Institut de recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose" (RTO) en tant que station de travail. C'est ce dernier qui, en raison de sa surface de plus de 140 m² et de sa conception, apparut être le mieux approprié. Aussi, dans l'objectif de la nouvelle exploitation de ce bâtiment, on établit alors un plan des locaux destinés aux bureaux, au laboratoire et au magasin (Fig. 2.3). D'autres recommandations concernaient les investissements nécessaires pour son aménagement intérieur avec mobilier de laboratoire approprié, instruments de mesure, microscopes, accessoires de pêche ainsi que pour l'acquisition de bateaux et de véhicules. En outre, on élaborait différentes propositions quant à la future structure du personnel en dressant une liste des données détaillées pour la réalisation des programmes de mesure et la coopération avec des scientifiques européens.

C'est en janvier 1989, sur la base d'accords contractuels entre la "Kreditanstalt für Wiederaufbau" (KfW) et "l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal" (O.M.V.S.), fondée le 11 mars 1972, que la "Cellule de Limnologie" fut enfin créée (Fig. 4.5).

Le personnel scientifique du nouvel institut forme un ensemble paritaire qui se compose respectivement d'un représentant de chacun des trois états membres de l'O.M.V.S., à savoir:

- un représentant de la Maurétanie, Monsieur IBRAHIME ANNE, hydrobiologue et Chef de la Cellule;
- un représentant du Sénégal, Madame MARIAM SISSOKO KONATE, microbiologiste;
- un représentant du Mali, Monsieur MAMADOU KEITA, chimiste;
- Plus tard, on embaucha encore Monsieur ABDOULAYE TRAORE pour la réalisation de la pêche expérimentale et autres tâches pratiques.

Du point de vue assistance technique, la Cellule a pu tout au cours de sa phase initiale d'aménagement, mais également plus tard, s'appuyer en particulier sur Monsieur CHRISTIAN NETZEBAND, Ing. diplômé, appartenant à la Société Rhein-Ruhr Ingenieurgesellschaft MBH (RRI). D'autre part, il convient de souligner que c'est bien grâce à l'aide et à l'engagement du Directeur de la S.P.E.B.M., Monsieur GARAN KONARE, que la Cellule limnologique a pu, en fin de compte, surmonter rapidement la difficile période de démarrage et d'aménagement et qu'une très bonne coopération s'est développée avec les homologues européens.

Les conditions de travail et l'équipement de la Cellule en appareils destinés à des examens sur le terrain et en laboratoire se sont au fur et à mesure des années améliorés pour atteindre aujourd'hui, en comparaison avec d'autres stations similaires en Afrique occidentale, un niveau standard extrêmement haut.

2.1 Résultats obtenus par la Cellule de limnologie et impacts de ces résultats au niveau local et transrégional.

Au total, dans le cadre de l'assistance technique, 9 missions furent effectuées à Manantali. Ces missions avaient pour but de permettre des discussions avec le personnel de la Cellule tant sur la réalisation et la poursuite des programmes de travail que sur les problèmes logistiques et pratiques qui se posaient pour ensuite rechercher des solutions capables d'y remédier.

Lorsque l'on fait le point sur les travaux effectués jusqu'à aujourd'hui par la Cellule, on se doit tout d'abord de rendre un hommage tout particulier aux prestations réalisées par ses collaborateurs en classant les résultats obtenus comme absolument excellents à tous points de vue. L'importance essentielle des travaux effectués fut tout d'abord d'avoir permis, déjà avant la construction du barrage, et, bien entendu, ensuite, un suivi continu limnologique et halieutique dans la région du lac de Manantali; suivi dont les résultats scientifiques permettront de tirer sur la fonction écologique d'un tel aménagement hydraulique des conclusions importantes et représentatives pour d'autres retenues dans cette zone sud du Sahel. Les connaissances acquises et expériences faites au droit de Manantali en ce qui concerne la qualité de l'eau, l'évolution biologique de l'écosystème et la pêche dans le lac avec toutes les facettes écologiques, économiques et sociales y afférentes, revêtent d'autre part, en raison de leur caractère empirique, une importance pilote de grande portée

C'est ainsi par exemple que, pour la première fois, on dispose pour un lac situé dans cette ceinture de l'Afrique occidentale caractérisée par la sécheresse, de longues séries de données exactes sur les modifications physico-chimiques dans le plan d'eau, sur les aspects hydrologico-climatiques

et sur le développement de la flore et de la faune aquatiques. En outre, il existe à présent des données démographiques détaillées sur les ordres de grandeur et les fluctuations au sein de la population de pêcheurs, sur les dimensions et le type des activités halieutiques de même que l'on a pu effectuer une évaluation et des statistiques sur les stratégies de commercialisation régionales et transrégionales ainsi que sur les impacts macroéconomiques et sur les questions et problèmes en rapport avec les maladies hydriques.

De toutes ces activités se dégage d'une façon générale et exemplaire une image bien circonscrite des avantages et profits pouvant être tirés de l'exploitation secondaire d'une telle retenue, avec également un tableau des conséquences inévitables que l'aménagement d'une retenue peut entraîner mais que l'on peut minimiser en prenant des mesures préventives et défensives adéquates.

Pour plus de détails et informations sur les activités de la Cellule de Limnologie de Manantali, on pourra se reporter aux nombreux rapports de travail de la Cellule ainsi qu'aux commentaires sur les différentes missions qui furent effectuées (voir listes des documents écrits).

2.2 Participation du personnel de la Cellule de Limnologie à différentes réunions, conférences internationales et missions de contrôle ainsi qu'à des cours de formation continue.

Le Chef de la Cellule de Limnologie, Monsieur I. ANNE, a, depuis que la Cellule existe, élaboré au total 17 rapports scientifiques sur les activités d'investigations et sur les résultats obtenus (voir bibliographie). En outre, à des fins d'informations pour les visiteurs nationaux et étrangers de l'O.M.V.S., la Cellule a mis sur pied à Manantali une exposition sous forme de posters, avec résumé des conditions écologiques du lac et des aspects socio-économiques de la pêche [17]. Enfin, la Cellule s'est également occupée d'informer les délégations (bailleurs de fonds, parlementaires allemands et médiateurs des trois pays de l'O.M.V.S., représentants de divers gouvernements) sur ses travaux en organisant pour eux des excursions sur le lac.

En août 1992, Monsieur ANNE a pris part à la "Deuxième Conférence Internationale sur la Limnologie des Réservoirs et la Qualité de l'Eau" qui s'est tenue en République Tchèque, et à cette occasion, il a présenté un rapport sur les investigations effectuées à Manantali. Un résumé de son exposé a été publié dans la revue "Internat. Revue ges. Hydrobiol." en 1994 [18,19]. Du 1er au 3 septembre 1993, Monsieur ANNE participa à une réunion régionale de l'IUCN à Bamako et c'est lui qui nous accompagna lors de nos deux missions sur le Lac de Sélingué en février 1992 et en 1994. Enfin, c'est lui qui a établi au droit de cette retenue des contacts avec des experts de la pêche de l'O.E.R.H.N et du Laboratoire d'hydrobiologie.

Des contacts existent aussi avec l'O.R.S.T.O.M. et avec la F.A.O.. Par ailleurs, Monsieur ANNE est membre de la "Societas Internationalis Limnologicae" (SIL)

Madame M.S. KONATE, quant à elle, a pris part, en décembre 1993, à une table ronde régionale de l'UNESCO sur "Le contrôle de l'eutrophisation des rivières et des lacs".

2.3 Tâches spéciales et activités de la Cellule dans le secteur de l'hygiène hydrique et des maladies parasitaires

Dans nos rapports sur la situation sanitaire au droit du barrage de Manantali, nous avons à plusieurs reprises souligné les risques potentiels que pouvaient comporter pour la population un traitement insuffisant de l'eau potable et nous avons expressément recommandé que la Cellule de Limnologie exerce dans ce contexte des activités de contrôle appropriées.

L'équipement nécessaire du laboratoire pour un tel contrôle de l'hygiène est disponible et il est même encore complété actuellement. Au cours des dernières années, Madame KONATE, en tant que microbiologiste diplômée, s'est intensivement occupée, à côté de ses examens sur le plancton du lac, du contrôle du système de l'eau potable à Manantali. Conjointement avec Monsieur M. KEITA, le chimiste de la Cellule, elle s'occupa de mesurer, 1 fois par semaine, le taux de chlore libre, de chlore total et la valeur PH de l'eau potable. En outre, tous les mois, ils effectuèrent des mesures de la température, de la conductivité et du taux de silice, d'oxygène, de fer et d'ammonium dans l'eau. Depuis le mois de février 1989, plus de 460 analyses de ce type ont ainsi été réalisées.

Les résultats suivants donnent un aperçu de la situation:

Paramètres	Valeur moyenne
température	27,5° C
pH	6,8
oxygène	7,5 mg/l = 95,5 %
conductivité	33 - 53 μ S/cm
chlore libre	0,3 mg/l
chlore total	0,6 mg/l
ammonium (NH ₄ ⁺)	60 μ g/l
fer (Fe)	0,05 mg/l
silice (Si)	4 mg/l

Dans l'objectif d'examiner également d'autres aspects en rapport avec l'hygiène, Madame KONATE et Monsieur KEITA ont d'autre part, dans le cadre d'un programme de l'OMS pour la lutte contre l'Onchocercose, assumé différentes fonctions honorifiques à Manantali. Actuellement, ils s'occupent de la distribution du médicament "Mectizan (Ivermectin, MSD) aux personnes atteintes de cette maladie et apportent également leur aide sous forme d'informations.

En raison de la vitesse élevée avec laquelle la Bilharziose se propage parmi la population de pêcheurs, la Cellule a déjà très tôt procédé à une collecte statistique des taux d'infection. Malheureusement, dans ce contexte, ni les services sanitaires nationaux, ni les organisations étrangères d'aide au développement n'ont jusqu'à présent entrepris une démarche quelconque pour enrayer cette maladie parasitaire autour de la retenue. L'année dernière, nous avons, en commun avec nos homologues de la Cellule, examiner les possibilités d'une lutte biologique contre les mollusques (*Bulinus* et *Biomphalaria*) qui transmettent cette maladie à l'homme [30]. Comme on avait constaté que certaines plantes aquatiques - en l'occurrence ici une espèce *Polygonum* qui pousse depuis seulement 3 ans dans le lac - contenaient des toxines ayant une action létale sur ces mollusques, un grand projet d'implantation de ces plantes fut, pour contribuer à leur prolifération, amorcé dans une baie définie du lac (Fig. 6 - 8) [30].

Voici un an maintenant que cette expérience est suivie par les collaborateurs de la Cellule qui ont enregistré le développement des plantes et celle des mollusques. Les résultats obtenus ont pu être vérifiés au cours de la mission IX. On observe à présent une forte extension de *Polygonum* qui, entre-temps, couvre une rive de faible inclinaison recouverte d'un sol sableux-vaseux (Fig. 9 - 10). Des différences significatives ont pu être constatées dans l'occurrence des mollusques entre les zones recouvertes d'une forte végétation et les zones où *Polygonum* n'est que faiblement présente. C'est ainsi par exemple que dans la baie de Famanta où la plante n'apparaît jusqu'à présent que de façon isolée, on a pu enregistrer 40 à 70 individus de *Biomphalaria* par mètre carré. Sur la rive

auprès du campement de Ngougni, où *Polygonum* prospère (voir Fig. 11 - 13), il n'existe, par contre, pas un seul de ces mollusques.

Si cette constatation temporaire devait se confirmer d'une façon générale, on serait ici en présence d'une découverte sensationnelle. Ceci signifierait en effet qu'on disposerait d'une nouvelle base de départ pour un programme de lutte intégré combinant moyens biologiques et thérapeutiques qui pourrait conduire à une réduction effective de la bilharziose parmi les pêcheurs. La Cellule de limnologie jouerait dans ce contexte un rôle important en tant que partenaire coopérateur, d'une part, en raison des rapports de confiance réciproques qui se sont établis au cours des années entre elle et les pêcheurs des campements, et, d'autre part aussi, en raison de l'assistance qu'elle pourrait apporter à un tel projet écophile basé sur le contrôle biologique des vecteurs et sur des campagnes d'informations sanitaires.

3.0 Statut écologique du lac et impacts sur le fleuve Bafing

3.1 Evolution de la qualité de l'eau

Une étude scientifique préliminaire [22] à la construction du barrage recommandait, en tant que mesure préventive importante permettant d'éviter les processus de putréfaction dans le futur lac, de procéder à l'élimination de la biomasse végétale. Dans le cadre du "Projet d'action du Déboisement de la Retenue du Barrage de Manantali (ADRBM)", on élimina alors environ 13 000 ha de végétation de savanne, le bois pouvant être exploité fut mis de côté tandis que le reste fut brûlé (Fig. 14, 15). Le succès de cette action se révéla déjà après une première mise en eau jusqu'à la cote 175 m au dessus du niveau de la mer. A l'inverse de ce qui se passe souvent lors de la mise en eau de nouvelles retenues, on ne constata ici aucun phénomène négatif concomitant, tel que par exemple hypoxie/anoxie, prolifération explosive d'algues, formation de grandes quantités d'acide sulfhydrique toxique ou mort de poissons.

Au cours de la période qui suivit, les processus de décomposition biogène qui diminuent la qualité de l'eau sont également restés limités, grâce aux mesures écotechniques préventives susmentionnées et en raison également du caractère oligotrophe des apports en eau du Bafing.

Du point de vue écologique, on observe aujourd'hui une certaine augmentation lente de la trophie du lac. La profondeur de la visibilité, c'est à dire la transparence de l'eau, était au cours des cinq dernières années, à proximité du barrage, comprise entre 3 m minimum et 11 m maximum (Fig. 16): D'après les normes de l'OECD, une valeur moyenne de 6 m indique le caractère faiblement mésotrophe d'un lac. (Fig. 17) Les fluctuations constatées entre les mesures physico-chimiques sont fonction de la saison et correspondent aux conditions naturelles sous de tels climats. Le bilan de l'oxygène est équilibré, si bien qu'il n'existe aucun danger ni pour la faune aquatique ni pour les poissons, en particulier (Fig. 18 - 22 et Tabl. 1).

On a pu découvrir que dans le cadre de la décomposition de la biomasse restée dans la retenue, et, en particulier, de la décomposition du bois mort des arbres submergés, les larves de l'éphémère *Povilla adusta* jouent un rôle important. Broyant le bois, elles contribuent à sa décomposition bactérielle et biochimique dans l'eau (Fig. 23). Les substances nutritives anorganiques libérées de cette façon sont réintroduites au cours du processus de production primaire dans le cycle trophique de la retenue. *Povilla* constitue en outre une source nutritive importante pour beaucoup d'espèces de poissons (voir Tabl. 2) [32].

Les examens du phytoplancton et zooplancton effectués pendant de nombreuses années ont permis de dégager la même composition caractéristique connue pour les eaux tropicales de l'Afrique de l'Ouest (Fig. 24, 25), avec une proportion dominante des espèces d'algues appartenant à la famille des desmidiacées (Chlorophycées) et une faune abondante de rotifères.

L'eau lâchée par la vidange de fond dans le Bafing contient au moment de la stagnation, c'est à dire au moment où la stratification est stable (Fig. 20), des concentrations légèrement plus élevées en nutriments dissous, ce qui constitue un facteur plutôt favorable si l'on utilise cette eau pour les besoins de l'irrigation. Les précipitations de fer et de manganèse de couleur rouge-rouille qui apparaissent alors simultanément à l'aval du barrage n'ont absolument aucun rapport avec la bonne qualité de l'eau. Ces précipitations ont des causes naturelles. En ce qui concerne les constructions en béton du barrage en contact avec l'eau et leur dégradation possible par corrosion, comme on l'avait prévu, aucune concentration critique d'acide, de magnésium, d'ammonium, d'acide sulfhydrique ou de sulfates n'a été constatée (voir aussi Tabl. 1).

En raison de la géologie du bassin versant du Bafing caractérisé par des sols très résistants à l'érosion, il ne se produit qu'un apport très faible de sédiments fins dans le lac. Il n'y a, en conséquence, pratiquement aucun transport solide à l'aval du barrage dans le Bafing (Fig. 26).

3.2 Niveau de la stabilisation de la communauté des espèces ichtyennes en tant que base pour une exploitation halieutique pérenne de la retenue.

La faune ichtyenne du cours d'eau principal, à savoir le fleuve Sénégal, est suffisamment connue [21, 31]. Par contre, on ne dispose pas de données fiables sur les poissons qui peuplaient son affluent, le Bafing, avant la construction du barrage. Un aperçu des changements constatés au niveau de la faune aquatique a été donné dans la dernière publication faite en 1994 sur les lacs de Manantali et de Sélingué [19]. De cet aperçu, il ressort clairement qu'il n'y a eu qu'un déplacement de l'occurrence quantitative des espèces au cours des dernières années qui ont suivi la mise en eau. A souligner, comme particulièrement importante, l'apparition d'une espèce ichtyenne de la famille des carpes - *Leptocypris niloticus*. La très grande prolifération de cette espèce s'explique par la constitution d'une zone pélagique qui n'existait pas autrefois. On a également enregistré une augmentation nette des espèces *Labeo senegalensis*, *Barbus macrops*, et de l'espèce fortement appréciée par les consommateurs de poissons, à savoir *Clarias sp.*. Enfin, il convient de remarquer que *Hydrocynus forskalii*, *Hemichromis fasciatus*, *Ctenopoma kingsleye*, *Distichodus sp*, *Citharinus latus* et *Raiamas senegalensis* se sont plus rares (voir Tabl. 3).

A l'origine de la différenciation, c'est à dire de la distribution locale des espèces de poissons se trouvent également la mesure prophylactique qui a été effectuée sur de larges superficies dans la cuvette de la retenue avant la mise en eau, à savoir l'élimination de la végétation. On a pu, au cours des captures expérimentales, constater que les zones où se trouvent encore une végétation de savanne sont dominées par les perches bariolées (famille des cichlidés) à raison de 93,8%. Là où la végétation a été éliminée, l'occurrence des cichlidés n'est plus que de 9,8% et la proportion des espèces appartenant à la famille des carpes augmentent pour atteindre 41,7% [19].

Au cours de la première année après la mise en eau, les captures de poissons étaient plus faibles. Le rendement moyen de la pêche au cours de l'année 1989-1990 était de l'ordre de 20 000 tonnes. Au cours des deux années qui suivirent, les captures ont par contre atteint un chiffre de 33 000 tonnes. Cette importante augmentation inattendue des captures s'explique par une offre extrêmement abondante en substances nutritives. Au cours de cette période, on a, en effet, assisté à un développement intense de l'éphémère *Povilla adusta* qui joue un rôle important dans le cycle trophique du lac [23,26,32].

Tout au long des années, on a noté des fluctuations mensuelles considérables dans les quantités de poissons pêchés. En outre, on a constaté que les captures augmentaient lorsque le niveau de la retenue était plus élevé, une tendance qui fut observée en 1990, 1991 et 1992 (Fig. 27) et qui s'explique par la configuration géomorphologique de la retenue. Les rives du lac présentent en effet une déclivité relativement forte. Lorsque le niveau de la retenue monte, les poissons viennent en relativement peu de temps occuper les zones marginales peu profondes où ils cherchent leur nourriture et où ils peuvent être plus facilement pêchés qu'en eau profonde (dans la retenue de Sélingué dont les rives présentent une inclinaison faible, les captures diminuent par contre lorsque le niveau de la retenue est plus élevé). Les fluctuations dans le rendement de la pêche peuvent également avoir d'autres causes: après des périodes de rendements extrêmement bons, on a, en général, observé ensuite une baisse abrupte des captures, pratiquement pendant toute l'année. La "satisfaction" des pêcheurs joue vraisemblablement ici un rôle. Pour ces pêcheurs, il n'y a plus nécessité d'augmenter ou de conserver l'intensité des opérations de pêche, vu que les captures faites les satisfont. En outre, il convient de noter qu'il n'y a aucune opération de pêche en périodes de fêtes religieuses. Jusqu'à présent, les ressources constituées par les poissons pélagiques n'ont pas encore été exploitées. Les raisons de cette non exploitation sont simples: (1) Le volume de poissons pêchés est entièrement suffisant, (2) les méthodes de pêche dans la zone pélagique sont relativement complexes et (3) un marché de commercialisation pour les poissons de petite taille ne s'est pas encore établi. Le volume élevé de poissons pêchés pourrait faire penser que l'on court ici le risque de surexploiter la faune ichthyenne. Ce danger est toutefois exclu. En effet, dès que les pêcheurs Bozo remarquent que les zones de pêche n'apportent plus le même rendement, ils transfèrent leurs activités vers d'autres emplacements. Le danger d'une pêche excessive avec des filets présentant de très petites mailles n'existe pas non plus. On observe en effet bien plutôt une tendance à une utilisation de filets à grandes mailles et à l'emploi de palangres pour la capture de gros poisson comme le „capitaine“. Ceci confirme le fait que la pêche commerciale ne risque pas de porter préjudice au processus de reproduction naturelle de la faune ichthyenne.

Du point de vue économique, le mode de transformation et/ou de conservation des poissons pêchés est d'une importance décisive. Une chose est certaine c'est qu'il n'existe pas assez de consommateurs sur place pour la quantité de poissons capturés. Traditionnellement et par expérience, les poissons étaient au début, pour la plupart séchés et fumés. Seule une partie des captures parvenait sous forme de poissons frais sur le marché. Si l'on compare les statistiques poissons séchés/poissons fumés, on constate que les poissons séchés, représentés par des espèces riches en graisses (*Hydrocymus*, *Alestes*), constituent la plus petite part (Fig. 28). Au cours de la première année après la réalisation du barrage, presque tous les poissons pêchés étaient en effet, pour être conservés, traités par fumaison (Fig. 29) Il s'agit ici vraisemblablement de la méthode de conservation la plus ancienne, empruntée aux vieilles traditions nomades et, de fait, la seule fiable et judicieuse. Plus tard, à partir de 1991 environ, une fois l'établissement des pêcheurs dans des villages plus "stables" amorcé et les filières de débouchés pour les poissons capturés déterminées, la commercialisation de poissons frais s'imposa de plus en plus (Fig. 30). La population faisant sentir un goût de plus en plus marqué pour la consommation de poissons frais, la vente de poissons devint plus lucrative pour les pêcheurs et plusieurs se spécialisèrent même dans la pêche de gros poissons. Aujourd'hui, on arrive à conserver vivants une partie des gros spécimens appartenant à des espèces particulièrement appréciées et chères (comme *Lates niloticus* = 'Capitaine', *Clarias*, *Heterobranchus*, *Bagrus*) jusqu'à leur commercialisation, si bien qu'ils peuvent être offerts en tant que poissons frais (Fig. 31 - 33). La marchandise est alors transportée jusqu'aux marchés lucratifs qui se trouvent le long de la voie de chemin de fer Mahina-Kita-Bamako jusqu'à la capitale où elle peut être vendue. Au cours des années 1992-1993, la quote-part en poissons frais représenta plus de la moitié des captures totales (Fig. 30). Poissons séchés et poissons fumés en provenance de Manantali sont vendus aujourd'hui jusque sur les marchés éloignés du Nord-Ouest à la frontière de la Maurétanie.

4.0 Remarques et prévisions en ce qui concerne les changements limnologiques et halieutiques qui se produiront après une extension de l'exploitation des eaux du lac en vue d'une production d'énergie hydro-électrique.

Comme il faut s'attendre à présent à ce qu'une centrale hydro-électrique soit mise en service dans les années à venir, centrale qui avec cinq groupes pourra atteindre une puissance totale de 200 MW, il convient d'ores et déjà de réfléchir sur la question des impacts écologiques d'une telle extension.

Vu que la capacité actuelle du volume de retenue doit être exploitée à son maximum, il faudra, en particulier en périodes de faibles précipitations (Fig. 34), s'attendre à de fortes baisses du niveau de la retenue après la saison des pluies. La proportion des superficies de rives asséchées augmentera en conséquence. Ce phénomène touchera en particulier les zones d'eaux peu profondes recouvertes d'arbres morts et à production biologique qui se trouvent dans la partie supérieure de la retenue et dans des baies latérales. L'espace vital aquatique s'en trouvera drastiquement réduit; réduction qui, en fonction des besoins en eau, se produira parfois rapidement, parfois lentement et, en fonction des apports en eau du bassin versant, sur des périodes plus ou moins longues.

Dans les années "normales", la cote de la retenue oscillera vraisemblablement entre 208 et 196 m au dessus du n.m., soit une différence de 12 m. En années extrêmement sèches, le niveau pourra tomber jusqu'à 187 m au dessus du n.m., la différence atteindra alors jusqu'à 21 m. Si l'on applique ces valeurs aux surfaces de rives normalement immergées puis à nouveau asséchées, on constate qu'environ 110 à 220 km² de terres se trouveront ainsi touchées (Fig. 35).

Vu qu'il est encore à présent impossible d'estimer les fluctuations pluviométriques (voir dans ce contexte Fig. 35) et les fluctuations saisonnières des besoins en eau pour la future production d'énergie électrique et pour l'irrigation, toute prévision sur les conséquences d'une élévation et d'un abaissement de la cote de la retenue reste une spéculation. Comme chaque retenue présente des caractéristiques morphométriques qui lui sont propres, ce n'est qu'avec réserves qu'il est permis de faire des comparaisons, même avec la situation qui règne actuellement au droit du lac de Sélingué; un lac qui existe certes depuis longtemps mais dont la profondeur de la cuvette est beaucoup faible qu'à Manantali et dont le bassin versant hydrologique présente une toute autre structure. Il n'en reste pas moins toutefois qu'il est possible de s'appuyer sur certaines valeurs empiriques acquises auprès de la retenue de Sélingué, par exemple en ce qui concerne la pêche (voir chapitre 5) pour pouvoir se faire une image de l'évolution future à long terme.

Un problème difficile à apprécier reste le développement futur de la végétation qui s'est nouvellement établie sur les rives ou dans le lac en tant que plantes flottantes et l'on pense ici, en particulier, au développement de *Polygonum*. Si les lâchures s'effectuent rapidement et que les surfaces asséchées du réservoir restent longtemps sans eau après la saison des pluies, il se peut qu'il n'existe alors plus de possibilités pour qu'une "ceinture verte" puisse se former tout autour de la ligne d'eau. L'action molluscicide de *Polygonum* se trouverait ainsi diminuée, voire même complètement entravée. La survie de la flore ne pourra vraisemblablement être possible que là où l'inclinaison des talus est faible (Fig. 13).

Du point de vue conséquences pour la pêche, on assistera au cours des premières semaines et dans les 1 à 3 premiers mois après l'abaissement du niveau de la retenue à un boom des captures. De préférence, ce sont les espèces qui colonisent les rives plates qui seront intensivement pêchées, en particulier celles appartenant au groupe des siluriformes, comme, par exemple *Clarias*, *Bagrus*,

Heterobranchus et *Auchenoglanis*, suivis par les cichlidés. Si la superficie de la retenue diminue plus tard de façon nette, on trouvera alors également dans les captures au filet les espèces qui colonisent en permanence ou périodiquement les zones d'eau profonde et ouverte et la zone pélagique: *Alestes*, *Labeo* et *Barbus*, Mormyridés et le "Capitaine", *Lates niloticus*. Cet aperçu montre un parallélisme net avec les fluctuations dans la composition des captures entre les périodes humides et les périodes sèches, comme elles ont pu être observées au droit du barrage de Sélingué (voir aussi illustration 44) L'intensité de la pêche ne subira aucune modification tant que les pêcheurs ne sentiront pas de pertes de rendement.

Au cours de cette période, il sera nécessaire d'effectuer un examen minutieux de la composition en espèces des captures et de la distribution de la longueur des poissons; une tâche importante qu'il incombera à la Cellule d'assumer! Etant donné qu'avec la diminution des zones plates immergées, des lieux de reproduction et d'Aufwuchs seront perdus pour de nombreuses espèces de poissons, il faudra prendre des mesures de gestion halieutique efficaces pour empêcher que de jeunes poissons soient pêchés. On recommandera de n'utiliser alors que des filets de mailles supérieures à 6 cm et de ne plus employer de longlines.

4.1 Pêche et utilisation des terres à l'aval du barrage

A l'aval du barrage, la pêche dans le Bafing au cours de ces dernières années n'a en aucun cas fait concurrence à la pêche dans la retenue. La faible intensité des opérations de pêches et le développement de zones peu profondes continuellement arrosées par le courant permanent ont contribué à une augmentation de la population ichthyenne dans le fleuve. Dans ce contexte, un indicateur nous est fourni par l'occurrence du *Papyrocranus (Notopterus) afer*, une espèce de poisson qui occupe de préférence les habitats présentant une certaine végétation et un courant faible.

Si la diminution attendue dans le rendement de la pêche, à la suite de fortes baisses du niveau de la retenue, devait se confirmer, il est alors certain que de nombreux pêcheurs partiraient de la vallée du Bafing pour s'établir le long du fleuve Sénégal. A partir des premières observations effectuées avant la construction du barrage et sur la base des investigations réalisées dans le Bafing en amont de l'entrée de la retenue, on peut déduire que le fleuve retrouvera son régime initial, caractérisé par les fluctuations dues aux périodes de saison sèche et de saison des pluies. En supposant que l'exploitation des turbines démarre dans environ deux à trois ans et que l'eau au lieu d'être relâchée par la vidange de fond, débite à travers les turbines, on peut s'attendre à ce que le régime hydraulique du fleuve soit à l'aval du barrage à peu près similaire à celui qui se présente aujourd'hui. La question de savoir s'il sera possible à l'avenir de trouver un compromis compatible avec l'environnement entre l'exploitation de la retenue pour des besoins agricoles et de production d'énergie électrique (Fig. 36, 37) et son exploitation halieutique qui, sur le plan économique, en tant que source de protéines animales est d'une importance capitale, est une question qui dépend des besoins économiques et de la stratégie globale future de gestion hydrologique qui en découlera.

Actuellement, il n'est pas encore possible non plus de prévoir dans quelle mesure la qualité de l'eau dans le lac et à l'aval du barrage se trouvera modifiée. En dépit de toutes les connaissances modernes dont on dispose aujourd'hui pour une mise en culture écologique, les grandes surfaces agricoles irriguées requièrent toujours la mise en oeuvre d'engrais et de pesticides pour pouvoir lutter contre les parasites dans les monocultures. Cela peut entraîner des changements qualitatifs

dans les eaux souterraines mais aussi également dans les eaux de surface. En toute probabilité cependant, dans les années à venir, un tel phénomène ne se produira pas en raison des conditions favorables qui règnent ici: "Faible densité démographique; grand espace d'habitat naturel; qualité excellente de l'eau du fleuve grâce à la présence de la retenue.

4.2 Conséquences possibles de l'abaissement du niveau de la retenue de Manantali, prévu pour des travaux de réparation

Des effets de battillage ayant entraîné, une dégradation du parement de la recharge amont du barrage (Fig. 38), un examen des dégâts occasionnés est prévu pour le courant de cette année. Dans ce contexte, le niveau de la retenue devra, à partir du mois d'octobre/novembre, être abaissé jusqu'à la cote 185 m au dessus du n.m.. S'il devait s'avérer au cours de ces contrôles que des endommagements existent également à la base du barrage, cette cote devra être maintenue pendant 1 à 2 années pour permettre les travaux de réparation. Ceci signifierait que le niveau du lac, dans le cas où la cote 208 au dessus du n.m. serait atteinte en saison des pluies (comme par exemple en 1991), devrait être abaissé de 23 m (Fig. 34). Une superficie de plus de 200 km² de rives serait alors asséchée, soit près de la moitié de la superficie totale maximale de la retenue.

Si cette situation devait réellement se produire, il faudrait alors s'attendre à des modifications éventuellement profondes des conditions écologiques des eaux avec des impacts considérables sur la structure, en partie bien établie, des conditions de pêche. Les villages de pêcheurs se déplaceraient tout d'abord, au fur et à mesure que l'eau se retirera, en direction de la ligne des eaux. Si le niveau de la retenue doit réellement rester bas sur une plusieurs mois, il faudra, en outre, non seulement s'attendre à des pertes de rendement de la pêche mais également à un déplacement, voire une émigration vers des lieux de pêche plus éloignés le long du Bafing et du fleuve Sénégal ainsi qu'à une reprise du style de vie nomade.

Une prévision exacte de ces phénomènes présuppose toutefois la connaissance des fluctuations du niveau de la retenue à attendre en fonction du nouveau mode d'exploitation temporaire (par exemple à la suite des travaux de construction sur le barrage). Pour pouvoir disposer à temps de données sur les modifications de la qualité de l'eau, de la production primaire, des propriétés trophiques et enfin de données sur les changements au niveau des activités halieutiques, il faudrait qu'un programme d'investigations exhaustives puisse-t-être amorcé immédiatement après le démarrage des travaux de réparation et de construction sur le barrage.

Une occasion unique s'offrirait ici pour la préparation et le démarrage, avec l'aide de la Cellule de Limnologie, d'une sorte de grande expérience au droit d'un système limnologique existant depuis longtemps; une expérience dont les résultats permettraient de déduire des prévisions précises sur les changements à attendre du point de vue écologique et économique-halieutique à la suite de l'exploitation future prévue pour une production d'énergie électrique.

Nous considérons qu'il est impérativement nécessaire et indispensable que nous puissions discuter à temps avec les ingénieurs des travaux, des questions techniques et des exigences posées dans le cadre d'un tel projet. Il est certainement dans l'intérêt d'une exploitation hydro-électrique désireuse de ne pas être la cible future des écologues et des médias de pouvoir présenter des faits écologiques sans équivoque et incontestables.

De tels abaissements de la retenue aurait également un aspect positif, dans la mesure où l'on aurait ainsi la possibilité d'aménager, comme nous l'avons proposé au tout début de nos travaux à Manantali, des "couloirs de pêches" dans le but d'améliorer les rendements des captures. La végétation primaire immergée depuis des années est à présent en grande partie décomposée ou se

laisse facilement éliminée. Ces zones où il est possible de pratiquer la pêche au moyen de sennes de plage doivent toutefois être délimitées au moyen de marques sur les rives sèches. Il faudrait s'efforcer de convaincre certains pêcheurs d'effectuer ces travaux.

5.0 Le barrage de Sélingué

Dans le cadre de la mission IX, une visite fut effectuée du 7 au 9 novembre 1994 sur le site de Sélingué. D'après les expériences faites jusqu'à présent et sur la base des connaissances acquises sur les propriétés hydrologico-limnologiques de cette retenue qui existe depuis 14 ans, on peut supposer qu'il est aujourd'hui possible de reconnaître les "phénomènes de vieillissement naturel" c'est à dire les symptômes d'eutrophisation de ce lac. Le moment est donc venu - et ceci faisait partie des tâches importantes que l'on entendait réaliser au cours de cette visite - de vérifier et de comparer avec le statu quo actuel les prévisions que nous avons émises autrefois sur l'évolution au droit de ce lac. En raison de la brièveté du temps imparti, il ne nous fut pas possible de procéder à des mesures. C'est pourquoi, nous nous sommes basés sur les données physico-chimiques de la station hydro-biologique de Sélingué, en les évaluant pour, d'autre part, analyser également la situation sur le plan de la pêche et déterminer l'évolution de la flore aquatique. Dans ce contexte, nous aimerions adresser tous nos remerciements à l'O.E.R.H.N pour son assistance bienveillante, pour les informations communiquées et pour la mise à disposition de données statistiques.

5.1 Conditions limnologiques générales

Les données actuelles sur la qualité de l'eau dans la retenue de Sélingué en provenance des mesures effectuées en 1993 (Tabl. 4) montrent clairement que la trophie de l'eau a, conformément à son vieillissement, augmenté et qu'un état eutrophe est à présent atteint (voir Fig. 17). Cette eutrophisation se révèle en particulier lorsqu'on fait une comparaison avec les valeurs de la transparence de l'eau qui sont ici beaucoup plus faibles qu'à Manantali. En saison des pluies (août), on peut constater une forte turbidité temporaire due à la prolifération d'algues planctoniques vertes. Ce phénomène saisonnier peut être expliqué par l'abondance à ce moment là de substances nutritives qui proviennent, d'une part, des terres tout autour du lac - à présent mises en culture et utilisées également de façon intensive en tant que pâturages - et, d'autre part, de dépôts de sédiments dont les substances organiques se trouvent à nouveau transformées en matières anorganiques par processus biochimiques. En outre, le Sankarani a toujours à partir de son bassin versant débité plus de nutriments dans le lac que le Bafing.

L'eutrophisation du lac contribue de façon positive à la nourriture des poissons. Si l'on considère toutefois le bilan d'oxygène de l'eau si important pour la faune (Tabl. 4), on constate que les valeurs O_2 ne tombent jamais à zéro, même pas au fond, ni dans le bras isolé du Balé, ni dans le bras du Sankarani. Les concentrations minimales autour de 2 mg O_2/l au fond de l'eau sont pour beaucoup d'espèces ichtyennes tropicales et pour beaucoup d'invertébrés encore totalement suffisantes. Apparemment l'aération biogène en fonction de la profondeur de l'eau qui, d'une façon générale, est faible, semble suffisante pour compenser la demande d'oxygène hétérotrophe.

Une exploitation sans problèmes des barrages tropicaux dépend en premier de la quantité d'eau disponible et de la qualité de cette eau. Parmi les risques que l'on craint s'inscrit le développement fréquent de plantes aquatiques parasites et en l'occurrence, en particulier: *Pistia*, *Azolla*, *Eichhornia*. A l'encontre de ce qui fut avancé dans certaines communications peu sérieuses effectuées dans la presse et dans des rapports d'expertise, aucune plante n'a jusqu'à présent causé de problèmes à Sélingué. Par contre, on a pu constater que la ceinture végétale, composée de *Polygonum senegalense albotomentosum* et, localement également, de *Echinochloa stagnina* (Fig. 39),

exerce une influence extrêmement positive sur l'ensemble de l'écosystème du lac. Ces plantes procurent non seulement de nombreux abris aux poissons, elles offrent également des biotopes pour une communauté abondante d'espèces invertébrés qui servent de nourriture aux poissons. D'autre part, ces plantes retiennent les nutriments superflus qui peuvent ensuite, après déperissement par décomposition et minéralisation de la plante, être réintroduits dans le cycle trophique du lac. Enfin, ces plantes ont une fonction bien importante en tant que fourrages précieux (bourgou) que les animaux viennent brouter spontanément. Depuis toujours, les éleveurs de bétail Fulani ont en période de saison sèche exploité les zones de la vallée du Sénégal en tant que pâturages de décrue où prolifère ce bourgou. Pour finir, notons une autre particularité: la population qui vit au bord du lac utilise le sucre contenu dans *Echinochloa* pour fabriquer du sirop tandis que la plante elle-même sert, après avoir été broyée, en tant qu'aliments pour volailles (Fig. 40, 41). En ce qui concerne l'importance de *Polygonum*, en tant que plante molluscicide, on se reportera au Chapitre 3.2.

5.2 La pêche, son exercice et ses rendements

En raison des bonnes conditions limnologiques qui règnent au droit du barrage, les rendements de la pêche sont très élevés. Au cours de la période comprise entre 1984 et 1989, les rendements annuels oscillèrent entre 1 000 et 1 600 tonnes de poissons. De 1990 à 1993, le volume de poissons pêchés était compris entre 2 200 et 2 700 tonnes (Fig. 42 - 44). Cette augmentation qui indique une production considérablement élevée par ha/an s'explique pour plusieurs raisons où vraisemblablement différents facteurs combinés les uns aux autres jouent un rôle:

- La trophie du lac a augmenté et favorise ainsi la production finale, c'est à dire le nombre de poissons pouvant être pêchés.
- Les lieux de pêche ainsi que les principaux points de débarquement ont été transférés de Carrière vers Faraba. Ce changement a conduit tout naturellement à un allègement du travail lié aux opérations de pêche (trajet plus court pour les bateaux d'où intensification de la mise en oeuvre des filets).
- Un intérêt plus grand pour les poissons frais en tant que produit alimentaire dans les centres à forte densité démographique, en particulier à Bamako, a contribué à une intensification des opérations de pêche

En outre, et toutefois, il se pourrait également - mais ceci n'est qu'une supposition - que les rendements plus élevés des années 1990 à 1993 s'expliquent par l'amélioration, après 1989, de la collecte des données sur les poissons pêchés dans le lac, vu qu'autrefois les captures n'étaient enregistrées qu'à Carrière.

A l'intérieur de chaque année, on constate de grandes fluctuations dans les volumes de poissons pêchés. Le volume moyen mensuel reflète la tendance totale (Fig. 43). Parallèlement, on peut voir que les quantités minimales et maximales mensuelles montrent des différences importantes. Les données enregistrées sur près de dix années (1984 - 1993) sur les poissons débarqués révèlent clairement que les volumes mensuels présentent une différence de l'ordre de 1000 tonnes (Fig. 45). Les volumes les plus faibles sont enregistrés au cours des mois où le niveau du lac est élevé, c'est à dire après la saison des pluies (octobre - janvier). Lorsque le niveau de la retenue baisse et que la surface du lac diminue, on observe une augmentation des quantités de poissons pêchés. A ce moment là, les poissons se concentrent en effet au droit des anciens méandres peu profonds du fleuve, où ils peuvent être facilement capturés. En comparaison, à Manantali, la cuvette de la vallée est par contre très profonde.

Pour expliquer le rendement de la pêche, il convient en outre de noter une composante essentielle: Après une certaine méfiance et une certaine négligence au moment de la construction du barrage, la pêche à la senne dans les zones peu profondes, le long des rives, dans ce que nous appelons les "couloirs de pêche", a fini par s'imposer et s'établir solidement. Des opérations de pêche s'effectuent aujourd'hui dans toutes les zones que nous avons recommandées dans nos rapports précédents, avec un rendement moyen de 145 à 150 kg par senne. La composition des captures varie en fonction de la saison. La plus haute proportion est atteinte soit par *Tilapia* soit par *Hemisyndontis membranaceus*.

En dépit de certaines irrégularités dans le débarquement des poissons, un certain règlement spontané, plus ou moins approprié compte tenu des circonstances, s'est développé. Les poissons frais sont conservés dans la glace et transportés vers Bamako (Fig. 46).

6.0 Le futur champ d'action de la Cellule de Limnologie

La présente rétrospective succincte des activités exercées jusqu'à présent par la Cellule et les résultats ainsi obtenus montrent clairement que l'idée d'aménager une telle station de contrôle à Manantali était une réflexion judicieuse et que les investissements faits jusqu'à présent pour ce projet valaient la peine, au delà de toute attente.

Que cette Cellule ait réussi à représenter aujourd'hui une institution largement reconnue, c'est au Chef de la Cellule et à ses collaborateurs qu'en revient le plus grand mérite. Sans aucune équivoque, la Cellule a contribué de façon considérable à effacer à l'échelon international mais aussi, et en particulier, en Allemagne, bien des préjugés en ce qui concerne l'impact écologique du barrage de Manantali et, ce faisant, elle a, sur le plan politique, aidé à imposer avec plus de force différents programmes de financement. Ceci constitue certainement une nouveauté pour la critique générale et indifférenciée qu'exercent certaines organisations de protection de l'environnement face à la construction de barrages.

Les travaux effectués par la Cellule de Manantali ainsi que les connaissances que nous avons pu acquérir sur l'écologie et les activités halieutiques au droit du barrage de Sélingué ont également trouvé une concrétisation purement scientifique. Pour la première fois en effet, on dispose de données limnologiques exhaustives au droit de grands barrages de retenue dans le sud du Sahel, pour la première fois, on dispose d'une image réelle de la fonction d'un tel écosystème artificiel et pour la première fois, on est ainsi en mesure de faire des comparaisons avec d'autres retenues sous d'autres climats.

Pour toutes ses raisons - et ne l'oublions pas dans l'objectif de la nouvelle situation qui se présentera à Manantali à la suite du projet en instance de se réaliser, à savoir la production d'énergie hydro-électrique à partir du barrage -, nous nous devons de plaider pour que le maintien de cet institut soit garanti à temps, qu'il s'agisse de ses besoins en personnel, en matériel ou de besoins financiers. Une ventilation correspondante des moyens gérés par l'O.M.V.S. avec mise à disposition à l'avenir pour la Cellule d'un fonds propre exactement défini, serait une chose très judicieuse et souhaitable.

Comme nous l'avons appris, une nouvelle autorité, créée sous la Régie du Haut-Commissaire de l'O.M.V.S., "l'Agence de Gestion des Barrages Communs" (AGOC) sera bientôt compétente pour régler les grands problèmes liés à la gestion de barrages. Dans ce contexte, il serait judicieux que la Cellule, en raison de sa grande compétence, puisse assumer un rôle central et décisif et élargir

ainsi ses activités à la zone du Sénégal. On recommande la participation de la Cellule en tant que membre-conseiller officiel au sein d'une commission permanente pour les questions relatives à l'environnement et à l'eau.

Le champ des activités de la Cellule de Limnologie pourrait par exemple être élargi par l'utilisation dans le cadre du futur secteur de l'"irrigation" de ses capacités de laboratoire pour la réalisation des analyses et expertises nécessaires. Ceci ne demanderait, au sein du cadre financier global de l'exploitation du lac, que de très faibles investissements supplémentaires. Dans ce contexte, L'Institut de recherches Senckenberg serait, pour sa part, prêt à établir, conjointement avec la Cellule et l'O.M.V.S., un plan adéquat d'investigations appropriées de même qu'il serait disposé à établir les conditions accessoires analytiques et à les étayer sur le plan logistique.

On a déjà mentionné la situation encore non éclaircie que feront naître les travaux de réparation sur le barrage à partir de la fin de cette année, avec toutes les questions et problèmes écologiques y afférents. Quoiqu'il en soit, cette situation requerra la nécessité d'intensifier les examens de la qualité de l'eau dans le lac et dans le Bafing. En outre, des contrôles biologiques de la flore et de la faune aquatiques s'imposent si l'on veut établir des prévisions sur la poursuite des opérations de pêche dont le rôle économique est devenu si important. La même chose vaut en ce qui concerne le secteur de l'hygiène des eaux, vu que des changements dans le type et dans la propagation de certaines maladies parasitaires sont à attendre. C'est ainsi, par exemple, que la mise en service de la future centrale hydro-électrique entraînera vraisemblablement un déplacement de la Bilharziose et une apparition renforcée de l'Onchocercose à l'aval du barrage. Sur la base de son suivi écologique, la Cellule serait en mesure de reconnaître suffisamment à temps de tels changements et d'éveiller l'attention sur les risques imminents pour permettre des mesures de lutte. D'autre part, lors de la nouvelle phase de travaux au droit du barrage, des analyses chimiques de l'eau seront requises, eu égard à la résistance du béton immergé et au regard des problèmes de corrosion et filtres. Ici aussi, la Cellule pourrait apporter son assistance, sans parler de sa contribution aux contrôles importants de l'eau potable pour une population qui, en raison des travaux, augmentera certainement. Nous nous permettons de proposer que toutes les questions et problèmes ici évoqués ainsi que leurs possibilités de solutions fassent l'objet d'une discussion.



7.0 Littérature (Rapports)

- [1] ANNE, I. (1989a): Rapport trimestriel d'activité no. 2 de la Cellule de Limnologie (Avril - Mai - Juin 1989). - O.M.V.S., Manantali.
- [2] ANNE, I. (1989b): Rapport trimestriel d'activité no. 3 de la Cellule de Limnologie (Juillet - Août - Septembre 1989). - O.M.V.S., Manantali.
- [3] ANNE, I. (1990a): Rapport trimestriel d'activité no. 4 de la Cellule de Limnologie (Octobre - Novembre - Décembre 1989). - O.M.V.S., Manantali.
- [4] ANNE, I. (1990b): Rapport trimestriel d'activité no. 5 de la Cellule de Limnologie (Janvier - Février - Mars 1990). O.M.V.S., Manantali.
- [5] ANNE, I. (1990c): Rapport trimestriel d'activité no. 6 de la Cellule de Limnologie (Avril - Mai - Juin 1990). - O.M.V.S., Manantali.
- [6] ANNE, I. (1990d): Rapport trimestriel d'activité no. 7 de la Cellule de Limnologie (Juillet - Août - Septembre 1990). - O.M.V.S., Manantali.
- [7] ANNE, I. (1991a): Rapport trimestriel d'activité no. 8 de la Cellule de Limnologie (Octobre - Novembre - Décembre 1990). - O.M.V.S., Manantali.
- [8] ANNE, I. (1991b): Rapport trimestriel d'activité no. 9 de la Cellule de Limnologie (Janvier - Février - Mars 1991). - O.M.V.S., Manantali.
- [9] ANNE, I. (1991c): Rapport trimestriel d'activité no. 10 de la Cellule de Limnologie (Avril - Mai - Juin 1991). - O.M.V.S., Manantali.
- [10] ANNE, I. (1991d): Rapport trimestriel d'activité no. 11 de la Cellule de Limnologie (Juillet - Août - Septembre 1991). - O.M.V.S., Manantali.
- [11] ANNE, I. (1992a): Rapport trimestriel d'activité no. 12 de la Cellule de Limnologie (Octobre - Novembre - Décembre 1991). - O.M.V.S., Manantali.
- [12] ANNE, I. (1992b): Rapport trimestriel d'activité no. 13 de la Cellule de Limnologie (Janvier - Février - Mars 1992). - O.M.V.S., O.M.V.S., Manantali.
- [13] ANNE, I. (1992c): Rapport trimestriel d'activité no. 14 de la Cellule de Limnologie (Avril - Mai - Juin 1992). - O.M.V.S., Manantali.
- [14] ANNE, I. (1993a): Rapport semestriel d'activité. 2ème semestre 1992 - O.M.V.S., Manantali.
- [15] ANNE, I. (1993b): "Qualité de l'eau, pêche et environnement" au Barrage de Manantali. Rapport trimestriel d'activité no. 16 de la Cellule de Limnologie (Avril - Mai - Juin 1993). - O.M.V.S., Manantali.
- [16] ANNE, I. (1993c): "Qualité de l'eau, pêche et environnement" au Barrage de Manantali. Rapport trimestriel d'activité no. 17 de la Cellule de Limnologie (Juillet - Août - Septembre 1993). - O.M.V.S., Manantali.
- [17] ANNE, I. (1993d): Quelques aspects des conditions écologiques et quelques données socio-économiques de la pêche dans le retenue du barrage de Manantali. - Manantali, Août - O.M.V.S. / Haut-Commissariat.
- [18] ANNE, I., LELEK, A. & TOBIAS, W. (1991): African Man-made Lakes: Critical notes on their ecology and economic contribution. - In, *Natural Resources and Development*, 33:7-19.
- [19] ANNE, I., LELEK, A. & TOBIAS, W. (1994): Postimpoundment changes in water quality and fish stocks in two large West African reservoirs (Manantali and Sélingué, Mali). - *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 79 (1): 59-73.

- [20] BOUVET, Y. (1989): Mission de formation et assistance technique de la Cellule de Limnologie de Manantali, Mars-Avril 1989. - Lyon.
- [21] DURAND, J. R. & LEVEQUE, C. (1980): Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne, I. - Document. Sci, **44**. ORSTOM, Paris.
- [22] LELEK, A. (1984): Perspektiven der fischereilichen Nutzung des Stausees Manantali am Fluß Bafing .- Interne Studie für die Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt a.M.
- [23] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1987): Recommendations pour la création d'un centre régional de surveillance des eaux et de pêche au barrage de Manantali. - Frankfurt a. M.
- [24] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1989): Station limnologique et ichthyologique à Manantali. Compte rendu de la situation actuelle et des résultats de la Mission II. - Frankfurt a. M.
- [25] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1990a): Barrage de Manantali. Rapport et commentaires sur les activités effectuées jusqu'à présent et sur l'adaptation du programme de travail. - Frankfurt a.M.
- [26] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1990b): Zur Problematik afrikanischer Talsperren aus der Sicht der Gewässerökologie. - Natur und Museum, **120** (2/3): 79-90.
- [27] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1991): Commentaires sur l'activité de la Cellule de Limnologie au droit du Barrage de Manantali (République du Mali, Afrique Occidentale) et sur le niveau actuel des investigations. Recommendations dans le cadre de la poursuite des activités scientifiques et des opérations d'aménagement de l'Institut. - Frankfurt a.M.
- [28] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1992): Rapport sur les conditions limnologiques et halieutiques dans les retenues de Manantali et de Sélingué (République du Mali). Rétrospective des résultats obtenus à la suite des investigations effectuées par la Cellule de Limnologie et présentés dans le cadre de la 2ème Conférence Internationale de Limnologie des Réservoirs et de la Qualité de l'Eau. - Frankfurt a.M.
- [29] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1993a): Prise de position sur les questions relatives à la qualité de l'eau et à la pêche dans le retenue de Manantali et commentaires sur les activités présentes et à venir de la Cellule de Limnologie. - Frankfurt a.M.
- [30] LELEK, A. & TOBIAS, W. (1993b): Rapport sur le voyage d'inspection effectué au droit du Barrage de Manantali (Mission VIII) en Avril 1993. Résultats actuels des programmes d'investigations réalisés par la Cellule de Limnologie, activités en cours et perspectives scientifiques. - Frankfurt a.M.
- [31] LEVEQUE, C. & PAUGY (1984): Guide des poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocerciose en Afrique de l'Ouest. - Convention ORSTOM-OMS.
- [32] TOBIAS, W. & LELEK, A. (1986): Zur Produktionsentwicklung in tropischen Talsperren (Fallstudie Sélingué, Republik Mali, West-Afrika). - Cour. Frosch.-Inst. Senckenberg, **85**: 129-133.

Annexe

Illustrations No. 1 - 46
Tableaux 1 - 4

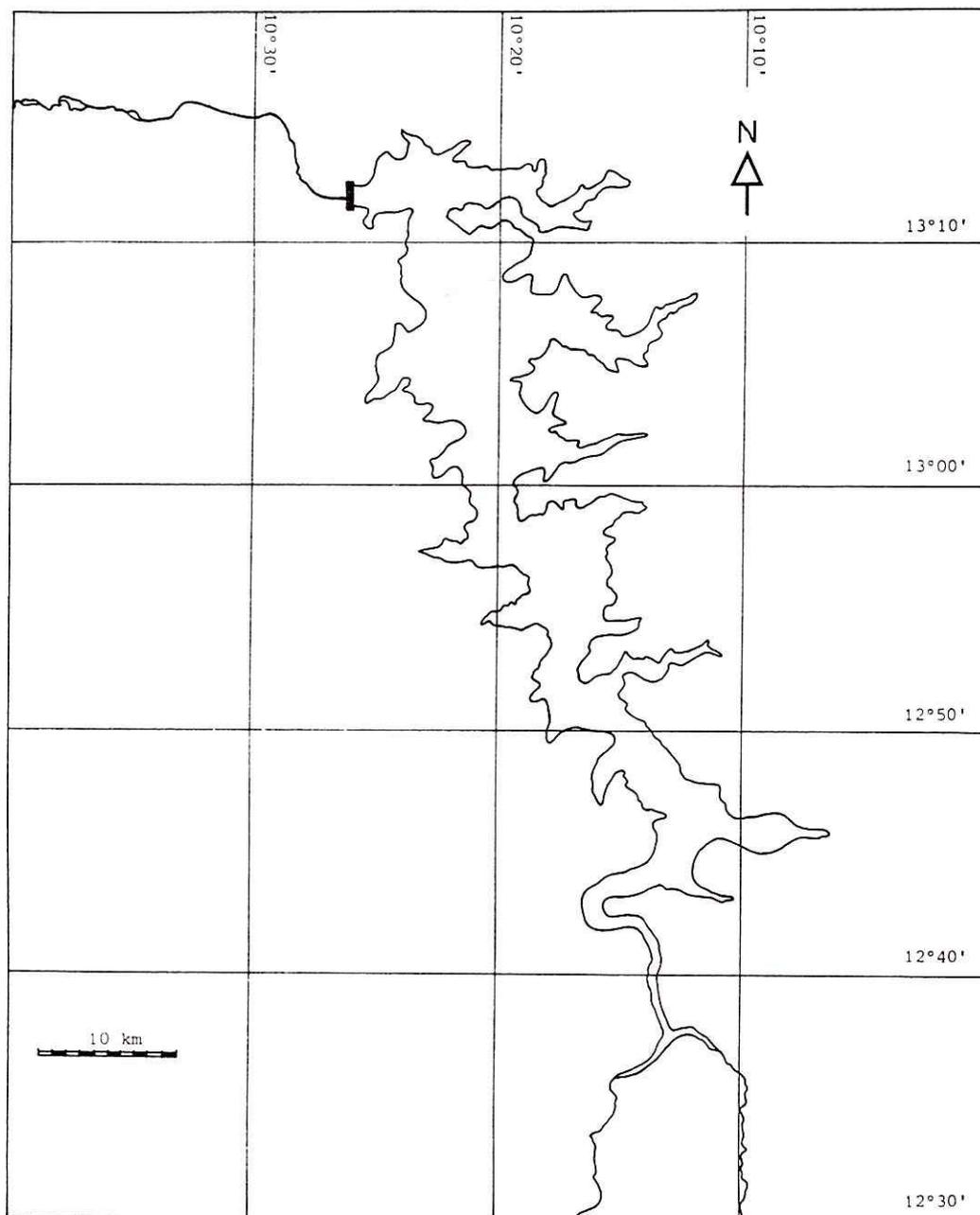


Fig. 1. Carte topographique générale de la retenue de Manantali.

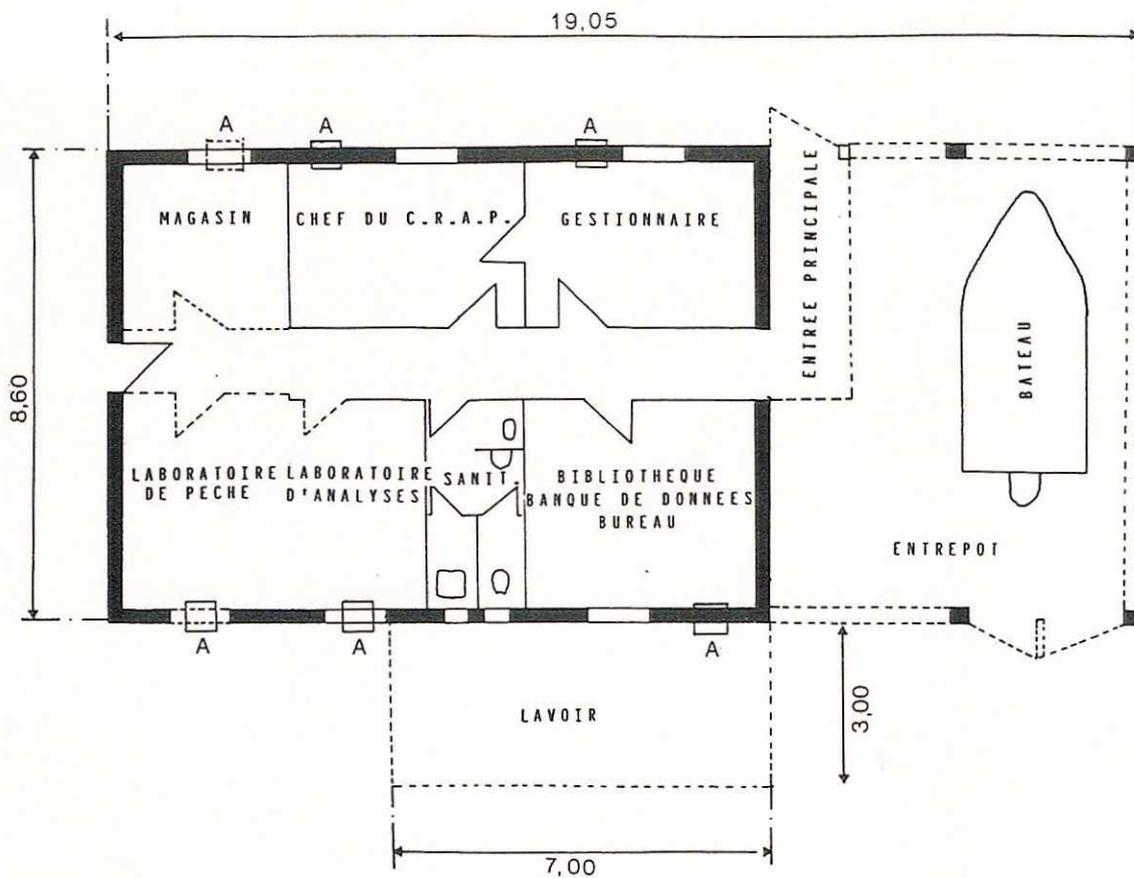


Fig. 2. Plan initial pour la transformation du "Bâtiment Onchocercose" à Manantali. La distribution en plan des locaux actuels est à peu près similaires.

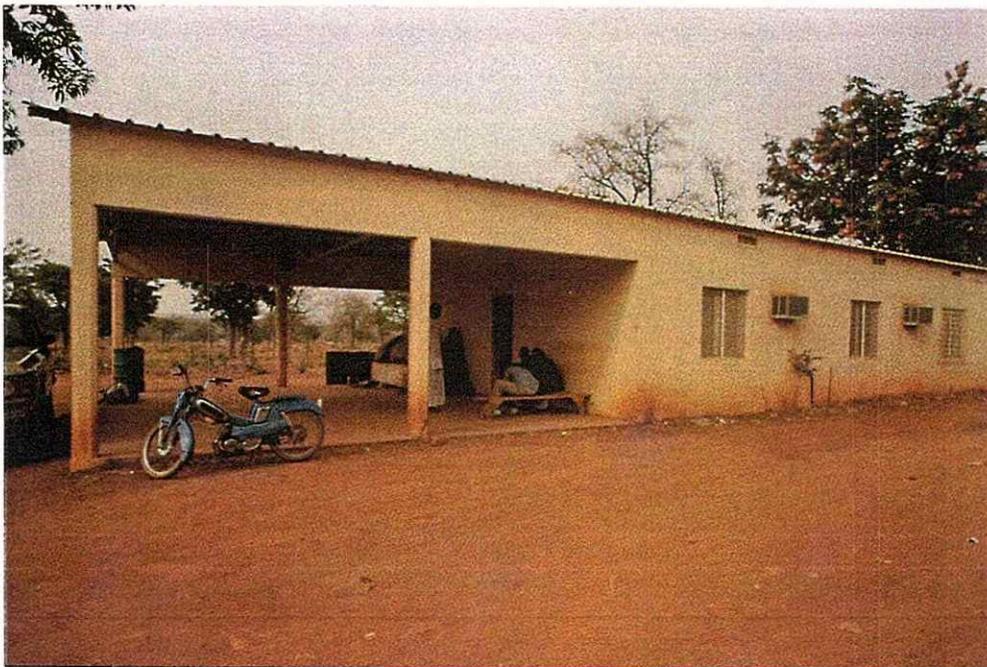


Fig. 3. Le "Bâtiment Onchocercose" avant sa transformation en Cellule de Limnologie.



Fig. 4 et 5. Le bâtiment de la Cellule de Limnologie en 1994.

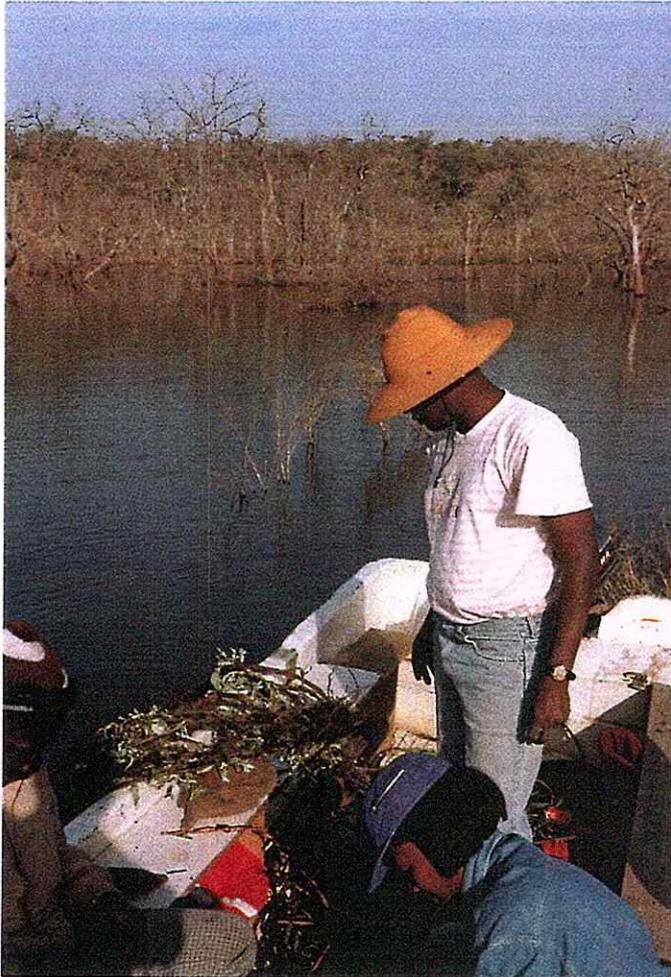


Fig. 6. Préparation pour le développement artificiel de la plante *Polygonum* dans une baie latérale du lac.

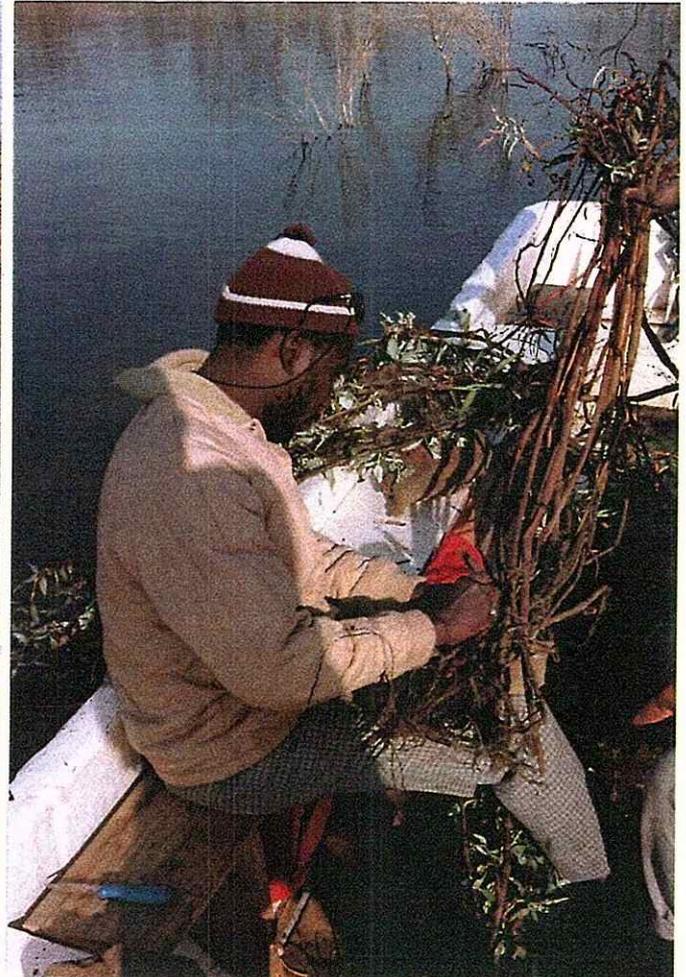


Fig. 7. Les lianes de *Polygonum* ont été liées ensemble pour les besoins de l'expérience.

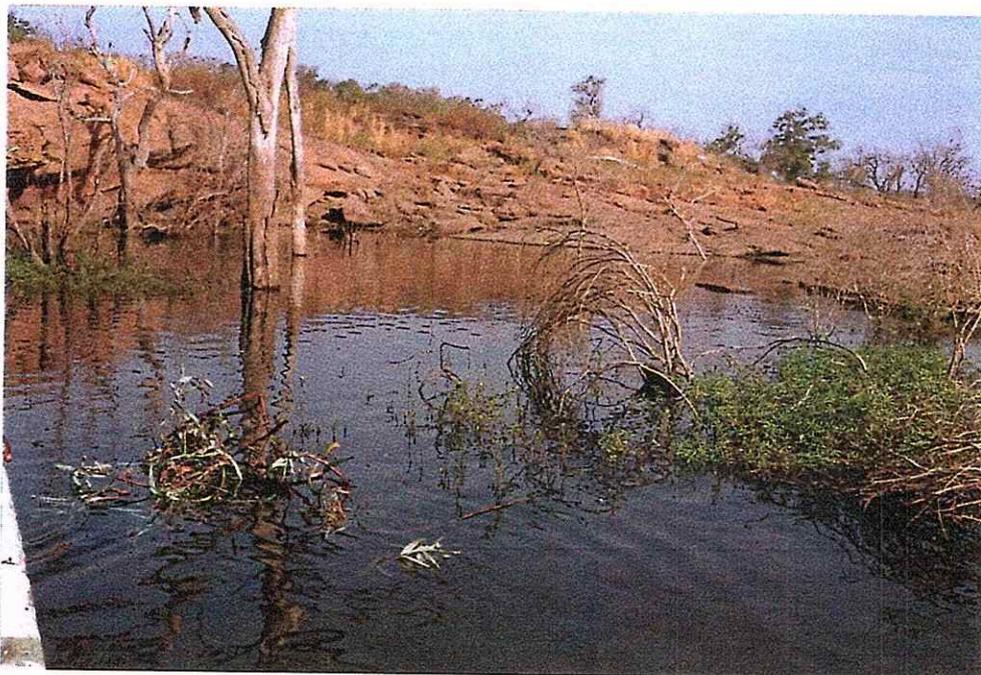


Fig. 8. Première plantation de *Polygonum* dans la baie de Famanta, a proximité du barrage.

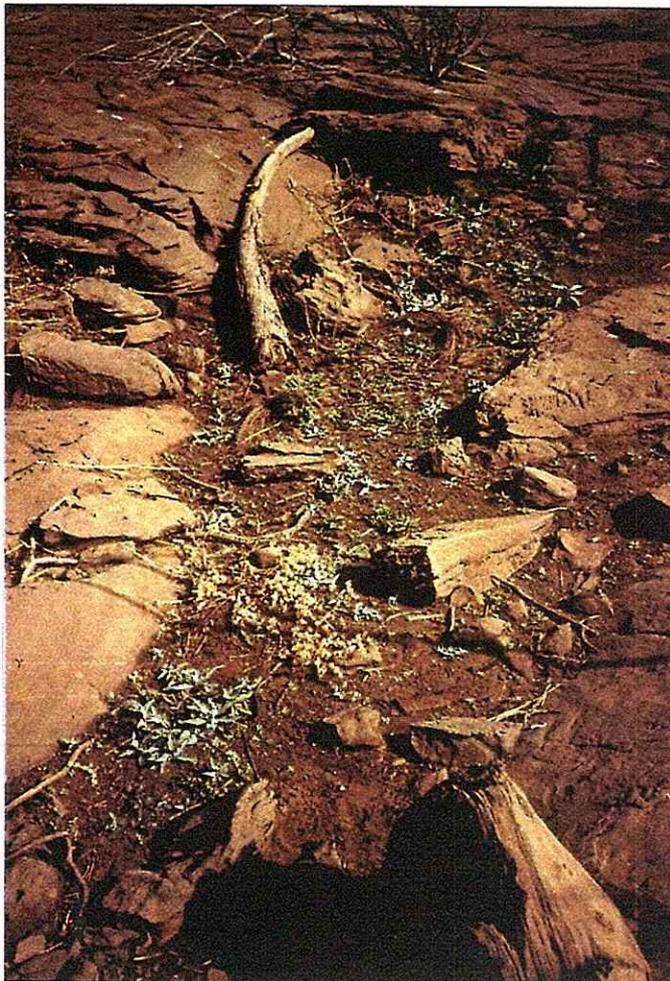
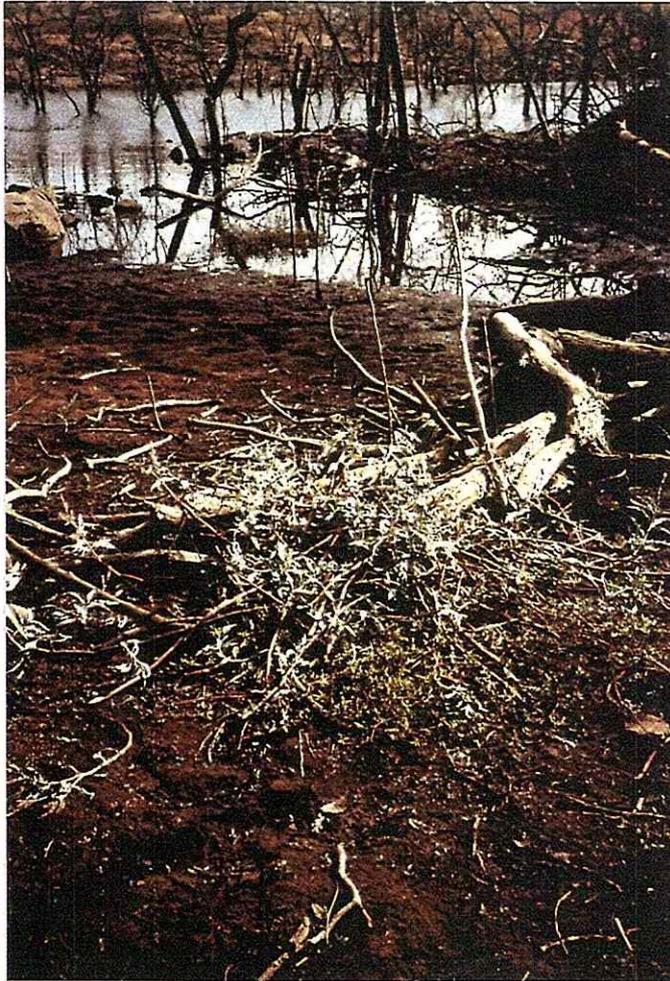


Fig. 9 et 10. Le succès de la première plantation de *Polygonum* dans la baie de Famanta. Au bout d'une année, les plantes se sont, par germination ou multiplication végétative, bien développées partout où se trouvaient des dépôts de sédiments.



Fig. 11 et 12. Sol vaseux asséché sur les rives du lac après abaissement du niveau de la retenue. On reconnaît ici de jeunes plants de *Polygonum* qui se sont développés à partir de graines et prolifèrent en masse.

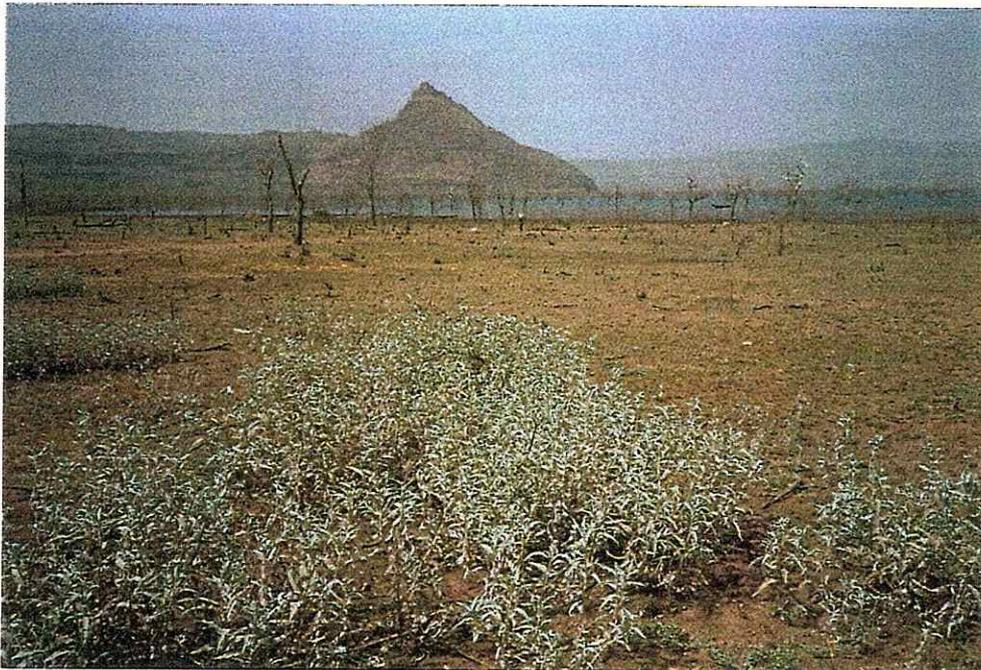


Fig. 13. Rive plate asséchée recouverte par une forte végétation de *Polygonum*.



Fig. 14. Vue de la végétation de savane dans une zone déboisée de la cuvette de la retenue du barrage de Manantali.

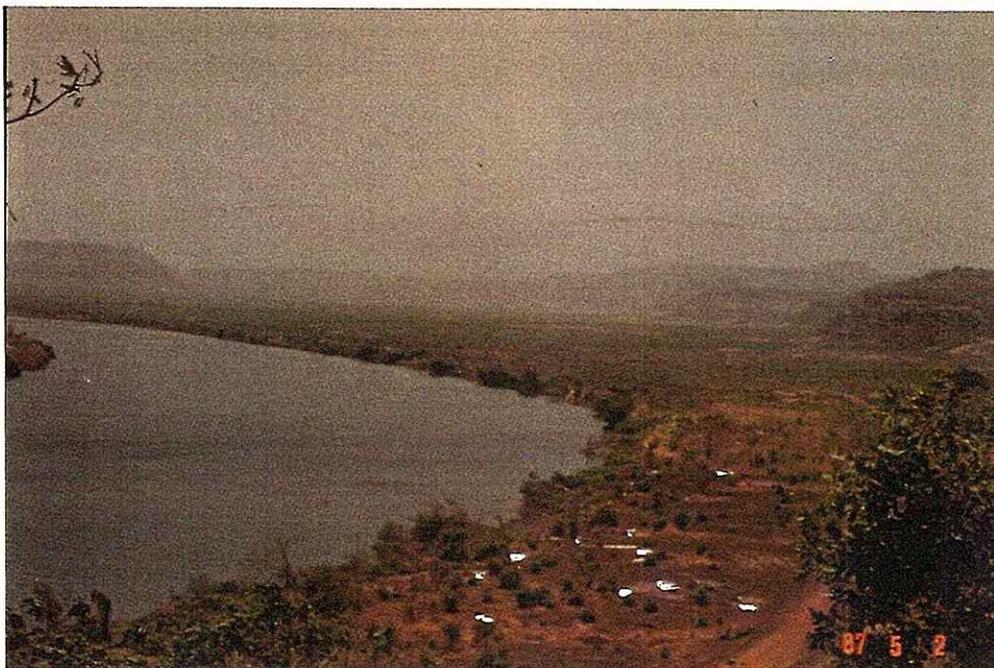


Fig. 15. La vallée du Bafing où se trouve aujourd'hui le lac de Manantali. Les taches blanches au premier plan sont des tas de cendres après brûlage, au cours de la campagne de déboisement de la zone, du bois ne pouvant pas être exploité.

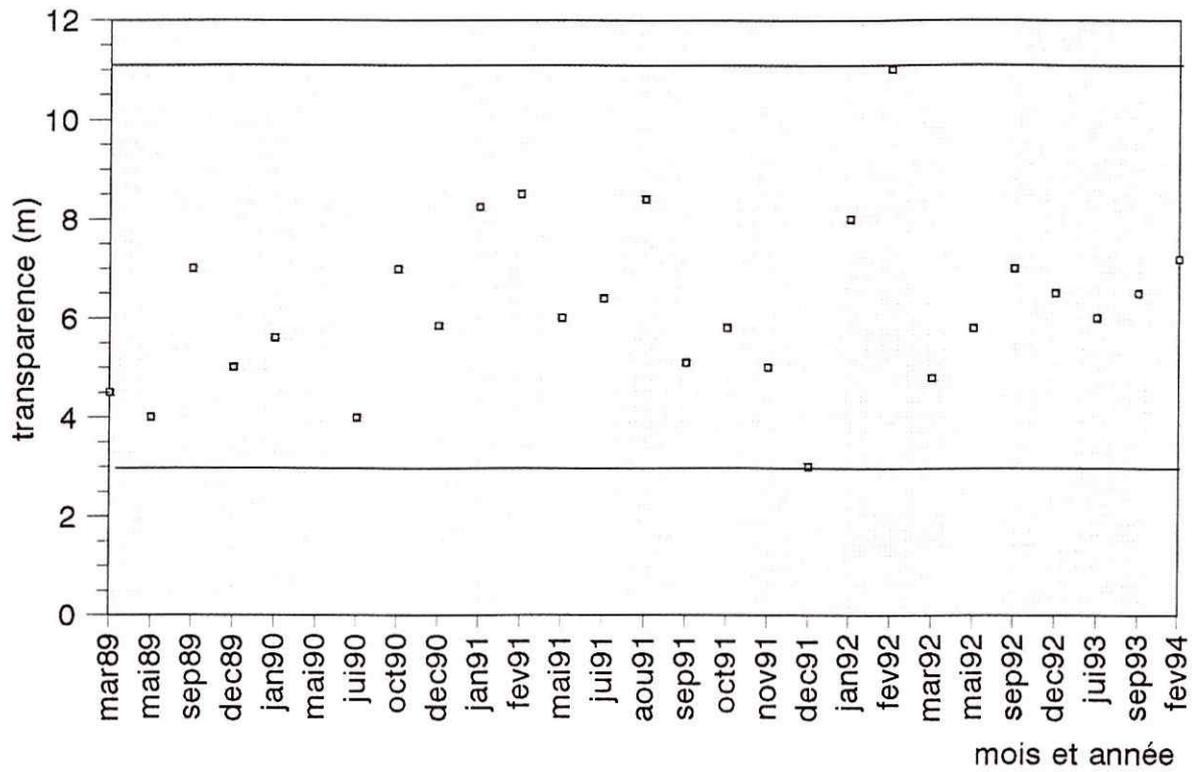


Fig. 16. Evolution de la transparence de l'eau dans le retenue du barrage de Manantali. - Source: Cellule de Limnologie.

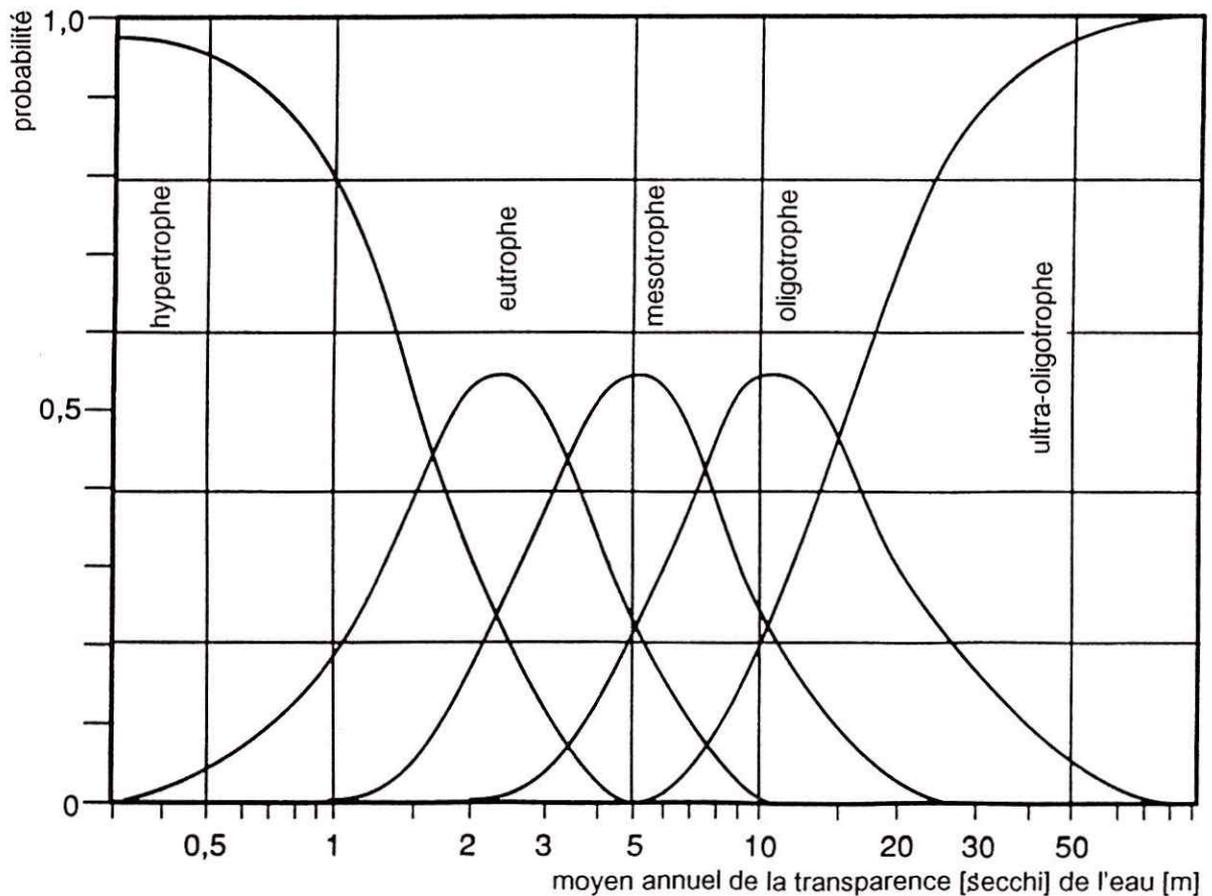


Fig. 17. Diagramme de probabilité pour le rapport entre transparence et taux de trophie d'un lac. - Source: O.E.C.D., légèrement modifiée.

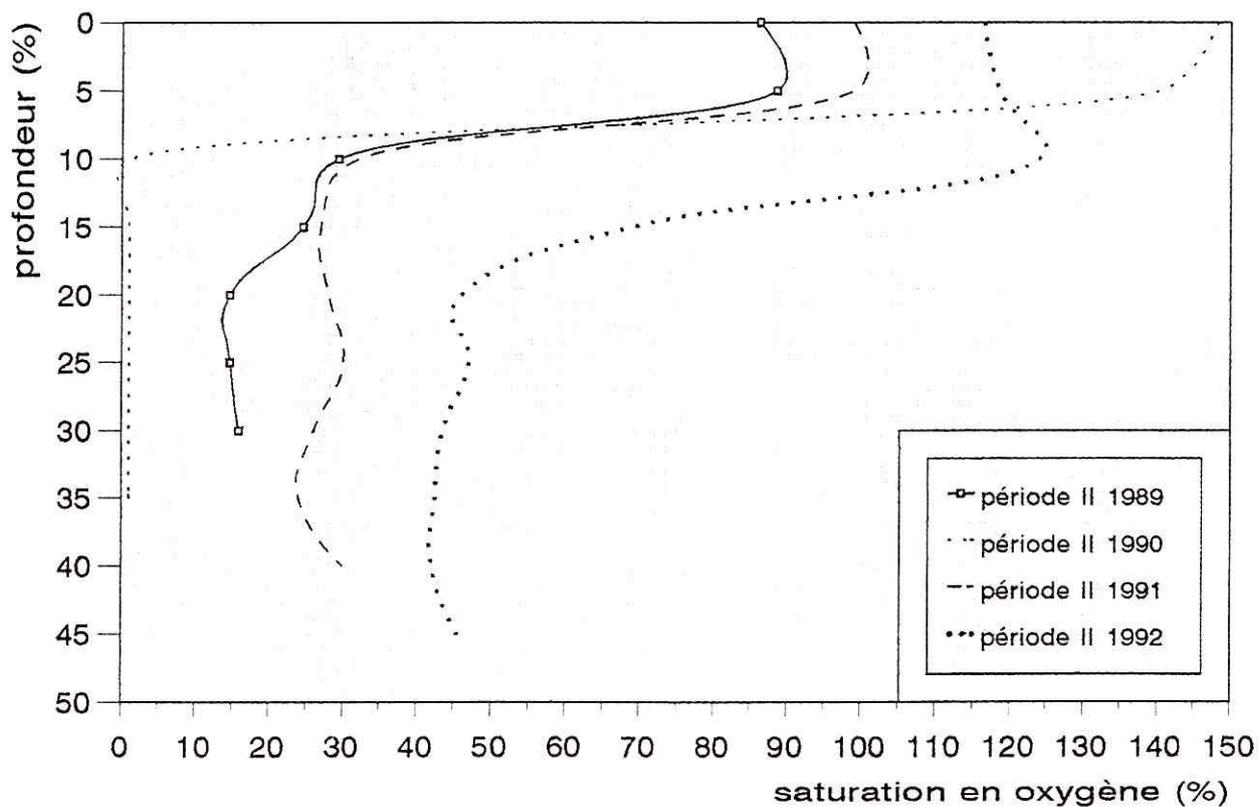
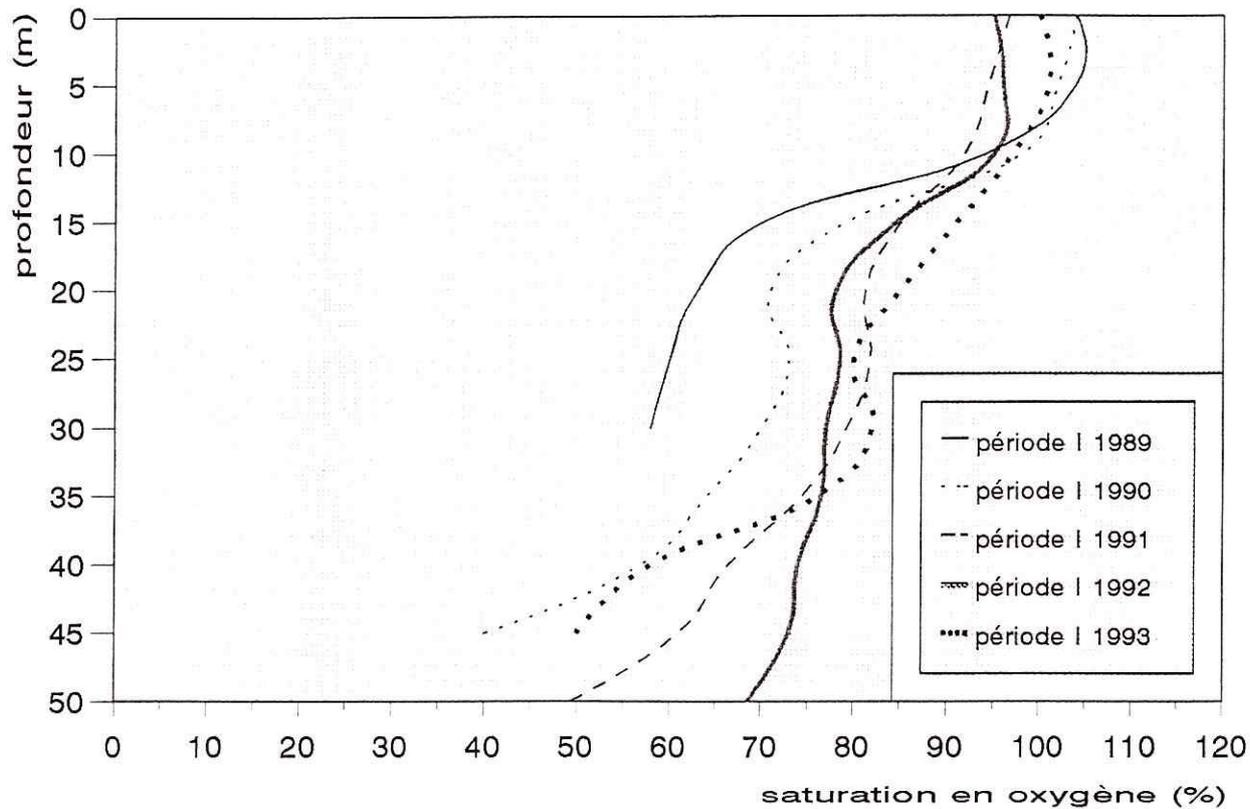


Fig. 18 et 19. Profils types de la distribution verticale de l'oxygène (%) dans le lac de Mantali au cours des différentes années de son existence et pendant les périodes (I-II : janv.-juin). - Source: Cellule de Limnologie.

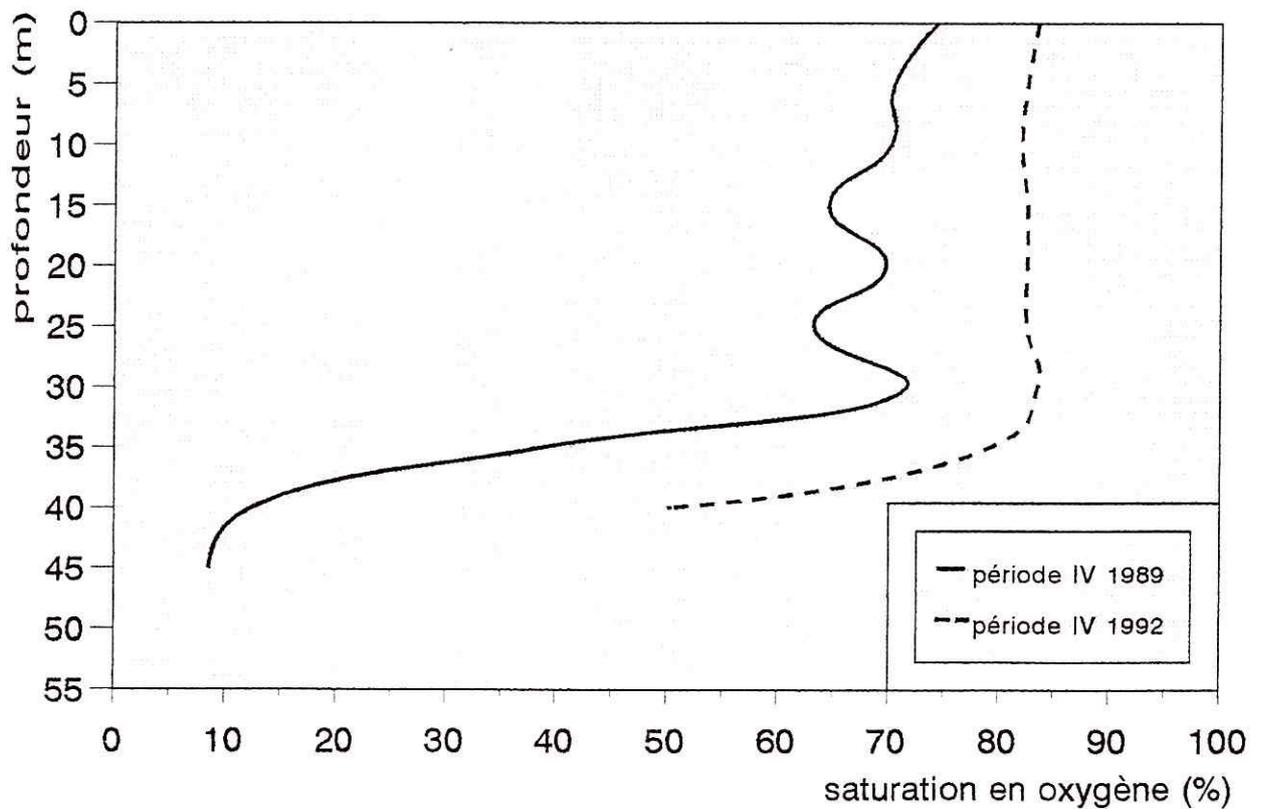
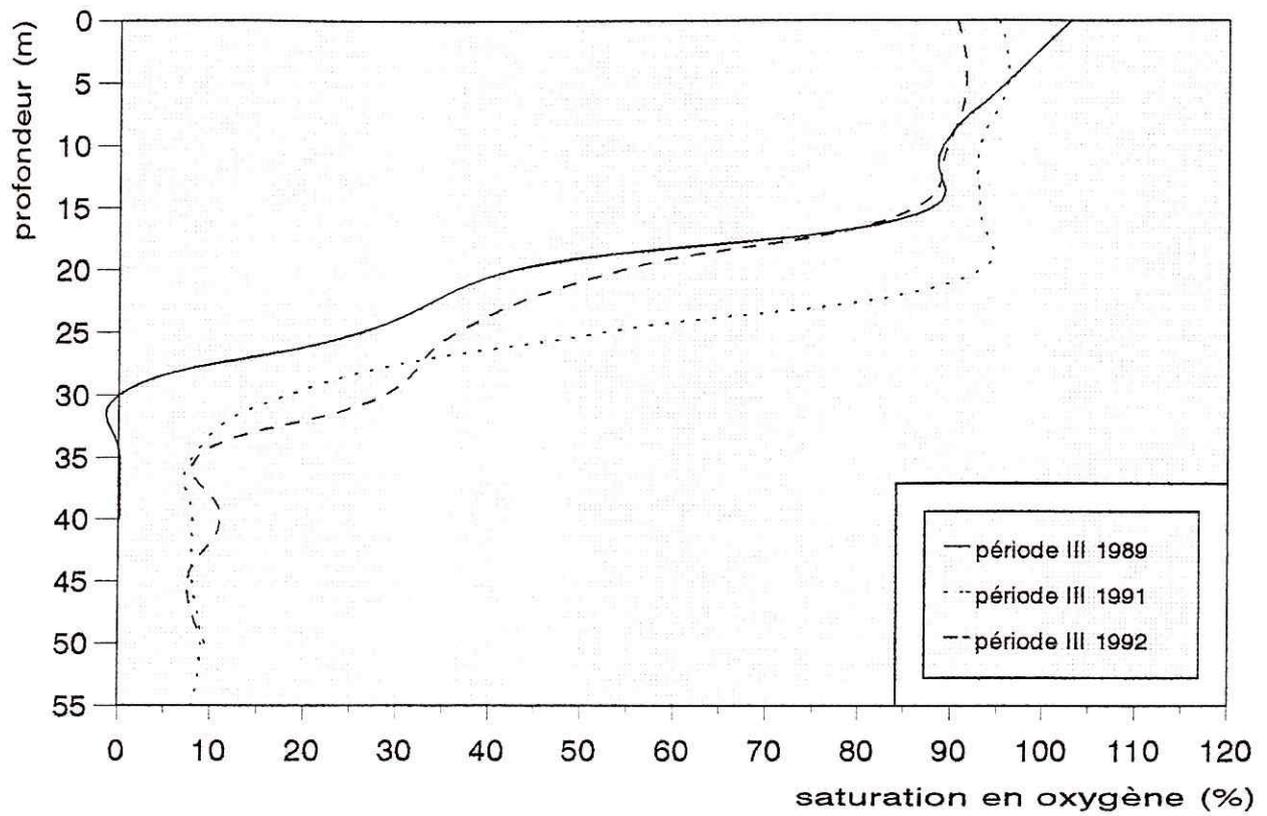


Fig. 20 et 21. Profils types de la distribution verticale de l'oxygène (%) dans le lac de Mantali au cours des différentes années de son existence et pendant les périodes (III - IV: juill. - déc.). - Source: Cellule de Limnologie.

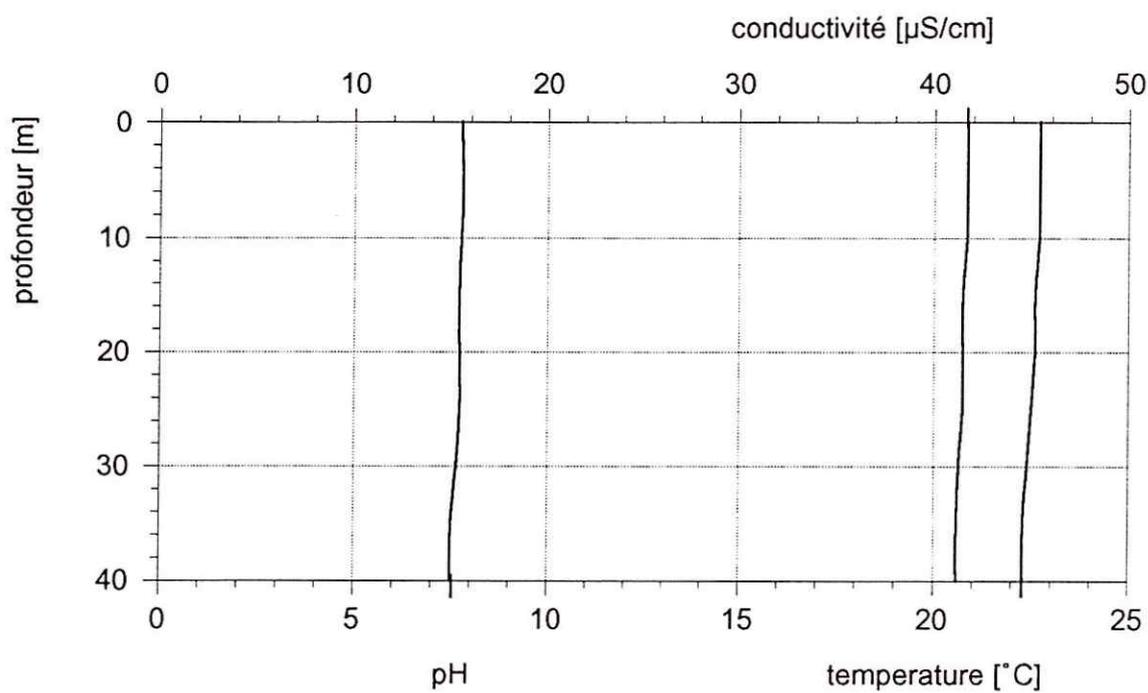
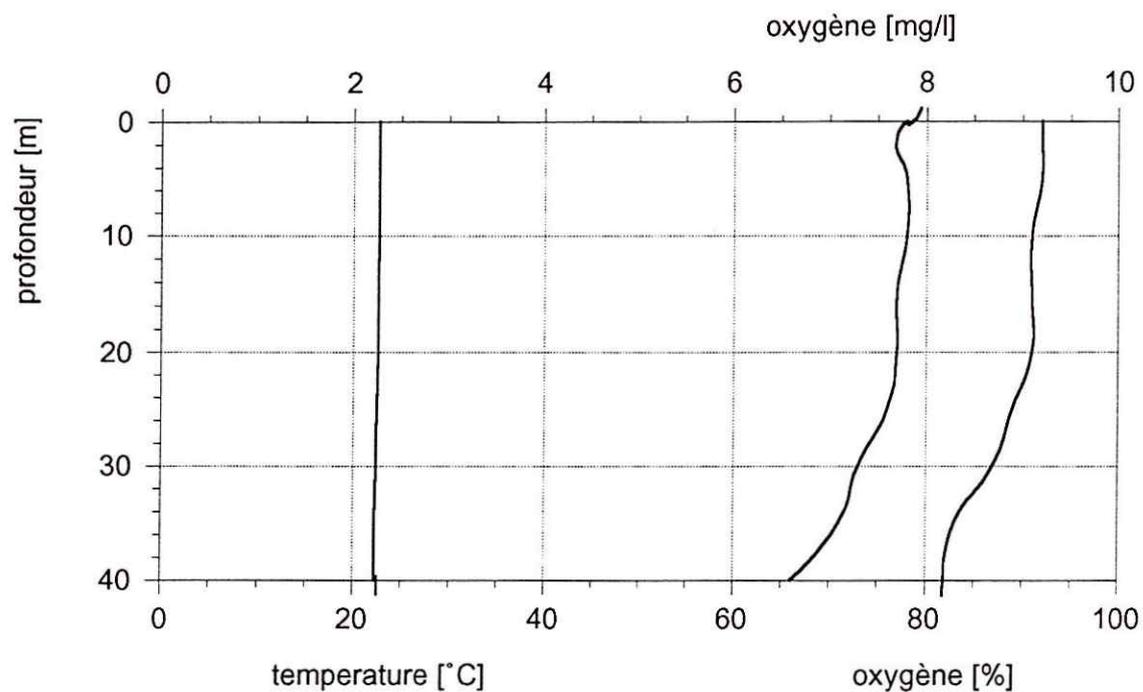


Fig. 22. Profils verticaux hydrochimiques du 2 février 1994 à la station I du lac amont du barrage de Manantali.

Tableau 1.

Paramètre	Recommandations OMS	Directive CEE Niveau guide	Directive CEE *C.M.A.	Valeur Retenue Manantali
Silice Si [mg/l]	-	1	10	4
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	-	6,7-7,5
Conductivité [µS/cm]	-	400	-	40
Taux de saturation en oxygène (surf.)	-	-	sup. 75%	80-100
Ammonium NH ₄ ⁺ [mg/l]	-	0,05	0,5	0,03-0,125
Hydrogène sulfuré H ₂ S [mg/l]	indélectable organoleptiquement	indélectable organoleptiquement	indélectable organoleptiquement	indélectable organoleptiquement
Fer (surf.) Fe [mg/l]	0,3	0,05	0,2	(inf. à 0,02) 0-0,1
Phosphates P ₂ O ₅ [mg/l]	-	0,4	5	inf. à 0,01
			*C.M.A.: concentration maximale admissible	

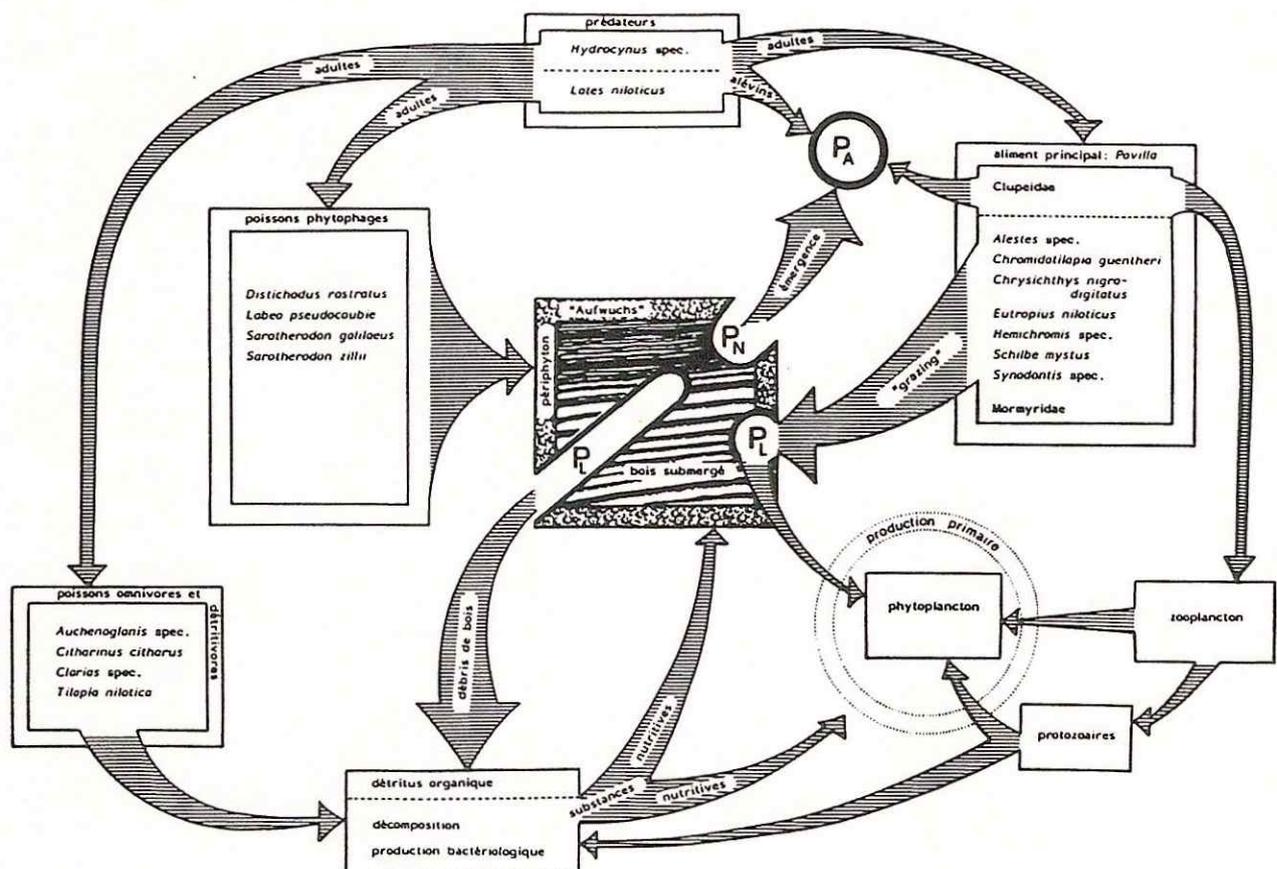
Tableau comparatif de quelques paramètres de qualité de l'eau (Après I. ANNE 1993)

longueur max. [km]	largeur max. [km]	surface [ha]	volume [10 ⁶ m ³]	profond. max. [m]	profond. moyenne [m]	ligne de rivage [km]
33	18	47.500	11.300	55	23,8	247,83

Caractéristiques morphométriques de la retenue de Manantali (cf. cote 208,0 m IGN)



Fig. 23. Bois broyé par les larves de l'éphémère *Povilla adusta*: on peut reconnaître l'insecte sur la droite, au centre de la photo.



Tabl. 2. Rôle écologique de *Povilla adusta* dans certains cycles nutritionnels et autres interactions biologiques. - PL=larves; PN=nymphes avant éclosion; PA=nymphes adultes (imagos/sub-imagos). D'après [32].

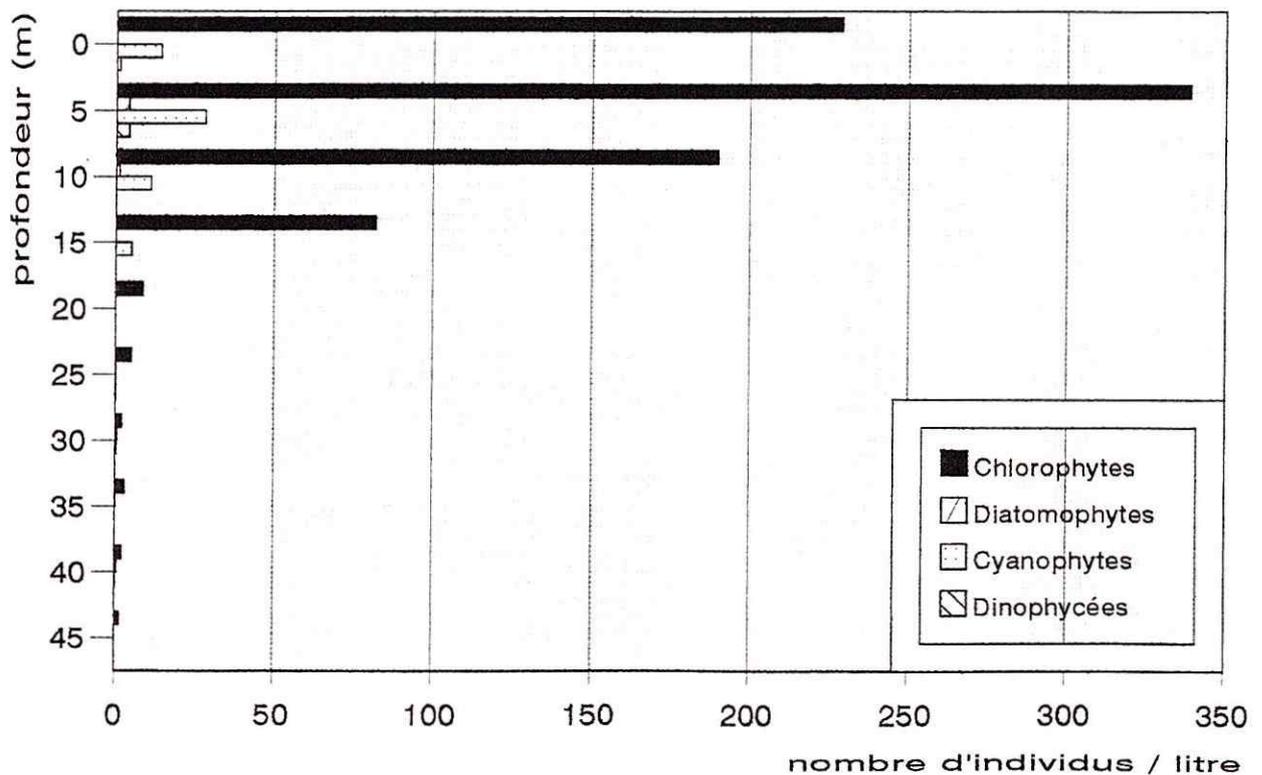
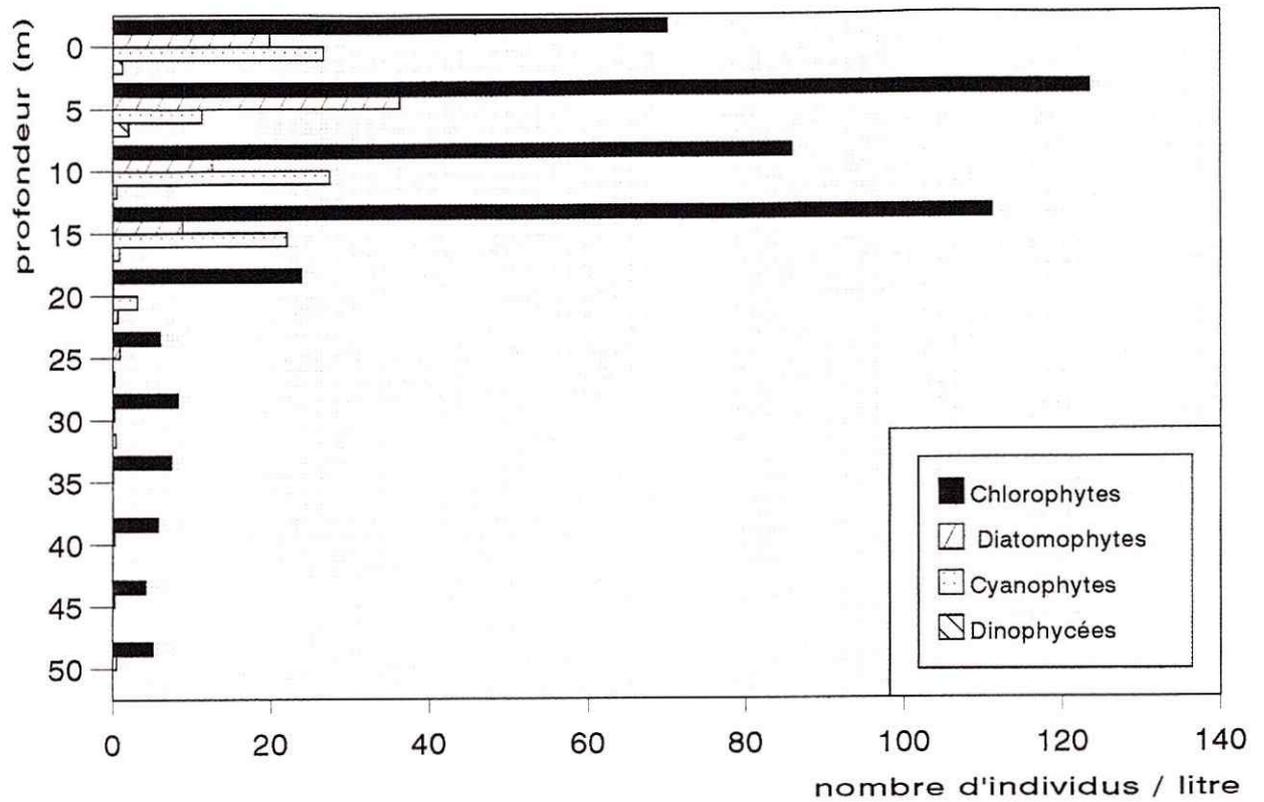


Fig. 24 et 25. Exemples de la distribution verticale et de composition du phytoplancton à proximité du barrage (Station I) et dans la section moyenne (Station III) du lac de Manantali. - Source: Cellule de Limnologie.



Fig. 26. Vue aérienne du barrage de Manantali.

Espèces	1989	1990	1991	1992
<i>Mormyrus rume</i>	+	+	+	+
<i>Petrocephalus bovei</i>	+	+	++	+
<i>Hyperopisus bebe</i>	+	+	+	+
<i>Marcusenius senegalensis</i>	+	+	+	+
<i>Mormyrops deliciosus</i>	+	+	+	+
<i>Hydrocynus forskalii</i>	++	++	+	+
<i>Hydrocynus brevis</i>	0	0	+	+
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	++	+++	+++	+++
<i>Brycinus nurse</i>	0	+	+	+
<i>Alestes baremoze</i>	+	0	0	0
<i>Distichodus engycephalus</i>	++	+	+	+
<i>Citharinus latus</i>	+	0	0	0
<i>Labeo coubie</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Labeo senegalensis</i>	+	+	++	+++
<i>Raiamas senegalensis</i>	+	+	0	0
<i>Barbus macrops</i>	+	+	++	++
<i>Leptocypris niloticus</i>	0	+	+++	+++
<i>Bagrus docmak</i>	+	+	+	+
<i>Chrysichthys duratus</i>	++	+++	+++	+++
<i>Schilbe mystus</i>	+	+	+	+
<i>Eutropius niloticus</i>	+	+	+	+
<i>Clarias sp.</i>	+	+	++	++
<i>Heterobranchus sp.</i>	0	+	+	+
<i>Malapterurus electricus</i>	+	+	+	+
<i>Synodontis ocellifer</i>	0	+	+	0
<i>Hemisyndontis membranaceus</i>	+	+	+	+
<i>Synodontis violaceus</i>	+	+	+	+
<i>Lates niloticus</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Hemichromis fasciatus</i>	++	++	+++	+
<i>Tilapia zillii</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Sarotherodon galilaeus</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Neogobius sp.</i>	+	+	+	+
<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	0	+	0	+
<i>Tetraodon lineatus</i>	+	+	+	+
<i>Eleotridae</i>	+	0	0	0

Tabl. 3. Espèces ichthyennes enregistrées dans ou disparues du lac de Manantali au cours des années 1989-1992. - + = indication de l'occurrence relative. - Source: Cellule de Limnologie

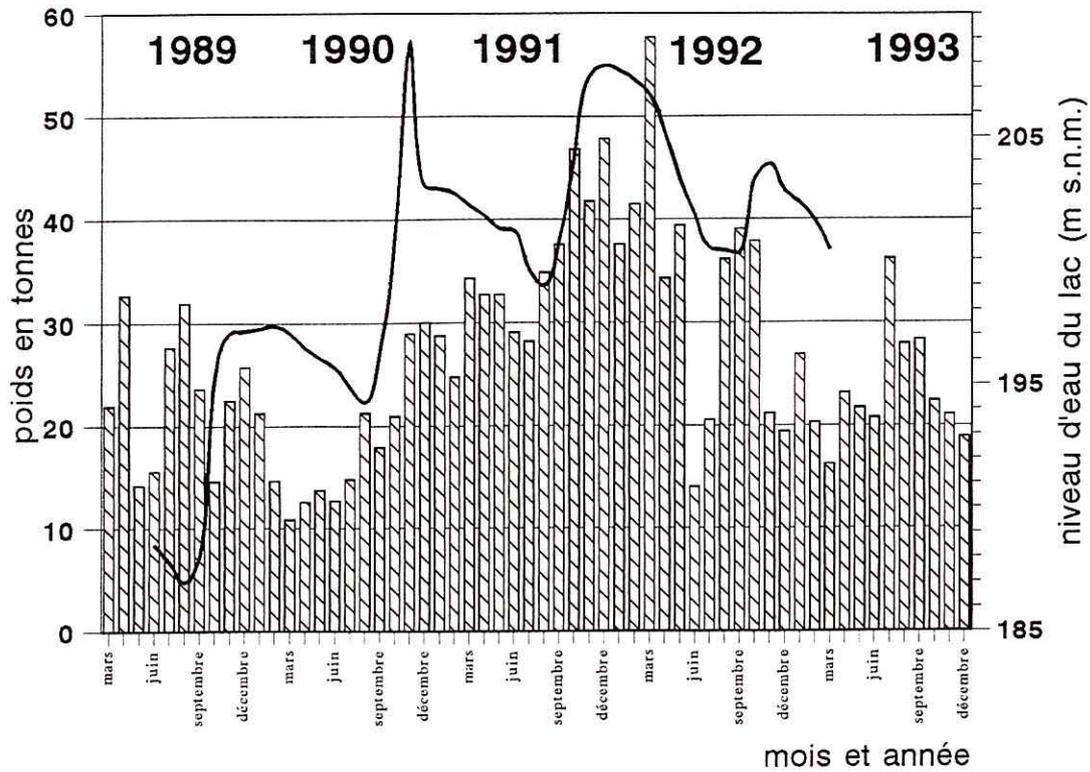


Fig. 27. Volume mensuel de poissons pêchés dans le lac de Manantali. Avec une comparaison par rapport aux fluctuations du niveau de l'eau (courbe). Source: Cellule de Limnologie

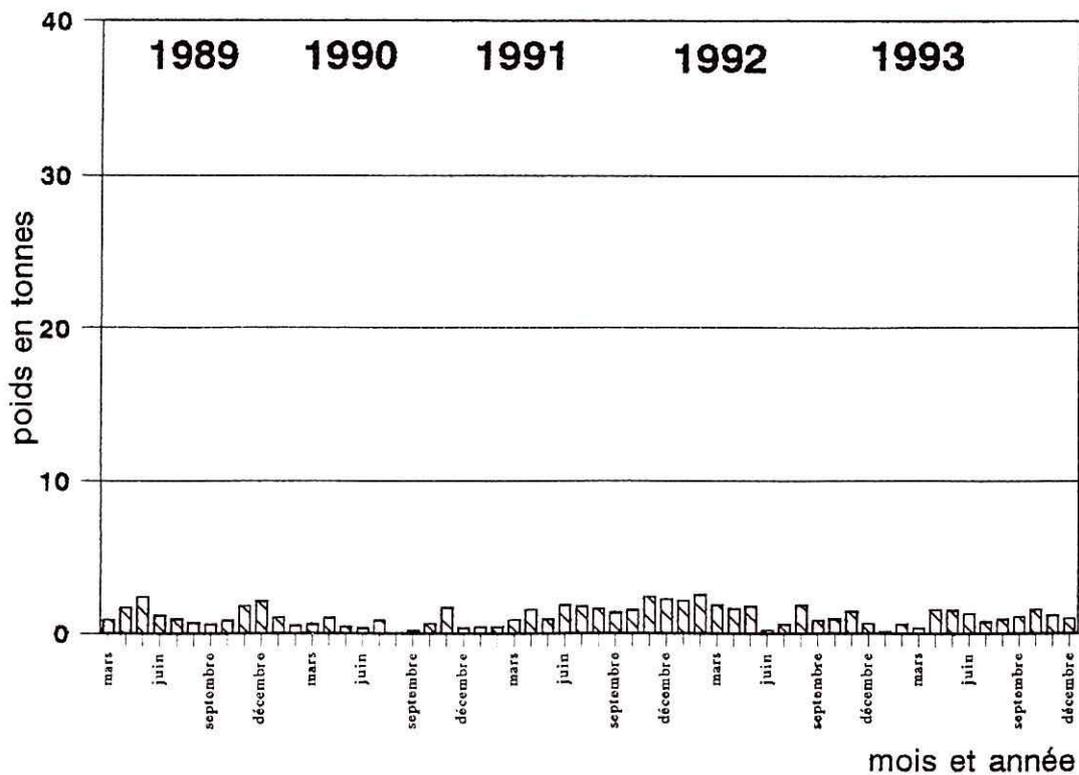


Fig. 28. Débarquements de poissons sèche à Manantali au cours des 5 dernières années. - Source: Cellule de Limnologie.

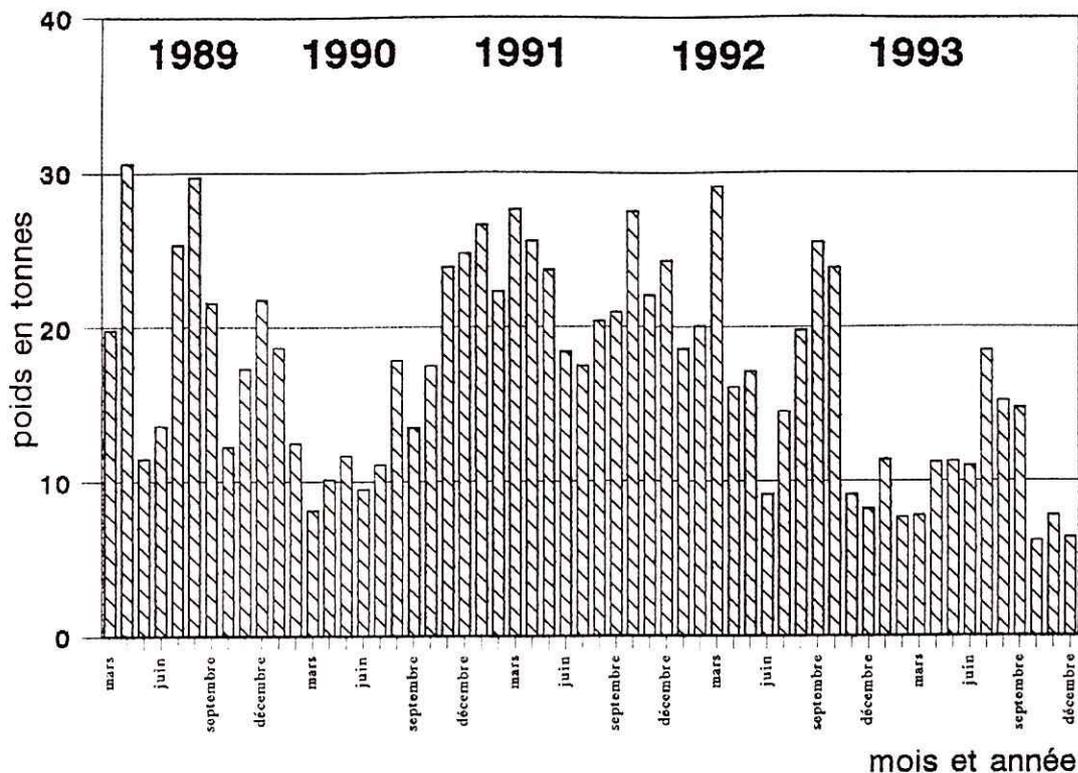


Fig. 29. Débarquements de poissons fumé à Manantali au cours des 5 dernières années. - Source: Cellule de Limnologie.

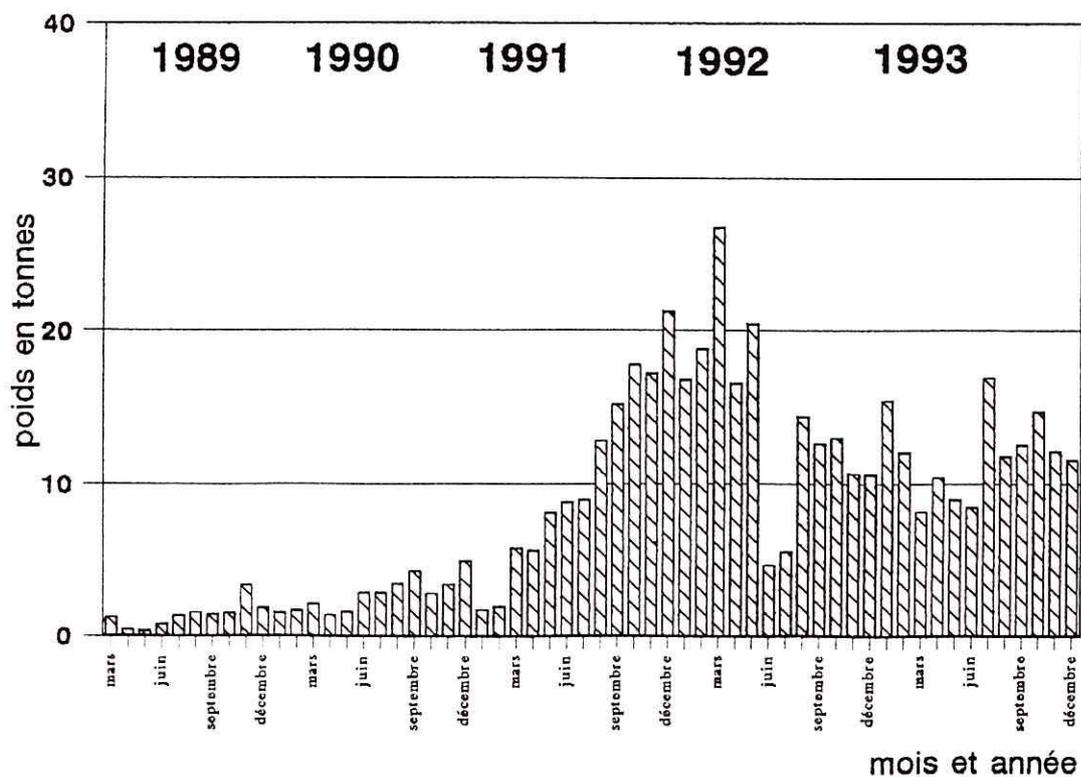


Fig. 30. Débarquements de poissons frais à Manantali au cours des 5 dernières années. - Source: Cellule de Limnologie.

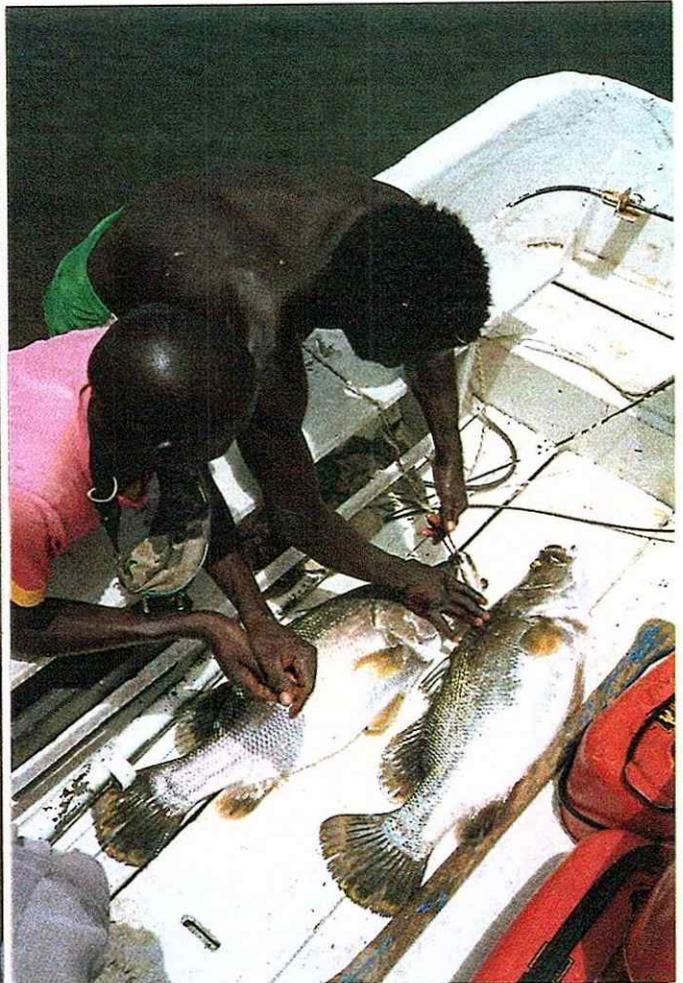
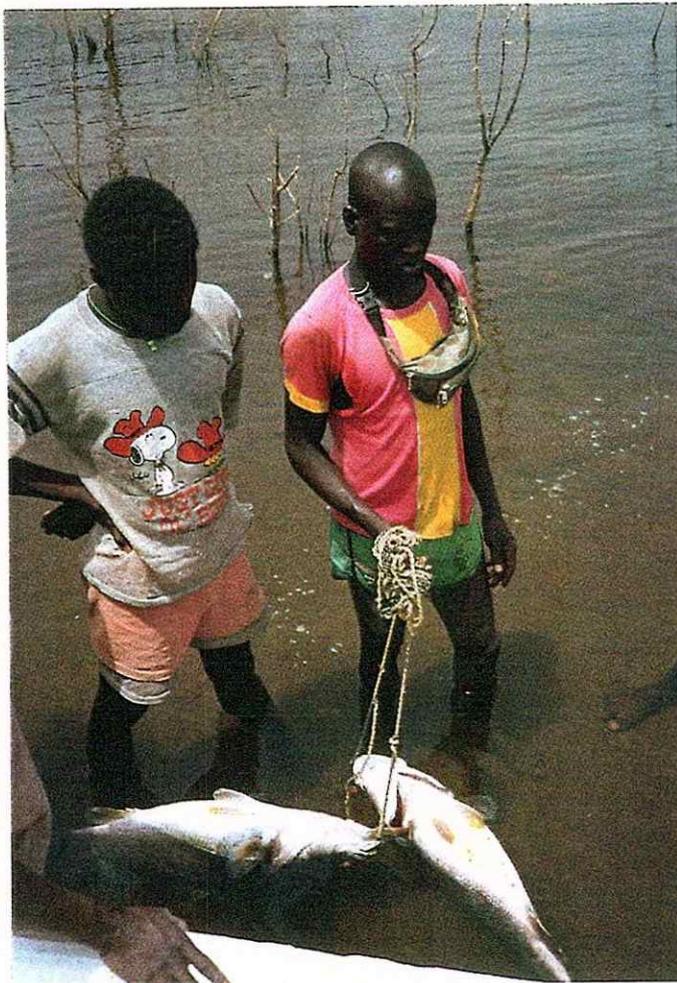


Fig. 31 et 32. Les grands *Lates niloticus* sont attachés à des cordes par les pêcheurs jusqu'au moment de leur vente et ainsi maintenus en vie.

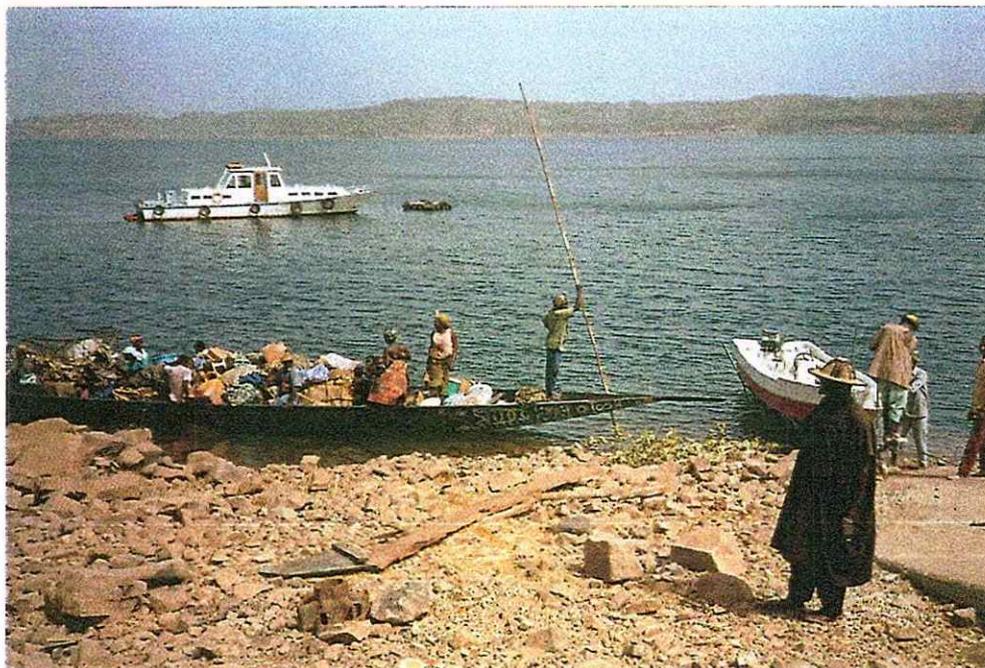


Fig. 33. Une grande pirogue de transport, chargée de poissons et d'autres marchandises, vient d'arriver à l'embarcadère de Manantali. A l'arrière plan, le bateau-laboratoire de la Cellule de Limnologie.

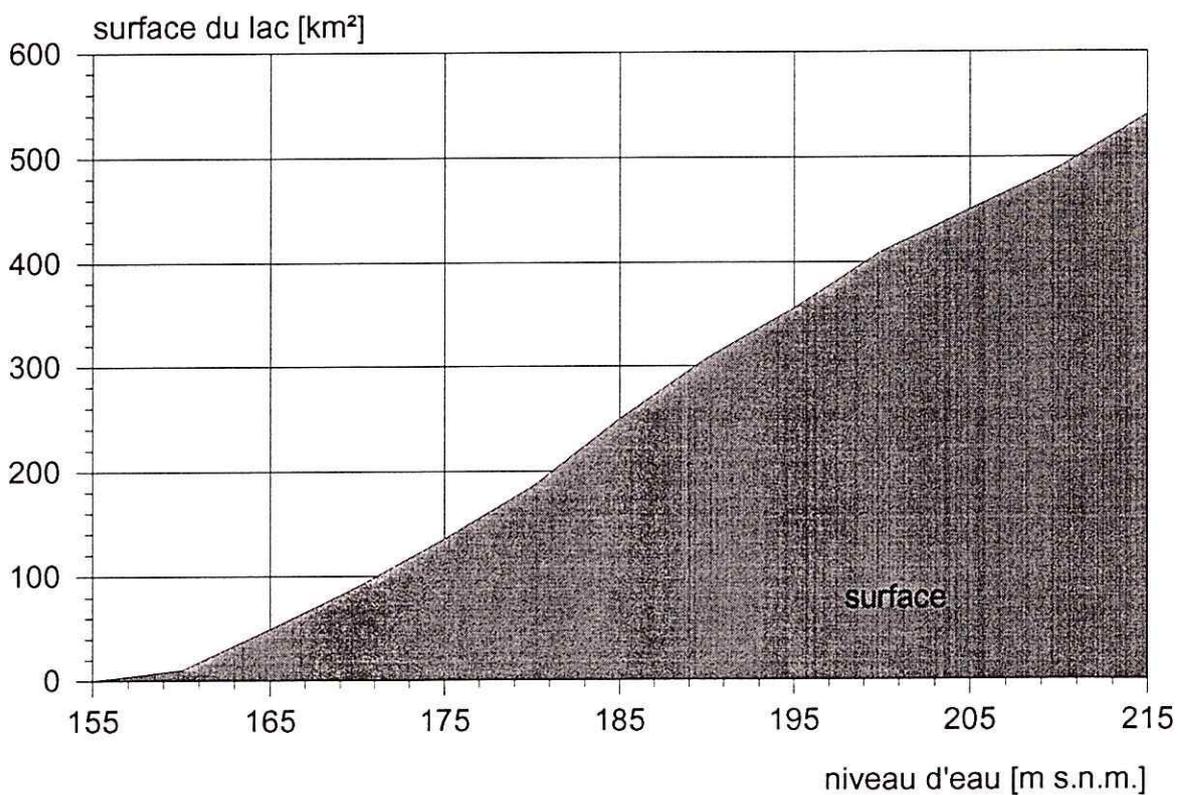
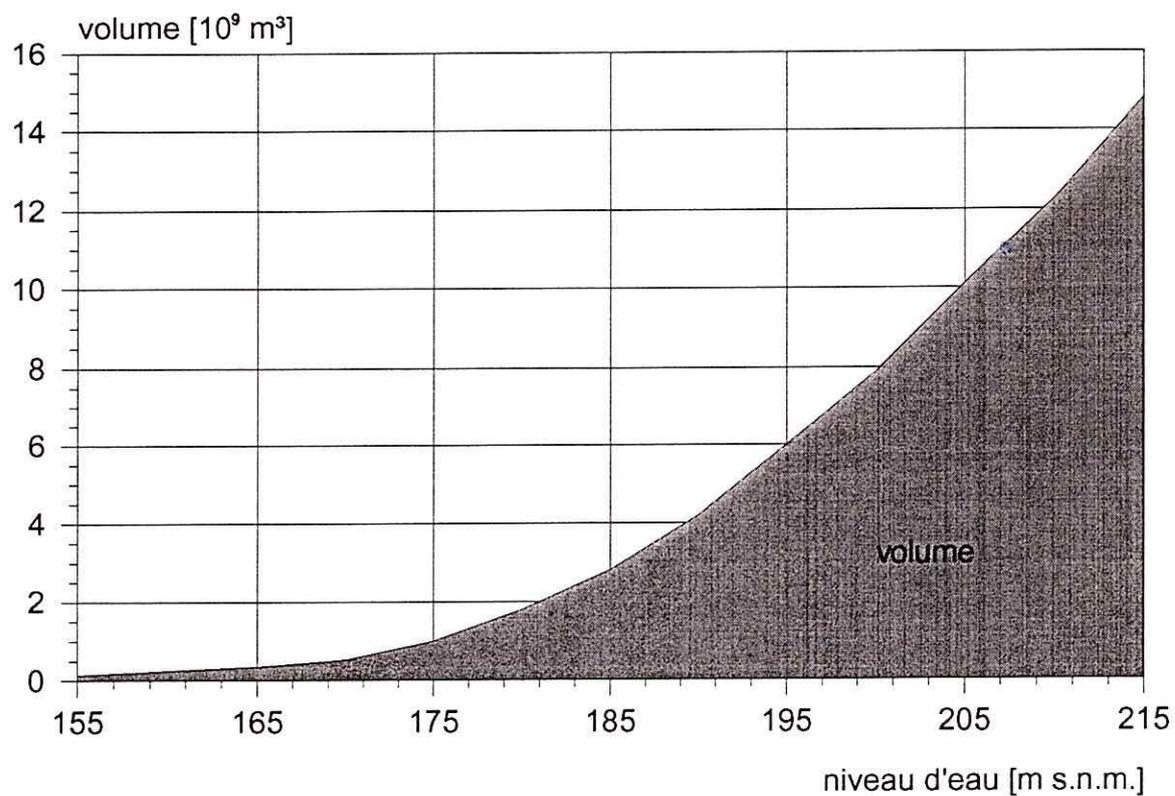


Fig. 34. Rapport volume/superficie et niveau de la retenue de Manantali.

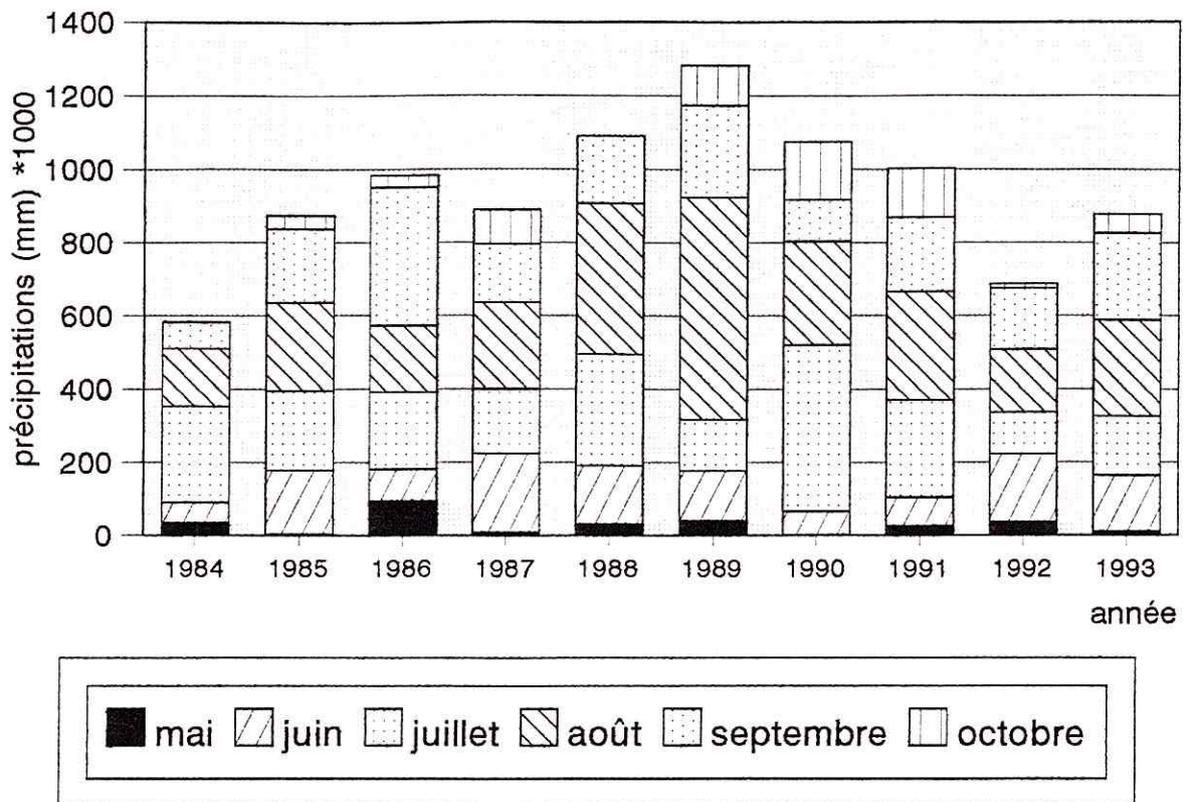


Fig. 35. Volume mensuel des précipitations au cours des années passées à Manantali.



Fig. 36. Jardin sur une rive du Bafing à Manantali.



Fig. 37. Récolte de bananes dans un grand jardin irrigué à partir du fleuve, juste à l'aval du barrage.

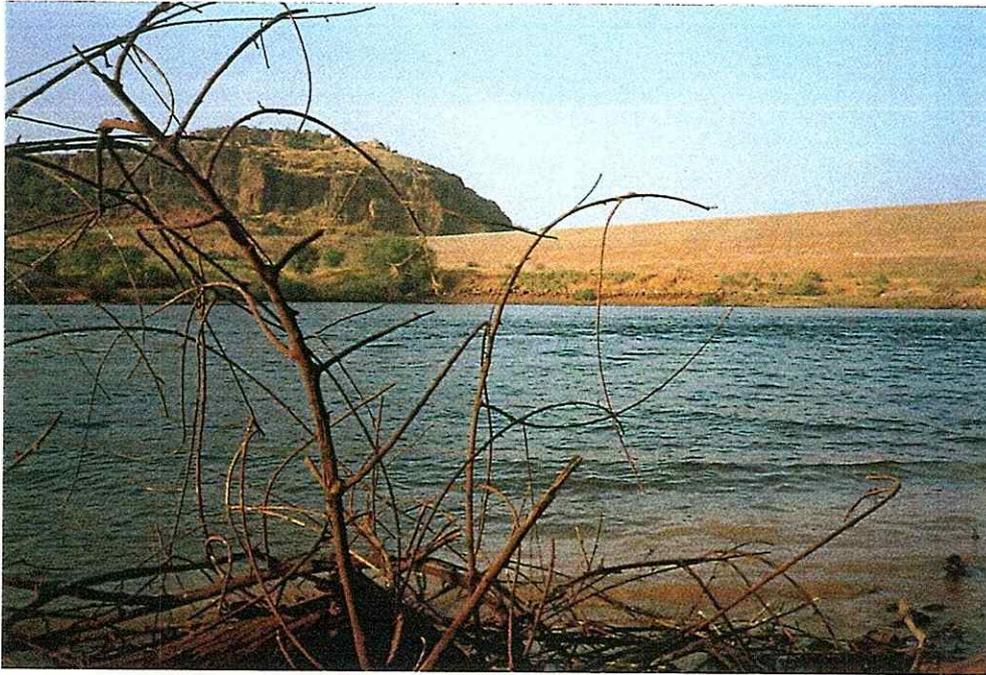


Fig. 38. Vue du barrage de Manantali avant le remplissage définitif.

	Amont barrage (vannes)		Confluence		Faraba (Sankarani)		Babougou (Balé)		Sodola (Balé)	
	surface	fond	surface	fond	surface	fond	surface	fond	surface	fond
Temperature (°C)	29,9-23,6	26,8-21,8	27,6-23,4	27,2-21,8	26,2-23,5	26,4-23,2	28,8-25	26,8-21,6	26,5-20,6	24,6-21,8
O ₂ (mg/l)	9,2-6,1	5,5-3,0	8,2-6,7	5,0-3,7	7,0-5,8	3,7-2,1	7,7-6,2	4,6-2,0	7,1-5,4	5,0-3,2
O ₂ (%)	122-78	70-35	98-79	62-47	84-73	44-26	101-78	55-25	81-68	58-39
pH	8,3-7,4	7,5-6,8	7,5-6,8	7,4-6,6	7,6-7,2	7,2-6,9	7,3-6,8	6,9-6,4	7,2-7,0	6,8
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,06-<0,03	0,06-<0,03	0,06-<0,03	0,04-<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
NO ₃ ⁻ (mg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
NO ₂ ⁻ (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	<0,05	-	-
NH ₄ ⁺ (mg/l)	<0,025	<0,025	<0,025	0,5-<0,025	<0,025	<0,025	0,03-<0,025	0,8-<0,025	<0,2	<0,025
Fe (mg/l)	1,4-0	2,5-0,6	1,0-0	2,5-0,7	1,6-0,2	1,6-0,5	0,8-0	2,0-0,3	0,9-0,3	1,8-0,6
Alcalinité (mmol/l)	1,7-0,5	1,2-0,6	0,8-0,3	0,8-0,3	1,0-0,5	0,9-0,5	0,9-0,2	0,7-0,3	1,0-0,4	1,2-0,4
Transparence (m) au disque Secchi	2,4-0,5	-	2,5-0,45	-	2,2-0,3	-	2,0-0,3	-	1,7-0,25	-
Cote amont (m)	348,8-340,0									

Tabl. 4. Données de mesures actuelles de certains paramètres hydrochimiques dans le lac de Sélingué. Pour chaque station, on a indiqué le maximum et le minimum obtenu au cours de la période d'investigations de décembre 1992 à décembre 1993. - Source: investigations de l'O.E.R.H.N.

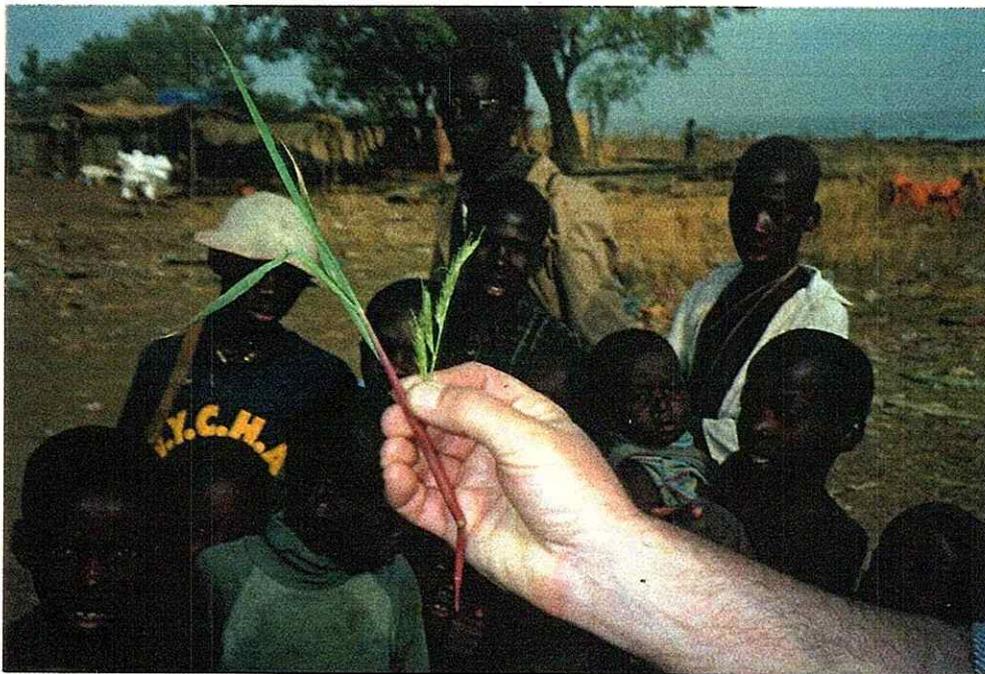


Fig. 39. Pousse et fruit de la plante aquatique *Echinochloa stagnina*.

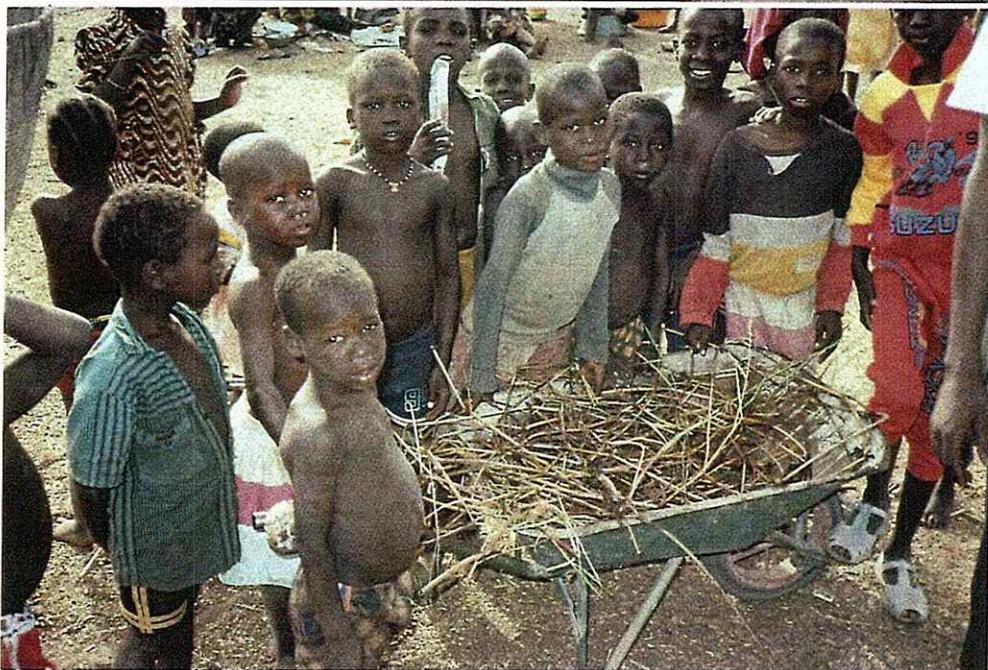


Fig. 40. Plantes aquatiques (*Echinochloa stagnina*) cueillies dans le lac de Sélingué et transportées par des enfants dans des brouettes jusqu'au village de Faraba.



Fig. 41. En tant que fourrage précieux, *Echinochloa stagnina* est rassemblée en gros tas sur les rives du village de Carrière (Lac du barrage de Sélingué) de façon à ce qu'elle puisse bien sécher.

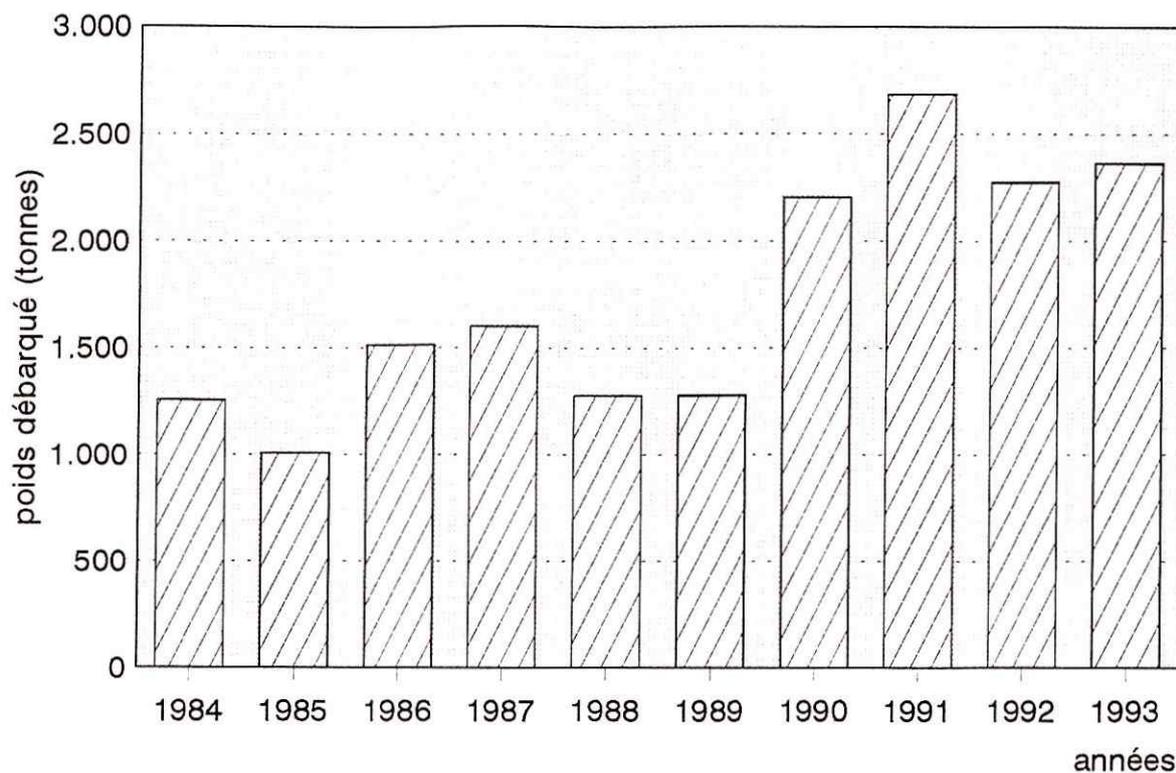


Fig. 42. Evolution du rendement de la pêche à Sélingué au cours des années 1984-1993. - Source: investigations de l'O.E.R.H.N.

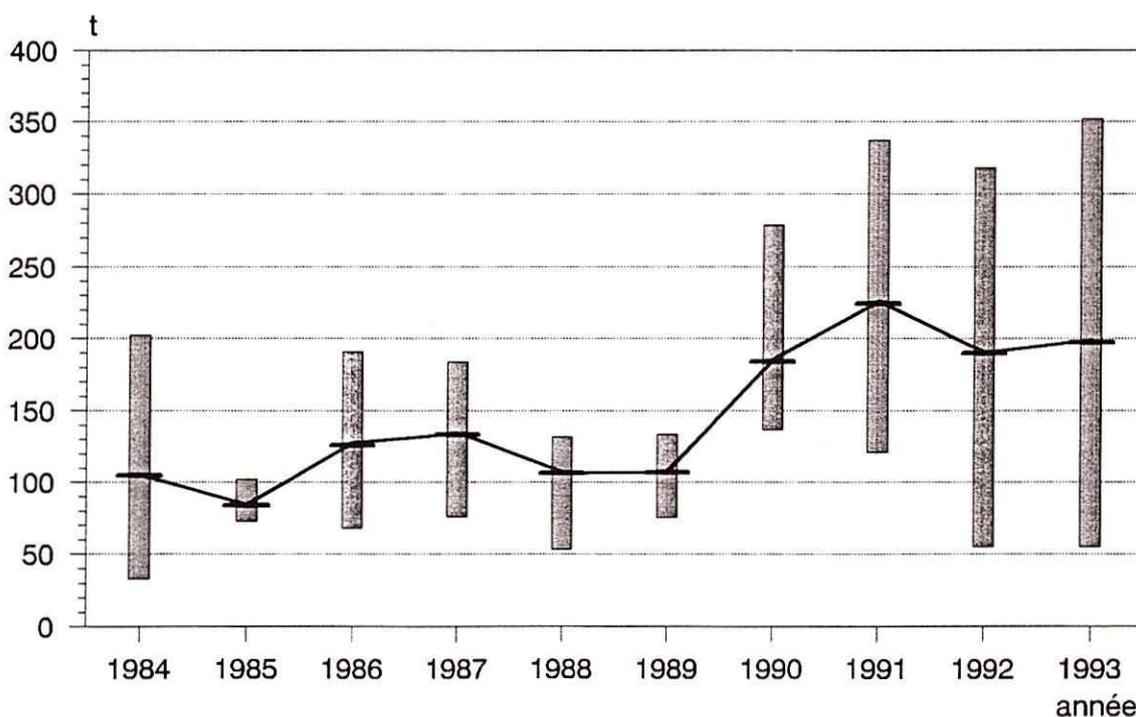
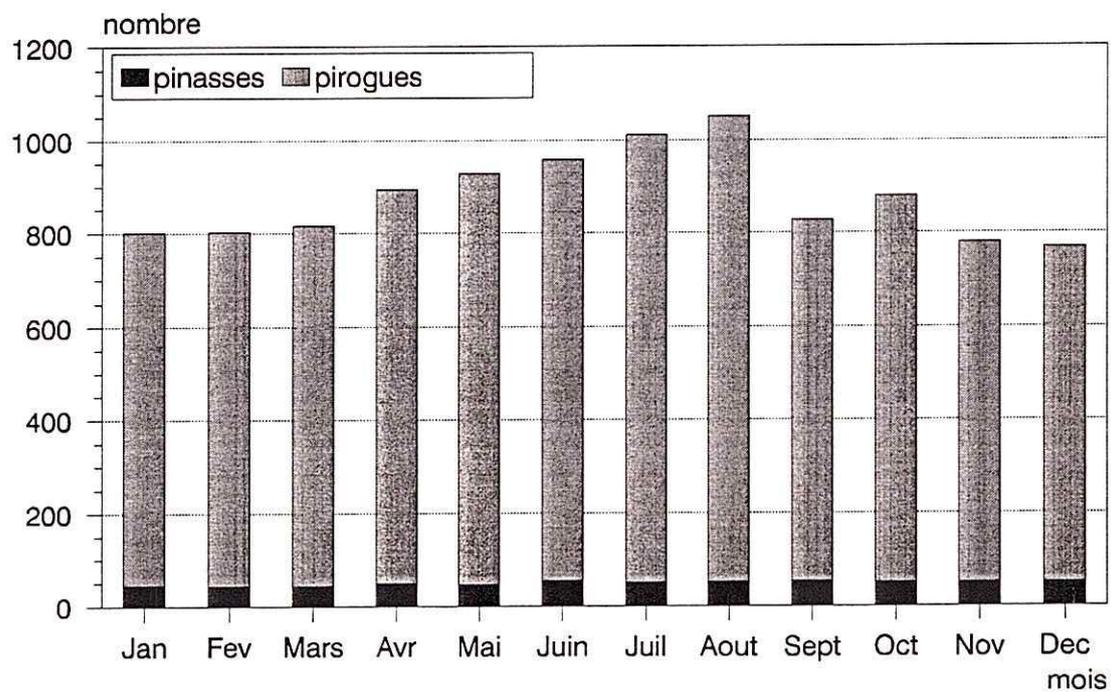
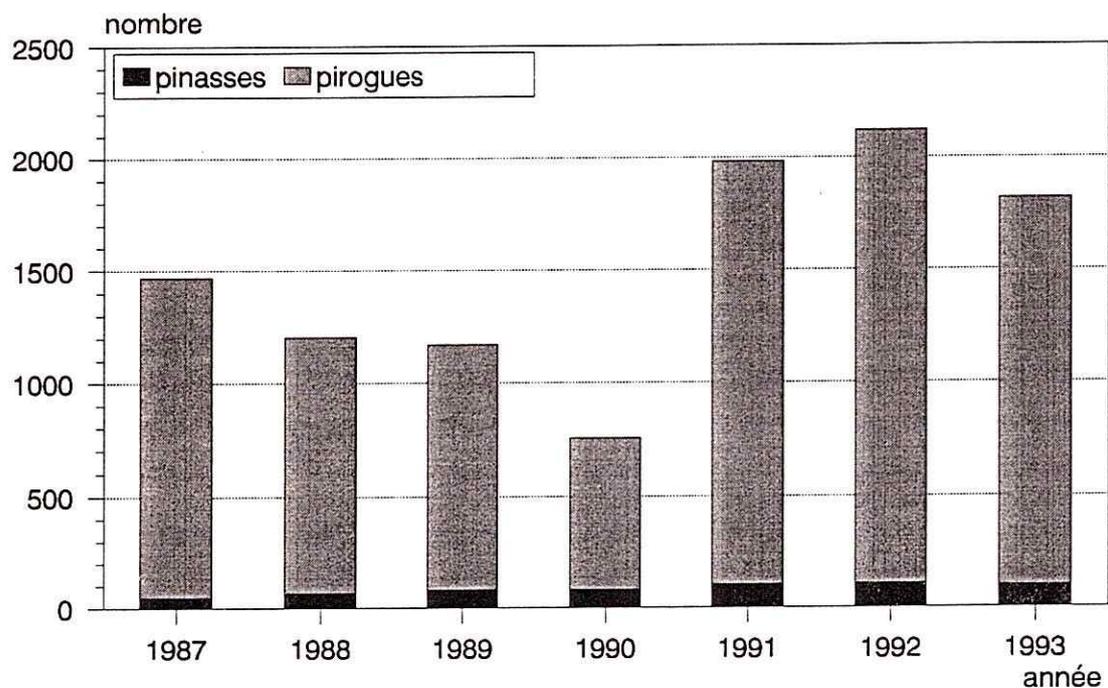


Fig. 43. Volume moyen de poissons pêchés (courbe) dans le lac de Sélingué au cours des différentes années de son existence avec les fluctuations absolues (maximum et minimum). - Source: investigations de l'O.E.R.H.N.

Fig. 44.



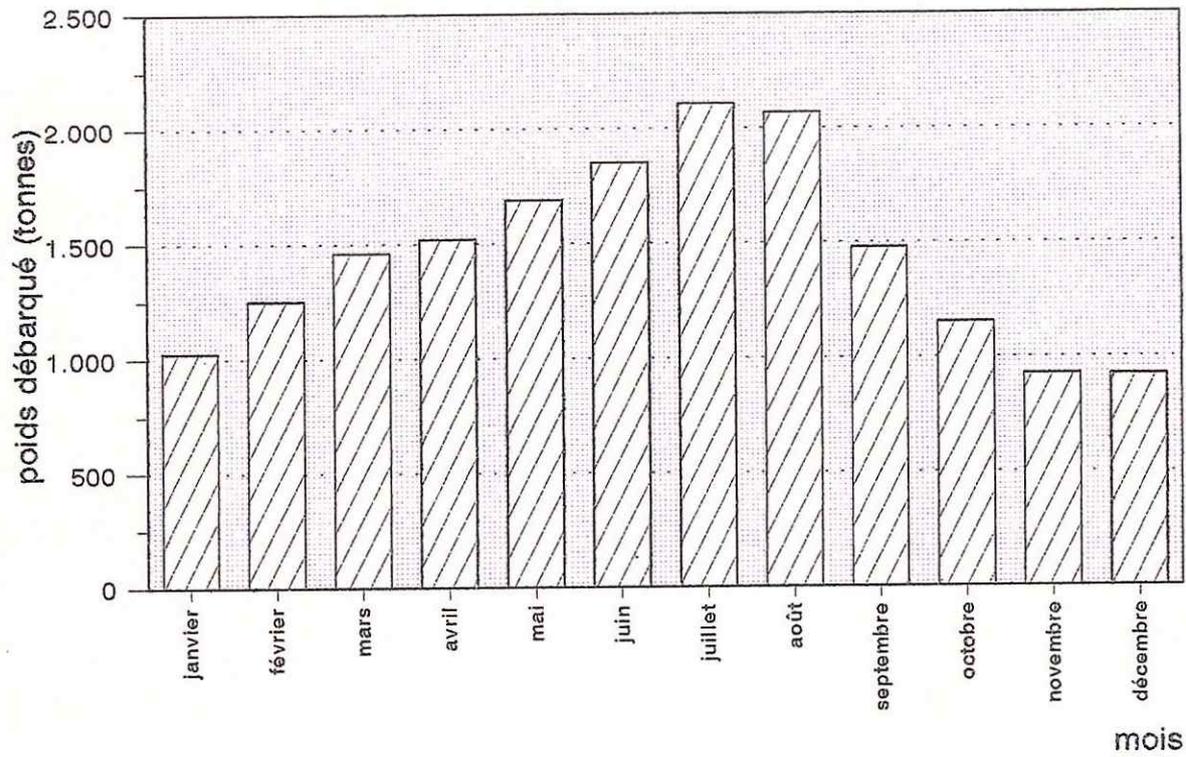


Fig. 45. Quantité totale de poissons ayant été capturés pendant la période 1984-1993, au cours d'un mois déterminé.



Fig. 46. Grandes corbeilles garnie d'un sac de lin où les poissons pêchés dans le lac de Sélingué sont tenus au frais sous des blocs de glace avant d'être transportés en tant que poissons frais jusqu'aux marchés de Bamako.