

# Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes

Groupe d'experts sur les plaines  
d'inondation sahéniennes (GEPIS)



Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest

# **Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes**

# **Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes**

**Préface du Professeur J. Ki-Zerbo**

**Ouvrage collectif publié par le Groupe d'Experts  
sur les Plaines d'Inondation Sahéliennes (GEPIS)**

**Bureau régional pour l'Afrique de l'ouest (UICN-BRAO)  
UICN - Union mondiale pour la nature  
2000**

La terminologie géographique employée dans cet ouvrage, de même que sa présentation, ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN sur le statut juridique ou l'autorité de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou sur la délimitation de ses frontières.

Les opinions exprimées ici sont généralement celles des auteurs. Elles ne reflètent pas nécessairement des positions officielles du Gouvernement Néerlandais, ou de l'UICN.

Cet ouvrage collectif a pu être produit et publié grâce à une généreuse contribution financière du Ministère de la Coopération au développement du Gouvernement du Royaume des Pays-Bas.

Publié par: UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni

# UICN

Union mondiale pour la nature

Droits d'auteur: ©2000 Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources

La reproduction de cette publication à des fins non commerciales, notamment éducatives, est permise sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source soit dûment citée.

La reproduction de cette publication à des fins commerciales, notamment en vue de la vente, est interdite sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur.

Citation: Groupe d'experts des plaines d'inondation sahéliennes (2000). *Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes*. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. xii + 214pp.

ISBN: 2-8317-0494-4

Photo couverture: UICN - Jamie Skinner

Mise en page: Service des publications de l'UICN.

Produit par: Service des publications de l'UICN.

Imprimé par: Page Bros (Norwich) Ltd, R.-U.

Disponible auprès du: Service des publications de l'UICN  
219c Huntingdon Road, Cambridge CB3 0DL, R.-U.  
Tél.: +44 1223 277894, Télécopie: +44 1223 277175  
Courriel: [info@books.iucn.org](mailto:info@books.iucn.org)  
<http://www.iucn.org>

Il existe aussi un catalogue des publications de l'UICN

# Table des matières

<b>Préface, J. Ki-Zerbo</b>	vii
<b>Remerciements, I. Thiaw</b>	ix
<b>Avant propos, M. Acreman</b>	xi
<b>Lignes Directrices, M. Acreman et J. Y. Pirot</b>	1
1. Introduction	1
2. Politique	1
3. Planification	2
4. Mise en œuvre	3
5. Sensibilisation	3
<b>1. Introduction</b>	5
1.1. Constat, <i>J. de Boissezon</i>	5
1.2. Définition et fonctionnement des plaines inondables, <i>M. Acreman et L. Bortoli</i>	7
1.3. Historique de l'utilisation des zones d'inondation, <i>R. Vernet et S. Kane</i>	11
1.4. Evolution récente des plaines d'inondation, <i>M. Acreman</i>	16
<b>2. Planification intégrée - concepts et techniques</b>	21
2.1. Planification et gestion intégrée, <i>P. P. Vincke</i>	21
2.2. Modèles prévisionnels et leur usage, <i>F. X. Cogels, J. Y. Pirot, G. Bergkamp et H. Wane</i>	24
2.3. Evaluation économique et prise en compte des valeurs non marchandes, <i>M. Acreman</i>	29
2.4. Etudes d'impact sur l'environnement, <i>L. Sally</i>	32
2.5. Elaboration et mise en œuvre des plans directeurs, <i>P. P. Vincke</i>	35
2.6. Surveillance continue des zones inondables, <i>P. P. Vincke</i>	38
2.7. Exemples de techniques de planification, <i>M. D. Ndiaye</i>	41
<b>3. Données de base</b>	45
3.1. Description de l'environnement physique, <i>J. M. Ouadba</i>	45
3.2. Hydrologie et alimentation en eau, <i>F.X. Cogels, S. Coly et G. Ndiaye</i>	47
3.3. Inventaire de la biodiversité, <i>P. Scholte, J. Quensièrre, P. Ndiaye, A. Diallo et J. Brouwer</i>	50
3.4. Aspects humains, <i>A. Wade et M. Y. Lafdal</i>	64
3.5. Choix des infrastructures et équipements, <i>J. de Boissezon</i>	69
3.6. Recherche scientifique, <i>J. M. Ouadba</i>	76
3.7. Gestion de l'information, <i>J. Brouwer</i>	77
<b>4. Mode d'exploitation et de gestion</b>	81
4.1. Agriculture irriguée ou agriculture de crue et de décrue, <i>H. Sally</i>	81
4.2. La pêche, <i>P. S. Dioufet J. Quensièrre</i>	85
4.3. Elevage, <i>A T. Dia</i>	93
4.4. Les ressources ligneuses au Sahel, <i>N. Dieng</i>	96
4.5. Production d'hydroelectricité, <i>M. Ouédraogo</i>	99
4.6. Gestion de la diversité biologique, <i>A. Galat Luong</i>	100
4.7. Gestion des équilibres écologiques, <i>A. Thiam, W. C. Mullié et J. M. Ouadba</i>	104
<b>5. Mécanismes de coordination et de concertation</b>	113
5.1. Structure de gestion des bassins versants, <i>J. R. Thompson</i>	113
5.2. Structures d'appui, <i>A. Ndiaye</i>	116
5.3. Coordination et concertation au niveau villageois, <i>R. Kouokam</i>	117

5.4. Intégration des femmes dans la gestion des plaines d'inondation sahéliennes, <i>Z. T. Yaro</i>	120
5.5. Cogestion, <i>T. L. Price</i>	123
5.6. Gestion des conflits, <i>A. Y. Diallo</i>	125
<b>6. Législation concernant les plaines d'inondation, <i>I. Ly</i></b>	<b>127</b>
6.1. Introduction	127
6.2. Droit traditionnel et systèmes anciens	127
6.3. Lois et règlements modernes concernant les plaines d'inondation	129
6.4. Les conventions internationales applicables aux plaines d'inondation	130
<b>7. Transmission de l'information</b>	<b>133</b>
7.1. Sensibilisation à la gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes, <i>B. Gueye</i>	133
7.2. Formation, <i>P. Wit</i>	136
<b>8. Exemples de gestion</b>	<b>145</b>
8.1. Effets de la construction des barrages, <i>G. Polet et P. Torrekens</i>	145
8.2. Restauration, <i>A. M. Diouf, O. Hamerlynck, R. Braund et J. Y. Pirot</i>	155
8.3. Suivi de l'écosystème dans le delta intérieur du Niger (Mali), <i>C. H. Diakité, M.F. Courel et M. Adesir Schilling</i>	177
8.4. Gestion intégrée du lac de Guiers (Sénégal), <i>F. X. Cogels</i>	183
8.5. Gestion du barrage de Manantali, <i>M. A. Konté</i>	189
<b>Liste des auteurs du présent livre et leurs contributions</b>	<b>193</b>
<b>Références bibliographiques classées et numérotées</b>	<b>195</b>
<b>Annexe: Noms et adresses des membres de GEPIS ayant contribué au manuel</b>	<b>213</b>

# Préface

C'est une idée lumineuse qui a conduit à la réalisation du présent ouvrage. En effet, les plaines d'inondation constituent à travers le Sahel une réalité massive qui va des mares jalonnant les bas-fonds jusqu'aux bassins fluviaux ou lacustres. Ces écosystèmes d'envergures variées obéissent à un rythme cyclique et saisonnier qui déclenche et module la vie dans son déploiement végétal, animal et même minéral: éclosion des pâturages, migrations des oiseaux, changements des conditions pédologiques etc. Les plans d'eau qui contrastent avec l'aridité ambiante sont en fait des régulateurs, ou des perturbateurs au plan thermique, hygrométrique, hydrologique, biologique, etc. Ce sont des foyers de concentration de phénomènes vitaux complexes qui peuvent déboucher soit sur une polyculture vivrière remarquable, soit sur une monoculture à grande échelle (riziculture, canne à sucre), mais en général dans le sens de la concentration et de l'intensification des rendements. Dans les paysages dépouillés du Sahel, les plaines d'inondation rappellent les oasis du désert et préparent aux espaces verts de la zone guinéenne.

C'est justement ce caractère d'espace médian, d'interface entre plusieurs écosystèmes, mais doté abondamment de la denrée rare que constitue l'eau, qui fait des plaines d'inondation au Sahel des lieux de complexité dynamique et d'opportunités.

Ici aussi se rencontrent non seulement les lieux géographiques mais les temps historiques; avec les vestiges antiques de la pêche qui datent de 5000 ans, les témoignages du navigateur vénitien CADAMOSTO sur les modes de gestion du Fouta Toro au début du XVI<sup>e</sup> siècle, et les technostructures contemporaines des grands barrages et des périmètres irrigués. Mais l'hydroélectricité des barrages et les hydrocarbures ne comptent encore que pour 10% dans l'approvisionnement énergétique des populations qui dépendent pour 90% du bois de feu. Or, les ressources forestières et ligneuses au Sahel sont abondantes principalement dans ces écosystèmes assez humides. En d'autres termes, en matière d'énergie, aussi bien les sources les plus "modernes" que les ressources les plus anciennes sont concentrées dans les espaces dont il est question ici. Il en est de même pour la sécurité alimentaire; par exemple en matière de ressources halieutiques, le seul Bassin du Tchad produisait 100.000 tonnes de poissons par an dans les années 1970 (130.000 tonnes au Mali en 1975). Il s'agit donc d'espaces aux opportunités multiformes, mais traversés de contradictions nombreuses débouchant sur des conflits: espaces de toutes les chances et de tous les dangers où les larves de la douve du foie s'abritent dans certains herbages foisonnants et plantureux du bourgou; où, à la jonction du fleuve Sénégal et du lac de Guiers, la ville de Richard Toll compte près de 60% de bilharziens. Cependant que la schistosomiase intestinale sévit depuis la mise en service du barrage de Diama et la non remontée de l'eau océanique salée.

Certes agriculteurs, pêcheurs, éleveurs, artisans, tradi-thérapeutes, puisatiers, ménagères et maraîchers fourmillent dans ces espaces, mais leur densité croissante donne un relief nouveau à des conflits millénaires. A mesure que les isohyètes émigrent pour ainsi dire vers le Sud, les hommes et les bêtes les suivent; le déboisement aussi, à raison de 1% d'érosion forestière par an; cependant que les nappes phréatiques descendent au-dessous de seuils qui interdisent une gestion durable. La gestion pour une protection environnementale face à la récession des eaux, doit être à la mesure exacte des problèmes: à cet effet, elle sera multi-sectorielle, interdisciplinaire, mariant les remèdes de naguère et d'ici avec les recettes d'aujourd'hui et d'ailleurs.

En effet, le passé est loin d'être déjà entièrement dépassé, et le présent est encore loin d'être accompli. Symbiose et synergie des acteurs: telle doit être l'exigence majeure de la gouvernance de ces domaines précieux et fragiles, afin de respecter et sauver le rythme respiratoire de la montée et du reflux des eaux. Déjà au XIX<sup>e</sup> siècle, dans le delta central du Niger, Cheikhou Amadou, leader de l'Etat théocratique du Macina, avait réglé avec précision les rapports entre agriculteurs, éleveurs et pêcheurs; avec des droits et des devoirs inscrits dans un plan cadastral quadrillé par des voies de transit pour les bestiaux; dispositifs qui servent encore parfois jusqu'à nos jours. L'Etat, ici encore, doit jouer un rôle d'encadrement par le droit, de préservation du bien commun et de stimulation générale. De ce point de vue, le droit foncier actuel illustre crûment l'incapacité des pouvoirs publics à réaliser des synthèses socio-économiques et culturelles

dynamiques entre le corpus coutumier largement communautaire, avec ses tares et ses valeurs d'une part, et d'autre part le droit occidental et individualiste plus incitatif, mais plus égocentrique, plus chargé aussi, potentiellement, de violents orages sociaux. Au lieu d'opérer un métissage d'éléments identitaires variés, on campe au milieu de processus chaotiques qui cohabitent sans coexister. Le mimétisme par rapport au droit foncier français ignore que le droit est fils d'une histoire singulière qui n'est pas un prêt à porter.

Et pourtant les comportements des peuples et travailleurs africains si aptes à adopter et adapter, devraient inspirer les dirigeants. Les pêcheurs par exemple empruntent les embarcations à moteur, le fil de nylon, les lests de plomb, etc, mais restent fidèles à des dizaines d'autres pratiques dont ils ont hérité, avec de temps à autre des dysfonctionnements tragiques, il faut l'avouer.

A qui la faute? Au déficit de formation. La recherche, la sensibilisation, la conscientisation pour une cogestion en vue de la transformation sociale, tout cela doit être inscrit au sommet des priorités majeures. C'est à ce prix seulement que le savoir se transforme en pouvoir, pouvoir auquel les femmes doivent être associées dès le départ et à toutes les étapes des projets d'autogestion et de cogestion.

L'enjeu est vital, le défi est immense. Il s'agit de changer le système de production, voire le mode de production. Il s'agit de procéder de l'extensif à l'intensif, des cultures pluviales simplement, à la culture de crue et de décrue, à la culture irriguée de plus en plus complexe et maîtrisée, en vue de supprimer la dépendance à l'égard du ciel porteur ou non de nuages, et à l'égard des partenaires extérieurs. Alors seulement, le jeu du marché aura un sens. Avec néanmoins l'idée que dans la mesure où l'eau reste une denrée rare, il ne faut pas verser toute l'eau dans le canari du marché; il faut penser aux valeurs qui n'ont pas de prix; la splendeur environnementale de la verdure est de celles-là. Il ne faut pas non plus oublier ceux qui dans le marché ont tout à demander et rien à offrir. Le droit et la culture africaine pré-coloniale avaient trouvé quelques essais de solution à ces problèmes vitaux.

La présentation de cet ouvrage collectif est elle-même très astucieuse. C'est un exposé à haut rendement où la multitude des approches croisées par de nombreux spécialistes permet de s'approprier finalement la réalité dans sa totalité, sans qu'on ait le temps de s'ennuyer, car les exposés sont brefs et concrets. C'est une mosaïque qu'on apprend dans le détail et qu'on comprend dans l'ensemble. C'est un tableau impressionniste dont ne voit le sens et la portée qu'après avoir assumé la multitude des points agencés par le peintre. C'est un arbre à palabres, sous lequel on s'assemble pour mieux comprendre le Sahel en vue de le transformer.

*Joseph Ki-Zerbo  
Ouagadougou, le 27 août 1999*



# Remerciements

## *I. Thiaw (Représentant Régional de l'UICN pour l'Afrique de l'Ouest)*

Lorsqu'en 1994, se réunissaient pour la première fois, les membres du Groupe d'Experts des Plaines d'Inondation Sahéliennes (GEPIS), tout portait à croire qu'il serait impossible de concilier les points de vue des nombreux spécialistes et utilisateurs sectoriels des plaines inondables, tellement les avis des agriculteurs, éleveurs, forestiers, économistes, spécialistes de la santé, de l'éducation et autres socio-anthropologues étaient opposés et leurs intérêts *a priori* incompatibles (Acreman, 1996).

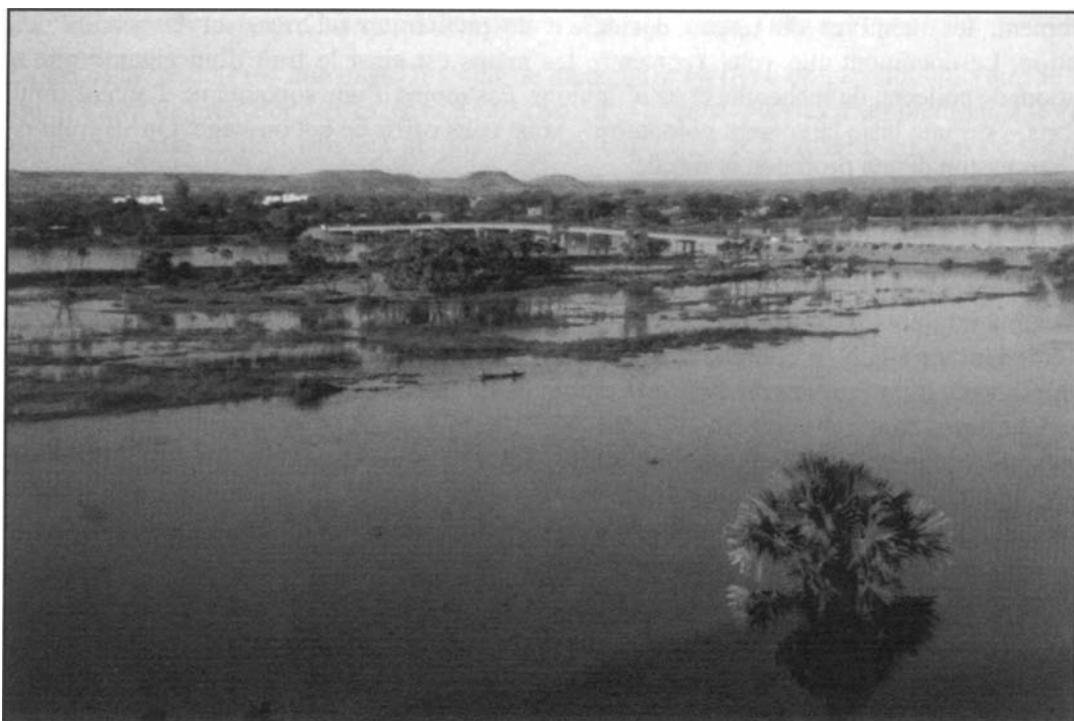
Au fil du temps, les positions se sont rapprochées et un dialogue fécond s'est établi au point où, collectivement, les membres du réseau décidèrent de publier un ouvrage sur la gestion des plaines d'inondation. Le document que vous avez entre les mains est ainsi le fruit d'un gigantesque travail de coordination, de collecte, de recherche et de réflexions. Pas moins d'une soixantaine d'auteurs ont combiné leurs efforts - sur une base largement volontaire - pour vous offrir ce bel ouvrage. Qu'ils trouvent tous et toutes, l'expression de ma profonde gratitude.

Comment ne pas être tenté de remercier ici l'ensemble des membres du réseau qui, pendant de longues années ont soutenu et encouragé l'UICN, et contribué à la conception du document. Je ne retiendrais hélas, et que les autres me pardonnent de n'avoir pu citer nommément tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la publication de l'ouvrage, que quelques noms: Mike Acreman, jadis détaché par l'Institut d'hydrologie du Royaume Uni à l'UICN, a coordonné le développement du réseau, sous la supervision de Jean-Yves Piro, Coordonnateur du Programme Zones Humides de l'UICN. Madame Birguy Lamizana, en sa qualité de Chargé de programme au Bureau régional de l'UICN pour l'Afrique de l'Ouest, a coordonné la production de l'ouvrage. Sans son engagement personnel, voire son obstination, il n'aurait point été possible de conclure ce beau travail collectif dans les délais. Monsieur Jacques de Boissezon a accepté la tâche, fort ingrate, de relire tous les articles pour en harmoniser la nomenclature et le style.

A l'ensemble des membres du Comité de coordination, je tiens à exprimer mes appréciations personnelles et ma profonde et amicale gratitude. Je tiens aussi à remercier les directeurs des agences de bassin du Sénégal (OMVS), de la Gambie (OMVG), du Niger (ABN) et du Lac Tchad (CBLT) d'avoir bien voulu coopérer activement avec l'UICN dans la réalisation de ce projet.

Cet ouvrage n'aurait pu être produit sans la généreuse contribution du Gouvernement des Pays-Bas qui, depuis plusieurs années soutient l'UICN dans ses efforts de conservation des zones humides ouest africaines. Qu'il me soit permis de saluer cette coopération exemplaire et de remercier les autorités néerlandaises pour leur soutien continu à l'UICN.

A tous nos collègues et amis d'Afrique, d'Europe et d'Amérique du Nord qui participent au Réseau et ont contribué à l'ouvrage, trop nombreux pour être cités ici personnellement, je dis: merci.



**FIG. 1** Plaine d'inondation. *Photo: C. Poffet.*

# Avant propos

*M. Acreman*

Les pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest possèdent de nombreux spécialistes de talent, dotés de savoir-faire allant du domaine des plantes aquatiques, à la construction de barrages. Mais la limitation des budgets nationaux d'étude ou de recherche, ne leur permet que rarement d'acquérir une expérience de travail en équipe pour résoudre des problèmes interdisciplinaires.

C'est pour renforcer les capacités des institutions de la région à planifier et à gérer les ressources des plaines d'inondation que l'UICN a mis sur pied le Groupe d'Experts des Plaines d'Inondation Sahéliennes (GEPIS). L'idée de ce réseau était de rassembler les experts en gestion des plaines d'inondation des divers secteurs concernés pour apprendre les uns des autres et parvenir à une vue d'ensemble de la complexité de la gestion d'un système intégré (Acreman, 1996).

Dès les premiers jours du réseau, le besoin a été ressenti de produire un manuel sur la gestion des plaines d'inondation sahéliennes pour montrer comment parvenir à l'exploitation durable des ressources des plaines d'inondation. Cependant, le mot manuel évoque quelque chose de plutôt normatif, un peu comme un formulaire et il ne peut exister de formulaire fournissant des réponses toutes faites aux problèmes de gestion des zones d'inondation. Par conséquent, le GEPIS a décidé qu'un objectif plus réaliste serait de mettre les expériences du réseau en commun sous forme de principes directeurs pour une meilleure gestion des plaines d'inondation. Il a été reconnu qu'une telle publication serait de la plus grande utilité pour les formateurs et les conseillers techniques. Ce serait également un ouvrage de base pour d'autres documents, brochures et articles de journaux, destinés aux planificateurs, décideurs et autres acteurs de terrain.

Les membres du GEPIS ont été sélectionnés de plusieurs manières. Au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal, des réunions nationales sur les zones humides ont été tenues entre 1993 et 1995 et ont permis de rassembler des informations, auparavant dispersées, sur les zones humides de ces pays. Lors de ces réunions, certaines personnes actives sur le terrain, ou occupant des postes dans certaines institutions ont été invitées à se joindre au Réseau. D'autres experts ont été contactés à cause de leur participation à des projets de développement de zones humides dans la région (Waza-Logone au Cameroun, Diawling en Mauritanie, Hadejia-Nguru au Nigéria).

Plusieurs membres du GEPIS adhèrent également à la Commission de Gestion des Ecosystèmes.

Le GEPIS comprend actuellement 100 membres répondant aux trois critères suivants:

1. Etre spécialisé dans un large éventail de disciplines: hydrologue, ingénieur hydraulicien, biologiste, physicien, agronome, agro-forestier, pédologue, planificateur, expert en santé animale et humaine, écologue, sociologue, juriste;
2. Avoir travaillé dans les pays sahéliens tels que le Burkina Faso, le Cameroun, la Gambie, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Nigeria, le Sénégal, et le Tchad;
3. Faire partie d'une organisation intéressée, telle que: universités, institutions de recherche (tant nationales comme l'INERA au Burkina Faso, qu'internationales comme l'IRD (ex-ORSTOM en France), services gouvernementaux, organisations non gouvernementales (nationales comme internationales telles que l'Institut International pour le Management de l'Irrigation) et des autorités de mise en valeur de bassins tels que l'OMVS, l'Autorité du bassin du Niger, l'OMVG et la Commission du Bassin du Lac Tchad.

Une série de réunions s'est tenue à Bamako (avril 1994), à Niamey (octobre 1994) et à Dakar (mai 1995). Chaque réunion comportait deux parties: des présentations de communications en session plénière et des discussions en groupe de travail. Lors des sessions plénières, les experts du GEPIS ont présenté des communications sur divers thèmes dont la qualité de l'eau, l'irrigation, les problèmes de santé, les algues marines, la pêche, l'élevage, la législation, la formation et l'évaluation participative rurale. Lors des sessions

d'ateliers, de petits groupes ont discuté de questions inter-sectorielles, telles que les besoins en formation, le rôle des communautés locales dans la gestion des ressources naturelles et les problèmes des bassins fluviaux trans-frontaliers.

En 1995, un comité de coordination fut mis sur pied au sein du GEPIS pour superviser la production du texte. Ce comité a dressé une table des matières et invité des auteurs au sein du réseau à rédiger les différentes parties en utilisant les données issues des présentations et rapports des ateliers lorsque ceux-ci étaient pertinents.

D'autres experts du GEPIS ont été sollicités pour effectuer la révision et les commentaires sur le projet du texte. Un éditeur a ensuite été chargé d'harmoniser le style, le format et la dimension des différentes contributions afin de produire un texte cohérent.

# Lignes directrices

*M. Acreman et J. Y. Pirot*

## 1. Introduction

Une gestion rationnelle des plaines d'inondation sahéliennes est essentielle si l'on veut que ces écosystèmes importants puissent continuer à fonctionner à l'avenir. Il est indispensable, que cette gestion soit intégrée, avec le bassin hydrographique comme entité de base. Les personnes chargées de cette gestion ont besoin d'avoir des lignes directrices simples pour pouvoir les traduire en action en vue de préserver la biodiversité.

Les lignes directrices proposées ci-dessous résultent de la coopération internationale (établie en application de la Convention sur les zones humides, Ramsar, Iran, 1971) et concernent le partage d'informations et d'expériences sur les méthodes d'utilisation rationnelle de l'eau et des écosystèmes. Ces lignes directrices cherchent à coordonner et soutenir les politiques et réglementations actuelles et futures concernant la conservation des zones humides, de la faune et de la flore. Ces directives n'ont pas pour but de fournir une méthode sûre de gestion des plaines d'inondation. Plutôt, elles sont destinées à servir de cadre dans lequel les questions spécifiques à chaque bassin fluvial et aux plaines d'inondation y afférentes pourront être traitées.

Des directives semblables ont été appliquées, avec succès, dans les pays du Nord à la sauvegarde des zones inondables et à la gestion des bassins hydrologiques. En effet, la destruction des zones inondables de ces pays était suffisamment avancée, pour que l'opinion publique soit consciente de la perte subie par la collectivité. En outre, les divers intervenants devaient seulement modérer les avantages qu'ils tiraient de la gestion de l'eau et savaient qu'ils recevraient en échange des aides. Les sanctions ne pouvaient être que financières et limitées.

Au Sahel et malgré la sécheresse, de nombreuses zones inondables sont encore en grande partie à l'état naturel. Mais elles sont convoitées par des agents économiques (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs) nombreux et démunis. L'enjeu y est la survie des populations et de leur mode de vie. La sanction ne peut être que l'exode. On ne pourra convaincre les populations de respecter les richesses naturelles des plaines inondables que si on sait leur proposer des modes d'exploitation de ces zones, qui répondent à leurs besoins.

L'application de ces directives est cependant la seule arme disponible pour éviter la dégradation du patrimoine. Il reviendra aux chercheurs, aux ingénieurs et aux décideurs de les ajuster à l'originalité et à la spécificité de cette région, qui a su dans le passé s'adapter à de nombreuses crises graves.

## 2. Politique

### 2.1 Politique mondiale de gestion intégrée des ressources en eau

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau résulte d'un processus de négociation où les parties intéressées par l'exploitation des ressources en eau peuvent se rencontrer en vue de rapprocher leurs différents besoins, définir des objectifs communs et partager les responsabilités en matière de gestion de l'eau avec pour but d'équilibrer les besoins humains directs et les considérations environnementales.

Dans la mesure où les ressources en eau douce d'un bassin hydrographique donné sont inter-reliées, la gestion intégrée de celles-ci doit être entreprise à l'échelle du bassin tout entier.

### 2.2 Politiques nationales relatives aux plaines d'inondation

Suivant la Convention de Ramsar, les Etats doivent élaborer des plans d'aménagement pour favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides de leur territoire. Ces plans comportent des dispositions institutionnelles et administratives qui doivent favoriser une approche coordonnée des secteurs

public et privé, des mesures relatives à la législation et aux politiques, la gestion des zones humides à l'échelle écologique, ainsi que l'élaboration d'accords de coopération.

## **2.3 Implications des agences de développement**

Les banques multilatérales de développement et les organismes d'aide au développement sont invitées, par les mêmes conventions, à orienter leurs actions vers l'utilisation durable, et la gestion rationnelle des zones d'inondation.

## **3. Planification**

Si l'on prend en compte en même temps que le développement, les besoins parallèles de conservation des fonctions environnementales et si l'on veut assurer l'accès des communautés locales aux ressources naturelles, on doit adopter une planification intégrée.

La planification fournit ainsi une méthode structurée pour résoudre les problèmes et réaliser les objectifs visés. Cela implique que l'on considère la zone humide et son bassin hydrographique comme un ensemble systémique, avec des composantes économiques, sociales et environnementales qui s'influencent mutuellement. La planification intégrée implique le développement de chaque composante de manière à renforcer le fonctionnement mutuel et non un développement d'une composante qui mène à la destruction d'une autre. Le processus d'une telle planification nécessite :

- Le rassemblement d'informations économiques, sociales et environnementales afin d'obtenir une vue d'ensemble;
- L'analyse de ces informations afin de définir les seuils critiques;
- La définition des options de développement;
- L'évaluation de leur compatibilité et de leur impact économique, social et environnemental; et enfin
- Le choix de la meilleure option qui permette d'arriver à un développement durable et intégré.

### **3.1 Besoins en informations**

La première étape dans toute évaluation de la situation actuelle ou des besoins futurs, est donc le rassemblement des informations disponibles et l'établissement de procédures pour la collecte des informations nécessaires non-disponibles.

### **3.2 Analyse des données**

Une fois que les informations ont été réunies, il faut ensuite les analyser pour produire des résultats utilisables pour la gestion.

### **3.3 Définition des options de développement**

Après que les données collectées aient été analysées et qu'un tableau intégré des composantes économiques, sociales et environnementales du système ait été produit, on peut concevoir une vision de la plaine d'inondation (le plan cadre) avec des objectifs spécifiques, et définir des options pour la réalisation des objectifs.

### **3.4 Evaluation des impacts des différentes options de développement**

Après avoir défini les différentes options de développement, il est nécessaire d'établir leur compatibilité et leur impact économique, social, sanitaire et environnemental respectivement, avant qu'un choix puisse être opéré entre les différentes alternatives.

### **3.5 Prise de décisions**

Une fois qu'un certain nombre d'options de développement de la plaine d'inondation ou du bassin hydrographique ont été identifiées, il reste à choisir les options à mettre en œuvre.

## **4. Mise en œuvre**

### **4.1 Orientation**

La question centrale de la mise en œuvre d'une gestion intégrée des ressources en eau est de savoir comment les systèmes environnementaux, sociaux et économiques peuvent être ajustés entre eux et synchronisés dans le temps de manière à assurer une gestion efficace et durable. Il faut pour cela: associer toutes les parties prenantes; arriver à une vision commune sur la mise en œuvre des plans de gestion définis; guider les investissements et garantir le maintien de ces investissements; concevoir et mettre en place un système efficace de suivi évaluation.

### **4.2 Principes de mise en œuvre**

La mise en œuvre de la gestion intégrée des plaines d'inondation devrait être basée sur les principes suivants:

#### **1. Principes environnementaux et techniques:**

- Prendre en compte les différents éléments des écosystèmes des bassins hydrographiques dans la mise en œuvre des plans de gestion;
- Les questions de compromis entre avantages et coûts et comment utiliser au mieux les ressources, devraient bénéficier de conseils techniques;
- Prévoir l'inclusion des aspects multi-sectoriels dans la conception des plans d'investissement et des politiques.

#### **2. Principes sociaux et institutionnels:**

- Toutes les parties prenantes doivent participer à la décision concernant la répartition des avantages et des coûts;
- Prévoir l'inclusion des aspects multi-sectoriels dans la conception des plans d'investissement et des politiques;
- La gestion des plaines d'inondation devrait être basée sur le traitement systématique de l'eau sur une base intersectorielle;
- La promotion de relations inter-agences devrait être envisagée dès le départ;
- Les questions de genre devront être incluses.

#### **3. Principes économiques et instruments:**

- Utiliser autant que possible des instruments basés sur le marché (l'utilisateur/le pollueur paie).

## **5. Sensibilisation**

### **5.1 Nécessité d'une sensibilisation**

Le public, les décideurs et les gestionnaires doivent être sensibilisés sur les avantages écologiques, culturels, sociaux et économiques, d'une bonne gestion des plaines d'inondation.

A cet effet, des stratégies de communication doivent être développées qui soient bien orientées et qui atteignent ceux qui sont les plus directement impliqués dans les projets.

### **5.2 Renforcement des capacités des institutions**

Développer les capacités des ONG et des diverses institutions intéressées à contribuer efficacement à la prise de décision et à la conception des projets.

### **5.3 Formation et éducation**

La formation professionnelle devrait inclure un module qui mette l'accent sur le développement des politiques, la planification et la gestion intégrées des plaines d'inondation. Un autre module est nécessaire pour les aspects techniques de la gestion intégrée des plaines d'inondation tandis qu'un troisième module peut être défini pour la formation des particuliers.



# 1. Introduction

Les plaines inondables constituent une particularité éminente du Sahel. Dans ces zones et à leur voisinage les hommes ont développé des activités très spécifiques. Ils ont su, au fil des temps (préhistoriques et historiques), organiser ce milieu, naturellement très riche, pour assurer leur survie. Récemment la démographie et la sécheresse ont perturbé les équilibres antérieurs. A partir de ce constat, on peut définir l'ensemble géographique concerné, ses spécificités, son évolution préhistorique, historique et récente.

## 1.1 Constat, *J. de Boissezon*

La *croissance démographique* extrêmement rapide des populations affecte gravement l'ensemble du Sahel.

Il en a résulté, dans toute la partie du Sahel où la culture pluviale est possible, ainsi que dans la zone nord-soudanienne voisine, *une mise en culture permanente* de la quasi-totalité des zones autrefois cultivées (pour l'autoconsommation) en jachères longues et pacagées, ainsi que d'une grande partie des zones autrefois réservées aux parcours. La fertilité n'étant plus restituée aux sols, *les rendements des cultures pluviales diminuent*. La surexploitation entraîne la destruction durable des sols. La désertification anthropique du Sahel est commencée. L'autosuffisance alimentaire de cette zone rurale n'est plus assurée. *L'exode est la seule réponse* possible pour les populations.

*L'élevage transhumant* qui avait une grande productivité grâce aux pâturages de saison des pluies, de qualité exceptionnelle, dans les zones nord-sahéliennes et sud-sahariennes, *a régressé*, car les pasteurs ne trouvent plus de pâturage de contre saison dans la zone sahélienne et sud-sahélienne, parce que, aussi, les servitudes du métier d'éleveur nomade sont de moins en moins acceptées.

*La saturation de l'espace agricole a transformé* les conditions d'application de *l'organisation rurale traditionnelle* (basée sur l'état ancien de faible densité et de grande dispersion des populations). La lutte pour l'appropriation de la maîtrise foncière et des ressources naturelles est partout visible. Les conflits fonciers sont de plus en plus durs. Les conflits entre activités (agriculture, élevage, bois de feu, pêche et chasse) sont nombreux. La réponse juridique est difficile, hésitante, désordonnée et inefficace.

*La sécheresse* a exacerbé ces tensions. Elle a réduit et rendu plus aléatoire encore la production agricole et augmenté l'exode. Son effet le plus frappant a été la diminution des inondations. La pêche, très productive dans les zones inondables et qui s'était développée avec l'accroissement de la population, régresse maintenant de manière inquiétante. Les populations, en quête de terre, se sont précipitées sur une grande partie des bas fonds et des anciennes zones inondables, pour les cultiver sous pluie. On assiste ainsi à la destruction d'un patrimoine naturel irremplaçable sous l'effet conjugué des évolutions de la pression démographique et du climat.

A l'heure actuelle on ne sait pas si cette évolution climatique a des causes physiques et globales, ou si elle est, pour partie, anthropique et contingente. On ne sait si elle sera durable et si elle peut s'aggraver ou se réduire.

*La réponse publique* à ces conditions dramatiques, a d'abord été d'augmenter la production agricole, par *l'intensification des cultures* destinées à l'alimentation humaine. Pour cela on a créé, en partie dans d'anciennes zones inondables, *des grands périmètres irrigués*. En effet, la densité de population en zone irriguée intensive peut être beaucoup plus élevée (20 à 50 fois), que dans les zones inondables.

*Ces irrigations ont été très coûteuses* et peu rentables, mais l'objectif était démographique et non économique. Pour alimenter en eau les irrigations, de grands barrages ont été construits et leur gestion a été telle que les inondations ont encore diminué. Pourtant *la suppression totale des inondations* n'était pas nécessaire. Les résultats obtenus dans les grands périmètres irrigués ont souvent été décevant, bien que les agriculteurs aient prouvé leur capacité à très bien cultiver. Il existe aussi des réussites individuelles et collectives, incontestables en irrigation.

Par ailleurs la *Puissance Publique a généralement préféré fixer des prix bas pour les denrées alimentaires, notamment dans le souci de les rendre accessibles aux populations urbaines* dont le revenu est en général faible. Cette politique des prix, défavorable aux producteurs, ne permet pas à ces derniers d'acheter les intrants nécessaires à l'intensification. Les productions irriguées ne sont pas toujours rentables. Les produits des cultures vivrières se vendent mal. Les cultivateurs exploitent donc, de manière extensive, les plus grandes superficies possibles, pour assurer leur autoconsommation. La culture attelée et les tracteurs, plutôt que d'améliorer le rendement, servent d'avantage à cultiver plus de superficie. La destruction systématique des sols en est augmentée. Les zones anciennement inondables sont ainsi de plus en plus convoitées. La survie de ce patrimoine irremplaçable est menacée.

Cependant *une prise de conscience du danger est en cours*. Et, si l'on suppose que la puissance publique saurait à l'avenir trouver les moyens de payer aux paysans leurs produits à un prix incitatif, il faudrait pour cela que la production industrielle et urbaine progresse et que la situation des populations urbanisées s'améliore, afin que les agriculteurs disposent d'un marché rémunérateur pour leurs produits, on peut penser qu'il existe des moyens humains et techniques de répondre à la densification des populations, tout en sauvegardant une grande partie des zones d'inondation sahéniennes.

En effet ces zones sont dotées de potentialités exceptionnelles, qui tiennent:

- A la *disponibilité en eau*, qui y est garantie pendant une durée particulièrement longue (la saison des pluies y est prolongée par l'inondation);
- Au *renouvellement des nutriments* assuré par les eaux d'inondation;
- A la *symbiose existant entre les diverses activités* (culture, élevage, pêche, chasse).

On doit penser l'aménagement de ces plaines d'inondation (quand cela est nécessaire) en tenant compte de cette symbiose entre activités complémentaires, c'est à dire en respectant l'environnement. On doit d'abord ne prévoir que des *améliorations progressives des activités qui existent spontanément*. On mobilise ainsi le savoir-faire traditionnel. On peut aussi favoriser les aménagements les mieux adaptés aux possibilités de contrôle par les ruraux, car ceux-ci connaissent le milieu et les revenus qu'ils peuvent en tirer. Ils savent ce qu'il faut faire pour conserver ces avantages. On devra impérativement gérer ces aménagements et ces activités de telle manière que les conditions de participation de chacun soient claires, que les garanties nécessaires soient réelles, et que les conflits d'intérêt soient résolus en équité.

On peut donc *développer dans ces zones des activités et des modes d'exploitation productifs*, apportant aux paysans la subsistance et les revenus nécessaires, sans être forcé d'assécher toutes les zones d'inondation et de les cultiver intensivement. On peut aussi, *bien gérer les ouvrages hydrauliques existants*, de telle manière qu'ils assurent le maintien au moins partiel des inondations, la conservation de la qualité des eaux et des sols, la lutte contre les vecteurs des maladies. On peut *créer des ouvrages qui augmentent et sécurisent le bénéfice des inondations*. Cela peut se faire, tout en respectant les contraintes environnementales principales.

On peut enfin créer des zones d'irrigation durable, partiellement boisées, avec des cultures variées et une diversification végétale importante, en respectant des espaces naturels et des lagunes dans les zones basses, pour améliorer les eaux de drainage et permettre leur réutilisation en aval. Les activités agricoles peuvent être gérées de manière à permettre de *conserver les activités de pêche et d'élevage transhumant* dont les productivités importantes doivent être sauvegardées.

*La destruction des zones inondables du Sahel n'est pas une fatalité, si l'on sait penser que les paysans ont un travail, qui mérite rémunération, si l'on sait faire preuve de capacité d'adaptation à l'environnement et de créativité dans l'aménagement nécessaire de ces zones.*



*L'hydrologie du Sahel est exogène.* En dehors de multiples petits bassins le plus souvent endoréiques, se terminant dans des mares ou micro plaines inondées, on peut distinguer quatre bassins fluviaux dans le Sahel. Ces quatre bassins naissent dans les massifs de la zone soudanienne bien arrosée par leur latitude et leur relief. Trois d'entre eux finissent dans la mer (Niger, Sénégal, Gambie), le quatrième dans une cuvette intérieure, lac Tchad. Trois naissent à l'extrême ouest dans le Fouta Djallon (Sénégal et Niger et Gambie), le quatrième dans les hauteurs du nord Nigéria et du Nord Cameroun: Adamaoua et ses contreforts (ensemble: Yobe, Logone, Chari). A l'Est du Tchad, un réseau de Bahr (Azoum Salamat) crée des plaines inondables dont l'appartenance à un grand bassin (Chari ou Nil) est difficile à définir.

Le Sahel est avant tout un milieu ouvert; du nord au sud, et encore plus d'est en ouest (et vice versa), tourné vers le nord, plus que vers le sud. Zone d'élevage, animaux et techniques sont venus du nord-est comme la plupart des techniques artisanales (fer).

Pour les écologues le Sahel comprend:

- *une zone sahélo-saharienne* limite nord des cultures et, plutôt vouée à l'élevage transhumant de saison des pluies;
- *une zone sahélienne vraie* caractérisée par une végétation steppique (c'est aussi la zone de la brousse tigrée): culture du petit mil (*Pennisetum*) sur sable et élevage sédentaire;
- *une zone soudano-sahélienne* caractérisée par une végétation de savane à grande herbe pérenne, plus ou moins arborée. La culture dominante est le sorgho qui se pratique sur défrichement de jachères où les arbres fruitiers ont été resectés: parcs à Karité ou à Néré, sur sols limoneux issus de la dégradation de la cuirasse. C'est une zone d'élevage sédentaire, mais aussi de transhumance de contre saison pour les troupeaux du Nord.

Comme son nom l'indique, *le Sahel est un rivage*, dans tous les sens du terme:

- Rivage du Sahara, fluctuant au cours des temps géologiques et préhistoriques;
- Lieu de rencontre des hommes sahariens et soudaniens;
- Lieu d'échange des cultures et des techniques;
- Lieu de pénétration des animaux domestiques et, en moindre quantité, des plantes cultivées;
- Lieu de rencontre des systèmes hydrologiques issus des montagnes du nord et des reliefs du sud, rencontres qui ont créé les systèmes d'inondation.

## Plaines d'inondation

Ce sont les plaines où l'inondation temporaire est provoquée par la crue d'un des quatre réseaux fluviaux cités plus haut. Après le début des pluies qui a permis le départ des plantes annuelles et pérennes, l'arrivée de l'inondation donne une végétation caractéristique par sa composition et sa productivité élevée: toutes données qui sont toujours variables avec les conditions climatiques de l'année.

La superficie totale des plaines d'inondation au Sahel, s'élèverait à 67.000km<sup>2</sup>, soit 6.7 millions d'ha.

## Végétation

La végétation des plaines inondables dépend de trois facteurs:

- la latitude
- l'épaisseur de la lame d'eau
- la durée de la submersion

Autour de: *Echinochloa stagnina*, le Bourgou, graminée pérenne, strictement liée à la submersion et *Borassus aethiopium*, le Rônier palmier qui, plus au sud, se retrouve en savane.

On trouve au Nord: *Acacia seyal* mimosée, partout liée aux dépressions humides *Hyphaene thebaïca*, palmier Doum et *Balanites aegyptiaca* simaburacée, petit arbre qui peut coloniser tous les milieux sur un tapis de graminées annuelles: *Panicum laetum* - *Echinochloa* sp. par exemple et au Sud: Divers grands sorghos perennes spontanés: *Sorghum* sp., en passant par la rubiacée *Mitragyna inermis* et les riz sauvages *Oryza* sp.

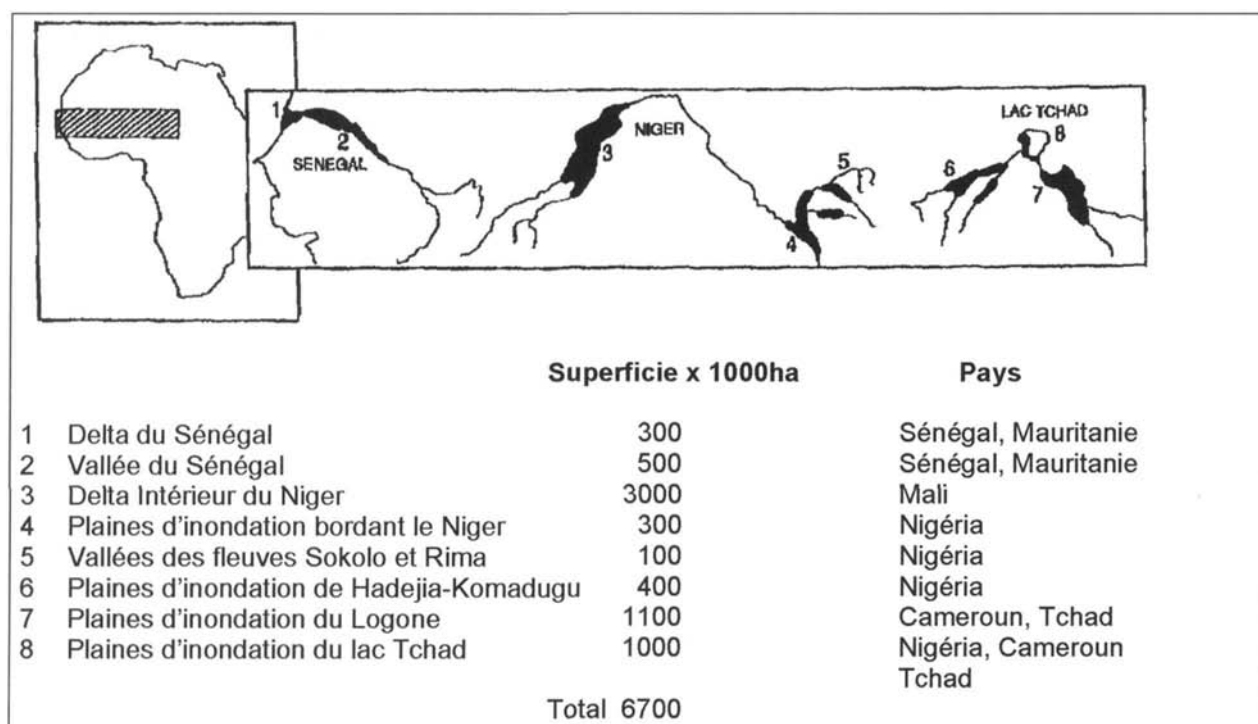


FIG. 1.2 Carte des zones inondables. Source: Drijver et van Wetten, (1992).

### Productions

Ces plaines sont rarement autonomes et elles entrent dans des systèmes d'exploitation qui incluent de vastes zones sèches périphériques (Dieri au Sénégal, Séno au Mali). En général, elles jouent leur rôle pendant et après la disparition de l'eau. Les premiers exploitants et, aussi, les seuls qui y vivent parfois en permanence, sont les pêcheurs.

La cueillette des graines de graminées y est très ancienne, mais encore actuelle. On ne sait pas bien quand et comment sont nés les systèmes de cultures de décrue. Sur les îles, on cultive les céréales de la zone sèche alentour. Le Fonio est ici un produit de cueillette, sa culture appartient à la zone soudanienne.

Par contre, les premiers éleveurs ont sûrement exploité ces pâturages et, historiquement, ils ont été souvent dominants dans ces plaines.

Pour la culture de décrue qui intéresse surtout les vallées (Sénégal) et les zones faiblement inondées (Yaere du Bassin tchadien), il existe deux techniques principales:

- le semis direct pratiqué dans la vallée du Sénégal, assez difficile à réussir (humidité nécessaire à la germination - dégâts d'insectes sur la plantule);

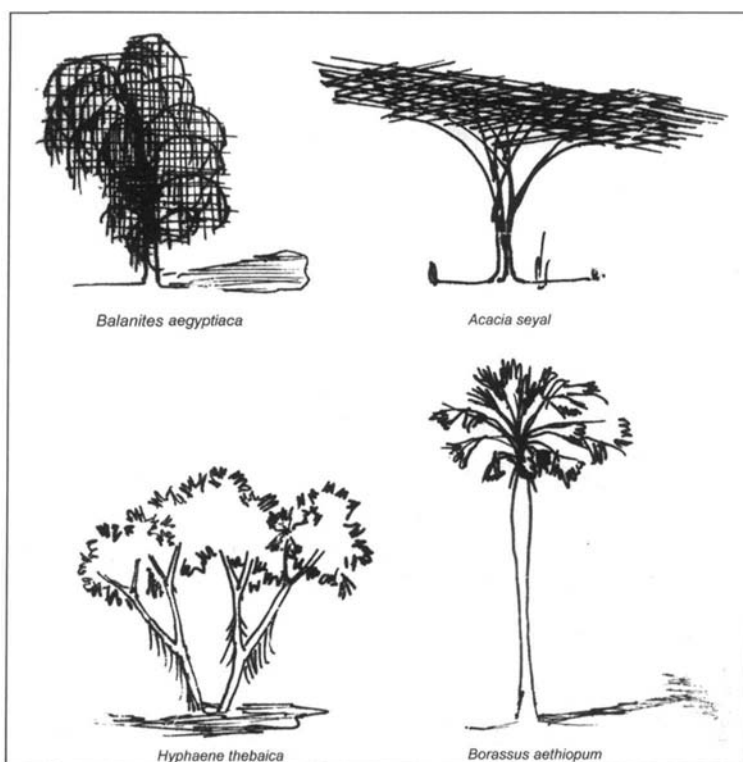


FIG. 1.3 Croquis de végétation. Source: J. de Boissezon.

- le repiquage des plants, préparés en pépinières, déjà robustes, qui se pratique dans le Bassin tchadien.

Dans la partie la plus au Nord de la boucle du Niger et sur le Lac Tchad, se pratiquent des *cultures d'oasis* venues du nord, comme le blé qui a d'ailleurs gardé son nom arabe (Al Kammah): c'est une culture de décrue avec, parfois, un apport d'eau d'irrigation.

Une autre culture complètement liée à la crue est celle du riz flottant dont l'écologie rappelle beaucoup celle du Bourgou: germination sous pluie et, ensuite, croissance très rapide pour suivre la montée de la crue (est du Delta central).

### **Santé humaine et animale**

Deux endémies principales frappent les plaines inondables sahéliennes:

- *le paludisme* lié aux anophèles
- *la bilharziose* liée aux mollusques

les deux présentant en commun un problème de survie du parasite (hématozoaire ou ver) et de son hôte intermédiaire pendant la période de dessèchement souvent totale des plaines. Une partie de la population humaine échappe au paludisme en se retirant pendant la saison humide sur les plateaux secs (c'est d'ailleurs un des grands avantages pour les pasteurs car les bêtes y sont tranquilles).

Par contre, deux autres endémies très importantes de la zone soudanienne sont peu présentes du Sahel :

- *les trypanosomiasés bovines* (zébus) et équidés auxquelles échappent cependant quelques races comme les vaches *Ndama* (taurin);
- *l'onchocercose humaine* (cécité des rivières), maladie due à un ver microscopique véhiculé par une mouche dont la larve ne peut vivre que dans les rivières très oxygénées.

Il existe cependant quelques enclaves soudanaises en zone sahélienne comme une partie de la vallée du Mouhoun au Burkina Faso. Ces zones d'endémie peuvent s'étendre pendant la période pluvieuse.

## **1.2.2 Fonctionnement**

### **Régime hydrologique**

Le delta intérieur du fleuve Niger constitue un exemple classique de l'hydrologie d'une plaine d'inondation. La période 1979-1987 a connu deux années de très grande sécheresse. Pour la zone du delta, la saison pluvieuse a lieu de mai à octobre, avec la plus forte pluviométrie survenant durant la période de juin à septembre.

Les volumes moyens d'arrivée des eaux au delta sont de l'ordre de 6.900 millions de m<sup>3</sup> par an. Le débit le plus élevé en période de crue peut monter jusqu'à 8.000m<sup>3</sup>/s mais il est habituellement autour de 6.000 m<sup>3</sup>/s. Le débit moyen en période de décrue est de l'ordre de 2.300 m<sup>3</sup>/s.

### **Productivité**

La haute productivité des plaines d'inondation est liée au décalage de la crue par rapport à la saison des pluies. En effet la végétation se développe d'abord en régime pluvial et atteint ainsi un stade de croissance qui lui permet de supporter l'inondation. L'inondation apporte ensuite l'eau et les éléments nutritifs nécessaires au sol, subvenant ainsi aux besoins de la végétation. La chaleur, l'humidité et la grande quantité d'éléments nutritifs contenus dans l'eau, provoquent une vigoureuse poussée de la végétation. Les végétaux adaptés à ce régime peuvent croître de 20 à 50mm par jour et même, exceptionnellement jusqu'à 70mm par jour, suivant ainsi le rythme de la montée des eaux d'inondation. Le riz flottant est abondamment cultivé dans ces plaines. Le Bourgou s'y développe spontanément et y constitue une ressource fourragère de choix.

Les grandes étendues d'eau peu profonde, riche en éléments nutritifs, constituent un terrain propice à la reproduction du zooplancton et des poissons. De nombreuses espèces de poissons ne se reproduisent que

dans les plaines d'inondation où la végétation dense fournit la protection nécessaire aux alevins et aux juvéniles.

### Alimentation des nappes phréatiques

L'eau qui stagne dans les plaines d'inondation, s'infiltre et réalimente les nappes phréatiques. Ces nappes fournissent l'eau aux puits situés en aval et au-delà de la zone marécageuse. La réalimentation des nappes souterraines a été depuis longtemps reconnue comme étant une fonction importante des zones marécageuses, et dans les bassins fluviaux du Hadejia et du Jama'are au nord du Nigéria, cette réalimentation a lieu principalement dans les zones d'inondation qui offrent une grande surface d'infiltration aux eaux des crues tandis que le lit de la rivière est limité en superficie et parfois imperméable.

### Diversité biologique

A mesure que les eaux de crue se retirent ou s'évaporent, la végétation aquatique régresse ou meurt plus ou moins rapidement. Les poissons retournent dans le lit du fleuve ou dans des mares et lacs profonds qui peuvent subsister jusqu'à la crue de l'année suivante. L'humidité résiduelle du sol et la remontée capillaire, permettent la pratique de certaines cultures de décrue telles que le riz, le niébé et surtout le sorgho. Dans certains cas, le sol reste humide pendant une partie de la saison sèche. Les pâturages qui en bénéficient sont indispensables pour l'élevage nomade. Les troupeaux à leur tour restituent au sol (par leurs déjections) une partie de la fertilité qu'ils ont consommé.

Les inondations entretiennent également des zones de forêt. L'*Acacia nilotica* en est une espèce importante. Ses jeunes pousses ont besoin d'une grande quantité d'eau et leurs graines ne germent que lorsqu'elles sont inondées. Les plaines d'inondation fournissent également des habitats essentiels pour la faune, particulièrement pour les oiseaux migrateurs.

Le fleuve Logone par exemple inondait régulièrement une grande plaine d'une superficie d'environ 11.000km<sup>2</sup> à la frontière du Nigéria, du Tchad et du Cameroun. Cette zone humide est très riche en biodiversité avec de grands troupeaux de girafes, d'éléphants, de lions et diverses espèces d'ongulés (dont des topi, antilopes, buffles, gazelles, kobs). Une partie de la plaine (appelée Waza Logone) comprend le Parc National de Waza au Cameroun, qui attire environ 6.000 touristes par an.

## 1.3 Historique de l'utilisation des zones d'inondation

### 1.3.1 Plaines inondables du Sahel préhistorique, R. Vernet

A plusieurs reprises dans le passé, le climat de l'Afrique a connu des alternances de sécheresse et de pluviosité plus importantes que les fluctuations récentes. Au Sahara et au Sahel la pluviométrie a été particulièrement réduite de 20.000 à 13.000 BP (*Before Present*). Cette période correspond à la fois à la dernière période glaciaire dans l'hémisphère nord ainsi qu'à l'extension maximale du désert vers le sud. Les dunes anciennes que l'on rencontre au sud du Sahel (Mali, Sénégal et Burkina Faso, notamment dans la

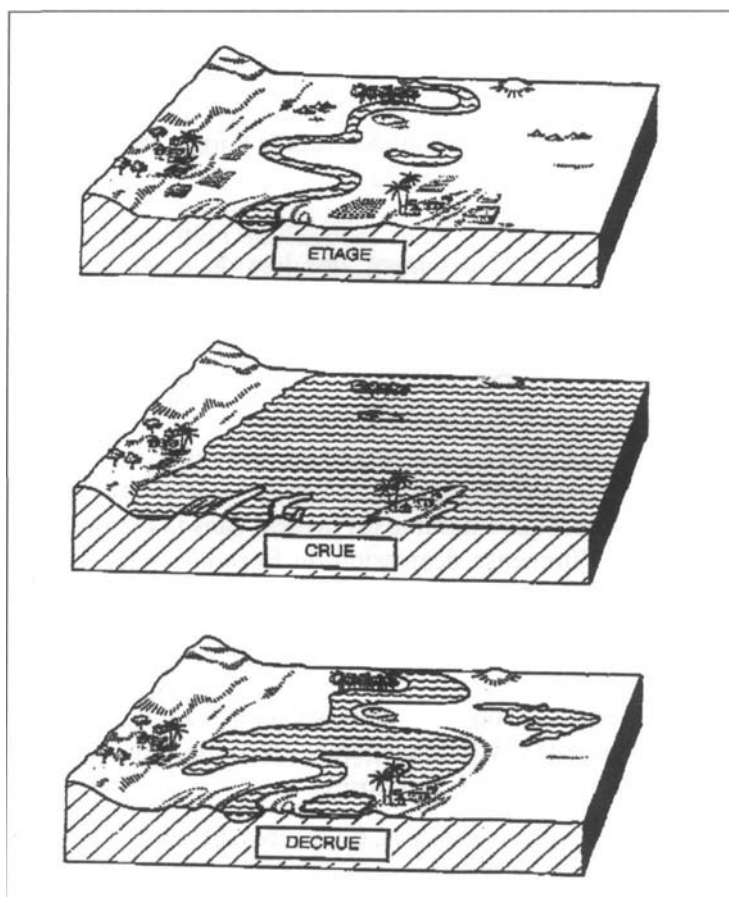


FIG. 1.4 Cycle saisonnier d'inondation et de dessiccation.

Source: Drijver et van Wetten (1994).

plaine du Gondo proche du Sourou et au sud de la mare d'Oursi) en sont le témoin. Elles ont été rubéfiées plus tard entre 10.000 et 4.000 BP.

Depuis, le Sahel a connu des épisodes bien plus pluvieux qu'aujourd'hui. Dans le Sahel et le Sahara, les isohyètes sont parfois remontées vers le nord de 400 à 500km, permettant à la faune tropicale d'atteindre l'Afrique du nord, d'où elle n'a complètement disparu qu'au début des temps historiques, après une dernière apparition au Néolithique.

Ceci implique, évidemment, que lors du dernier épisode humide, à l'Holocène, où se développe le Néolithique dans le Sahara méridional et le nord du Sahel (naissance vers 10.000 BP; passage à l'Histoire entre 3.000 et 2.000 BP suivant les régions), les *plaines inondables* étaient *inondées en permanence* et l'homme n'y était pas présent.

Les principaux fleuves et les dépressions sont alors noyées sous l'importance des écoulements, qui viennent à la fois des zones tropicales, comme le Fouta Djallon, et du Sahara (Ahaggar, Adrar des Ifoghas, Tibesti). Le lac Tchad, le Niger, le Sénégal et leurs affluents atteignent des dimensions et des débits peut-être inégalés depuis que l'homme est présent dans la région. Le lac Tchad occupe non seulement son lit actuel, mais aussi l'immense dépression du Borkou, au pied du Tibesti (160 mètres de profondeur?). Le delta intérieur du Niger, au Mali, est une immense cuvette d'eau libre et de marécages. La faible altitude des interfluves et l'abondance des écoulements permet à la faune nilotique de se répandre dans les bassins du Tchad, du Niger et du Sénégal.

Les hommes ne sont pas attirés par cette eau surabondante, dangereuse par ses crues comme par sa faune, tant de mammifères (hippopotame, crocodile, lion, éléphant) que d'insectes et de parasites vecteurs de maladies (paludisme, bilharziose).

Trop humides, trop boisées, d'un accès difficile, surtout en saison des pluies, ces régions sont sans doute plus répulsives qu'attractives. Ce sont en fait les rivages septentrionaux des plaines inondées qui sont propices à l'occupation humaine. Mais ce sont plus encore les plaines sahariennes qui attirent les néolithiques. Car les réseaux hydrographiques sont alors fonctionnels, à plusieurs reprises, entre 10.000 et 7.000 BP; entre 6.500 et 4.500; et, une dernière fois, au moins pour les plus méridionaux et les plus puissants d'entre eux, au sud du Tibesti, de l'Ahaggar, de l'Adrar des Ifoghas ou du Tagant mauritanien. Dans les vallées et les plaines coulent de grands fleuves et s'étendent d'immenses lacs (wadi Howar au Soudan; Paléotchad; Azawagh au Niger; Tilemsi et Azawad au Mali; lac de Tichitt, en Mauritanie).

Le climat favorise la végétation, donc la chasse, puis l'élevage, après 7.000 BP ( mais seulement après 3.000 au sud de l'actuel Sahel, car il a fallu attendre un nouveau recul vers le sud des isohyètes, donc des maladies "tropicales" du bétail). La pêche est généralisée, comme le montrent, par exemple, les très nombreux harpons en os de l'Azawad. Enfin, à une date encore controversée par manque de preuves, l'agriculture apparaît (celle du mil à l'ouest du lac Tchad, du sorgho plus à l'est). Elle semble généralisée après 4.000 BP, même si les activités de prédation (chasse et pêche) et l'élevage perdurent et même dominent parfois.

Cependant, après 4.000 BP pour le nord du Sahara méridional, et après 3.000 pour l'ensemble de celui-ci, les précipitations diminuent, malgré quelques rémissions plus tardives. Les dépressions s'assèchent, les réseaux hydrographiques se désorganisent avant de laisser la place à des oueds aux écoulements de plus en plus aléatoires.

C'est à cette époque (après 4.000 BP) que les plaines dites aujourd'hui "inondables" le deviennent car le débit des fleuves et des rivières diminue et l'évaporation augmente. Les inondations deviennent saisonnières. Les lacs se transforment en mares ou disparaissent, les fonds lacustres et les lits majeurs des rivières émergent, sols riches qui favoriseront la végétation de savane, puis l'agriculture.

Les archéologues saisissent les premières occupations humaines importantes à cette époque (mais il est vrai que de plus anciennes ont pu disparaître, *vidangées* par des crues exceptionnelles). Ils constatent que les habitats suivent le retrait des eaux, dont les hommes tirent un profit de plus en plus grand, avec le développement de l'agriculture.



Les premières villes apparaissent (Jenné - Jeno, la plus ancienne sans doute vers 2500 BP), les premiers royaumes se fondent, généralement centrés sur, ou à proximité d'un fleuve (Tekrou, Ghana, Kanem).

### 1.3.2 Gestion des plaines d'inondation sahéliennes à l'époque historique, S. Kane

Des origines à nos jours, la gestion des plaines d'inondation sahéliennes montre une exploitation des ressources naturelles respectant leur capacité de renouvellement. Habituees, dès la préhistoire, à l'alternance de périodes arides et humides les populations du Sahel, venues du Sahara et de l'Est, ont eu, au cours de leur histoire, à mettre en place des systèmes performants, basés sur l'adaptation aux réalités mouvantes du milieu physique et humain. Ces performances font partie des ressorts principaux qui ont permis l'émergence, dans le Sahel, de civilisations et formations politiques et sociales parmi les plus brillantes de l'Afrique tropicale.

Seule la vallée du Nil a connu, et de manière beaucoup plus marquée, l'irrigation à large échelle depuis l'Egypte Pharaonique. Des systèmes d'irrigation ont, certes, existé dans l'espace compris entre la Casamance et le Kordhofan, mais ils avaient un caractère très secondaire.

Deux régions de l'ensemble sahélien nous permettent de lire clairement la longue histoire d'une utilisation durable des plaines d'inondation dans le respect de l'environnement, des origines à une date récente. Ces régions sont représentatives, à quelques variantes près, de l'ensemble du Sahel. Il s'agit des plaines d'inondation dans la vallée du Sénégal, du Delta et de la boucle du Niger. Il ressort de l'éclairage du passé, une institutionnalisation des modes d'utilisation des terroirs permettant d'éviter leur dégradation, à travers ce que nous appelons le *système Dia-ogo* (vallée du Sénégal) et le *système de la Dina* (Delta intérieur du Niger).

#### Le système Dia-ogo de gestion des plaines d'inondation

Les données historiques et archéologiques disponibles font des Dia-ogo, la première dynastie à régner sur le Tekrou, en occupant l'ensemble de la moyenne et basse vallée du Sénégal du sixième siècle avant J. C. au dixième siècle après J. C. Ils seraient les initiateurs dans cet espace de la culture du sorgho et de la haute métallurgie du fer.

Les Dia-ogo, après avoir nommé des chefs territoriaux dans l'ensemble des provinces du Royaume, nomment les prêtres chargés de l'administration des plaines d'inondation, les Diaw-Dalli (littéralement *maîtres des plaines d'inondation*), chargés également, du contrôle de la production artisanale (métallurgie et tissage).

Les Diaw-Dalli confirmèrent l'élection des dépositaires du contrôle de la production agricole, Diandu (au Fouta Toro), Diaodine (au Oualo) qui à leur tour veillent aux activités des Diagaraf et des Diogodo (chargés des défens, des calendriers agricoles et des redevances). Les Diaw-Dalli contrôlent de même les dépositaires de la charge de maîtres de la pêche (Dialtabé et Diassak, au Fouta Toro et au Oualo). Chez les éleveurs, le Diaw Dalli nommait le Dialigi (du radical Dial = pasteur) lui-même prêtre chargé du déplacement et de la santé animale.

Les agriculteurs, pêcheurs et éleveurs ne pouvaient nommer les facilitateurs de leurs activités et de la coordination de leurs activités productives sans en référer au Diaw-Dalli. Celui-ci pouvait, à tout moment où il y avait transgression, maudire un contrevenant, parce qu'il était le répondant absolu des groupements utilisateurs des plaines, il ratifiait les investitures de leurs dirigeants. Cette charge du Diaw-Dalli était héréditaire et, au cours de l'histoire, il y aura un clan entier de Diaw-Dalli, craint et respecté jusqu'à nos jours. Il semble que c'est de l'époque des Dia-ogo que ces charges apparurent et que c'est à cette époque que remonte la coordination des activités de production dans un même terroir inondable, par système de rotation.

Les agriculteurs, pêcheurs et éleveurs utilisent, à tour de rôle, des terroirs et des défens sont adoptés pour éviter les surcharges, surpâturages, destruction de systèmes de production, destruction des ressources naturelles et conflits sociaux. L'adoption du système d'alternance des utilisateurs de la plaine d'inondation subsiste depuis lors jusqu'à la grande sécheresse des années 1970. Les grands bouleversements de peuplement et de refonte des Etats, du Moyen Age à la période coloniale, ont laissé en place ce système de rotation des activités productives dans les plaines d'inondation du fleuve Sénégal.

Ce système de rotation permet aux pêcheurs pendant les crues et le début du retrait des eaux, de pratiquer la pêche et après la décrue, d'utiliser les bas fonds. Lorsque la plaine devient cultivable avec le retrait des eaux, ce sont les agriculteurs qui l'utiliseront dans tous les terroirs (terres de berges ou Falô; plaines de culture de décrue ou Hollalde; terres hautes ou fonde). Les éleveurs, exploitant les terres sableuses bordant la vallée, cultivées sous pluie ou pacagées, ne descendront dans la plaine qu'après les moissons.

Il s'agit d'un système de gestion décentralisé des ressources naturelles et d'institutions de base quasi-inamovibles de contrôle des activités productives. Les dynasties ultérieures qui occuperont la vallée du Sénégal: Manna (10<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècle), Tondion (13<sup>e</sup>-14<sup>e</sup> siècle), Lam-Toro, Lam Termés, Lam Taga (14<sup>e</sup>—15<sup>e</sup> siècle), Deniyanké (16<sup>e</sup>-18<sup>e</sup> siècle), Torobé (18<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> siècle) opéreront des réformes faites de donation de terres, d'installation de nouvelles populations ou d'octroi de charges politiques, sans jamais remettre en question cette structure de base de rotation d'activités sur le même terroir inondable et de coordination des systèmes de production.

Si l'administration foncière change de mains avec l'installation de nouvelles dynasties jusqu'à la révolution Torodo de 1776, le défrichement de nouvelles terres ou l'aménagement de nouvelles emblavures pour absorber la masse paysanne, ne changent en rien ce mode de répartition et de succession des activités sur les terroirs inondables. Ce système d'exploitation étant le mieux adapté aux modalités aléatoires du déroulement des crues ainsi qu'à l'existence de longues sécheresses, pouvant laisser beaucoup d'habitants dans l'impossibilité d'assurer leur subsistance.

Lorsque le poids démographique surpasse la capacité de charge des terroirs, la stratégie de résorption de la main d'œuvre, fonctionne sur le mode de la création de nouveaux villages et le défrichement de nouvelles terres. Même dans ces cas et dans celui de la conquête du pouvoir, la terre n'est pas aliénable par les nouveaux maîtres.

L'organisation politique reposera sur l'allégeance des gouvernés ou des clients au souverain. Ce qui ne saurait signifier possession du chef territorial sur les terres lignagères. Le détenteur du pouvoir politique n'est que le détenteur nominal des terres de l'espace qu'il gouverne. Il est maître des ressortissants de l'unité territoriale (*Jom Daade*, en peul = maître des encolures, des cous), mais pas maître de la terre (*Jom Leydi* = Maître du sol). Sécurisés par la dissociation du politique et de l'économique, dissociation qui correspond à la division de l'espace (on ne peut aliéner ensemble les moyens de production et le pouvoir politique), les gouvernés acceptent de céder le pas devant les gouvernants. C'est peut-être là un des secrets de la longévité des systèmes politiques africains. En effet, les effervescences sociales dans les systèmes sociaux sahéliens, malgré les dysfonctionnements biophysiques ou les systèmes d'inégalité, conduisent rarement aux révolutions.

Ca Da Mosto, cité par Jean Boulègue est présent dans la région, à l'époque où les Farba, Ardo et Lam, ainsi que le roi du Djolof, se disputent la possession des provinces du Fouta Tooro. Il décrit les opérations culturelles (de décrue et sous pluie) ainsi que le calendrier agricole du Cayor et ses remarques sur les techniques agricoles, demeurées depuis lors inchangées, s'appliquent encore aujourd'hui dans la basse et la moyenne vallée. Ca Da Mosto montre ainsi la constitution des systèmes de gestion qui se maintiennent et se modifient pour intégrer des évolutions nouvelles.

## **Le système de la Dina de gestion des plaines d'inondation**

C'est au début du 19<sup>e</sup> siècle que l'émir peul, Cheikh Amadou crée l'Etat théocratique plus communément appelé la Dina du Macina (Mali). La région du Delta intérieur du Niger était, jusque là, à la merci du Royaume de Ségou, pourvoyeur, comme celui du kaarta, du commerce atlantique en esclaves de traite. Les armées marocaines dominent le nord du Delta et l'anarchie règne dans le delta intérieur du Niger. L'Etat peul est centralisé, mais cette centralisation ne sera effective qu'avec la nomination de chefs d'unités territoriales et la réorganisation de l'accès aux ressources naturelles par les agriculteurs, pêcheurs et éleveurs. Une réglementation nouvelle met fin à la concurrence des systèmes de production. Chaque groupe pourra accéder aux ressources par un système de succession dans la plaine d'inondation.

L'Etat Peul prévoit une réglementation pastorale stricte s'oppose à une trop grande liberté des animaux, nuisible aux équilibres géographiques du Delta. Les pêcheurs utilisent désormais la période de l'année où la submersion du Bourgou est favorable au frai. Sur les berges et les dunes, les agriculteurs devront cultiver une

partie des terroirs, en laissant d'autres en jachère pour permettre des pâturages temporaires, en attendant le retrait des eaux dans la plaine. Celle-ci est alors mise à la disposition des agriculteurs. L'emplacement des villages sera réorganisé en fonction des nouvelles normes de succession dans le delta des agriculteurs, des pêcheurs et des éleveurs.

Le système d'utilisation successive des groupements de pêcheurs, éleveurs et agriculteurs, en permettant l'échange des produits des uns et des autres (les sorogo donnent le poisson, les peuls, le lait et la viande et les agriculteurs, les céréales) va rapprocher les populations en évitant les conflits qui avaient prévalu jusque là. Des lieux de passage des troupeaux sont créés pour empêcher leur divagation. Tout un arsenal est mis en place pour réprimer les contrevenant: comme dans le cas des *Dia-ogo*. La rotation s'impose. Les troupeaux ne peuvent séjourner toute l'année dans le delta. Ils resteront sur les dunes pendant les hautes eaux. Les pêcheurs sont sédentarisés.

Les sorogo pêcheurs construisent leurs hameaux au bord de l'eau pour continuer leurs activités et obéir aux nouvelles normes. A quelques variantes près c'est un système proche de celui qui a prévalu depuis des siècles dans la vallée du Sénégal mais contrairement à ce dernier, ici, c'est le pouvoir politique nouveau qui se charge lui-même de l'application des règles nouvelles. Ce pouvoir disparaît, mais l'institution de la rotation est restée. Chaque groupe avait besoin de cette organisation nouvelle d'accès aux ressources naturelles qui ont pu rapidement se renouveler. Chaque agriculteur, étant obligé de cultiver plusieurs années sur le même sol, permettait la libération d'autres sols pour les besoins du pâturage.

Un système de redevances et de pénalités permettait la soumission de tous les acteurs au respect des règles normales d'exploitation. Le fait de tracer des pistes obligatoires pour les troupeaux protégeait les champs de la divagation animale. La réorganisation de l'agriculture faite en fonction des activités pastorales était plus rigide que celle de la pêche qui n'était pas directement liée à l'élevage. Si cette stratégie d'organisation de la plaine d'inondation permettait de rentabiliser les activités économiques des groupes de statut, il permettait, de même, la régénération des ressources sur le mode de la durabilité.

Les systèmes *Dia-ogo* et *Dîna* montrent bien la constance de stratégies d'occupation et de gestion de l'espace sahélien dans le sens de la maximisation des activités de production en veillant à la régénération des ressources naturelles. Ces systèmes situés l'un par rapport à l'autre à des siècles de distance se sont maintenus sans solution de continuité malgré les bouleversements intervenus dans l'espace sahélien du fait de la traite négrière et de la colonisation (dans la vallée du Sénégal) et de la *mise en valeur* coloniale dans la boucle du Niger.

La conjoncture historique du quinzième au dix neuvième siècle a été capitale dans l'évolution du Sahel. C'est l'amorce de la dépendance de cette région vis à vis de l'économie capitaliste avec la disparition des empires, l'hémorragie des ressources humaines qui ont contribué au recul de la civilisation sahélienne, la récurrence des guerres, des famines par l'abandon de plusieurs terres par des populations devant aller se réfugier dans des régions plus pauvres pour échapper à la servitude ou aux massacres dans leurs villages. Jusqu'au quinzième siècle, les témoignages des auteurs africains, arabes et européens sont unanimes à reconnaître le dynamisme des sociétés sahéliennes, et la richesse et la puissance de ses Etats. Là où Mungo Park passe au dix-septième siècle, c'est-à-dire, deux siècle après les écrits élogieux d'Ibn Battuta, il ne rencontre qu'arriération.

La suppression de la traite négrière (traité de Vienne 1815), oblige la France à initier une nouvelle politique agricole dans la Vallée du Fleuve (1816-1820). Confiée au gouverneur Schmaltz qui, dans l'impossibilité de l'appliquer au Fouta, obtient des terres au Oualo (traité de Ndiaw du 19 Février 1819), la colonisation agricole échoue par la levée de boucliers qu'elle occasionne (1820) et par l'opposition des paysans du Oualo devant l'aliénation de leurs terres.

Les expériences agricoles par voie d'irrigation à Richard Toll (1819) furent les premiers exemples de l'introduction de nouveaux systèmes de production opérant la rupture avec les modes de gestion des plaines d'inondation, issus du passé. De nouvelles organisations socio-économiques, transplantées de l'expérience occidentale, allaient, pendant la période coloniale, tenter de remplacer les modes de gestion autochtones des unités naturelles. Désormais, les technologies nouvelles vont, de plus en plus s'imposer, liées à la rationalité marchande.

La mise en valeur coloniale entendait développer des cultures industrielles au profit des métropoles et fut un échec sauf pour l'arachide (compagnie des oléagineux, en Casamance; compagnie cotonnière du Niger à Diré; l'arachide au Sénégal et en Gambie; compagnie cotonnière au Tchad; encouragement à un élevage de rente avec hydraulique pastorale).

Si jusqu'à la mise en valeur coloniale, la gestion des plaines inondables s'adaptait aux réalités mouvantes de la nature pour y imprimer des stratégies d'exploitation dans l'optimisation des ressources naturelles, la nouvelle donne historique l'oblige à changer. C'est sur le mode de la domination des facteurs naturels par de grands ouvrages (barrages, irrigation) et par la privatisation de la terre que la gestion nouvelle cherche à s'exprimer.

L'extraordinaire développement démographique, la culture irriguée, la fragmentation de la terre, la monétarisation de l'économie et la sécheresse très longue, ont mis à mal la gestion traditionnelle. Les systèmes de production *traditionnels* ont tendance à disparaître devant l'introduction de nouvelles technologies. Le Sahel doit tirer profit de son expérience passée et de ces nouvelles performances technologiques. Il faut éviter qu'une gestion trop centralisée de ses ressources naturelles n'abandonne ses populations à leur propre sort.

## **1.4 Evolution récente des plaines d'inondation, M. Acreman**

De tout temps, la vie dans les plaines d'inondation du Sahel était difficile. L'irrégularité du climat et donc des inondations rendait la situation des riverains particulièrement précaire. En outre, il y a dans les zones inondables une forte prévalence d'un certain nombre de maladies (paludisme, bilharziose), ce qui contribuait à la stagnation démographique. Heureusement, ce ne sont pas tous les utilisateurs des plaines d'inondation qui y vivaient de façon permanente; beaucoup d'entre eux allaient et venaient des plaines, aux zones plus élevées et plus saines.

### **1.4.1 Population**

Néanmoins, les plaines d'inondation pouvaient supporter des populations non négligeables. La répartition de la population était également influencée par de nombreux autres facteurs tels que les guerres tribales ou les razzias des esclavagistes au dix-huitième et dix-neuvième siècle.

Au vingtième siècle une poussée démographique importante s'est fait jour au Sahel. La population a régulièrement doublé tous les 25 ou 30 ans. A l'heure actuelle le taux de croissance de la population est toujours aussi élevé (3%) et à la différence de ce qui se passe en Asie ou en Amérique du Sud, il n'a pas tendance à décroître. Dans les années 60 et 70, des milliers de personnes émigrèrent du Sahel, vers les pays du Golfe de Guinée pour y travailler et produire des cultures d'exportation (café, cacao).

Cependant, dans les années 80, ces pays ont été affectés par la récession économique mondiale et l'apparition rapide d'une concurrence dure, essentiellement en Asie du Sud Est. Dans les pays côtiers, l'immigration en provenance du Sahel a grandement diminué et certains immigrants sont retournés dans leurs pays d'origine, en raison en partie de l'expulsion des travailleurs étrangers. Récemment l'économie des pays côtiers a repris et l'émigration des sahéliens vers la côte recommence. Les migrations se sont réorientées à l'intérieur des ensembles nationaux. Les zones vides qui subsistaient encore dans la partie Soudanienne au sud du Sahel, sont de plus en plus peuplées. Il y a eu en outre un mouvement de population important vers les zones inondables pour s'y établir de façon permanente.

La colonisation des zones inondables s'est faite en grande partie de façon spontanée et pour des besoins agricoles, avec peu d'intervention des gouvernements en matière de conseil ou d'assistance. Il en a résulté une pression incontrôlée sur les ressources naturelles de ces zones.

### **1.4.2 Variations pluviométriques**

Depuis un siècle le climat de l'Afrique Sahélienne a été marqué par une alternance de périodes humides et de périodes sèches. La période de cette alternance est peu variable: de l'ordre de 30 ans en moyenne. Les

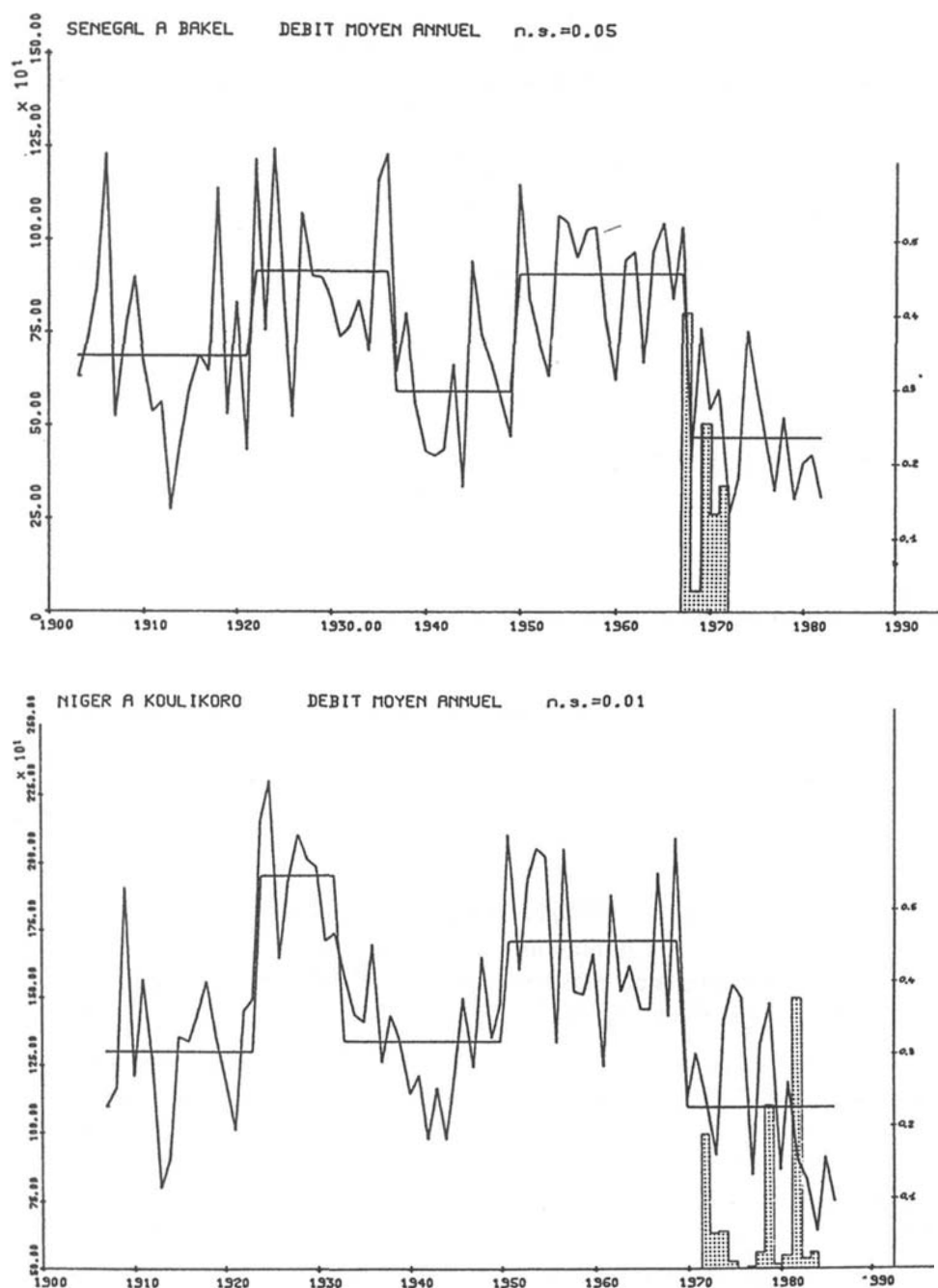


FIG. 15 Chronique des débits du Niger et du Sénégal. Source: Hubert et Carbonnel (CIEH, 1993).

travaux de J. P. Carbonnel et P. Hubert, ont bien montré les conséquences des variations de la pluviométrie sur l'écoulement des grands fleuves. Ces travaux montrent en outre que les périodes humides successives sont d'une intensité de moins en moins grande. Il semble donc qu'au delà de la variabilité apparente à court terme (30 ans), se dégage une tendance lourde à long terme (100 ans), vers la sécheresse. Il y a donc à l'heure actuelle une tendance climatique (indépendante de l'homme), qui entraîne la réduction de la superficie des plaines d'inondation.

Il faut noter aussi que l'on ne sait absolument pas, si le réchauffement actuel de la planète, dû principalement à l'émission de gaz à effet de serre, se traduira par une augmentation ou une réduction de la pluviométrie en Afrique. On sait seulement qu'aux périodes interglaciaires, liées à des réchauffements de l'hémisphère Nord, ont correspondu des périodes humides en Afrique de l'Ouest. Ces variations climatiques

sont couramment attribués à des phénomènes climatiques globaux, mettant en cause des quantités d'énergie solaire considérables. Le système est complexe et dépend d'un équilibre thermodynamique diversifié entre océan et continent. Mais les grandes quantités d'eau qui arrivent sur le continent grâce à la mousson donnent naissance à de fortes pluies. Une grande partie de cette eau retourne à l'atmosphère par évaporation ou évapotranspiration. C'est ainsi que sur l'ensemble de la pluie qui tombe en Afrique de l'ouest, 15% seulement s'écoule jusque à la mer. Au Sahel le coefficient de ruissellement varie de 5 à 1%. Depuis la sécheresse des années 1970 ces coefficients de ruissellement ont encore diminué.

Récemment des chercheurs se sont intéressés à l'incidence des travaux agricoles (les causes anthropiques) sur le recyclage de l'eau par évapotranspiration. Par exemple, la pluviométrie moyenne annuelle à Niamey au cours des années 1950-1969 était de 650mm tandis qu'au cours de la période 1970-1989 elle a été de 490mm. Hare (1985) et Monteny (1996) ont suggéré que les pluies au Sahel provenaient en partie de l'eau localement évapotranspirée. Toute réduction de l'évaporation, du fait du mouvement de l'air vers le Nord-Est à partir du Golfe de Guinée, cause une réduction du contenu atmosphérique en eau. Il en résulte une réduction de la pluviométrie sous le vent ou tout au moins une partie de l'eau qui précipite n'arrive pas au sol car elle s'évapore en rencontrant dans sa chute une atmosphère insuffisamment humide.

De la même manière certains supposent que la déforestation de la zone côtière ouest africaine qui s'est produite durant les dernières décennies a pu réduire l'évapotranspiration au cours de la saison pluvieuse. Cela à son tour, peut avoir causé une réduction de la pluviométrie plus au nord. Les changements survenus dans les types de végétation dans le Sahel lui-même, auraient pu exacerber cette réduction. Après la perte du couvert végétal, une région pourrait devenir plus chaude et plus sèche du fait que l'eau ne soit plus recyclée entre les plantes et l'atmosphère. Cela pourrait conduire à un cycle de désertification, avec une perte progressive des ressources en eau.

Par exemple, les résultats de simulations à l'aide d'un modèle de circulation global dans lequel la végétation naturelle du Sahel aurait été éliminée, suggèrent que la pluviométrie serait réduite de 22% entre les mois de juin à août et la saison des pluies retardée d'un demi mois.

Par ailleurs Servat et Paturol (Abidjan, 1998) ont montré que la pluviométrie n'a pas régressé de manière homogène en Afrique de l'Ouest. La diminution de la pluviométrie, en valeur relative, dans la zone forestière et dans la zone sahélienne, a été plus importante que dans la zone soudanienne. Ces observations cadrent mal avec les théories précédentes.

Si l'évapotranspiration de la végétation ne recycle plus autant l'eau amenée par la pluie, celle-ci ne peut que ruisseler vers les mares et soit s'évaporer à nouveau soit s'infiltrer. G. Favreau et C. Leduc (Abidjan,

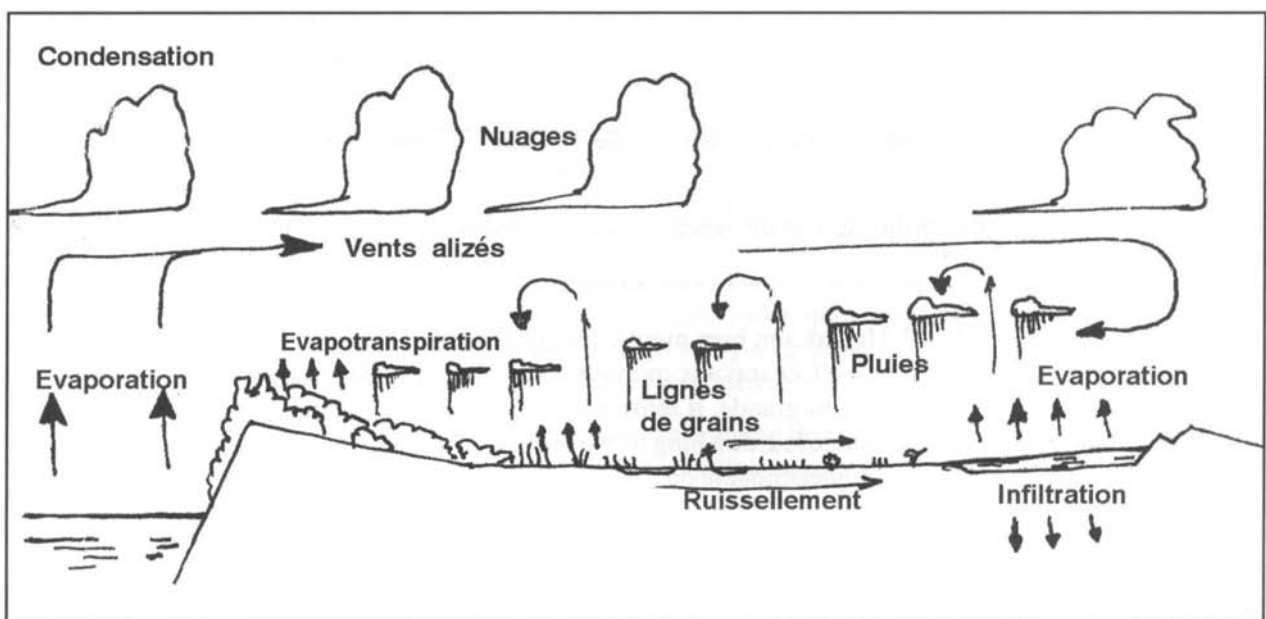


FIG. 1.6 Schéma Mousson, précipitation, évaporation et ruissellement. Source: J. de Boissezon.

1998) ont montré que la nappe du continental terminal, aux environs de Niamey, se recharge par infiltration dans les zones inondables, de manière continue depuis que la sécheresse est plus sévère. Mais l'infiltration n'intéresse qu'une fraction réduite de l'eau ruisselée et l'essentiel retourne à l'atmosphère par évaporation.

L'évocation culpabilisante des causes anthropiques d'une dégradation climatique peut, ainsi, laisser perplexe. Il ne s'agit que d'une variation limitée (évaporation ou évapotranspiration) du recyclage de l'eau de pluie sur une partie limitée de la superficie. S'agissant des zones inondables du Sahel leur impact sur le climat ne peut être qu'à l'échelle du rapport de leur superficie à celle du Sahel c'est à dire de l'ordre du pour cent. Enfin les dégâts anthropiques sont liés à la croissance démographique continue depuis un siècle. Cela cadre mal avec l'allure cycliques des phénomènes hydrologiques constatés dans la même période.

### 1.4.3 Grands projets

Quelles qu'en soient les causes, les variations climatiques et l'évolution démographique générale ont eu des conséquences migratoires importantes. Durant les sécheresses des années 70-80, ces changements ont forcé un grand nombre de paysans à quitter les zones sèches environnantes, où ils cultivaient traditionnellement, pour venir s'installer de façon permanente dans les zones inondables.

La mise en valeur des terres inondables par l'irrigation est apparue comme étant la clé du développement. En effet les zones inondables assurent la subsistance de populations limitées, alors que dans les zones irriguées, la population peut être beaucoup plus dense. Pour cela, la mise en œuvre de grands aménagements hydrauliques a été imaginée. De grands barrages produisent de l'énergie hydroélectrique et permettent l'approvisionnement public en eau, ainsi que la culture irriguée. Des projets similaires ont stimulé la production alimentaire dans d'autres parties du monde. Les barrages peuvent assurer un approvisionnement en eau toute l'année dans un climat hautement saisonnier et des cultures intensives de riz (en Asie du sud-est) à des rendements très élevés.

### 1.4.4 Dysfonctionnements des grands projets

Dans le bassin du Fleuve Sénégal, deux barrages ont été construits, l'un près de l'embouchure du fleuve (Diama), et l'autre au niveau de ses sources (Manantali) (voir l'étude de cas au chapitre 8). Le barrage de Diama empêche la pénétration de l'eau de mer salée dans le fleuve afin de permettre son utilisation en tant que vecteur de l'eau d'irrigation. Ce barrage régule aussi le niveau du fleuve pour permettre le transport fluvial. Le barrage de Manantali a été construit pour produire de l'énergie hydroélectrique et pour régulariser l'écoulement des eaux du fleuve. En outre, des digues ont été construites le long des deux rives de la retenue de Diama, afin de limiter la zone d'inondation.

Avant la sécheresse, l'inondation naturelle de la vallée du moyen Sénégal s'étendait jusqu'à 250.000 hectares dont une partie était l'objet d'une agriculture de crue et de décrue. Des forêts y produisaient du bois d'œuvre et de feu, et menageaient des habitats pour la faune. En raison, du retard survenu entre la construction du barrage, l'aménagement des périmètres irrigués pour la culture irriguée et l'installation des turbines, l'OMVS a autorisé le lâcher de crues artificielles pendant une période transitoire de 10 ans. Cependant, les crues provoquées ont été de petite envergure, inondant seulement environ 50.000 hectares.

La mauvaise gestion justifiée, en partie, par le retard des travaux de construction, a entraîné une baisse de 90% de la productivité des pêches dans le delta du Sénégal (on n'a pas ouvert comme prévu le barrage de Diama à l'étiage). Les caractéristiques de la végétation dans le Parc National du Djoudj qui jouxte le fleuve ont également changé du fait de l'alimentation continue en eau douce. Et ce d'autant plus qu'on a maintenu trop haut en permanence le niveau des eaux dans ce parc. Dans le Parc du Diawling en Mauritanie, le maintien à un niveau élevé de l'eau dans le barrage de Diama, et la réalisation tardive des ouvrages d'alimentation du parc, ont conduit à une grave dégradation du delta et une perte de la biodiversité (voir l'étude de cas au chapitre 8).

Peu de projets d'aménagement hydraulique en Afrique de l'ouest ont réalisé tout leur potentiel et beaucoup sont confrontés à de sérieux problèmes environnementaux, techniques, administratifs, socio-économiques et politiques. La salinisation (dans la vallée du fleuve Sénégal) et les obstructions des drains

dans beaucoup de périmètres, ont été fréquents dans la mesure où beaucoup d'ouvrages ont été construits sans système de drainage approprié (vallée du fleuve Sénégal).

Les projets d'irrigation mal entretenus fournissent enfin des conditions favorables à la reproduction d'escargots, de moustiques et d'autres vecteurs de maladies qui ont conduit à de graves épidémies de bilharziose et de paludisme. Ajouté à cela, la réduction de l'inondation des plaines causée par la mauvaise gestion du stockage de l'eau des crues derrière les barrages a eu des conséquences désastreuses sur l'économie rurale locale des zones humides. Ainsi, à la limite, certains projets ont abaissé plutôt qu'élevé le niveau de vie et l'économie de toute une région.

Cette expérience a mis en lumière la nécessité d'améliorer la gestion des ressources naturelles par une approche de développement intégré qui associe les meilleurs systèmes d'exploitation intensive et extensive des plaines d'inondation, ainsi que l'utilisation de techniques aussi bien traditionnelles que modernes.

L'agriculture pratiquée dans les plaines d'inondation par les populations locales est par essence traditionnelle. Mais elle a toujours été un système dynamique. Les pratiques culturelles ont souvent changé et se sont adaptées au cours des siècles avec le développement de nouvelles idées sur la gestion de l'eau, la pisciculture et l'expérimentation de nouvelles espèces de cultures. Par exemple dans la plaine d'inondation du Hadejia-Nguru, le nom local Haoussa pour l'agriculture de décrue est *dan chadi* (du Tchad). Ce qui montre que cette technique a été enseignée par des immigrants venus du Tchad.



## 2. Planification intégrée - concepts et techniques

La gestion durable des plaines d'inondation nécessite une planification et cette planification doit être intégrée. Il faut donc définir ce que peut être une planification intégrée ainsi que les outils du planificateur. Ceux-ci englobent les divers modèles mathématiques, hydrauliques, démographiques et écologiques, les méthodes d'évaluation économiques, les études d'impact ainsi que les techniques pratiques de la planification.

### 2.1 Planification et gestion intégrée, P.P. Vincke

En préalable à toute action de planification de la gestion durable des zones inondables, il convient de définir les concepts, les unités et les approches. Leur appréhension par les populations, par les conservateurs de la nature ou par les planificateurs du développement économique et social, induisent des interprétations souvent autocentrées, incompatibles, voire contradictoires. Sans expliciter ces termes, il serait peu aisé d'unir les efforts ou de répartir équitablement les droits et les devoirs de chacun en vue d'une gestion durable et à usages multiples de ces écosystèmes.

#### 2.1.1 Concepts de planification et de gestion

##### Définition des termes

*Laplanification* est une démarche visant à organiser, selon un plan, le développement d'une entité humaine, économique ou géographique. *Elle s'impose surtout parce que les ressources sont toujours limitées.* La planification du développement économique et social devrait largement tenir compte des facteurs écologiques pour assurer une gestion équilibrée des ressources naturelles, en vue d'un développement humain durable. C'est d'autant plus vrai pour des pays où les ruraux représentent encore plus de 70% de la population et pour lesquels ces ressources sont le support du système de production.

La *gestion* est une démarche consistant à *valoriser au mieux la productivité et l'efficacité.* La gestion d'une zone inondable est d'autant plus cohérente qu'elle s'inscrit dans le cadre d'une planification globale, qui assure de sa compatibilité avec un objectif national de développement économique et social.

##### Approche intégrée

L'approche intégrée doit tenir compte des générations futures. Cette approche doit être conforme au principe de précaution et à celui du *pollueur payeur*. Elle doit être globale et interdisciplinaire.

L'approche intégrée renforce et harmonise la gestion sectorielle des bassins et des écosystèmes. Elle conserve et protège la productivité et la biodiversité des écosystèmes et préserve la maintenance des infrastructures. Elle assure le développement économique rationnel ainsi que l'utilisation durable des ressources des bassins versants et permet la résolution des conflits dans chaque bassin.

L'approche intégrée doit surmonter les fragmentations sectorielles et le manque de coordination dans la gestion des bassins.

L'approche intégrée doit être conçue en tenant compte de l'évaluation des risques, de la valorisation économique, de l'évaluation de la vulnérabilité, de la compatibilité des ressources, de l'analyse avantage/coût et du suivi.

##### Niveaux de l'approche intégrée

L'approche intégrée peut être menée de diverses manières:

- Par écosystème,
- Par système de production,
- Globalement.

### **Par écosystème**

L'approche intégrée par écosystème, consiste à gérer une partie ou l'ensemble d'une zone inondable pour en garantir le fonctionnement selon sa dynamique propre et selon les fluctuations des paramètres qui régissent son évolution. L'option de départ de cette approche est naturelle et sa mise en œuvre se fera dans des parcs nationaux ou des aires protégées. Elle vise à proposer les activités de gestion à mettre en œuvre pour corriger les éventuels déséquilibres qui contrarieraient son évolution normale. Une de ses références est la capacité de charge, qui traduit le niveau d'exploitation maximal garantissant une exploitation durable de la ressource.

### **Par système de production**

L'approche intégrée par système de production consiste à gérer les systèmes de production de manière à ce qu'ils ne dépassent pas l'exploitation maximale qui mettrait en péril le fonctionnement même de l'écosystème qu'ils exploitent. Son objet est de proposer des modèles d'exploitation et de gestion durable des ressources naturelles. Cette approche sous-estime des réalités qui, comme l'absence de garanties sur l'exploitation des ressources, incite plutôt à une exploitation individuelle en vue de revenus à court terme les plus élevés plutôt qu'à une gestion communautaire en vue d'hypothétiques revenus à long terme.

### **Globalement**

L'approche intégrée globale comprend les deux précédentes et les dépasse en les situant dans le contexte institutionnel et politique. Au niveau national, elle place sa prospective à l'horizon d'une génération, se réfère à des orientations économiques et sociales à moyen terme et aux institutions fondamentales telles que la législation foncière et la réforme administrative.

A un niveau régional, la voie suivie par le PDRG (Plan Directeur pour le Développement de la Rive Gauche du Fleuve Sénégal) s'inscrit en ce sens. Ce plan a considéré la vallée du fleuve Sénégal comme une vaste zone inondable comprise dans son sens le plus étendu et le plus diversifié. Il a défini une stratégie de développement intégré, axé sur la gestion des ressources naturelles, sur la viabilité des systèmes de production tant traditionnels que modernes, sur la conduite du développement par les populations et sur la prise en compte des vraies contraintes que sont l'eau et les terres.

L'approche intégrée doit aussi vérifier la cohérence de la politique économique de l'état avec l'activité agricole locale des populations. En effet le maintien d'un niveau trop élevé de la monnaie (par exemple), entraîne l'impossibilité du développement industriel. Il en résulte une insuffisance de l'emploi et une misère importante dans les villes. Les Etats fixent en conséquence les prix des produits alimentaires à un niveau très bas et favorisent les importations (de brisures de riz asiatique par exemple). Les paysans ne peuvent produire le riz à de tels prix en irrigation intensive. Ils se limitent donc à la culture extensive des spéculations juste suffisantes pour leur autoconsommation. Il en résulte une demande de terre exagérée qui menace les plaines d'inondation. Le PDRG a reconnu la nécessité d'une fixation des prix agricoles à un niveau suffisamment incitatif.

## **2.1.2 Choix des unités spatiales et temporelles**

### **Unités spatiales**

La planification tient compte des unités administratives car elles traduisent une occupation de l'espace. Les Schémas directeurs établis en conséquence proposent des Plans d'Occupation et d'Affectation des Sols (POAS) par département. La mise en œuvre de ces schémas directeurs comprend la traduction de ces POAS au niveau des Communautés rurales, qui représentent les plus petites entités administratives décentralisées. Au sein des Communautés rurales, des actions de gestion de zones inondables doivent être menées avec les populations riveraines, mais la garantie de cohérence du développement local sera recherchée auprès de l'administration locale appuyée par l'administration territoriale et les ministères techniques.

## Unités temporelles

Le PDRG est programmé en trois phases sur 25 ans:

- La pause (1992-1995);
- La construction (1996-2002);
- La consolidation (2003-2017).

Chaque phase est évaluée avant passage à la suivante. Le programme d'action prévoit la réhabilitation, la revitalisation et la création de multiples zones inondables à des termes divers. Le premier facteur limitant est la disponibilité en eau. L'exécution du programme dépend donc de mesures de gestion de l'eau du fleuve, qui sont assujetties à des décisions inter étatiques, dans le cadre de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS), et relatives à la gestion des barrages de Diama et Manantali.

### 2.1.3 Approche terroir

#### Définition

La planification du développement est intégrée au niveau du terroir et de la gestion des ressources naturelles. Pour la rendre plus opérationnelle on l'a liée aux dimensions foncières et administratives. Cette stratégie vise l'émergence d'institutions locales à même de planifier et de suivre le développement de leurs terroirs.

L'enjeu de la conservation des zones inondables est de démontrer l'intérêt d'une meilleure gestion des espaces réhabilités, pour garantir les meilleures complémentarités entre protection, conservation, gestion et développement.

#### Utilisation durable des ressources

L'utilisation durable des ressources trouve ainsi un cadre géographique et des responsables. Elle sera planifiée et gérée au niveau le plus concerné, celui des populations qui seront les bénéficiaires directs de la saine gestion des zones inondables. Encore faut-il assortir ce choix de mesures d'accompagnement, qui garantissent cette responsabilité, tout en définissant les droits et les devoirs qui lui sont associés.

#### Planification et gestion locale

Cette approche offre l'avantage de disposer de partenaires locaux parmi lesquels sont représentés tant les groupes socioprofessionnels et les organisations traditionnelles, que les opérateurs économiques et les institutions modernes.

#### Processus et mise en œuvre

L'approche terroir implique un processus participatif d'élaboration de la planification. Il n'y a pas de protocoles préétablis pour de tels processus. Mais le bon sens indique qu'il s'agira d'opter pour les stratégies de consultations et de concertations.



FIG. 2.1 Fleuve Sahélien. Photo: J. Skinner.

Il s'agit de passer de la gestion coutumière d'un espace ouvert, à une gestion planifiée d'un espace défini, en offrant des garanties de suivi.

La mise en œuvre de cette approche se fera dans le cadre des politiques nationales de décentralisation administrative et de politique agricole. Il est certain que, nombre de pratiques devront être changées, principalement en ce qui concerne

celles des ministères techniques et des agences d'exécution. Si la centralisation a pu assurer de bons résultats à court terme, autrefois, une large décentralisation paraît indispensable, à l'avenir.

## 2.2 Modèles prévisionnels et leur usage

### 2.2.1 Définition et justification des modèles

Les objectifs et les usages de la modélisation en écologie sont multiples. La modélisation peut décrire un milieu avec ses composantes et leurs interactions au sein de l'écosystème et facilite ainsi la compréhension du fonctionnement des écosystèmes. La modélisation permet de prévoir l'évolution d'un système en fonction des changements possibles de certaines conditions. Elle peut servir aussi à optimiser la gestion d'un certain milieu, en simulant par exemple les impacts sur ce milieu des interventions extérieures humaines ou naturelles.

Le modèle reproduit les phénomènes naturels, en partant d'expressions mathématiques ou physiques plus ou moins complexes. L'évolution rapide des capacités informatiques et l'abaissement régulier des coûts des matériels en ont accéléré le développement durant ces dernières années. La valeur d'un modèle dépend bien sûr de la validité des lois utilisées, mais aussi de celle des données d'entrée qui lui sont fournies.

### 2.2.2 Niveau de complexité, F. X. Cogels

On distingue deux grands types de modèles:

#### Modèles empiriques

Ces modèles cherchent à relier entre elles les données disponibles, pour mieux représenter la réalité des phénomènes et en déduire l'évolution des systèmes en cause, dans certaines circonstances.

Les données d'entrée sont généralement des données statistiques (données hydrologiques, climatologiques) spécifiques à un milieu géographique déterminé. Ces modèles sont souvent basés sur des corrélations et régressions mathématiques. Ces modèles sont peu transposables ailleurs que sur le site pour lequel ils ont été conçus.

Ce type de modèle peut être de conception relativement simple. Développé sur la base d'un simple tableur, il ne requiert pas de connaissances, ni de matériels informatiques spécifiques, pour son élaboration et pour son utilisation, tout en fournissant une puissance de calcul très appréciable. Alimenté par des données fiables, il peut fournir rapidement et au moindre coût d'excellentes informations, ainsi que des critères de gestion quantitative ou qualitative d'un milieu aquatique par exemple.

#### Modèles théoriques ou déterministes

*Ces modèles partent des lois qui régissent les phénomènes applicables à un système et essaient d'en déduire l'évolution probable du système.*

Ces modèles sont généralement plus complexes que les modèles empiriques. Ils décrivent avec plus ou moins de précision, les cinétiques des relations entre les différents éléments du milieu simulé. La conception de ce type de modèle requiert beaucoup de mesures de terrain. L'avantage des modèles théoriques est d'être transposables d'un milieu à un autre, sans modification des relations de base. Les modèles peuvent être *statiques*, et décrire une situation à un instant précis. Ils peuvent être *dynamiques* pour décrire une situation évolutive.

Le modèle *simule* à divers pas de temps, l'évolution de la situation. Dans ce cas ils doivent refléter l'évolution spatio-temporelle d'un milieu et sont les plus appropriés pour l'étude des relations de cause à effet, (études d'impact par exemple). Le pas de temps ou d'espace choisi pour la simulation conditionne ici la dimension du modèle en augmentant d'autant la répétition des calculs mathématiques.

## Mise en œuvre de la modélisation

La mise en œuvre de la modélisation passe d'abord par le choix du type de modèle adapté. L'adaptation du modèle à un milieu déterminé passe ensuite par sa *calibration* et enfin par sa *validation*. Calibration et validation sont à chaque fois, des étapes préliminaires, indispensables à une utilisation fiable.

### Choix du modèle

L'utilisation efficace des *modèles de simulation* dépend de plusieurs critères dont le premier doit être la définition claire des objectifs recherchés. Cette étape préliminaire est souvent peu prise en compte et pourtant le choix du modèle le mieux adapté doit être conditionné par les objectifs poursuivis et non l'inverse. Le choix du modèle peut aussi dépendre de la disponibilité des données de terrain.

### Calibration

Une fois le choix du type de modèle effectué, une bonne définition de sa structure interne, facilitera son emploi par la suite. La calibration à partir des données de terrain, ajuste le modèle aux conditions locales de milieu.

### Validation

Enfin, la dernière étape avant simulation consiste à valider le modèle, en testant la qualité de la relation entre les mesures de terrain et les données de sorties générées.. La précision des résultats fournis par le modèle dépend de la qualité des formulations mathématiques qui le composent, mais aussi de la qualité et de la précision des données d'entrée qui lui sont fournies. L'accès à des données de terrain fiables est donc une condition absolue pour une simulation correcte. Ce critère n'est pas toujours évident à respecter.

## 2.2.3 Modèles hydrologiques, G. Bergkamp et J. Y. Pirot

### Modèles de qualité des eaux

Les modèles de qualité des eaux sont multiples. Leur facilité d'utilisation est souvent dépendante de leur complexité, d'où la nécessité d'un bon choix préalable des objectifs recherchés. Ces modèles répondent à des questions environnementales spécifiques et fournissent une approche globale d'une problématique à différentes échelles de temps ou d'espace.

Les *modèles spécifiques* de qualité des eaux simulent par exemple l'évolution physique et chimique d'un produit phytosanitaire durant son cycle dans le milieu naturel (ruissellement, percolation,...) en fonction de divers paramètres qualitatifs et quantitatifs du milieu naturel (pluviométrie, température, état de la végétation). D'autres modèles simulent l'évolution de la qualité des eaux de surface à l'échelle du bassin versant, soumises ou non à des influences extérieures, naturelles ou artificielles.

Les paramètres de base du modèle sont physiques, chimiques, climatologiques, hydrologiques, biologiques. Les sources de pollutions, ponctuelles ou diffuses, urbaines ou agricoles, leur qualité et débits respectifs, font partie des données d'entrée. Pour une étude d'impact de pollution domestique, les paramètres les plus couramment suivis sont l'oxygène dissous, les demandes biologique et chimique en oxygène (DBO et DCO), les formes chimiques de l'azote et du phosphore dissous et particulaires.

Des sous-modèles, inclus dans le *modèle général* de simulation, prennent aussi en charge des fonctions spécifiques. Les effets de la végétation aquatique sur la qualité des eaux, ceux des apports diffus agricoles sont ainsi, autant de problèmes particuliers liés à la simulation qualitative générale du bassin versant. D'autres modèles sont spécifiques aux lacs et aux réservoirs. Ils sont souvent plus orientés vers les problèmes liés à l'eutrophisation de leurs eaux et sont particulièrement utiles aux producteurs d'eau potable.

### Modèles de quantité des eaux

Les modèles concernant la quantité des eaux sont souvent des *modèles simples et empiriques* qui permettent de traiter les données hydrauliques et d'en déduire les caractéristiques d'un écoulement ou d'un bassin

versant par exemple. Le Bilan des entrées et sortie de l'eau (débits des ouvrages d'alimentation ou de fuite, infiltration, évaporation, précipitations) dans une zone inondable relève de ce genre de modèle. Le modèle de gestion des eaux du Parc National du Diawling sera articulé autour d'un modèle hydraulique simple de ce type. Ce type de modèle ne nécessite pas une compétence particulière en informatique. Ils ne nécessitent que l'usage d'un tableur. Les problèmes hydrauliques accessibles sont souvent simples.

Les *modèles hydrologiques* permettent de caractériser les écoulements ou de les prévoir, en partant d'observations diverses (hydrométriques ou climatologiques), souvent incomplètes et disparates et que l'on doit prendre soin de valider. Il sont, la plupart du temps, nécessaires pour fournir les données d'entrée à un modèle de quantité des eaux. Ces programmes sont souvent complexes. Il est nécessaire d'être hydrologue et de connaître la région pour les utiliser sans risque.

De très nombreux *modèles déterministes* sont couramment employés pour simuler les écoulements. La plupart des universités ou des centres de recherches ainsi que les grands bureaux d'ingénierie, ont leurs propres logiciels. Ces modèles sont souvent complexes et doivent être utilisés par des hydrauliciens compétents en informatique. Des logiciels plus anciens sont accessibles à tous, mais nécessitent une compétence hydraulique.

Parmi les logiciels courants, on peut citer:

- Modèles unidimensionnels indiquant la hauteur d'eau correspondant à un débit le long d'un chenal d'écoulement, en régime permanent (à débit constant) uniforme ou graduellement varié, ou en régime transitoire (en crue).
- Modèle bi-dimensionnel tenant compte des échanges entre le lit principal et les zones inondables, ainsi que d'éventuels maillages des chenaux d'écoulement.
- Modèle de simulation ou d'annonce de crue (utilisant éventuellement une transmission de données par satellite).
- Modèles de laminage des crues.
- Modèle de gestion d'ensembles hydrauliques complexes, intégrant les pertes et le fonctionnement de diverses retenues, le remplissage de plaines inondables, les phénomènes de marées.
- Modèle d'onde de rupture de barrage.

Il est souvent nécessaire et généralement possible de relier les modèles de qualité et de quantité des eaux sans que cela alourdisse considérablement les calculs notamment lorsqu'il s'agit de modèles empiriques établis sur la base de simples tableurs. Le modèle du lac de Guiers (X. Cogels) est un modèle empirique associant un bilan hydraulique de ce type à un modèle de qualité des eaux.

#### **2.2.4 Modèles écologiques, J. Y. Pirot et G. Bergkamp**

Les modèles écologiques appliqués servent à décrire de manière simple des phénomènes complexes, tels que les fluctuations de densités de prédateurs et de proies dans un écosystème dont la productivité varie au cours du cycle annuel. Les modèles écologiques peuvent servir aussi à acquérir les connaissances nécessaires à la gestion optimale de l'espace. Dans ce cas, ils doivent permettre de décider si la gestion existante d'une certaine portion de l'espace doit être modifiée (et comment), et ils constituent donc une étape dans le processus de planification et de décision.

Ces modèles présentent des niveaux de complexité croissante (voir 2.2.2 ci-dessus) selon qu'ils décrivent un état (par exemple le fonctionnement d'un terroir composé de zones humides et de forêts, exploités conjointement par une variété d'utilisateurs animaux et humains) ou une évolution (les conséquences sur la végétation d'un bassin versant d'une intervention humaine modifiant le régime hydrologique d'un cours d'eau). Les modèles peuvent donner des informations sur les données manquantes (dont il faut encore effectuer la collecte), et permettent de distinguer une, ou plusieurs, approche(s) possible(s), concernant la distribution dans l'espace et le temps de l'utilisation des ressources. Enfin les modèles peuvent permettre de déterminer les besoins institutionnels en matière de formation à la nouvelle gestion.

Les modèles écologiques des zones inondables s'articulent généralement autour d'un *double modèle hydraulique* traitant à la fois de la *qualité et de la quantité* des eaux. L'utilisation conjointe des *systèmes*

*d'informations géographiques* (SIG) alourdit les logiciels, mais les résultats obtenus permettent une interprétation plus fine et plus  *parlante* des problématiques de gestion. Le système d'information géographique est par ailleurs indispensable pour normaliser et archiver les observations de toutes natures assemblées dans le cadre de la zone concernée. Il s'agit donc de modèles complexes comportant de nombreux liens et faisant souvent appel à des logiciels importants. Il faut le savoir et prévoir que les opérateurs habituels aient la qualification et la possibilité de mise à jour correspondantes. Beaucoup de logiciels de ce type sont sous-utilisés, parce que l'on n'a pas prévu le personnel, la formation initiale et le recyclage du personnel adapté.

Le modèle (en voie d'amélioration constante) du projet de restauration de la plaine de Waza Logone au Cameroun (pour une description de ce projet, voir le chapitre 8) est un bon exemple de ce type de modèle intégré. Il prédit la date, la durée et l'importance des crues annuelles et, en fonction de cela, l'augmentation de la productivité des ressources à divers endroits de la plaine inondable. Il tient compte des nouvelles infrastructures hydrauliques qui seront construites pour pallier à l'interruption des inondations naturelles due à la retenue de Maga. Mais la construction de tels modèles nécessite une bonne compréhension des flux d'énergie, des interactions entre composantes (plantes, animaux) du système et des cycles hydrologiques et de matières.

D'autre part, il est maintenant couramment admis que ces modèles doivent être complétés par une analyse économique qui permettra de classer les portions d'espace en fonction de la valeur monétaire (présente et future) des ressources et des services fournis par l'écosystème en question. En ce qui concerne ces services, et bien que les techniques de calcul aient fait récemment de grands progrès, il faut reconnaître que leur évaluation économique reste assez approximative.

Un autre exemple de l'aide apportée par les modèles intégrés en matière de prédiction est celui du modèle SENSIM intégrant des informations sur les caractéristiques environnementales, sociales, démographiques et économiques du Sénégal (Riks Geo, 1991). Ce modèle, qui permet aux décideurs de mesurer la grande complexité et la dynamique de ces systèmes, est utilisé pour favoriser la définition d'options pour le développement régional du pays.

Les gestionnaires des zones humides devraient donc pouvoir faire usage d'une diversité de modèles prédictifs de l'évolution des ressources, mais la complexité des modèles écologiques contribue toujours à restreindre leur utilisation journalière par le plus grand nombre des gestionnaires de terrain. Bien entendu, cette remarque ne s'applique pas aux grands projets de développement concernant les plaines d'inondation. Beaucoup de ces projets ont les moyens techniques et financiers susceptibles de permettre une description assez fidèle des impacts dus aux modifications qu'ils se proposent d'imposer à court ou moyen terme aux espaces et aux ressources. Il convient donc d'insister pour que la mise en œuvre de ces projets soit basée sur les résultats de modèles performants.

### **2.2.5 Modèles démographiques, H. Wane**

La démographie apporte aux sciences sociales le soutien de la rigueur d'un raisonnement quantifié. Mais lorsqu'il s'agit de résoudre le difficile problème de la gestion durable des plaines inondables, il ne suffit pas d'énoncer les règles et les techniques des méthodes démographiques, il faut, surtout, savoir intégrer la variable démographique dans la compréhension du développement humain, économique et social des populations qui vivent des plaines inondables. Ces populations traversent en effet, à l'heure actuelle, une crise particulièrement grave, faite de précarité, de surpopulation et d'exode.

Il ne s'agit pas seulement de connaître les facteurs qui influent sur la structure des populations, leur renouvellement, leur migration. Il ne suffit pas de combiner l'évolution de ces facteurs. Il faut aussi lier ces éléments quantifiables aux variables humaines, culturelles et environnementales.

Les projections et les modèles démographiques permettent d'estimer la composition et la taille future d'une population à différentes échelles de temps et d'espace. Ces projections permettent de baser la planification sur des données vraisemblables. On peut grâce à elles, évaluer sainement l'évolution des diverses variables impliquées (économie, agriculture, ressources naturelles, ressources humaines). On peut

sur cette base examiner de manière systématique et exhaustive (au moyen de matrices de corrélation), les rapports de l'évolution des populations avec le contexte économique, social et culturel. On peut ainsi:

- Analyser les interrelations de la population et du développement;
- Dégager les grandes tendances du changement démo - socio - économique et environnemental à diverses échelles de temps;
- Fixer les objectifs de développement et déterminer les alternatives de gestion;
- Evaluer les conséquences des diverses politiques;
- Choisir les indicateurs de suivis adaptés.

Les outils de projection démographique sont donc indispensables pour mener avec les populations une démarche de recherche participative (MARP).

En prise d'exemple, on peut mentionner le travail du CERPOD/INSAH qui a développé les modèles suivants:

- INTEGRA: pour la planification des ressources humaines (familles, santé, éducation et emploi);
- PAGE: pour la population, l'agriculture et l'environnement.

Ces deux systèmes utilisent les modèles NPROJ et DEMPROJ, qui permettent de comparer des scénarios tendanciels et volontaristes.

INTEGRA a été utilisé au Burkina Faso, au Mali et au Niger pour planifier les investissements en matière de santé, d'éducation et d'emploi en tenant compte de la démographie.

PAGE a permis d'examiner l'impact de diverses politiques agricoles et démographiques sur la production alimentaire, la production de bois de feu, les besoins en terres, en capitaux et en main d'œuvre.

Ces modèles sont rarement utilisés pour de simples prévisions démographiques. Pour cela on se réfère aux travaux des services chargés du recensement. Malheureusement, les recensements sont, dans les meilleurs cas, effectués seulement tous les dix ans et la publication des résultats de recensement est toujours très lente. Pourtant la réalité démographique est très rapidement changeante en Afrique de l'Ouest, puisque la population double en vingt ans en moyenne et en sept ans dans les villes.

## Limites des modèles

Les projections démographiques étaient traditionnellement présentées selon trois variantes haute, moyenne et basse. Ces trois variantes traduisaient l'incidence d'une variable prise en compte dont l'évolution était méconnue (Taux de fécondité par exemple). On procède maintenant plus volontiers par *Scénario*. C'est dire qu'il s'agit beaucoup plus d'une simulation, qui permet de peser les conséquences diversifiées d'un faisceau d'hypothèses et de comparer des scénarios concurrents. Des analyses de sensibilité peuvent être menées, pour peser l'influence des facteurs pris en compte et ainsi être à même de simplifier ou de complexifier les modèles, aux fins de les rendre plus fiables.

Les modèles INTEGRA et PAGE ont montré une certaine rigidité due à leur structure informatique. On s'est aperçu aussi, à l'usage, qu'il était difficile, avec leur aide, de rendre cohérentes des projections démographiques nationales et locales.

L'emploi simultané de modèles démographiques et de systèmes d'information géographique, augmente l'intérêt de ces outils, mais en alourdit l'usage. Il est pourtant très utile de distribuer géographiquement les résultats des simulations. On peut ainsi faire ressortir des détails de la projection globale, qui ont cependant une importance déterminante au niveau local.



## 2.3 Evaluation économique et prise en compte des valeurs non marchandes, *M.Acreman*

### 2.3.1 Justification de l'évaluation

Aujourd'hui, la plupart des décisions de planification et de développement sont prises sur une base économique et de plus en plus, en tenant compte des forces qui sont en jeu dans le système du libre marché et de la mondialisation. La concrétisation de ces décisions en milieu rural, dépend de la manière selon laquelle les populations considèrent leur intérêt. Bien que ce modèle de développement économique ait ses propres limitations et ses dangers, il ne serait pas réaliste de l'ignorer et de baser la recherche d'un développement durable et d'une exploitation rationnelle des plaines d'inondation sur un système de valeurs totalement différent. D'où la nécessité d'attribuer une valeur économique quantifiée aux biens et services existant dans les plaines d'inondation si l'on veut comparer leur conservation à des utilisations alternatives des terres elles-mêmes ou de l'eau qui alimente ces zones inondables.

Pour beaucoup de produits tels que le poisson ou le bois d'oeuvre, il existe un marché local et un marché mondial qui permettent d'estimer la valeur de la production des plaines inondables dans ces domaines. La valeur des fonctions de la zone inondable, telle que l'amélioration de la qualité de l'eau, peut être calculée à partir du coût de construction d'un ouvrage de traitement pour réaliser les mêmes processus d'épuration. Par contre, il est bien plus difficile d'attribuer une valeur économique quantifiée à la biodiversité ou à la valeur historique d'un site, étant donné que le marché pour ce genre de produits est beaucoup plus mal défini et le calcul de leur valeur économique beaucoup plus difficile à faire avec les méthodes traditionnelles.

### 2.3.2 Evaluation quantitative

#### Analyse avantage/coût

L'analyse avantage/coût est une méthode largement utilisée pour opérer des choix entre différentes options. Cependant, cette méthode examine uniquement les avantages et les coûts du point de vue d'une seule entité ou société. Ainsi, par exemple, une organisation qui a l'intention de construire un barrage prendra en compte uniquement le montant des investissements, les coûts de fonctionnement et les bénéfices qu'elle peut en attendre.

Du point de vue plus large de la société, cela n'est pas suffisant. Les barrages modifient le débit des cours d'eau et le régime d'inondation des zones inondables. Ils imposent des coûts à des tiers (par exemple aux pêcheurs). Ces coûts doivent être pris en compte dans l'analyse économique. Ces éléments externes mettent en lumière la nécessité d'une méthode d'analyse élargie qui essaie de prendre en compte tous les avantages et tous les coûts découlant d'une ligne de conduite donnée. Pour cette raison, l'analyse doit prendre en compte les avantages et les *coûts sociaux et environnementaux*.

#### Définition des coûts

Il existe différentes techniques pour le calcul des avantages et des coûts. Certains avantages et coûts externes sont reflétés dans les *prix du marché*. Par exemple, la construction d'un barrage qui affecte une pêcherie commerciale a des effets qui ont un prix en termes de perte de production et de revenus de cette industrie. Par contre, pour des valeurs qui n'ont pas un prix de marché, d'autres techniques de calcul seront nécessaires. Deux maisons identiques peuvent avoir des prix différents parce que l'une est bien située, alors que l'autre est mal située. La différence de prix reflète la valeur de l'agrément offerte par la situation. Cela s'appelle une fixation *hédoniste* des prix.

Si une zone humide voisine venait à être détruite par l'épuisement de la réserve d'eau souterraine, les utilisateurs devraient se déplacer jusqu'à la zone humide similaire la plus proche. Le *coût du déplacement* reflète une partie de la valeur de la zone humide initiale.

Beaucoup de personnes font des dons à des organisations pour la conservation de sites qu'elles ne visiteront jamais. Une telle valeur intrinsèque peut être mesurée en demandant à ces personnes combien elles

seraient prêtes à payer pour la sauvegarde d'un site particulier. Cela s'appelle une *estimation contingente* de la valeur.

Cependant, beaucoup de méthodes d'estimation de la valeur comportent de sérieux inconvénients, et sont contestées pour cela. Les avantages et les inconvénients de ces techniques sont données dans les directives pour l'évaluation économique des zones humides publiées par la Convention de Ramsar.

### 2.3.3 Evaluation qualitative

Il existe cependant de bonnes raisons pour que la disposition à payer ne soit pas le seul critère utilisé pour la prise des décisions concernant l'utilisation des zones inondables, particulièrement là où leur aménagement, ou leur exploitation, peut conduire à une dégradation des fonctions essentielles, notamment en matière de maintien de la biodiversité. En effet il n'y a pas suffisamment d'informations sur la valeur économique d'une espèce donnée à cause du manque de connaissances scientifiques appropriées. D'autre part, certains pensent que l'homme devrait avoir des obligations morales naturelles vis à vis des espèces menacées, en dehors de toute considération de valeur économique.

La Stratégie Mondiale de la Conservation s'oppose à l'extinction des espèces et encourage le maintien de la diversité des espèces afin de garantir l'équilibre biologique (et par conséquent la stabilité de toute production économique dépendante des ressources biologiques) et afin de garder des options ouvertes pour le futur. La valeur future des espèces et la diversité génétique sont imparfaitement connues et des utilisations importantes de celles-ci, dont la valeur est actuellement inconnue, peuvent être découvertes à l'avenir. Dans une telle situation, des méthodes alternatives d'appréciation de la valeur, compatibles avec le principe de la prévention, tel que les normes minimales de conservation, devront être trouvées. Puisque dans la réalité l'extinction des espèces continuera, les efforts de conservation dans ce domaine devront être concentrés sur celles qui sont les plus vulnérables, par l'établissement de priorités basées sur la rareté et suivant qu'une espèce donnée, un genre ou toute une famille est menacée.

Aucune évaluation précise des coûts et des avantages de la préservation des espèces n'a été faite, mais plus l'espèce est unique par rapport au système de classification biologique et plus imminente la perte, plus l'avantage qu'elle représente est présumé grand. L'importance de l'interdépendance des espèces est reconnue et la suppression des espèces qui font partie d'une chaîne trophique donnée, peut avoir pour conséquence la perte des espèces dépendantes. La prévision de cette fonction des espèces n'est pas suffisamment prise en compte.

### 2.3.4 Etude économique des plaines d'inondation

#### Exemple d'analyse avantage/coût

La plaine d'inondation de Hadejia Nguru au nord du Nigéria est souvent citée car l'économie des zones inondables y a été prise en considération. Une estimation a été faite des avantages qu'offre la plaine aux populations locales, sous forme de production agricole, pastoralisme, bois et pêche (cette analyse est commentée au Chapitre 8, Etudes de Cas). L'analyse économique de ces valeurs indique que les avantages de la zone d'inondation sont substantiels aussi bien mesurés par hectare, que sur la base des ressources en eau utilisées. Cette estimation montre qu'il y aurait une perte économique non négligeable associée à tout projet qui conduirait à une dégradation du système de la plaine d'inondation.

Les auteurs de cette étude ont comparé la valeur actuelle des avantages tirés de la plaine d'inondation de Hadejia Nguru, aux avantages du Projet d'irrigation du Fleuve Kano, la rentabilité de la plaine d'inondation est beaucoup plus élevée que celle du Projet du fleuve Kano. Ceci est particulièrement évident lorsque l'on compare la rentabilité relative du Projet, (en termes d'utilisation des ressources en eau), à celle du système de la plaine d'inondation.

Il faut rappeler que la valeur actuelle d'un aménagement comprend la somme des avantages et des coûts actualisés. C'est dire que pour une plaine d'inondation qui ne fait l'objet d'aucun aménagement et pour laquelle on n'engage aucun frais de fonctionnement, on additionne seulement des avantages. C'est dire aussi

que pour un projet d'irrigation on compte d'abord les coûts immédiats (investissements) et différés (entretien) avant de faire la somme des avantages échelonnés dans le temps (et donc minorés par l'effet de l'actualisation). Il n'y a rien d'étonnant à ce que un projet d'irrigation représentant un investissement à long terme, destiné à répondre aux besoins d'une population toujours plus nombreuse, paraisse peu intéressant du point de vue de son coût actualisé.

Pour obtenir un éclairage économique complet, il faudrait étudier la productivité réelle d'un aménagement qui tout en répondant efficacement aux besoins de la population, respecterait la partie la plus diverse et la plus productive des zones inondables.

### **Avantages non marchands**

Il ne s'agit jusqu'ici que d'une analyse économique limitée à la valeur marchande de la production des deux types d'aménagement. En outre, comme indiqué plus haut, il existe d'autres avantages économiques importants tirés du système d'exploitation de la plaine d'inondation. La somme totale de ces avantages supplémentaires pourrait, en réalité, même dépasser les avantages estimés de l'agriculture, du pastoralisme, de la pêche et du bois de la plaine inondable. Peut-être la fonction environnementale la plus importante est celle de réalimentation de la nappe phréatique de la formation aquifère du Tchad. Une évaluation de la valeur économique de ces impacts est difficile à faire, mais pourrait être effectuée par des mesures directes ou indirectes de la disposition des villageois à payer pour l'eau dont ils ont besoin.

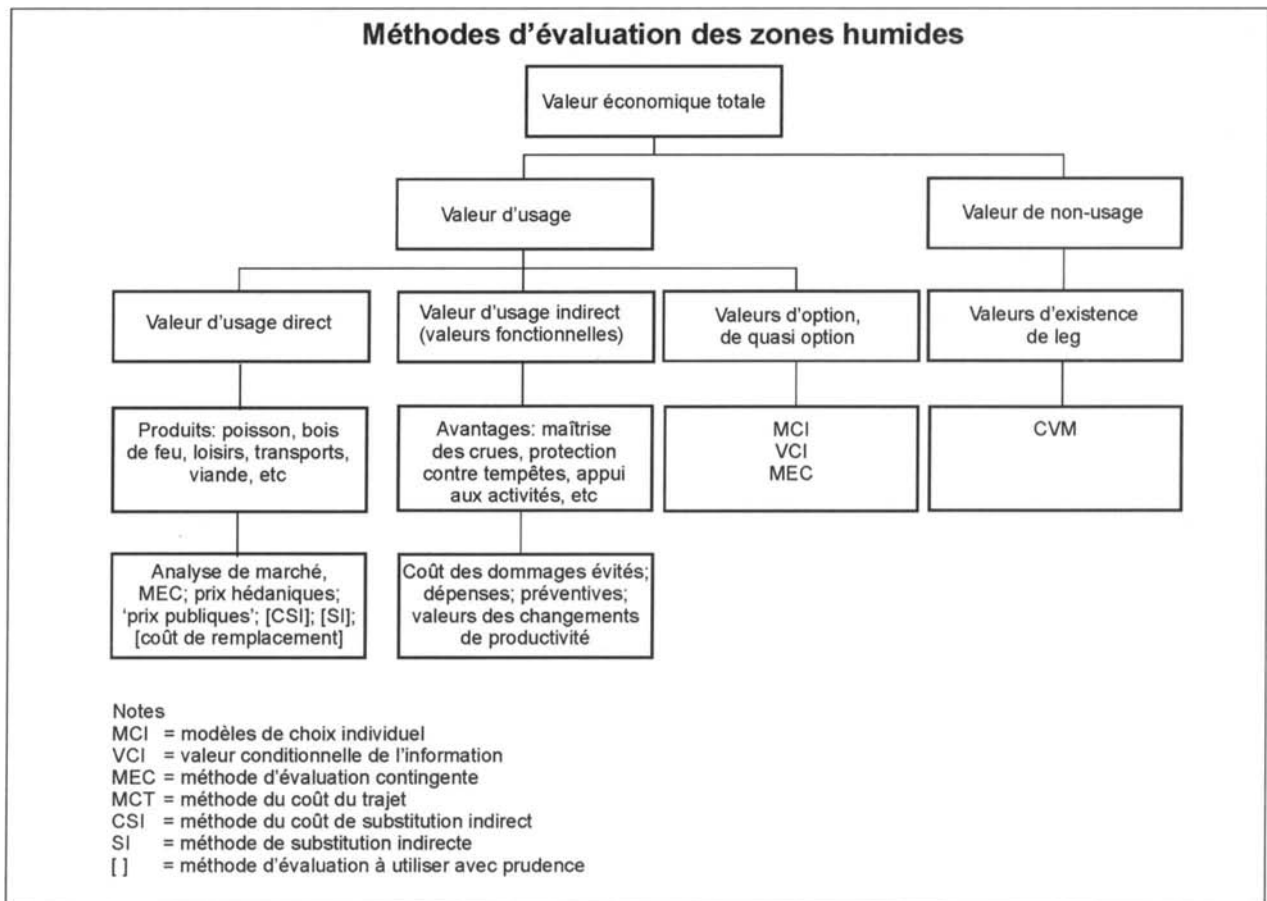
En résumé donc, l'importance économique des zones inondables suggère que les avantages offerts par celles-ci ne peuvent pas être exclus dans tout projet qui détourne l'eau du système de la plaine d'inondation. L'analyse indique qu'il pourrait être possible de concevoir et de réaliser des barrages en amont en vue de produire un régime d'inondation artificielle. Bien qu'un régime de submersion contrôlée puisse s'avérer insuffisant pour un maintien de la réalimentation des eaux souterraines à leurs niveaux actuels, le régime assurerait le volume d'eau minimum nécessaire pour le maintien des avantages de la plaine d'inondation en ce qui concerne la production agricole, pastorale, la pêche et le bois.

### **2.3.5 Analyse multicritère**

Il est important que les valeurs économiques ne soient pas les seuls critères sur lesquels seront basées les décisions à prendre au sujet de l'utilisation des plaines d'inondation. Il est également vital de prendre en considération les aspects démographiques, politiques, sociaux, historiques ou écologiques. Les considérations d'ordre politique peuvent comprendre les obligations d'un Etat vis à vis de conventions internationales telles que les Conventions Ramsar et sur la diversité biologique. En application de ces accords, les états doivent protéger les espèces menacées sans avoir besoin de démontrer qu'une telle protection pourrait rapporter un bénéfice économique. Certains Etats ont des accords pour assurer qu'un certain volume d'eau s'écoule en aval jusqu'aux Etats voisins, le long de rivières internationales. De tels accords ne nécessitent pas une justification économique.

Les décisions concernant la gestion d'une plaine d'inondation peuvent également être influencées par des politiques nationales, telles que le désir de rendre un pays autosuffisant en riz, et d'éviter l'afflux de population vers les villes. Il faut alors comparer l'irrigation intensive d'anciennes zones humides, aux méthodes traditionnelles d'agriculture extensive permettant une utilisation efficace de l'eau et tenir compte de la pression démographique et de la disponibilité en terres. Les considérations sociales peuvent inclure la décision de maintenir certains modes de vie basés sur la valorisation des ressources de la zone inondable telles que la pêche, l'agriculture de décrue et l'élevage transhumant, qui régissent le tissu social de la société locale.

L'analyse multicritère fournit un cadre dans lequel des décisions peuvent être prises sur la base de tout un ensemble de paramètres, et pas seulement sur la seule valeur économique. Dans cette approche, on peut utiliser toute une gamme de critères pour déterminer l'efficacité de différentes options de développement. Ces critères peuvent être quantitatifs, tel que celui de la valeur économique, semi-quantitatifs tels que les priorités établies en matière de conservation des espèces menacées, ou purement qualitatifs, comme par exemple l'échelle de classification: très mauvais, mauvais, médiocre, bon, excellent. Par ailleurs, on peut attribuer un poids à chaque critère pour indiquer son importance relative.



**FIG. 2.2 Schéma d'analyse économique.** *Source:* Barbier (1989a).

L'analyse multicritère est donc plus flexible que l'analyse avantage/coût lorsque l'on veut incorporer des effets de répartition et des objectifs de durabilité, là où l'utilisation des ressources naturelles est importante. Toutefois, cette méthode souffre de la subjectivité dans le choix des critères et de l'attribution de leurs poids respectifs. Ces faiblesses de la méthode peuvent, dans une certaine mesure, être surmontées par une analyse de la sensibilité (qui consiste à répéter l'analyse plusieurs fois avec des critères et des poids différents) afin d'identifier lesquels ont le plus d'impact sur le classement des options. Ces méthodes sont assez lourdes, ce qui impose l'usage de logiciels spécialisés souvent difficiles d'accès. Une difficulté résulte en outre de la non lisibilité de la méthode, qui peut paraître obscure aux décideurs auxquels on présente les résultats. Ceux-ci ont parfois des réactions de rejet, craignant que l'on ne travestisse la vérité, pour les tromper.

On peut aussi penser que l'évolution actuelle, qui met en danger la gestion durable des zones inondables, est surtout liée à la pression démographique à laquelle les Etats sont très sensibles. Il est sans doute illusoire de planifier une politique d'aménagement qui ne tienne pas compte de la faim de terre qui caractérise actuellement le monde rural Africain. Il faut en tenir compte et prévoir des actions d'aménagement, intelligemment harmonisées avec leur environnement, de manière à assurer la gestion durable d'une partie aussi grande que possible des zones inondables.

## 2.4 Etudes d'impact sur l'environnement, *L. Sally*

### 2.4.1 Introduction

Des études d'impact sur l'environnement (EIE) doivent intervenir chaque fois qu'une plaine inondable est menacée, par exemple: lorsqu'un barrage submergerait une zone inondable, ou encore lorsqu'une infrastructure de transport la traverserait, si un périmètre irrigué devait être établi à l'emplacement d'une zone inondable, si on envisageait de modifier l'alimentation en eau de une ou plusieurs zones inondables, si

des rejets polluants risquaient de s'y déverser. La liste est longue. La zone objet de l'étude doit être considérée comme une seule entité cohérente, allant du sommet du bassin versant à l'embouchure.

### 2.4.2 Définitions

L'étude d'impact est une partie de l'évaluation environnementale. Son importance dépend des dispositions légales de chaque pays. Actuellement, les études d'impact sur l'environnement (EIE) constituent la partie institutionnalisée de l'évaluation environnementale. Parmi les pays de l'Afrique de l'Ouest, le Burkina Faso et le Ghana, ont mis en place la législation pour les EIE. Au Bénin et en Côte d'Ivoire la législation était en instance, alors que dans les autres pays de la sous-région des initiatives étaient en cours pour promouvoir de telles études.

#### Principaux objectifs

Sauvegarder l'environnement en appliquant le principe de prévention (prévoir des mesures compensatoires, la surveillance et le suivi environnemental).

Constituer un nouveau processus de décision pouvant aider les autorités à intégrer les critères de l'environnement naturel, à l'ensemble des critères techniques, économiques, sociologiques et juridiques qui constituent la base de ce choix.

Dans les zones inondables il s'agit à la fois de sauvegarder les profits que les usagers de ces zones en retirent, de garantir la durabilité des systèmes d'exploitation respectueux de l'environnement et de maintenir la biodiversité.

#### Rôle de l'étude d'impact sur l'environnement

La procédure d'EIE vient se greffer sur la procédure principale d'autorisation. Elle a le caractère d'une:

- Obligation légale;
- Information technique supplémentaire intégrée;
- Processus socio-politique.

L'EIE est donc un instrument d'aide à la décision, qui doit en plus, permettre au maître de l'ouvrage d'expliquer le choix fait entre les différentes variantes d'aménagement possible. Les EIE sont donc surtout utilisées comme outil d'évaluation au niveau du projet. C'est pour cette raison que beaucoup de documents parlent de son intégration dans le cycle de planification du projet, pour pouvoir mieux bénéficier des résultats de ces études. Cependant dans certaines législations, il est question de procéder bien plus tôt à la prise en compte des contraintes. L'exemple cité du Plan Directeur Rive Gauche (PDRG) de la vallée du Sénégal, montre bien que c'est au niveau de la politique d'aménagement que la prise en compte de l'environnement est indispensable.

### 2.4.3 Contenu

Si l'on s'en tient au niveau du projet, l'étude d'impact sur l'environnement d'un projet de développement est présentée généralement sous forme d'un rapport d'impact sur l'environnement, dont le contenu comporte les points suivants:

- Un résumé non technique;
- Une description du projet;
- Une description de l'environnement avant la réalisation;
- Une analyse des impacts sur l'environnement;
- Une définition des mesures de protection, de compensation ou de restauration et leur coût;
- Un énoncé des mesures de suivi évaluation et leur coût.

Ces divers documents doivent préciser la localisation des impacts et des mesures d'atténuation sur des cartes appropriées.

#### 2.4.4 Processus

Bien que des études d'impact soient entreprises par des pays sahéliens même en dehors d'une législation existante et souvent à la demande des bailleurs de fonds, on peut estimer que l'EIE revêt toute sa valeur quand elle est associée et intégrée au processus décisionnel du pays, et qu'elle est soutenue par la législation. Les pays qui ont systématisé l'application des études d'impact considèrent qu'il en est résulté une amélioration générale de la qualité des projets et de la compréhension réciproques des divers acteurs des aménagements.

#### 2.4.5 Phasage

Les principales phases de l'élaboration d'une étude d'impact sont les suivantes:

1. Tri initial permettant de décider si le projet nécessite une étude d'impact;
2. Evaluation préliminaire des effets du projet;
3. Première concertation avec les divers acteurs, portant sur la structure générale du projet;
4. Réalisation de l'étude proprement dite définissant les impacts et les mesures d'atténuation;
5. Deuxième concertation portant notamment sur le choix des variantes et les mesure d'atténuation;
6. Définition des mesures de suivi: Il est important à ce stade de s'assurer de la mise en place des institutions et des mécanismes opérationnels de financement pour la gestion durable des zones concernées;
7. Restitution de l'information (audition publique): L'objectif de cette étape est de répondre aux préoccupations des personnes ou groupes touchés ou concernés. Elle permet d'améliorer la participation des citoyens à la prise de décision, et de recueillir les connaissances ou avis des populations et les plaintes éventuelles.

Dans certains pays la législation prévoit la présentation au public d'un résumé analytique ou du rapport d'EIE. Souvent ceci ne suffit pas à atteindre l'objectif recherché, et il convient de mettre en place une véritable politique de communication qui peut d'ailleurs intervenir à plusieurs étapes du processus suivant un schéma itératif;

8. Examen du Rapport d'impact sur l'environnement: Cette étape permet de vérifier si le rapport est adéquat du point de vue scientifique et si l'étude tient compte suffisamment des effets environnementaux et des avis des personnes concernées;
9. Prise de décision: Celle-ci revient à l'autorité compétente (qui peut être le Ministère chargé de l'Environnement ou le Ministère chargé d'autoriser le projet).
10. Mise en œuvre du projet et suivi évaluation: Le suivi des plans de gestion et de surveillance commence dès la mise en œuvre du projet. Le programme de suivi permet d'améliorer la performance des plans de gestion, d'examiner la justesse des prévisions des impacts, et de vérifier la conformité avec les conditions posées.

#### 2.4.6 Conclusion

L'étude d'impact environnemental est un outil de planification, et comme tout outil il faut savoir le manier pour obtenir les meilleurs résultats. On constate maintenant que les planificateurs envisagent souvent que la prise en charge des contraintes environnementales soit le fait des populations *bénéficiaires*. On rejoint ici la tendance actuelle qui consiste à mettre tout ce que l'Etat ne sait pas faire, à la charge des populations locales. Il faut certes utiliser la potentialité, le savoir et le savoir-faire de ces populations. Il faut associer dès le départ ces populations *locales, utilisatrices* (et pas toujours bénéficiaires), aux décisions qui les intéressent. Mais il n'y a aucune raison que les populations locales aient à charge des dépenses de défense de l'environnement

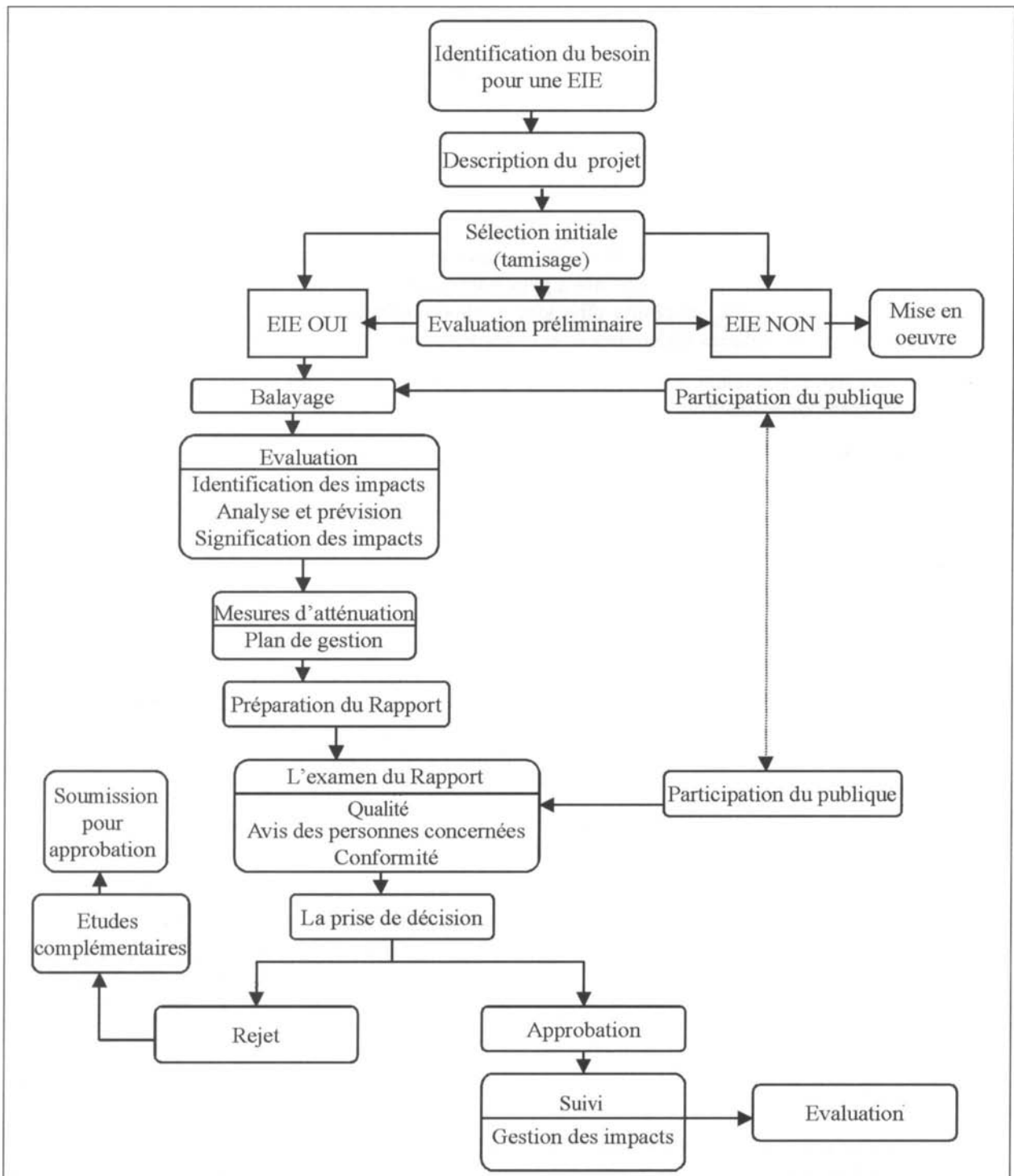


FIG. 2.3 Schéma typique du processus de l'EIE. Source: L. Sally.

qui intéressent toute la population du pays, ou qui incombent à l'Etat, du fait de ses engagements internationaux (Convention de Ramsar par exemple).

## 2.5 Elaboration et mise en œuvre des plans directeurs, P. P. Vincke

Les enseignements du PDRG (Plan Directeur pour le développement intégré de la Rive Gauche du fleuve Sénégal) peuvent servir de base à l'exposé suivant.

## 2.5.1 Elaboration des plans directeurs

La gestion intégrée et durable des plaines inondables ne peut être que le fait des populations locales. La mise en œuvre d'une telle gestion dépendra de la capacité de collaboration avec les populations que manifesteront les agents de la conservation de ces zones. Ces agents devront reconnaître les réalités du développement économique et social en tant que paramètres essentiels de l'évolution de ces espaces.

### Détermination des objectifs

Pour la détermination des objectifs du PDRG, on a abandonné la planification en fonction d'objectifs de production agricole, pour une planification qui a pour but un développement durable. Pour concrétiser ces choix il a fallu procéder à une inversion du cadre méthodologique habituel de la planification où les problèmes sociaux et écologiques étaient traités sous forme de mesures d'accompagnement.

Les ressources naturelles (eaux, sols, couvert végétal et faune) et leur gestion sont reconnues comme le support des systèmes de production. Le PDRG, en ordre de priorité, vise à :

- Gérer les ressources naturelles;
- Réhabiliter les systèmes de production traditionnels;
- Promouvoir des systèmes de production irrigués par une définition de politiques agricoles libéralisées complétées par des prix incitatifs et par l'accès au crédit;
- Proposer concrètement l'application de la législation foncière;
- Garantir l'accès aux ressources naturelles et au crédit.

La décentralisation administrative et la politique de régionalisation seront les contextes politiques de cette démarche. Parallèlement, le choix de tels objectifs impliquait d'appuyer l'élaboration du plan de développement économique et social, la réorientation et la finalisation de l'actuel code forestier, l'actualisation des divers plans d'action: forestier, élevage, parcs nationaux, foncier, ainsi que leur harmonisation au sein d'un plan national d'action pour l'environnement qui est en voie d'élaboration. Le PDRG n'a d'avenir que si des mesures politiques d'accompagnement, sont adoptées. Il a également fallu réorienter les interventions des bailleurs de fonds en tenant compte du PDRG.

### Alternatives de gestion

Les alternatives de gestion retenues découlent de cette définition des objectifs globaux:

- Soit *un scénario productiviste* sans garantie, ni pour les activités traditionnelles ni pour le milieu naturel et développant à terme le maximum de superficies agricoles et le maximum d'hydro-électricité,
- Soit *un scénario écologique* assurant une crue artificielle maximale et le maximum de superficies pour les activités traditionnelles ainsi que la réhabilitation du milieu naturel, mais pénalisant fortement les perspectives d'irrigation et la production hydroélectrique.

Une vaste concertation à la base a confirmé l'importance socio-économique (accès à la terre, disponibilité de main d'œuvre et mobilisation de fonds) attachée aux systèmes de production traditionnels et à la réhabilitation du milieu naturel qui est leur support.

Le PDRG propose dès lors un scénario de gestion de l'eau du fleuve Sénégal tenant compte des critères sociaux et écologiques. Faisant le compromis entre la rentabilité sociale, économique et écologique, le PDRG abandonne l'option du tout irrigué, qui envisageait l'irrigation de 165.000 ha, pour une option plus environnementale, envisageant l'irrigation de 88.000 ha. Cette option permet la réalisation d'une crue artificielle assurant 33.000 ha de cultures de décrues (submersion supérieure à 15 jours) et 63.000 ha de pâturages et de boisements ( submersion inférieure à 15 jours).

On avait sous-estimé le rôle des zones inondables dans le développement économique. Le PDRG propose en conséquence des mesures concrètes de réhabilitation ou de création de zones inondables. Il prévoit ainsi:

- Création d'une ceinture irriguée autour des dépressions;





- Une crue artificielle permettant de valoriser les systèmes de production traditionnels et de réhabiliter le milieu naturel;
- Création d'un émissaire pour l'évacuation des eaux de drainage résultant de l'irrigation;
- Optimisation de la gestion des eaux du fleuve;
- Elaboration et respect de normes environnementales d'exploitation des eaux, et des sols.

Le PDRG offre ainsi d'importantes perspectives de réhabilitation ou de création de zones inondables grâce à des programmes dérivés tels que le canal du Cayor, les Vallées fossiles, la ceinture verte bordant la vallée du fleuve et la zone sylvo-pastorale qui la complète vers le sud.

## **Partenaires et déroulement de la négociation**

Pour convaincre les décideurs de l'importance des zones inondables naturelles, il faut démontrer leur valeur économique et financière. Pour convaincre les populations de s'engager dans la conservation de zones inondables, il importe de leur montrer les avantages concrets qu'elles y trouveront ainsi que les garanties de maîtrise foncière dont elles disposeront en échange des investissements qu'elles consentiront. Ces garanties doivent être complétées par une gestion hydraulique réhabilitant et sécurisant le fonctionnement biologique des zones inondables. La nouvelle gestion hydraulique, ainsi orientée, sera sans doute plus difficile que l'ancienne.

Un essai grandeur nature de mise en œuvre d'une gestion participative est mené sur une zone inondable protégée à la périphérie du Parc National des Oiseaux du Djouf. *Les partenaires* de cette zone d'essai sont:

- Les populations;
- Les agents de la conservation;
- Les structures administratives;
- Les organismes inter état de développement;
- Les agences de développement;
- Les bailleurs de fonds.

Les *critères de choix et d'arbitrage* relèvent des orientations globales du PDRG et des objectifs majeurs de la gestion intégrée et décentralisée des zones inondables. Cela implique une cohérence horizontale qui a imposé la création en mai 1995 d'un système de pilotage original du développement de la vallée du fleuve Sénégal.

Ce système de pilotage est le garant de la cohérence de l'exécution de la politique de mise en valeur de la rive gauche de la Vallée du fleuve Sénégal et de sa conformité par rapport aux orientations politiques et aux institutions nationales. Il assurera, grâce à son secrétariat permanent, la coordination, le suivi et l'évaluation de l'ensemble des institutions et des structures chargées de la mise en œuvre du PDRG.

### **2.5.2 Exécution**

La cohérence globale étant contrôlée par le système de pilotage, l'exécution du PDRG sera du ressort des ministères techniques, dans un contexte de décentralisation administrative et de libéralisation des filières de productions locales. La participation des populations pourra être prédominante dans ce contexte.

## **2.6 Surveillance continue des zones inondables, P. P. Vincke**

La planification globale, adoptée par le Plan Directeur Rive Gauche (PDRG) au Sénégal permet de cerner les justificatifs et les principes généraux d'une surveillance continue des zones inondables. L'approche environnementale qui y est adoptée, lie la gestion des ressources naturelles à la législation foncière, à la réforme administrative et aux politiques de développement agricole.

## 2.6.1 Concept et justification

*Concept:* Les zones inondables sont en évolution constante. Il importe de comprendre cette évolution, et surtout de considérer que les facteurs humains en sont des paramètres *naturels*. Il importe surtout d'admettre que cette évolution, même si elle est souvent spectaculaire, n'en est pas moins normale. Le but de la surveillance continue est de comprendre au mieux le fonctionnement de ces systèmes et l'impact des paramètres qui conditionnent son évolution en vue de proposer des modèles de gestion pour les objectifs de gestion durable et d'usage multiple.

*Justification:* Pour que les zones inondables se maintiennent, dans le contexte d'intense concurrence pour les terres et les ressources naturelles que connaît actuellement la vallée du fleuve Sénégal, il importe que les scientifiques et les techniciens chargés de leur conservation prennent davantage en compte le développement humain, en collaborant avec les populations et avec les autres services techniques.

D'une part, les diverses activités traditionnelles (cueillette, pêche, élevage) sont souvent marginalisées par les activités plus modernes telles que l'irrigation. D'autre part la conservation de zones inondables, n'est pas incompatible avec les activités agricoles qui y sont engagées.

L'avenir de ces activités dépendra donc autant de la capacité de leurs responsables à démontrer l'importance de ces activités traditionnelles, que de la capacité de leurs bénéficiaires d'imposer ce type de mise en valeur.

## 2.6.2 Méthode de surveillance

### Base de données

Une base de donnée doit être constituée sur chaque zone inondable. Une liste des renseignements destinés à alimenter un tel outil a été proposée par le Secrétariat de la Convention de Ramsar et des conseils pratiques pour l'élaborer ont déjà été largement discutés. Vu la multitude de cas particuliers cette liste doit être adaptée à chaque site.



FIG. 2.5 Plaine d'inondation. Photo: C. Poffet.

### Paramètres à suivre

Diverses activités de surveillance continue permettront d'alimenter cette base de données qualitatives et quantitatives. Elles concerneront en priorité les *ressources naturelles* (les eaux, les sols, la végétation et la faune) qui sont les bases productives de l'écosystème. Deux facteurs limitants de ces écosystèmes, *l'eau et les terres*, seront l'objet d'un suivi tout particulier.

### Hydrologie

L'hydrologie doit être comprise dans une vision dynamique qui fait une place importante au principe de *gestion optimisée de la ressource en eau* (souvent plus disponible qu'il n'y paraît). La bonne gestion de l'eau permet de recréer des conditions proches des conditions naturelles de fonctionnement de l'écosystème. Cela implique qu'il ne faut pas hésiter à organiser des manoeuvres délicates telles qu'un assèchement partiel (pour recréer les cycles de crue et de décrue importants pour la diversité biologique) ou même un assèchement complet (pour simuler les effets d'une sécheresse et rééquilibrer les concurrences entre espèces).

## **Les terres**

Les zones inondables sont limitées en superficie. La terre y est l'objet d'importantes convoitises. Il faut raisonner en terme d'occupation de l'espace. Le suivi des terres implique une compréhension exhaustive des sociétés rurales. Dans les pays sahéliens la gestion des terres est le reflet d'une relation particulière entre l'homme et les ressources naturelles. Une attention très grande doit être attachée à cette dimension car, à terme, vu la puissante rémanence des valeurs traditionnelles, cette habitude de gestion peut rendre caduque les initiatives de conservation ou de développement agricole les plus pertinentes.

## **Développement humain**

Le développement humain doit être suivi avec une grande attention. Des études doivent être effectuées sur les sociétés locales:

- Leur fonctionnement, les règles suivies, les rapports de force, les alliances;
- Les pratiques en matière de gestion des conflits, d'exploitation des ressources, de droits fonciers;
- La représentation des autorités administratives territoriales voire locales;
- Les relations inter-ethniques;
- Les stratégies féminines;
- La répartition des tâches entre les catégories sociales, de genre, de classe d'âge;
- La répartition des bénéfices des systèmes de production.

## **Santé**

La santé fera l'objet d'un suivi tout particulier à cause de l'importance des maladies liées à l'eau et vu l'augmentation courante de leur prévalence en certaines zones inondables. Les fortes perspectives de développement entraînent de grands mouvements de populations et augmentent le risque de contamination du milieu. Le paramètre santé ne peut être isolé de celui de l'éducation, vu l'importance de cette dernière dans la prévention.

## **Gestion foncière**

La *gestion foncière* est l'expression formelle de l'organisation et de la gestion de l'espace et des activités humaines. Tout comme pour la dimension sanitaire, pour laquelle on ne peut négliger le savoir et les pratiques coutumières, la gestion foncière est un paramètre important souvent sous-estimé. Des enquêtes effectuées dans toutes les régions du Sénégal montrent qu'en ce domaine, ce sont les pratiques coutumières qui sont la référence en cas de conflits. Dans le même temps on constate une tendance très générale au débordement des pratiques traditionnelles, par une partie de plus en plus large des usagers de la terre. Une surveillance continue suivra dès lors, non seulement les paramètres eux mêmes, mais également *les institutions* et leurs outils de planification ainsi que *les politiques* qui les organisent.

## **Coopération entre acteurs et entre structures**

*Le degré de coopération entre les acteurs et entre les structures* est un paramètre important. Une collaboration très importante est nécessaire entre les divers acteurs, pour que la gestion des zones inondables puisse devenir durable. Une telle démarche est prometteuse en considérant les populations comme les principaux concernés et en évitant au mieux *les conflits d'autorités et de compétences* qui sont inhibiteurs d'initiatives.

Une telle multitude de données ne doit pas effrayer. L'outil informatique offre actuellement de multiples possibilités de stockage et de gestion des données. Il est possible ainsi de produire des outils d'aide à la décision, utiles aux autorités nationales et locales, ainsi qu'à la société civile.

## **Etablissement de cartes**

Pour présenter les résultats de la surveillance continue, un outil de base indispensable reste la carte. Elle peut contenir les renseignements les plus divers: le cadre physique, le cadre biologique, le cadre humain et

l'utilisation des sols. Cette liste est non limitative et peut être modulée selon les caractéristiques propres à chaque zone inondable. Pour le terrain un photoplan sera souhaitable car les ruraux s'y reconnaissent mieux que sur la carte. Les logiciels de banque de données, couplés à des systèmes d'information géographiques, permettent d'assurer de telles productions.

## Produits attendus

Les produits attendus sont importants pour convaincre les partenaires ruraux de rechercher une optimisation de leurs systèmes de production, grâce aux actions de gestion proposées. Les agents chargés de la conservation des zones inondables doivent dès lors s'efforcer à mettre à leur disposition les informations sûres. On ne convaincra les populations d'adopter des systèmes de production respectueux de l'environnement que si ces systèmes apportent une production et une garantie suffisante.

### 2.6.3 Techniques d'évaluation

Les techniques d'évaluation seront fonction des buts et des objectifs poursuivis. Placé *dans un contexte de conservation des zones inondables*, on peut évaluer l'évolution de la faune et de la flore ou vérifier si l'intégrité territoriale des aires protégées est respectée ou non. Placé *dans un contexte agricole* on peut vérifier si les systèmes de production traditionnels disposent, en matière d'occupation de l'espace, de droits équivalents à ceux accordés aux activités modernes.

## 2.7 Exemples de techniques de planification, M. D. Ndiaye

### 2.7.1 Introduction

Dans le souci d'une bonne gestion de ces milieux, il est indispensable de prêter une attention spéciale à l'amélioration de la conception et de la mise en œuvre des procédures de planification. La tendance actuelle des gestionnaires de ces zones inondables, est de promouvoir la participation des populations locales à l'analyse des problèmes, à l'identification des besoins, aux choix des activités et à leur réalisation.

Ceci explique l'utilisation des méthodes participatives comme la M.A.R.P. (Méthode Accélérée de Recherche Participative) lors de l'identification et de l'évaluation des plans de gestion. Cette approche est complétée aussi par des outils de Planification Intégrée Par Objectifs (PIPO). Ces techniques de planification permettent de présenter de façon systématique et logique les objectifs et les moyens d'un projet ainsi que leurs liens de causalité. Elles permettent, par ailleurs, d'indiquer comment on peut vérifier si les objectifs ont été réalisés et enfin de définir quelles sont les hypothèses, qui peuvent avoir une influence sur sa réussite.

### 2.7.2 MARP

Il existe différents types de MARP:

- *La MARP exploratoire* permet l'analyse d'une problématique générale pour laquelle on veut défricher le terrain, formuler les hypothèses préliminaires pouvant guider d'autres recherches.
- *La MARP thématique* permet l'étude de thèmes spécifiques et peut aboutir à des recommandations à mettre en œuvre.
- *La MARP d'évaluation* permet de mesurer l'impact et les résultats d'un programme .
- *La MARP de planification* permet la programmation des actions identifiées par les populations dans l'espace et dans le temps.

Les outils utilisés pour mettre en œuvre la MARP traduisent le souci d'une démarche participative. Le responsable doit *comprendre la logique de pensée* des populations, et *percevoir le paysage et sa dynamique* objectivement à travers l'observation directe.

Les principales méthodes de collecte et d'analyse de l'information concernent:

- *Le profil historique* qui permet de recueillir les événements marquants;
- Les *interviews semi-structurées (ISS)*.

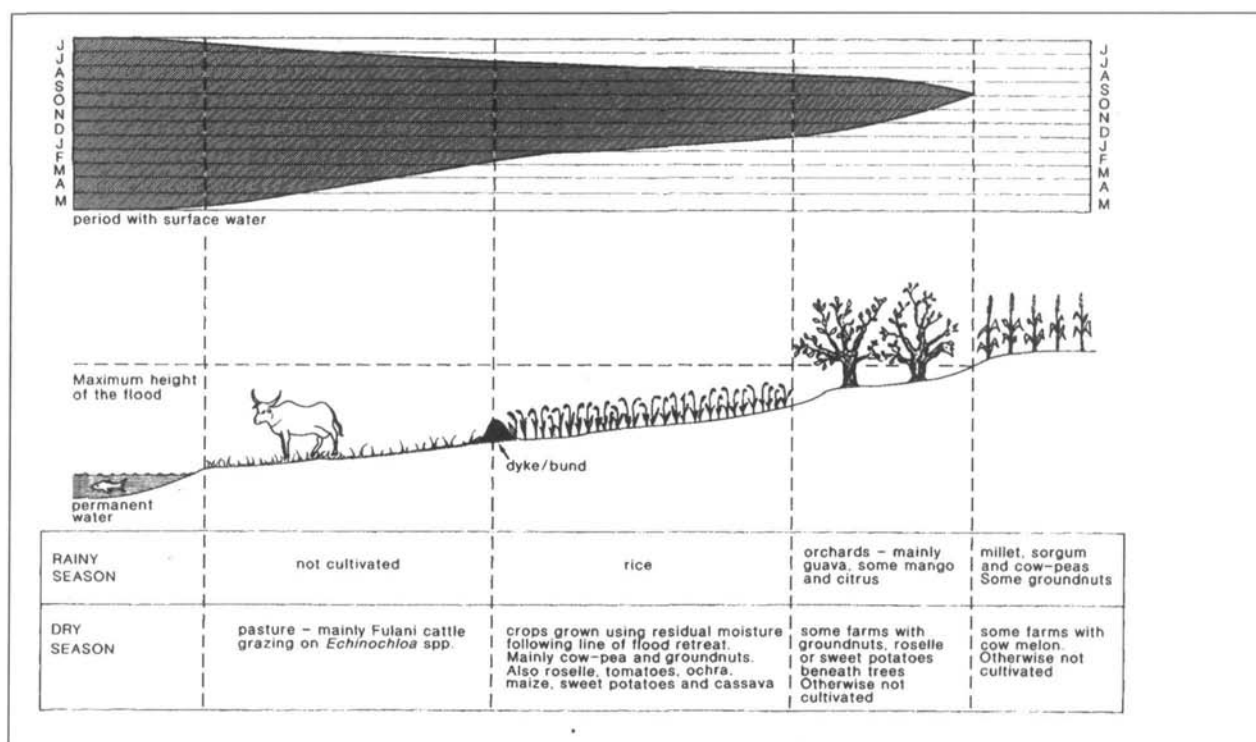


FIG. 2.6 Transect utilisation du terroir - Nguru *fudama*. Source: Acreman et Hollis (1996).

Les *transects* permettent de recueillir des renseignements sur une coupe géographique intéressant les terroirs étudiés.

Les *cartes de terroirs* sont des représentations schématiques visualisant un espace donné, son occupation et son utilisation. Il est souhaitable d'utiliser comme fond de plan des photos aériennes ou des photoplans que les populations locales comprennent mieux que les cartes.

Les *calendriers saisonniers* révèlent les contraintes et les opportunités saisonnières.

La *restitution au niveau villageois* permet de compléter et de relier les informations recueillies, d'approfondir les discussions et les analyses et enfin de promouvoir la participation et la prise de décision des populations.

### 2.7.3 Méthodes de planification par objectifs

Les méthodes de planification par objectifs (ZOPP, Cadre logique, PIPO) décrivent d'une façon opérationnelle les aspects les plus importants d'une intervention. Cette description permet de vérifier si l'intervention a été correctement instruite. Elle facilite aussi le suivi et procure une évaluation plus satisfaisante.

Ces méthodes présentent de façon systématique et logique les objectifs, résultats et activités et leurs liens de causalité. Ceci n'est possible qu'après une analyse approfondie des données disponibles. Les facteurs externes (hypothèses) qui influent sur la réussite de l'intervention sont également indiqués. Enfin, les objectifs et les résultats sont précisés. Les moyens et les coûts sont aussi indiqués.

### 2.7.4 Conclusion

Un instrument aussi bon, aussi performant, soit il, ne peut garantir à lui seul la réussite. Celle-ci dépend du sérieux et du savoir-faire avec lesquels on l'applique. La *MARP* est un outil qualitatif qui permet l'identification des stratégies par une approche participative, mais ne peut à lui seul fournir l'ensemble des éléments nécessaires à l'élaboration des plans de gestion. Il est important de compléter les informations, ainsi rassemblées, par des méthodes quantitatives (enquêtes) ainsi que par une revue des données existantes sur le

milieu pour mieux préciser et apprécier les propositions de projets. La *planification par objectifs* aide à mieux structurer et formuler le projet ou le programme. Il faut pour cela disposer de données fiables et suffisantes et procéder à l'analyse de la situation.

Derrière ces méthodes, *la réalité qu'il faut atteindre, est le monde rural*. Ce sont les *paysans qui font la réussite* des projets lorsqu'ils sont *convaincus que c'est leur intérêt* de le faire. Il faut d'abord les respecter et éviter le jargon technocratique, qui éveille leur méfiance. Il ne faut pas se leurrer sur leur *participation* aux méthodes les plus modernes de communication. Ils ont si souvent été l'objet de tentatives dérisoires de séduction, qu'ils sentent tout de suite le genre de démarche et y répondent gentiment, par un zèle participatif de bon aloi.

Il faut ensuite attendre qu'ils *prennent eux-même l'initiative de l'action collective nécessaire*. Si les initiatives individuelles n'existent pas, il y a peu de chance qu'une initiative collective puisse naître. Il vaut mieux attendre et aller chercher ailleurs des communautés décidées à investir. Pour que les initiatives individuelles naissent, il faut à la fois que les paysans maîtrisent la technique correspondante, disposent des moyens nécessaires et soient assurés de la durée de l'entreprise (c'est à dire qu'une garantie foncière réelle leur soit allouée).

La technique nécessaire va plus loin que le savoir-faire traditionnel et ne peut être acquise que par des contacts direct avec d'autres paysans expérimentés. Les moyens sont à la fois humains, matériels et financiers. Si les paysans ne disposent d'aucun moyen financier le développement du projet sera lent et retardé jusqu'à ce que les paysans aient accumulé le cheptel vif et mort ainsi que le fonds de roulement suffisant. La garantie foncière est à la base de l'investissement humain et matériel.

On a cherché trop longtemps à baser les aménagements sur l'aide donnée (à fonds perdus) à des agriculteurs sans formation et sans moyens. Il a fallu longtemps pour que ceux-ci apprennent leur nouveau métier (d'irriguant par exemple) et accumulent un fonds de roulement. On a pris l'habitude de leur donner tout (sauf la garantie foncière et l'autonomie). Mais ce que l'on ne paye pas ne vaut rien. Les paysans en sont bien conscients. Il est difficile maintenant de leur demander une participation à la maintenance des outils mis à leur disposition.

L'Etat, maintenant, souhaite se désengager. On souhaite mettre à la charge des paysans la totalité des frais d'entretien et de renouvellement. On demande même aux paysans de prendre en charge la gestion environnementale de leurs terroirs. On oublie ainsi que partout dans le monde et malgré la libéralisation de l'économie et la mondialisation, dans tous les pays, l'agriculture est protégée, voire subventionnée, d'une manière ou d'une autre. En Europe, les paysans sont maintenant rémunérés pour l'entretien de l'environnement. Les meilleures méthodes de planification doivent être d'abord appliquées à la définition des politiques et cela avec réalisme. Une politique qui serait contraire à l'intérêt du monde rural serait inopérante.

## 3. Données de base

La gestion intégrée et durable des plaines inondables nécessite que les données de base de chaque plaine soit connues. Il faut ainsi rassembler les données concernant les ressources hydrologiques, apprécier l'importance des ressources naturelles présentes et pour cela savoir dénombrer les espèces sauvages, connaître les spécificités des richesses halieutiques, fourragères, agricoles. Il faut aussi étudier la population humaine dont la structure et la croissance influent profondément sur la dynamique du milieu et dont la santé dépend pour une large part de ce même milieu. Le choix des infrastructures compatibles avec un développement durable est aussi primordial.

Toutes ces démarches doivent s'intégrer dans un processus plus général de développement de la recherche scientifique concernant le devenir des plaines inondables. Les informations correspondantes doivent être assemblées, contrôlées et exploitées dans les meilleures conditions.

### 3.1 Description de l'environnement physique, *J. M. Ouadba*

#### 3.1.1 Eléments climatiques de base

Le Sahel est généralement défini comme une zone écologique, caractérisée à la fois par un climat, une végétation et des sols, et qui s'étend de la côte atlantique de l'Afrique de l'Ouest (Sénégal) jusqu'au Soudan. Cette zone est comprise entre les isohyètes 150mm (limite sud-saharienne) et 600mm (limite nord-soudano-sahélienne). La saison des pluies dure de deux à cinq mois, autour du mois d'août. Les pluies au Sahel sont caractérisées par une grande variabilité interannuelle et intermensuelle, à la fois dans leur quantité et dans leur répartition. Ces variations dans la pluviométrie sont tributaires à la fois de la circulation des masses d'air dans la zone intertropicale de convergence, et aussi de la présence d'importants reliefs dans la région ouest africaine.

De plus, la sécheresse quasi permanente qui sévit au Sahel depuis 1968, semble n'être qu'une manifestation locale du changement climatique qui affecte l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest et peut-être le reste du globe. On peut aisément apprécier l'ampleur régionale du changement climatique au Sahel en observant le déplacement des isohyètes vers le sud. On s'aperçoit ainsi de l'évolution des conditions climatiques dans le sens d'une diminution générale de la pluviométrie.

Ainsi au Niger, l'isohyète 250mm a reculé de 300km vers le sud dans la région de Tahoua. Au Sénégal, dans la moitié nord du pays les isohyètes ont reculé d'environ 110km vers le sud au cours des vingt dernières années. Au Burkina Faso, l'isohyète 500mm a reculé de 120km vers le sud.

Cette diminution des précipitations a des conséquences importantes sur le fonctionnement des cours d'eau et des plaines d'inondation sahéliens, et surtout sur l'économie agricole des pays du Sahel.

#### 3.1.2 Geomorphologie

L'Afrique de l'Ouest est une vaste péninsule d'altitude comprise entre 300 et 500m. A l'ouest les reliefs guinéens (Fouta Djallon) dépassent 1500m. Une série de reliefs du même type (et parfois aussi élevés) s'établissent au sud entre le golfe de Guinée et le Sahel (monts Nimba, Man, Atakora, Bamileke, Adamaoua). A l'est et au nord, le Tchad et le Niger oriental sont entourés de massifs pouvant dépasser 2.000 voire 3.000m (Air, Hoggar, Tibesti, Darfour, plateaux de Jos et de Bauchi, etc). Ces reliefs bénéficient d'un supplément relatif et souvent important de pluviométrie, alors que les zones basses, souvent inondées, comme le lac Tchad et le delta intérieur du fleuve Niger créent des conditions climatiques très particulières, en raison de leur grande inertie thermique.

En outre, la majeure partie du Sahel est située au nord du socle précambrien et comprend une série de grandes dépressions synclinales remplies des produits d'érosion du socle. Cela explique pourquoi le Sahel est plat dans son ensemble.



On y distingue trois unités principales de paysages morphopédologiques:

- Une *unité éolienne*, constituée par des *sols sablonneux éoliens*, profonds et souvent uniformes sur de vastes régions. Ces paysages sont dominant dans la partie nord du Sahel. Il s'agit de formations sableuses de types divers et de dunes parallèles orientées approximativement d'ouest en est;
- Une *unité détritique*, constituée de *sols limoneux sur grès ou latérite*, où les sols sont rarement profonds. On y trouve souvent des plages nues ou glacis d'épandage favorisant un grand ruissellement des eaux vers des mares temporaires, des plaines d'inondation, ou des oueds;
- Une *unité fluviale ou lacustre*, constituée de sols avec *sédiments fluviaux ou lacustres* récents ou fossiles, où les sols sont limono-argileux en profondeur, mais sont souvent recouverts par une couche de limon sableux éolien. En général le relief est plat, sans réseau de drainage, si bien que les eaux d'écoulement de toute provenance se rassemblent dans les plaines d'inondation et les mares. Le delta intérieur du fleuve Niger fait partie de cet ensemble. Cette plaine d'inondation est unique en son genre. Elle est connue pour son importance capitale à la fois sur le plan économique (culture de décrue, irrigation, ressources halieutiques, pâturages, navigation) et sur celui de la diversité biologique (avifaune, ichtyofaune, entomofaune, flore).

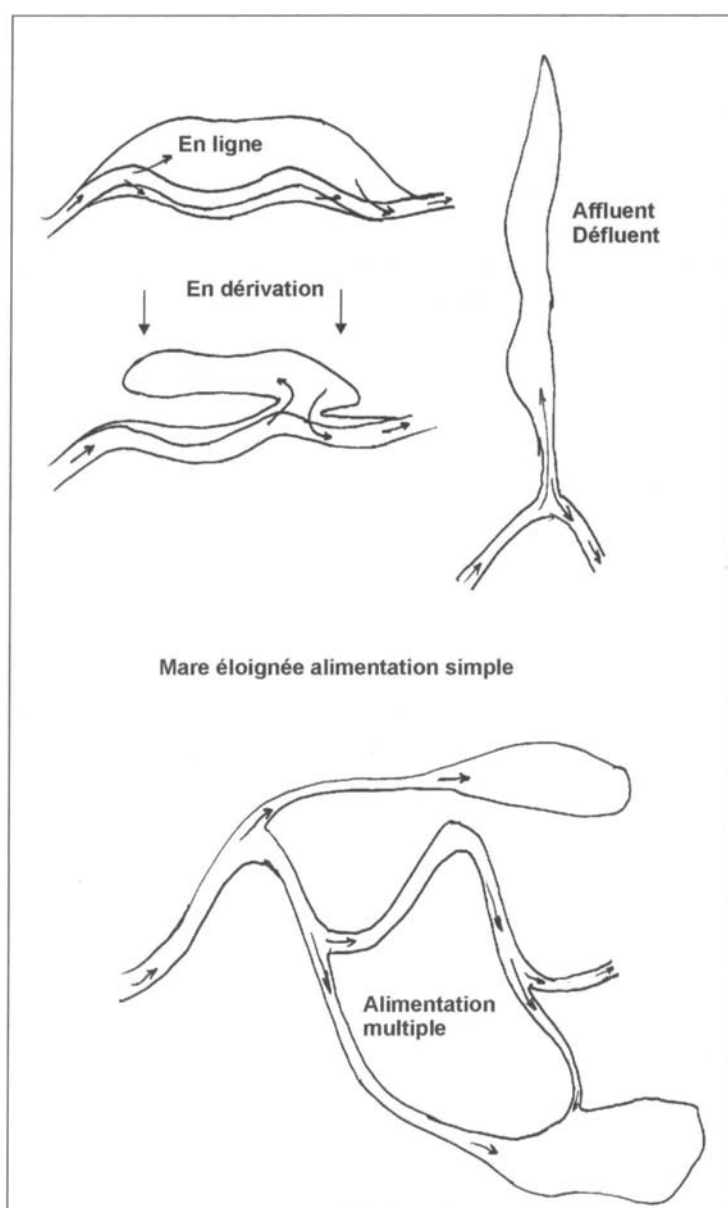


FIG. 3.1 Schéma des divers types de plaines d'inondations. Source: J. de Boissezon.

Les plaines inondables sahéliennes correspondent à des modèles différents suivant leur localisation et leurs conditions d'alimentation:

Certaines plaines d'inondation sont disposées le long du fleuve et en sont incomplètement séparées par les bourrelets de berges, dont les sols sont plus légers que ceux de la zone inondable. Elles sont de forme souvent linéaires et sont alimentées par de larges seuils qui fonctionnent dans les deux sens (au remplissage, puis à la vidange).

D'autres sont éloignées du fleuve et sont alimentées par des chenaux plus ou moins longs. Elles couvrent des dépressions anciennes sans relief marqué (mares du delta intérieur du Niger). Elles peuvent être délimitées par des reliefs anciens et des dunes (lac Faguibine).

Elles peuvent être au même niveau que le fleuve et le remplissage puis la vidange entraîne des écoulements dans les deux sens (Mouhoun Sourou). Dans le delta intérieur du Niger elles sont souvent beaucoup plus basses que le fleuve et il n'y a pas (dans ce cas) d'inversion du courant.

Il existe aussi de larges zones de comblement, correspondant à d'anciens lacs, au relief extrêmement plat mais en pente très faible, qui reçoivent les débordements de certains fleuves (Wasa Logone). Dans ce cas la zone inondée varie beaucoup, d'une année sur l'autre suivant l'importance des écoulements.

## 3.2 Hydrologie et alimentation en eau, F. X. Cogels

A l'échelle du globe, le cycle hydrologique ou cycle de l'eau comprend différents grands *plans* que sont les eaux océaniques, les eaux atmosphériques, les eaux de surface et les eaux souterraines. Le passage d'un plan à un autre se fait par les précipitations, l'évaporation et l'évapotranspiration, le ruissellement de surface, l'infiltration et l'écoulement souterrain. Ces mécanismes qui régissent le cycle hydrologique, c'est à dire, le mouvement, les apports et les pertes, lui confèrent une dynamique perpétuelle dont on ne peut distinguer ni le début ni la fin. L'homme intervient dans le cycle hydrologique, directement (aménagements hydrauliques, prélèvements, rejets, urbanisation) ou indirectement (déforestation, défrichage, brûlis, érosion).

### 3.2.1 Paramètre de base

Les plaines d'inondation situées dans le plan des eaux de surface, constituent un état intermédiaire entre rivières et lacs et se caractérisent par une hydrodynamique spécifique liée en partie au régime hydrologique du cours d'eau qui les génère. Les apports pluviométriques, l'évaporation et l'infiltration, sont les autres paramètres hydrologiques les plus influents.

#### Apports

##### **Apports fluviaux**

Le régime des apports fluviaux est le facteur fondamental qui conditionne le fonctionnement des zones inondables. Deux paramètres hydrologiques en constituent ici les fondements:

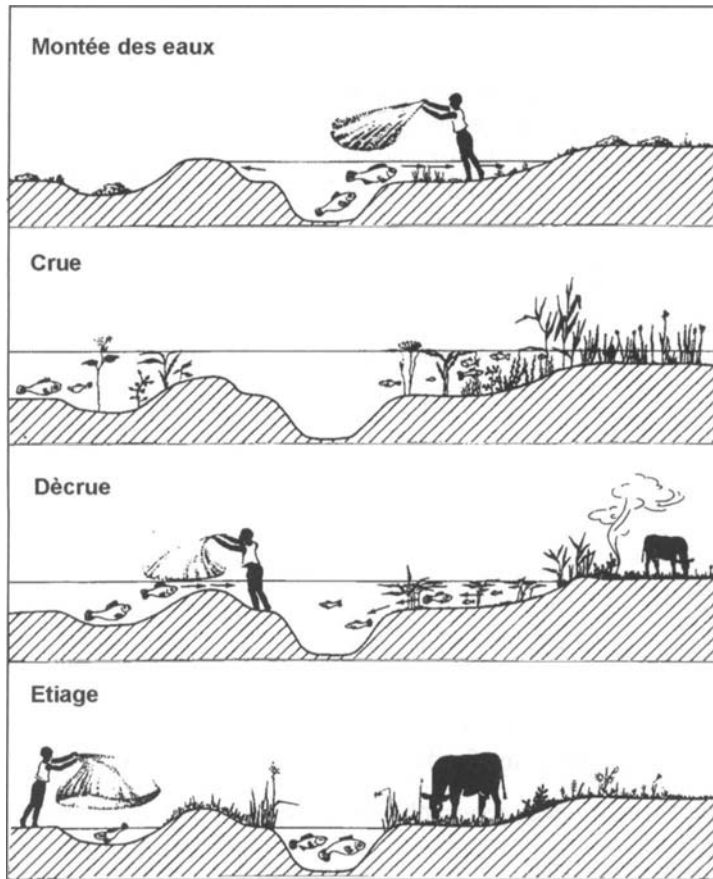
- *Les hauteurs d'eau* qui conditionnent l'importance géographique de l'extension de la plaine d'inondation, elle-même bien sûr fonction aussi de la topographie et du modelé de la zone. Une échelle limnimétrique correctement *calée* sur un zéro de référence (le niveau le plus bas de la zone en principe), un limnigraphe couplé éventuellement à un système de télémessure, fourniront les renseignements adéquats. Une corrélation entre hauteur d'eau/ superficie et volume de la plaine d'inondation établie sur la base de cartes topographiques, permet alors une gestion ou des calculs prévisionnels de l'ensemble. La digitalisation des cartes géographiques et l'utilisation de logiciels adéquats (*Surfer* par exemple) facilite les calculs. A noter que la sédimentation des apports fluviaux peut induire des modifications géomorphologiques (plus ou moins rapides) dans la plaine d'inondation et donc modifier les conditions de remplissage et de vidange de la zone.
- *La durée de la crue* du fleuve d'alimentation et *sa période d'occurrence*, conditionne le régime limnimétrique des eaux dans la plaine d'inondation et toute l'écologie du système, dont la vie piscicole en particulier.

Les apports d'eau en provenance du fleuve peuvent être *directs* lorsque la zone inondable constitue seulement un élargissement du lit du fleuve. Ils peuvent être *indirects*, lorsque les apports parviennent à la zone inondable par un cheminement plus ou moins long à travers des chenaux parfois multiples.

Suivant le régime des eaux du fleuve et la topographie de la zone inondable l'écoulement peut avoir lieu *dans un seul sens*, au remplissage, ou bien *dans les deux sens* comme au Sourou et dans certaines mares alimentées par un affluent - défluent. L'écoulement dans ces chenaux est souvent complexe.

##### **Apports des pluies**

Les précipitations directes sont souvent d'une importance secondaire dans le régime hydrologique de la plaine d'inondation. Ces apports peuvent cependant se révéler utiles à la végétation et à la vie animale durant les années de déficit hydrologique fluvial, en début ou en fin de saison, au retrait des eaux. Les cultures de submersions (riz flottant par ex.) commencées grâce à la pluie, se poursuivent sous inondation lorsque celle-ci arrive, à la fin ou après la saison des pluies. Les apports pluviométriques directs à la plaine d'inondation peuvent être estimés sur la base des hauteurs d'eau mesurées au pluviomètre, et de la surface de la plaine d'inondation aux périodes correspondantes. Les apports indirects, diffus et par ruissellement du bassin versant proche, sont beaucoup plus difficiles à quantifier. Ils dépendent entre autres de la topographie de la zone, de la nature des sols, de l'état de la végétation des rives et de l'intensité des précipitations.



**FIG.3.2 Schéma du fonctionnement hydrologique des plaines inondables.** Source: Drijver et van Wetten ( 1994).

aussi des éléments fondamentaux à prendre en considération. Par unité de surface, la végétation aquatique évapore en effet beaucoup plus que la nappe d'eau libre. Notons enfin que dans les régions à climat aride ou semi-aride surtout, les processus d'évaporation influencent de manière très significative l'évolution saisonnière de la qualité des eaux. Agrimet fourni des cartes d'évaporation et d'ETP des divers pays sahéliens, très utiles pour une étude préliminaire.

### **Infiltration**

Les infiltrations sont souvent faibles lorsqu'il s'agit de zones basses humides en permanence et où la nappe phréatique est présente au niveau du sol toute l'année. Dans certaines zones arides l'inondation doit d'abord humecter le sol puis compenser l'infiltration. C'est le cas des inondations survenant dans les Cauris du Nord Niger, les Mayos du Nord Cameroun, les mares du Niger. On peut estimer la capacité que représente l'humectation du sol avant l'infiltration, au vu d'analyses.

L'infiltration proprement dite est limitée du fait de la faible charge et par suite du caractère souvent argileux des bas fonds. Mais ce n'est pas toujours le cas et bien des nappes phréatiques doivent leur alimentation essentiellement aux zones inondées.

### **3.2.2 Qualité physico-chimique des eaux**

Chaque milieu aquatique présente des caractéristiques naturelles, physiques et chimiques particulières qui sont déterminées par les conditions climatiques, géomorphologiques et géochimiques spécifiques du bassin versant et de l'aquifère sous-jacent. Les activités humaines influencent la qualité naturelle des eaux, directement (rejets polluants dans le milieu) ou indirectement (aménagement hydrauliques, agriculture irriguée). La problématique de la qualité des eaux des plaines d'inondation n'est pas fondamentalement différente de celle des cours d'eau, lacs et réservoirs.

## **Pertes**

### **Evaporation et l'évapotranspiration**

Ce sont des facteurs fondamentaux de l'hydrologie des plaines d'inondation, particulièrement dans les régions à climat chaud, aride ou semi-aride. La profondeur moyenne généralement faible des plaines d'inondation et l'intense évaporation en climat aride ou semi-aride (2.5m annuellement et plus) peuvent induire d'importantes variations des surfaces inondées. L'évaporation est assez difficile à quantifier du fait de la multiplicité des paramètres qui l'influencent. Le déficit de tension de vapeur de l'air et la vitesse du vent sont les deux facteurs climatiques qui influencent le plus le processus d'évaporation, du moins sur une nappe d'eau libre.

L'évaporation ou l'évapotranspiration potentielle peuvent être estimées à l'aide de bacs d'évaporation de divers types ou à partir de formules mathématiques basées sur les données climatiques (l'équation de Penman est l'une des plus utilisées). Ces données de base font souvent défaut dans les pays en développement. Le type et la densité de la végétation aquatique sont

Quelques paramètres et critères qualitatifs sont considérés comme fondamentaux:

- *Les matières en suspension* sont un facteur clé. En plus de leurs effets sur l'évolution morphologique des plaines d'inondation, elles jouent un rôle capital dans les phénomènes d'adsorption et de résorption des micropolluants (pesticides) et métaux lourds dans les eaux.
- *La température des eaux* est un facteur physique fondamental. Elle conditionne *l'évolution et la transformation* dans le milieu aquatique, *de nombreux facteurs chimiques* dont l'oxygène dissous indispensable aux organismes aquatiques. Elle est aussi à la base du *déclenchement des processus de reproduction* chez les poissons entre autres. Les plaines d'inondation jouent à cet égard un rôle capital comme lieu de frai de nombreuses espèces piscicoles.
- *La conductivité électrique* des eaux est *une mesure indirecte et simple de leur degré de minéralisation*, elle-même fonction du total des solides dissous. Les pollutions domestiques et industrielles modifiant souvent nettement les teneurs *naturelles*, la conductivité permet une première mise en évidence rapide des pollutions.
- *Les pollutions domestiques* (d'origine humaine) sont *la cause principale de la contamination des milieux aquatiques* par les matières organiques. Ces pollutions se marquent par une baisse de l'oxygène dissous et une augmentation conjointe de la teneur en certains éléments comme l'ammoniacal et les nitrates. La *demande chimique et biologique en oxygène* (DCO et DBO5) sont deux parmi les paramètres les plus fréquemment mesurés pour la mise en évidence des pollutions organiques d'origine domestique (et industrielle) du milieu aquatique. Les pollutions organiques d'origine humaine ou animale sont aussi la cause de pollutions par les germes pathogènes parfois dramatiques pour la santé des populations riveraines.
- *L'eutrophisation des eaux* est un phénomène lié à l'apport excessif au milieu aquatique de substances azotées et phosphorées surtout. Ces apports sont le plus souvent d'origine agricole (résidus de fumiers ou d'engrais) et humaine (détergents). Les conséquences sont les plus évidentes dans les lacs et réservoirs mais aussi en plaine d'inondation du fait du mouvement réduit des masses d'eau. Elles se marquent par le développement excessif de la végétation aquatique (phytoplancton et végétation supérieure). Cet excès de végétation induit de nombreux problèmes physiques comme l'entrave à la pêche ou à la navigation et la réduction de pénétration de lumière dans le milieu aquatique. A terme la zone concernée se comble progressivement, par suite de l'accumulation sur les fonds de matière organique végétale. La plaine d'inondation se transformera ainsi progressivement en zone marécageuse.

Les *effets de l'eutrophisation* sur la qualité chimique des eaux se marquent par des variations brutales de l'acidité des eaux et de leur teneur en oxygène dissous, et par l'apport excessif de matières organiques végétales en décomposition. Les conséquences sur le milieu biologique sont nombreuses et les effets à terme sur la santé publique sont évidents. En milieu tropical, l'abondance excessive de la végétation aquatique induit souvent l'augmentation des maladies hydriques (bilharziose entre autres) puisqu'elle fournit d'excellents supports aux vecteurs des maladies et hôtes intermédiaires des parasites divers.

### 3.2.3 Recharge des nappes aquifères, S. Coly et G. Ndiaye

Dans les pays du Sahel, où les eaux superficielles sont parfois rares et irrégulières, les eaux des nappes sont déterminantes et sont souvent les seules ressources disponibles quant à l'utilisation des eaux douces. De façon générale, la recharge d'une nappe permet son renouvellement et peut se traduire par la hausse de sa surface piézométrique ou de son niveau dans une zone non saturée. Dans les zones côtières, en présence d'une *interface eau douce - eau salée*, la recharge d'eau douce élève le niveau de l'eau, et donc augmente la pression de l'eau douce par rapport à l'eau salée. L'avancée de l'eau salée est ainsi freinée. La nappe salée peut même être repoussée vers la mer si aucune perturbation ne vient s'exercer sur l'eau douce (pompage intensif etc. par exemple).

L'infiltration des eaux de crues favorise la recharge des nappes alluviales. Les fleuves en crue rechargent parfois la nappe phréatique sur une largeur qui peut atteindre une dizaine de kilomètres de part et d'autre de son lit (c'est le cas du Nil à Wadi Natroun en Egypte). Le régime des eaux variable pendant les crues, permet des échanges d'eau du fleuve vers la nappe et vice versa selon que la crue est en charge par rapport à la

nappe, ou l'inverse (crue et étiage). Par ailleurs la recharge dans les périmètres irrigués permet un lessivage des sols salés donc offre la possibilité de récupération des sols salés.

*Mécanisme de la recharge en relation avec des plaines inondables:*

L'inondation, peut favoriser l'alimentation des nappes souterraines selon la perméabilité des plaines alluviales. En effet l'infiltration des eaux est commandée par la lithologie. Dans des sols argileux, l'eau stagne et l'infiltration est quasi nulle, dans les sols sableux, elle s'infiltré. La possibilité d'une recharge de nappe à partir d'une plaine inondable dépend donc du type de sol, de la nature de la couverture végétale et l'importance de cette plaine. Si la plaine en question est constituée de formation argileuse ou limoneuse, la vitesse d'infiltration est nulle, il n'y a pas une infiltration efficace. Par contre, si la plaine inondée comporte une couverture végétale ou une formation perméable telle que du sable homogène de la surface jusqu'à la nappe, l'infiltration est possible et peut atteindre la nappe sous-jacente.

Par ailleurs en présence d'une nappe salée ou hypersalée, les plaines inondables jouent un rôle fondamental quant à la fertilité des sols. Elles maintiennent le niveau du sommet de la nappe pour que les remontées capillaires ne puissent atteindre le système racinaire. Elles permettent ainsi de ralentir, de façon considérable, la dégradation des sols en limitant la remontée des sels par évaporation.

Dans la zone périphérique du Parc National du Diawling (bas delta du fleuve Sénégal, Mauritanie), la plaine inondable souffre d'une salinisation, spectaculaire et croissante, à cause de la remontée capillaire des eaux hypersalées de la nappe, ainsi que de la baisse des arrivées d'eau douce par la crue. Le maintien de la retenue de Diama à un niveau élevé renforce ce phénomène, car la retenue met en charge la nappe salée qui remonte au niveau du sol. Dans ce système, l'accumulation des sels solubles et l'accumulation d'ion sodium est à l'origine de la dégradation chimique des sols. La production de ces sols est réduite et la salinisation de certains sols peut être irréversible.

Les problèmes de salinisation se posent particulièrement dans la vallée du Sénégal car les sédiments déposés en milieu marin sont gorgés de sel. Il n'en est pas de même dans la vallée du Niger. Les eaux sont là très peu minéralisées et les problèmes de salinité ne se posent que ponctuellement, de manière ponctuelle et atténuée très au Nord (région de Goundam).

G. Favreau et C. Leduc (Abidjan 1998) ont montré que la nappe du Continental Terminal aux environs de Niamey, se recharge à partir des eaux qui stagnent dans les zones inondables. Malgré la sécheresse la recharge de la nappe augmente ces dernières années.

### **3.3 Inventaire de la biodiversité**

#### **3.3.1 Ressources en espèces sauvages, P. Scholte**

Les plaines d'inondation sahéniennes ont une diversité biologique remarquable. On y retrouve côte à côte: les ressources forestières, halieutiques, fourragères, agricoles, fauniques et avifauniques. Si la faune est composée essentiellement des grands herbivores (cob de Buffon, cob Defassa, élan de derby, hippotrague, etc.), l'avifaune regroupe les espèces locales et les espèces migratrices qui passent la période hivernale dans les zones inondables sahéniennes.

Les systèmes d'exploitation actuels ne sont pas favorables à la survie des espèces sauvages. Le braconnage réduit la taille des populations, l'anthropisation de leurs parcours de migration traditionnels désoriente les animaux, et occasionne une divagation peu compatible avec l'activité agricole. Par contre la faune ne représente plus guère un danger pour l'homme. Les décès humains occasionnés par des animaux sauvages sont devenus très rares.

Dans certains pays où l'application des conventions internationales sur la conservation des espèces sauvages, (CITES), est devenue plus rigoureuse, les effectifs de certaines espèces ont augmenté sensiblement, ce qui suscite alors un sérieux débat sur leur gestion. L'exemple souvent cité au Cameroun, est la population des éléphants, qui dans la province de l'extrême Nord du pays devient incontrôlable.

Heureusement, les projets actuels de réhabilitation des plaines d'inondation sahéliennes prennent en compte la gestion de la faune sauvage et les différents plans d'aménagements des aires protégées délimitées en plaine d'inondation, tiennent compte de la volonté de préserver la faune sauvage et de la rendre utile à l'homme.

Mais toute bonne gestion de la faune sauvage implique la connaissance du capital existant. C'est pourquoi l'inventaire de la faune sauvage apparaît comme un préalable indispensable. Des dénombrements à intervalle de temps régulier doivent être organisés. Les résultats de ces dénombrements et leur interprétation, doivent être rendus disponibles pour les usagers, les chercheurs et les décideurs.

Dans la plaine de Waza - Logone, depuis deux ans, il est effectué des dénombrements de la faune et de l'avifaune, afin de mesurer l'augmentation de la population de certaines espèces qui avaient perdus le gros de leurs effectifs au moment où la situation écologique de la plaine était critique. De même, un dénombrement annuel des quinze espèces de grande et moyenne faune les plus abondantes (mammifères et oiseaux) est mené depuis 1990 dans le Parc national du Niokolo Koba au Sénégal.

## Dénombrements

La connaissance des ressources en espèces sauvages est importante, d'abord, pour mesurer la valeur intrinsèque que représente la biodiversité de la zone concernée. Cette connaissance est utile, ensuite, pour estimer la valeur de la zone pour le tourisme de vision. Elle est nécessaire, aussi, pour définir les prélèvements possibles pour la chasse (sportive ou communautaire). Enfin, c'est un excellent indicateur des impacts sur l'environnement.

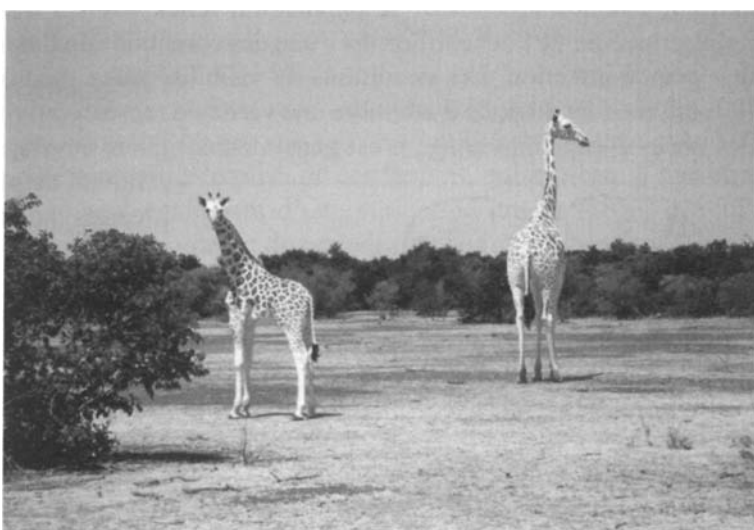
L'inventaire des grands mammifères, des oiseaux, des reptiles et des amphibiens est prioritaire pour définir la faune des zones inondables. Les études portant sur les invertébrés ne sont indispensables que pour les ravageurs des cultures ou prédateurs des habitats ainsi que, en cas de suspicion d'épidémie (trypanosomiase, peste bovine, par exemple voir ch. 4.7).

On distingue *les inventaires* permettant d'établir la liste des espèces présentes et *les dénombrements* qui déterminent *les effectifs*.

On peut ainsi en déduire les impacts potentiels sur les autres ressources (naturelles et humaines), dans le but de prendre des mesures efficaces de gestion.



**FIG. 3.3 *Tantale ibis* Parc National des oiseaux du Djouj, Sénégal.**  
Photo: M. Diouf.



**FIG. 3.4 Giraffes du Niger.** Photo: C. Poffet.

## Méthodologie des dénombrements

Un inventaire fournissant une bonne connaissance des espèces présentes, de leurs habitats et de leurs aires de répartition, est à la base de chaque dénombrement. Il faut tenir compte aussi du réseau hydrographique et de son importance pour la faune à recenser.

Les spécialistes se réfèrent habituellement aux différents guides d'identification mentionnés dans la bibliographie.

Trois types de méthodologies sont à distinguer:

- Le dénombrement total
- Les dénombrements par échantillonnage
- Les dénombrements de suivi

### Le dénombrement total

Le dénombrement est total, c'est à dire que chaque individu est compté. Le dénombrement a comme résultat une estimation directe de l'effectif de la population concernée. C'est la méthode la plus simple et la plus fiable. En général il est faisable quand il s'agit des grands mammifères (y inclus le bétail) et des oiseaux, dans un environnement ouvert et d'une extension modeste. Les dénombrements des oiseaux d'eau, organisés annuellement au mois de janvier, dans un grand nombre de zones inondables en Afrique, sont exécutés de cette manière. Au projet Waza Logone, plusieurs dénombrements des grands mammifères ont été exécutés ainsi, à la fin de la saison sèche, autour des points d'eau qui persistaient dans la plaine d'inondation.

### Les dénombrements par échantillonnage

Les dénombrements par échantillonnage visent à dénombrer une partie représentative de la population et à extrapoler les résultats obtenus, pour en déduire une estimation de l'effectif total. Plusieurs techniques existent pour échantillonner la population, telles que les transects, les quadrants et les territoires. La représentativité de l'échantillon est l'une des conditions de l'extrapolation, et doit être prise en compte avec une grande attention. Les conditions de visibilité assez médiocre des plaines d'inondation d'Afrique de l'Ouest, rendent difficile d'atteindre une véritable représentativité de l'échantillon. Une répartition aléatoire des zones d'échantillonnage n'est généralement guère envisageable. On facilite l'échantillonnage par un

travail de préparation à l'aide d'images satellites et de cartes indiquant l'hydrographie et les types de végétation.

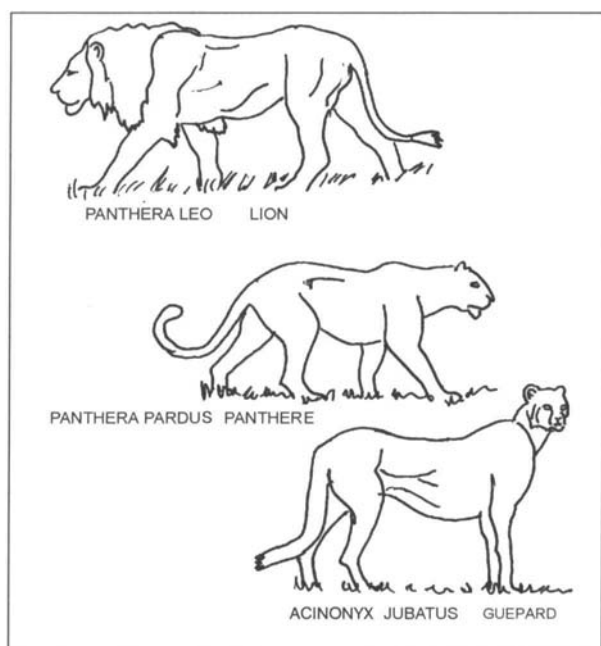


FIG. 3.5 Croquis faune.

Source: J. de Boissezon.

### Les dénombrements de suivi

Ces dénombrements visent à suivre les variations de la population sans estimer l'effectif total. Les effectifs sont suivis dans une zone ou sur un transect fixe, pour comparer les résultats en rapport avec la période de l'année, et pour voir les impacts d'un prélèvement ou d'une autre action. Ce type de dénombrement peut être exécuté dans des conditions de terrain difficile (accès et circulation), par exemple dans des forêts denses, dans des zones vastes, en général quand les autres dénombrements ne sont pas faisables.

#### 3.3.1.4 Techniques des dénombrements

Il existe essentiellement deux techniques de dénombrements: terrestres et aériens. Chaque technique peut être exécutée selon les trois méthodologies décrites ci-dessus. Les *dénombrements aériens* sont surtout utiles

pour les inventaires des grands herbivores (Eléphant, Buffle, Bubale) et de leurs prédateurs (Lion, Panthère, Hyène...). Ils sont utilisés aussi pour le bétail, et les oiseaux d'eau. Cette technique permet, mieux que les dénombrements terrestres, de couvrir de grandes zones et d'échantillonner plus facilement une partie représentative de la zone. Les dénombrements aériens sont surtout valables dans les zones inaccessibles, où une vue d'ensemble est difficile. Le désavantage en est le coût élevé (de 1 à 2\$ par km<sup>2</sup>), et la méthodologie sophistiquée.

### 3.3.2 Ressources halieutiques, *J. Quensière*

#### Richesse et répartition de la faune ichtyologique sahélienne

La faune ichtyologique nilo-soudanienne est commune aux différents bassins fluviaux de la région sahélienne. En effet, sur les 115 espèces constituant la faune nilotique actuelle, 74 se trouvent dans le bassin du Niger. La majorité des espèces communes au Nil et au Niger sont également rencontrées dans les autres bassins occidentaux (Volta, Gambie, Sénégal). Il y a eu donc, et probablement à plusieurs reprises, des connexions entre les différents systèmes fluviaux sahéliens. Après leur isolement les faunes de chaque bassin se sont différenciées indépendamment par des phénomènes de spéciation. Néanmoins, la parenté étroite qui existe entre les espèces endémiques des différents bassins (26 dans le Nil, 24 dans le Niger) souligne l'existence d'ancêtres communs. La longue période de sécheresse du dernier inter-pluvial (18.000BP; 13.000BP) serait la cause de l'extinction de la faune endémique tchadienne restaurée par des connexions plus récentes entre les bassins du Nil et celui du Chari.



FIG. 3.6 Pêcheur tenant un poisson.  
Photo: O. Hamerlynck, UICN.

#### Grands types de stratégie de reproduction

Les systèmes fluviaux sahélo-soudaniens sont caractérisés par une forte variabilité environnementale. Il s'agit d'abord d'une variabilité saisonnière, liée au régime tropical de ces fleuves, qui présentent une crue unique, souvent forte et un étiage marqué. Il s'agit également d'une variabilité interannuelle, liée aux irrégularités des crues et aux successions de périodes humides et de périodes sèches observées dans la zone sahélienne depuis le début du quaternaire. La diversité des adaptations que présentent les espèces nilo-soudanienues à cette instabilité environnementale, peuvent être schématiquement rapportées à deux grands types de stratégies adaptatives.

*La première de ces stratégies adaptatives* consiste à *exploiter la variabilité spatio-temporelle des milieux fluviaux* par des déplacements saisonniers. Les espèces qui la pratiquent ont une fécondité assez forte, une période de reproduction annuelle généralement de courte durée pendant la période de crue et n'accordent pas de soins à leurs pontes. Ces espèces migratrices sont comparativement peu tolérantes aux variations de milieu.

*Le second type de stratégie adaptative* est souvent qualifié d'*opportuniste*. Il s'oppose au premier dans la mesure où les espèces qui le partagent, n'effectuent pas de déplacements de grande amplitude pour coloniser les milieux qui correspondent le mieux à leurs préférences (préférundum) mais présentent des caractéristiques anatomiques, physiologiques et comportementales leur conférant une grande tolérance vis-à-vis des conditions environnementales, tout particulièrement en ce qui concerne la résistance au manque d'oxygène (à l'hypoxie). Ces espèces ont une fécondité généralement plus faible que les migrateurs, mais des pontes multiples ou fractionnées associées à des comportements territoriaux (construction de nids, protection des œufs) et/ou de protection des alevins vis-à-vis de l'environnement et de la prédation (incubation buccale, ventilation des œufs).



## Rôle des plaines d'inondation dans le cycle biologique des poissons

La forte extension du domaine fluvial (de 5 à 20 fois les superficies en eau à l'étiage selon les bassins) contribue à accroître la diversité environnementale, qui constitue un facteur favorisant le maintien d'une richesse spécifique importante.

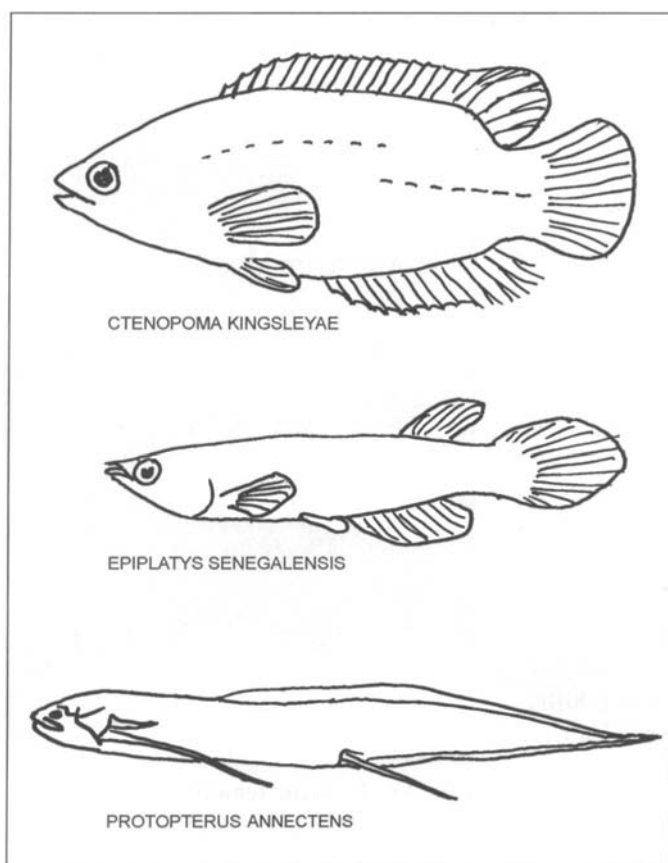


FIG. 3.7 Croquis de poissons - Espèces sédentaires.

Source: J. de Boissezon.

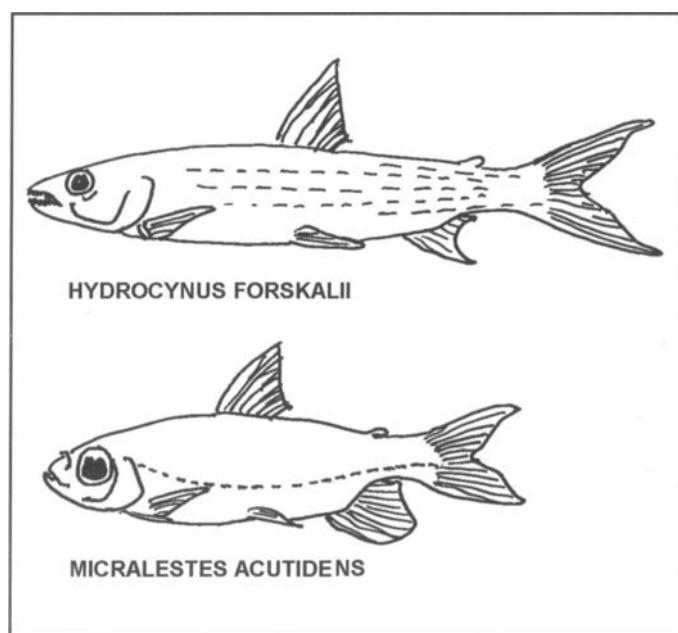


FIG. 3.8 Croquis de poissons - Espèces ne pénétrant pas dans les plaines d'inondations.

Source: J. de Boissezon.

Par ailleurs, l'alternance des crues et des périodes sèches favorise le stockage des limons, nutriments et particules organiques apportés par les eaux de crue. Ces derniers permettent une croissance végétale considérable (les productions annuelles peuvent atteindre 30 tonnes de matière sèche par hectare), qui sert alors de support et/ou de ressource alimentaire à une faune et une flore diversifiée (périphyton, insectes terrestres et aquatiques, crustacés planctoniques...).

La richesse halieutique des plaines d'inondation résulte de ces divers mécanismes d'enrichissement et de diversification écologiques, liés à l'alternance des inondations et des assèchements et utilisés par la majorité des espèces de poissons de la faune nilo-soudanienne qui ont ajusté leur rythme biologique au rythme hydrologique fluvial.

Les espèces migratrices effectuent parfois de longs déplacements (plus de 400km pour les *Brycinus leuciscus* du Niger pour venir pondre à proximité, voire à l'intérieur des plaines. D'autres espèces effectuent des migrations latérales de courte amplitude pour construire leurs nids et/ou pondre dans les zones inondées. Les jeunes issus de ces pontes bénéficient alors de conditions particulièrement favorables d'abri et de nourriture pour effectuer une première croissance très rapide avant la décrue et leur retour dans les milieux fluviaux permanents.

L'abondance et la diversité des ressources alimentaires offertes par les plaines d'inondation sont également utilisées par les adultes qui viennent y reconstituer leurs réserves. Peu d'espèces ne bénéficient pas directement ou indirectement de la richesse des zones inondées. Il en résulte une production halieutique par hectare significativement plus forte dans les milieux fluviaux dotés de zones inondables.

Cette importance est mise en évidence par la relation empirique qui peut être établie entre, d'une part, l'extension et la durée de l'inondation, et d'autre part, la production des pêcheries. Ainsi, plus l'inondation est forte, plus le nombre de poissons est important (certaines

espèces sont susceptibles de se reproduire plusieurs fois de suite si la crue est suffisamment forte pour que les conditions restent favorables).

Lors de la décrue, la majorité des poissons qui ont grandi dans la plaine d'inondation regagnent le lit du fleuve ou d'autres milieux pérennes (lacs, bras morts) où ils se répartissent. L'évolution hydrologique conduit alors à la réduction progressive des masses d'eau et à une concentration des poissons, qui par différents mécanismes de compétition et de prédation subissent une mortalité élevée. En fin d'étiage les stocks retrouvent la taille minimale qu'ils avaient avant l'inondation.

Bien évidemment les plaines inondables ne fonctionnent pas indépendamment du reste du système fluvial. Lorsque les crues sont fortes, les inondations sont plus étendues et/ou plus durables, mais les nappes associées au fleuve mieux approvisionnées soutiennent mieux les étiages qui peuvent alors abriter davantage de poissons. En période sèche, les phénomènes inverses se produisent et aux mauvaises crues correspondent des étiages plus sévères.

L'abondance des poissons suit fidèlement ces phénomènes hydrologiques, car le fort pouvoir colonisateur des espèces nilo-soudaniennes permet au peuplement de s'ajuster sans délais à un accroissement des crues. Ainsi, la crue moyenne du Niger en 1994 a succédé à une crue faible. Il en est résulté que l'abondance des captures de certaines pêcheries a triplé et si la production du delta central n'est passée que de 45.000 t à 130.000 t, c'est parce que beaucoup de pêcheurs, surpris par l'importance de la crue, n'ont pas été en mesure de déployer l'effort de pêche correspondant à l'abondance des poissons.

Au Diawling, dès que les ouvrages ont permis de reconstituer des inondations (pourtant de débit modeste), on a aussitôt assisté à un retour spectaculaire de l'ichtyofaune.

## Echantillonnage

Cette alternance de dilatation et de réduction des espaces aquatiques fluviaux fait que, bien qu'en plus grande abondance pendant la crue, les poissons sont dispersés au sein de vastes superficies peu profondes et donc peu vulnérables aux engins de pêche. En revanche, lors de leur retour dans le fleuve, ils se concentrent en bancs serrés.

En effet, la décrue provoque des comportements de fuite qui sont spécifiques: certaines espèces quittent les milieux temporaires dès le renversement des courants dans les plaines d'inondation (tout particulièrement les espèces migratrices) alors que d'autres espèces partent plus tardivement.

Certaines espèces, qualifiées précédemment d'opportunistes, se laissent piéger dans les mares résiduelles des plaines et quelques unes présentent des adaptations particulières qui leur permettent de survivre malgré l'assèchement. C'est le cas des protoptères (*Protopterus annectens*) qui s'enkyste dans la vase, entre en léthargie et pratique une respiration pulmonée.

Du fait de la grande dispersion des individus dans les différents types de biotopes qui composent les plaines d'inondation, l'échantillonnage de la richesse spécifique de ces milieux est difficile, coûteux et souvent peu concluant. Mieux vaut faire appel à l'observation des pêcheries qui, lors des migrations de décrues, développent un effort de pêche important à la sortie des plaines d'inondation, passage obligé des poissons. Il est alors possible d'obtenir à moindre frais des échantillons représentatifs des différentes espèces capturées.

Il faut néanmoins savoir que, compte tenu de leurs différences de comportement vis-à-vis de la décrue, les avalaisons se font toujours dans le même ordre et souvent en bancs mono-spécifiques. Il convient donc de faire durer l'échantillonnage pendant toute la décrue afin d'éviter d'omettre les espèces les plus tardives. Cela nécessite des négociations particulières avec les pêcheurs, qui souvent ne débutent pas leurs captures dès l'amorce de la décrue, ou ne la poursuivent pas jusqu'à son terme. Enfin, on se souviendra que certaines espèces ne quittent pas les plaines (*Ctenopoma* spp.; *Epiplatys* spp.; *Protopterus*...) et doivent donc faire l'objet d'un échantillonnage complémentaire *in situ*. De même certaines espèces ne pénètrent pas dans les plaines (*Micralestes acutidens*; *Hydrocynus forskalii*; *Schilbe mystus*...) et justifient d'autres échantillonnages dans les milieux permanents.

### 3.3.3 Ressources forestières, P. Ndiaye

Le domaine sahélien est ordinairement perçu à travers deux clichés tenaces: l'omniprésence du sable et du végétal herbacé saisonnier, ainsi que la prééminence du pastoralisme qui exclut pratiquement toute référence forestière. Cette image cadre mal avec une réalité tellement nuancée que les paysages végétaux qui subsistent au Sahel apparaissent probablement aussi hétérogènes, que ceux observés dans des zones tropicales moins arides.

Toutefois, dans les régions sahéliennes, les plaines d'inondation représentent des espaces privilégiés, ce qui se répercute sur leur productivité, en particulier pour ce qui concerne les ressources végétales.

L'évocation des ressources forestières du Sahel peut être faite:

- En s'appuyant sur les caractéristiques particulières aux biotopes humides locaux;
- En prenant en compte les éléments de diversité et de productivité de ces milieux; enfin
- En citant certains problèmes liés à la gestion de ces ressources.

## Contexte environnemental

### Identification

Les plaines d'inondation se présentent comme des zones à trois constantes:

- Une *topographie basse*;
- Une *hydromorphie* permanente ou temporaire;
- Un sol généralement *argileux ou limoneux*.

À l'inverse, les *espaces adjacents* révèlent des situations exactement opposées puisque:

- Ils sont *plus hauts*;
- Donc *exondés*;
- Et constitués de sols *sableux, gravillonnaires ou cuirassés*.

### Extension et fonctionnement

Les plaines d'inondation correspondent à des espaces territorialement peu étendus au regard de la dimension du Sahel. Mais ces espaces sont nombreux. Excepté les grands cours d'eau sahéliens provenant de zones plus humides (Niger, Sénégal, Logone, Chari, Komadougou...), l'écoulement permanent est rare (Volta, Batha, Bahr Salamal) ou inexistant (Ferlo, Dallols nigériens). Cependant, même temporaire, la manifestation d'un écoulement crée des conditions d'humidité favorables pour les plaines d'inondation qui deviennent des espaces privilégiés, donc convoités pour l'habitat et la mise en valeur.

En dépit de ces conditions avantageuses, les plaines inondables demeurent malgré tout des espaces à risques importants (crues, assèchement prolongé). A l'état naturel, le fonctionnement des systèmes hydrologiques est particulièrement irrégulier.

### Peuplement et utilisation

Les concentrations humaines au Sahel s'observent systématiquement à proximité des plaines d'inondation. *Espaces peuplés*, par conséquent espaces fortement anthropisés, ils ont le plus souvent perdu leurs facies naturels. Dans la vallée du Sénégal, les lambeaux forestiers ont cédé dans l'ensemble à la pression foncière enclenchée par la demande de terres agricoles.

*Espaces recherchés*, ils supportent, à ce titre, des activités et usages multiples dans les domaines de l'agriculture, du pastoralisme, de la cueillette et de l'exploitation forestière. Les ressources naturelles dont ils disposent apparaissent de plus en plus comme celles d'espaces fragilisés.

## Caractérisation

### Diversité

En dépit des apparences, le Sahel dispose d'une flore diversifiée autant par le *nombre d'espèces total* que par le *nombre d'espèces présentes* sur certains *sites privilégiés* du fait de leur plus grande disponibilité en eau. Les plaines d'inondation font partie de ces sites privilégiés dans la mesure où elles abritent les espèces les plus exigeantes, situées à la limite de leur aire d'extension. En considérant le cas du Sénégal, on estime que les zones basses inondables concentrent environ 1/5 de la flore, représentant plus de 400 espèces alors que les zones exondées du Sahel sont deux fois moins riches. L'intérêt de la prise en compte de tels sites s'avère évident pour des raisons de connaissance, d'utilisation et de protection.

La diversité sahélienne se rapporte d'abord aux plantes herbacées qui créent les facies saisonniers. Par commodité, les indications taxonomiques se limitent au niveau du genre.

**Tableau 3.1 Plantes herbacées caractéristiques selon les secteurs**

Biotopes	Zones très sèches (P = 200mm)	Sahel typique (P = 250-500mm)
<b>Secteurs sableux:</b> Herbacées (Graminées) Herbacées (Légumineuses) Herbacées (diverses)	<i>Cenchrus, Aristida</i> <i>Indigofera</i>	<i>Cenchrus, Aristida, Eragrostis,</i> <i>Chloris, Panicum</i> <i>Zornia, Indigofera</i> <i>Blepharis, Borreria</i>
<b>Dépressions humides</b>	<i>Schoenefeldia</i>	<i>Loudetia, Andropogon, Elionorus,</i> <i>Borreria, Pennisetum</i>
<b>Pénéplaines argileuses</b>		<i>Schoenefeldia, Aristida,</i> <i>Eragrostis</i>

Le tableau suivant montre que les espèces ligneuses sont relativement nombreuses et que leur présence se trouve liée aux caractéristiques du biotope. Ainsi, les biotopes les plus humides disposent d'une flore spécifique qui présente en outre des individus en densité plus élevée.

**Tableau 3.2 Associations typiques des zones sahéliennes**

Biotopes	Ligneux	Herbacées associées
<b>Pénéplaines basses</b>	<i>Acacia, Balanites, Ziziphus,</i> <i>Sclerocarya, Commiphora, Guiera,</i> <i>Grewia</i>	<i>Cenchrus, Aristida, Chloris,</i> <i>Schoenefeldia, Eragrostis, Zornia</i>
<b>Dépressions argileuses:</b> espèces en plus fortes densités	<i>Ac. seyal, Ac. senegal, Lannea,</i> <i>Pterocarpus, Combretum,</i> <i>Commiphora, Sclerocarya, Balanites</i>	<i>Diheteropogon, Andropogon,</i> <i>Schoenefeldia, Aristida</i>
<b>Plaines alluviales hydromorphes</b>	<i>Ac. nilotica, Mitragyna</i>	<i>Vetiveria, Echinochloa</i>
<b>Plaines alluviales à brève hydromorphie</b>	<i>Ac. adansonii, Ac. seyal, Balanites,</i> <i>Capparis</i>	<i>Schoenefeldia, Chloris, Zornia,</i> <i>Aristida, Borreria, Spaeranthus</i>
<b>Plaines alluviales plus ou moins halomorphes</b>	<i>Ac. seyal, Salvadoria, Tamarix</i>	<i>Salsola, Suaeda, Aristida, Sporobolus</i>
<b>Versants de dépressions</b>	<i>Ac. tortillis, Balanites, Leptadenia,</i> <i>Euphorbia</i>	<i>Cenchrus, Dactyloctenium, Indigofera</i>
<b>Dépressions interdunaires littorales</b>	<i>Elaeis, Phœnix, Ficus, Morus, Kigelia,</i> <i>Strophanthus</i>	<i>Chloris, Pennisetum, Eragrostis,</i> <i>Commelina</i>

## Productivité

D'une manière générale, la productivité des milieux naturels se trouve sous le contrôle des précipitations atmosphériques. L'apport complémentaire d'eau d'inondation provoque une correction positive des valeurs normales dans des limites plus faciles à apprécier pour les herbacées que pour les plantes ligneuses. L'absence de latence chez les premières induit une réponse assez immédiate en cas de stimulation hydrique.

**Tableau 3.3 Valeurs indicatives de la productivité au Sahel**

Biomasse sur pied et Production annuelle	Zones très sèches (P = 200mm)	Sahel typique (P = 250-500mm)
Biomasse herbacée moyenne (S)	0,5 T/Ha	2T/Ha
Biomasse herbacée maximale (S)	0,7 T/Ha	
Biomasse épigée maximale (M)	1 T/Ha	2 T/Ha
Biomasse hypogée (S)	1,4 T/Ha	
Biomasse des bas-fonds (T)		5-7 T/Ha
Productivité herbacée moyenne (S)	0,5-0,7 T/Ha/An	0,8-1,6 T/Ha/An
Productivité herbacée milieux arbustifs (S)	2,6 T/Ha/An	
Productivité herbacée des bas-fonds (S)	4,8 T/Ha/An	8 T/Ha/An
Biomasse ligneuse totale (MR,S)	1 T/Ha	3,5 T/Ha
dont biomasse épigée (S)		2 T/Ha
et biomasse hypogée (S)		1,5 T/Ha

La biomasse ligneuse est intrinsèquement appréciable. Elle supporte la comparaison avec la biomasse herbacée quelle que soit la fraction considérée, épigée (aérienne) ou hypogée (souterraine). Toutefois la quantité de matières mesurée constitue le cumul de nombreuses années pour les arbres, mais peut se résumer à une seule saison chez les herbacées.

On constate que l'établissement dans un bas-fond améliore de dix à quinze fois la biomasse ainsi que la productivité moyenne des herbacées. Par ailleurs, on admet que l'impact est moindre pour les ligneux dont la productivité se situe à des niveaux relativement bas (0,1 - 0,2 t/ha/an) mais qui peuvent tripler voire quadrupler ces valeurs à la faveur d'une implantation dans les bas-fonds. Il reste que ces performances, sans commune mesure avec celles des herbacées, expriment la sensibilité des ligneux sahéniens à l'exploitation forestière dans la mesure où ils produisent lentement même dans les biotopes les plus favorables.

## Gestion et conservation

En examinant les images satellites récentes transmises par le satellite Spot, il est remarquable de constater que des vallées fossiles du centre Nord du Mali ou du Niger se distinguent aisément par le liseré indiquant le boisement localisé dans les talwegs non défrichés. Cela souligne l'importance de la relation plaines d'inondation / ressources ligneuses forestières, sur le plan géographique.

Dans une région semi-aride où les disponibilités en combustibles demeurent rares, où la pression pastorale sur tous les biotopes se trouve renforcée par une pression agricole sur les bas-fonds, la dégradation et la disparition des ressources forestières survivantes dans les plaines d'inondation paraissent inéluctables. Un effort d'identification reste à opérer, de manière à leur assurer un avenir acceptable et durable:

- Actualisation des connaissances sur les espèces et les territoires concernés
- Hiérarchisation des seuils d'exploitation
- Délimitation des espaces de protection

### 3.3.4 Ressources fourragères, A. Diallo

#### Introduction

Les fourrages consommés par le bétail domestique proviennent de trois sources: les pâturages naturels, les sous produits agricoles et les cultures fourragères. Les plaines d'inondation constituent un élément clé pour l'élevage dans les pays sahéliens en général et au Mali en particulier. Pendant la saison sèche quand l'herbe et l'eau deviennent rares sur les hautes terres, les zones basses libérées des eaux reverdissent et constituent d'excellents pâturages pour le bétail confronté alors à d'énormes difficultés alimentaires.



**FIG. 3.9 Homme rassemblant de l'herbe.** Photo: J. Skinner.

Les plaines inondables du Sahel sont situées, pour l'essentiel, très au nord. C'est à dire au milieu de la zone de pastoralisme transhumant. Leur localisation est donc particulièrement intéressante, puisqu'elles évitent au bétail une longue marche vers les pâturages de contre saison soudaniens.

L'état du fourrage est fonction des saisons, de la nature des sols, du régime hydrologique et des zones écologiques. Cependant l'exploitation abusive en cours (riziculture extensive et défrichements) et la sécheresse engendrent, de plus en plus, la dégradation de ces biotopes.

Pour donner une idée d'ensemble on examinera les plaines inondables du delta intérieur du Niger, de la zone lacustre et de certaines mares, dépressions, et bas-fonds du sud de la Mauritanie, du Gourma en zones aride et semi-aride et du Sud-Mali en zone subhumide. (Voir fig. 3.10 ci-après)

#### Localisation et répartition

##### *Les pâturages de décrue*

Dans ces zones (figure 3.10), l'importance de l'inondation permet de dégager deux grands groupes de terrains auxquels sont associés des groupements végétaux à plusieurs facies déterminés par la nature du substrat et les petites variations topographiques:

- Le groupe de terrains à eaux profondes et d'inondation prolongée
- Le groupe de terrains à eaux peu profondes et d'inondation de courte durée

La localisation et la répartition des principales espèces fourragères est bien connue. Un inventaire de la flore couvrant l'axe de transhumance d'un groupe d'éleveurs du Delta central du Niger fait état d'une flore très variée de cinquante-huit espèces végétales dans les plaines du delta vif, pâturages de saison sèche, parmi lesquelles vingt-cinq sont appetées par les bovins. Elle est essentiellement constituée par les graminées pérennes. Une étude réalisée dans les zones lacustres du Mali associées au fleuve Niger (lacs Horo, Télé et Faguibine) relève pratiquement la présence des mêmes espèces particulièrement recherchées par les animaux dans le delta vif. Au Nord-Mali, 70 espèces végétales rencontrées au niveau des terrains inondés (fleuve Niger, affluents et mares), dont 12 herbacées et 5 ligneux sont principalement utilisés par le bétail. Au Sud-Mali, zone humide, il semblerait que l'on rencontre une gamme moins variée de fourrages dans la même écologie.

Le fourrage ligneux constitue une source alimentaire très utile au menu du bétail dans les zones d'inondation. S'il ne représente qu'un supplément pour les bovins, il n'en est pas de même pour les caprins

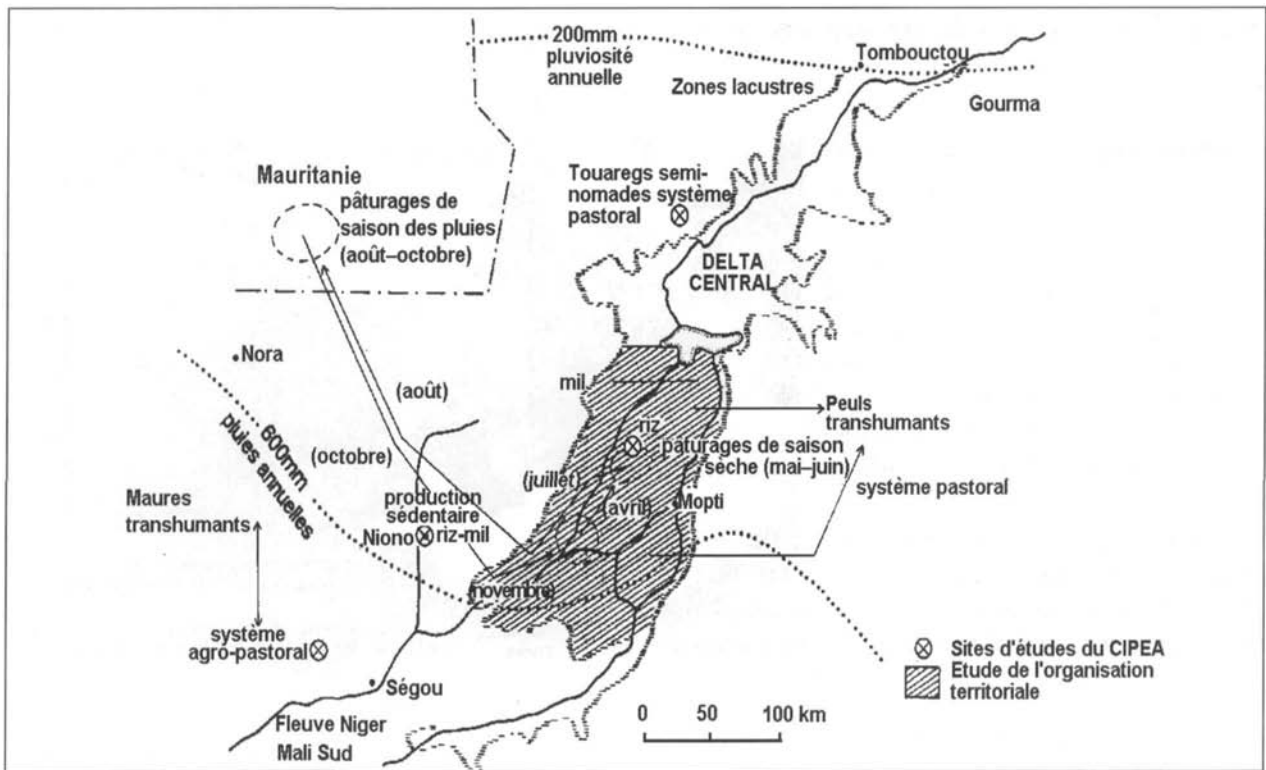


FIG. 3.10 Localisation des zones étudiées. Source: A. Diallo.

et les camelins qui l'utilisent entre 65 et 100 p. cent en fonction de la période. Les ovins comme les bovins ont une préférence marquée pour les graminées.

### Les résidus de récoltes

Ils sont composés essentiellement de paille de riz (*Oryza sativa*) largement cultivé dans les plaines inondées et les bas-fonds et de tiges de mil, de sorgho et de maïs, cultures de décrue autour des mares et des lacs. La paille de riz irrigué, autrefois brûlée, est de plus en plus souvent utilisée comme aliment du bétail.

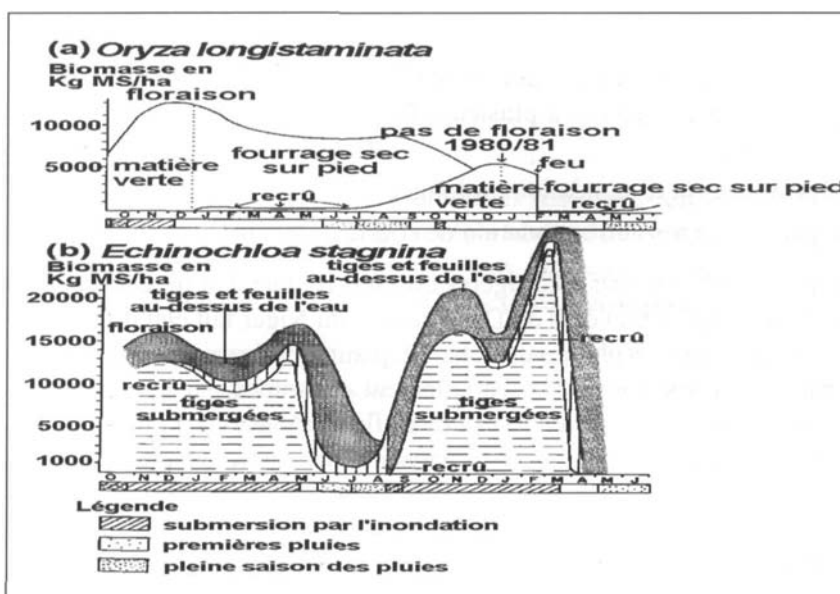


FIG. 3.11 Evolution annuelle de la biomasse sur deux pâturages du delta intérieur du Niger mis en défens. Source: P. Hiernaux.

### Les cultures fourragères

Elles sont pratiquées sous forme de régénération de bourgoutières, action qui consiste à réintroduire le bourgou (*Echinochloa stagnina*) dans son milieu naturel. Le Fanage de l'herbe commence à se généraliser.

### Disponibilité fourragère

La quantité de fourrage produite et le disponible des pâturages naturels inondés, dépend du stade végétatif des plantes, de leur intensité d'exploitation et de l'importance de l'inondation qui limite saisonnièrement leur accessibilité. En zone lacustre, la production maximale des

bourgoutières se situe en janvier avec une valeur maximale considérable de 30 à 32 tonnes de matière sèche par ha.

Les mesures de biomasse faites pendant deux années consécutives 1979 et 1980 (figure 3.11), sur deux parcours du delta intérieur du Niger, montrent clairement la haute productivité et les effets négatifs d'une inondation tardive et peu profonde sur le développement de *Oryza longistaminata*. Il résulte de ces constats que les variations du degré d'inondation peuvent entraîner à plus ou moins brèves échéances des modifications profondes dans la composition floristique des différentes formations végétales. Les régions marginales sont les premières affectées.

Le tableau 3.4 résume la production de fin de cycle des différentes formations végétales des zones inondées du groupe de transhumants du delta central du Niger. La valeur d'un pâturage n'est pas seulement quantitative - elle est également qualitative. Il existe une relation inverse entre ces deux paramètres. Tout comme la biomasse, la valeur nutritive du fourrage subit elle aussi des variations importantes.

La figure 3.12 représente les estimations faites de la digestibilité et de la teneur moyenne en protéines brutes des pâturages inondés du delta. On constate à partir du mois de mars que la teneur en protéines brutes du fourrage constitué alors de repousses ou recrûs s'améliorent nettement. Ceci est le résultat du rajeunissement des pâturages par une mise à feu des parcours. Il faut noter que pour pouvoir maintenir leur poids les bovins requièrent un fourrage contenant en moyenne 7% de protéines brutes avec un indice de digestibilité supérieur à 60%.

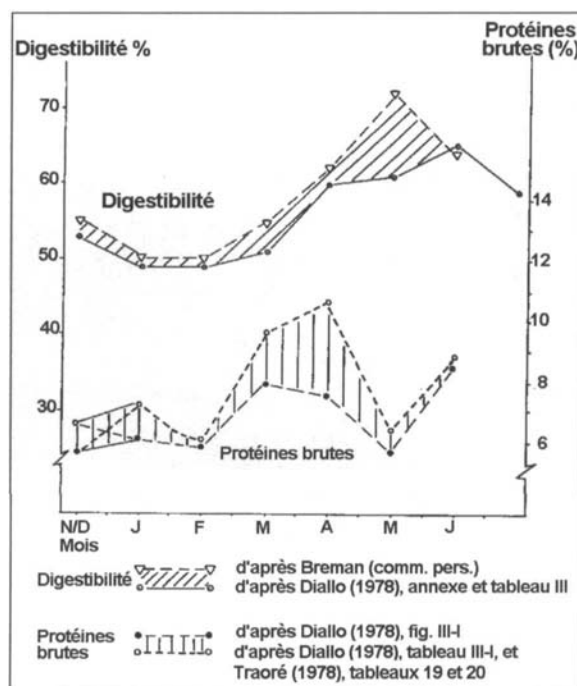


FIG.3.12 Evolution dans le temps des coefficients moyens de digestibilité et de la teneur en protéines brutes dans le delta.

Source: P. de Leeuw et A. Diallo (1983).

Tableau 3.4 Biomasse produite en fin de cycle de croissance par différentes formations des zones inondées (en tonne par ha)

Zone	Formation		Productivité primaire	
			1976	1977
Delta vif	Inondation profonde	<i>Echinochloa stagnina</i>	17	7
	Inondation assez profonde	<i>Oryza longistaminata</i>	5	
		<i>Vetiveria nigritana</i>	8	6
	Inondation moyenne	<i>Eragrostis barteri</i>	4	1
		<i>Andropogon canaliculatus</i>	10	8
	Inondation faible	<i>Panicum anabaptistum</i> <i>Andropogon gayanus</i>	3 5	
Culture	<i>Oryza sativa</i>	3		
Inondation nulle	Togguéré	2		
Delta mort	Dépressions		2-3	2-3
	Plaines	Sud	2	2
		Nord	1	0.6
Sud Mauritanie	Dépressions			1
	Plaines		1.6	1.5

Source: Extrait de l'étude de G. Traoré (1978)





FIG. 3.13 Troupeaux pâturant dans une bourgoutière.  
Photo: A. Rivas (1989).

De façon générale, la quantité du fourrage ligneux est moins importante que celle des herbacées, par contre leur taux d'azote, sont moins fluctuants et toujours plus élevés.

### Capacités de charge

Les résultats de calculs de charges théoriques, en fonction de la progression du troupeau suivi dans l'exploitation des parcours du delta central du Niger montre que le disponible fourrager et les apports de matières azotées digestibles sont très variables selon la saison pour l'ensemble de la biomasse. Ainsi, pour mieux appréhender la situation, il ressort de l'analyse de ces résultats que, si l'on prend comme critère d'évaluation la production animale pendant la période d'exploitation, les meilleurs parcours sont ceux de l'hivernage (juillet, août).

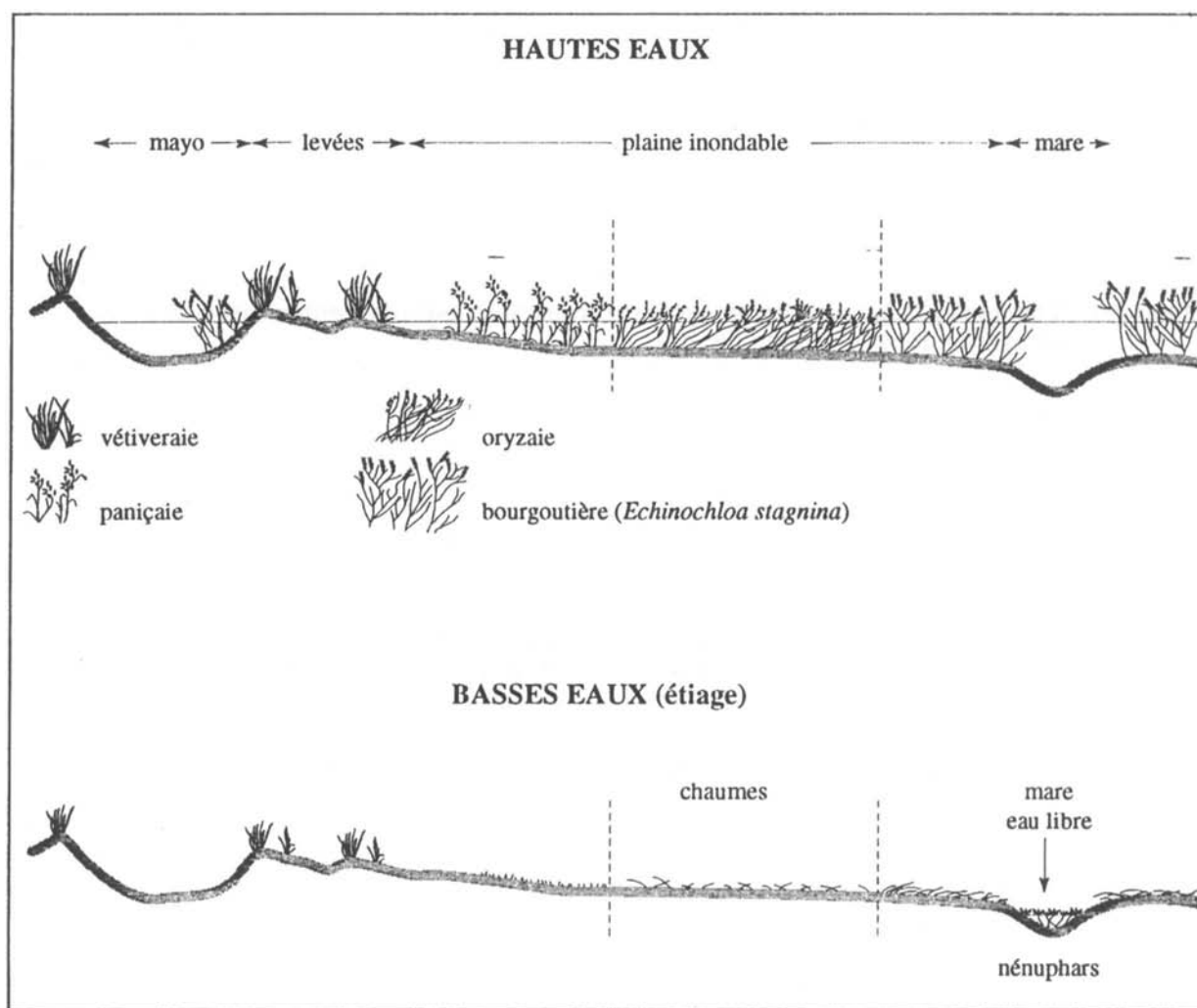


FIG. 3.14 Zones de formations herbacées des plaines d'inondations. Source: C.H. Diakité.

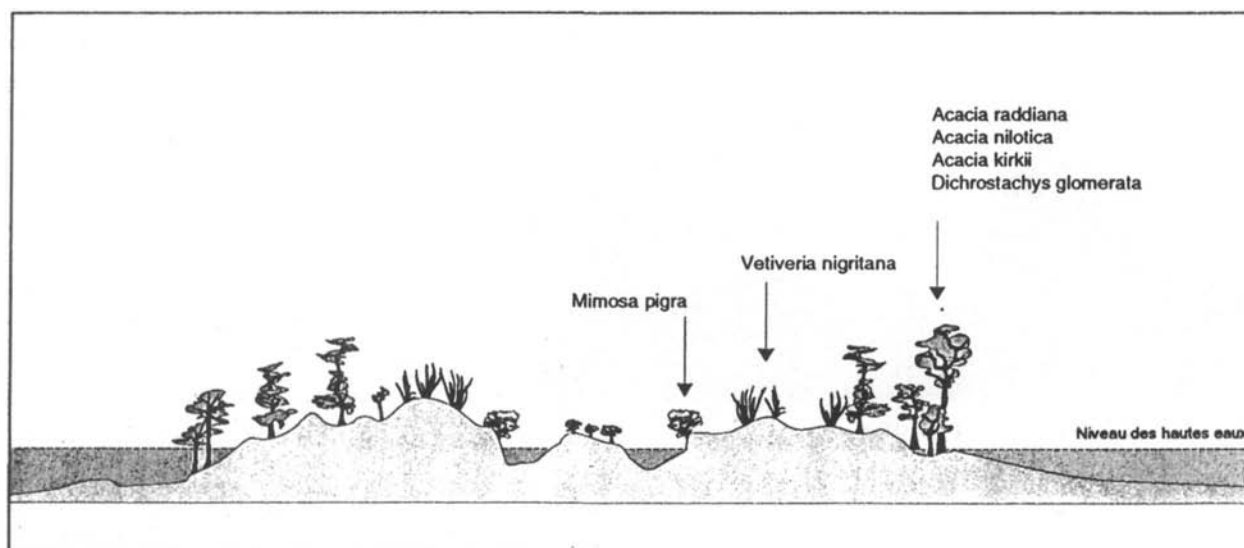


FIG. 3.15 Coupe schématique du Férou Dialoubê dans la région de Tanerejje, Mali. Source: C.H. Diakitè.

### 3.3.5 Ressources agricoles, J. Brouwer

Les plaines d'inondation sahéniennes sont d'une grande importance pour l'agriculture bien que leur superficie soit faible. Ces plaines comprennent à la fois les zones d'inondation des grands fleuves, les lacs, ainsi que les nombreuses mares dépendant des grands fleuves et qui constituent de petites zones inondables, temporaires ou permanentes, dispersées à travers le Sahel. En raison de leur nature éparse, les petites plaines inondables pourraient s'avérer plus difficiles à gérer que les grandes plaines. C'est une raison de plus pour qu'une attention plus grande leur soit accordée dans la mesure où elles couvrent une superficie aussi grande que celle des grandes. Elles reçoivent souvent plus d'éléments nutritifs par ha que les grandes plaines. Par ailleurs, elles peuvent être accessibles à une grande proportion de la population précisément à cause de leur dispersion. Lorsqu'on évalue le potentiel agricole d'une plaine d'inondation, quelle que soit sa superficie, en vue d'une gestion future ou d'une mise en valeur plus importante, on doit essayer de répondre aux questions suivantes en se basant sur les observations faites et sur les informations données par les utilisateurs.

- Quelles activités agricoles sont déjà pratiquées dans la plaine d'inondation dont il est question?
- Quelles liaisons existent avec les activités agricoles menées dans les hautes terres environnantes? En effet les changements survenant dans l'utilisation des unes influencent l'utilisation des autres.
- Combien de temps dure l'inondation des différentes plaines pendant ou après les années sèches, intermédiaires et humides? Qu'en résulte-t-il pour les cultures?
- Comment varie l'utilisation de la plaine d'inondation pour l'agriculture de décrue et l'irrigation individuelle en contre saison, selon les années humides et les années sèches? Les zones humides jouent-elles le rôle de réserve de sécurité? Au Niger, l'utilisation des zones humides pour les cultures de saison sèche a été de plus de 50% supérieure pendant l'année de sécheresse de 1984, que durant les années humides suivantes.
- Dans quelle mesure les variétés de cultures plantées localement dans les zones humides sont-elles spécialement adaptées? Dans quelle mesure leur diversité génétique est-elle conservée en vue d'une utilisation éventuelle en sélection?
- Quelle différence de fertilité existe-t-il entre les plaines d'inondation et les hautes terres? D'une manière générale la fertilité des plaines d'inondation est très élevée, avec une productivité très supérieure à celle des hautes terres avoisinantes.
- Quelle est la qualité alimentaire des productions des plaines d'inondation par rapport à celle des hautes terres environnantes ou des zones à mettre en valeur? Une grande partie des aliments les plus nutritifs est produite dans les plaines d'inondation.



FIG. 3.16 Grenier. Photo: C. Poffet.

- Quelle est le rendement agricole en valeur par hectare des plaines d'inondation par rapport à celui des hautes terres (et par rapport aux nouveaux systèmes de production proposés dans la plaine d'inondation elle-même)?
- Comment le rendement actuel de l'utilisation de la plaine d'inondation en termes de productivité par unité d'eau consommée, se compare-t-elle avec celui de tout autre type d'utilisation proposée? La production alimentaire en termes de protéine et de kilocalories par m<sup>3</sup> d'eau était

supérieure en ce qui concerne le riz irrigué. Cependant les plaines inondables ont permis la production d'aliments beaucoup plus variés. De plus la productivité est semblable pour la méthode traditionnelle et pour le riz irrigué. Et si l'on tient compte du prix de la construction du système d'irrigation, la marge bénéficiaire du riz irrigué devient parfois négative. Les systèmes d'irrigation individuelle avec un contrôle partiel de l'écoulement ont été proposés comme une alternative qui mérite d'être étudiée.

- Quel est le rôle des femmes dans l'exploitation agricole actuelle des zones et dans les autres utilisations futures proposées? Leur accès à la terre, est-il individuel ou collectif?
- Dans quelle mesure les plaines d'inondation, actuellement disponibles pour l'exploitation agricole traditionnelle individuelle, sont-elles susceptibles d'évoluer sans un aménagement des ressources en eau, local ou général, compte tenu du risque de durée de la sécheresse?
- Comment ces changements climatiques pourraient-ils affecter l'exploitation agricole des plaines d'inondation en influençant l'apparition des différents insectes prédateurs et des maladies des récoltes ainsi que celles de l'homme et du bétail?
- Dans quelle mesure les besoins d'exploitation agricole des plaines d'inondation pourraient changer dans le futur, même sans leur mise en valeur à grande échelle? Quelle sera l'évolution de la croissance démographique locale et dans quelle mesure une telle croissance de la population pourrait être égalée par une production agricole accrue dans les hautes terres?

### 3.4 Aspects humains, A. Wade

Le paysage humain du Sahel, à l'image de la plupart des zones arides et semi-arides, est marqué par la mobilité plus ou moins longue de sociétés nomades. Toutefois, malgré les faibles densités qui caractérisent ces modes de vie, on rencontre par endroit des concentrations humaines autour des grandes plaines d'inondation des grands fleuves de la région (Gambie, Sénégal, Niger Yobe et Chari).

Cette population se distingue aussi par une structure très jeune, liée à une croissance naturelle très forte, voisine de 3% par an en moyenne.

#### 3.4.1 Structure des populations

##### Evolution démographique

Durant la période 1980-1992, la population sahénienne a augmenté de 2,8% par an. Si la croissance démographique continue à suivre ce rythme, la population du Sahel aura doublé d'ici 23 ans.

Cette forte croissance de la population est l'une des conséquences de la baisse massive du taux de mortalité depuis 40 ans et du taux inchangé ou en augmentation partielle de la natalité.

En effet, les améliorations hygiéniques et sanitaires, la mise sur pied de programmes pour les soins de santé primaire, la protection accrue des populations contre les grandes maladies endémiques par la vaccination (en particulier pour les enfants), ont rapidement fait baisser le taux de mortalité. La vaste application de programmes d'aide alimentaire a aussi contribué à cette diminution, puisque ces programmes sauvent un grand nombre de personnes de la famine lors des mauvaises récoltes.

Au Sahel, comme partout dans le Tiers-Monde, les taux de natalité dépendent fortement des facteurs culturels et de société. Ils se modifient donc beaucoup plus lentement que les taux de mortalité. La baisse de la mortalité et l'invariabilité des taux élevés de natalité confèrent une structure d'âge très jeune aux populations. Dans la plupart des pays concernés, 45% des personnes ont moins de quinze ans. Cela veut donc dire que presque la moitié des individus vivant au Sahel n'a pas encore atteint l'âge de se reproduire. Même si la natalité devait fortement baisser à court terme (ce qui est peu probable), la population devra doubler au cours des deux prochaines décennies. En effet, le nombre de jeunes femmes qui atteindront l'âge de fécondation sera en effet si élevé qu'il compensera la diminution probable du nombre de naissances par femme. La perspective d'une forte croissance démographique permanente a de lourdes conséquences économiques, sociales et écologiques pour les habitants du Sahel.

### Densité de la population

La densité de la population est faible au Sahel. En 1992, en Gambie, le nombre d'habitants au km<sup>2</sup> s'élevait à 85. De même, au Burkina Faso et au Sénégal, on a recensé respectivement 34 et 38 habitants au km<sup>2</sup>. Dans les quatre autres pays, moins de sept personnes se partageaient un kilomètre carré d'espace vital.

Cependant, comme seule une petite partie de la superficie du Sahel se prête à une exploitation économique et écologique de l'agriculture de subsistance, le rapport nombre d'habitants/superficie cultivée est moins bon que ne le laisse paraître la faible densité démographique. On trouve la plus haute densité de populations au km<sup>2</sup> de terrain cultivable en Mauritanie (633 hab./km<sup>2</sup>). Suivent le Mali (293), et le Burkina Faso (228). Le Sénégal est le seul pays dont la densité de population au km<sup>2</sup> de terrain cultivable est inférieure à 100 hab./km<sup>2</sup>.

La croissance démographique réduira de plus en plus l'espace vital sur sol fertile et la nature ne pourra pas à long terme supporter l'exploitation intensive des ressources. Un processus de destruction de l'environnement débute et impose sa propre dynamique, car les mécanismes traditionnels de la régulation naturelle sont abolis.

### Urbanisation

Tout comme dans les autres régions situées au sud du Sahara, la démographie rapidement croissante et l'appauvrissement rural ont provoqué une urbanisation très rapide au Sahel.

La forte hausse de la démographie urbaine s'explique tout d'abord par un taux de natalité tout aussi élevé que celui des zones rurales. À cela, s'ajoute l'effet néfaste des sécheresses des 25 dernières années sur les terres cultivables. Bon nombre de personnes, des jeunes principalement, ont abandonné leur terre d'origine pour s'établir dans les cités.

Bien que la plupart des émigrés ruraux échouent dans les grandes villes, ces dernières exercent encore une fascination d'où naît l'espérance de meilleures conditions de vie, d'une meilleure formation pour les enfants et d'une ascension sociale facilitée. Pour certaines jeunes personnes, c'est aussi l'occasion de fuir les structures sociales très rigides des sociétés rurales traditionnelles. Lorsque les valeurs ancrées ne sont plus sujettes à la pression de la grande famille qu'est le village natal, elles perdent de leur signification. Commence alors la quête de nouvelles valeurs.

La vie des sociétés rurales du Sahel, qui autrefois était gérée en propre et en relation avec l'environnement naturel, est de plus en plus dépendante des effets d'un équilibre écologique perturbé.

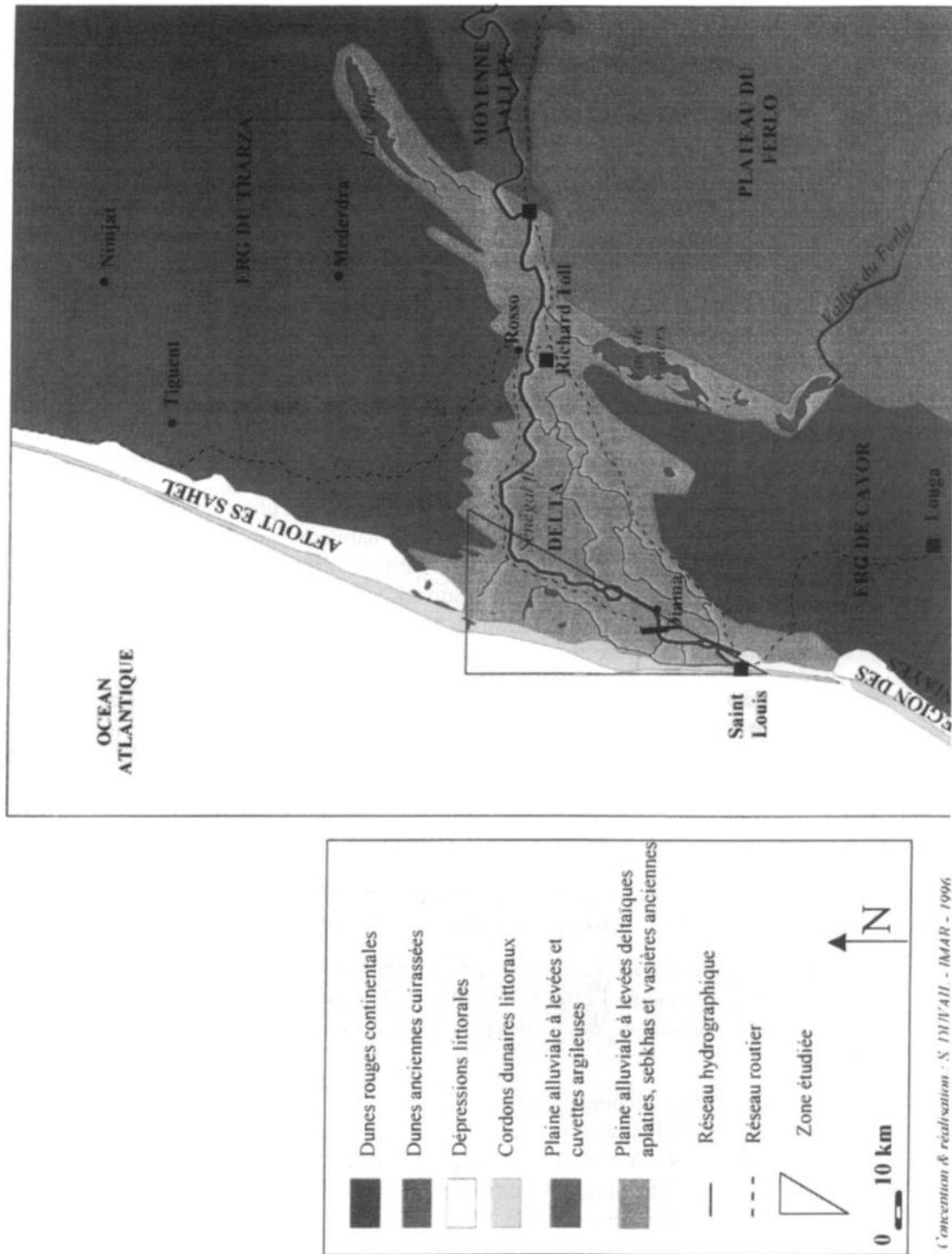


FIG. 3.17 Plan d'ensemble du delta du fleuve Sénégal. Source: S. Duvaïl (1996).

### 3.4.2 Structures sociales

La majeure partie des populations sahéliennes vivent en milieu rural (83% au Burkina Faso), où leur subsistance dépend de l'activité agricole.

Ces populations s'organisaient en sociétés traditionnelles dont le mode de vie nomade ou transhumant, a façonné les caractères les plus profonds du paysage humain de cette région. De la Mauritanie méridionale aux confins du Tchad, les sociétés pastorales ont parcouru les espaces du nord au sud en ne prélevant que ce que pouvait offrir ces contrées aux conditions rudes, quelquefois hostiles.

Les anciens mouvements de population liés au pastoralisme transhumant, sont maintenant fortement réduits:

- Parce que les nomades ne disposent plus que de faibles superficies de parcours de contre saison, du fait de la mise en culture permanente généralisée;
- Parce que les Etats ont tendance à refuser la transhumance des voisins;
- Parce que les servitudes de la grande transhumance sont de moins en moins acceptées par les jeunes bergers;
- Parce qu'enfin on assiste de plus en plus à une diminution du pouvoir traditionnel des populations nomades.

### 3.4.3 Impact sur la santé des populations, M.Y. Lafdal

La vallée du fleuve Sénégal est un exemple particulier, qui permet de montrer l'impact des zones inondables sur la santé des populations. En rive droite de cette vallée un écosystème très particulier s'est développé. En effet, la pérennité de l'eau et sa qualité, représentent à elles seules, la garantie de la survie des populations riveraines ainsi que l'amélioration de leurs conditions de vie.

#### Situation avant barrage

La situation antérieure à la construction du barrage de Diama, se caractérisait par des remontées régulières de l'eau de mer. Ceci était à l'origine de difficultés dans la création de nouveaux périmètres irrigués. En revanche, cette situation d'avant barrage correspondait à l'originalité et à l'équilibre de l'écosystème, notamment dans ses composantes floristiques et faunistiques.

La situation sanitaire de l'époque ne présentait pas de problèmes particuliers par rapport aux autres régions non riveraines du fleuve, à l'exception d'une distribution endémique de la malaria à *Plasmodium malariae* et plus récemment à *Plasmodium falciparum*. Les autres parasitoses (ascaridiose, amibiase, etc.) existaient à des prévalences importantes, tandis que des cas sporadiques d'onchocercose ont été signalés dans le Trarza. En ce qui concerne la santé animale, aucune maladie liée à l'eau n'existait à des taux particulièrement importants.



**FIG. 3.18** La bilharziose est une des maladies couramment contractée par les enfants. Photo: C. Poffet.

#### Après barrage

Les aménagements hydrauliques, notamment la construction depuis une décennie du barrage anti-sel de Diama, ont modifié profondément l'équilibre des écosystèmes et entraîné des impacts très importants sur la santé humaine et animale. Ils ont, entre autres, engendré l'apparition de bilharziose intestinale et la

recrudescence de la bilharziose génito-urinaire, en plus d'un élargissement dans la distribution du paludisme. Aujourd'hui, la vallée du fleuve Sénégal serait la zone où les prévalences de ces maladies sont les plus élevées au monde.

La bilharziose humaine étant une maladie liée aux eaux douces et dont la transmission (facilitée par la promiscuité, l'ignorance et le manque d'hygiène) gagne très rapidement du terrain. Malheureusement, aucune enquête épidémiologique n'a encore concerné les populations ayant comme activité principale la riziculture. Celles-ci, représentent, en toute logique, une catégorie à haut risque. La qualité de l'eau et l'abondance de la végétation, créent en outre des conditions favorables à prolifération des mollusques vecteurs de bilharziose des genres *Bulinus* et *Biomphalaria*. Le maintien à un niveau élevé de la retenue de Diama est largement responsable du développement de la bilharziose.

### Action gouvernementale

Il convient d'abord de signaler l'insuffisance du programme *Santé* prévu dans le cadre de l'OMVS. En effet, il n'existe ni allocations à la recherche sur l'épidémiologie et la prophylaxie, ni monitoring efficace. L'action de cette organisation intergouvernementale se limite à la distribution de Praziquantel dans certaines régions du Trarza et du Brakna.

Devant l'ampleur de ce problème, les pouvoirs publics n'ont pas mis en place des mesures capables de contrecarrer l'épidémie. La Bilharziose ne fait pas partie des priorités du département de la santé. Le secteur étant confronté à d'autres problèmes (séroprévalence au VIH-I, diarrhées saisonnières, choléra, etc.) connaît plusieurs difficultés relatives à l'encadrement et aux produits.

On assisterait aussi à une augmentation spectaculaire des cas de cancer vésical. Ces cas ne seraient autres que des séquelles associées à la phase terminale de bilharziose urinaire. De plus, l'examen de la situation épidémiologique et des mesures prises met au clair le paradoxe de créer un programme national de lutte contre la dracunculose (présente seulement dans le sud de l'Assaba) et ne rien prévoir pour lutter contre la bilharziose. Il faut noter enfin que des distributions de Praziquantel avaient été assurées depuis quelques années par différentes institutions, comprenant des ONG.

### Recherche concertée

Le programme prévisionnel du groupe de recherche pluridisciplinaire sur les zones humides de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Nouakchott (GREZOH) comprend un volet qui concerne tous les aspects liés à la bilharziose. Ces recherches se font grâce à l'appui de UICN Mauritanie et seront exploitées dans la base de données médicales. Ce programme devrait associer le réseau d'Experts en gestion de l'environnement pour la lutte contre les vecteurs (PEEM).

Le programme mis en œuvre concerne principalement les axes suivants:

- La situation épidémiologique actuelle dans le Trarza et le Brakna, région représentative de la vallée du fleuve Sénégal, coté mauritanien;
- Enquêtes parasitologiques, anthropologiques, socio-économiques et malacologiques dans les populations dont l'activité principale est la riziculture irriguée;
- Etude anthropométrique ciblant tous les autres paramètres mis en jeu dans l'occurrence de ces pathologies;
- Enquête malacologique détaillée sur les vecteurs, leur survie dans les eaux douces et leur affinité à la végétation;
- Essais en immuno-sérologie des *Schistosoma*, pouvant mener vers une amélioration de l'antigénicité de ces trématodes;
- Etude de la diversité génétique pouvant expliquer certaines distributions.

On peut se demander, en outre, si des essais concernant l'effet (sur les vecteurs) de l'entrée de l'eau de mer dans la retenue de Diama, en fin de saison sèche, ne seraient pas opportuns. Cette possibilité aurait été prévue par le projet. Ces essais auraient par ailleurs, beaucoup d'intérêt pour étudier le contrôle de la végétation dans le lit du fleuve.

### 3.5 Choix des infrastructures et équipements, J. de Boissezon

L'évolution démographique, la sécheresse et les grands projets ont gravement perturbé l'équilibre fragile d'une grande partie des plaines inondables du Sahel. Il convient de s'interroger sur les choix qui sont à faire pour que, maintenant et à l'avenir, les actions d'aménagement (rendues nécessaires par la poussée démographique ou par la sécheresse), soient à l'origine d'un aménagement durable des zones.

Le *choix des infrastructures* et des équipements compatibles avec une gestion durable nécessite de la part de l'aménageur une *démarche* assez différente de celle qui caractérise malheureusement et habituellement la mise en valeur hydro-agricole. En effet, trop souvent, l'aménagiste chargé de grands projets hydro-agricoles se voit fixé un objectif de production et construit en conséquence, les ouvrages nécessaires. La gestion durable des zones d'inondation est au contraire caractérisée par la prise en compte fine de la manière dont les populations utilisent ces zones et en conçoivent l'aménagement, ainsi que de la façon selon laquelle ce milieu sensible réagit à l'action de l'homme. La gestion durable nécessite que l'ingénieur cherche à valoriser les potentialités de la nature, pour assurer une amélioration et une sécurisation des conditions de vie des hommes.

#### 3.5.1 Principe de gestion

Les principes qui régissent la gestion des aménagements des zones inondables découlent de deux constatations principales:

*D'une part* la richesse de ces zones est liée à l'inondation et à *l'allongement de la saison de végétation* qui résulte de la combinaison de la saison des pluies et de la période d'inondation (il faut noter que l'inondation est souvent suivie d'une période de disponibilité des eaux infiltrées dans le sol et le sous-sol). En outre les zones inondables sont généralement constitués de sols alluviaux à forte potentialité et dont la fertilité est entretenue par les apports des eaux d'inondation. Enfin la superposition des diverses strates du milieu naturel (production agricole, production herbagère, pêche, chasse) potentialise la productivité globale.

*D'autre part* cette conjoncture favorable est tempérée par *l'extrême variabilité* qui caractérise à la fois la saison des pluies et l'inondation.

L'aménagement devra donc *respecter au maximum l'inondation* et conserver la *symbiose entre les diverses activités*. L'aménagement traditionnel dérive de l'appréciation intuitive, mais détaillée, de la combinaison des effets de la saison des pluies, de l'inondation et de l'alimentation des réserves du sol et du sous-sol en eau et en nutriments. Il faut faire de même et ensuite comparer ces disponibilités, aux besoins des diverses spéculations (Fig. 3.19). On peut alors en déduire celles qui sont adaptées au régime hydrique qui prévaut. On peut ensuite, dans certains cas, modifier le régime hydrique, pour augmenter et sécuriser les spéculations les plus utiles.

#### 3.5.2 Application suivant les catégories de zones d'inondation

Ces principes de gestion doivent être pris en compte et adaptés suivant les spécificités des diverses catégorie de zones inondables: Plaines inondables des grands fleuves, lacs et mares d'inondation. Dans ces zones on peut envisager divers types d'aménagement:

- Régularisation générale des inondations par:
  - Création de réservoirs et lâcher de crues artificielles;
  - Limitation de la superficie inondable (endiguement);
- Régularisation locale des inondations grâce à des ouvrages (canaux d'alimentation, digues et vannes ou seuils);
- Amélioration de l'extension et de la productivité des spéculations traditionnelles;
- Irrigation.



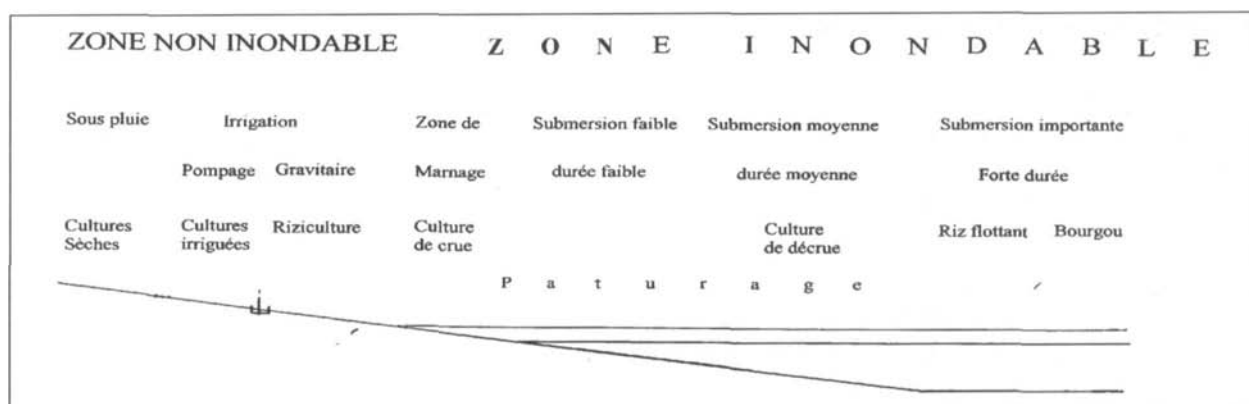


FIG. 3.19 Zonation des plaines d'inondation. Source: J. de Boissezon.

### Régularisation générale des inondations

La régularisation des grands fleuves, par création de réservoirs et lâcher de crues artificielles, n'est généralement prise en compte qu'en complément d'un projet d'aménagement à but multiple du fleuve. Dans de tels projets on peut prévoir la conservation de zones inondables et leur réalimentation. Cela nécessite généralement la limitation de la zone inondable par des endiguements, car la crue artificielle sera généralement plus modeste, que les crues non régularisées.

Ce type d'aménagement des zones d'inondation des grands fleuves perturbe gravement le milieu. Il est associé, en outre, dans l'esprit de la plus part des gens, avec une série de conséquences néfastes, qui sont apparues à l'usage (engorgement des sols, remontée de la nappe phréatique, développement des parasitoses). Un examen détaillé de ces dysfonctionnements montre qu'il est possible de les réduire, soit en adaptant les projets aux objectifs poursuivis, soit en améliorant la gestion et la maintenance.

Dans les cas où la durée et l'extension des inondations sont devenues insuffisantes, l'organisation de crues artificielles, de volume modéré mais situées à la période favorable, peut avoir des effets très bénéfiques, notamment sur le développement de l'ichtyofaune (qui peut ainsi se multiplier plusieurs fois).

### Régularisation locale des inondations

La régularisation locale des inondations a été l'objet de nombreuses réalisations. Au Mali par exemple, le principe de ces aménagements était d'isoler une zone basse en bordure du fleuve (un casier), pour maîtriser l'inondation par des ouvrages appropriés. Le casier ainsi constitué était séparé du fleuve par une digue munie de vannes. L'inondation était admise dans le casier, dès l'arrivée de la crue. Eventuellement, la date d'ouverture et la vitesse de montée des eaux était ajustée, pour obtenir la productivité maximale des spéculations prévues. De même, la vidange pouvait être ajustée en fonction des besoins. Les conditions ainsi obtenues permettaient d'augmenter et de régulariser les productions traditionnelles (riz flottant, riz de décrue, Bourgou). On qualifie ces aménagements de *submersion contrôlée*.

Les difficultés de fonctionnement qui ont été constatées tiennent d'abord à la modification du régime des eaux, due à la sécheresse. L'intrusion de poissons consommateurs des jeunes pousses de riz a été gênante, mais des solutions existent. Des conflits avec les autres usagers du fleuve (pêcheurs et éleveurs), sont intervenus. Les pêcheurs voient leur territoire de pêche diminué. Les éleveurs sont gênés pour l'abreuvement et l'alimentation de leur bétail. Ces difficultés peuvent être résolues si elles sont prises en compte au départ. Les conditions de maîtrise foncière et de maîtrise d'ouvrage de ces aménagements ont influé sur leur évolution. Une enquête systématique concernant l'état actuel de ce type d'aménagement serait intéressante (si elle n'est déjà faite).

En Mauritanie, dans l'une des parties les plus arides du Sahel, une amélioration des conditions d'inondation existait en agriculture traditionnelle. Les agriculteurs augmentaient l'inondation dans des zones favorables (sols profonds, situés dans des zones où des nappes superficielles pouvaient être réalimentées et où la remontée capillaire était suffisante pour permettre des cultures de décrue) en construisant de simples digues en terre. Après la saison des pluies on ouvrait ces digues pour les vidanger. Des digues modernes les

ont remplacé, munies d'ouvrages de vidange. C'est un moyen sûr de cultiver en décrue des zones où la pluviométrie est insuffisante pour assurer les cultures sous pluie. Des aménagements semblables existent dans les Cauri du Nord Niger ou dans les Mayo du Nord Cameroun.

En bref il s'agit d'une amélioration limitée de la productivité et de la régularité des systèmes d'exploitation traditionnels. Les atteintes à l'environnement sont elles aussi limitées.

On constate aussi que, du fait de la sécheresse, ou du fait de la construction des grands ouvrages, les débits d'inondation sont beaucoup plus faibles que ceux qui étaient habituels autrefois. On peut favoriser la submersion par de petits ouvrages semblables à ceux utilisés pour l'aménagement des bas fonds (diguettes établies selon les courbes de niveau, digues filtrantes). On arrive ainsi à ralentir l'écoulement des eaux et à augmenter la superficie couverte par la crue. Comme il est souvent difficile de trouver des pierres dans les zones inondables, on peut incorporer aux ouvrages des fascines végétales et protéger les parements par des plantations. De telles solutions sont développées à l'heure actuelle dans le Parc national du Diawling.

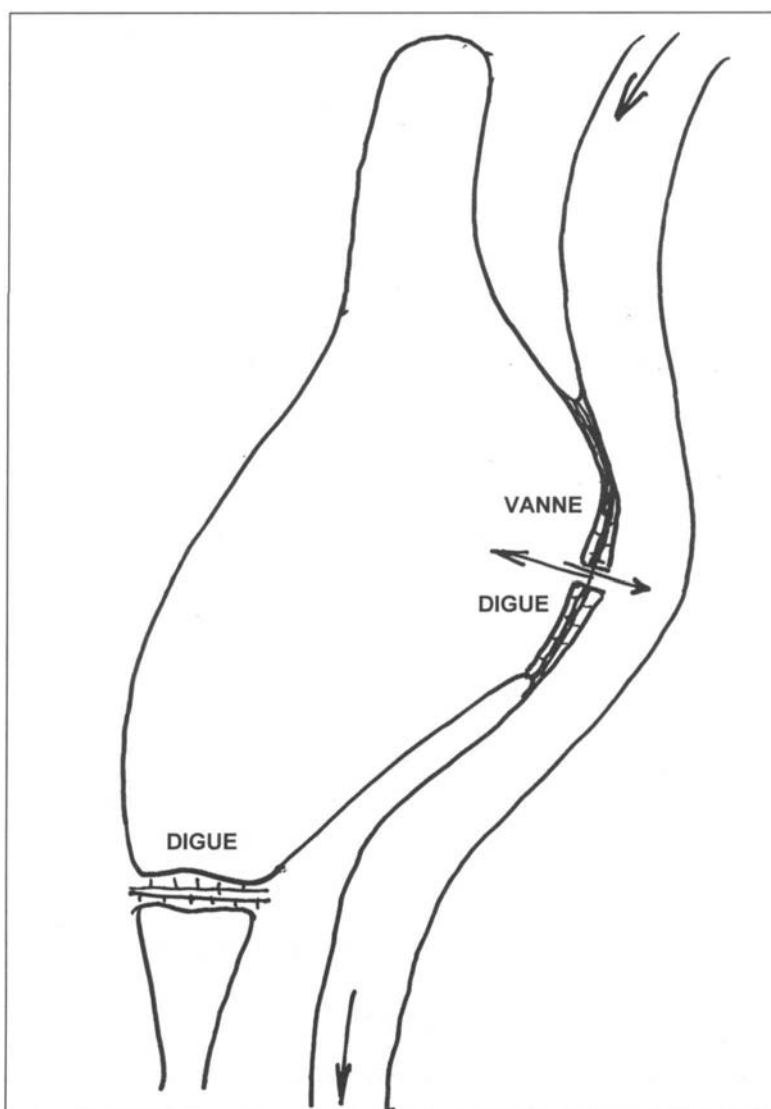


FIG. 3.20 Schéma submersion contrôlée.

Source: J. de Boissezon.

### Amélioration de l'extension et de la productivité des spéculations traditionnelles

Des améliorations des productions des zones inondées ont été tentées, notamment par l'introduction de nouvelles variétés de riz flottant et par la multiplication assistée du Bourgou. Ces expériences devraient faire l'objet d'une enquête comme celle citée ci-dessus. Pour le Bourgou des résultats positifs ont été observés par l'UNSO au lac Fati près de Diré. Ce type d'aménagement paraît opportun car il ne perturbe pas l'équilibre écologique de ces zones inondables et par ce que la production peut être considérablement augmentée. La multiplication du Bourgou a une incidence positive sur la production halieutique. Il reste que, là aussi, les conditions de maîtrise foncière et de maîtrise d'ouvrage sont à adapter.

D'autres spéculations (fourragères, industrielles ou forestières) peuvent faire l'objet de développement. Au parc du Diawling, la gestion des eaux est menée en essayant de faciliter le développement du *Sporobolus* (Techent), utilisé pour la fabrication des nattes. Un inventaire des spéculations susceptibles d'augmenter le revenu des zones inondables est à faire.

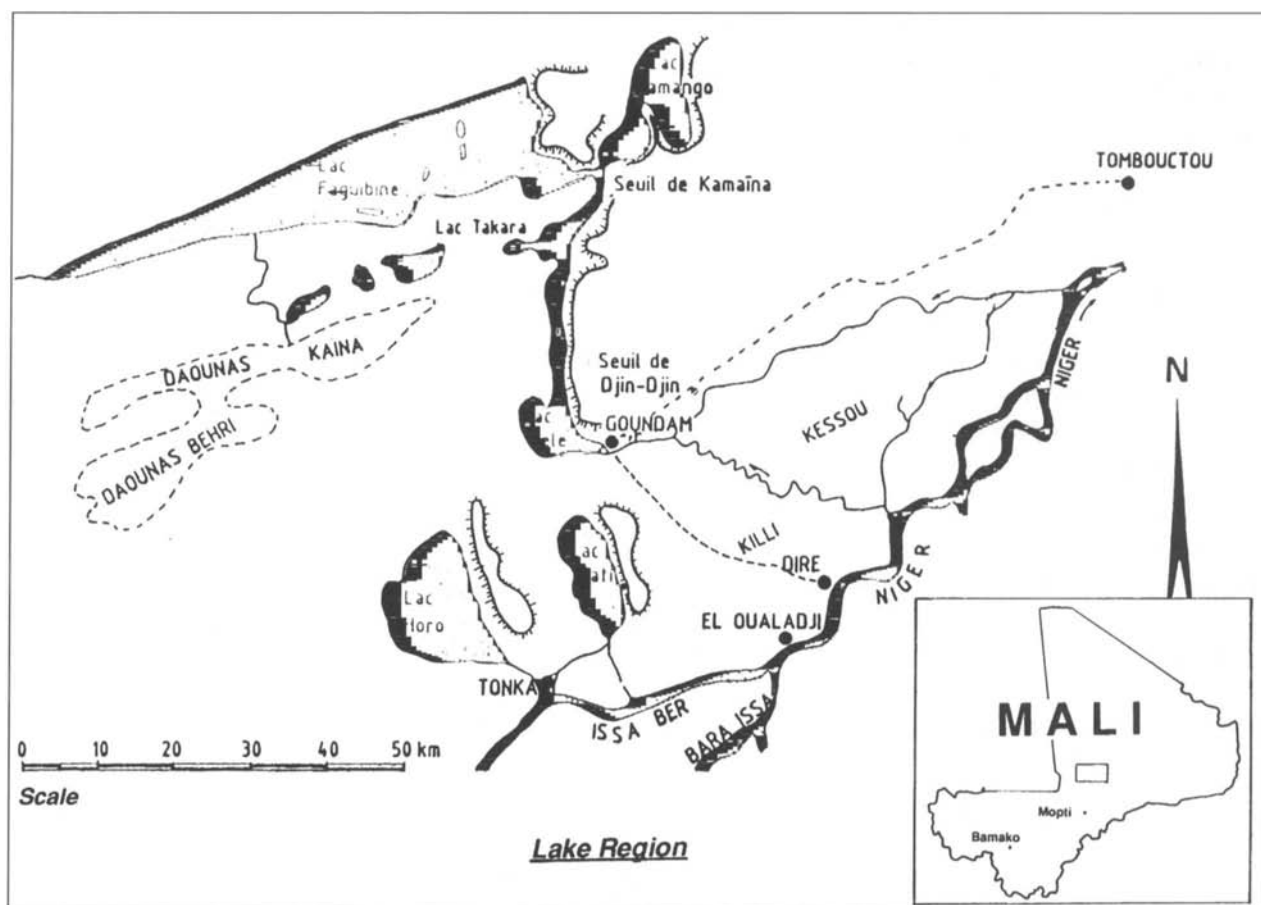


FIG. 3.21 Alimentation du Lac Faguibine. Source: UNSO, série publication technique 2 (1990).

## Lacs et mares d'inondation

### *Alimentation des zones inondables éloignées*

L'aménagement des chenaux d'inondation permet, en principe, d'amener l'inondation plus loin vers les mares et lacs souvent endoréiques, dans lesquels les conditions de production agricole sont les plus efficaces. Dans le fond de ces lacs ou mares, des dépôts argileux constituent des sols fertiles à forte capacité de rétention. A Faguibine (Fig. 3.21), les sols argileux se fissurent largement à la dessiccation. Mais ces sols comportent une grande accumulation de diatomées, qui leur donnent une certaine stabilité structurale (et une densité apparente très faible). Il en résulte que les fissures (profondes et importantes) restent stables pendant le début de l'inondation. L'eau peut ainsi circuler dans le sol jusqu'à plusieurs centaines de mètres au large de la zone d'inondation. Les agriculteurs savent bien utiliser cette particularité.

En période de sécheresse, l'inondation ne couvre que les chenaux et les agriculteurs n'ont plus à leur disposition, pour cultiver, que le lit des chenaux eux-mêmes. Il en résulte que les cultures ainsi faites et les haies qui protègent ces cultures, gênent la propagation de la crue quand elle a lieu. Il y a ainsi un conflit d'intérêt entre les usagers d'amont et d'aval, qu'il faut tenter de résoudre avant tout aménagement.

Depuis la sécheresse, dans le delta intérieur du Niger, on constate que les populations creusent, elles-mêmes, des chenaux dans les berges du fleuve, pour renforcer l'alimentation des mares situées en aval. Ces travaux sont peu importants et mériteraient d'être aidés. Dans des cas semblables on a constaté (dans d'autres régions) que des primes octroyées sur travaux faits, avaient un effet positif et discriminant, permettant la sélection et la réalisation des projets les plus efficaces. Il faut aider les initiatives spontanées qui traduisent un besoin réel ressenti par les utilisateurs.

Certains lacs ne sont pas complètement endoréiques. C'est le cas notamment du Sourou alimenté par le Mouhoun. Avant la sécheresse, il restituait chaque année à la rivière une partie des eaux qui y étaient stockées par la crue. L'aménagement du Sourou oblige maintenant toutes les eaux du Mouhoun à se diriger

vers le Sourou. Les eaux ainsi stockées ne sont envoyées vers l'aval du Mouhoun qu'en fonction d'un programme de lâcher contrôlé à travers les vannes de Leri. Le programme de lâcher reproduit assez bien, dans le Sourou, le cycle ancien des eaux, sans toute fois aller jusqu'à la vidange complète. Les spéculations anciennes, abandonnées à cause de la sécheresse (riz flottant) ont repris.

### **Approfondissement des mares**

Certaines mares endoréiques sont peu profondes et se dessèchent par évaporation assez tôt dans la saison. Il en résulte que les troupeaux nomades ne peuvent utiliser les ressources fourragères voisines. Pour pallier à cet inconvénient on prévoit *l'approfondissement des mares* pour que leur profondeur (supérieure à la hauteur d'évaporation) garantisse la pérennité de la ressource en eau. De telles mares (appelées aussi Boulis) ont été réalisées au Mali et au Burkina Faso. Il ne faut se lancer dans de telles réalisations qu'après concertation avec les éleveurs, car la fourniture des ressources en eau n'est qu'un des problèmes que ceux-ci ont à résoudre. Les Boulis sont utilisés aussi pour les petits arrosages maraîchers.

### **Aménagement hydraulique des espaces protégés**

La diminution des ressources en eau dans certaines plaines inondables protégées (Parcs Naturels, Réserves de chasse ou de vision, Ranch) peut être compensée par la construction d'aménagements hydrauliques tels que mares surcreusées, retenues collinaires et canaux de dérivation. Il convient d'analyser dans le détail les fonctions que doivent remplir ces ouvrages:

- Les mares surcreusées permettent une alimentation en eau de survie, mais risquent d'être infectées par les vecteurs de certains parasites et par la végétation flottante;
- Les lacs collinaires peuvent être équipés pour fournir d'autres services que l'alimentation en eau de la faune:
- Développement de la biomasse sur les berges par un pertuis autorisant un marnage limité du plan d'eau;
- Développement de la biomasse en aval par lâché de débit vers l'aval.
- Développement de la pisciculture grâce à la création d'échelles à poisson.
- La vidange de fond de ces retenues est souvent indispensable pour éviter l'eutrophisation des eaux et l'envahissement par les végétaux flottants.

Ces ouvrages doivent être discrets et dispersés, pour assurer les services qui leur sont demandés, sans altérer le caractère du site. Il doivent faire l'objet d'une gestion dynamique évitant le maintien permanent d'un niveau élevé et reproduisant autant que faire se peut les rythmes hydrauliques naturels.

### **3.5.3 Irrigation des plaines inondables**

L'irrigation des zones inondables a été conçue au départ et de manière technocratique comme une irrigation de grands périmètres en monoculture rizicole. L'investissement a été très élevé. Le fonctionnement de ces grands périmètres a rarement été satisfaisant. Par exemple, les pompes sont trop souvent en panne et les irriguants qui souhaitent toujours plus d'eau engorgent les sols. Dans le même temps des irrigations individuelles prospères se développaient spontanément chaque fois que la disponibilité en eau était assurée. Ces irrigations individuelles ne coûtent rien à l'Etat. Les pompes fonctionnent et les paysans économisent le carburant et donc n'engorgent pas les sols (Figs. 3.22 et 3.23).

#### **Irrigations individuelles**

Les irrigations individuelles sont très répandues, lorsque la nappe phréatique est proche, à proximité des chenaux, des mares et en amont des barrages, autour des Boulis et à proximité des périmètres irrigués. L'exhaure autrefois manuelle, est de plus en plus souvent mécanisée. (L'exhaure manuelle n'est qu'un pis aller. Un homme qui puise l'eau fournit un travail effectif d'un Kwh en une journée. La valorisation de son travail est donc très faible. Son métier de cultivateur lui permet de valoriser bien davantage les cinq à dix kWh d'énergie solaire, que reçoit chaque jour, *chaque mètre carré* de son jardin).

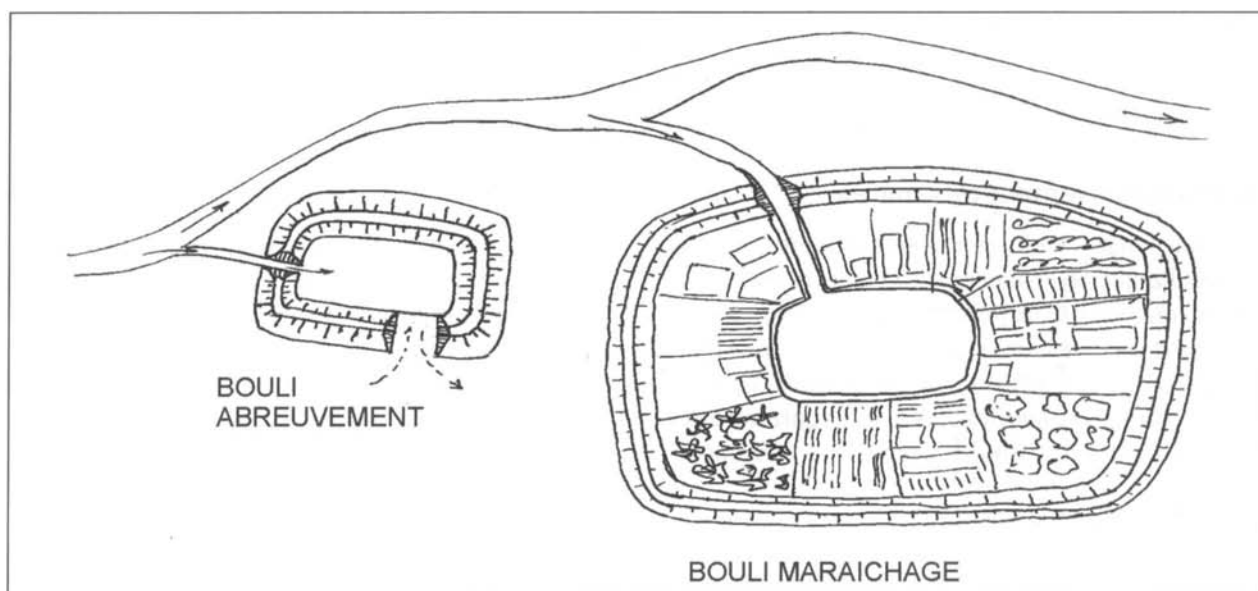


FIG. 3.22 Schéma bouli. Source: J. de Boissezon.

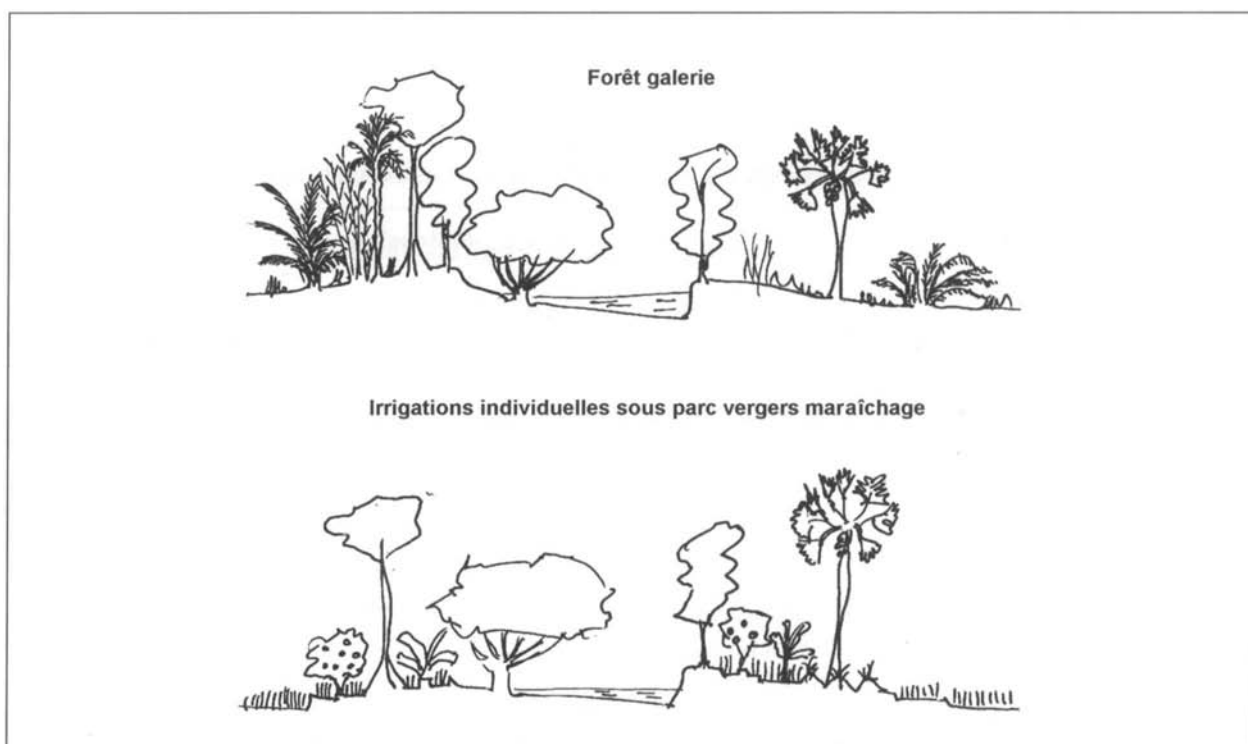


FIG. 3.23 Schéma irrigations localisées. Source: J. de Boissezon.

Ces irrigations individuelles sont très efficaces et économes d'eau. Elles sont à favoriser en priorité par rapport aux aménagements collectifs. Souvent disséminées et réparties le long des zones où l'accès à l'eau est facile, elles sont beaucoup plus diverses que les grands périmètres. Leur impact sur l'environnement est limité. Les irrigations individuelles peuvent reconstituer à côté des rivières une galerie arborée dense et variée composée de végétaux étagés, ce qui compense en partie la destruction, malheureusement trop générale, de la rippisylve. On propose maintenant de procéder à de telles irrigations tout autour des zones inondables ou le long des fleuves et chenaux régularisés. La doctrine pourrait être que la puissance publique se préoccupe seulement de rendre les ressources en eau disponibles à proximité, laissant leur mobilisation à la charge des usagers.

## Irrigations collectives

Il existe aussi (au Burkina Faso par exemple), de petits périmètres irrigués, souvent conçus par les Chinois, qui fonctionnent depuis une trentaine d'années (on peut donc considérer qu'ils sont durables) et dont la productivité est forte. La réussite paraît liée à la simplicité de la conception (on y fait, généralement, une seule récolte de riz pluvial irrigué, il n'y a pas de rotation des arrosages, mais une desserte des parcelles en cascade par exemple) et à la dimension réduite: de l'ordre de la centaine d'hectares.

On peut concevoir aussi des périmètres irrigués de plus grande dimension, où l'on prévoit:

- Une polyculture variée suivant les sols (depuis la riziculture, les céréales, les cultures fourragères, le maraîchage, les cultures industrielles, jusqu'aux fruitiers);
- Un boisement des parcelles en pentes, à topographie irrégulière, aux sols perméables;
- Des plantations d'alignement ou des haies, le long des parcelles ou des voies de circulation;
- Des parties basses laissées à l'état naturel, avec des lagunes dans les zones basses pour la pisciculture ou l'amélioration de la qualité des eaux, ce qui permet l'utilisation d'une partie des eaux en aval;
- Des espaces réservés pour la fabrication du fumier, pour des ateliers d'embouche.

Tous ceux qui ont projeté des périmètres irrigués savent bien qu'il y a toujours des terrains difficiles, voire impossibles, à aménager. Il faut donc utiliser les opportunités qui se présentent pour casser l'uniformité du paysage irrigué. On arrive ainsi à une diversification des sites, des cultures et des activités qui peut assurer, à la fois, une bonne productivité et une bonne durabilité de l'aménagement.

## Organisation socio-économique de l'irrigation

Les relations avec les agriculteurs intéressés doivent être claires:

- Les agriculteurs doivent définir par eux-mêmes leur demande, c'est à dire le programme d'aménagement et les garanties qui leurs sont nécessaires (au plan foncier individuel et collectif, ainsi que pour la compétence et les moyens de leur collectivité);
- L'administration doit seulement contrôler les demandes, autoriser les attributions de subvention et coordonner les projets en fonction de l'intérêt général à long terme (développement durable);
- Une équipe de projet doit rassembler les acteurs de l'aménagement et faire avancer le projet de manière pragmatique, mais rigoureuse.

Les études doivent commencer par un *diagnostic* basé sur des enquêtes agro-socio-économiques détaillées (maîtrise foncière traditionnelle, maîtrise des eaux, maîtrise de l'espace, activités agricoles actuelles, moyens des exploitations en travail, cheptel, matériel, et capitaux). Les solutions techniques envisagées doivent être connues des agriculteurs qui ne peuvent se référer qu'à des modèles connus et voisins.

S'il n'y a aucune initiative individuelle privée d'irrigation dans une région, il vaut mieux favoriser de telles initiatives (par des visites d'installations semblables voisines par exemple), plutôt que de vouloir implanter, à partir de zéro, un projet collectif nouveau. Il convient d'adopter des solutions qui favorisent l'investissement individuel. Il faut aussi que les solutions techniques proposées soient comprises par les agriculteurs afin que ceux-ci soient capables de les maîtriser et donc de les gérer.

Le planning de réalisation doit être réaliste et limiter le préjudice de production des agriculteurs (occupation des terres par l'entreprise pour les travaux, indisponibilité des terres résultant de la lenteur des processus administratifs d'attribution des parcelles). Il est indispensable de prévoir une indemnisation (en nature) et une réinstallation des personnes déplacées par suite des travaux.

Il est nécessaire d'organiser à l'avance la gestion des installations, en prévoyant les redevances d'irrigation à un niveau suffisant (mais acceptable). Une règle simple et générale serait que la redevance de l'irrigation soit de l'ordre du cinquième de la plus value de produit brut liée à l'irrigation. Il faut enfin réagir contre la tendance actuelle qui consiste à ce que l'on reporte sur les irriguants la totalité des charges de

l'irrigation. Dans aucun pays au monde l'agriculture n'est exposée directement et sans aide au lois du marché. Dans certains pays africains on a pris des décisions dans ce sens (détaxation du carburant pour l'irrigation par exemple).

### **3.6 Recherche scientifique, J. M. Ouadba**

Au cœur des zones arides et semi-arides, les plaines d'inondation sahéliennes renferment des ressources importantes, en terme de diversité biologique et de potentialité du milieu. Le rythme des crues saisonnières des grands fleuves a permis dans le passé, aux éleveurs, aux agriculteurs, aux pêcheurs ainsi qu'aux autres utilisateurs des ressources naturelles, de pratiquer des systèmes d'exploitations extensifs et aléatoires, mais durables.

Durant des siècles, les populations qui y sont établies, ont mis au point des règles non conflictuelles de conduite pour la gestion des ressources et pour leur utilisation. Ces modes de gestion, reposant sur des méthodes et du savoir-faire ancestraux, sont aujourd'hui perturbés par l'évolution démographique et économique récente, ainsi que par la péjoration climatique.

La suppression quasi-totale des crues naturelles a entraîné la perte d'une bonne partie de la diversité biologique et des ressources tirées des plaines inondées. Certaines expériences (Sénégal, Nigeria, Tchad) ont montré que la productivité des systèmes d'exploitation traditionnels et la diversité biologique des plaines d'inondation peuvent être restaurées ou réhabilitées, si la crue est rétablie. On constate aussi des différences notables dans la durabilité des systèmes d'exploitations nouveaux des diverses zones inondables.

Il est donc possible de mobiliser la science pour la restauration et la gestion des zones d'inondation anciennes et nouvelles du Sahel. Par ailleurs vu la complexité et la diversité des écosystèmes et aussi des groupes sociaux concernés, il est admis que l'étude et la gestion des plaines d'inondation doivent être un sujet transdisciplinaire et/ou interdisciplinaire.

#### **3.6.1 Recherche scientifique pour le développement**

La recherche scientifique doit avoir pour finalité la mise au point d'outils et de méthodes pratiques permettant une estimation aisée et fiable de l'état de l'écosystème, de la valeur économique et sociale des zones inondables ainsi que leur utilisation multiple et durable. Pour ce faire, les chercheurs auront pour tâches de:

- *Identifier et mobiliser* les disciplines scientifiques fondamentales concernées;
- Evaluer l'intérêt des résultats de la recherche scientifique pour la gestion des plaines d'inondation (*traduction* des résultats en langage clair et accessible par les personnes concernés);
- Cerner de nouveaux domaines scientifiques ou champs thématiques pouvant faciliter la gestion des zones d'inondation.

*Parmi les thèmes principaux* qu'il serait bon de développer on peut citer:

- Suivi hydrobiologique et recherche d'indicateurs biologiques de l'état des écosystèmes;
- Développement de nouvelles méthodologies d'évaluation économique et sociale des écosystèmes naturels;
- Développement de méthodes de restauration des plaines d'inondation, (enquête concernant l'évolution des casiers de submersion contrôlée, les barrages de décrue, les approfondissements de chenaux d'alimentation des mares);
- Développement de méthodes d'amélioration écologique des zones mises en culture de manière durable, (étude du développement des plantes submersibles Bourgo, Techent, par exemple, création de variétés productives de plantes de décrue: Sorgho, Niébé);
- Recherche concernant les espèces forestières tolérant la submersion.

En tout état de cause, la recherche doit être orientée vers la résolution des problèmes concrets liés à des objectifs précis de gestion des zones d'inondation. Elle doit faire appel aux méthodes de recherche/développement et aux méthodes classiques d'inventaires et de collectes propres à chaque discipline

scientifique. Il faudrait associer judicieusement d'autres approches aux fins d'enregistrer les tendances environnementales ou sociales, ou de caractériser les perceptions qu'ont les communautés locales vis à vis des changements sociaux et environnementaux.

On peut ainsi faire appel à des méthodes de recherche participative et de planification par objectif. Elles ont l'avantage d'impliquer dès le départ les populations locales (et les autres intervenants) au processus d'identification, de formulation et de mise en œuvre de recherches finalisées ou de projets quelconques liés à la gestion des plaines d'inondation.

### 3.6.2 Méthodes et savoir-faire locaux

On sait que les communautés riveraines des plaines d'inondation ont accumulé des méthodes et de savoir-faire qui leur ont permis de connaître le fonctionnement du milieu et d'exploiter les ressources disponibles. La nécessité de tenir compte de ces connaissances et pratiques traditionnelles est maintenant reconnue. La recherche concernera donc l'inventaire, l'évaluation et la valorisation des méthodes et de savoir-faire locaux, traditionnels ou récents, dans le domaine de la gestion des plaines d'inondation.

## 3.7 Gestion de l'information, J. Brouwer

### 3.7.1 Outils de gestion de l'information et intégration des données

Toutes ces informations, provenant de diverses disciplines et nécessaires à la gestion des zones inondables, doivent être organisées en une ou plusieurs bases de données de manière à ce que:

- La *saisie des données* sur ordinateur soit aussi facile et aussi bon marché que possible;
- Toutes les *combinaisons de lots de données* soient associées, ou intégrées et analysées aussi facilement et aussi bon marché que possible;
- *Les résultats* de la collecte et de l'analyse des données soient facilement *représentables* sous forme de tableaux, de graphiques et de cartes.

Ces trois phases sont intimement liées et devraient de nos jours être informatisées. Les besoins en équipement informatique dépendront de la taille du projet et des logiciels. Il faudrait veiller à ce que les logiciels choisis pour ces trois phases soient compatibles. Les logiciels nécessaires pour les trois phases sont les suivants:

#### Logiciels de base de données

Ils doivent permettre de combiner des données qualitatives et quantitatives d'une gamme variée de disciplines. Il faut noter que différentes disciplines utilisent souvent différentes unités de valeur pour décrire les mêmes propriétés ou processus. Les types d'unités utilisés doivent être notés avec soin et la possibilité de conversion d'un ensemble d'unités en une autre doit être assurée.

Certaines données devraient pouvoir être utilisées pour classifier, au lieu de décrire uniquement, des propriétés ou des processus spécifiques. Les critères de classification ou les limites des différentes catégories devront être convenus entre toutes les parties concernées et distribués aux personnes intéressées le plus tôt possible. Ils pourront ensuite être introduits dans la base de données.

Il faudrait s'accorder sur la définition des concepts clé, le plus vite possible et les porter à l'attention de toute personne concernée.

Il faudrait également veiller à la compatibilité de la nouvelle base de données avec celles qui existent déjà et qui sont les plus importantes et les plus pertinentes.

Les données collectées devront se rapporter non seulement à la situation actuelle, mais également à celle du passé récent. Les changements et les tendances récents peuvent être indicateurs de changements futurs. Par ailleurs, il devrait y avoir la possibilité d'introduire des projections sur ce qui pourrait arriver dans le *futur, par exemple dans* le domaine des changements démographiques ou climatiques. Les bases de données doivent par conséquent permettre la séparation aussi bien que la combinaison de données se rapportant à différentes périodes.



Certaines données seront très précises, d'autres seront simplement les meilleures estimations possibles. Avant même que les données ne soient enregistrées dans la base de données, elles peuvent être classées selon qu'elles permettent de répondre aux questions posées: de combien de temps date l'information et quelle est sa fiabilité? à quels intervalles est-elle collectée? Quelle est la période couverte? La zone couverte par l'étude a-t-elle été entièrement enquêtée? Et avec quelle précision? Quelle est l'utilité des informations recueillies?

La base de données devrait ainsi permettre d'apprécier la qualité des données et leur représentativité. Il devrait également être possible d'indiquer les changements dans le temps et l'espace en entrant les valeurs moyennes, la distribution et la variation au cours de l'année et entre les années.

Les données doivent être validées avant leur enregistrement. Lors de l'analyse critique, les données ne doivent pas être définitivement éliminées. On devra toujours en garder les traces puisque cette analyse critique peut évoluer et amener à valider certaines données qui avaient été rejetées auparavant.

Toute donnée enregistrée doit avoir une référence: type de documents (livre, rapport, article, carte, microfiche, base de donnée etc.), référence bibliographique complète, lieu où on peut en trouver une copie. On peut alors facilement dresser des listes des sources des données, des sujets, des dates et des zones couvertes par celles-ci.

L'enregistrement des données est souvent très fastidieux et doit de ce fait être aussi simple que possible. Certains progiciels permettent assez facilement d'introduire des contrôles qui vérifient l'entrée des données dans certaines limites bien définies.

Lorsqu'il est nécessaire de recueillir de nouvelles informations, il est souvent plus avantageux de concevoir des fiches de collecte de données en ayant à l'esprit la structure de la base de données.

## **Analyse des données**

Les logiciels d'analyse de données peuvent comprendre des tableurs ainsi que (s'il y a assez de données de base) des modèles économiques d'exploitation agricole, d'écologie, d'hydrologie etc. Ces modèles peuvent être utilisés non seulement pour analyser la situation actuelle, mais aussi pour comparer les changements qui se produisent dans le temps avec ou sans l'intervention de l'homme. L'analyse doit regrouper les facteurs qui s'influencent mutuellement, ou qui sont influencés par un troisième facteur. Il faut également identifier les groupes d'utilisateurs.

## **Présentation des résultats**

Les résultats de la collecte et de l'analyse des données peuvent être présentés sous forme de tableaux, de graphiques et de cartes. Une grande partie des données recueillies seront liées à la situation géographique. Ce type de données sera mieux présenté grâce à l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG). Ce système permet également de combiner des ensembles de données d'origines différentes et représenter les nouveaux ensembles de données en résultant sous forme de cartes séparées. Il est nécessaire de tenir compte de la compatibilité du SIG que l'on veut utiliser avec les bases de données existantes. Par exemple, bon nombre de cartes thématiques et de données de base pourraient avoir déjà été numérisées.

Les logiciels les plus performants sont souvent les plus compliqués à utiliser. Ceci, à son tour, signifie qu'il faut des agents spécialisés parce qu'ils sont trop compliqués pour ceux qui ne les utilisent qu'occasionnellement. Par exemple, Arc-info pourrait s'avérer le meilleur, mais un progiciel plus simple tel que Atlas-gis pourrait peut-être faire aussi l'affaire. La maîtrise de ce genre de progiciel est souvent très mal assurée. Il faut prévoir un personnel compétent, spécialisé et périodiquement recyclé, si l'on veut assurer la bonne utilisation des données assemblées.

### **3.7.2 Accessibilité et diffusion de l'information**

Les plaines d'inondation sont souvent des zones d'une grande complexité dont l'utilisation a des ramifications bien au delà de leurs limites physiques. Pour que les différentes parties aient accès aux mêmes

informations et à une meilleure compréhension des positions les unes des autres, il est essentiel (sauf exception) que les informations disponibles soient accessibles à tous. Toutes les parties doivent être tenues informées des données disponibles, elles devraient recevoir des résumés de ces données.

Il conviendrait également de veiller particulièrement à protéger les programmes de recherche ou les thèses de doctorat parce qu'on a grand besoin des résultats originaux dont on encourage fortement la production et qui, par conséquent, ne devraient pas être publiés immédiatement ou diffusés.

## 4. Mode d'exploitation et de gestion

La gestion durable des plaines inondables suppose une bonne connaissance des systèmes d'exploitation de ces zones. La comparaison entre culture irriguée, culture de crue et de décrue, doit être faite. La pêche et la pisciculture font partie des spéculations très productives de ces zones. L'élevage et la forêt permettent leur valorisation. La gestion des richesses fauniques est aussi un moyen d'aider à la conservation de la biodiversité.

Mais il faut compter aussi avec les dysfonctionnements que l'on doit affronter et qui concernent la lutte contre les espèces animales ou végétales indésirables, la lutte contre les vecteurs des maladies, ainsi que les effets indésirables des traitements ainsi développés.

### 4.1 Agriculture irriguée ou agriculture de crue et de décrue, *H. Sally*

Les options d'utilisation des ressources des plaines d'inondation sahéliennes sont très variées: l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse, la production d'énergie hydroélectrique, les aires de conservation etc. L'agriculture, qu'elle soit irriguée ou pluviale, est le secteur ayant le plus grand impact sur les ressources des plaines d'inondation. La mise en valeur des plaines d'inondation doit concilier les objectifs du développement des différents secteurs avec la préservation du milieu.



**FIG. 4.1** Femmes pêchant dans une rizière, Guinée Bissau.

*Photo: J. Y. Pirot, UICN.*

Il convient donc d'examiner deux options pour le développement de la production agricole, à savoir l'agriculture irriguée, et l'agriculture traditionnelle de crue et de décrue, du point de vue de leurs avantages et leurs inconvénients, ainsi qu'en tenant compte de leurs interactions avec l'environnement. Il ne s'agit pas de privilégier l'irrigation ou l'utilisation de la crue, mais plutôt de montrer la nécessité d'une évaluation soignée des projets d'aménagement des zones inondables dans le contexte général de la gestion intégrée et multi-sectorielle des ressources naturelles. Il apparaît d'ailleurs que les deux options peuvent être choisies simultanément pour s'adapter au mieux aux conditions de chaque site.

#### 4.1.1 Agriculture irriguée

Dans de nombreux pays, la production agricole a augmenté au cours des trente dernières années grâce à la mise en place de périmètres irrigués. Bien que les zones irriguées n'occupent qu'un sixième des superficies cultivées totales au niveau mondial, elles fournissent le tiers de la production vivrière mondiale. Au niveau du continent Africain ce serait moins d'un dixième de la superficie cultivée. Toutefois les possibilités d'expansion des superficies irriguées se réduisent à mesure que les meilleurs sites sont progressivement exploités et que les coûts de mise en valeur des sites restants (moins favorables) sont plus élevés. Le taux de croissance annuelle des superficies irriguées au niveau mondial était de 2,2% au début des années 1970 mais avait baissé à 1% environ dans les années 1980.

En ce qui concerne l'agriculture pluviale, les améliorations ont été moins spectaculaires. Du fait du bas prix des produits agricoles qui ne permettent pas d'acheter des intrants la productivité reste faible. Cette agriculture se pratique d'une manière extensive sur des sols généralement pauvres. Elle est très dépendante des précipitations. Enfin, un paysan qui ne dispose que de terres sèches ne peut espérer qu'une seule récolte par an puisque les précipitations dans le Sahel se concentrent généralement sur une période unique de quatre mois. En revanche, s'il peut également cultiver une zone humide (en plaine d'inondation ou grâce à une submersion contrôlée), la disponibilité en travail, le risque d'échec et le problème connexe de sécurité alimentaire, peuvent être étalés sur une période plus longue.

Pour la période de 1998 à 2025, l'OMS prévoit que l'augmentation de population du continent Africain sera de 250%. La population actuelle de l'Afrique se situe à 500 millions d'habitants et devrait s'élever à 1,250 milliard d'habitants en 2025. La FAO quant à elle prévoit que la superficie nouvelle mise en culture sera limitée à 50 millions d'hectares de cultures pluviales (par suite des gains de productivité) et 10 millions d'hectares irrigués, ce qui correspond approximativement à un doublement de la superficie irriguée à ce jour en Afrique.

Devant l'impératif d'augmenter la production alimentaire pour suivre la croissance démographique, l'évolution vers une agriculture plus intensive et irriguée semble inévitable. Simultanément, planificateurs et décideurs accordent une attention croissante aux questions environnementales liées à l'irrigation.

Par ailleurs l'irrigation doit faire face à une concurrence accrue pour les ressources en eau douce de la part d'autres secteurs tels que l'industrie ou les besoins en eau potable. On considère en effet que les besoins en eau de l'irrigation représentent 88% du total des besoins en Afrique, mais que ce pourcentage est limité à 69% pour l'ensemble du monde. Les besoins en eau de l'industrie ne peuvent qu'augmenter en Afrique. Dans ces circonstances, il est d'autant plus important d'améliorer la productivité de l'eau d'irrigation.

## **Avantages de l'agriculture irriguée**

L'irrigation dans le Sahel se confond dans la plupart des cas avec la riziculture. La consommation de riz a fortement augmenté, principalement du fait de la demande urbaine. Partout on a cherché à garantir la sécurité alimentaire et à atteindre l'autosuffisance nationale, en particulier en ce qui concerne le riz. Dans le même temps, la consommation de légumes a beaucoup augmenté. La demande de semences améliorées se développe. L'irrigation est alors devenue nécessaire pour répondre à ces demandes.

Un système d'irrigation, avec ses ouvrages de mobilisation (barrages, pompage), de transport et de distribution (canaux, conduites) et, enfin, d'évacuation des excédents d'eau (colature, drains), offre une garantie de disponibilité en eau et, par conséquent, une sécurité de production, ce qui différencie l'irrigation de la culture pluviale qui, elle, est plus vulnérable aux aléas climatiques.

La productivité de la riziculture irriguée, avec des rendements de l'ordre de 4.000 à 6.000 kg/ha (de riz) par récolte, est cinq à huit fois plus élevée que celle de l'agriculture pluviale ou de l'agriculture de crue/décru (rendements de 600 à 1.000 kg/ha par an). Le rendement à l'ha mesure ainsi la productivité spatiale de l'irrigation. Le concept de productivité de l'eau (production agricole en fonction du volume d'eau utilisé) serait un indicateur plus pertinent dans des situations comme celle qui prévaut au Sahel, où le facteur limitant est l'eau plutôt que la terre.

Un troisième concept doit être enfin pris en compte: c'est celui de la pression démographique qui est peut-être le fait le plus marquant au Sahel. La pression démographique obligera, à long terme, à cultiver des sols de plus en plus marginaux et entraînera des problèmes d'érosion des sols, de surpâturage et de déforestation. En outre, la disparition de l'agriculture de subsistance dans les zones rurales conduirait à une intensification de l'exode vers les centres urbains. En revanche, l'irrigation accroît la capacité de charge démographique. Il en résulte que l'irrigation permet de stabiliser les populations, d'éliminer la nécessité d'une agriculture itinérante et du défrichement des zones forestières. On réduit ainsi les pressions exercées sur des environnements fragiles.

## Contraintes liées à l'agriculture irriguée

La mise en place d'un système d'irrigation entraîne des modifications de l'environnement. On peut considérer que les interactions avec l'environnement se manifestent essentiellement de deux manières: d'une part les effets du système d'irrigation sur l'environnement, d'autre part les effets de l'environnement sur le système d'irrigation lui-même.

Une mauvaise conception du réseau d'irrigation, absence de drainage adéquat en particulier, et un contrôle insuffisant de l'eau peuvent entraîner un engorgement des sols, une remontée de la nappe et dans certaines conditions, une salinisation des sols.

L'utilisation de l'eau dans un système d'irrigation affectera la quantité, la qualité et la répartition dans le temps des écoulements en aval. La réduction du débit d'un fleuve peut entraîner une diminution de l'étendue des plaines d'inondation et donc une réduction des possibilités pour des activités telles que pêche et céréaliculture de décrue. D'autre part, les eaux de drainage des périmètres irrigués peuvent parfois transporter les résidus des produits chimiques (engrais et pesticides) et représenteraient, de ce fait, une source éventuelle de pollution.

La mise en place d'un système d'irrigation implique habituellement le transfert des ressources (eau et terre) d'un groupe d'utilisateurs à un autre. Mais cela n'est pas obligatoire et pour minimiser la possibilité de friction entre les nouveaux bénéficiaires et les anciens, il faut veiller à ce que les modalités d'accès aux terres et à l'eau soient clairement définies avec l'accord de toutes les parties concernées. Il convient de respecter autant que possible les régimes fonciers existants et les structures sociales traditionnelles tout en donnant aux agriculteurs les garanties notamment foncières qui leur sont nécessaires et que le système traditionnel ne donne pas.

Si la mobilisation des ressources en eau pour l'irrigation nécessite la construction de réservoirs, cela implique parfois le déplacement des populations vivant dans les zones devant être submergées. Elle peut également entraîner la destruction d'habitats pour la faune sauvage, la perte d'espèces végétales ou même la prolifération d'autres espèces. L'irrigation peut aussi contribuer à l'augmentation des maladies transmises par des vecteurs, comme le paludisme et la bilharziose. Il existe donc des effets négatifs des systèmes d'irrigation sur l'environnement.

En sens inverse des modifications intervenant en dehors du système d'irrigation peuvent affecter sa capacité de production. Des changements hydrologiques dans la partie supérieure du bassin versant, peuvent modifier les apports dans les réservoirs de stockage. La déforestation ou la perte de la couverture végétale dans un bassin versant alimentant un réservoir peut conduire au transport par l'eau de particules du sol et à leur dépôt dans le réservoir. Cet envasement non seulement limitera la capacité réelle de stockage du réservoir mais encore réduira sa durée de vie utile. La durée de comblement des retenues au Sahel est toutefois suffisamment longue (supérieure à 100 ans), pour que cette difficulté soit, localement, peu importante. Cela met toutefois en évidence la nécessité de prendre en considération l'ensemble du bassin versant lors de la planification et de la conception des projets d'irrigation.

Enfin, aux contraintes liées à l'agriculture irriguée citées plus haut, il convient d'ajouter son coût d'investissement élevé, très souvent accompagné par des insuffisances au niveau de l'entretien des infrastructures et l'inefficacité, dont ont parfois fait preuve, des organismes chargés de leur gestion. L'ensemble de ces facteurs a conduit, dans le passé, en Afrique, à des performances médiocres et à la non réalisation des résultats escomptés. Mais cela n'est pas une fatalité et les moyens nécessaires à la mise en place d'une agriculture irriguée efficace se mettent en place progressivement.

### 4.1.2 Agriculture de crue et de décrue

L'agriculture de crue et de décrue, où les populations locales tirent profit de la montée et la descente du plan d'eau dans des plaines d'inondation, est l'une des techniques traditionnelles de maîtrise de l'eau. La culture de crue est, presque exclusivement, le riz qui est semé et grandit d'abord sous pluie, et qui se développe ensuite avec l'inondation. Pour ce qui concerne l'agriculture de décrue, la culture est généralement le sorgho (Mouskouari au Tchad et au Nord Cameroun) et on plante des graines ou de jeunes pousses dans le sol encore humide, au moment de la décrue. Le développement des plantes se fait grâce à l'humidité résiduelle du sol et du sous-sol mobilisée par la remontée capillaire.

## **Avantages de l'agriculture de crue et de décrue**

L'agriculture de crue et de décrue fait partie d'un système de production qui est en harmonie avec le système naturel et qui tend à maintenir les valeurs socioculturelles traditionnelles. Ce type d'agriculture n'exige pas de consommation d'énergie, ni d'intrants importés (la fertilité se renouvelle grâce aux apports des inondations) et, par conséquent, entraîne des faibles coûts de production. Les techniques employées sont à la fois simples et connues des populations locales. Les coûts d'investissement sont faibles. Les productions de l'agriculture de crue et de décrue viennent compléter les récoltes des cultures pluviales, et constituent une sécurité alimentaire supplémentaire.

## **Désavantages de l'agriculture de crue et de décrue**

Il n'y a aucune maîtrise de l'eau. Les vitesses de montée et de descente du plan d'eau sont incontrôlées. Si la crue est trop précoce ou trop forte, elle risque de noyer les jeunes pousses. Il est aussi possible que la crue soit trop faible ou de courte durée. Dans ce cas la totalité des superficies ne pourraient pas être exploitées. Parfois, des ouvrages vannés peuvent être envisagés en vue de régler le plan d'eau (submersion contrôlée). Mais il se posera tout naturellement des questions liées aux coûts de l'investissement et à la gestion.

Les rendements obtenus tant en culture de crue qu'en culture de décrue, sont relativement faibles: 600 à 1200 kg/ha, sur une faible partie des plaines inondables. La sécurité de production en culture de crue et de décrue est moindre qu'en agriculture irriguée. La pratique de la culture de décrue offre cependant une meilleure garantie que la culture pluviale. Mais ce n'est pas pour autant que la culture de décrue est à l'abri des aléas climatiques.

L'agriculture de crue et de décrue s'insère dans un système complexe d'utilisation à d'autres fins des zones inondables (développement de plantes fourragères, ou industrielles, pêche, chasse, foresterie, pacage) et si certaines de ces activités sont compatibles, d'autres (voir étude de cas du Diawling ou du Waza Logone) peuvent être à l'origine de conflits.

### **4.1.3 Conclusion**

L'irrigation permet d'intensifier et de sécuriser l'agriculture, donc d'éviter les cultures itinérantes et le déboisement des zones forestières. L'irrigation permet aussi d'améliorer la capacité de charge démographique (des densités de 200 à 1.000 hab./km<sup>2</sup> sont possibles en irrigué contre 10 à 20 hab./km<sup>2</sup> en cultures de crue et de décrue (voir l'exemple de Waza Logone au chapitre 8)). Les périmètres irrigués deviennent souvent des zones d'immigration et réduisent l'exode rural. Ils font toutefois également l'objet de critiques en raison des effets négatifs qu'ils ont parfois sur l'environnement et sur la santé humaine.

Après la vogue des irrigations de l'époque des indépendances, l'opinion se focalise maintenant sur les aspects négatifs de ce type d'aménagement. Pourtant, une reconnaissance explicite des impacts négatifs et positifs pourrait conduire à une analyse objective du problème et à une évaluation des différentes stratégies de développement tout en comparant les avantages directs et indirects attendus de chacune d'elles, ainsi que des éventuelles menaces pour l'environnement.

Il est de bon ton de dire qu'il faut veiller à impliquer tous les principaux acteurs (et en premier lieu les populations rurales) dans l'élaboration et la mise en œuvre de tout projet de développement des plaines d'inondation. Plus simplement il faut seulement aider les populations utilisatrices à trouver des systèmes d'exploitation de ces zones, qui tout en respectant le milieu, augmentent la production et la garantie de celle-ci. Il faut ensuite que ce soit ces populations qui aient l'initiative et la maîtrise de l'aménagement qu'elles ont conçu.

Cela permet non seulement de tenir compte de leurs préoccupations mais aussi de tirer parti de leurs connaissances et de leur expérience de l'environnement local. Il sera ainsi possible d'aborder à un stade relativement initial les éventuels conflits d'intérêt entre différents groupes d'acteurs. Les populations rurales, les femmes en particulier, devraient être à la base du processus de prise de décision dès les premiers stades de planification.

## 4.2 La pêche, *P. S. Dioufet J. Quensière*

### 4.2.1 Mode d'exploitation et de gestion de la pêche en zone inondée

Dans la région Sahélienne, la pêche fluviale se différencie des autres secteurs productifs par quelques particularités remarquables:

- C'est tout d'abord une activité très ancienne dont les premières traces connues dans la région remontent à plus de 5000 ans. Fortement intégré au tissu social et productif des régions où elle s'est maintenue, la pêche a souvent conservé un mode d'organisation directement issu de la tradition, de la culture et du savoir-faire des sociétés de pêcheurs sahéliens.
- Malgré les premières atteintes de la sécheresse, les pêcheurs du bassin conventionnel du Lac Tchad produisaient plus de 100.000 tonnes de poisson frais par an vers la fin des années 70. Des quantités supérieures sont produites dans le Delta Central du Niger les années de crues moyennes. Par les revenus, les emplois et les ressources alimentaires qu'elle procure, la pêche est une source importante de richesse pour les pays qui ont la chance de posséder de vastes zones d'inondations.

Malgré cela, c'est un secteur largement méconnu. Peu d'études ont été effectuées par le passé sur la pêche et ses ressources et très rares sont les collectes de statistiques qui permettraient d'en préciser l'importance et d'en suivre l'évolution.

La richesse halieutique des fleuves dépend étroitement de la préservation des zones d'inondations dont la richesse trophique et la diversité écologique permettent le maintien d'une faune ichtyologique abondante et diversifiée. Les fleuves sahéliens sont dotés de nombreuses plaines d'inondations et c'est au voisinage des plus grandes d'entre elles que se situent les principales zones de pêche (le Sud au Soudan, le Salamat au Tchad, les Yaérés au Cameroun, le Delta Central du Niger au Mali) mais la multiplication des aménagements hydro-agricoles et hydroélectriques constitue une menace de plus en plus forte pour la pérennité de l'activité halieutique au Sahel.

### Les pêcheurs

Dans la région sahélienne, rares sont ceux qui, résidant à proximité des fleuves et de leurs plaines d'inondation, ne pêchent jamais. Néanmoins, il convient de distinguer parmi tout ceux qui peu ou prou capturent du poisson, les pêcheurs occasionnels, de ceux qui ont fait de la pêche une activité professionnelle à part entière. La différenciation entre professionnels et occasionnels, autrefois statutaire, s'établit aujourd'hui sur la base de l'investissement productif (capital et temps de travail) consenti à l'activité halieutique. Qu'ils pratiquent à des moments particuliers du cycle hydrologique (pêches de mares) ou de temps à autre pour améliorer l'ordinaire, les pêcheurs occasionnels (agriculteurs, artisans, voire éleveurs) sont peu outillés (paniers de capture, petits filets ou petites nasses) et destinent le poisson qu'ils produisent à leur propre consommation.

A l'opposé, ceux qui pratiquent la pêche en tant qu'activité professionnelle principale, voire exclusive visent la production maximale de surplus commercialisables, sont dotés de panoplies beaucoup plus coûteuses et possèdent une, ou plusieurs embarcations. En effet, le cycle hydrologique contrasté des fleuves sahéliens induit une variabilité saisonnière des abondances de poissons entre les différents milieux fluviaux. Cette mobilité du poisson contraint ceux qui vivent de la pêche à effectuer des déplacements dont l'ampleur varie en fonction des bassins fluviaux, des conditions hydrologiques et des stratégies d'exploitations.

Entre les deux stratégies extrêmes qui caractérisent pêcheurs occasionnels et pêcheurs exclusifs on distingue un troisième type de pêcheurs, que l'on peut qualifier de professionnels sédentaires. Du fait de la variabilité d'abondance saisonnière du poisson, la pêche pour les sédentaires ne peut constituer une activité principale que pendant quelques mois. Les revenus ainsi obtenus doivent donc être complétés par d'autres activités (agriculture et maraîchage, mais aussi transport, maçonnerie, fabrication de pirogues).

Le plus souvent dans la zone sahélienne, l'appartenance à l'une ou l'autre de ces catégories relevait d'une différenciation historique entre groupes. Les pêcheurs professionnels, sédentaires ou migrants, ressortent

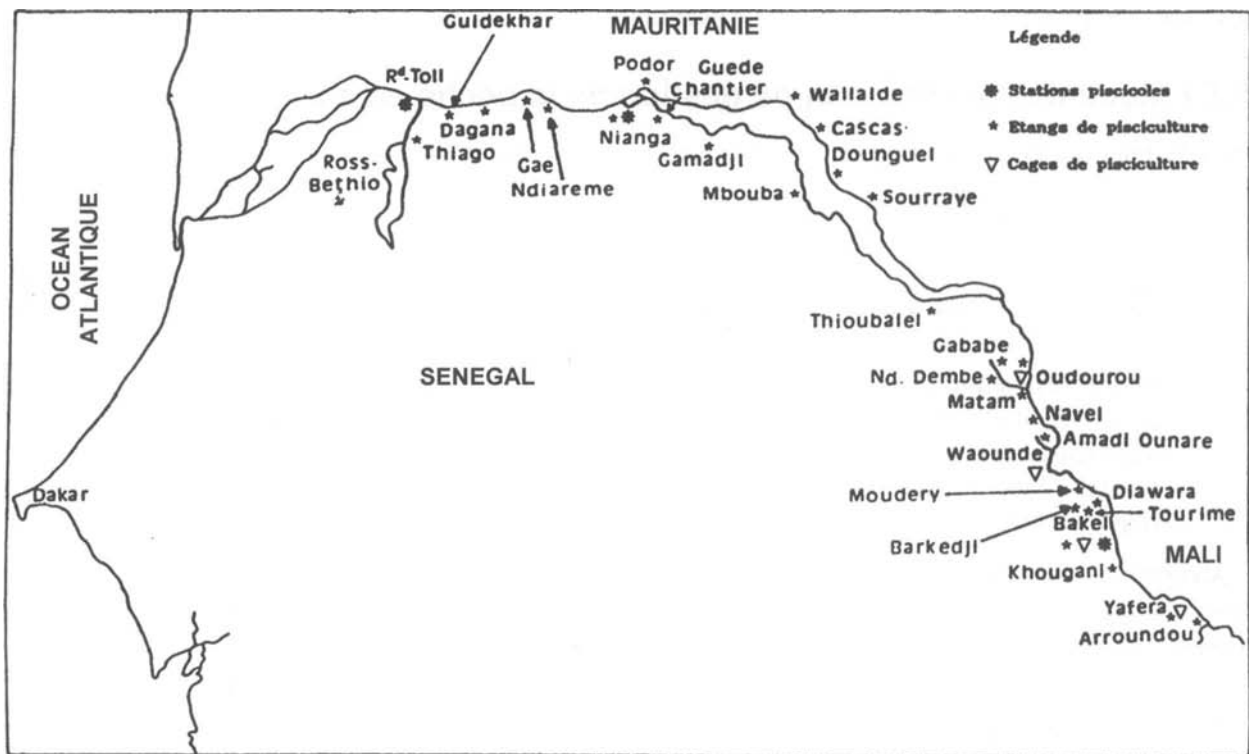


FIG.4.2 Localisation des stations piscicoles, des étangs et des cages d'élevage le long du fleuve Sénégal.

Source: UICN (1993).

initialement de groupes revendiquant le statut de pêcheur comme caractéristique identitaire tels que les kotoko du système Chari-Logone, les cubalo du fleuve Sénégal, les bozo ou les somono du fleuve Niger.

Aujourd'hui l'exercice de la pêche ne nécessite plus une appartenance sociale particulière. Il n'en demeure pas moins que les règles d'accès et de partage que ces groupes ont élaborées participent encore, et souvent pour une part importante à la structuration du secteur. Ces pratiques traditionnelles, le plus souvent mal connues et mal comprises, sont encore largement combattues par les services administratifs en charge des pêches qui tentent de leur substituer des formes de gestion centralisées peu efficaces, parce que peu adaptées aux conditions réelles de production.

## Les engins

L'ancienneté des pratiques de pêche dans la région sahélienne transparaît dans leur étonnante richesse technologique. Pratiquement toutes les catégories d'appareils sont connues des pêcheurs sahéliens depuis les engins de jet (foënes, harpons, à fer fixe ou mobile) jusqu'aux pêcheries fixes (barrages, concentrateurs à poissons, chambres de captures...) en passant par les paniers de pêche à pied, les nasses petites ou grandes (certaines dépassent 2m de diamètre), les lignes, les filets montés (filets à deux mains, haveneaux, carrelets...), les filets lancés, poussés, encerclants, maillants...

Cette richesse technologique ne s'explique pas seulement par l'ancienneté des pratiques halieutiques mais aussi par l'inventivité des pêcheurs et leur connaissance approfondie des poissons. La recherche permanente de l'innovation est une caractéristique des grandes pêcheries continentales. Elle participe de l'effort que les sociétés de pêcheurs développent pour s'adapter aux changements de leurs environnements écologiques et sociaux. Ainsi, l'utilisation croissante à partir des années trente de produits manufacturés d'importation (fils de coton, hameçons, lests en plomb, nylon, nappes de filet, modèles d'embarcation, moteurs...) ne peut être comprise sans une large prise en compte d'un ensemble de facteurs monétaires, commerciaux, sociaux, réglementaires et climatiques qui ont profondément modifié les conditions de production et qui ont conduit le monde des pêcheurs sahéliens d'une part à l'intensification de la production de surplus commercialisable



et d'autre part à une individualisation croissante des modes de pêche. Alors qu'au début du siècle, l'essentiel des captures s'effectuait lors de pêches collectives, elles résultent aujourd'hui de l'utilisation d'engins individuels tels que les lignes, les éperviers et les filets maillants.

### Le calendrier de pêche

La diversité des engins et des pratiques s'explique par la variété des conditions d'exploitation que les pêcheurs rencontrent tout au long du cycle hydrologique. De cette alternance annuelle de hautes et de basses eaux résultent des calendriers de pêche très comparables d'une région productive à l'autre. Calendriers identifiés par les pêcheurs eux-mêmes en quatre saisons différenciées: la crue, les hautes eaux, la décrue et l'étiage.

La *montée des eaux* est des quatre saisons la moins favorable à la pêche. Les stocks de poissons, amoindris par une longue période d'étiage sont *dilués* dans une masse d'eau de plus en plus grande. Les filets dormants utilisés précédemment vibrent dans le courant et ne sont plus pêchants. Dans le delta du Chari on les remplace par des filets dérivants, qui exigent davantage de travail pour des prises moindres, sauf lors de migration de géniteurs vers les Yaérés du Nord Cameroun, telles les migrations de *makalélé* (*Schilbe mystus*). Pendant la montée des eaux on utilise aussi de petites nasses ou des palangres placées en bordure des fleuves ou dans les herbiers, matériel peu coûteux et ne nécessitant que peu de temps de travail. La période de crue est en effet celle de la préparation des cultures (labours, semis, désherbages) pour tous les pêcheurs agriculteurs, ou encore la période de préparation des migrations pour les pêcheurs exclusifs.

Les *hautes eaux* ne sont pas non plus très favorables aux captures. L'inondation des plaines rend la pêche possible partout, mais les gains sont faibles. On exploite alors les mouvements des poissons autour des zones inondées en plaçant des engins dans les marigots, les drains ou dans le fleuve à proximité des ouvertures de berge, lieux où les prédateurs se concentrent pour exploiter les entrées et sorties des poissons de la plaine. En revanche on ne pêche pas ou peu dans la plaine elle-même. Le poisson y est très dispersé et peu vulnérable aux engins. En outre les déplacements y sont souvent laborieux. Les rendements sont meilleurs qu'à la crue, mais pas suffisants pour détourner ceux qui pratiquent également l'agriculture des tâches de sarclage et d'entretien des cultures. A certains endroits, comme dans la moyenne vallée du Sénégal, la pêche de hautes eaux peut être interdite pour épargner les reproducteurs qui pénètrent dans les cuvettes d'inondation.

La *décrue* est la période de pêche par excellence. C'est la période où les poissons, chassés des plaines par les premiers signes de la décrue se concentrent dans les drains naturels ou artificiels pour regagner les milieux permanents. Les barrages constituent la famille de techniques la plus utilisée à cette période: barrages de branchages pour concentrer le poisson pêché au *boulou* (haveneau) sur l'El Beïd, drain nord des Yaérés; barrage de nasses rectangulaires et jointives (grand durankoro) ou de grandes nasses diéné dans le Delta Central du Niger; barrages de claies avec chambres de captures (Logone) ou rectangulaires (Logomatia); barrage de filets pour contenir le poisson (région de Korientzé dans le Delta Central) ou pour le mailler (vallée moyenne du Sénégal). Les lieux cités ici ne sont que des exemples car pratiquement toutes les formes de barrage sont connues partout dans la zone sahélienne, les

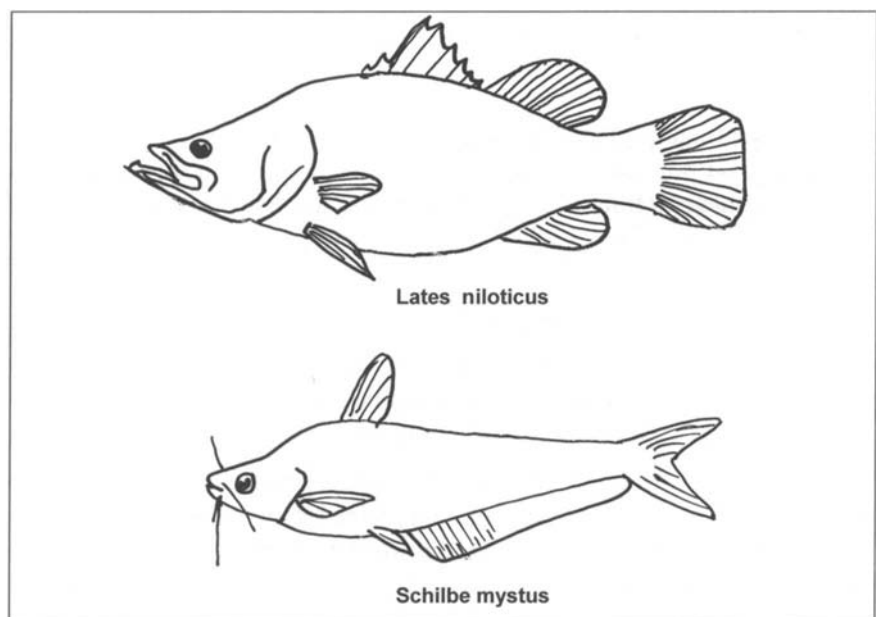


FIG. 4.3 Croquis capitaine et *Schilbe mystus*. Source: J. de Boissezon.

préférences à tel ou tel endroit étant tout à la fois liées à la culture, aux autorisations traditionnelles, à l'importance de la crue, à la conformation des lieux. Toutes ces techniques pouvaient être observées simultanément lors de la grande pêche collective de Logone Ghana, événement annuel du monde halieutique tchadien qui marquait la levée des défenses des pêches de décrue sur la plaine entre Logone et Chari.

Outre les barrages, les filets maillants, les nasses, il convient de citer ici l'usage des haveneaux qui, lors des fortes crues est pratiqué dans toute la région sahélienne: *boulou* du Nord Cameroun, *swanya* et *ganga* du Delta Central, *verty* du Sénégal. Il s'agit de simples pêches à pied ou de pêches associées à des barrages, ou encore à des déversoirs aménagés par les pêcheurs. Les années de bonne crue les rendements des pêches de décrue peuvent être considérables, tout particulièrement dans les grands systèmes d'inondation. Les années de mauvaise crue, la pêche peut entrer en concurrence avec les récoltes dans les stratégies productives des ménages de pêcheurs qui doivent alors choisir entre les revenus de la pêche et la sécurité alimentaire qu'apportent les cultures.

La *période d'étiage* est également une période d'activité halieutique intense. La diminution du volume des eaux provoque la concentration des poissons et accroît leur vulnérabilité aux engins de pêche. Le début de l'étiage est également la période des mises en défenses. Les réserves sont des zones d'eau profondes connues et répertoriées par les pêcheurs où les poissons viennent se concentrer aux basses eaux: des fosses (Delta Central) ou *luggéré* (Sénégal). La levée des défenses, soigneusement étagée dans le temps, s'effectue en fin d'étiage. Elle conduit à des pêches collectives au cours desquelles chaque maîtrise invite les pêcheurs des maîtrises voisines qui rendront l'invitation au moment de la levée de leurs propres défenses. Ces pêches collectives mobilisent, selon les milieux, des techniques plus ou moins variées où les classiques filets maillants cohabitent avec des engins à main utilisés depuis la rive (paniers, épervier) dans l'eau ou en plongée (filets à deux mains, harpons courts...). Cette période d'étiage est également celle de l'usage plus intensif des milieux permanents associés aux zones d'inondations qui offrent alors aux poissons des conditions de survie meilleures que les milieux fluviaux: pêches de mares en début d'étiage, pêches de milieux lacustres (lac Tchad, lac de Maga au Nord Cameroun), ou de milieux semi-lacustres (lacs Débo et Walado du Delta Central).

## Les modes de transformation

### Le séchage

Le séchage du poisson a longtemps été la seule méthode de conservation utilisée dans la région sahélienne. Seules certaines espèces sont adaptées à ce mode de transformation: *Alestes*, *Hydrocynus*, *Citharinus*, *Schilbe*, *Mormyridae*... Les poissons ouverts et éviscérés sont soumis à l'action du soleil sur des claies, souvent après avoir subi une étape de fermentation qui en améliore les qualités gustatives. Une fois secs, les poissons, qui ont perdu les trois quarts de leur poids, sont stockés dans des sacs ou des paniers pour être conduits sur les lieux de vente. Le séchage est une technique lente et coûteuse en temps de préparation, difficile, voire impossible, pendant l'hivernage. Elle est également source de pertes importantes, par effritement du poisson lors du transport, mais également du fait de l'attaque des insectes, qui conduisent certains pêcheurs à traiter leur production par des insecticides non toxiques.

### Le fumage

Le fumage du poisson est une technique relativement récente qui s'est développée dans les années quarante à cinquante lorsque la production de surplus a autorisé l'extension du réseau de commercialisation des grandes pêcheries. Il s'agissait alors de satisfaire les goûts d'une clientèle étrangère: Centre Afrique pour les poissons du bassin tchadien; Ghana pour les poissons du Delta Central.

Le fumage est encore très largement opéré à partir de fours rudimentaires. Le poisson est fumé entier ou découpé en morceaux selon sa taille. En pleine saison de pêche le fumage est souvent sommaire et ne garantit qu'imparfaitement la conservation du produit. Comme pour le séchage, il existe des espèces privilégiées pour ce mode de conservation: *Labeo*, *Clariidae*, *Bagridae*, *Mochocidae*.

### **Autres techniques de transformation**

Le brûlage est une technique de fumage rapide pratiquée pour les petits poissons. Ils sont placés sur un lit de paille ou d'herbe sèche auquel on met le feu.

L'huile de certains poissons est appréciée. Elle est extraite en portant à ébullition des poissons entiers ou des morceaux de poisson.

Le salage du poisson, malgré différents plans de vulgarisation, ne s'est jamais développé dans la région sahélienne car les produits ainsi obtenus ne correspondent pas aux goûts des consommateurs.

La vente en frais est longtemps restée confidentielle. La fragilité des produits de la pêche et la température élevée qui règne la majeure partie de l'année dans le Sahel, exigent une commercialisation très rapide ou un stockage sous glace, indisponibles dans les villages producteurs. Les constructions d'usine à glace dans le courant des années soixante-dix, telles que l'usine de Malamfatori au Nigéria ou l'usine de Mopti au Mali, n'ont pas conduit au développement de la vente de poisson frais. Celle-ci se développe aujourd'hui dans différentes régions, à partir de production artisanale de glace. Les commerçants allant porter eux-mêmes, tôt le matin, la glace dans les villages de pêches pour conserver le poisson pêché dans la nuit. La pratique de la vente en frais économise beaucoup de temps de travail pour les pêcheurs, ainsi que le prix des intrants de la transformation (insecticide, bois, fours, grilles, séchoirs...).



**FIG. 4.4** Opération de séchage de poisson dans un campement de pêche nomade.

*Photo: J. Y. Pirot, UICN.*

### **Consommation de produits ligneux**

Il est parfois fait reproche aux pêcheurs de la consommation de produits ligneux que représente le fumage. Souvent c'est un faux procès car les combustibles utilisés sont pour une grande part des résidus agricoles (paille, bouse de vache) ainsi que des végétaux annuels. C'est cependant pour cette raison que d'autres systèmes de conservation ont été proposés, souvent sans succès. Au Diawling, par exemple, la pêche est abondante et le manque de produits ligneux est extrême, on a donc pensé au salage, sans résultat d'ailleurs. Par ailleurs les zones inondables produisent des quantités de produits ligneux suffisamment importantes.

Cependant localement il peut y avoir des pénuries, principalement à côté des pêcheries importantes des zones les plus arides. Il paraît dans ce cas nécessaire de réaliser à proximité des pêcheries, des plantations d'arbres à croissance rapide pouvant être émondés ou gérés en taillis à courte rotation. On peut dans certains cas réaliser ces plantations dans la frange supérieure des zones inondables avec des espèces adaptées. Pour obtenir un résultat positif, il faut donner aux pêcheurs (et probablement surtout aux femmes de pêcheurs, qui sont souvent chargées de cette tâche) une garantie foncière (on ne peut planter des arbres sans cela). Il faut aussi un investissement initial qui permette de rémunérer, de manière pragmatique et progressive, les villageois pour le travail de fabrication des plants, de plantation, d'entretien et de protection des plants au départ.

### **Productions et productivités**

L'analyse des productions et de leur évolution dans le temps est rendue difficile par la rareté des données fiables. Pour éviter les erreurs d'analyse, il convient de distinguer le potentiel productif des zones de pêche, de l'exploitation qui en est faite par les pêcheurs.

Ainsi que nous l'avons rappelé au chapitre 3.3.2., le potentiel halieutique offert par un milieu fluvial dépend étroitement de l'importance de l'inondation annuelle. Plus l'invasion de la crue concerne de vastes superficies plus la quantité de poissons pouvant être prélevée par la pêche sera forte. La forte variabilité interannuelle des crues des fleuves sahéliens conduit donc à une forte amplitude des captures totales annuelles. Les quantités de poissons produites par la pêche dépendent donc directement des périodes humides ou sèches dont l'alternance caractérise le climat de la région depuis le début du quaternaire et plus particulièrement le début du siècle. Mais pour un potentiel halieutique donné, l'abondance des débarquements de poissons dépend également de l'effort de pêche déployé par les pêcheries.

Ainsi, on constate globalement un accroissement des productions à partir des années trente, d'abord faible puis plus marqué pendant les années cinquante et soixante. Les causes habituellement évoquées pour expliquer cet accroissement sont liées à l'introduction de la pêche dans l'économie de marché, l'utilisation croissante de matériaux modernes et la croissance démographique. Ainsi, dans le Delta Central du Niger qui est l'une des rares régions où des données sont disponibles sur une longue période, les productions passent d'environ 40.000 tonnes/an au début des années cinquante à près de 100.000 tonnes/an vers la fin des années soixante. Au début des années soixante dix la production de poisson du bassin conventionnel du Tchad était évaluée par l'ORSTOM à 140.000 tonnes. Puis survient la période de sécheresse et, pour certains bassins, les actions d'aménagement hydro-agricole effectuées aux dépens des superficies inondables. Il en résulte une chute de production. Au Mali le minimum est atteint lors de la crue exceptionnelle de 1984-85, avec seulement 37.000 tonnes.

Il importe de souligner que cette diminution des captures ne résulte pas d'une baisse de productivité des milieux inondables mais d'une réduction des superficies soumises à la crue. En effet, les rendements à l'hectare calculés par Laë (1992, 1994) montrent que ces derniers se sont fortement accrus de 1966 à 1989, puisqu'ils sont passés de 40kg/ha à plus de 120kg/ha. Du fait des caractéristiques de la dynamique des populations de poissons, cet accroissement d'efficacité de la pêche s'est effectuée sans aucun préjudice pour la pérennité des ressources, ainsi que le prouve la production de plus de 130.000 tonnes autorisée par la bonne crue de 1994-95, soit près de trois fois la production de l'année précédente.

## **Organisation productive et gestion durable des pêches**

La gestion des activités basées sur l'usage de ressources naturelles peut être rapportée à deux fonctions principales qui consistent à assurer, d'une part, la durabilité de l'activité et d'autre part, le partage des ressources entre un certain nombre d'ayant droit. Dans le domaine de la pêche, la réalisation de ces deux fonctions est compliquée par le fait que le poisson est à la fois mobile et invisible. Il ne peut être attribué à personne avant que d'être pêché et son abondance ne peut être qu'estimée de façon indirecte.

Dans la région sahélienne, deux modes d'organisation de la pêche, correspondant à des logiques très différentes, coexistent. Les organisations traditionnelles qui prévalaient dans les différentes zones de pêche sahéliennes jusqu'à l'Indépendance et les modes de gestion dites rationnelles, basées sur une approche essentiellement biologique et centralisée, qui ont été imposées aux pêcheurs à partir des années soixante. Force est de constater qu'aujourd'hui, aucun de ces modes d'organisation ne permet une gestion harmonieuse et durable des pêcheries.

En effet, la mise en place d'une gestion rationnelle est très coûteuse pour les Etats puisqu'elle nécessite la mise en place de nombreuses structures administratives spécialisées (recherche, statistiques, suivi technologique, contrôle, pénalisation, réglementation...). Rares sont les pays qui ont réellement entrepris de telles dépenses pour un secteur qui n'est généralement pas considéré comme prioritaire. Il en résulte le plus souvent des pratiques de gestion des pêches d'une efficacité et d'une rationalité toutes relatives. Ces défauts pourraient être corrigés si les principes mêmes de la gestion rationnelle ne s'avéraient totalement inadaptés à la préservation des ressources comme au partage équitable de ces dernières.

Comparée à la précédente, l'organisation traditionnelle des pêches reste beaucoup plus performante, ne serait-ce que parce qu'elle relève, par définition, d'une démarche pragmatique et participative. Néanmoins, certains de ses principes initiaux ne correspondent plus au contexte social, économique et politique actuel. Elle nécessiterait donc pour le moins de sérieux réaménagements.

Aucun des modèles de référence des pêcheries continentales sahéliennes n'est opératoire aujourd'hui. Pour obtenir une gestion durable, il convient donc d'en inventer d'autres mieux adaptés aux conditions environnementales, économiques et sociales actuelles. C'est en ce sens que les efforts récemment déployés par le Mali pour renouveler ses méthodes de gestion des pêcheries constituent un exemple intéressant.

#### 4.2.2 Pisciculture, P. S. Diouf

##### Description des systèmes de pisciculture

La classification des systèmes de pisciculture a le plus souvent été faite en se basant uniquement sur des critères de nature biologique et technique et en se référant au niveau d'intensification de l'élevage. La typologie que nous avons adoptée ici complète le critère d'intensification par des éléments concernant la destination des poissons, le niveau de segmentation de la filière, ainsi que la nature et les stratégies des différents intervenants.

On distingue ainsi:

- Pisciculture d'autoconsommation
- Pisciculture artisanale de petite production marchande
- Pisciculture de type filière
- Pisciculture industrielle

Les principales caractéristiques de ces systèmes d'élevages sont consignées dans le tableau suivant.

##### Contraintes et atouts de la pisciculture dans le Sahel

###### Contraintes

Le bilan de trois décennies de tentatives de développement de la pisciculture dans le Sahel peut être considéré comme négatif au regard des quantités produites, de l'impact sur le développement social et économique et du montant des financements utilisés. Cependant, cet échec, bien que patent, ne remet pas en cause l'intérêt de la pisciculture. Son analyse montre que les entraves résultent essentiellement des interventions proprement dites, dans leur principe et leurs méthodologies, et non de l'opportunité de l'activité.

Une des principales contraintes de la pisciculture est l'absence en Afrique, contrairement à l'Asie, d'une tradition bien établie de pisciculture; même si quelques formes très spécifiques et géographiquement très localisées d'élevage de poissons se rencontrent (exemple: trous à poissons et acadjas du Bénin, bassins de piégeage des poissons en Casamance).

Une prise en compte insuffisante des réalités socio-économiques lors de l'élaboration des projets d'aquaculture constitue également une cause importante. La plupart des problèmes de pisciculture étant localement spécifiques, leur résolution passe nécessairement par une connaissance fine du milieu physique et socio-économique. Or, plusieurs projets ont été menés sans une étude préalable de l'environnement, des us et coutumes des populations locales, des contraintes éventuelles du marché (concurrence de la pêche, goûts alimentaires). Le résultat a été la mise en place, pendant longtemps, d'une pisciculture mal adaptée aux spécificités sahéliennes et s'intégrant difficilement aux systèmes de production traditionnels.

Le faible niveau de formation constitue aussi une entrave majeure au développement de la pisciculture dans le Sahel. La formation est indispensable pour assurer une meilleure maîtrise technique. Elle doit concerner aussi bien les pisciculteurs, les vulgarisateurs que les chercheurs. Le manque de planification du développement de l'aquaculture dans le Sahel pose également un problème. Il n'existe dans aucun des pays du Sahel un véritable plan national de développement de l'aquaculture.

**Tableau 4.1 Description des systèmes de pisciculture.**

	<b>Pisciculture d'auto-consommation</b>	<b>Pisciculture artisanale de petite production marchande</b>	<b>Pisciculture de type filière<sup>1</sup></b>	<b>Pisciculture industrielle</b>
Destination de la production	Auto-consommation	Commercialisation de toute la production ou d'une bonne partie	Commercialisation de toute la production ou d'une bonne partie	Commercialisation
Infrastructure utilisée	Étangs généralement construits à la main	Surtout étangs construits mécaniquement ou manuellement	Enclos, cages, cages-enclos	Raceway <sup>3</sup> , bacs, cage, enclos et, plus rarement étangs
Niveau technique des acteurs	Faible	Moyen	Bonne maîtrise biotechnique Bonne capacité de gestion de l'exploitation	Bonne maîtrise biotechnique
Espèces utilisées	<i>Oreochromis niloticus</i> (surtout), <i>Tilapia zillii</i> et <i>T. rendalli</i> , <i>Clarias</i> spp. Individus non sexés, pas de contrôle de la population	<i>Oreochromis niloticus</i> (surtout), <i>Clarias gariepinus</i> Sexage et introduction d'un prédateur	Surtout <i>Oreochromis</i> , <i>Sarotherodon</i> , <i>Tilapia</i> Récemment <i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> et <i>Heterobranchius longifilis</i>	<i>Oreochromis</i> , <i>Sarotherodon</i> , <i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>
Alimentation	Pas d'alimentation ou alimentation constituée de déchets ménagers pouvant être mélangés à des végétaux	Large éventail d'intrants possibles pour l'alimentation: fertilisation minérale et organique, sous-produits agricoles et agro-industriels (son de riz, de blé et de mil; tourteaux d'arachide, de coton, de palmiste, de karité; déchets de brasserie; déchets d'abattoirs; farine de poisson).	Alimentation de haute valeur nutritive et en grande quantité sous-produits agricoles et agro-industriels, nécessité d'une unité de granulation	Alimentation de haute valeur nutritive
Résultats- rendements	Rendements faibles (1 à 1,5 t/ha/an) Production hétérogène en taille et en espèce	Rendement pouvant atteindre 10 à 15 t/ha/an	4 cages de 2 m <sup>3</sup> produisent 2 t/an	Rendement pouvant atteindre 10 à 15 t/ha/an
Acteurs	Paysans pour lesquels la pisciculture est une activité marginale	Proviennent de tous les milieux et couches de la société Ruraux et urbains	Pêcheurs et des citadins (fonctionnaires, hommes d'affaire, retraités)	Opérateurs économiques Projets
Avantages	Faible niveau de technicité requis Implantation des étangs dans des sites inutilisés voire inutilisables pour d'autres spéculations agricoles Amélioration de la ration alimentaire familiale	Rentabilité financière possible Possibilité de rendements relativement élevés	Investissements relativement faibles	Possibilité d'avoir une très forte productivité Economie d'échelles
Inconvénients	Infrastructures souvent de mauvaise qualité Rentabilité financière faible voire nulle Faible motivation des exploitants	Une certaine technicité est requise Nécessité de fractionner le cycle d'élevage en 3 phases (reproduction, prégrossissement, et grossissement) Nourrissage et/ou fertilisation minérale ou organique indispensable Suivi quotidien indispensable	Faible possibilité de contrôler la qualité de l'eau Nécessité d'une alimentation abondante et de bonne qualité Charges d'exploitation élevées	Investissements initiaux élevés Coûts de production élevés Nécessité des infrastructures de grande taille (problèmes fonciers) Niveau technique élevé requis

<sup>1</sup> La pisciculture de type filière se distingue de la pisciculture artisanale de petite production marchande par la segmentation de ses différentes composantes. Ce type d'élevage est entièrement dépendant de structures annexes pour l'approvisionnement en aliment et en alevins. <sup>2</sup> Cage-enclos = cage dont la partie inférieure repose sur le fond. <sup>3</sup> Raceway = bassin généralement allongé, en béton, en matière synthétique ou en terre à fort taux de renouvellement d'eau.

### Atouts de la pisciculture dans le Sahel

La forte croissance démographique (taux de croissance avoisinant 3%) des pays du Sahel, augmente sans cesse la demande en poisson. De plus le phénomène d'urbanisation qui accompagne cet essor démographique a engendré une mutation alimentaire conférant de plus en plus d'importance au binôme riz-poisson. A cela s'ajoute un développement de l'exportation des produits halieutiques et la surexploitation de nombreux stocks. Face à cette situation, la pisciculture se présente au Sahel comme une solution pour la production de protéines animales. Ceci, d'autant plus que l'Afrique inter-tropicale, d'une manière générale, et le Sahel en particulier, est un lieu privilégié pour l'élevage d'animaux poïkilothermes tels que les poissons qui présente l'avantage de transformer plus efficacement la nourriture que les mammifères.

En ce qui concerne les potentialités génétiques, certaines espèces de poissons du Sahel, comme d'ailleurs celles de l'Afrique prises globalement, présentent d'excellentes performances (*Oreochromis niloticus*; *Sarotherodon melanotheron*, souche Niayes de Dakar...). Au niveau mondial, les tilapias originaires d'Afrique occupent le troisième rang en termes de production piscicole.

L'agriculture et l'agro-industrie (à un degré moindre) offrent de nombreux sous-produits utilisables dans la pisciculture. Par ailleurs, le Sahel recèle de nombreux plans d'eau favorables à l'élevage du poisson. Il semble donc, que malgré le mauvais départ de la pisciculture dans le Sahel, des perspectives encourageantes s'offrent à lui.

### 4.3 Elevage, A. T. Dia

Au Sahel, les plaines d'inondation constituent un milieu de haute productivité. Elles sont le lieu de concentration de nombreuses activités vitales pour cette région: culture, pâturage de saison sèche, pêche, chasse. L'importance de cet espace multi-fonctionnel est bien perçue par les agro-pasteurs riverains de ces zones, mais également par les éleveurs des régions plus septentrionales: hommes et animaux y trouvent une source de vie.

En saison sèche, les plaines d'inondation offrent une végétation relativement verdoyante par rapport aux autres parcours naturels qui ne représentent à cette période de l'année que de la paille sur pied. On saisit dès lors qu'elles soient très sollicitées, d'où la pression dont elles sont l'objet et qui est souvent source de conflits notamment dans les zones de bourgoutières. C'est dans ce contexte que sont traitées les caractéristiques principales des différents systèmes d'élevage dont les avantages et inconvénients sont passés en revue.

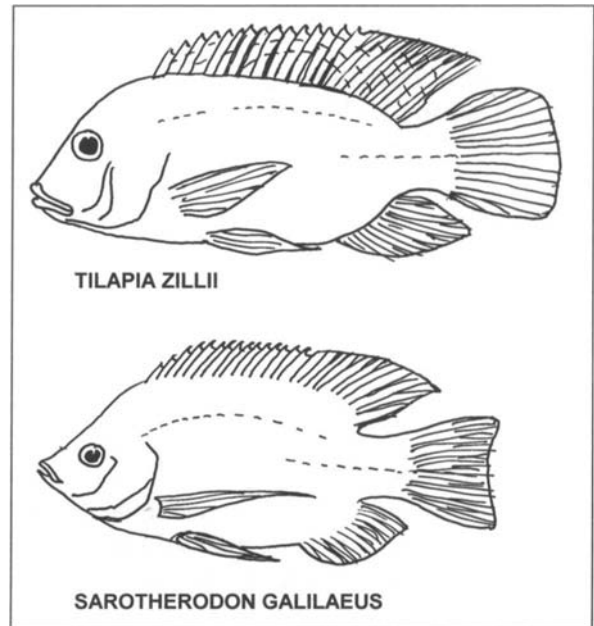


FIG. 4.5 Croquis Tilapias. Source: J. de Boissezon.



FIG. 4.6 Vue aérienne élevage et plan d'eau: le plan d'eau un lien vital pour les animaux. Photo: J. Skinner.

### 4.3.1 Modes d'élevage

Les plaines d'inondation donnent une bonne image de la biodiversité végétale. De nombreuses espèces y poussent suivant les hauteurs d'eau et la durée de l'inondation. On retiendra entre autres: *Acacia nilotica*, *Faidherbia albida*, *Mitragina inermis* pour les ligneux; *Echinochloa stagnina*, *Echinochloa colona*, *Voschia cuspidata*, *Panicum anabaptistum*, *Aeschynomene indica*, diverses cypéracées (*Cyperus rotundus*, *Bolboschoenus maritimus...*), *Alternanthera nodiflora*, *Ammania senegalensis*, pour la strate herbacée. Cette originalité floristique explique les grandes concentrations de troupeaux (bovins, ovins, caprins, camelins) dans ces plaines. Plusieurs systèmes d'élevage y sont recensés avec des évolutions très perceptibles au cours des dernières décennies. Les modes d'élevage les plus rencontrés sont l'élevage extensif et l'élevage intensif ou semi-intensif.

#### Elevage extensif

L'élevage extensif peut être transhumant, nomade ou sédentaire (semi-sédentaire). La transhumance et le nomadisme se caractérisent par des déplacements d'amplitude variée fortement liés à la pluviométrie et à la recherche de pâturages et de points d'eau. Ces mouvements permettent aux pasteurs de s'adapter aux contraintes saisonnières de l'environnement sahélien et d'exploiter au mieux les ressources pastorales des zones traversées.

En élevage transhumant, chaque groupe ethnique dispose de ses propres parcours qui subissent actuellement des modifications liées à la mise en culture de nombreux terrains de parcours et aux péjorations climatiques. Les animaux se déplacent selon un schéma devenu classique. En effet, pendant la saison des pluies les troupeaux qui vivaient dans les plaines fluvio-deltaïques et leurs bordures remontent vers le Nord. Ce mouvement permet d'éviter les cultures des abords, de fuir les piqûres d'insectes ou les crues. Pendant cette période, les éleveurs utilisent les mares pour l'abreuvement de leurs animaux et disposent de pâturages riches et diversifiés. Les pâturages du nord Sahel sont en effet très riches en protéine au printemps, avec un indice de digestibilité très élevé, ce qui explique la très forte productivité de l'élevage extensif. Dès la fin de cette saison, ils amorcent la descente dans les pâturages situés plus au sud en utilisant des puits, des puisards, ou l'eau des fleuves (Niger et Sénégal). En saison sèche, la végétation des plaines d'inondation constitue un lieu privilégié de pâture car elle contraste avec celle des pâturages naturels des zones plus arides. Ce repli de nombreux troupeaux entraîne un surpâturage du Bourgou (*Echinochloa stagnina*) dans ces zones humides. Il débouche parfois sur des conflits sanglants entre les communautés sédentaires et transhumantes, mais aussi entre les pasteurs.

L'élevage nomade concerne surtout les camelins et/ou les petits ruminants. Les déplacements s'effectuent dans des directions imprévisibles avec pour seul souci la recherche des points d'eau et des pâturages. Depuis

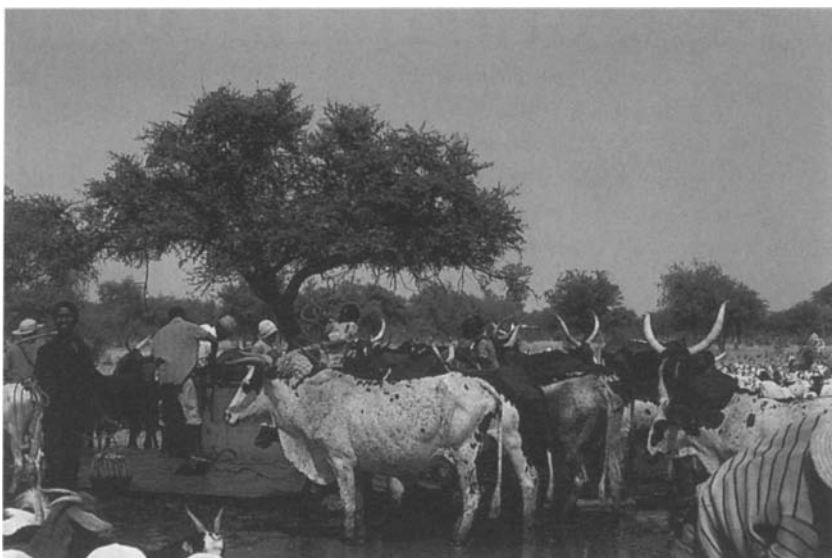


FIG. 4.7 L'élevage est foncièrement dépendant de l'existence d'un point d'eau. Photo: J. Skinner, UICN.

les dernières décennies, on assiste à une sédentarisation de nombreux éleveurs nomades dans des zones plus clémentes situées dans le sud de leurs anciens parcours traditionnels. A titre d'exemple, en 1965, plus des trois quarts (77%) de la population mauritanienne sont considérés comme nomades. En 1977, ce chiffre ne fait que 33%.

Dans les deux types d'élevage précités, les troupeaux utilisent le pâturage naturel non amélioré et leurs productions (lait, viande) sont principalement destinées à l'autoconsommation et la complémentation, qui est surtout minérale, est rare.



En élevage extensif sédentaire, les troupeaux effectuent des mouvements de très faible amplitude qui consistent à paître aux environs du village dans la journée. Au retour le soir, ces animaux reçoivent souvent un complément alimentaire constitué de résidus de récolte, de fourrages cultivés (fanés de niébé, tiges de sorgho, mil) ou de fourrages naturels fauchés. Dans ce type d'élevage, les animaux sont le plus souvent confiés à un berger salarié. Leur production (lait, viande) est principalement commercialisée.

### **Elevage intensif et semi-intensif**

Dans l'élevage intensif, les animaux sont entretenus soit sur des pâturages artificiels ou naturels améliorés, soit en claustration plus ou moins permanente. Ils bénéficient d'une alimentation équilibrée qui leur permet de bien valoriser leur potentiel génotypique. L'augmentation des effectifs des troupeaux et les changements climatiques justifient l'intensification ou la semi-intensification des productions fourragères.

Ce type d'élevage concerne le milieu rural avec l'embouche paysanne (moutons de case) et s'étend à la périphérie des villes (élevage périurbain de camelins et de bovins pour la production laitière). Dans l'environnement urbain, l'élevage intensif ou semi-intensif se justifie à cause de la forte demande en produits laitiers liée à la croissance démographique et qui est favorable à des prix rémunérateurs.

### **4.3.2 Avantage et inconvénients**

#### **Elevage extensif**

L'élevage extensif s'intégrait bien avec l'agriculture traditionnelle. Il permettait une valorisation à faible coût des sous-produits agricoles et une complémentarité entre sédentaires et transhumants. En effet, les éleveurs échangent du lait et du beurre contre des produits céréaliers (sorgho, riz, mil) ou maraîchers (niébé, légumes). Les animaux tirent profit des résidus de récolte (chaumes de sorgho, paille de riz, fanés de niébé) et des sous-produits agro-industriels (sons de riz, farines basses de riz). En retour les champs des sédentaires sont fumés. Ce type d'élevage était approprié au milieu naturel car les animaux exploitent les pâturages naturels au meilleur moment. Ces pâturages offrent une gamme variée de ressources alimentaires, permettant d'éviter les carences. En outre la conduite des animaux sur les cures salées leur permet de faire *le plein* d'éléments minéraux.

Par ailleurs, l'abandon temporaire des points d'abreuvement par les troupeaux pendant une période de l'année, réduit les risques de maladies en perturbant le cycle de reproduction des parasites. L'élevage extensif permet de réaliser des productions à faible coût à partir du fourrage naturel particulièrement riche en protéines, pendant les périodes favorables (saison des pluies par exemple). En matière d'équipement, il ne demande qu'un investissement très faible.

Ce type d'élevage est maintenant menacé par la diminution quasi-générale des ressources fourragères de contre saison. Cette diminution est liée à la mise en culture générale des zones autrefois cultivées en jachère tournante de longue durée et à la mise en culture des zones vierges. Cette mise en culture est elle-même liée à la pression démographique. R. Deneve fait état de la diminution, ces dernières années, des effectifs de l'élevage extensif transhumant. Il fait ressortir que les pâturages du Nord Sahel seraient à l'heure actuelle insuffisamment exploités, parce que les éleveurs transhumants ne disposent plus de ressources fourragères de contre saison. On voit tout l'intérêt du maintien du potentiel fourrager des zones inondables.

Parmi les inconvénients de ce système, il faut retenir les situations conflictuelles avec l'agriculture par suite de la divagation du bétail ou de l'empiétement des champs sur l'espace pastoral. Le relâchement des pratiques de gardiennage, la restriction des parcours, la réduction des pistes de transhumance au profit des cultures sont quelques explications de ce phénomène dont les conséquences sont préjudiciables au développement de l'élevage.

L'humidité favorise l'éclosion de nombreuses maladies parasitaires: parasitoses digestives (helminthoses dues principalement aux *Haemonchus* et aux *Trichuris*), sanguines (trypanosomiasés) et externes (tiques). Dans les bourgoutières, la douve du foie est une maladie très redoutée des milieux d'élevage extensif car elle a une incidence négative sur la santé de leurs animaux. Ainsi, au Tchad, certains éleveurs goranes qui

fréquentent le lac Fitri préfèrent les pâturages des *goz* (erg) aux luxuriants pâturages de Bourgou par crainte de maladies. Sur le plan institutionnel, la dispersion des troupeaux ne favorise pas des actions prophylactiques comme la vaccination et leur suivi régulier.

On voit donc que pour valoriser les unités fourragères disponibles dans le Nord Sahel, il convient de produire et de conserver de plus en plus d'unités fourragères, pour les avoir disponibles en contre saison et cela si possible dans les zones septentrionales où sont les ressources fourragères de la saison des pluies.

## **Elevage intensif**

L'élevage intensif n'a pas que des avantages. Il demande des investissements élevés. Il comporte des risques sanitaires et il est vulnérable aux aléas du marché. L'intensification de l'élevage avec l'amélioration de la production fourragère, offre de nombreux avantages: productivité élevée et sécurité alimentaire. Elle permet de valoriser les résidus et sous-produits agricoles. Elle contribue à la création d'emplois et génère des revenus par la vente des fourrages produits, du lait ou de la viande. L'intensification garantit également une meilleure sécurisation de l'alimentation animale et humaine. En effet, quand les animaux disposent en permanence de ressources fourragères, leur production s'étale mieux dans le temps, évitant ainsi les ruptures observées en période de soudure en élevage extensif. Par ailleurs les produits nés en période d'abondance ont plus de chance de survivre que les autres.

L'intensification peut être source d'innovation technologique et d'augmentation de la productivité, avec l'introduction de races améliorées, de semences sélectionnées et le recours à du matériel mécanisé (faucheuse, botteleuse et divers engins d'aménagement). Cependant, on ne perdra pas de vue que l'intensification a toujours un coût (foncier, main d'œuvre et intrants) qu'il convient d'évaluer sur le plan économique. C'est pourquoi, il est nécessaire d'établir les rations des animaux en fonction des productions (travail, lait, viande...). Les animaux soumis à l'élevage intensif souffrent souvent de mammites et de pathologies osseuses (carence en calcium chez les vaches fortes productrices). L'élevage intensif est enfin plus vulnérable aux aléas du marché, car ses revenus sont plus sensibles aux fluctuations de prix à court terme.

### **4.3.3 Conclusion**

Les plaines d'inondation sont l'objet d'une forte pression humaine et animale. Elle constitue un lieu de pâturage dont l'importance est loin d'être négligeable. Ce constat montre la nécessité de préserver ces zones inondables qui sont déjà surexploitées. Une gestion durable de cet écosystème précieux passe par une participation active des populations. Pour un aménagement et un développement durables des plaines d'inondations, il est plus que jamais urgent de comprendre leur fonctionnement. La réussite de cet objectif passe par l'application d'une approche intégrée impliquant à la fois les chercheurs, les développeurs et tous les acteurs locaux (éleveurs, agriculteurs, pêcheurs, chasseurs).

## **4.4 Les ressources ligneuses au Sahel, N. Dieng**

Les ressources forestières ont accusé un net recul en terme d'abondance et de qualité pendant les dernières décennies, sous l'effet conjugué de l'augmentation des populations et de la sécheresse. Les conséquences se traduisent par divers types d'érosions éoliennes et hydriques, (et dans certains cas, la salinisation, voire l'acidification des terres) qui mènent à la désertification, aux baisses de rendements, aux pénuries en produits forestiers, au recul de la biodiversité, à l'accroissement du déficit commercial et à l'émission de gaz à effet de serre.

### **4.4.1 Déboisement**

Les activités anthropiques ont causé un grand dommage aux formations naturelles à travers les déboisements, les dépassements de capacité de charge et les feux de brousse. Le déboisement, en particulier, a été accéléré par la disparition des systèmes traditionnels de culture, aux pratiques prudentes et compatibles avec

une bonne gestion des ressources. Mais ces systèmes traditionnels ne permettent plus de nourrir la totalité de la population dont la croissance est très rapide. Au Sénégal, le recul des formations forestières est de 52.000 à 80.000ha par an selon les sources. La FAO estime que ce recul est de 1% par an pour l'Afrique de l'Ouest.

Cette situation marquée par une véritable course pour l'occupation des terres, est causée par la forte pression démographique, dans un contexte de pluviométrie faible et irrégulière et de conditions édaphiques fragilisées à stérilisées par l'érosion. CILSS/CERPOD note une réduction annuelle de 3% pour la fertilité des sols sous culture traditionnelle et une densité de population au km<sup>2</sup> qui passe de 208 en 1986 à 276 en 1995.

La FAO estime que pour les besoins de sécurité alimentaire en Afrique sub-Saharienne, il faut accroître la production vivrière de 1,8% par an. Il faudra mettre en culture 50 millions d'ha dont la moitié doit provenir des forêts. La raréfaction des ressources en terres et en forêts constituera donc encore une contrainte majeure au développement rural pour les prochaines années, surtout avec l'absence de jachères combinée à l'insuffisance des amendements et des apports de fertilisants.

Les principaux problèmes qui sont la cause de ce déboisement concernent, dans l'ordre:

1. Les défrichements, les exploitations minières, les occupations de forêt et le surpâturage.
2. La difficulté de concilier la demande en produits forestiers et l'offre supportable par les formations forestières.
3. L'impact des feux de brousse et l'insuffisance quantitative des performances de programmes de restauration du couvert végétal.

Avec l'insuffisance de connaissances qui prévaut sur les ressources naturelles, la persistance des tendances actuelles compromettra irréversiblement l'existence du couvert végétal et en dernière analyse, la vie humaine et animale même, si l'on tient compte de la diversité des utilisations de produits forestiers végétaux au niveau des populations rurales:

- *Fruits divers pour l'alimentation;*
- *Bois de service* pour la construction d'habitation, de meubles, de moyens de transport et d'outils;
- *Feuilles* pour l'alimentation (humaine ou animale), les parures et la construction;
- *Racines et écorces* pour l'alimentation et les utilisations courantes;
- *Gommes et tannins;*
- *Bois de feu;*
- *Fertilisation et protection des sols;* et
- *Médecine traditionnelle.*

Diverses actions ont été engagées pour assurer la reconstitution, la protection et l'utilisation durable de ces ressources.

## Défrichements

Les défrichements pour les besoins agricoles surtout, mais aussi pour les grands projets nationaux de développement (prospections minières, construction de routes, installation de barrages, etc.) constituent aussi des facteurs importants de désertification. En effet, avec les contre-performances de l'agriculture, le défrichement est le prétexte à des carbonisations pouvant représenter dans certains cas près de 30% des quotas d'exploitation régulièrement accordés.

Si les grands travaux sont moins répandus et plus localisés, il n'en est pas de même des besoins en terres agricoles. En effet, compte tenu de la pression démographique et du manque de terre, les paysans ont abandonné les pratiques traditionnelles de culture de champs de brousse avec longue rotation, compatibles avec la protection de la nature. Il en a résulté la réduction des jachères et l'instauration d'une véritable course aux terres considérées comme vacantes.

## Bois de feu et énergie

Dans le Sahel, les ressources ligneuses contribuent pour plus de 85% aux besoins en énergie domestique et à près de 60% de l'énergie totale. C'est un des principaux facteurs de désertification. La gravité du problème a conduit les Etats du Sahel, en rapport avec le CILSS, à mettre en œuvre diverses stratégies d'atténuation de l'impact de l'exploitation forestière avec notamment des programmes d'économie ou de substitution d'énergie qui visent à infléchir la demande et une utilisation optimum des quantités exploitées comme:

- *La subvention sur le gaz butane* qui a poussé les ménages à se doter des équipements nécessaires et à s'habituer à leur utilisation; toutefois les institutions de Bretton Woods ont demandé la levée de cette subvention; le *Kérosène* est aussi dans cette situation;
- *La promotion du solaire* qui a été soutenue par divers partenaires, mais qui n'arrive pas réellement à s'étendre, en raison du coût élevé des équipements et de l'entretien;
- *La promotion de la meule Casamance* pour la carbonisation, à la place de la meule traditionnelle, freinée par le coût d'équipement et la faible technicité des charbonniers;
- *La promotion de Foyers Améliorés* dont le relais semble se consolider;
- *L'utilisation de la tourbe* que l'on trouve dans certains pays comme le Sénégal avec un gisement de plus de 20 millions de m<sup>3</sup> dans les Niayes.

Les autres sources alternatives (électricité, éolienne, etc.) n'ont pas encore eu de résultats très significatifs en raison de leur coût très élevé. Il faut donc s'attendre à un maintien de la pression sur les forêts, surtout avec le phénomène de réfugiés qui tend à s'amplifier avec les conflits et les sécheresses (la FAO fait une estimation de hausse de consommation de 3,03% entre 1980 et 1994).

A côté de la fourniture de combustible, les forêts sont aussi exploitées pour le bois de service (constructions légères et utilitaires) et le bois d'œuvre (meubles, bâtiment, etc.) et, compte tenu du coût des formations forestières, l'impact s'en ressent au niveau de la balance commerciale avec les importations à partir de pays forestiers. Le recul des forêts concerne également les formations spécifiques que sont les *bambouseraies*, les *mangroves* et les *palmeraies*. Ces écosystèmes sont particulièrement instables et leur fragilité face aux actions anthropiques est accrue par la sécheresse. Finalement l'exploitation forestière risque de continuer et dès lors, il s'agit de mettre en œuvre des programmes d'aménagement participatifs pour une gestion durable.



FIG. 4.8 Camion transportant du bois de feu. Photo: I. Thiaw.

## Feux de brousse et surpâturage

Les feux de brousse, souvent nécessaires aux éleveurs pour reconstituer la valeur des pâturages en fin saison sèche, n'en sont pas moins des facteurs de régression pour les formations forestières. Les programmes de lutte mis en œuvre concernent des actions de prévention à partir de sensibilisation et d'éducation et des actions de lutte active avec l'équipement lourd et la participation des populations regroupées en comités de lutte. Progressivement, le renforcement de la lutte a coïncidé avec une réduction des surfaces brûlées et des nombres de feux, mais aussi avec la période de la sécheresse. La lutte contre les feux, malgré quelques résultats, est en général à améliorer. Denève fait remarquer que les feux de brousse ont tendance à disparaître spontanément, par suite de la mise en culture continue, avec la fin des défrichements de champs de brousse.

Pour le surpâturage, il a été exacerbé par l'amenuisement du disponible fourrager à la suite de la suppression des jachères et de la sécheresse qui a incité à la reprise des transhumances de plus en plus vers le sud (dans les Etats et vers les pays côtiers). Cette situation crée des conflits entre paysans et pasteurs et entraîne souvent la rupture de l'équilibre des écosystèmes.

## 4.5 Production d'hydroélectricité, M. Ouédraogo

Les pays sahéliens sont caractérisés par une importante crise énergétique. Cette crise se traduit par une forte pression sur les ressources forestières et ligneuses qui fournissent 90% de l'énergie consommée, les autres sources d'énergie, hydrocarbures et électricité ne représentent que les 10% restant. Cette pression a entraîné la disparition de forêts entières et la raréfaction du bois. Dans ces conditions l'hydroélectricité apparaît comme une importante opportunité pour l'approvisionnement des populations, notamment celle des centres urbains en pleine croissance, avec une énergie propre et peu coûteuse.

Le développement de l'hydroélectricité à grande échelle a commencé en Afrique sub-saharienne dans les années 1950 avec les projets d'Owen Falls en Ouganda, Kariba en Zambie/Zimbabwe, Akossombo au Ghana, Kainji au Nigéria et ceux de Cabora Bassa au Mozambique et Inga au Zaïre dans les années 1970. C'est à partir des années 1980 que l'hydroélectricité va connaître un certain développement en Afrique sahélienne avec les barrages de Selingué au Mali, Kompienga et Bagré au Burkina, Manantali sur un affluent du fleuve Sénégal. Le potentiel énergétique total des fleuves sahéliens était estimé en 1987 à 3.725 MW soit un productible annuel de 17.580 GWH. Sur ce potentiel seulement 68 MW ont été aménagés soit 2% du potentiel. Cette situation traduit donc un faible développement de l'hydroélectricité dans l'Afrique sahélienne.

L'énergie hydroélectrique est un atout pour le développement de l'agriculture irriguée, la modernisation des activités rurales à travers l'électrification rurale ainsi que pour le développement urbain. Cette source d'énergie si elle est maîtrisée peut permettre de réduire la pression sur les ressources forestières, limitant ainsi la désertification.

La production de l'énergie hydroélectrique, nécessite souvent la création de barrages qui inondent des superficies importantes du fait du manque de relief. Ces grands réservoirs ont souvent des impacts négatifs sur l'environnement social (déplacement et recasement de



**FIG. 4.9** Barrage hydroélectrique de la Kompienga (Burkina Faso).

Source: Sonabel, Burkina Faso.

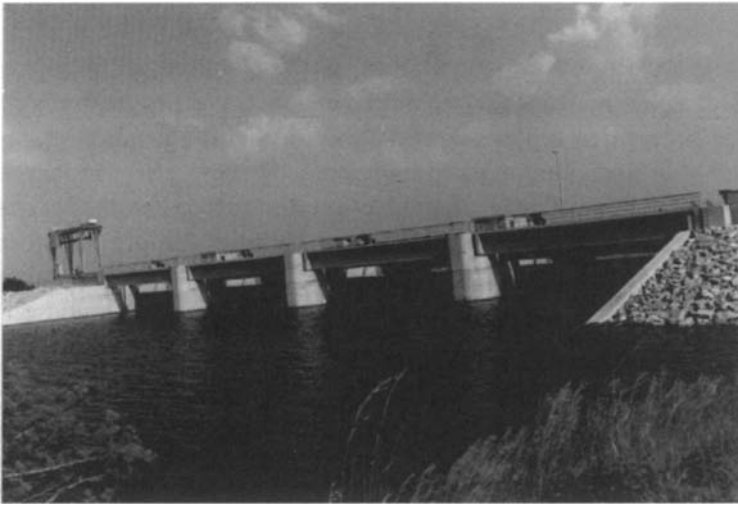


Fig. 4.10 Plan d'eau du barrage de Bagré (Burkina Faso).  
Source: Sonabel, Burkina Faso.



FIG. 4.11 L'évacuateur de crue du barrage de Bagré (Burkina Faso). Source: Sonabel, Burkina Faso.

populations), physique (submersion de bonnes terres, de forêts et de sites historiques ou touristiques) et sanitaires (développement des maladies hydriques et des vecteurs de certaines maladies à caractère endémique telles que le paludisme).

Un choix judicieux des sites, une bonne conception des projets et la mise en place de plans d'atténuation appropriés permettent de contrôler et limiter ces impacts négatifs. L'on a coutume de dire que ce qui manque au Sahel n'est pas la terre mais l'eau. On pourrait en dire autant pour l'énergie. Ainsi, l'usage hydro-électrique de l'eau ne gêne, en général, pas les autres usagers de façon importante, vu que la production électrique n'entraîne pas une consommation définitive de l'eau. Par contre, l'énergie produite est indispensable à la modernisation des zones urbaines et rurales ainsi qu'au progrès économique et culturel.

En effet, on a dit: *supprimez l'électricité et la civilisation disparaît. On pourrait dire retarder la production électrique, et la modernisation de l'Afrique Sahélienne le sera aussi.* Le potentiel énergétique des fleuves et cours d'eau du Sahel est un atout dans le progrès du développement de la zone. Aussi, est-il important que ce potentiel soit mis en valeur à travers des barrages bien conçus, bien construits et bien gérés pour un développement durable. Pour ce faire, les ouvrages construits doivent être à buts multiples afin d'en tirer le meilleur parti.

## 4.6 Gestion de la diversité biologique, A. Galat Luong

Entendue ici au sens *ressources naturelles vivantes et sauvages*, la question de la biodiversité est double:

1. *Qu'est ce que la diversité biologique naturelle?* La situation actuelle des ressources biologiques des plaines d'inondation est le résultat d'une évolution naturelle (sous-entendant l'absence d'intervention humaine) et, de l'action humaine (système de production agricole, pastorale ou autre, où feux de brousse et jachère ont un impact souvent important).
2. *Quelles sont les ressources biologiques disponibles?* La gestion d'une ressource implique l'évaluation de la disponibilité et de la dynamique de cette ressource. Ce point sera donc toujours un préalable à l'action même en présence de connaissances partielles.

L'action sera prudente et ses effets contrôlés au fur et à mesure. En effet, quel qu'ait été l'impact des activités humaines sur l'écosystème, la gestion d'une ressource implique l'inflexion par l'homme de son évolution. La définition des orientations souhaitées sera donc la seconde priorité: *pour quel usage et quels objectifs* gérer la diversité biologique.



FIG. 4.12 Antilopes. Photo: A. Galat Luong, IRD.

#### 4.6.1 Conservation des ressources naturelles

La gestion traditionnelle des ressources, à laquelle s'est ajoutée la mise en défens par les pouvoirs centraux, a conduit les plaines d'inondation à leur état actuel. La conservation des ressources des plaines d'inondation ne peut être une fin en soi. La tradition est souvent dépassée, du fait de la pression démographique et de la nécessité du développement. La mise en défens autoritaire est illusoire, de par la convoitise de la richesse sauvegardée génératrice du braconnage et de par l'insuffisance des moyens des services publics.

L'histoire récente a permis de montrer que la conservation des ressources biologiques des plaines d'inondation ne sera effective que par l'implication des populations. Les propositions de gestion devront tenir compte de la société et de l'économie locale. La génération de profits et de bénéfices est la condition nécessaire à l'implication réelle des acteurs locaux.

Il convient donc d'identifier d'abord les bénéfices directs que les acteurs du développement, pourront tirer des modifications d'usage qui leur seront proposées. Ainsi, une synergie des bénéfices, même faibles au niveau de chaque action concernée, peut apparaître suffisamment incitative là où une action isolée serait vouée à l'échec. Il n'est pas toujours évident de montrer que le maintien de la diversité biologique assure la stabilité de l'écosystème. Mais on pourra, par exemple, faire apparaître que l'apport financier d'un tourisme culturel lié aux cérémonies d'initiation se déroulant dans un bois sacré est possible. Cela répondra au souci de la population de conserver cet îlot forestier pour permettre aux générations futures de perpétuer la tradition.

Une attention particulière devra être portée aux causes de détérioration de la qualité des eaux (pollution chimique, agents pathogènes, déchets et sédiments), ainsi qu'aux conséquences de l'introduction d'espèces exogènes sur l'équilibre des écosystèmes.

#### 4.6.2 Aires protégées et espace d'intérêt biologique

Les aires protégées ont été mises en place au cours de la première moitié de ce siècle. Conservatoire face à la régression de l'espace *naturel*, cette solution fut souvent efficace en son temps. On peut considérer leur mission accomplie: généralement pas ou peu d'espèces ont disparu. Elle est actuellement à la limite des possibilités des états. D'autres espaces ont été l'objet de protection, sous des formes variées, par des organismes relevant de l'état, les communautés ou du privé. Leur nomenclature est en cours de révision par la Commission des Parcs Nationaux et des Aires Protégées de l'UICN. Elle comprend essentiellement:

- Aires à statut de protection relevant des Etats, au moins lors de leur création:
  - Réserves naturelles intégrales - zones de nature sauvage;
  - Parcs nationaux;

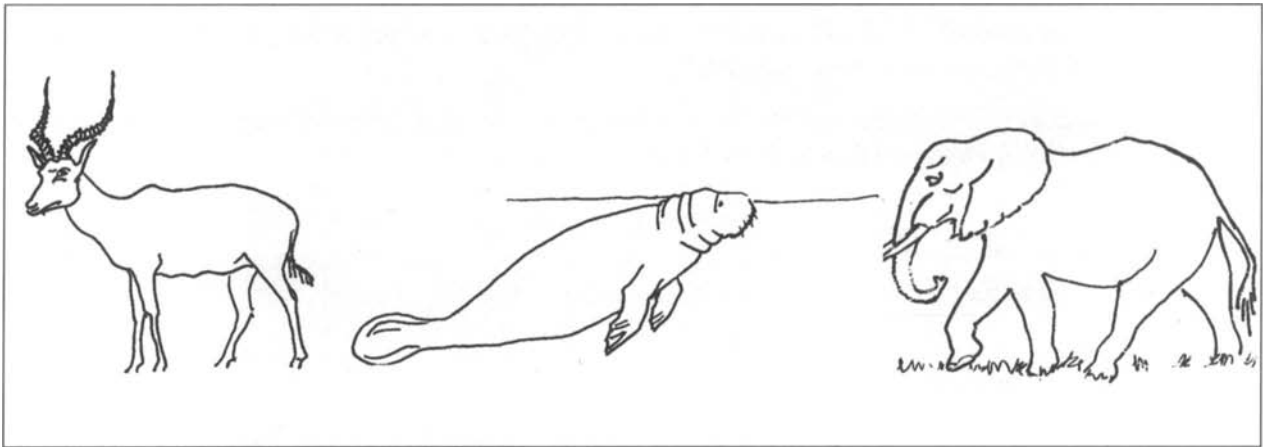


FIG. 4.13 Croquis faune sauvage (damalus, lamantin, éléphants). Source: J. de Boissezon.

- Monuments naturels;
- Aires de gestion des habitats ou espèces (réserves spécialisés, expérimentales);
- Paysages protégés;
- Zones de gestion des ressources naturelles (réserves de ressources, réserves anthropologiques, aires à utilisations multiples);
- Sites classés au niveau international (Patrimoine mondial, Réserve de Biosphère) qui sont généralement identifiés au niveau national au sein de l'une des catégories précédentes;
- Forêts domaniales et forêts classées en vue d'un usage défini ou par mesure conservatoire.
- Aires à statut de protection relevant du domaine public, communautaire ou privé:
  - Zones classées d'intérêt cynégétique (ZIC);
  - Zones amodiées et régulées pour la chasse;
  - Territoires de chasse traditionnels;
  - Aires de restauration et de reboisement;
  - Zoos et fermes d'élevage de gibier, à vocation de repeuplement, commerciale (droit de visite ou vente des produits dérivés comme les peaux et les trophées);
  - Aires à fonctions culturelles;
  - Bois sacrés, fréquents au niveau de la zone de contact forêt-savane (Côte d'Ivoire) et souvent



FIG. 4.14 Végétation ligneuse habitat des oiseaux.

Photo: C. Poffet.

- Arbres à palabres souvent au sein même des villages (Sénégal, Casamance);
- Plans d'eau sacrés (Centrafrique, Côte d'Ivoire);
- Sites abritant des espèces sacrées, contenant généralement des espèces disparues ailleurs, protégées et parfois même nourries par les populations (singes, crocodiles, silures);
- Sites abritant des espèces végétales sauvages utilisées localement (phytothérapie, emblèmes culturels, objets traditionnels);
- Forêts villageoises de gestion traditionnelle;



- Aires peu accessibles ou difficilement exploitables (sommets des reliefs, zones marécageuses, zones d'exploitation forestière régulées).

Les aires gérées pour la chasse méritent une attention particulière. Les plaines d'inondation sont souvent caractérisées par la présence de riches prairies. La séparation et la complémentarité des niches écologiques alimentaires des différentes espèces d'herbivores païsseurs qui s'en nourrissent, permet une exploitation de la végétation à un haut niveau de rendement (du même ordre de grandeur que les meilleurs pâturages destinés aux bovins). Bien gérées par les communautés villageoises, les territoires de chasse traditionnelles peuvent assurer les trois quarts de la consommation de viande des populations.

### 4.6.3 Mise en valeur économique et écotourisme

Le tourisme, l'écotourisme en particulier, apparaît comme une activité à la fois respectueuse des ressources naturelles vivantes sauvages et une source de revenus. Il comprend:

- Le tourisme de vision des paysages, de la flore, de la faune. Les plaines d'inondation sont particulièrement riches en espèces emblématiques de la grande faune des savanes soudanaises (antilopes, grands fauves), aisément visible au voisinage des mares. A chaque fois que cela est possible, on aura intérêt à associer tourisme de vision et tourisme culturel.
- La chasse sportive. Génératrice de revenus très importants lorsqu'elle est organisée à un niveau international, il sera judicieux de mettre en place des procédures incitant à l'investissement *sur place* des promoteurs (cahiers des charges liés au contrats de gestion, ou mieux de cogestion, avec les collectivités locales, durée d'amodiation accordée en fonction de plans d'aménagements). Peuvent s'y ajouter les bénéfices issus de la consommation ou de la vente de la viande et de la transformation des phanères (trophées, peaux).

Tourisme de vision et chasse doivent être fondés sur une bonne connaissance de la ressource et, dans le cas de la chasse, sur une modélisation de la dynamique des populations chassées avec fixation de quotas. Le développement de l'écotourisme doit générer les moyens de sa conservation. Les investissements au niveau des populations résidentes peuvent être souvent minimes au départ, à la mesure des possibilités locales. Les bénéfices sont généralement rapidement visibles: la présence des touristes est génératrice d'emplois (services, agriculture, élevage). Les populations riveraines de la zone protégée doivent être suffisamment associées à sa réussite (par exemple par des droits de chasse non négligeables) pour qu'ils empêchent eux-même le braconnage. Dans certains pays on prévoit pour cela un zonage des espaces protégés comprenant:

- Une réserve intégrale inaccessible aux chasseurs et aux touristes;
- Des réserves de chasse et des réserves de vision distinctes;
- Une zone périphérique partiellement habitée et réservée aux populations riveraines dotées de droits de chasse limités. Ces populations sont ainsi intéressées à réduire le braconnage. Dans cette zone on favorise les activités d'écodéveloppement notamment la pêche.

Il est souhaitable, pour que les résidents se reconnaissent dans le produit et se l'approprient, que les divers fournisseurs (alimentation, artisanat) soient identifiés à proximité et que les personnels de service soient recrutés localement et bénéficient de la formation nécessaire. En revanche, des investissements importants doivent être décidés par le pouvoir responsable de l'aménagement du territoire. Outre les infrastructures hydrauliques nécessaires, il s'agit en particulier des structures d'accueil et des voies d'accès. Une formation à tous les échelons des personnels d'accueil et de service, de la police et des douanes, devra permettre de répondre aux normes internationales.

## 4.7 Gestion des équilibres écologiques

### 4.7.1 Contrôle de la végétation aquatique envahissante, *A. Thiam*

Les plantes aquatiques constituent de façon générale une composante essentielle des milieux équilibrés. En effet, elles contribuent notamment à :

- Oxygénation de l'eau par la photosynthèse;
- Régulation saline des eaux par l'absorption et la fixation des sels minéraux dissous;
- Purification des biotopes où elles se développent;
- Sédimentation des particules organiques et inorganiques, augmentant ainsi la transparence de l'eau.



**FIG. 4.15** Plan d'eau envahi peu à peu par les végétaux aquatiques (Nénuphar). *Photo: C. Poffet.*

Les végétaux aquatiques sont des agents essentiels de régénération de l'eau propre. En plus de leur rôle biochimique, les plantes aquatiques sont un abri pour de nombreux organismes, un support pour d'autres, une protection pour les zones de frai, et une source de nourriture pour certaines espèces. L'homme lui-même a su depuis des siècles les utiliser, tant pour l'alimentation du bétail, la fumure des sols ou comme remèdes contre certaines maladies. Ainsi la végétation aquatique est une composante bénéfique des milieux humides. Cependant l'excès de leur développement peut devenir rapidement une nuisance.

### Causes de l'envahissement

La pullulation des macrophytes aquatiques peut être un phénomène naturel (lac, étangs, mares) et constitue l'une des phases de l'enrichissement des eaux (eutrophisation). Le processus de colonisation par la végétation diffère selon que l'on se trouve en milieux lacustre, fluvial ou dans des réservoirs récemment créés. Les courants, la hauteur, la salinité et la richesse des eaux en nutriments sont des facteurs essentiels qui agissent sur la végétation.

Dans les milieux équilibrés la multiplication de la végétation est lente, limitée notamment par la qualité et la quantité de sels nutritifs disponibles. Quand un déséquilibre survient, le processus de développement végétal s'accélère et l'on aboutit à une situation qui peut être qualifiée de polluée. Il y a lieu alors de contrôler le développement des espèces en cause.

### Conséquences

Le développement excessif en milieu aquatique de certaines espèces végétales peut se traduire par les principaux effets négatifs ci-après :

- Entrave à l'écoulement des fleuves, rivières et des canaux d'irrigation;
- Réduction de la capacité de stockage des lacs et réservoirs;
- Blocage des turbines, ou perturbation des installations hydroélectriques;
- Limitation des possibilités de pêche;
- Entrave à la navigation.

D'autres effets d'ordre écologique, plus insidieux, peuvent également survenir dans les situations de développement excessif de la végétation aquatique. Il s'agit en particulier de la réduction de la pénétration de la lumière dans l'eau avec comme conséquence la diminution de la teneur globale en oxygène de l'eau; ce qui perturbe la croissance du phytoplancton et diminue considérablement la production primaire et l'ichtyofaune. Le développement de la végétation aquatique contribue aussi aux pertes d'eau par évapotranspiration qui favorise de nombreux organismes aquatiques, vecteurs de maladies (schistosomiasis, paludisme).



**FIG. 4.16 Végétation entravant la circulation.**

Photo: C. Poffet.

*Eichhornia crassipes* (la jacinthe d'eau), originaire d'Amérique du Sud constitue un fléau pour de très nombreux plans d'eau et fleuves tropicaux ou subtropicaux, particulièrement en Afrique et en Asie. Par son fort taux de recouvrement, elle crée un sérieux obstacle à la navigation fluviale. On peut citer le cas des cours inférieurs des fleuves Nil et Zaïre très affectés, et ceci dès les années 1965. Le développement de cette espèce dans de nombreux plans d'eau en Afrique de l'Ouest a incité la Communauté des Etats en Afrique de l'Ouest (CEDEAO) à mettre en œuvre un vaste projet régional de contrôle des végétaux aquatiques.

Au début des années 90, un développement fulgurant de *Pistia stratiotes* a été observé dans la région méridionale du lac de Guiers (Sénégal). L'extraordinaire multiplication du végétal a constitué une gêne pour les populations riveraines. La même expansion a été signalée dans le parc des oiseaux du Djoudj où la plante a proliféré au point de boucher certains canaux, à la suite du maintien d'un niveau constant, proche du maximum possible.

En Afrique de l'ouest d'autres plantes aquatiques telles que *Typha domingensis*, *Salvinia molesta* peuvent envahir certains plans d'eau. La menace la plus sérieuse réside cependant dans la prolifération de *Eichhornia crassipes*.

### **Techniques de gestion et de contrôle des pullulations des macrophytes aquatiques**

Plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre selon la plante à contrôler. Les méthodes de lutte contre les végétaux flottants appliquées actuellement sont:

- Lutte physique, manuelle ou mécanique;
- Lutte chimique;
- Lutte biologique;
- Lutte hydraulique.

#### ***Lutte physique, manuelle ou la lutte mécanique***

Plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre en fonction de la plante que l'on cherche à contrôler, allant du ramassage manuel, à une aspiration par de gigantesques suceuses automotrices et amphibies. Le ramassage manuel est pénible et demande une main d'œuvre importante, souvent pour de faibles rendements journaliers. Les faucardages sont souvent fastidieux et dans le cas des plantes semi-immergées et enracinées, ils agissent souvent comme un stimulant de la croissance. L'utilisation d'engins mécaniques provoque souvent un morcellement des masses végétales, favorable à la dispersion de fragments qui par multiplication végétative peuvent coloniser d'autres milieux encore vierges.

Le déracinement de la végétation semi-aquatique (*Phragmites*, *Typha*, *Vossia*,...) est long, difficile, fastidieux. Le brûlage des parties émergées à l'aide de pétrole enflammé, ou d'autres moyens, est onéreux, difficile à contrôler, très polluant et d'une efficacité plus que douteuse.

Ainsi, le retrait mécanique des plantes aquatiques devenues nuisibles n'est réellement efficace que sur de petites surfaces. En perturbant le milieu de vie de certains insectes et poissons, il peut au demeurant avoir un impact négatif sur la faune.

L'installation de grands filets où s'accumulent les végétaux amenés par les vents et le courant a été également utilisée pour lutter contre l'invasion des *Eichhornia crassipes* et *Pistia stratiotes*. Leur mise en œuvre est difficile et le retrait des végétaux retenus doit être très fréquent pour ne pas devenir impossible.

### **Lutte chimique**

Les herbicides chimiques ont été utilisés contre de nombreux végétaux aquatiques. Le 2,4 D et ses dérivés ont été souvent utilisés. Le contrôle des macrophytes par l'application d'herbicides n'est pas de toutes les façons d'une efficacité totale et en raison des risques d'intoxication et de pollution qu'ils représentent, ces produits ne sont pas conseillés.

### **Lutte biologique**

Plusieurs animaux se nourrissent de plantes aquatiques. C'est ainsi que des poissons herbivores ont été utilisés (*Tilapia*,...) pour lutter contre certains végétaux aquatiques. Les résultats ont été souvent très mitigés. Le contrôle biologique vise à faire régresser la densité des plantes cibles jusqu'à un minimum par l'usage de prédateurs spécifiques. Des expériences de lutte biologique contre les plantes aquatiques ont été menées en divers endroits:

- Dans le bassin du Zambèze, un certain nombre d'insectes (*Paulinia acuminata*, *Cyrtobagus acuminata*) ont été lâchés pour tenter de contrôler *Eichhornia* et *Salvinia*. D'autres tentatives avec d'autres insectes ont eu lieu au lac Naivasha. La reproduction locale de ces insectes a souvent été difficile et les populations lâchées se sont éteintes rapidement.
- Dans le lac de Guiers (Sénégal), des lâchés de *Neohydronomus affinis* (Coléoptère originaire d'Amérique du sud), ont été effectués en septembre pour lutter contre *Pistia stratiotes*. Des expériences analogues ont eu lieu au Ghana et au Zimbabwe.

### **Lutte hydraulique**

Dans le parc du Djoudj (Sénégal), divers traitements furent envisagés contre *Pistia stratiotes* dont la lutte chimique par épandage d'herbicides ou l'élimination par le feu après déversement d'hydrocarbures. Après ces échecs, l'assèchement du parc durant une partie de l'année, après le départ des oiseaux migrateurs, fut la technique de lutte adoptée contre les *Pistia*. Elle est sans doute la plus appropriée compte tenu des moyens disponibles et du risque de l'emploi de produits chimiques. Il ne faut pas perdre de vue que la salinité de l'eau est un facteur de contrôle du développement de plusieurs espèces de plantes aquatiques (en période d'assèchement la concentration des eaux augmentent si le sol, le sous-sol ou la nappe sont salés).

L'idéal serait qu'une lutte contre les plantes aquatiques soit appliquée sous forme de mesures de prévention en rendant moins favorables les conditions d'accroissement des végétaux aquatiques, en faisant varier le niveau d'eau (gestion dynamique des retenues d'eau). Mais ce type de gestion est difficile à réaliser en pratique et des ouvrages hydrauliques sont parfois nécessaires. Souvent les mesures de lutte ne commencent pas avant que la multiplication de la plante ne soit évidente. Les programmes de prévention, de surveillance sont nécessaires pour éviter l'introduction de végétaux aquatiques exotiques qui peuvent proliférer.

#### **4.7.2 Lutte contre les espèces animales indésirables, W. C. Mullié**

Dans les plaines d'inondation et dans les zones humides sahéliennes une lutte permanente doit être menée contre les parasites des cultures ou les vecteurs de maladies humaines. Cette lutte vise essentiellement les

acridiens, les oiseaux, les moustiques, les escargots et les copépodes. Pour chacune de ces espèces, l'envergure et la nature des moyens de lutte ne sont pas les mêmes. Ces moyens vont des traitements occasionnels dans les mares temporaires et isolées contre les moustiques ou les copépodes vecteurs de la dracunculose, à la lutte contre les criquets pèlerins *Schistocerca gregaria* pendant les grandes invasions.

La lutte contre le *Simulium damnosum* et le *Glossina* spp., respectivement vecteurs de l'onchocercose et de la trypanosomiase ne sera pas abordée ici parce que leur traitement n'est pas susceptible d'avoir une influence directe sur les habitats des plaines d'inondation. Ces endémies visent surtout la zone soudanienne plutôt que le Sahel. La lutte contre les larves du *Simulium* fait l'objet d'une évaluation écotoxicologique rigoureuse par le programme de lutte contre l'onchocercose (OCP) de l'OMS. L'impact de la lutte contre le *Simulium* ou la mouche Tse-Tse sur l'environnement a été examiné par d'autres auteurs.

Les traitements aux pesticides, qu'ils soient biologiques ou chimiques, font partie de la stratégie de lutte. Afin d'évaluer les dangers ou les risques qu'ils présentent pour l'homme et l'environnement, des informations sur les concentrations de ces produits dans l'environnement sont nécessaires. Celles-ci pourront ensuite être comparées avec les informations écotoxicologiques disponibles pour l'estimation des risques. Au tableau 4.1, tous les produits recommandés soit par l'OMS (contre les escargots, les copépodes et les larves de moustiques) ou par la FAO (contre les oiseaux granivores, les criquets pèlerins) sont présentés ainsi que leur indice de toxicité pour les taxons aquatiques (poissons, crustacées) ou terrestres (abeilles, oiseaux).

Il faut également garder à l'esprit que la lutte contre les oiseaux et les acridiens intervient en milieu terrestre avec parfois une dérive vers le milieu aquatique où les organismes aquatiques pourraient être également exposés. Par contre, la lutte contre les escargots, les copépodes et les moustiques a lieu en milieu aquatique avec moins de risque que les organismes terrestres y soient exposés.

## Lutte contre les acridiens

Le criquet pèlerin est la principale espèce de criquets à combattre dans les plaines d'inondation de la zone sahéenne. A cause de ses invasions régulières et à grande échelle, on peut considérer le sauteriau du Sénégal (*Oedaleus senegalensis*) comme la principale espèce nuisible des criquets du Sahel. La prévention des ravages des cultures par les criquets constitue le principal objectif de la stratégie de lutte et doit être réalisée le plus tôt possible par l'élimination des essaims grégaires et des bandes larvaires. Une gamme de produits est actuellement recommandée pour la lutte anti-acridienne (cf. tableau 1) parmi lesquels les organophosphorés sont dominants. Ces dernières années, le fipronil, qui est un phényl pyrazole, a été mis au point et pourrait à l'avenir, combler le vide créé par l'interdiction du dieldrin dans la lutte contre les bandes larvaires.

On porte beaucoup d'intérêt au développement de stratégies alternatives de lutte anti-acridienne utilisant des produits botaniques, des agents pathogènes, des hormones et des phéromones. Parmi celles-ci, la mise au point du champignon pathogène *Metarhizium flavoviride* comme biopesticide est la plus prometteuse et la plus près d'être introduite à grande échelle. Bien que les zones humides ne soient pas généralement les zones cibles de la lutte contre les acridiens, certaines espèces telles que le criquet migrateur africain *Locusta migratoria*, peuvent envahir des zones beaucoup plus humides que ne le fait le criquet pèlerin. On pulvérise souvent les abords des zones humides ou des plaines d'inondation infestées par cette espèce, avec pour conséquence le fait que la dérive des pulvérisations vers les plaines d'inondation est régulière, même si elle n'est qu'occasionnelle.

Les vallées inondées et les mares temporaires de la savane sont occasionnellement exposées à la dérive ou à des pulvérisations directes par débordement durant les traitements aériens sur de grandes surfaces lors de la lutte contre le criquet pèlerin. Lors des grandes invasions, de très grandes superficies sont pulvérisées. Par exemple, rien qu'en 1988, 10 millions d'ha. ont été pulvérisés pour lutter contre le criquet pèlerin en Afrique du Nord-Ouest et en Afrique de l'Ouest.

## Lutte anti-aviaire

Les oiseaux granivores, en particulier le quélea à bec rouge, *Quelea quelea*, peuvent causer des dégâts considérables dans les champs de céréales conduisant de temps à autre à la perte totale de la récolte dans les

champs affectés. Les activités de lutte sont souvent concentrées en bordure des bassins des fleuves et des plaines d'inondation, puisque le riz irrigué, cultivé surtout pendant la saison sèche est particulièrement vulnérable à l'attaque des oiseaux. La stratégie de lutte préconisée depuis les années 1970 consiste à orienter la lutte uniquement contre ceux des oiseaux qui menacent réellement de grandes zones de production céréalière.

Deux produits sont actuellement utilisés. Il s'agit du Queletox (fenthion) et du Cyanox ou toritox (cyanophos) et les traitements sont souvent effectués par les Services nationaux de protections des végétaux. Les cibles d'intervention sont le plus souvent les gîtes de reproduction ou les dortoirs dont la superficie dépasse rarement quelques hectares. La présence de peuplements de *Typha* spp. près des champs de riz pourrait sérieusement augmenter les dégâts causés aux récoltes. Par conséquent, dans la planification des projets de cultures irriguées, il faut tenir compte du comportement et des déplacements des oiseaux granivores. Quant aux petits agriculteurs, l'épouvantail restera la méthode habituelle de prévention et de limitation des dégâts.

## Lutte contre les mollusques

Hôtes de *Schistosoma* spp.

La lutte au moyen de produits chimiques contre le *Bulinus africanus* et le *Biomphalaria pfeifferi*, hôtes intermédiaires du *Schistosoma haematobium* et du *S. mansoni* respectivement et/ou le *Schistosoma* spp. miracidia constitue une des alternatives pour la réduction de la transmission de la schistosomiase. Depuis plus de trois décennies, l'OMS (1965) recommande le niclosamide (Bayluscide) comme produit de choix, mais d'autres produits ont également été testés au laboratoire ou sur le terrain tels que le malathion, le sulfate de cuivre, le NaPCP, la nicotinanilide et le TBTO. A cause de sa toxicité pour les mammifères, l'OMS (1980) ne recommande pas l'utilisation de ce dernier produit.

Au moins 566 espèces d'angiospermes ont été déclarées testées pour leur activité anti-mollusques et 288 d'entre elles ont été trouvées positives. 435 autres espèces sont susceptibles d'être actives également. Cependant, les données (éco)toxicologiques actuellement disponibles sont limitées et seules quelques espèces sont présentement utilisées. Il s'agit notamment du *Phytolacca dodecandra*, du *Ambrosia maritima* et du *Tetrapleura tetraptera*.

## Lutte anti-larvaire

### Les copépodes

Bien que les programmes de surveillance et les filtres à eau bon marché aient grandement contribué à réduire le nombre de cas de dracunculose, la lutte chimique au moyen du téméphos (Abate), contre le copépode (micro-crustacé) *Mesocyclops* spp., vecteur des larves du ver de Guinée dans les eaux de surface, est parfois recommandée. Par exemple, en 1994, le Mali et le Niger ont commencé à utiliser de manière sélective le téméphos pour tuer les copépodes dans les sources d'eau potable de certains villages choisis. Une campagne mondiale menée par l'OMS envisage l'éradication du ver de Guinée dans un proche avenir. De même que pour la schistosomiase, les toxines de plantes ne jouent pas encore un rôle déterminant dans les programmes d'éradication bien que plusieurs produits se soient avérés efficaces tels que l'azadirachtine, les pyréthrinés naturels et les rotenoïdes.

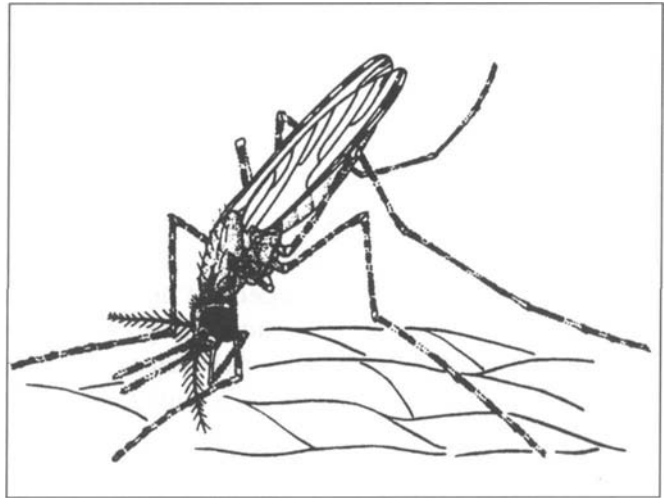
### Les moustiques

Bien que l'imprégnation des moustiquaires soit devenue la pierre angulaire de la stratégie de lutte mondiale contre les moustiques, (OMS 1993), la pulvérisation résiduelle à l'intérieur des maisons ainsi que la lutte contre les larves de l'anophèle au moyen de pesticides sont encore courantes. Selon l'OMS, (1993, 1995) la lutte anti-larvaire n'est réaliste que dans des zones restreintes où les gîtes larvaires sont bien localisés, de taille facile à traiter et situés à l'intérieur du rayon de vol des moustiques jusqu'à la communauté à protéger. Dans certains cas, on a pu démontrer que la gestion de l'environnement, ou l'utilisation de poissons larvivores, particulièrement dans les cultures inondées telles que le riz, est efficace dans la lutte anti-larvaire.

Bien qu'un grand nombre d'insecticides ait été recommandé, il reste que dans beaucoup de cas, le téméphos demeure le produit de choix.

Les larves du moustique *Mansonia* spp. vecteurs de la filariose lymphatique vivent fixés aux racines de certaines plantes aquatiques telles que les espèces parasites *Pistia*, *Eichhornia* et *Salvinia*. Dans le cas des larves de *Mansonia*, Collins and Paskewitz (1995) ont recommandé l'utilisation de pesticides pour tuer les plantes hôtes. Ces dernières années, des progrès ont été réalisés dans la mise au point de méthodes biologiques efficaces de lutte contre ces plantes.

*L'utilisation des noms de marque est faite purement pour des besoins d'identification et n'implique aucune reconnaissance particulière par la FAO.*



**FIG. 4.17** "Les moustiques en se nourrissant, transmettent le paludisme". Source: Clements (1992).

### 4.7.3 Lutte contre les vecteurs de maladies, J. M. Ouadba

La mise en valeur agricole de vastes périmètres en zone sahélienne, a provoqué de profonds changements dans les conditions hydrologiques, socio-économiques et environnementales de ces régions. On note en particulier, sur le plan sanitaire, la recrudescence de certaines maladies d'origine hydrique comme le paludisme, les schistosomiasis intestinales et urinaires, les diarrhées, la dracunculose, l'onchocercose, la fièvre de la vallée du Rift. Ainsi, dans la vallée du fleuve Sénégal, de graves problèmes sanitaires apparurent dès 1987 après la mise en eau des barrages de Diama et du Gorgol, touchant tout le Bassin fluvial où on dénombra plusieurs centaines de morts et des troupeaux décimés par la fièvre de la vallée du Rift.

Ces maladies ont un impact au plan social et sur le niveau de productivité économique. Il y a lieu de les traiter, et mieux, de les prévenir en agissant sur leurs causes au travers d'actions intégrées dans le cadre d'une gestion plus globale de l'environnement. Une attention particulière sera portée sur la lutte contre les vecteurs de maladies (moustiques, mouches, mollusques). Les mesures à prendre doivent viser sur le long terme la diminution des charges récurrentes de santé, le maintien d'un niveau acceptable de productivité et l'assurance d'un développement socio-économique soutenu.

Ces mesures, parties intégrantes du plan de gestion de la plaine d'inondation, (volet gestion environnementale pour le contrôle des vecteurs), peuvent se regrouper en plusieurs classes:

1. Les mesures autorisant une modification de l'environnement, c'est-à-dire des changements physiques assez permanent: contrôle de vecteurs dans les plaines rizicoles avec:
  - Gestion dynamique des niveau des eaux;
  - Travaux de génie civil (digues, canaux, ...);
  - Eau potable et hygiène (santé humaine);
  - Parc à bétail (santé animale);
  - Plantation d'arbres pour drainage;
  - Traitement des sites de reproduction des vecteurs;
  - Elimination des marécages (assainissement).
2. Les mesures préconisant la promotion de pratiques agricoles saines telles que:
  - Alternance assèchement / humidification des rizières;
  - Curage des canaux (contrôle de l'écoulement, destruction des habitats de vecteurs);
  - Contrôle des mauvaises herbes et plantes hôtes de vecteurs;
  - Zooprohylaxie.

3. Les mesures favorisant les changements de comportement humain et le type d'habitat, car visant la réduction et la prévention des infections:
  - Articles imprégnés d'insecticides;
  - Choix de sites salubres;
  - Construction de maisons imperméabilisées;
  - Méthodes de protection individuelle, etc.

La lutte contre les vecteurs a un coût récurrent. La planification du projet doit en tenir compte et chercher à favoriser l'émergence d'un fonds de soutien à l'assainissement continu des plaines d'inondation et des établissements humains qui y sont établies. Enfin, il est indispensable, de tenir compte dès l'élaboration du projet, de tous ses impacts sur l'environnement. L'évaluation sanitaire du projet doit faire partie intégrante de l'étude d'impact environnemental du projet. L'analyse doit viser la durabilité à long terme des actions, en assurant au projet et à l'après projet un suivi sanitaire adéquat.

#### 4.7.4 Conséquences environnementales indésirables des traitements, *W. C. Mullié*

##### Lutte anti-acridienne

Jusqu'à l'invasion du criquet pèlerin des années 1986-89, peu d'études systématiques de l'impact sur l'environnement de l'utilisation des insecticides pour la lutte anti-acridienne avaient été menées. Aussi, une étude pilote au Sénégal a indiqué clairement la nécessité d'une étude à long terme. Cette étude a été menée par le projet Locustox de la FAO entre 1991 et 1998 et ses résultats ont été récemment publiés. On a pu tirer des conclusions solides sur l'impact des insecticides anti-acridiens sur l'environnement grâce à une combinaison d'études de laboratoire et de recherches sur le terrain.

En ce qui concerne l'habitat aquatique des plaines d'inondation, les résultats suivants sont d'un intérêt certain (voir également le tableau 4.1 sur l'évaluation des risques). Tous les pesticides chimiques utilisés dans la lutte contre les criquets représentent un risque pour la faune aquatique, mais les groupes d'organismes à risque diffèrent selon le produit utilisé. Les invertébrés aquatiques sont généralement les plus à risque et les poissons le moins. Il faut noter que jusqu'à ce que l'on trouve des pesticides sélectifs, il y aura toujours des effets indésirables sur l'environnement. On peut seulement réduire ces effets en choisissant les produits qui sont moins nocifs pour la faune aquatique lorsqu'on les pulvérise près des cours d'eau ou des plaines d'inondation.



**FIG. 4.18** A Birette, la remontée de la nappe salée tue les Gonakiers. Photo: O. Hamerlynck.

##### Lutte anti-aviaire

Les effets indésirables de l'utilisation du fenthion sur l'environnement ont été récemment étudiés en Afrique de l'Est, du Sud et de l'Ouest. Par ailleurs, une étude assez détaillée sur les effets secondaires des traitements au cyanophos a été menée au Sénégal. Il convient de noter que la plupart de ces études a relevé un taux très élevé de mortalité parmi la faune non cible, surtout chez les oiseaux et les organismes aquatiques. Les moyens létaux non chimiques (explosifs) de lutte contre les oiseaux granivores peuvent également causer un taux de mortalité très élevé parmi la faune non cible. Il existe d'autres méthodes de



prévention des dégâts causés aux récoltes par les oiseaux granivores telles que la programmation des cultures en tenant compte des mouvements des oiseaux et certaines méthodes culturales telles que le repiquage au lieu des semilles ainsi qu'un meilleur contrôle de l'eau et une meilleure lutte contre les mauvaises herbes.

### **Lutte contre les mollusques**

Dejoux (1988) a examiné les informations disponibles sur les effets indésirables du niclosamide et a noté que ce produit avait un effet phytotoxique marqué sur les algues et les macrophytes aquatiques à des concentrations supérieures à 500µg/l, ainsi qu'un puissant effet sur tous les taxons de la macrofaune aquatique échantillonnée même à des concentrations initiales de 200-300µg/l. Les concentrations moyennes létales pour certaines espèces de poissons (26-47µg/l) sont du même ordre que celles létales pour les *Biomphalaria* (17—51 µg/l), indiquant qu'une mortalité des poissons peut survenir après l'application du niclosamide.

En effet, ce produit a causé la mort massive de poissons à travers l'Afrique alors que le taux de mortalité de la faune cible n'était pas toujours satisfaisant. S'il existe d'importants stocks de poissons de grande valeur économique et qu'un traitement chimique s'avère nécessaire, l'alternative serait de réduire la dose du produit pour éliminer uniquement les miracidia.

Il est erroné de penser que parce qu'il s'agit de produits naturels, les molluscides dérivés de plantes sont en soi sains pour l'environnement. Par conséquent, il est nécessaire d'effectuer un criblage (éco) toxicologique exhaustif de ces produits avant de les utiliser.

### **Lutte anti-larvaire**

L'utilisation du téméphos dans la lutte chimique contre les *Mesocyclopes* se limite aux points d'eau et aux mares temporaires. Dans la lutte contre les moustiques, le téméphos peut être appliqué à des types beaucoup plus variés d'habitats. Les concentrations maximales dans l'eau de boisson ne doivent pas dépasser 1 mg/l, ce qui est bien supérieur aux valeurs LC50 qui ont été rapportées pour les poissons et les crustacés (Tableau 4.1).

Bien que, dans les conditions naturelles de terrain, le téméphos soit facilement absorbé par des particules minérales et végétales, il reste possible que toute la (macro) faune aquatique des mares temporaires ou (semi) permanente soit anéantie à ces mêmes taux de concentration, surtout si les traitements se répètent une fois par mois, tel qu'est recommandé quelquefois. Dejoux (1998) rapporte que les larves d'insectes ont montré une mortalité massive après un traitement d'eau stagnante au téméphos.

Cependant, l'éradication de la macro-faune aquatique des mares temporaires ne constitue pas nécessairement un désastre écologique. En effet, les stratégies propres à l'histoire de la vie des organismes vivant dans ces mares sont adaptées à leur caractère temporaire et les organismes repeuplent la zone soit par immigration, soit par éclosion des stades dormants. Le repeuplement des crustacés après une perturbation créée par l'utilisation de produits chimiques ne peut avoir lieu qu'au cours de la prochaine saison des pluies.

Les autres produits utilisés dans la lutte contre les moustiques sont les régulateurs de croissance des insectes, les organophosphorés et les pyréthroides. De tous ces composés, les pyrétrinoïdes, deltaméthrine et perméthrine possèdent la toxicité intrinsèque la plus élevée pour les organismes aquatiques non cibles (Tableau 4.1).

**Tableau 4.1** Evaluation des risques liés à l'utilisation des pesticides dans les plaines d'inondation sahéliennes telle que recommandée par la FAO, pour les luttes anti-acridienne et anti-aviaire; et par l'OMS pour la lutte anti-vectorielle.

Pesticide	Application contre:						CL50/DL50				Risques dans les plaines d'inondation	
	oiseaux granivores	acridiens	escargots	larves de moustiques	larves de Simulium	copépodes	poissons µg/l 96h	crustacés µg/l 48h	abeilles µg/abeille	oiseaux mg/kg	poissons	invertébrés aquatiques
<b>Biologique</b>												
Bacillus thuringiensis H-14	-	*	-	-	*	-	156000	>25000	>100	ND	ND	négligeable
Metharizium anisopliae	-	*	-	-	-	-	ND	35400	ND	ND	ND	négligeable
<b>Dérégulateurs de croissance</b>												
diflubenzuron	-	*	-	*	-	-	135000	>100	>100	>4600	>4600	(très) élevé
méthoprène	-	-	-	*	-	-	4400	>1000	>1000	>4600	ND	ND
teflubenzuron	-	*	-	-	-	-	>500000	>1000	>1000	>2250	bas	élevé
triflumuron	-	*	-	-	-	-	>1000000	tox	tox	561	bas	élevé
<b>Organophosphorés</b>												
chlorpyrifos	-	*	-	*	-	-	3	0.9	0.059	32	bas	très élevé
cyanophos	*	-	-	-	-	-	5000	ND	tox	2.6	bas	ND
fénitrothion	-	*	-	*	-	-	1700	1.6	tox	24	bas	(très) élevé
fenthion	*	-	-	*	-	-	550	0.8	tox	3	bas	(très) élevé
malathion	-	*	-	*	-	-	62	1	0.71	no	bas	(très) élevé
phoxim	-	-	-	*	*	-	180	0.81	tox	40	bas	(très) élevé
pyraclofos	-	-	-	-	*	-	40	ND	0.9	164	bas	(très) élevé
pirimiphos-méthyle	-	-	-	*	-	-	400	1400	ND	30	bas	(très) élevé
téméphos	-	-	-	*	*	*	160	0.4	1.55	170	bas(Simulium)	élevé (autres)
<b>Carbamates</b>												
bendiocarbe	-	*	-	-	-	-	860	31	0.1	3.1	présent	présent
carbosulfan	-	-	-	-	*	-	136	0.15	tox	8	modéré	modéré-élevé
<b>Pyréthrinoides</b>												
deltaméthrine	-	*	-	*	-	-	0.58	0.017	0.05	>4600	bas	(très) élevé
étofenprox	-	-	-	-	*	-	1700	ND	130	>2000	bas	modéré (Simulium)
lamda-cyhalothrine	-	*	-	-	-	-	0.21	0.024	0.038	>4000	bas	très élevé
perméthrine	-	-	-	*	*	-	1.8	0.6	0.029	>3000	présent (Simulium),	élevé (moust.)
<b>Autres produits</b>												
fipronil	-	*	-	-	-	-	3400	9.5	0.005	31	bas	présent
niclosamide	-	-	*	-	-	-	47	200	non-tox	500	bas	élevé
<b>Nombre de produits</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>1</b>						

ND: Pas de données disponibles.

Note: Les données sur les larves de Simulium ne sont fournies qu'à titre indicatif (voir texte.)

## 5. Mécanismes de coordination et de concertation

La coordination des différentes interventions privées ou publiques est la condition du succès de la gestion. La coordination s'exerce d'abord au niveau du bassin versant, ce qui suppose qu'il existe des structures d'appui adaptées. Le plus important est que la coordination et la concertation soient présentes au niveau local. Les questions de genre se posent à ce niveau. Les concepts de cogestion et de gestion des conflits, méritent aussi que l'on s'y attache.

### 5.1 Structure de gestion des bassins versants, *J.R. Thompson*

#### 5.1.1 Introduction

L'hydrographie est le facteur déterminant de la formation et de la préservation des plaines inondables. Leur gestion nécessite le développement de stratégies durables pour la maîtrise des ressources en eau et nécessite la création d'institutions capables de planifier et d'appliquer ces stratégies. Cette nécessité a été de plus en plus ressentie dans la mesure où la demande exercée par les utilisations agricoles, industrielles et domestiques, sur cette ressource limitée, ne cesse de croître. Parallèlement, il devient de plus en plus évident que la préservation de réserves d'eau pour les activités humaines, dans le futur, repose sur l'adoption d'approches qui établissent des relations de partenariat entre les besoins de l'homme et ceux de l'environnement.

Plusieurs des recommandations du plan d'action qui résulte du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro, ont trait à la définition d'un cadre institutionnel pour la gestion de l'eau. Un grand nombre de ces recommandations sont directement applicables à la gestion des ressources en eau des plaines d'inondation de l'Afrique sahélienne.

Plusieurs pays sahéliens ont créé ou envisagent de créer de telles agences chargées de la gestion de bassins hydrographiques. Plusieurs de ses organismes sont interétatiques. La tâche n'est pas facile, car *les parties prenantes de la gestion des eaux sont inégalement structurées* et représentées. Elles ont des pouvoirs politiques et financiers très divers. Les collectivités locales sont inexistantes ou récentes et dotées de budgets très faibles. Les agriculteurs sont très nombreux, sans moyens et inorganisés. Ils n'ont guère de représentation au niveau national. Les industriels sont rares. Les industries étatiques sont dominantes dans certains

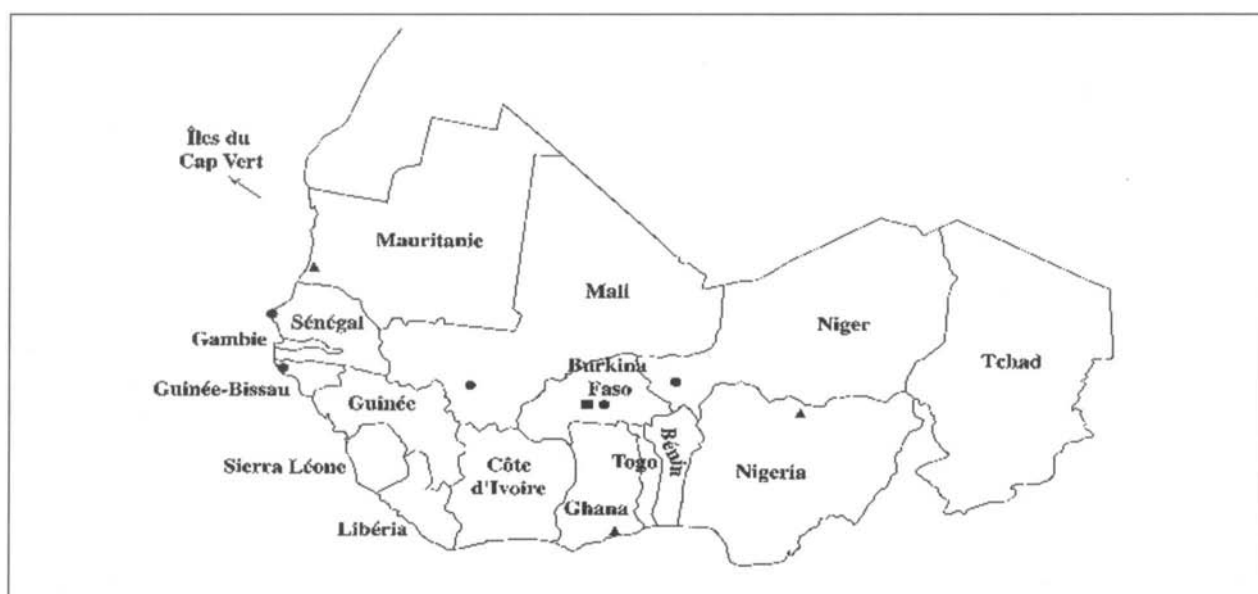


FIG. 5.1 Carte Afrique de l'Ouest. *Source: UICN.*

secteurs (hydroélectricité). Les défenseurs de la nature ont très peu de pouvoir. Les services publics sont verticaux, centralisés, très structurés et politiquement contraints.

Toujours au Sahel, les *ressources nécessaires au fonctionnement de telles agences*, ne peuvent guère provenir de redevances décentralisées (fournies par les divers acteurs de l'aménagement). Les crédits de fonctionnement et d'intervention de l'agence proviendront donc de l'état ou des bailleurs de fonds. Pour aboutir à une gestion autonome de l'agence de bassin, il faudrait que les collectivités aient un budget et un pouvoir, que les industriels soient nombreux et prospères, que les agriculteurs puissent vendre leur production à une valeur raisonnable, que les ruraux et les défenseurs de la nature aient un poids politique.

Dans un tel contexte les organismes de bassins seront d'abord des administrations et les principaux acteurs qui sont en même temps les plus nombreux intéressés, auront bien peu de poids.

### **5.1.2 Gestion intégrée des ressources en eau**

Le concept de base est celui du développement et de la gestion intégrée des ressources en eau. Ce concept est basé sur la perception de l'eau comme faisant partie intégrante des écosystèmes. L'eau est une ressource naturelle qui est à la fois un bien social et économique et dont la quantité et la qualité déterminent la nature de son utilisation. Quatre objectifs principaux ont été avancés pour la recherche d'une gestion intégrée de l'eau:

- Promouvoir une approche multi-sectorielle de la gestion de l'eau, qui intègre les considérations technologique, socio-économique, environnementale et de santé humaine;
- Prendre des mesures pour assurer une gestion durable des ressources en eau;
- Concevoir, mettre en œuvre et évaluer des réalisations basés sur une approche pleinement participative des populations, notamment des femmes, des jeunes, des populations rurales et des communautés locales;
- Créer les mécanismes institutionnels, juridiques et financiers appropriés.

L'évolution vers l'objectif d'une gestion intégrée du bassin hydrographique, y compris la réforme, et si nécessaire la création d'institutions appropriées ne peut se faire du jour au lendemain. Il s'agit plutôt d'une évolution qui nécessite un processus progressif vers une gestion des ressources en eau dans une perspective globale du bassin hydrographique entier.

Malheureusement dans beaucoup de pays, les limites des services administratifs se confondent avec les contraintes politiques plutôt qu'avec celles des bassins hydrographiques. Le partage d'un bassin hydrographique et de ses ressources en eau entre différentes autorités administratives (dans un même pays ou entre différents pays dans le cas d'un bassin hydrographique international), est souvent cause de conflits en matière d'attribution et de gestion de l'eau.

Les institutions situées en amont du bassin ont souvent des attitudes différents de celles d'aval. On observe souvent une réticence des institutions d'amont à garantir les normes de qualité et de quantité nécessaires aux institutions d'aval. Les institutions d'aval sont préoccupées par les activités menées par celles d'amont qui peuvent réduire les quantités d'eau disponibles, ou affecter la qualité de l'eau. Trop souvent, les besoins des zones inondables sont oubliés.

C'est pourquoi dans les bassins hydrographiques limités à un seul pays, la structure administrative chargée de la gestion des terres et de l'eau doit refléter l'importance du bassin en tant qu'unité naturelle de gestion des ressources en eau. La nature même des relations entre éléments d'un même bassin fluvial, impose une meilleure coordination des activités de l'homme dans les diverses parties du bassin fluvial. Une telle vision du bassin permet de prendre en compte les préoccupations des utilisateurs situés en amont, comme en aval, dans le processus de prise de décision.

A l'intérieur d'un même pays où un certain nombre d'agences ont la charge de gérer les ressources en eau d'un bassin hydrographique, il est donc important d'instaurer entre ces agences un processus de coopération, par la création d'une autorité de coordination qui pourrait à l'avenir assumer la responsabilité de la gestion de l'ensemble du bassin.

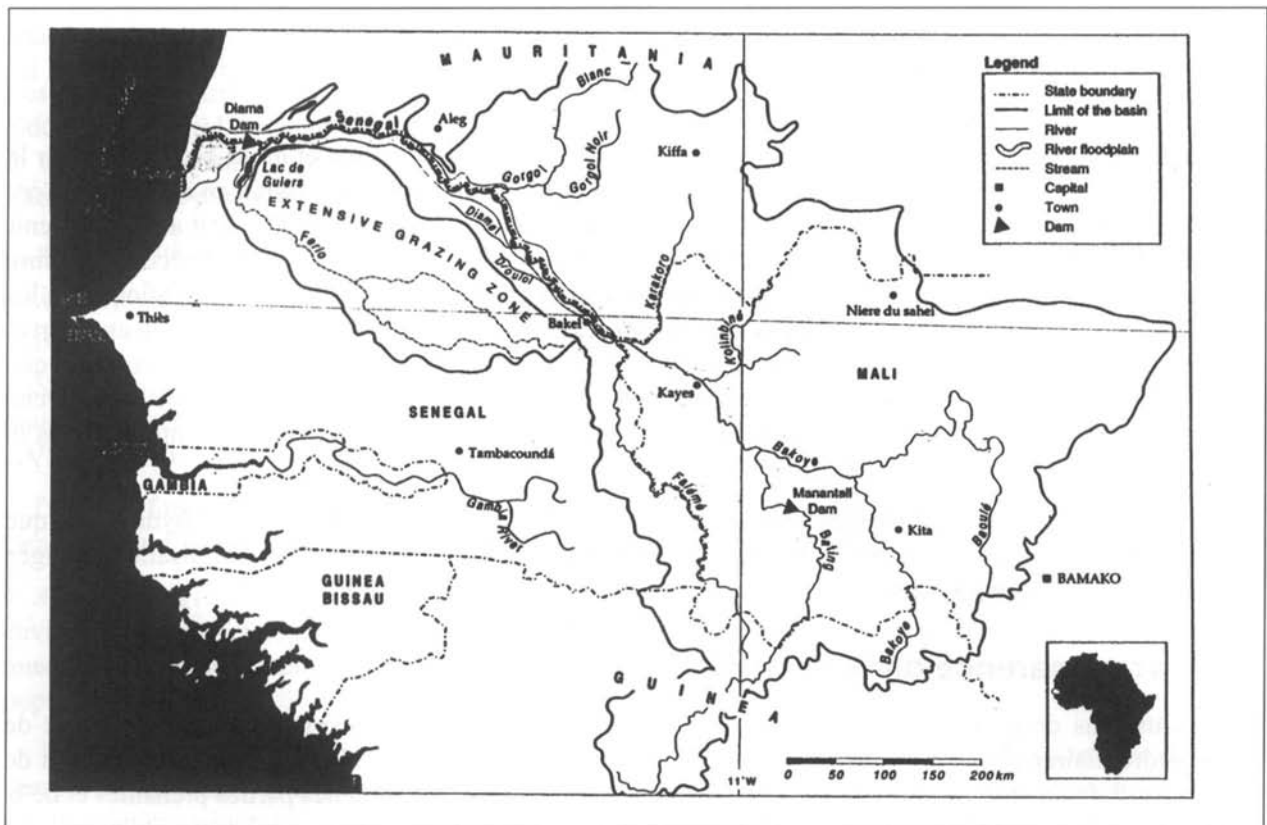


FIG. 5.2 Bassin versant du fleuve Sénégal. Source: Acreman et Hollis (1996).

La complexité des ressources en eau à l'échelle d'un bassin tout entier est grandement amplifiée lorsque le bassin est partagé entre différents pays. La forme la plus efficace de gestion, dans ces cas, requiert l'implication de tous les états riverains. Dans la mesure où des fleuves, lacs et formations aquifères traversent des frontières nationales, les politiques et la planification en matière d'eau doivent être menées dans un cadre international. Chaque état riverain doit confier la responsabilité de la gestion de la partie nationale d'un bassin hydrographique international à une seule organisation internationale. Ces organisations nationales doivent, par la suite, collaborer dans la planification de la gestion du bassin si l'on veut bien utiliser les ressources et éviter les conflits. Il est donc important d'engager le plus tôt possible des pourparlers entre états riverains partageant des bassins hydrographiques internationaux. La **création** d'un organisme composé de représentants de chaque nation riveraine favorise une évolution vers des accords sur la mise en valeur et la gestion des ressources dans l'ensemble du bassin hydrographique.

### 5.1.3 Gestion pluridisciplinaire et multisectorielle

L'objectif premier d'une institution qui reflète les limites du bassin hydrographique est l'élaboration d'un plan à l'échelle du bassin tout entier pour l'utilisation, la gestion et la préservation des ressources en eau du bassin. Etant donné l'interrelation des diverses utilisations des systèmes fluviaux, il est vital que la planification et la gestion de ces ressources ne soient pas le domaine uniquement d'un nombre limité de disciplines. Il faut une approche multi-sectorielle, dynamique et interactive. Un cadre de concertation s'impose en vue d'approches intersectorielles et interdisciplinaires à la gestion de l'eau qui nécessitent l'adoption de nouvelles attitudes et favorisent l'intégration des aspects techniques, économiques, environnementaux, sociaux et juridiques de la gestion de l'eau, ainsi que le développement et la diffusion de nouvelles méthodologies de planification.

Il s'agit d'adopter un point de vue élargi sur la gestion de l'eau. Cela implique la reconnaissance d'un certain nombre de concepts importants. Par exemple, le fait qu'il existe de *nombreuses utilisations possibles d'une ressource donnée* et que chacune d'entre elles ait un impact sur les autres. On considère toutes les utilisations potentielles en même temps et on choisit ensuite une combinaison d'utilisations, qui soit

conforme à des critères déterminés. Il faut utiliser des méthodologies qui puissent favoriser l'application des compromis: notamment l'analyse avantage coût, l'évaluation d'impact environnemental, ainsi que les instruments juridiques et institutionnels adaptés.

Un second concept sous-jacent à l'adoption des approches multidisciplinaire et multi-sectorielle pour la gestion des ressources en eau, est *qu'on ne peut optimiser l'utilisation d'une ressource en eau particulière* lorsque l'on poursuit plusieurs buts simultanément. La gestion des zones inondables doit ainsi maintenir toute une série de fonctions et d'avantages environnementaux. Une coopération fructueuse nécessite la libre circulation de l'information entre toutes les parties concernées et le maximum de communication entre les organisations. Naturellement, la collaboration et la coopération entre plusieurs agences nécessite un effort et du temps supplémentaires de la part de toutes les parties concernées. Il est vital que cela soit reconnu et que du temps et des ressources soient accordés pour atteindre ces buts. Un élément implicite dans la recherche d'approches multi-sectorielles est que la planification des ressources en eau devrait être intégrée dans la planification économique et sociale globale.

Les stratégies de gestion élaborées à partir du concept d'une gestion intégrée du bassin hydrographique devraient chercher à maximiser les avantages, minimiser les conflits et tirer profit de l'utilisation partagée des ressources associées à l'eau.

#### **5.1.4 Transparence dans la gestion**

Les institutions de gestion de l'eau doivent fonctionner dans un environnement ouvert permettant de comprendre clairement la logique qui sous-tend les décisions. De même, les institutions et les plans de gestion ainsi développés et mis en œuvre peuvent tirer profit de l'association des parties prenantes et de la participation du public.

Les institutions de gestion de l'eau ne sont efficaces qu'à la mesure des personnes qui y travaillent. Elles doivent en conséquence améliorer les compétences de leur personnel.

### **5.2 Structures d'appui, A. Ndiaye**

#### **5.2.1 Introduction**

Le cadre institutionnel, les mécanismes de coordination et de concertation mis en place pour la gestion des plaines d'inondations sahéliennes, peut être éclairé par l'expérience vécue dans le bassin du fleuve Sénégal. On peut ainsi mieux comprendre les justifications qui ont conduit à la création puis à l'intervention les diverses structures ceci dans une démarche chronologique. Les problèmes posés par la coordination entre ces différentes structures ont conduit, depuis quelques années, les états et les organisations internationales à organiser un partenariat d'un type nouveau.

#### **5.2.2 Typologie des structures d'appui**

Les structures d'appui des aménagements ou des actions de développement comprennent des entités de natures très différentes:

- Collectivités locales
- Associations diverses du monde rural
- Bailleurs de fonds
- Organisations non gouvernementales (O.N.G.)
- Institutions scientifiques et techniques nationales ou internationales

Les structures d'appui sont généralement structurées au niveau des états voire au niveau interétat.

### 5.2.3 Aperçu chronologique des logiques d'intervention

Les différentes structures d'appui du bassin du fleuve Sénégal sont intervenues à des périodes différentes aidées en cela par l'environnement socio-économique et institutionnel qui a déterminé pour une grande part le choix des acteurs, la configuration de la scène et les enjeux mis en évidence selon les cas. Leur intervention est passée par différentes phases.

*Période coloniale:* Omniprésence de la Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal (M.A.S.).

*Après l'indépendance (1960):* Assistance financière des Nations Unies et création des structures techniques de vulgarisation et soutien des centres de recherches nationaux et internationaux.

*Sécheresse des années 1970:* renforcement de la politique d'aide des bailleurs de fonds et émergence de nouveaux acteurs (Associations Villageoises de Développement et Organisations Non Gouvernementales: AVD et ONG).

Diverses formes d'organisation des communautés de bases ont vu le jour: organisations fédératives, Groupement d'Intérêt Economique (GIE) et organisations paysannes).

*Après barrage:* Renforcement de la place concédée aux acteurs de terrain. Multiplication des études environnementales et impulsion d'une nouvelle dynamique avec la prise en compte de l'environnement dans tous les projets de développement. Souhait de prise en charge des problèmes d'environnement par les populations locales.

De plus en plus, la doctrine officielle consiste dans le désengagement des Etats. On transfère donc les charges de fonctionnement, de maintenance, d'entretien et de renouvellement sur les usagers regroupés dans des associations généralement constituées après coup. Il faut certes permettre aux populations de gérer à leur manière l'environnement qu'elles connaissent bien, mais elles ne peuvent prendre à leur charge la totalité de la sauvegarde de l'environnement.

L'initiative des projets collectifs d'aménagement ou de développement qui était généralement extérieure à la zone concernée revient de plus en plus au ruraux. Mais ceux-ci (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs ou sylviculteurs) sont rarement maîtres d'ouvrage des actions collectives d'aménagements et de développement. Et il n'existe pas ou peu de représentation professionnelle aux niveaux des états, des agriculteurs, éleveurs, pêcheurs ou sylviculteurs.

### 5.2.4 Cadre de concertation et mécanismes de partenariat

La mise en place d'une base légale et cohérente pour le développement de programmes d'aménagement des plaines d'inondation s'est avérée difficile, vu le nombre et la diversité des structures d'appui et de gestion. En effet, une approche fondée sur la mise en œuvre de projets sectoriels, décidés technocratiquement, a conduit à des interventions parallèles et non coordonnées des structures d'appui. Chaque projet avait ses objectifs et ses priorités spécifiques, ses procédures administratives et financières. La conséquence en a été la faiblesse de l'impact des projets sur les conditions de vie des populations.

Depuis quelques années les Etats et institutions d'appui internationales favorisent la mise en place de cadres de concertation pour une meilleure gestion des plaines d'inondation. Parmi ces derniers deux approches méritent d'être citées: les plans nationaux d'actions pour l'environnement (P.N.A.E.) et l'émergence des réseaux nationaux et sous-régionaux de gestion des zones humides (UICN).

## 5.3 Coordination et concertation au niveau villageois, R. Kouokam

### 5.3.1 Structures locales et mécanismes de coordination

La gestion rationnelle et durable d'une plaine d'inondation requiert le concours de tous ceux qui exercent une influence sur l'utilisation de ses ressources.

## Identification des acteurs

A ce titre, la *délimitation de la plaine* à gérer et l'*identification des acteurs* directement liés à sa gestion, s'imposent comme des activités préalables à toute action de gestion. Ces préalables conduisent à la création d'une structure locale de gestion ou *comité de gestion* qui doit impliquer *toutes les entités locales* (et pas seulement les communautés villageoises), ayant une influence sur l'exploitation des ressources de la plaine inondable. Ces communautés locales peuvent être scindées en trois catégories:

La première est celle des *utilisateurs* qui tirent leurs principales ressources de la plaine d'inondation: ce sont les populations qui y sont installées; les autorités traditionnelles qui ont autorité sur ces populations; les migrants tels que les pasteurs nomades; les pêcheurs et les agriculteurs itinérants.

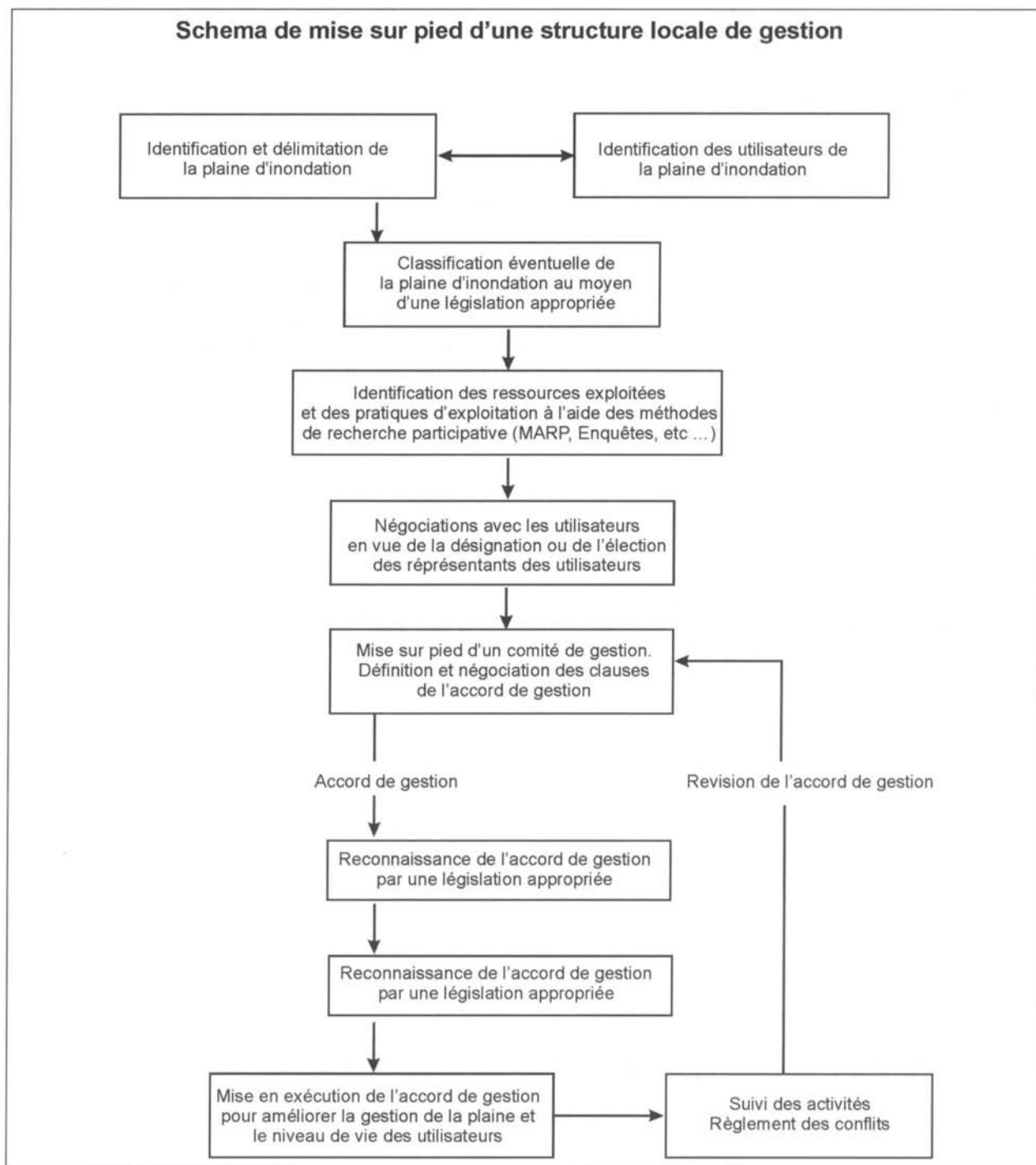


FIG. 5.3 Schema de mise sur pied d'une structure locale de gestion. Source: R. Kouokam.



La deuxième est celle des *personnes* qui viennent de l'extérieur de la plaine pour y entreprendre des activités temporaires: ce sont les entrepreneurs et les commerçants.

La troisième est celle des *autorités administratives et politiques*, des unités de base d'encadrement et de vulgarisation, qui ont un impact sur la plaine de par leurs activités.

La quatrième concerne les *organismes de développement* et les unités techniques opérationnelles en action dans la plaine.

## Comité de Gestion

Les différentes catégories susvisées doivent être représentées au sein du *comité de gestion* qui aura la charge de  *négocier un accord de gestion* de la zone délimitée. Cet accord précisera:

- Les règles d'utilisation des ressources
- Les droits, les devoirs et les responsabilités des membres
- La procédure judiciaire de règlement des conflits
- Les interdictions liés aux pratiques d'exploitation non pérennes des ressources
- Le système de contrôle et de suivi
- Les indicateurs de suivi perceptibles par tous les partenaires

De telles *structures de gestion existent traditionnellement* et elles ont été, ou sont encore, fonctionnelles dans certaines zones, mais elles ne sont pas régies par une réglementation appropriée. Dans ces structures, les règles de gestion sont basées sur le savoir-faire traditionnel en matière d'utilisation des ressources. Elles sont contrôlées par les leaders reconnus (chefs de village, des terres, des eaux, etc.). Il importe d'intégrer dans l'accord de gestion, les méthodes efficaces d'exploitation durable et de contrôle des ressources, appliquées par les organisations traditionnelles. Il faut aussi que les règles traditionnelles s'adaptent pour donner aux usagers les garanties (notamment foncières) qui leur sont nécessaires pour investir.

Cet accord sera *révisable* par le comité de gestion dans une perspective de:

- Conformité aux lois et règlements;
- Adaptation au changement (dynamique des populations et des ressources naturelles);
- Promotion des activités d'eco-développement.

Il ne sera *applicable* que dans la mesure où les membres du comité perçoivent bien l'intérêt de la plaine pour les populations qu'ils représentent, et si il est régi par une réglementation appropriée. C'est dire que l'autorité de gestion doit être décentralisée au niveau du comité et que chacun de ses membres doit jouer pleinement son rôle.

### 5.3.2 Rôle du comité

Le comité doit intéresser tous les groupements y compris les pasteurs transhumants et les agriculteurs nomades (Fig.5.3). Il doit:

- Exploiter et assurer le contrôle de l'exploitation des ressources;
- Participer à l'identification, à la planification, à l'exécution et au suivi des projets d'aménagement et de réhabilitation de la plaine;
- Assurer la protection des ressources de la plaine contre les utilisateurs indéclicats provenant de l'extérieur;
- Accentuer la concertation en vue du règlement pacifique des conflits.

### 5.3.3 Rôle des autorités traditionnelles

Les autorités traditionnelles et les leaders locaux auront pour rôle de:

- Participer à la négociation de l'accord de gestion en préconisant des solutions aux problèmes de gestion déjà identifiés et en mettant l'accent sur la résolution des conflits. La distinction devra être

faite entre les conflits qui peuvent être résolus par les autorités traditionnelles et leaders locaux, et ceux qui seront réglés au niveau du comité;

- Veiller à l'application des clauses de l'accord de gestion et particulièrement des sanctions qui y sont prévues à l'endroit des utilisateurs indécents;
- Régler les conflits de gestion en collaboration avec les autres membres du comité;
- Assurer la coordination au sein du comité.

### 5.3.4 Rôle des autorités administratives

Les autorités administratives et politiques, les unités de base d'encadrement et de vulgarisation jouent un rôle de protecteur, de facilitateur et de contrôleur.

Ces structures doivent veiller à la bonne rédaction de l'accord de gestion, et à son application. Elles doivent:

- Suggérer aux autorités compétentes, après concertation entre membres du comité, des projets de réglementation, visant la cohérence des textes législatifs ou réglementaires et la résolution des contradictions qui s'y trouvent en matière de droit de propriété et d'accès aux ressources des plaines d'inondation. Les règles coutumières existantes et les orientations nationales doivent être prises en compte dans de telles suggestions.
- Faire comprendre aux autres membres du comité, la législation et la réglementation.
- Promouvoir la formation des membres du comité aux techniques de gestion durable des ressources.
- Ménager les sites sacrés et autres endroits à valeur socio-culturelle.
- Promouvoir les activités d'éco-développement.
- Suivre les indicateurs mentionnés dans l'accord de gestion.

### 5.3.5 Les organismes de développement

Les organismes de développement, et les unités techniques opérationnelles doivent jouer le rôle de conseiller technique en contrôlant les indicateurs mentionnés dans l'accord de gestion, dans le but d'attirer l'attention du comité sur les dangers potentiels relatifs à la pérennité de la plaine d'inondation. Ils doivent également inciter les membres du comité à tenir des séances de travail en vue de débattre des problèmes urgents de gestion.

## 5.4 Intégration des femmes dans la gestion des plaines d'inondation sahéliennes, Z. T.Yaro

Les deux dernières décennies ont vu l'émergence de diverses stratégies visant l'intégration des femmes dans le processus de développement. Toutefois, en dépit des efforts déployés, l'implication de la femme est loin d'être totalement acquise. Aussi la place et le rôle de la femme dans la gestion des plaines d'inondations ne peuvent être perçus qu'à travers l'analyse de son statut social et juridique, de son rôle productif et du degré de son accès aux instances de décision.

### 5.4.1 Philosophie

La nécessité de l'intégration des femmes dans le développement est née du constat que les stratégies et les programmes mis en œuvre dans les différents pays n'ont pas impliqué les femmes aux processus de planification et de prise de décision à tous les niveaux.

C'est ainsi qu'au début des années 70, le concept *Intégration des Femmes dans le Développement (IFD)* est apparu. Cette approche préconise l'implication des femmes dans les projets de développement à travers des volets spécialement conçus pour elles. Cette approche ne remet pas en cause le modèle de développement, la division du travail dans la société, la subordination des femmes. Les résultats de

l'application de cette approche sont mitigés même si elle a facilité la prise de conscience du rôle de la femme et a permis de valoriser son travail.

Cette approche a suggéré un *cloisonnement* qui s'est traduit par des insuffisances, du fait de la non prise en compte des interactions entre les genres. D'où la nécessité d'une approche globale prenant en compte les hommes et les femmes ainsi que leurs rapports dans la société, à savoir l'approche *Genre et Développement (GED)*. Cette nouvelle approche apparaît comme une analyse évolutive de la question du développement à partir de l'expérience des femmes du tiers monde et les efforts des femmes du Nord désireuses de créer un autre modèle de développement.

Le Genre est une construction sociale et culturelle fondée sur une réinterprétation idéologique de la différence biologique des sexes et visant l'égalité et l'équité. Cette approche ne vise pas uniquement la femme, mais le développement avec tous les acteurs, dont les femmes. Elle permet toutefois de mieux appréhender la situation inégalitaire qui est faite à la femme dans la société et de reconnaître que les rôles des femmes et des hommes et les relations entre eux sont prescrites par la société et non seulement par la biologie. Les rôles, les statuts, les conditions et les positions occupés par les femmes et les hommes sont donc culturellement marqués et peuvent varier

d'une société à une autre. L'analyse de ces rôles et de ces relations explique le déséquilibre entre les hommes et les femmes pour leur accès au pouvoir et à la richesse. Cette analyse explique aussi leur charge de travail. Enfin on peut ainsi dégager les possibilités et les nécessités de changer cette situation.

#### 5.4.2 Division du travail selon le genre

Les femmes contribuent de manière essentielle au bien-être social et économique de leurs familles, mais on attribue moins de valeur à leur travail qu'à celui des hommes. Le travail accompli par les femmes ne leur confère pas autant de prestige, n'est pas aussi rémunérateur que celui des hommes. La nature et l'étendue de leur travail peuvent demeurer invisibles si on n'est pas conscient qu'il existe une division du travail selon le genre dans la collectivité. La femme Sahélienne est partout présente. En plus des activités de reproduction et de production, elle est présente à l'ensemble des activités liées à la collectivité. Elle est présente aussi bien en milieu rural qu'urbain, dans le secteur formel ou informel.

Au Sahel, la participation de la femme dans la gestion des affaires prend une dimension toute particulière. Dans les zones soumises à l'exode rural (au Diawling par exemple) les femmes sont généralement abandonnées au village avec les vieillards et les enfants. Elles doivent assurer seules la survie de la famille. Dans la zone où doit être édifié le barrage de Ziga à 50km de Ouagadougou, les femmes de 20 à 45 ans étaient deux fois plus nombreuses que les hommes.



**FIG. 5.4 Travaux de groupe de femmes - sparterie Diawling.** Source: Mémoire, S. Duval.



**FIG.5.5 Femmes pilant des graines de nénuphar utilisées localement comme aliment de substitution de mil - Diawling. Photo: O. Hamerlynck.**

### Activités de reproduction

En plus des travaux des champs, les femmes effectuent des travaux domestiques nombreux et épuisants. Il s'agit principalement de: corvée d'eau, quête de bois de feu, préparation des aliments, pilage de céréales et des condiments, lavage de linge et de vaisselle, entretien de la cour, soins aux enfants, etc.

### Activités de production

La femme participe à côté de l'homme à la production des cultures vivrières (mil, sorgho, niébé, maïs, riz, arachide). Elle prend part au semis, au désherbage, à la récolte, à la commercialisation, bref à tout le cycle de production. Au Sahel, les travaux de reproduction (travaux ménagers

quotidiens) incombent dans leur quasi-totalité aux femmes, tandis qu'elles sont principalement actives dans les activités de production. En plus de sa participation au champ familial, elle dispose généralement de sa propre parcelle dans laquelle elle cultive les condiments. Les femmes sont également les principales productrices dans le maraîchage pendant la période de contre-saison.

Les femmes s'occupent de l'élevage des petits ruminants et de la volaille. Ce sont elles qui assurent, avec les enfants, les soins aux animaux. Elles traitent les vaches, transforment et vendent les sous-produits de l'élevage (lait et beurre) au marché. Le revenu qu'elles en tirent sert à l'achat des condiments et des autres biens de consommation nécessaires à la survie de la famille. La femme n'est pas très souvent consultée dans les décisions qui concernent les animaux notamment la vente. La conservation de la viande à travers le séchage est aussi une activité féminine. Les femmes s'occupent du traitement et de la commercialisation du poisson.

Les femmes interviennent beaucoup dans le domaine de la transformation des produits agricoles et de cueillette. En plus de ces activités, les femmes font aussi de la vannerie, de la sculpture, du tressage de nattes et des paniers, de la poterie et du tissage.

### Accès et contrôle par les femmes des ressources et des bénéfices

Chaque activité, qu'elle soit communautaire, de reproduction ou de production, exige des ressources multiples (financières, foncières, savoir-faire) et procure des avantages (économiques et sociaux) à celui qui l'exerce, à sa famille et à sa communauté. En raison des contraintes socio-culturelles et de la pression sur les ressources, les femmes ont un accès limité à ces ressources et le plus souvent n'en ont pas le contrôle.

Les bénéfices que les femmes tirent de leur travail sont tributaires de la possibilité d'exercer une activité économique et de l'accessibilité aux moyens de production, mais les bénéfices que les femmes tirent de leurs activités sont utilisés pour les besoins familiaux.

### 5.4.3 Conclusions

Les approches pour l'intégration des femmes ont toutes pour objectif la valorisation du rôle et de la place de la femme dans le développement. Les besoins des femmes Sahéliennes sont énormes: besoin de valorisation du statut, besoin d'un meilleur accès à l'éducation et aux soins de santé; besoin d'accroissement de la productivité dans le secteur rural et dans le secteur informel; besoin d'une meilleure représentativité aux instances de décisions.

La volonté pour répondre à ces besoins existe dans les différents documents officiels. Mais la traduction dans les faits est encore très timide. Les programmes en cours ont des impacts limités. Il est donc urgent de travailler sur les méthodes qui permettent aux femmes d'être impliqués pour toutes les actions les concernant.

## 5.5 Cogestion, T. L. Price

### 5.5.1 Concept

Par *cogestion*, on entend la gestion exercée en commun par l'ensemble des personnes intéressées ( *les acteurs*) par l'accès, l'utilisation et la conservation des ressources des plaines d'inondation sahéliennes. La cogestion n'est pas limitée aux seules organisations paysannes ou rurales.

Le nombre d'acteurs potentiels dépend de l'organisation et du type d'activités: agriculture irriguée, pluviale de crue ou de décrue; élevage transhumant; cueillette et pêche. Cette complexité des plaines d'inondation sahéliennes est notamment due aux relations entre les formes d'exploitation; aux fortes variations saisonnières et à la diversité des groupes sociaux. Compte tenu de la complexité de ces relations, il est impératif d'établir des structures et mécanismes aptes à établir (et à réviser périodiquement) le partage des droits et devoirs dévolus aux différents acteurs.

Il est essentiel de souligner les relations entre une véritable cogestion, l'autorité et la décentralisation. Ainsi la *décentralisation* ne doit pas être confondue avec les systèmes de déconcentration des organes de l'état, qui constituent seulement un redéploiement des structures autoritaires aux niveaux locaux et régionaux.

### 5.5.2 Structures de gestion

La création de structures de cogestion permet d'exprimer la volonté des groupes sociaux de base et reflète l'organisation locale de l'utilisation de l'espace. Ces structures doivent être créées par les individus et groupes jouissant déjà d'une reconnaissance en tant que catégorie territoriale et socio-professionnelle. Il s'agit des acteurs qui exploitent eux-mêmes ou font exploiter par d'autres, les ressources dans les plaines d'inondation. La viabilité des formes de cogestion dépend des mécanismes de règlement des formes multiples d'utilisation et de la compétition entre groupes pour l'accès à une région donnée.

Une donnée historique des sociétés sahéliennes est le processus de centralisation du pouvoir et de l'appropriation de l'espace et des ressources par l'état, avec pour résultat la disparition et la transformation des formes, des structures et mécanismes de gestion locaux. La gestion implique une véritable réinvention des différents types de gestion, négociée et mise en œuvre par les acteurs au niveau local.

L'émergence des structures est progressive, et se base sur l'expérimentation, l'adaptation et les négociations successives entre groupes d'acteurs. D'une manière générale, les groupes de base (villages ou groupes d'intérêt économique) s'associent en unités territoriales, qui développent des mécanismes de consultation et de prise de décision.

### 5.5.3 Processus de cogestion

Les structures de consultation citées ci-dessus créent des conditions nécessaires à la transparence, essentielle à la cogestion et créent le débat public en vue de la présentation des idées et des faits destinés à faire l'objet d'un examen conjoint. Ces structures rappellent l'existence dans les temps anciens de *conseils de village ou de famille*, instances et tribunaux dirigés par les notables, les sages et divers autres membres des communautés rurales.

## Groupes d'acteurs

On peut caractériser les groupes d'acteurs de la manière suivante:

- La gestion doit revenir en *priorité aux membres des communautés locales*, propriétaires ou détenteurs des droits d'accès et d'exploitation. Il faut tenir compte d'une hétérogénéité éventuelle au sein des communautés villageoises composées de plusieurs groupes ayant des intérêts et activités différentes, et des écarts considérables de revenus.
- *L'état joue un rôle de garant* des ressources et d'arbitre en cas de conflit. Les autres acteurs se réfèrent également aux services de l'état afin de trouver des solutions à l'utilisation, à la conservation et à la régénération des ressources et du milieu naturel.
- Les *organisations non gouvernementales* peuvent avoir plusieurs dimensions d'activité, notamment en: conseils, formation et appui à la création des structures de gestion. Elles interviennent par ailleurs dans le domaine de l'amélioration des niveaux techniques, du transfert de technologie. Il est intéressant de noter que ces organisations servent de tampon contre les pressions externes que subissent les intéressés au niveau local pour la maîtrise de leurs projets propres. Les ONG doivent éviter de se substituer à l'initiative villageoise.
- Le *secteur privé* mobilise une gamme d'acteurs divers:
- Les *propriétaires* (les formes de propriété individuelle émergent et transforment les relations avec la terre dans les localités rurales).
- Les *grandes sociétés* et exploitants privés ou para-étatiques, qui se sont appropriés des domaines importants.
- Les *autorités traditionnelles* qui peuvent jouer un rôle positif au niveau local. Elles représentent tant bien que mal les intérêts de leurs *sujets*, conservent une motivation pour protéger les équilibres, et réglementent les différends. Les *chefs de terre, des eaux et de la brousse* sont également le plus souvent en milieu rural les dépositaires des connaissances et des savoir acquis au fil du temps. Bien que la légitimité de tel individu ou de telle fonction varie d'une région à l'autre, le pouvoir exercé par les chefs et notables reste souvent incontestable. La place réservée à ces autorités dans la cogestion est un rôle de conseiller et d'observateur censé rester neutre, ne devant pas être considérés comme des acteurs directs. Cependant, leur participation s'avère utile afin d'éviter les contentieux.
- Les *autres acteurs* sont externes: partenaires financiers et agences de développement. Les fonds d'investissement et la mobilisation des ressources importantes proviennent de telles institutions, et leurs politiques propres ont un impact majeur.

## Etapas principales de la cogestion

On peut identifier trois étapes principales qui démarrent successivement mais se déroulent ensuite en parallèle. Ces étapes sont les suivantes:

### ***Information, communication et débats publics***

La gestion passe nécessairement par de nouvelles formes de communication. Il faut prendre en considération la diversité des groupes: femmes, jeunes, catégories socio-professionnelles (agriculteurs, maraîchers, éleveurs, pêcheurs). Les débats intègrent des techniques nouvelles (tel le *diagnostic participatif* pour identifier les problèmes) et une procédure établie (choix des porte-parole, et liberté d'expression des femmes en assemblées villageoises, par exemple).

### ***Groupes de base***

Après les premiers rassemblements, les intéressés commencent à jeter les fondements pour la constitution de *groupes de base*. Les règles et les formes précises d'association sont variables, mais d'une manière générale un groupe s'organise autour d'une unité reconnue, le plus souvent un *village administratif* qui se compose des sous-groupes d'intérêt spécifiques (par exemple, les femmes qui font le maraîchage ou le commerce et les pêcheurs qui vendent leur capture). L'avantage de cette forme d'organisation étant l'existence d'une réflexion sur la dimension territoriale de la gestion et la prise en compte des relations complexes d'explo-

tation des ressources. Le développement de tels groupes de gestion localisée implique d'autres acteurs, et un travail intensif et continu de conception, de mise en œuvre et d'adaptation.

### **Relations avec les acteurs externes**

Il faut créer un cadre consultatif avec les partenaires externes et une reconnaissance des obligations réciproques. L'émergence de telles associations dans une région se trouve renforcée par la confédération de ces groupes, confédération qui devrait prendre ses racines dans les relations socio-politiques et géographiques entre les communautés concernées, à l'image de l'organisation historique de l'espace dans le delta du Niger. Cependant, l'organisation de la confédération se définit en fonction des *desiderata* émanant du niveau local ce qui la distingue des anciennes structures hiérarchiques du monde paysan. Cette approche trouve son expression dans les nouvelles unions ou associations des producteurs ou groupes de femmes.

## **5.6 Gestion des conflits, A. Y. Diallo**

### **5.6.1 Harmonisation des législations et des politiques**

Les Etats sahéliens, à l'instar de nombreux pays du tiers monde, ont adopté une libéralisation de leur économie et tentent une ouverture aux marchés et capitaux extérieurs. Cette situation les contraint à une exploitation intensive de leurs ressources naturelles déjà rudement affectées par la sécheresse. Cette orientation qui restreint les fonctions des plaines inondables constitue une rupture avec les traditions culturelles et les nouveaux projets sont souvent réalisés au détriment d'une gestion harmonieuse des plaines inondables. Les législations et les réformes qui sous-tendent la politique de libéralisation suivie par les Etats sont également motivées par la création de ressources générées par de nouveaux aménagements. Les projets initiés dans le cadre de ces nouvelles législations et ces réformes affectent le milieu naturel, les structures et l'organisation sociale traditionnelle.

Les impacts négatifs qui reviennent assez souvent sont:

- Détérioration de la santé des populations (paludisme, bilharziose)
- Baisse de la fertilité naturelle des sols
- Recul de la biodiversité
- Salinisation des sols
- Pollution de l'eau

Les Etats tentent comme ils le peuvent (avec des moyens faibles) d'atténuer ces impacts par l'adoption de lois et règlements nouveaux qui concernent en particulier:

- Le foncier
- Les eaux et forêts (code de l'eau, code forestier)
- La protection de la faune (code de chasse)
- Les parcs nationaux

Le *problème foncier* est indéniablement et de loin, celui qui suscite le plus de conflits. En effet, le système foncier traditionnel est remis en cause par des populations de plus en plus nombreuses, qui ont besoin d'obtenir des superficies de plus en plus considérables pour leur survie. Les nouveaux textes tendent en général vers une transformation profonde du système de tenure traditionnelle des terres et favorisent une individualisation de la propriété. L'attribution de la terre est un domaine réservé à l'Etat, même si celui-ci reconnaît certains droits coutumiers.

On observe du côté des propriétaires ou ayant droits traditionnels très soucieux de préserver leurs intérêts, une méfiance à toute idée de réforme. Ils justifient leur attitude:

- D'une part par les abus des représentants de l'Etat qui privilégient souvent leur entourage ou les personnes ayant une bonne situation;
- D'autre part par la méconnaissance des lois qu'on veut leur appliquer.

Ceci fait donc que la législation officielle se double d'un système *législatif traditionnel* ce qui occasionne souvent des conflits ouverts. Une procédure permettant de parvenir à la prise en compte de la propriété traditionnelle devrait permettre d'atténuer le problème.

### 5.6.2 Système de concertation

Dans le système traditionnel, il existait des structures pour coordonner les activités au niveau d'une plaine alluviale. En prenant l'exemple d'une plaine alluviale dans la moyenne vallée du Sénégal, après la crue du fleuve, le *Diom leydi* (Gérant des terres) évalue les surfaces inondées et propose un parcellaire.

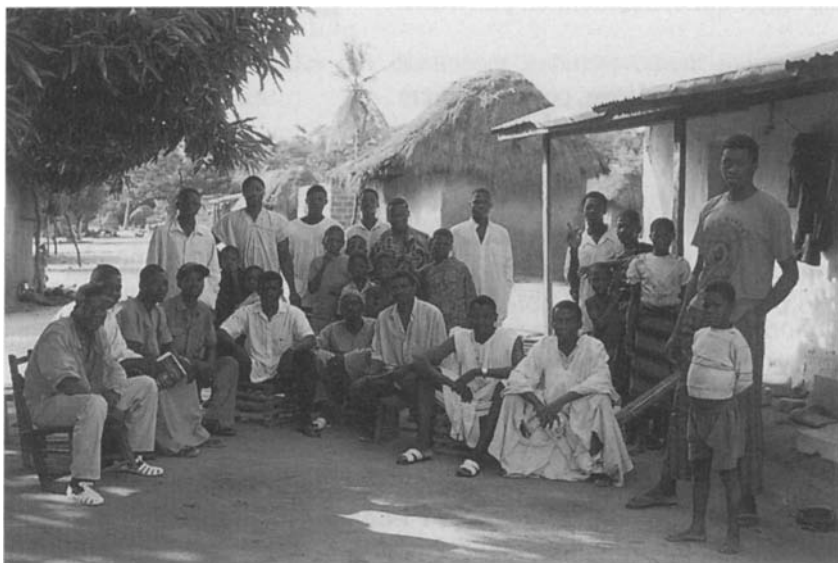
Avec l'avènement des aménagements modernes, de nouvelles structures destinées à la résolution des conflits se mettent en place. Au niveau sous-régional les pays membres de l'OMVS ont créé la Commission Permanente des Eaux (CPE) qui se réunit périodiquement pour décider de la gestion de l'eau dans le bassin du fleuve Sénégal. Au niveau national des associations d'usagers et d'agriculteurs se multiplient.

Malgré ou à cause du nombre de structures ayant une vocation de concertation, on note beaucoup de difficultés de coordination. La principale provient de la circulation de l'information: par exemple quand la CPE décide d'un plan de gestion de l'eau, certains exploitants de la vallée du fleuve ne sont pas informés à temps. Concernant l'attribution de terrains, les populations se plaignent de ne pas être informées des annonces publiées par les autorités locales et il s'en suit une tentative de leur part à s'opposer aux décisions d'allocation.

### 5.6.3 Procédure de règlement des conflits

Le recours en cas de litige ou contestation est officiellement l'autorité administrative. Toutefois, l'arbitrage de celle-ci est souvent contestée. Aujourd'hui tout le monde s'accorde sur la nécessité d'associer les populations et les élus locaux à la mise en œuvre des projets et ce, dès le début. Dans certains pays on a initié le *plan d'occupation des sols (POS)* qui permet, sur la base d'une cartographie et d'un inventaire des ressources, de discuter avec les populations d'un plan de développement intégré des activités propres à cette zone. Ce plan permet de fixer par exemple, les limites des champs de cultures, les couloirs de parcours pour le bétail, les parties réservées aux zones d'habitats, aux infrastructures, forêts, etc.

De manière plus systématique, les services administratifs dans la quasi-totalité des Etats organisent des *consultations publiques* à chaque fois qu'un projet ou une étude est lancé pour informer les populations et recueillir leur point de vue.



**Fig. 5.6** La gestion des conflits se fait au niveau communautaire.

*Photo: UICN.*



## 6. Législation concernant les plaines d'inondation

Les dispositions juridiques applicables à la gestion des plaines inondables sont complexes puisqu'elles comprennent d'abord des dispositions traditionnelles, non écrites. Ces dispositions ont été amendées pendant la période coloniale et depuis les indépendances. Elles doivent évoluer pour s'adapter au contexte actuel de surpopulation. Ces dispositions sont complétées maintenant par un arsenal juridique international important.

### 6.1 Introduction, I. Ly

La notion de législation ne doit pas être entendue exclusivement au sens de loi en vigueur. Elle doit, bien sûr, concerner d'abord tous les actes législatifs applicables aux plaines d'inondation. Elle doit englober, également, les nombreux règlements (décrets, arrêtés, circulaires) venant compléter ces lois sur des points particuliers. Par extension, la notion de législation est aussi applicable aux conventions internationales concernant les zones humides et plaines d'inondation (c'est le sens donné à la législation internationale). Enfin, les droits coutumiers applicables aux terres et autres ressources naturelles, constituent des systèmes juridiques qui coexistent avec les lois modernes (ce sont les lois coutumières ou le droit traditionnel variant d'un pays à un autre, ou d'une région à une autre d'un même pays).

La notion de législation est donc variable. Cette variabilité n'empêche pas d'avoir deux points communs: le foncier d'une part, la gestion de la ressource d'autre part. Ces deux points se retrouvent en effet dans le droit traditionnel, dans les lois et règlements et dans les conventions internationales sur les zones humides et plaines d'inondation.

### 6.2 Droit traditionnel et systèmes anciens, I. Ly

Il s'agit d'examiner le rôle joué par les systèmes juridiques traditionnels dans la gestion des plaines d'inondation. En tant que sources non formelles de la règle de droit, les coutumes et traditions applicables aux plaines d'inondation sahéliennes ne sont pas codifiées pour constituer un ensemble juridique homogène et facilement identifiable. C'est dans la pratique de la gestion traditionnelle que les activités de ces zones (élevage, agriculture, pêche, foresterie, chasse, etc.) peuvent être prises en compte dans le temps et dans l'espace.

Le respect des coutumes et la crainte des interdits favorisent une gestion durable de la nature. C'est ainsi par exemple que *dans le domaine de la pêche*, l'organisation sociale fixait les responsabilités en désignant *le maître des eaux*, en spécialisant les pêcheurs, en délimitant les quotas, en gérant la végétation le long du fleuve et dans le fleuve, en protégeant certaines ethnies. En somme il existait une socialisation de l'activité de pêche à travers des règles traditionnelles acceptées par la collectivité.

Cela se remarquait également *pour l'agriculture et l'élevage*. Le respect par les éleveurs des couloirs de passage des troupeaux constitue une manifestation du droit traditionnel. A l'époque moderne, l'existence de ces couloirs de passage se heurte souvent aux dispositions des lois modernes issues des indépendances.

C'est par la connaissance de *l'origine des droits fonciers* et du régime foncier qu'il est possible de comprendre les droits traditionnels et systèmes anciens. L'organisation foncière est basée sur l'occupation de la terre et sur les activités s'y exerçant. Or ces activités sont diverses: agriculture, foresterie, pêche, chasse, élevage, etc. Cette occupation et ces activités, de manière traditionnelle, ont toujours eu un caractère communautaire et familial dans les pays du Sahel. En décidant de s'installer sur les parcelles de terre et d'exploiter les ressources environnantes, les familles ou groupes de familles créent et exercent un pouvoir domanial. Ainsi naissent le droit de feu et le droit de hache par le contact de l'homme avec la terre (le droit de feu permettant à l'occupant de mettre le feu à la végétation en vue du défrichage d'une terre, le droit de hache étant celui de défricher par la hache la terre mise à sa disposition). Ces droits se caractérisaient par un sens religieux profond, dans la mesure où les groupes familiaux n'en étaient pas propriétaires.

Seules les divinités étaient propriétaires de ces droits. Par ailleurs, l'exercice des droits sur les ressources naturelles dans leur ensemble, se faisait par rapport aux sociétés, lesquelles changent et se succèdent. Dès lors, les occupants des terres respectaient les morts, et géraient les espaces détenus en pensant à leur propre descendance. Cette même descendance fera en sorte de suivre la tradition pour ne pas vexer les Dieux et les anciens. C'est cet ensemble de règles qui permet de comprendre les prérogatives qui ont toujours été concédées aux premiers occupants par rapport aux nouveaux venus. La terre et les ressources naturelles avaient la vocation principale de servir de réceptacle à tous les groupes familiaux en leur assurant la survie, et en conciliant le passé, le présent et l'avenir.

L'homme avait donc la responsabilité *d'organiser l'espace social au profit de tous*, en vivant en symbiose avec les ressources animales, végétales et halieutiques. L'équilibre était assuré par le respect des règles par tous. Il faut néanmoins préciser que l'exercice des droits sur les terres pouvait varier selon qu'il s'agissait des animistes ou des musulmans. En effet, aussi bien en ce qui concerne l'organisation sociale et spatiale, la gestion des terres et la transmission des droits fonciers, qu'en ce qui concerne les prestations foncières découlant des relations entre occupants anciens et nouveaux exploitants, le contenu des règles juridiques n'est pas le même ainsi que la portée de ces règles.

Néanmoins, l'usure du temps a pu faciliter dans beaucoup de communautés musulmanes la survivance forte de pratiques animistes. L'histoire et la géographie ont aussi façonné les réglementations traditionnelles dans certaines parties du Sahel. Au nord du Sahel, à l'ouest, le droit musulman (la Charia) est la règle en Mauritanie. Plus à l'est chez les Tamacheks le droit islamique est imprégné de coutumes Berbères avec notamment la reconnaissance de la propriété foncière.

L'avènement de *la période coloniale* dans les pays sahéliens va amener le colonisateur à mettre en place un nouveau droit foncier pour mieux réussir sa politique de *pacification et de civilisation*. En réorganisant le régime foncier, le colonisateur définira de nouvelles règles d'organisation de l'espace et de gestion des terres. L'introduction de la notion de propriété à l'image de celle du code civil français de 1804 sera l'élément de base de cette réforme. Cette réforme va se heurter à de nombreuses résistances des milieux traditionnels africains.

*Les indépendances* des nouveaux états africains à partir de 1960 ne remettront pas en cause de manière nette le droit colonial. Dans la majorité des états, le législateur national a procédé à une synthèse des droits traditionnels et du droit dit moderne hérité de la colonisation. Les collectivités locales (régions, communes, communautés rurales) sont désormais compétentes dans la gestion des ressources naturelles et de l'environnement à l'exception des ressources fossiles qui restent encore propriété de l'état (mines et carrières, pétrole, gaz). De nombreux textes juridiques nationaux ont été adoptés à partir de ces indépendances dans les différents secteurs de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles.

Le droit traditionnel africain s'est forgé dans un contexte de faible densité d'occupation des sols et donc de non-limitation des ressources naturelles. Il était possible dans ces conditions de permettre à chacun de consommer ces ressources sans gêner son voisin. Il était possible aussi de gérer ces ressources de telle manière qu'elles soient durables, puisqu'il y avait surabondance. Le problème est maintenant que la surpopulation ne permet plus la libre consommation des ressources. Les conflits fonciers se multiplient. Les pouvoirs de certaines catégories (les nomades transhumants par exemple) s'effritent. La gestion de l'espace devient chaque jour plus difficile. Dans la pratique la réglementation traditionnelle de la terre et des ressources naturelles est remise en cause d'une manière très générale par la population, alors que les pouvoirs redécouvrent son excellence. Le principal chantier qui attend les juristes africains est de bâtir une nouvelle réglementation des ressources naturelles, correspondant à la fois à l'héritage culturel et aux conditions actuelles de consommation de ces ressources.

Il n'est pas possible *a priori* d'imaginer des schémas d'adaptation que pourraient connaître les législations des états sahéliens. Mais il semble que l'objectif principal peut se situer dans la conservation des ressources naturelles dans une optique de durabilité. Pour cela, la réflexion doit être poussée plus loin afin de mieux cerner les contours de la législation et de la réglementation appropriées aux plaines d'inondation sahéliennes.

La question se pose en effet de savoir si le processus de classement des zones inondables est à considérer comme un simple mode de gestion ou comme une technique de protection. Il est évident que le simple classement d'une zone inondable n'est pas en soi l'objectif recherché. Il peut cependant constituer une étape importante de la protection souhaitée. La gestion de la périphérie des aires protégées est aussi à prendre en considération dans la poursuite des objectifs de durabilité. En somme, c'est par la connaissance des principaux enjeux de réforme juridique et par une approche intégrée prenant en compte les orientations pertinentes des conventions internationales que les législations des états sahéliens pourront s'adapter au contexte actuel de gestion des plaines d'inondation sahéliennes.

### **6.3 Lois et règlements modernes concernant les plaines d'inondation,** *I.Ly*

Il n'existe pas de manière spécifique des textes exclusivement destinés aux plaines d'inondation sahéliennes. Toute la législation pouvant concerner les terres, l'eau, la faune, la flore, est applicable dans la mesure où elle peut servir de cadre de référence pour apporter les éclairages sur les droits et obligations des différents acteurs.

Il faut relever la particularité des législations sahéliennes: c'est la forte tradition juridique et institutionnelle française qui est l'objet d'un mimétisme. Sans être identiques à tous points de vue, les lois et règlements se ressemblent sur plusieurs aspects (aussi bien la forme que le fond).

De nombreux problèmes juridiques sont à relever cependant dans l'application de certains textes. C'est le cas de l'exercice de la propriété sur les plantations et arbres situés sur le domaine national sans aucune appropriation de ce sol. Il est contradictoire de vouloir octroyer une propriété sur le dessus et de refuser cette même propriété sur le dessous, tout au moins dans la tradition du code civil français. Mais on peut croire qu'il s'agit là d'une volonté de responsabiliser et d'intéresser les populations locales conformément aux nouveaux objectifs des politiques forestières des états sahéliens.

Cette volonté de responsabilisation et d'intéressement des populations locales devrait normalement être étendue à d'autres secteurs tout aussi importants que sont les amodiations des droits de chasse. On remarque à ce niveau que dans de nombreux pays, les législations sur la chasse et la gestion de la faune ne font pas participer les populations riveraines des zones d'intérêt cynégétiques. Cette participation aurait pu faciliter la cohabitation entre règles juridiques formelles et pratiques coutumières locales, comme cela est prévu dans les législations d'autres pays. La remarque est identique pour le secteur de la pêche continentale dont la législation dans certains états est assez vétuste. On assiste en effet à la cohabitation dans les secteurs de pêche, de pratiques coutumières et de lois et décrets souvent inadaptés.

Les conflits naissent souvent de la divergence dans l'interprétation des conditions juridiques d'accès aux ressources des plaines d'inondation. La question est toujours en effet celle de savoir quelle est l'étendue des droits pouvant s'exercer sur une ressource donnée? Ces droits sont-ils énoncés par la loi moderne? Ou découlent-ils des règles coutumières? Quelque fois la simple connaissance de ces droits et obligations ne suffit pas. Il faut en plus démocratiser davantage l'accès aux ressources par des rencontres périodiques entre populations et services techniques en vue de les initier aux techniques modernes de gestion, et afin de profiter du capital d'expérience traditionnelle des populations.

Ce processus a notamment été tenté au Sénégal avec la décentralisation de la gestion des ressources naturelles, qui s'est traduite depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1997 par l'entrée en vigueur d'une loi de transfert des compétences aux collectivités locales en matière d'environnement et de gestion des ressources naturelles. Néanmoins, ce processus de démocratisation de l'accès aux ressources devra se faire parallèlement avec l'adaptation des textes juridiques dans leur ensemble notamment pour:

- La définition des droits de coupe;
- Les quotas des charbons de bois;
- La conservation *in situ* et *ex situ*;
- La conformité des textes nationaux aux conventions internationales;

- La prise en compte des ressources naturelles partagées entre deux ou plusieurs états ou même deux ou plusieurs régions d'un même état;
- La prise en compte des droits coutumiers par la législation formelle.

## **6.4 Les conventions internationales applicables aux plaines d'inondation, I. Ly**

En dehors de la Convention de Ramsar sur les zones humides du 2 février 1971, de nombreuses autres conventions s'appliquent aux plaines d'inondation sahéliennes dès lors qu'elles sont ratifiées par ces états sahéliens et publiés conformément aux lois en vigueur. En vertu des dispositions constitutionnelles de ces états, les conventions internationales régulièrement ratifiées et publiées ont une autorité supérieure à celle des lois.

Les conséquences juridiques de cette hiérarchie sont nombreuses, en particulier l'obligation pour les lois (et à plus forte raison pour les règlements) de se conformer aux dispositions pertinentes de ces conventions. Dès lors, les principes énoncés par la Convention de Ramsar sur les zones humides devront recevoir les soins et l'attention appropriés à travers les lois et règlements. Cela concerne non seulement le choix des zones humides à inscrire (critères d'importance internationale du point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique, ou hydrologique) mais aussi l'extension de la liste de ces zones humides, ou encore la consultation entre les états limitrophes pour mieux exécuter les obligations découlant de la Convention et l'échange d'informations, de données et de publications sur les zones inondables.

Toutes ces conventions s'appliquent directement ou indirectement aux plaines d'inondation sahéliennes, dans la mesure où ces dernières constituent des écosystèmes variés et complexes dont les différents éléments entrent dans le champ d'application de chacune des conventions. Toutefois, il est possible de se limiter à la plus récente des conventions pour montrer les liens avec les plaines d'inondations sahéliennes: la Convention sur la lutte contre la désertification. Parmi les originalités de cette convention, on peut relever l'existence d'une annexe concernant la mise en œuvre au niveau régional pour l'Afrique, ceci en application de l'article 7 de la convention qui dispose: *Dans le cadre de la mise en œuvre de la présente convention, les parties accordent la priorité aux pays touchés parties d'Afrique, compte tenu de la situation particulière qui prévaut dans cette région, sans négliger pour autant les pays en développement touchés parties dans d'autres régions.*

Cette priorité est traduite dans l'annexe qui présente les particularités de la région africaine, ainsi que les obligations des pays africains et des pays développés, le cadre de planification stratégique pour un développement durable, le calendrier et le contenu des programmes d'action sous-régionaux et régionaux.

*L'affirmation des liens avec d'autres conventions prévue à l'article 8:* les parties encouragent la coordination des activités menées en vertu de la convention et, si elles y sont parties, en vertu d'autres accords internationaux pertinents, notamment la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques et la Convention sur la diversité biologique, afin de tirer le meilleur profit des activités prévues par chaque accord tout en évitant les doubles emplois. Les parties encouragent l'exécution de programmes communs, en particulier dans les domaines de la recherche, de la formation, de l'observation systématique ainsi que de la collecte et de l'échange d'informations, dans la mesure où ces activités peuvent aider à atteindre les objectifs des accords en question. Les dispositions de la présente convention ne portent nullement atteinte aux droits et obligations de toute partie découlant d'un accord bilatéral, régional ou international par lequel celle-ci s'est liée avant l'entrée en vigueur de la présente convention à l'égard de cette partie.

On peut donc considérer qu'il y a la volonté de collaboration et de coopération entre les états pour profiter ensemble de toutes les conventions internationales, en évitant les doubles emplois et les chevauchements. Cependant, cette volonté n'est que textuelle et appelle donc les états sahéliens à en créer les conditions pratiques avec l'appui de tous les acteurs concernés, pour mieux gérer les plaines d'inondation sahéliennes.

Dans cet esprit de nombreux états africains sont en train de mettre en place les stratégies de planification environnementale. Le Plan National d'Actions pour l'Environnement (PNAE) est devenu un instrument de mise en œuvre des obligations conventionnelles. Il a été validé pour le Sénégal en Septembre 1997.

### **Principales conventions internationales**

Au nombre des conventions internationales (universelles et régionales) pertinentes au sujet, figurent:

- la Convention d'Alger du 15 septembre 1968 sur la conservation de la nature et des ressources naturelles;
- la Convention de Nouakchott du 11 mars 1972 relative au statut du fleuve Sénégal, et la Convention portant création de l'organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS);
- la Convention de Paris du 16 novembre 1972 concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel;
- la convention de Washington du 3 mars 1973 sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvage Menacées d'Extinction (CITES);
- la Convention de Ouagadougou du 12 septembre 1973 portant création d'un comité permanent inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS);
- la Convention de Bonn du 23 juin 1979 sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage;
- la Convention d'Abidjan du 23 mars 1981 relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (et son protocole d'application);
- la Convention des Nations-Unies sur la diversité biologique signée le 5 juin 1992 à Rio de Janeiro;
- la Convention des Nations-Unies sur la désertification signée à Paris les 14 et 15 octobre 1994.

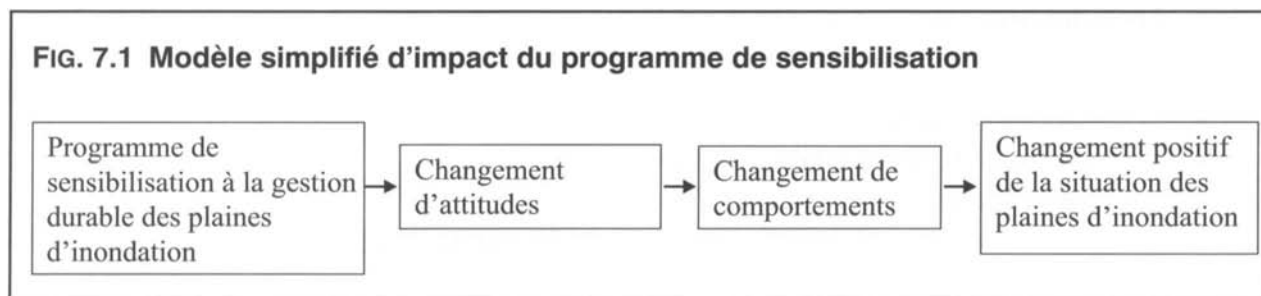
## 7. Transmission de l'information

S'agissant de régions très importantes à la fois pour la biodiversité de l'ensemble du Sahel et pour la survie des populations rurales qui y vivent, il est indispensable de sensibiliser dès maintenant toutes les personnes concernées et de bien former tous ceux qui auront à gérer ces espaces à l'avenir.

### 7.1 Sensibilisation à la gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes, *B. Gueye*

L'action de sensibilisation, à la gestion des plaines d'inondation sahéliennes, vise à développer auprès des différents acteurs, une prise de conscience de la situation actuelle de ces écosystèmes particuliers. Elle consiste également à amener ces acteurs à évaluer leur capacité à agir pour améliorer la situation constatée. La finalité d'une telle action est d'induire des changements de comportements en vue d'une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes. Il s'agit en particulier de caractériser la situation désirable que le programme de sensibilisation devra aider à atteindre. Le modèle simplifié d'impact suivant décrit les séquences du processus de changement induit par le programme de sensibilisation.

La sensibilisation doit être basée sur l'auto-analyse de la situation par les acteurs concernés qui déterminent par la même occasion, les actions qu'ils doivent entreprendre. En effet, quand l'action de



sensibilisation s'appuie sur une analyse élaborée par des agents extérieurs à la communauté des acteurs, l'appropriation des solutions proposées est rarement effective.

#### 7.1.1 Objectifs de la sensibilisation

Les objectifs seront définis en termes de changements désirés dans l'état des ressources, dans les pratiques liées à leur gestion ainsi que dans les actions à entreprendre. Pour cela un programme de sensibilisation sur les plaines d'inondation sahéliennes devrait avoir les objectifs suivants:

Amener les différents groupes d'acteurs à:

- Analyser la situation actuelle des plaines d'inondation,
- Constater les changements intervenus dans l'état des ressources,
- Analyser les raisons qui expliquent ces changements,
- Déterminer les relations entre les pratiques actuelles de gestion et les changements constatés,
- Etablir le lien entre une dégradation continue des écosystèmes et la survie des populations,
- Définir des types de changements à introduire pour une gestion durable,
- Déterminer les caractéristiques de la situation désirée dans les plaines d'inondation,
- Définir des indicateurs pouvant permettre une mesure ultérieure de ces caractéristiques.
- Susciter un engagement des différents acteurs concernés à entreprendre une action pour améliorer la situation.

La sensibilisation devra être basée sur la participation de tous en suivant les *principes de base suivants*:

- Les communautés de base connaissent bien les plaines d'inondation. En conséquence, le diagnostic exploratoire de la situation devra valoriser autant que possible leurs connaissances et leur savoir.
- Les divers utilisateurs tirent leur subsistance des zones inondables. Ils ont besoin de savoir quelles seront leurs ressources à l'avenir. Il savent souvent ce qu'il faudrait faire pour cela et il faut surtout les écouter.
- La sensibilisation ne doit pas se baser sur des messages culpabilisants mais devrait plutôt mettre l'accent sur la capacité des populations à agir positivement pour une amélioration durable des ressources.
- L'action de sensibilisation devra toucher l'ensemble des groupes. La démarche s'appuiera sur des outils et techniques simples basés sur le contact direct et la visualisation, de sorte que la maîtrise de l'écrit ne constitue pas un facteur discriminant pour l'accès aux différents messages.

### **7.1.2 Groupes visés par le programme de sensibilisation**

Il s'agit d'identifier l'ensemble des acteurs dont les activités ou la survie sont liées à la bonne gestion des plaines d'inondation. Sans être exhaustif, un inventaire des acteurs pourrait inclure deux groupes principaux:

1. Les Utilisateurs
  - Les populations (hommes, femmes, agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, etc.)
  - Les techniciens travaillant avec les populations
2. Les Décideurs
  - Les décideurs nationaux
  - Les services techniques et bureaux d'étude
  - Les bailleurs de fonds
  - Les membres des organisations d'appui: ONG, AVD, secteur privé, etc.
  - Les leaders d'opinions et détenteurs de pouvoir

### **7.1.3 Contenu de la sensibilisation**

Le contenu du programme de sensibilisation doit répondre à quatre critères:

#### **Attirer l'attention**

Une attention poussée devra être donnée au diagnostic, afin que les groupes puissent non seulement constater sur le terrain la situation, mais également mesurer l'ampleur de ses conséquences. La Méthode Active de Recherche et de Planification Participative (MARPP) offre une gamme d'outils et de techniques basés sur la visualisation et permettant aux populations elles-mêmes de procéder à l'auto-analyse de la situation des plaines d'inondation.

#### **Susciter l'intérêt**

Le programme de sensibilisation devra révéler les différentes formes d'interaction entre les stratégies individuelles et collectives d'utilisation des ressources et la sécurisation de la base productive dont dépendent les communautés.

#### **Volonté d'agir**

Le programme de sensibilisation devra montrer comment les changements adoptés par chacun des acteurs peuvent contribuer à l'amélioration de la situation.

## Préparer l'action

Il est important qu'à chaque réflexion les possibilités d'action soient envisagées. A la fin de chaque session le groupe élabore un programme d'action destinée à la mise en œuvre d'initiatives individuelles.

Dans la pratique, les contenus destinés aux *Utilisateurs* devront rechercher les actions qui permettent à ceux-ci de conserver leur revenu, de l'accroître si possible et d'en augmenter la régularité. En contrepartie de ces avantages procurés aux utilisateurs, on pourra rechercher les actions de sauvegarde des potentialités des zones inondables, qui pourront être prises en charge par eux.

Pour les *Décideurs*, il faudra rechercher les objectifs d'aménagement compatibles avec la sauvegarde plus ou moins complète des zones inondables et qui coïncideraient avec les possibilités d'appropriation et de prise en charge de l'entretien de l'environnement par les utilisateurs. On essaiera de leur faire classer les diverses possibilités d'aménagement en fonction de leur plausibilité et de leur respect pour l'environnement.

### 7.1.4 Etapes et outils de sensibilisation

Il est essentiel que la personne chargée d'animer les séances de sensibilisation dispose de solides aptitudes en matière de communication. Il ne s'agit pas de transmission de connaissances. Il s'agit plutôt d'amener le groupe à s'engager dans une réflexion collective afin de parvenir à une analyse d'une situation commune. Une telle activité suppose l'utilisation d'outils appropriés. Dans une approche de sensibilisation basée sur la participation, le choix des outils devra être guidé par un certain nombre de considérations:

- La simplicité et la facilité de conception
- L'accessibilité à l'ensemble des groupes
- La facilité de maîtrise
- L'efficacité

Le processus de la sensibilisation pourrait être schématiquement divisé en 3 phases. Chacune fait appel à des outils spécifiques.

#### Phase cognitive: constat et prise de conscience de la situation

Cette phase correspond au diagnostic de base qui permet aux différents groupes de prendre conscience de la situation actuelle (les ressources disponibles, leurs utilisations et leurs utilisateurs, leur importance et leur répartition, leur évolution quantitative et qualitative, les problèmes etc.). Ce diagnostic doit avoir lieu d'abord sur le terrain et faire l'objet d'un constat.. Il faudra ensuite aller voir sur place des exemples d'usage réussis de zones inondables qui autorisent une exploitation profitable régulière et durable des potentialités locales. Il faut être très réservé par contre, sur la visite de zones sinistrées, car les explications sont rarement simples et les réactions des visiteurs sont parfois difficiles à prévoir.

#### Phase affective: changement de la perception de leurs rôles par les acteurs

Cette phase devra susciter auprès des différents acteurs une nouvelle perception du rôle de chaque acteur et de la nécessité d'entreprendre des actions.

Beaucoup d'outils de sensibilisation sont disponibles, mais il faut d'abord respecter le public concerné et éviter qu'il ne trouve de la condescendance dans le choix des moyens de sensibilisation utilisés.

Les figurines constituent des supports assez explicites et facilitent la représentation des différents groupes d'acteurs, de leurs rôles, de l'évolution de leurs perceptions, des différentes options de changements. Les jeux de rôles permettent de simuler des situations pratiques et peuvent être utilisés comme supports au cours des séances d'animation. L'utilisation de la vidéo, de la télévision ou de la radio pourrait faciliter la diffusion de certains messages surtout pour les décideurs, techniciens, bailleurs de fonds et structures d'appui. Le théâtre a souvent été utilisé avec succès, pour des sensibilisations simples, concernant surtout des problèmes de société. Il faut l'utiliser chaque fois que la logistique interdit l'usage de l'audiovisuel. Le travail sur photographie aérienne est bien mieux reçu par les ruraux, que le travail sur carte; car ils s'y reconnaissent.



## La phase de prise d'engagement pour l'action

Chaque groupe d'acteurs devra définir les formes d'action qu'il pourra entreprendre. Une discussion structurée autour d'un thème spécifique dans un groupe homogène permet, non seulement analyser les perceptions de chacun, mais également discuter sur les actions éventuelles que chaque groupe pourrait entreprendre. Cette analyse devrait entre autres mettre l'accent sur les droits, responsabilités et relations des différents acteurs, ainsi que sur les impacts attendus des actions.

Il ne faut pas oublier que les populations rurales sont personnellement impliquées. Elles dépendent de l'usage qu'elles font de la zone pour leur survie. Elles connaissent l'intérêt d'une gestion durable de la nature. Elles n'abandonnent les pratiques ancestrales respectueuses de l'avenir que parce que le présent les assaille. La sensibilisation générale est inutile! Il faut les aider à trouver des systèmes d'exploitation qui sauvegardent et sécurisent leur vie de tous les jours, tout en respectant leur avenir.

Les acteurs urbains et technocratiques ne sont pas personnellement impliqués et peuvent avoir, par méconnaissance du problème, des impacts négatifs sur la gestion de ces zones. La sensibilisation peut être efficace pour les amener à changer de point de vue.

## 7.2 Formation, P. Wit

Pour certains groupes, les décideurs politiques par exemple, il est suffisant d'être *informé* pour prendre des décisions. La connaissance des valeurs écologiques et économiques des plaines inondables, favorisera une prise de décisions plus rationnelle au sujet des utilisations de ces plaines. Pour les niveaux plutôt techniques la formation est nécessaire car ils doivent savoir aménager ces zones pour qu'il soit possible d'y prévoir ou d'y mener une gestion durable. Ce chapitre se présente comme un guide permettant le choix de modèles de formation appropriés selon les différents critères.

### 7.2.1 Groupes concernés

#### Généralités

La formation des représentants de différents groupes se situe généralement sur quatre niveaux différents (du niveau local au niveau international). A chaque niveau il est possible de faire la distinction entre ceux qui ont un pouvoir de décision et ceux qui sont de sources de connaissance. Une autre catégorie est constituée par ceux qui sont chargés du contrôle. En fait beaucoup sont tantôt décideur, tantôt savant, tantôt gardien de la nature.

La catégorie des personnes ressources mérite d'être mentionnée à part, puisqu'on y trouve des conseillers qui peuvent devenir des formateurs (vacataires) bien adaptés et très efficaces. Ils obtiennent souvent les meilleures appréciations des agents de terrain. Etant techniciens il sont à l'aise avec les habitudes de pensée et ils arrivent à mieux répondre aux soucis des stagiaires. Ces visites sont tellement efficaces, qu'elles valent mieux qu'un cours de formation d'une semaine ou plus. Ce succès est dans une grande partie expliqué par le fait que les paysans qui reçoivent les visiteurs d'autres villages se transforment effectivement en formateurs, et parlent la même langue, entre professionnels.

Les catégories mentionnées ici incluent chaque fois des hommes et des femmes.

Les quatre niveaux retenus ici sont:

- Niveau local
- Niveau provincial
- Niveau national
- Niveau international (appelé parfois régional)

## Niveau local

### Acteurs principaux

*Le paysan* (homme ou femme, agriculteur ou éleveur). Il doit prendre des décisions sur la gestion la plus appropriée à ses besoins, en fonction de ses moyens, de la situation foncière, etc. Il est parfois membre d'un comité de gestion. Il peut être paysan pilote ou expérimentateur. Il s'occupe également du contrôle. Il s'agit d'une catégorie de personnes à valoriser en tant que source d'information et voie d'accès à la population.

Les besoins en formation de ce groupe sont plutôt techniques et se situent dans le souci de générer des revenus plus importants et plus durables, avec des risques moindres.

Les jeunes doivent être mentionnés à part parce qu'ils sont déjà en formation. Les personnes chargées de leur formation doivent être suffisamment au courant. Le présent document peut être un outil pour les professeurs des écoles qui veulent responsabiliser leurs élèves pour la conservation de leur patrimoine.

*Les autorités traditionnelles*: le responsable de la pêche, le chef de terre, les structures de gestion autochtone plus récentes, (membres des *Comités de Gestion* de terroir), les élus, les *maires*, connaissent généralement leur milieu. Les besoins en formation de ce groupe sont plus liés à la gestion intégrale, l'intégration de cette gestion dans l'aménagement de tout le terroir villageois, en tenant compte de la conservation de ces richesses pour les générations futures.

*Les agents de terrain des services techniques*. Gardes forestiers, encadreurs, vulgarisateurs, les infirmiers vétérinaires, ils sont chargés de la gestion des ressources, de l'appui à la population et du contrôle. Souvent ces trois tâches sont être assurées par la même personne. Ils doivent être formés à une nouvelle politique pour laquelle leur formation de base ne les a pas équipés (techniques participatives de gestion, de planification, de suivi d'évaluation et de respect du savoir-faire). Ces agents ont une responsabilité au niveau local, ils couvrent normalement un ensemble de villages, ils méritent d'être formés en formateurs.

*Les autres agents de l'état* notamment des personnes chargées du contrôle et de l'enseignement: agents de police, douaniers, militaires, mais aussi enseignants, cadres de la santé publique et des affaires sociales.

*Les autres personnes*. En fonction de la spécificité de chaque situation, on pourrait indiquer d'autres groupes concernés: journalistes, responsables religieux, notables de la localité, représentants des ONG.

C'est au niveau local que les zones inondables sont perdues ou sauvées. Il faut montrer qu'il y a des solutions, pour le bien-être de ceux qui sont directement affectés par la qualité de leur milieu naturel. Il est fondamental d'identifier les formateurs pour ce niveau local. Ils doivent parler la langue et attirer le respect de la population. Pour ces personnes ressources une formation didactique de base peut être très efficace.

## Niveau Provincial (Province, département, arrondissement, canton)

Il s'agit ici d'un niveau d'agrégation entre le village et le niveau national. Des situations favorables où les limites du territoire concerné par l'unité administrative coïncide avec une unité écologique sont très rares.

### Acteurs principaux

*Les autorités traditionnelles*. Partout au Sahel, les structures traditionnelles de gestion sont encore présentes. Mais les projets sont généralement initiés sous la tutelle d'une structure étatique et n'en tiennent souvent pas compte. Pourtant à l'époque, les anciennes formes de gestion des zones inondables ont souvent donné la preuve de leur efficacité. L'association des représentants de cette gestion traditionnelle, améliorera sensiblement la qualité de la formation sur la gestion. Ce niveau convient pour associer les éleveurs transhumants à une formation, puisque les zones inondables ne

font qu'une partie de leurs parcours. Mais les autorités traditionnelles doivent être conscientes de l'évolution des esprits en matière foncière, et concéder aux agriculteurs qui investissent, les garanties de durée qui leur sont nécessaires.

*Les autorités politiques et administratives:* préfets, gouverneurs, représentants des organes politiques, élus des assemblées régionales. Il est important d'assurer qu'ils auront une certaine connaissance des zones inondables.

*Les planificateurs.* Ils doivent intégrer les plans locaux dans un plan national. Souvent, ce sont des économistes qui orientent leurs supérieurs administratifs en élaborant des plans annuels ou quinquennaux, parfois biaisés par les intérêts économiques à court terme. Pour intégrer le long terme écologique, il est très important que les *cadres du Plan* suivent un programme de formation.

*Les responsables de l'organisation gouvernementale chargée de la gestion des plaines inondables.* Il est souhaitable de les former en ce qui concerne l'intégration et la concertation avec les autres services.

*Les responsables d'autres services techniques* gouvernementaux: Directeurs, délégués ou autres responsables des services départementaux, provinciaux de l'Agriculture, du Développement Rural ou de l'Environnement.

*Les cadres des ONG.* Généralement elles sont actives dans le développement rural, et quelques-unes s'occupent de l'environnement. Elles se soumettent volontairement au critère de durabilité, et sont parfois désireuses de formation en la matière.

*Le personnel des projets de développement rural* financés dans le cadre de l'assistance technique. Ces projets couvrent d'habitude un département.

*Les opérateurs des ouvrages hydrauliques* peuvent intégrer les intérêts des autres utilisateurs des zones inondables à un moment donné dans le cycle saisonnier sans (trop de) problèmes pour l'objectif principal. Il peut s'agir d'agents de l'administration ou du personnel des bureaux d'études travaillant pour les maîtres d'ouvrages.

*Autres:* Ecoles secondaires, hôpitaux, correspondants des médias provinciaux, opérateurs touristiques, centres industriels. Ce groupe est à ne pas oublier puisqu'il s'agit des utilisateurs et des décideurs de demain (enseignement), d'autres s'adressent à un grand nombre de personnes soit indirectement (médias) ou touchent un grand nombre d'utilisateurs locaux directement parce qu'ils viennent chez eux pour d'autres raisons (hôpitaux).

## Niveau national

### Acteurs principaux

*Les décideurs.* Les partenaires des comités interministériels, les cadres décideurs de leurs organisations respectives auront normalement besoin d'une certaine connaissance de base vis-à-vis des particularités des plaines inondables.

*Les ministères s'occupant des ressources naturelles.* Leurs agents sont formés mais les responsables et techniciens peuvent recevoir une formation plus approfondie.

*Les autres ministères* ont un mandat d'intégration qui demande une information dans ce domaine.

*Services para étatiques.* L'Office du Niger au Mali, et l'AVV (maintenant ONAT) au Burkina Faso, mais aussi à une échelle plus petite des entreprises publiques diverses, peuvent avoir des influences considérables, par exemple pour le prélèvement et le traitement des eaux. Il en est de même du personnel des bureaux d'étude travaillant pour divers maîtres d'œuvre. Les employés de ces organisations ont rarement une connaissance de base suffisante au sujet de la conservation des zones inondables, puisque leur tâche est plutôt l'exploitation que la conservation des ressources.

*Industrie:* producteurs d'énergie hydraulique, industriels ayant besoin d'eau, ou rejetant des effluents.

*Organisations de recherche.* Pour les dirigeants de centres de recherche et les chercheurs, une formation de courte durée mais approfondie peut être utile. Généralement on trouve parmi ce groupe des formateurs/vacataires, plutôt que des participants à la formation.

*L'enseignement universitaire.* Les zones inondables doivent être explicitées dans la formation, soit parce que les étudiants après formation seront chargés directement de la conservation et de la gestion durable de ces zones, soit parce qu'ils seront chargés du développement durable et équilibré de tout un terroir.

*Les médias.* Les journalistes, en tant que moteurs principaux de sensibilisation des lecteurs doivent eux-mêmes être formés pour transmettre le message au grand public.

*Les représentants des bailleurs de fonds.* Les chargés de programme sont rarement suffisamment formés en matière de gestion des ressources naturelles.

*Les ONG nationales.* Leurs cadres marquent un grand besoin d'être alimentés en d'intégration, de gestion et de développement.

*Les consultants.* Ingénieurs civils et agronomes, leur nombre reste encore faible. Ils sont souvent insuffisamment au courant des valeurs à conserver et à exploiter durablement.

## Niveau international

### Acteurs principaux

*Les agents des organisations inter état,* bien que, l'expertise environnementale soit maintenant présente au sein de ces organisations.

*Les organisations inter état* s'occupant des ressources hydriques (CLBT, OMVS,...). Les activités de ces organisations ont été trop orientées vers les investissements concernant les infrastructures majeures, souvent au détriment des zones inondables. Néanmoins ils prennent maintenant conscience que ces mêmes ouvrages hydrauliques offrent aussi des opportunités de gestion des eaux. Il faut donc développer une capacité de réception pour ces idées chez les cadres des organismes supra étatiques ou des sociétés d'étude employés par ces organisations et travaillant avec le projet.

*Les centres de formation régionaux.* L'Ecole de la Faune à Garoua (Cameroun), l'Ecole inter-état d'Ingénieur de l'Équipement Rural (EIER) et L'Ecole de Technicien Supérieur de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (ETSHER) à Ouagadougou, le Centre de Formation Continue (CEFOC) créé en commun par EIER et ETSHER. Il s'agit ici d'une formation des formateurs. Ces écoles ont des professeurs spécialisés en matière d'environnement, de conservation et de gestion durable, tandis que le corps professoral dans sa totalité est en cours de formation à fin d'intégrer les notions de conservation et de gestion dans leurs cours respectifs.

*Les Centres de recherche internationale (ICRISAT, IITA, AGRILMET).* Une formation en cette matière des cadres principaux des centres de recherche, peut être utile pour initier davantage de recherche sur le sujet.

*Les bailleurs de fonds.* Les chargés de programme et leurs supérieurs doivent être formés d'habitude pour s'occuper des aspects environnementaux des zones inondables.

*Les ONG internationales.* Les responsables peuvent profiter d'une formation complémentaire en matière d'écologie des zones inondables, tandis que les responsables des organisations non gouvernementales de l'environnement gagneront toujours à suivre un perfectionnement en matière de gestion socio-économique des zones inondable au Sahel.

*Les consultants.* Au plan international, des consultants spécialisés en matière de zones inondables sont disponibles, mais il faut former les consultants d'autres disciplines pour qu'ils puissent animer des équipes pluridisciplinaires.

## **Composition des groupes**

L'hétérogénéité au sein du groupe peut tenir à la formation antérieure, à la position sociale, au pouvoir (y inclus l'aspect genre) et au niveau d'intervention. Il est intéressant de rassembler les utilisateurs de niveau local du même groupe, si le cours cherche à développer des connaissances dans leur globalité. On peut aussi faire participer des représentants des niveaux en dessous et en dessus du groupe concerné, à une formation de gestion intégrée.

Quand la formation s'adresse à un groupe d'une position sociale difficile, il ne faut pas chaque fois mélanger ce groupe avec des groupes sociaux différents (former les femmes à part ou participation des femmes à égalité). Quant aux thèmes purement techniques, il est préférable que le niveau des participants ne diffère pas trop.

### **7.2.2 Moyens et résultats**

#### **Procédés**

*Le modèle et le contenu de la formation* dépendent en premier lieu du niveau, des connaissances, de l'échelle de travail, des responsabilités. L'emploi du temps est fonction des groupes concernés. Les paysans ont trop de travail à certaines périodes, les responsables sont trop occupés pour pouvoir se libérer pour longtemps. Les conseillers techniques auront la possibilité de suivre des cours d'une durée plus longue, les agents des bureaux d'étude privés sont rarement envoyés en formation de plus d'une ou deux journées. Leurs employeurs ne paient pas et ont besoin d'eux.

#### **Modèle didactique**

Il est important d'abord de choisir le modèle didactique, de le prescrire et de s'en tenir aux critères et programmation du modèle choisi. Les instructions que l'on donne aux intervenants sont un modèle didactique.

#### **Formation participative**

Les formateurs impliquent pleinement les participants dans les travaux pratiques et stimulent les discussions entre formateurs et participants et entre participants. Les formateurs sont plutôt des instructeurs /guides qui laissent les participants découvrir les nouvelles techniques et les nouvelles conceptions.

#### **Durée de la formation**

*Ateliers et séminaires d'une journée* pour les groupes de haut niveau. Ils sont proches de la sensibilisation. L'activité doit être très bien préparée et orientée vers les besoins réels. Une série d'ateliers de courte durée est aussi possible pour les paysans pendant la période de travaux.

*Cours pratique d'une semaine.* Ce type est très adapté pour former un grand nombre de personnes dans une nouvelle technique pendant l'année. L'accent est mis sur l'apprentissage. Ainsi, pour une formation de reconstitution des pâturages des zones inondables, on visite avec les participants une zone inondable déterminée, on fait planter par les participants, des boutures de Bourgou dans une zone inondable.

*Cours de quelques semaines (3 à 4).* Il est préférable de les découper en modules d'une semaine. Ces cours sont généralement très intensifs et exigeants pour les formateurs et les participants. En outre, ils sont souvent organisés hors du lieu d'affectation. Il en existe à L'EIER/ ETSHER et au CEFOC. Ce type de cours peut aussi servir de modèle pour former les paysans en saison sèche, quand les travaux aux champs sont terminés (pourvu qu'on trouve les moyens pour dédommager ces paysans qui ont un travail saisonnier à cette époque).

*Cours de longue durée (3 mois ou plus).* Ces cours sont encore rares. Ils sont utiles pour la formation des formateurs, ou pour les gestionnaires qui doivent s'occuper de toute une zone.

*Les zones inondables dans l'éducation générale.* Jusqu'à présent, les zones inondables sont peu présentes ou au moins difficilement identifiables dans les programmes actuels d'éducation (de l'école primaire

jusqu'à l'Université). Une exception est l'Ecole de Faune à Garoua (Cameroun), où les dernières promotions ont toutes pu suivre un module "zones inondables" (avec entre autres l'assistance de l'UICN).

### **Nombre de participants**

Il faut chercher un équilibre entre frais de formation par participant et qualité de formation.

Pour les *formations pratiques*, la taille du groupe ne devrait pas dépasser 10 personnes par formateur ou instructeur.

*En salle de classe*, la taille idéale est environ 20 étudiants par professeur.

Pour un *atelier ou séminaire*, une taille de 20 personnes doit être retenue et scindée en sous-groupes de 5 à 10 personnes si l'on veut promouvoir la participation active à la formation.

### **Education permanente - éducation de base**

Les cours pratiques de courte durée sont très commodes pour remédier à une situation où un grand nombre de personnes doit être formé rapidement. Pour cela, une programmation de cours de recyclage et de perfectionnement selon les besoins exprimés par le groupe concerné et par leurs utilisateurs, sera nécessaire.

### **Démonstration**

Une visite de terrain vaut souvent mieux que deux jours en salle!

### **Visites inter villages et inter projets**

Les visites inter villages ou inter projets, les démonstrations dans les villages et projets visités sont expliquées par les villageois et cadres de terrain des projets, qui se transforment ainsi en formateurs très efficaces. Les discussions qui en résultent sont très instructives. Les Stagiaires échangent des idées entre eux, et discutent de l'adaptation à leur situation. Les succès de ces visites sont incontestables.

### **Choix de formateurs**

Il faut que les formateurs sélectionnés parlent le langage du groupe concerné. Il ne s'agit pas seulement de la langue locale. On doit sélectionner des personnes ressources respectées par la population et qui ont une facilité naturelle pour faire passer un message. Une formation en didactique peut leur être utile.

## **Résultats**

### **Participants formés**

En termes de formation, le produit principal est constitué par les participants qui ont effectivement profité du programme offert. A chaque participant qui a répondu d'une façon positive à une formation, il doit être remis un certificat. L'importance d'un tel document pour la motivation des participants ne doit pas être sous-estimée. Une évaluation sera nécessaire à fin de déterminer si la formation a été efficace.

### **Matériel de formation, documentation**

La documentation utilisée après le cours, a un effet multiplicateur appréciable. On laissera aux participants une documentation aussi complète que possible. On exigera des formateurs, qu'ils mettent sur papier le contenu de leur contribution.

### **Thèmes et groupes concernés**

Les besoins en formation changent avec le temps, et dépendent de facteurs tels que la disponibilité des nouvelles technologies, des nouvelles compréhensions, l'environnement institutionnel, la localité, etc. Il est essentiel que chaque cours couvre les différents domaines: Milieu physique, naturel, socio-économique et institutionnel. De même, pour chaque élément d'un cours, le formateur doit indiquer comment cet élément

s'intègre dans le contexte physique, économique et institutionnel, et quels sont les éléments non traités dans son cours, qui sont nécessaires pour rendre l'image intégralement complète.

### **7.2.3 Intégration aux systèmes de formation existants**

#### **Institutions régionales de formation**

La formation doit être dispensée dans la région sahélienne même. Ceci pour les raisons suivantes:

- On contribue ainsi à un renforcement du système institutionnel existant. La formation étant payante cela permet le fonctionnement et l'amélioration des institutions existantes, telles que l'Ecole de Faune de Garoua au Cameroun ou l'EIER / ETSHER / CEFOC à Ouagadougou.
- On contribue à l'établissement d'une mémoire institutionnelle dans la région même.
- Les ressortissants de ces institutions formeront un réseau régional important d'experts.
- La qualité de l'enseignement peut être plus pratique puisqu'on trouve sur place des plaines inondables sahéliennes.
- Les résultats des travaux pratiques interviendront directement dans les zones inondables qui peuvent en profiter.
- On a directement accès aux connaissances locales concernant la gestion des zones inondables concernées.
- La formation par participant sera moins chère, et on pourra ainsi former un nombre de personnes sensiblement plus important.
- La formation est un métier qui mérite d'être fait par des professionnels et non des bénévoles. La qualité est contrôlée, la capitalisation des acquis est assurée, la documentation est conservée.

#### **Connaissances locales**

On trouve auprès des locaux, une riche source d'information concernant le fonctionnement des écosystèmes et les systèmes traditionnels de gestion *durable*. On améliore souvent ainsi la caractérisation de ces systèmes. Mais les systèmes traditionnels ne sont plus toujours adaptés à la réalité d'aujourd'hui. Dans le bassin versant du fleuve dont la zone inondable fait partie, des changements peuvent avoir pris une envergure qui dépasse la perception de la population locale.

Ce qui manque souvent ce sont des textes décrivant les connaissances locales sur l'écologie des plaines inondables. Il est très important que ces connaissances locales se retrouvent à la place appropriée dans l'organisation d'un cours de gestion des zones inondables. On s'assure ainsi que ces connaissances figureront dans les rapports et manuels de formation du cours concerné et seront distribuées aux participants.

#### **Organisation de la formation**

La programmation de la formation devra se faire en fonction des réponses apportées aux questionnaires envoyés aux groupes concernés. On identifie ensuite les formateurs et vacataires, on choisit le matériel didactique, les supports pour les travaux pratiques, les visites à faire, les donateurs en cas de besoin.

Une lettre jointe au questionnaire doit guider les groupes concernés, en donnant des informations sur les possibilités et les limites de la formation. Une annexe standard du questionnaire devrait être une liste des thèmes pour lesquels on a déjà organisé des cours de formation.

#### **Evaluation**

Pour savoir si la formation a répondu aux attentes et si elle a été efficace et efficiente, des évaluations sont absolument nécessaires. Les évaluations doivent être faites pendant la formation (grâce à des questionnaires à choix multiples par exemple, pour que le formateur voie s'il est suivi) et à la fin des cours. Ces évaluations ne couvriront pas seulement le contenu des cours, mais aussi et surtout la façon dont il a été présenté. Des

évaluations *a posteriori*, où les responsables de formations cherchent à contacter ceux qui travaillent avec les participants seront faites après coup pour savoir si la formation a aussi entraîné une différence positive, à leur niveau.

### **Réseau de gens formés**

En développant la formation régionale, on établira effectivement un réseau d'experts formés. Des réseaux informels de ce type existent en Afrique, et ils sont très efficaces, malgré le manque de moyens.

### **Formateurs**

Avec la formation des formateurs (techniquement et didactiquement) et les résultats de différentes évaluations, on disposera d'un réseau important de formateurs performants. Parmi ces formateurs il faut faire la distinction entre ceux qui le sont par profession et ceux qui sont plutôt des vacataires.



## 8. Exemples de gestion

Les exemples concrets qui constituent ce chapitre intéressent les divers bassins du:

- *Lac Tchad*, avec les zones inondables de Hadejia Nguru et la plaine de Waza Logone;
- *Sénégal*, avec une vue d'ensemble de la vallée, deux exemples d'aménagements du Delta: Le Djouj et le Diawling, ainsi que la modélisation du Lac de Guiers et le fonctionnement du Barrage de Manantali;
- *Niger* avec l'aménagement de la région de Kotya près du lac Debo dans le delta intérieur.

Ils visent aussi certaines plaines inondables de petits *bassins endoréiques* telle que le bassin de Sourindou Mihithy proche du delta intérieur du Niger.

### 8.1 Effets de la construction des barrages

#### 8.1.1 Construction des barrages: exemple de gestion du fleuve Hadejia-Nguru, G. Polet

##### Situation avant la construction des barrages

Le bassin du fleuve Komadugu-Yobe est situé au nord-est du Nigeria. Les plus grands fleuves de ce bassin sont d'une part, le Kano-Challawa-Hadejia et le Jama'are, qui deviennent le Yobe après leur confluence et d'autre part, le Missau qui rejoint le Yobe plus à l'est. Ce système fluvial prend sa source dans les hauteurs du plateau Jos et dans les zones environnantes puis se jette dans le lac Tchad (figure 8.1). Le bassin hydrographique de ces fleuves est constitué d'un sous-sol rocheux. Plus loin en aval, ces fleuves entrent dans les formations alluviales du Tchad, constituées d'une grande épaisseur de graviers, de dépôts de sable et d'argile. Ces formations alluviales se caractérisent par une topographie très plate. A mi-parcours, à l'endroit où les fleuves Hadejia et Jama'are confluent, se trouve une grande plaine d'inondation saisonnière, connue sous le nom de zone humide de Hadejia-Nguru.

Traditionnellement, le système d'exploitation de ce bassin était principalement à base d'agriculture pluviale (sorgho, millet ou niébé). Plus récemment le maraîchage s'est développé le long des fleuves et en utilisant leurs eaux, à proximité des grandes villes telles que Kano. Dans les zones humides de Hadejia-Nguru, l'agriculture pluviale pratiquée sur les zones hautes était complétée par une agriculture d'inondation et de décrue. A la saison des pluies sans attendre l'inondation, on cultivait le riz flottant. Un large éventail de cultures comme l'arachide et le niébé se pratiquait à la décrue. Le système d'agriculture qui consiste en l'utilisation des eaux de crue et de décrue est encore le pilier de l'économie agricole des zones humides de Hadejia-Nguru (figure 8.2).

Les zones humides de Hadejia-Nguru ne sont pas uniquement renommées pour leur système agricole productif. En effet, de grandes quantités de poissons y sont pêchées et exportées vers des marchés lointains tels que Kano, Kaduna et Maiduguri. Ces zones jouent également un rôle important pour l'élevage de l'ensemble de la région, en offrant de vastes pâturages pendant la saison sèche. Les zones humides n'assurent pas uniquement les moyens d'existence d'une population voisine estimée à 1,5 million d'habitants, mais leurs produits s'exportent aussi vers les marchés du nord du Nigéria.

D'un point de vue écologique, ces zones humides abritent de grandes colonies d'oiseaux migrateurs paléoarctiques et africains ainsi que des populations importantes d'oiseaux aquatiques sédentaires. De plus, les forêts de ces zones fournissent du bois de feu et de construction ainsi qu'un grand éventail de ressources naturelles sauvages telles que les palmiers Doum (pour la fabrication de nattes) et les plantes médicinales. Les inondations saisonnières permettent également la réalimentation des diverses nappes phréatiques qui sont utilisées par les villageois des zones humides et des zones environnantes pour leurs besoins quotidiens en eau. Ainsi donc, l'économie puissante et la richesse écologique des zones humides reposent sur les

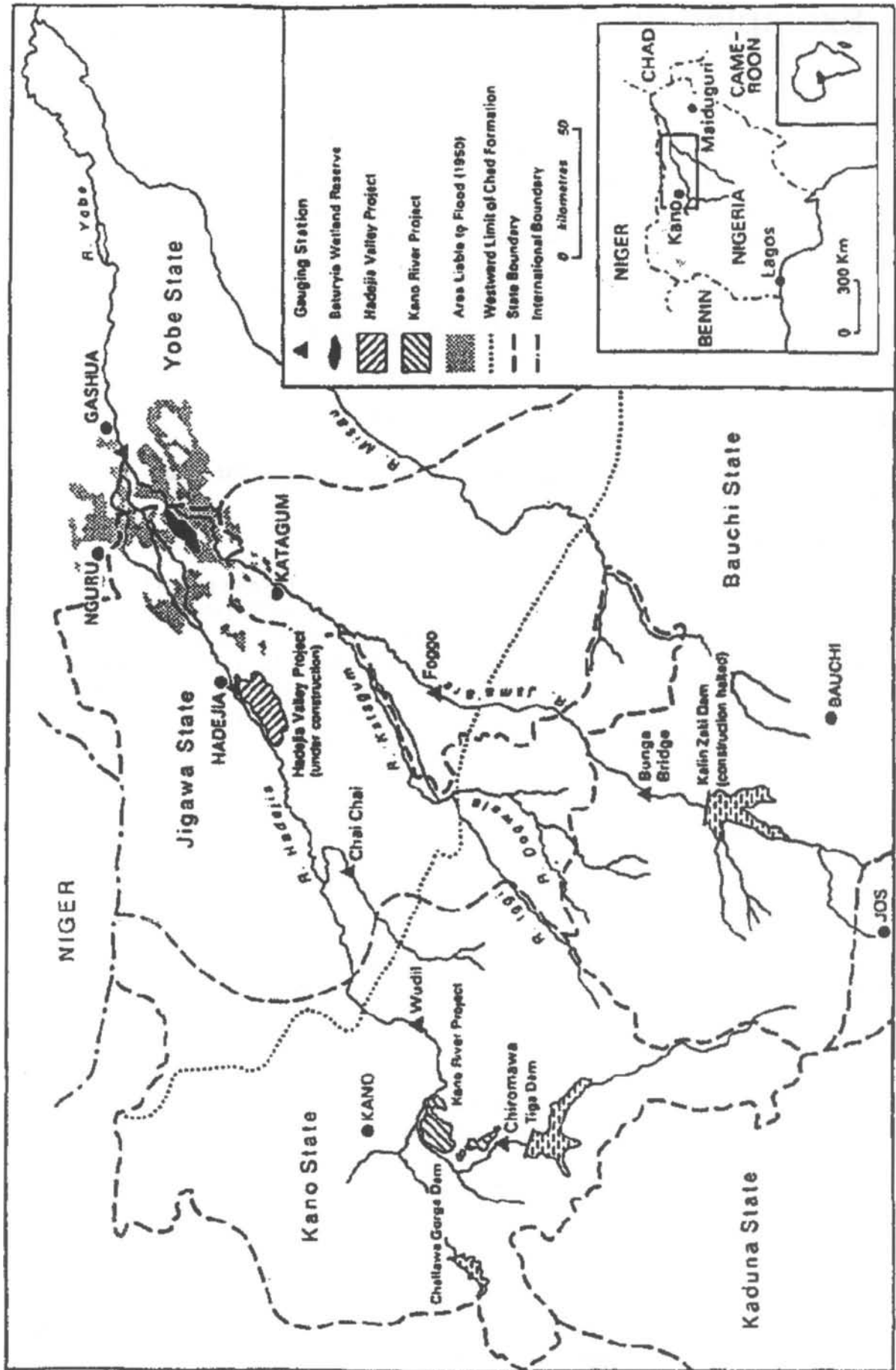


FIG. 8.1 Le bassin du Komadugu-Yobe. Source: IUCN, NWP.

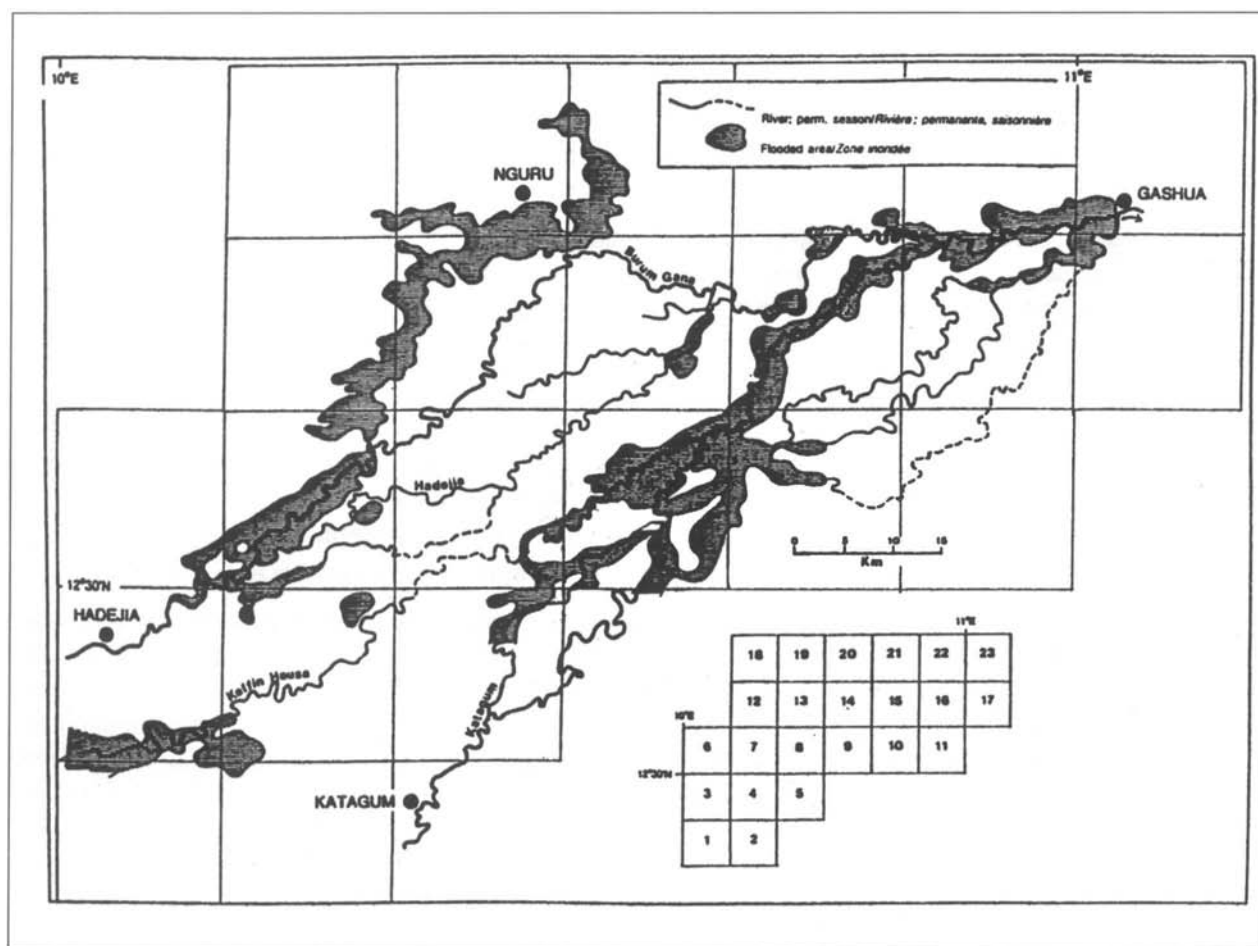


FIG. 8.2 Les plaines d'inondations de Hadejia-Nguru Source: Benthem in Boyi and Polet (1996).

inondations annuelles dont l'étendue était souvent supérieure à 2000 km<sup>2</sup> du temps où les barrages n'étaient pas encore construits.

### Nature et objectifs des barrages

Neuf autorités de mise en valeur des bassins fluviaux ont été créés au cours des années 70.

Ainsi, le bassin du fleuve Komadugu-Yobe est administré par les autorités de mise en valeur du bassin du fleuve Hadejia-Jama'are (HJR BDA) et du bassin du Tchad (LCBC). Les interventions du gouvernement ont depuis lors été favorables à la mise en œuvre de vastes projets. Cette politique vise à assurer la sécurité alimentaire pour toute la nation.

En 1973, le barrage Tiga était construit sur le fleuve Kano avec une capacité brute de stockage de 1.845 millions de m<sup>3</sup>. En 1992, le barrage de la gorge de Challawa (d'une capacité brute de 904 millions de m<sup>3</sup>), fut construit sur le fleuve Challawa. Ces deux grands barrages se situent sur les biefs amont du bassin du fleuve. Plus de 20 autres barrages plus petits ont également été construits sur le sous-système du Hadejia. Le sous-système du Jama'are n'est toujours pas contrôlé. Cependant, il est prévu la construction d'un grand barrage sur ce fleuve (le barrage Kafin Zaki avec une capacité brute de stockage envisagée de 2.700 millions de m<sup>3</sup>).

Le barrage de Tiga alimente le système d'approvisionnement en eau de la ville de Kano ainsi que les projets d'irrigation du fleuve Kano (KRIP). Le barrage de la gorge de Challawa quant à lui, alimente le projet de la vallée du Hadejia (HVP) situé approximativement à 250km en aval du réservoir. A Hadejia, il existe un petit barrage d'une capacité d'alimentation en eau de 5 jours pour le projet HVP provenant du barrage de la gorge de Challawa. Ce dernier est supposé desservir également les autres utilisateurs que le HVP en aval. La

figure 8.1 présente un aperçu des grands ouvrages hydrauliques existants et envisagés dans le bassin du fleuve Komadugu-Yobe.

Actuellement, 12.500ha de terres sont irriguées par le projet d'irrigation du fleuve Kano. Le barrage de Tiga emmagasine de l'eau pour une capacité prévue d'irrigation de 27.000ha pour le projet d'irrigation du fleuve Kano (KIRP). Plus une seconde phase du KRIP pour l'irrigation de 40.000ha.

Le HVP, par contre, a été conçu pour irriguer 11.000ha alors qu'actuellement seulement une fraction de cette superficie se trouve réellement irriguée. Le barrage d'Aminu illustre la mauvaise gestion de l'exploitation des grands ouvrages d'irrigation dans le bassin. Il faut noter qu'actuellement, cinq états et deux autorités de mise en valeur se partagent le bassin du fleuve.

### **Effets positifs des barrages**

L'objectif poursuivi dans la construction de barrages au niveau du bassin était de développer des projets d'irrigation (KRIP et HVP), et de maîtriser les crues dévastatrices. A l'exception de l'effondrement d'un petit barrage à Baganda en 1983, les barrages ont en effet réussi à prévenir les grandes crues dévastatrices qui survenaient dans le passé sur les biefs amont du bassin fluvial.

Les barrages fournissent à longueur d'année l'approvisionnement en eau nécessaire à l'agriculture irriguée, bien que les ouvrages plus importants (KRIP et HVP) n'aient pas été construits à la capacité initialement envisagée. Grâce aux lâchés d'eau des barrages pendant la saison sèche, les fleuves situés sur les biefs moyens du bassin sont devenus pérennes. Il en est résulté le développement, mi-planifié, mi-spontané, d'un important secteur informel de culture irriguée. Des milliers de petits exploitants se lancent dans l'irrigation à l'aide de petites motopompes. Ils produisent essentiellement des légumes pour le marché Nigérian en voie de développement rapide.

### **Effets négatifs des barrages**

L'effet négatif le plus important de la construction de barrages dans le bassin est la réduction des crues qui alimentent la zone de Hadejia-Nguru, et donc de l'inondation des zones humides. Les séries de données hydrologiques complètes indiquent que l'écoulement à Gashua a été réduit de 23% du fait de l'obstruction causée par le barrage de Tiga. Ce barrage a également causé une réduction de l'inondation des zones humides de 200 à 450km<sup>2</sup>. Il a également été démontré que l'effet relatif le plus important du barrage atteint son maximum durant les années sèches (avec une réduction de 50% de l'inondation) tandis que l'effet absolu le plus important se situe durant les années humides (avec une réduction de 470km<sup>2</sup> de la zone inondée).

Le barrage de la gorge de Challawa, construit en 1992, a également eu de profondes répercussions sur l'inondation des zones humides et la disponibilité en eau des parties du bassin situées en aval. En 1990, l'étendue de la surface inondée était de 910km<sup>2</sup>. En 1991, elle était de 962km<sup>2</sup>, en 1992 de 545km<sup>2</sup> et en 1993 de 387km<sup>2</sup> (chiffres obtenus à partir d'une évaluation aérienne annuelle de l'étendue maximale de l'inondation menée par le Projet de Conservation des zones humides de Hadejia-Nguru).

Des modèles, obtenus par simulation, montrent que si tous les projets planifiés étaient réalisés en totalité (y compris la construction du barrage de Kafin Zaki avec son projet d'irrigation) il n'y aurait pratiquement aucun écoulement dans la rivière Hadejia en aval de la ville de Hadejia, il n'y aurait jamais une inondation de plus de 1.500km<sup>2</sup> d'étendue, tandis que 60% des années à venir connaîtraient une inondation de moins de 375km<sup>2</sup> d'étendue. En effet, différents auteurs et organisations ont indiqué qu'il n'y aurait pas assez d'eau dans le bassin pour permettre la réalisation de tous les projets sans entraver les utilisations actuelles et futures des ressources en eau dans les parties moyennes et basses du bassin.

*La réduction des crues a des effets négatifs sur l'économie et l'écologie des zones humides de Hadejia-Nguru et les régions situées plus bas en aval. Les pertes de production dans les zones humides qui ont déjà eu lieu et qui auront lieu dans le futur si tous les projets prévus sont réalisés, sont considérables. Il est pourtant probable que les avantages apportés par les barrages (irrigation de grands périmètres) seront effacés par les coûts qu'ils entraînent (les avantages auxquels il faut renoncer par suite à la perte de productivité de la zone humide, ainsi que les investissements nécessaires à la construction des barrages et des ouvrages d'irrigation). Une étude menée par Barbier *et al.* (1991) va dans le même sens. Lorsqu'on évalue les bénéfices tirés*

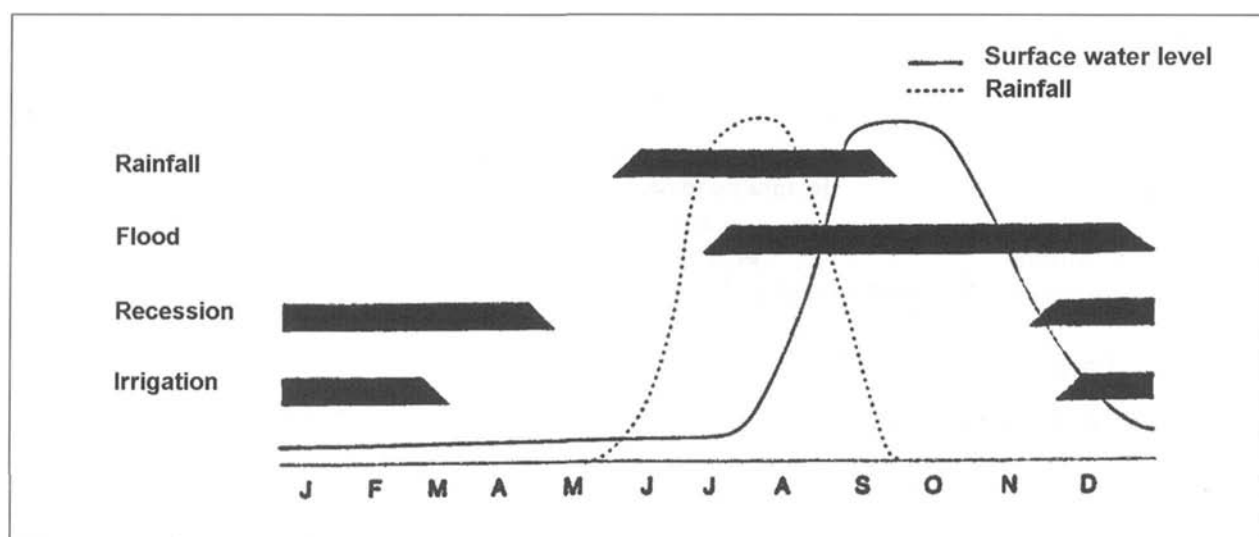


FIG. 8.3 Calendrier des cultures dans les zones humides de Hadejia-Nguru. Source: Polet and Thompson (1996).

de la production agricole, du bois de feu et des pêches dans les zones humides de Hadejia-Nguru, comparés à ceux découlant du Projet d'irrigation du Fleuve Kano, il devient évident que la productivité, ramenée à l'hectare, des zones inondables de Hadejia-Nguru est de loin supérieure à celle du Projet d'irrigation du Fleuve Kano si l'on prend en compte la productivité ramenée au  $m^3$  d'eau, qui est le facteur limitant (tableau 8.1).

Les chiffres qui figurent au tableau 8.1 indiquent les effets économiques de la construction de barrages dans le bassin du Komadugu-Yobe. Il est clair que si les plans actuels sont totalement mis à exécution (à savoir la construction du barrage de Kafin Zaki, l'exécution de la seconde phase du Projet d'irrigation du Fleuve Kano et des projets HVP), ils auront d'énormes conséquences économiques négatives sur les parties moyennes et aval de ce bassin.

Tableau 8.1 Valeur actuelle nette des bénéfices économiques: Projet d'Irrigation du Fleuve Kano et Zones humides de Hadejia-Nguru.

Valeur actuelle nette par hectare des bénéfices économiques tirés de l'exploitation de l'ensemble des superficies	
Projet d'irrigation du Fleuve Kano	233 Naira/ha
Zones humides de Hadejia-Nguru	1.276 Naira/ha
Valeur actuelle nette des bénéfices économiques par $10^3 m^3$ d'eau utilisée	
Projet d'irrigation du Fleuve Kano	0,3 Naira
Zones humides de Hadejia-Nguru	565 Naira

Source: Barbier *et al.* (1991) suppose un taux d'escompte de 8% sur 50 ans.

La valeur actuelle comprend la somme des dépenses et des revenus actualisés; pour le projet d'irrigation, les investissements (notamment le barrage) et les dépenses d'entretien paraissent avoir été pris en compte d'après Barbier, ainsi que les revenus actuels et escomptés. Ce projet d'irrigation apparemment surdimensionné, mal organisé et peu productif présente une rentabilité très faible et donc une valeur actuelle très mauvaise. Pour les zones inondables la valeur actuelle ne comprend que les revenus. Ces revenus même limités présentent une valeur actuelle non négligeable. Il n'apparaît pas dans l'étude de Barbier que l'on ait compté dans ce cas les investissements, bien que les barrages puissent être utilisés pour la protection contre les crues exceptionnelles.

### **Effets écologiques**

D'un point de vue écologique, l'inondation est indispensable pour la préservation de la flore et de la faune. Les marais et marécages peu profonds constituent des gîtes de reproduction pour de nombreuses espèces de poissons, tandis que la zone abrite des centaines de milliers d'oiseaux d'eau migrateurs et non migrateurs. Une réduction de la superficie inondée aura donc de sérieuses conséquences sur l'écologie de la zone. Par exemple, Rodenburg (1987) a rapporté que les zones de forêts étaient soumises à un grave stress hydrique. Cela peut être attribué principalement à la réduction de la réalimentation des nappes souterraines qui, à son tour, est causée par la réduction des crues et de l'inondation.

### **Mesures d'atténuation et leurs effets**

Les plans initiaux des divers projets ont été élaborés sans aucune évaluation de leur impact sur l'environnement. L'analyse avantages coûts n'a pas pris en compte la perte de la productivité des zones inondables ainsi que les autres conséquences en aval. De ce fait, aucune mesure d'atténuation n'a été incluse dans ces plans.

Hollis et Thompson proposent un régime de gestion des barrages qui permette d'irriguer 8.000ha au niveau du Projet HVP, 14.000ha au niveau du projet KRIP et un écoulement minimum durant toute l'année, afin de permettre l'irrigation informelle le long du cours des rivières. L'association à ces mesures d'une crue artificielle durant les mois de juillet et août en vue d'accroître le périmètre d'inondation n'asséchera pas les réservoirs. Ils font remarquer, à juste titre, qu'il y a un besoin urgent de tester les ouvrages de vidange des différents barrages afin d'évaluer la faisabilité d'un tel régime de gestion.

Les problèmes soulevés dans cette étude de cas ont déjà été discutés dans de nombreuses publications, réunions et conférences. Depuis son lancement en 1987, le Projet de Conservation des zones humides de Hadejia-Nguru a contribué à attirer l'attention politique sur ces problèmes. Deux réunions importantes ont été organisées à Kuru par le Projet de Conservation des zones humides de Hadejia-Nguru et l'Institut National de Politique et d'Etudes Stratégiques (1993 et 1995). La plupart des agences gouvernementales ayant leur mot à dire en matière de développement des ressources en eau, ont assisté à ces réunions. Il a été reconnu que les actions d'aménagement en amont avaient des conséquences néfastes sur les régions situées en aval. Il a été décidé que toutes les interventions futures devront être coordonnées à l'échelle du bassin concerné afin de tenir compte des différents effets qui en résultent. Depuis lors, des efforts ont été faits pour que soient effectués des essais de crue artificielle, afin d'évaluer les possibilités de gestion des barrages pour améliorer l'inondation.

### **Analyse critique**

Ce qui vient d'être dit montre que dans le cas du bassin du Komadugu-Yobe, les effets négatifs de la construction de grands barrages semblent l'emporter sur les effets positifs bien qu'il n'existe pas d'évaluation exhaustive au niveau de la totalité du bassin. La réduction des crues a de très graves répercussions négatives sur les parties moyennes et basses du bassin du fait que l'inondation annuelle qui se produisait habituellement est à la base de son économie et de son écologie.

Ces effets négatifs sont d'autant plus difficiles à accepter que les barrages ont été trop largement dimensionnés et emmagasinent plus d'eau que les projets d'irrigation ne peuvent consommer (en raison de la dimension des périmètres irrigués plus petite que prévue et à cause de la mauvaise gestion des systèmes existants), ce qui conduit à d'énormes pertes par évaporation de l'eau contenue dans les réservoirs.

Ce gaspillage est d'autant plus grave que les ressources en eau sont limitées et qu'on ne dispose pas d'une mesure exacte de la quantité d'eau disponible dans le système. La cause principale de cette situation est la très mauvaise coordination entre les différentes parties prenantes du bassin, qui ont un mot à dire sur le développement des ressources en eau. Il en résulte la mise en œuvre d'ambitieux projets qui ne peuvent pas être durables et dont la rentabilité est douteuse.

## Conclusions et recommandations

Il est évident que la manière selon laquelle les interventions de développement des ressources en eau ont été menées dans le bassin du Komadugu-Yobe n'est pas satisfaisante. Différentes agences travaillant dans le bassin ont pris des décisions unilatérales sans coordonner leurs différents efforts. Cela a eu pour conséquence une réduction des ressources en eau dans les parties moyenne et basse du bassin. La réduction des crues a déprimé l'économie et endommagé l'écologie des parties moyennes et basses du bassin, car l'économie et l'écologie de la zone dépendent largement de l'inondation annuelle.

Pour remédier à cette situation, un certain nombre d'actions doivent être entreprises:

- Il faut d'abord que l'on dispose d'une image plus claire de la quantité d'eau disponible dans le bassin comparée aux différentes utilisations qu'on en fait. C'est seulement après cela que l'on pourra entreprendre un développement durable des ressources en eau du bassin.
- Le développement devra être coordonné à l'échelle du bassin tout entier, ce qui permettra de prendre en compte les effets négatifs de l'aménagement sur l'utilisations de l'eau en aval et sur l'environnement.
- Pour sauvegarder les utilisations en aval des effets des interventions en amont, il faut que des décisions politiques soient prises afin de garantir une certaine proportion de l'eau aux différents secteurs d'activité dans le bassin. Ainsi, les différents secteurs auront une base pour décider dans quel type d'activité de développement ils veulent s'engager, dans les limites des ressources en eau qui leur sont allouées.

Le Projet de Conservation des zones humides de Hadejia-Nguru devrait ainsi déboucher sur la poursuite des discussions et de la recherche d'une meilleure coordination des activités envisagées entre les états, les autorités de mise en valeur et les utilisateurs.

### 8.1.2 La vallée du fleuve Sénégal, P. Torrekens

Le bassin versant du fleuve Sénégal (cf. carte ci-jointe) couvre une superficie d'environ 337.000km<sup>2</sup> et s'étend sur quatre états: la Guinée/Conakry, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Le fleuve Sénégal est long de 1.800km. Il est formé de plusieurs affluents, dont les principaux sont le Bafing, le Bakoye et la Falémé. Le Bafing est considéré comme la branche mère et prend sa source dans le massif du Fouta Djallon en Guinée, à environ 800m d'altitude.

Le bassin versant du Bafing a une superficie de 38.400km<sup>2</sup>. Bien que son bassin versant soit relativement peu étendu, le Bafing apporte près de la moitié des ressources en eau du fleuve. Le Bakoye a une superficie de 85.000km<sup>2</sup>. Son affluent principal est le Baoulé qui prend sa source à 750m d'altitude dans la région au sud-ouest de Bamako. Le Bakoye rejoint le Bafing à Bafoulabé (préfecture de la région de Kayes). C'est à partir de Bafoulabé que le fleuve prend le nom de *Fleuve Sénégal*. La Falémé rejoint le fleuve Sénégal à environ 50km avant Bakel. L'orientation de la Falémé est sensiblement parallèle à celle du Bafing. Son bassin versant est de 29.000km<sup>2</sup>. Les autres affluents tels que la Colominé, le Ghorfa et le Gorgol n'apportent au fleuve que des quantités d'eau insignifiantes. En fait, passé Bakel, il n'existe pas d'apport significatif au Sénégal.

Le Bassin Versant est généralement subdivisé à la hauteur de Bakel en deux parties: d'une part le *haut Bassin* et d'autre part la *Vallée*.

#### Vallée

La Vallée du fleuve Sénégal s'étend sur une longueur d'environ 800km, de Saint-Louis à Bakel. On distingue généralement le Delta, la Basse Vallée, la Moyenne Vallée et la Haute Vallée. Le tableau ci-dessous donne les distances des principales localités le long du fleuve à partir de Saint-Louis.

Tableau 8.2 Les distances des principales localités le long du fleuve à partir de Saint-Louis.

Ville	Distance de Saint-Louis en km
Diama	26
Rosso	133
Richard-Toll	145
Dagana	169
Podor	266
Boghé	379
Saldé	481
Kaédi	543
Matam	637
Bakel	816

La plaine alluviale s'étend à partir de Bakel sur une largeur comprise entre 10 et 25km environ. Elle est en grande partie inondée pendant la période de crue annuelle. La superficie inondée peut atteindre 300.000ha. La pente du lit du fleuve est de 3cm/km entre Bakel et Matam. Elle diminue ensuite sensiblement jusqu'à Boghé, où elle n'est plus que l'ordre du cm/km dans la région entre Podor et Richard Toll. Dans le Delta, la pente n'est plus que de 6mm/km.

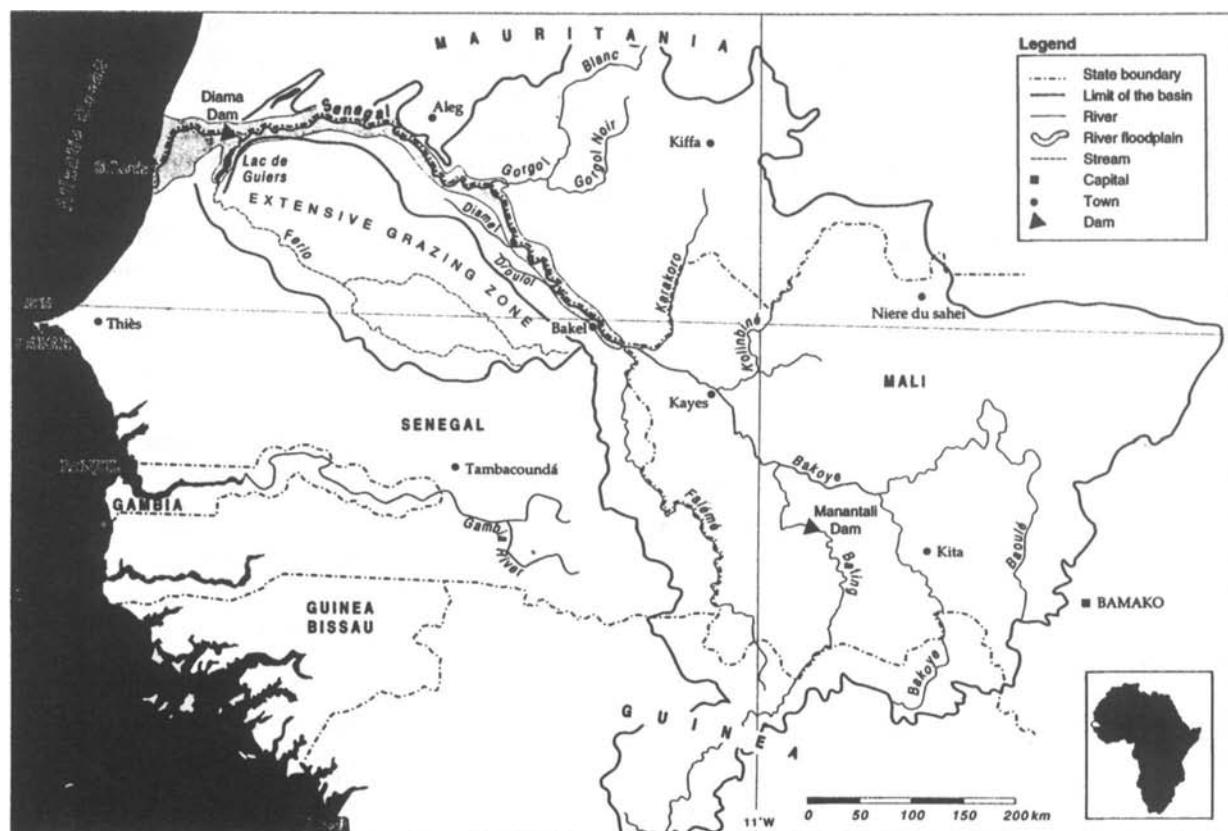


FIG. 8.4 Carte de localisation du bassin versant et du fleuve. Le bassin du fleuve Sènegal - localisation du barrage de Diama (Sénégal) et Manantali (Mali). Source: M. Acreman and G. Hollis (1996).



## **Climat**

Le climat dans la vallée du fleuve Sénégal est presque entièrement de type sahélien. Le régime climatique est divisé en trois saisons:

*Hivernage : de juin en septembre*

*Contre-saison froide : d'octobre à février*

*Contre-saison chaude : de mars à juin*

Dans le Delta et la Basse Vallée, soit entre Saint-Louis et Kaédi, la pluviométrie moyenne annuelle se situe entre 300 et 350mm/an. Par contre, entre Kaédi et Bakel, région située en dessous de la latitude 16°N, la pluviométrie moyenne annuelle augmente sensiblement, pour atteindre l'ordre de 700mm/an à Bakel et la culture pluviale y est possible. 98 à 100% des pluies tombent pendant l'hivernage, entre juin et octobre. Les mois d'août et septembre sont les plus pluvieux avec 70% des pluies.

Les chiffres pour l'évapotranspiration potentielle varient assez fort selon les sources bibliographiques et donc, selon les techniques de mesure ou de calcul utilisées. L'évapotranspiration potentielle dans la vallée ne semble pas varier fortement dans l'espace. Au cours de l'année, elle peut varier 150 et 250mm/mois, avec maximum en avril mai et un minimum en décembre janvier.

## **Plaines inondables**

Leur superficie totale est de 492.000ha, les zones inondables de façon permanente représentant 29.600ha. La retenue du barrage de Diama augmente sensiblement cette surface, car il crée un lac artificiel d'une superficie estimée à près de 11.000ha à la côte IGN 1,5m et à près de 18.000ha à la côte 2,5m. Les zones à inondation (donc de cultures de décrue) prolongée représentent des surfaces disséminées à l'intérieur du Delta (cuvettes et fonds de grandes dépressions), occupant des surfaces relativement plus importantes en rive droite (Mauritanie) et sur le pourtour du lac de Guiers (Sénégal).

Le système hydraulique naturel du fleuve Sénégal est bien entendu très fortement modifié par la construction et l'exploitation de ces deux barrages.

## **Options pour l'utilisation des plaines inondables**

### **Grands ouvrages de l'OMVS**

#### **Barrages de Diama et de Manantali**

La construction des barrages de Manantali et de Diama vise à régulariser le débit et le tirant d'eau du fleuve Sénégal et à utiliser le débit régularisé pour:

- Irrigation le long du fleuve de 370.000ha, y compris les zones qui, jusqu'à présent, se trouvent sur l'influence de la remontée de la langue salée pendant les mois d'étiage. (Podor et Borghé 266 et 379km);
- Soutien pendant toute l'année du tirant d'eau pour la navigation grâce à un débit permanent de 100m<sup>3</sup>/s;
- Production d'énergie de 800 Gwh/an;
- Ecrêtement des crues (Protection des Ressources et des Biens);
- Suppression de la remontée de la langue salée dans le Delta;
- Contrôle du niveau dans le Delta et la basse Vallée sur une distance d'environ 350km jusqu'à Boghé;
- Maintien des conditions de l'agriculture traditionnelle de décrue par la fourniture d'une crue artificielle.

#### **Gestion de l'eau pour la satisfaction des besoins des cultures traditionnelles**

Il est envisagé de réaliser, à partir du barrage de Manantali, un soutien de crue à date mobile sur le fleuve Sénégal. Avec certaines règles visant à déterminer la date du soutien, et moyennant une prévision de débit à

l'horizon 10 jours sur les stations de Oualia et Gourbassy, ce type de gestion permettrait de soutenir la crue en dépensant un minimum d'eau à partir du barrage, pour les deux raisons suivantes. Le soutien de crue serait effectué de façon à faire coïncider l'hydrogramme objectif avec une pointe importante de débit sur les affluents non contrôlés, Bakoye et Falémé. Pour les années où le soutien de crue nécessiterait le plus de lâchés à partir du barrage, le soutien de crue ne serait pas effectué.

Actuellement, la mise en place d'un tel soutien de crue à date mobile est bloquée par les difficultés rencontrées dans le calage des modèles hydro-pluviométriques permettant de prévoir les débits à Oualia et Gourbassy. On espérait pouvoir conclure en 1999, sur la possibilité de caler de tels modèles à partir des seules données hydrométriques et pluviométriques actuellement disponibles et exploitables.

Dans le cas où le soutien de crue à date mobile ne pourrait pas être mis en pratique, le soutien de crue à date fixe serait retenu. Il doit être calé sur une date optimale nécessitant les plus faibles débits lâchés possible à partir du barrage. Pour un hydrogramme ( $2.500\text{m}^3/\text{s}$ ), considéré comme objectif de crue à réaliser à Bakel, la date optimale du premier jour se situe le 28 août sur la période de 1973-1997. C'est pour cette date que les volumes lâchés dans la tranche des débits supérieurs à  $600\text{m}^3/\text{s}$  sont les plus faibles.

### **Autres projets**

Les modifications envisagées dans le futur, dont l'effet modifiera plus ou moins sensiblement les précédents, sont:

- Projets Energie, avec une modification de la gestion de Manantali, afin d'assurer les besoins de production hydroélectrique;
- Projet Navigation, avec également certaines contraintes hydrauliques (régime d'étiage) et certains risques supplémentaires de pollution (activités portuaires);
- Projets d'émissaires rive droite (Ndiader) et rive gauche (Djeuss) avec des impacts hydrologiques (alimentation du Chott Boul et de l'Aftout-es-Sahel) et des effets potentiellement dangereux sur la qualité des eaux du fleuve en aval de Diama (émissaire R.G.);
- Projet d'alimentation en eau de la dépression de Ndial, avec un impact important sur l'ensemble de la région sud du Delta (reconstitution de biotopes humides);
- Projet Canal du Cayor pour l'alimentation en eau de la ville de Dakar, avec un impact important sur le régime hydrologique et de la qualité des eaux du lac de Guiers et du Bas Ferlo;
- Projet Aftout-es-Sahel pour l'alimentation en eau de Nouakchott, avec un impact sur la gestion des eaux de Diama et une transformation radicale des conditions hydriques de l'Aftout;
- Projet de revitalisation des vallées fossiles (Ferlo et Sine Saloum), avec d'importants prélèvements d'eau qui affecteront l'ensemble de la Vallée du fleuve Sénégal.

Ces différents projets sont ainsi appelés à modifier plus ou moins profondément les conditions actuelles. Il est possible qu'une *relative pénurie d'eau* apparaisse à certaines périodes de l'année, ou en cas de sécheresse successive. C'est pourquoi l'OMVS dispose d'un organe de gestion de l'eau appelé Commission Permanente des Eaux (C.P.E.). La Commission Permanente des Eaux a pour fonction de: définir les principes et les modalités de la répartition des eaux du fleuve Sénégal entre les états et entre les secteurs d'utilisation de l'eau: industrie, agriculture, transport, sous forme d'avis au Conseil des Ministres. La Commission dispose, en outre d'un pouvoir propre de " contrôle de l'utilisation, du point de vue quantitatif, des eaux du fleuve Sénégal avant et après la régularisation ".

Il n'y a lieu de noter que la règle de l'unanimité des états-membres prévaut pour la formulation des avis et recommandations de la Commission comme par les décisions des organes délibérantes. Donc, la CPE constitue un organe de gestion de l'OMVS.

Pour le fleuve Sénégal, on peut distinguer trois grands objectifs de gestion:

- La mobilisation de l'eau: garantir dans le temps et dans l'espace la plus grande mobilisation possible de la ressource en eau, tant de surface que souterraine.

- L'allocation optimale de l'eau: allouer de manière optimale la ressource entre les différents usagers en vue de sa meilleure valorisation possible et ce, en fonction d'un certain nombre de critères convenus entre les parties concernées.
- La protection de l'environnement et des populations: réduire les risques d'utilisation de la ressource, tant qualitativement que quantitativement.

Par ailleurs, après la mise en service des barrages de Diama et de Manantali, des bénéfices importants ont été constatés dans le domaine des cultures irriguées, de la disponibilité pérenne de l'eau pour les populations et le bétail, du soutien à la crue, du retour des populations, de la réapparition de la faune et de la régénération du couvert végétal. Néanmoins, il subsiste des impacts négatifs indéniables que ne compense pas la stabilité des superficies inondées et qu'il importe d'éliminer ou d'atténuer pour garantir la rentabilité économique et sociale du programme.

Les impacts négatifs les plus significatifs concernent principalement le domaine de la santé et sont apparus surtout dans la zone du Delta et de la basse Vallée. Il concerne, en raison du maintien de plans d'eau douce à un niveau élevé et stable, l'installation de condition écologique favorable à la prolifération des mollusques vecteurs de la bilharziose, et des larves de moustiques, vecteurs du paludisme.

Le développement rapide de projets hydro-agricoles et agro-industriels, l'accroissement rapide de la population, l'inadéquation des conditions sanitaires, ont donc abouti à une augmentation inacceptable du taux de prévalence de la bilharziose et du paludisme. Le Programme d'Atténuation de Suivi de l'Impact sur l'Environnement (PASIE) est la réponse que l'OMVS entend apporter à ces problèmes.

Dans ce cadre, le Haut Commissariat de l'OMVS réalise en ce moment la mise en place d'un observatoire de l'environnement avec les missions initiales suivantes:

- Définir avec les usagers de l'Observatoire, et avec les producteurs de données les indicateurs de performance et les indicateurs environnementaux, en fixant le calendrier de production prévisible de ces indicateurs compte tenu d'une amélioration de la collecte;
- Dynamiser le réseau des producteurs d'information environnementale et rechercher avec eux les moyens d'une collecte pérenne sur un réseau de base;
- Publier régulièrement les résultats et assurer les retours d'information auprès des partenaires. Cette fonction vise également si des événements particuliers étaient détectés par l'Observatoire (Alerte).

## 8.2 Restauration

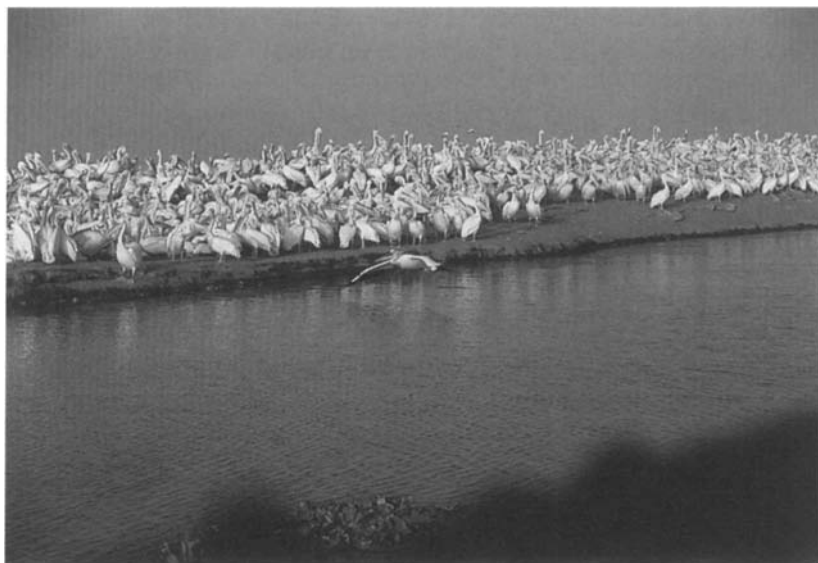
### 8.2.1 L'aménagement du bas delta du fleuve Sénégal et le Parc de Djoudj (Sénégal), A. M. Diouf

#### Contexte

Le Fleuve Sénégal apparaît comme le dernier oasis, le plus au nord avant le désert, sur lequel s'appuient les espoirs des hommes et l'exubérance de la vie sauvage. Source de vie, l'eau du fleuve détermine les activités économiques (agriculture, élevage, pêche) la présence de la faune et de l'avifaune, l'histoire locale et le paysage.

Ce fleuve forme ainsi une importante vallée et un large delta avec de multiples bras qui donnent naissance à des marigots, lacs, cuvettes et marres. Deux paysages s'interpénétrant en permanence le long du fleuve: le Walo inondable et le Diéri toujours sec.

Le delta du fleuve Sénégal, plaine alluvionnaire s'étendant sur 320.000ha de l'océan Atlantique à Rosso (165km en amont de l'estuaire), comportait dans les années 1950 une immense zone inondable de 74.000 à 110.000ha au Sénégal et 80.000ha presque totalement inondables en Mauritanie. A cet ensemble s'ajoutaient les lacs de Guiers au Sénégal (170.000ha) et de R'kiz en Mauritanie (115.000ha). D'août à fin



**FIG. 8.5** Banc de pélicans dans le Parc National des Oiseaux du Djoudj, Sénégal. Photo: M. Diouf.

novembre, la crue du fleuve conditionnait l'ensemble de la vie du delta et était source de richesse pour les pêcheurs, les chasseurs et les pasteurs.

Les oiseaux étaient alors si nombreux qu'une partie de la population vivait en bonne part de leur chair et de leurs œufs. L'inondation se résorbait par les grands marigots du delta (principalement Gorom, Djeuss, Djoudj, Lampsar au Sénégal; Niader, Tichilit, Bell en Mauritanie) qui constituaient un véritable réseau de drainage. Après la crue, l'eau salée remontait de la mer jusque en amont de Richard Toll. Le mélange de l'eau douce et de l'eau salée était source d'une

diversité écologique importante, sans cesse remise en balance mais toujours productrice d'une biomasse abondante.

Dans cette vallée l'option de l'état a été la satisfaction de l'autosuffisance alimentaire spécialement la production rizicole. Ainsi dès 1964, a démarré un processus d'aménagement par les endiguements qui a été parachevé par la mise en service des Barrages de Diama et Manantali. Le plan de développement de la rive gauche (PDRG) a retenu deux axes de développement majeurs dans la vallée:

- Mobilisation des ressources en eau pour la culture irriguée (la riziculture), afin de parvenir à l'autosuffisance alimentaire;
- Production hydroélectrique et la navigation en vue de la rentabilisation des ouvrages. Dans les années 70, la dégradation croissante et généralisée des écosystèmes naturels a conduit le Sénégal à étendre son réseau d'aires protégées aux écosystèmes deltaïques afin d'en préserver quelques échantillons représentatifs. C'est ainsi que fut créé le Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD, 1971, 16.000ha). Ce Parc est inscrit sur la liste du Patrimoine de l'Humanité. C'est un site Ramsar.

## Aménagement hydroagricole du delta

L'objectif était de maîtriser totalement les écoulements pour permettre en toutes saisons l'irrigation nécessaire aux surfaces aménagées pour l'agriculture. Cet aménagement, commencé dès le début du dix-neuvième siècle, fut repris au début du vingtième siècle à Richard-Toll par des barrages au niveau de la Taoué, rivière reliant le fleuve au lac de Guiers. Les conséquences de ces premiers travaux sur le fonctionnement du delta restèrent très limitées.

Dans les années 1950 et au début des années 1960, l'option production de riz était prise. Le premier casier rizicole de Richard Toll, créé en 1946 sur 120ha, fut étendu à 6.000ha en 1953. Les travaux d'endiguements de Richard Toll à Saint-Louis commencèrent alors. Depuis 1965, il n'y a plus d'inondation non contrôlée sur une grande partie de la rive gauche du fleuve, ce qui bouleverse les paysages et les équilibres écologiques. En particulier, la cuvette du Ndiael est mise hors d'atteinte des crues. La création du Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD, 16.000ha) en 1971 a été une mesure compensatoire à la perte de biodiversité.

L'aménagement du bas delta dans les années 1970-1980 visait à organiser la répartition des cultures et des zones de pâturage, à assurer la maîtrise de l'eau et la circulation des hommes et des produits. Les options d'aménagement intégraient la compartimentation du bas delta pour assurer la pêche, l'élevage et la culture.

La plupart des aménagements ont pour objectif d'affranchir l'économie agricole du Delta de sa dépendance vis-à-vis de la crue et de la pluie que la sécheresse a rendu aléatoire. La digue de Rive Gauche fut construite entre Saint-Louis et Richard-Toll en 1964 le long du fleuve. En amont, la digue empêche l'entrée des eaux de la crue et en aval, elle empêche le vidange des marigots et mares en période d'étiage ainsi que la remontée des eaux salées de la mer.

Les ouvrages de gestion hydraulique sont généralement localisés dans le corps de la digue à l'embouchure des défluent. D'autres sont implantés le long du parcours dans l'axe Gorom-Lampsar. A partir de 1969, on assiste ensuite à des constructions d'ouvrages de prise particulière à chaque cuvette et de stations de pompage.

La création de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal dans les années 1970 a entraîné la construction d'un barrage, pour éviter la remontée de la langue salée (eau de l'océan remontant dans le fleuve en dehors de la période de crue) et disposer d'eau pour l'irrigation d'un second cycle de culture en saison sèche. Ce barrage fut situé à Diama. Le barrage complémentaire de Manantali (Mali), écrêteur de crue, fut mis en service l'année suivante: le barrage de Diama put dès lors assurer sa fonction de régulateur de débit.

L'étape suivante, la construction de la digue côté mauritanien, fut bien avancée fin 1992, permettant l'élévation de la côte au niveau du barrage. Ceci entraîna l'inondation des zones situées entre le lit du fleuve et la digue, ainsi que l'assèchement des vastes surfaces au nord de cette dernière, notamment au niveau du Parc National du Diawling créé en 1991 sur une superficie de 16.000ha. L'aménagement des digues fut achevé en 1994, avec leur élévation sur la rive gauche.

Cette politique d'aménagement a pu relancer très fortement la production agricole dans la vallée. En effet depuis la mise en place des barrages les agriculteurs de la vallée réalisent deux cultures dans l'année, dans cette zone à la porte du désert, où la pluviométrie atteint très difficilement 300mm par an.

### Conservation de la biodiversité

L'écosystème de plaine d'inondation a disparu des deux côtés du fleuve pour laisser la place à des unités où l'arrivée d'eau peut être entièrement régulée. Théoriquement, les Parcs Nationaux du Djoudj et du Diawling permettent le maintien ou la restauration d'écosystèmes deltaïques, grâce à l'imitation, par un système de vannes, des crues fluviales naturelles. Le PNOD fonctionne ainsi depuis sa création en 1971. Cependant, l'eau qui y entre n'est plus salée depuis que le barrage de Diama arrête la remontée d'eau de mer. Ces changements de mode d'inondation font l'objet de recherche pour adapter le système de gestion du parc à cette nouvelle situation.

En permettant une disponibilité en eau beaucoup plus importante et une baisse de salinité, le nouveau régime hydrique a par ailleurs des répercussions importantes sur la végétation. En l'espace de trois ans (1992-1995), des milliers d'hectares ont été colonisés par les Typhas (*Typha australis*), ce qui diminue partout les surfaces d'eau libre. Le Chou du Nil (*Pistia stratiotes*), autre espèce envahissante, s'est développé grâce à la désalinisation des plans d'eau. Signalée dès 1981, cette espèce ne couvrait que quelques dizaines de m<sup>2</sup>. A partir de 1988-1989 elle colonisait tous les canaux de ce site, rendant la plupart d'entre eux impraticables en pirogue. Le maintien d'un niveau bas, au cours des phases d'inondation de 1994-1995 puis 1995-1996, a limité la prolifération de cette espèce, sans pour autant la faire disparaître.

En dehors des parcs nationaux, les principales zones humides où l'on trouve une certaine richesse en biodiversité sont:

- les lagunes situées au sud de Saint-Louis, qui incluent la station d'épuration de cette ville et la Réserve spéciale de faune de Guembeul;
- les Trois-Marigots, vallées fossiles souvent asséchées dans les années 1970 mais progressivement remises en eau depuis 1990. La végétalisation y est très rapide;
- le Ndiael: cette ancienne cuvette d'inondation classée *site Ramsar* a été transformée en désert par l'endiguement. À l'extrême nord, le rejet d'eau de rizières crée un petit plan d'eau eutrophe, tandis

qu'au sud un canal allant des Trois-Marigots vers le Ndiael permet certaines années l'inondation de quelques centaines d'hectares;

- différents points de la vallée du Djeuss: les mares près de Ross-Béthio, dont l'inondation a cessé depuis 1989, et des sites d'intérêt cynégétique où l'inondation est contrôlée.

Le lac de Guiers, qui accueillait des Anatidés dans les années 1970, est actuellement maintenu à un niveau d'eau très élevé pour l'alimentation en eau de la ville de Dakar et l'inondation progressive du Ferlo septentrional. Son équivalent mauritanien, le lac R'kiz, a été aménagé pour l'agriculture et n'accueille plus guère d'oiseaux.

Ces sites constituent de grandes zones de relai pour le parc national des oiseaux du Djoudj dans l'accueil des oiseaux migrateurs au niveau du delta du fleuve Sénégal.

## 8.2.2 Restauration du Parc National du Diawling (Mauritanie),

*O. Hamerlynck*

Jusqu'aux années 60, le bas delta du fleuve Sénégal a été une région d'une extraordinaire richesse écologique. Constitué d'une mosaïque de dunes, de plaines d'inondation et de zones estuariennes abritant des mangroves, il était connu pour l'importance de son avifaune et de ses ressources halieutiques. Plusieurs dizaines de milliers de personnes y vivaient de multiples activités. La qualité environnementale s'est, depuis, dégradée, tout d'abord en raison de la réduction des inondations et des précipitations, puis à la suite des grands travaux hydrauliques entrepris sous l'autorité de l'OMVS, l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal, une organisation trilatérale regroupant le Mali, le Sénégal et la Mauritanie.

A partir de 1995 divers travaux ont permis des entrées d'eau dans le delta. Il en a résulté une reprise extraordinairement rapide de la vie et des activités traditionnelles. Le Parc National du Diawling s'est employé à favoriser et harmoniser les diverses activités d'écodeveloppement. C'est une démarche complexe de gestion conjointe qui demande beaucoup d'ouverture, d'écoute et de finesse.

### Restauration de l'environnement grâce à la gestion conjointe

En ce qui concerne le village de Birette, dont les parcours ont presque entièrement disparu dans le réservoir de Diama, les cultures maraîchères se sont imposées comme option de développement. Le pastoralisme, pratiqué dans une zone limitée du delta, était autrefois l'activité principale. Les habitants du village ont fait partie des premiers groupes à se sédentariser. Par la suite, ils se sont engagés dans le commerce au Sénégal. Les femmes se sont organisées en groupes coopératifs, chacune d'entre elles apportant US\$2 à un fonds commun. Le groupe, de même que d'autres groupes similaires ayant exprimé un intérêt pour cette activité dans d'autres villages, a reçu une certaine quantité de grillage, de matériel agricole et de semences en fonction du nombre de membres et de la superficie cultivée par la coopérative. Les besoins de chaque groupe ont été évalués et le soutien qui leur a été accordé a pris différentes formes. Ainsi, on a fourni dans un village du ciment pour construire un puits, les femmes se chargeant de la ferraille et de la main d'œuvre spécialisée.

Pendant les six premiers mois, les divers groupes ont bénéficié des conseils techniques d'un *vulgarisateur agricole*, recruté au sein d'une communauté agricole sédentaire dans le cours moyen du fleuve Sénégal. Les résultats de la première campagne ont été décevants car les nouvelles techniques devaient être adaptées aux sols généralement sablonneux et salés des marges dunaires du réservoir. Toutefois, la zone de Birette a exporté d'importantes quantités de légumes à Nouakchott dès la deuxième saison, alors que les femmes étaient livrées à elles-mêmes.

L'aspect collectif a rapidement disparu, certaines femmes ayant entrepris pour leur propre compte de nouvelles cultures en employant parfois de la main d'oeuvre pour arroser les jardins. Ces ouvriers, généralement non originaires du village, recevaient 50% des bénéfices. D'importantes superficies ont également été mises en valeur par des entrepreneurs ayant des liens traditionnels avec la communauté locale et par des membres des différentes administrations gouvernementales présentes dans le delta. La tâche principale du personnel du Parc consistera à veiller à ce que tous, y compris les plus faibles de la communauté, aient accès aux terrains susceptibles d'être cultivés. Dans d'autres villages, notamment sur la

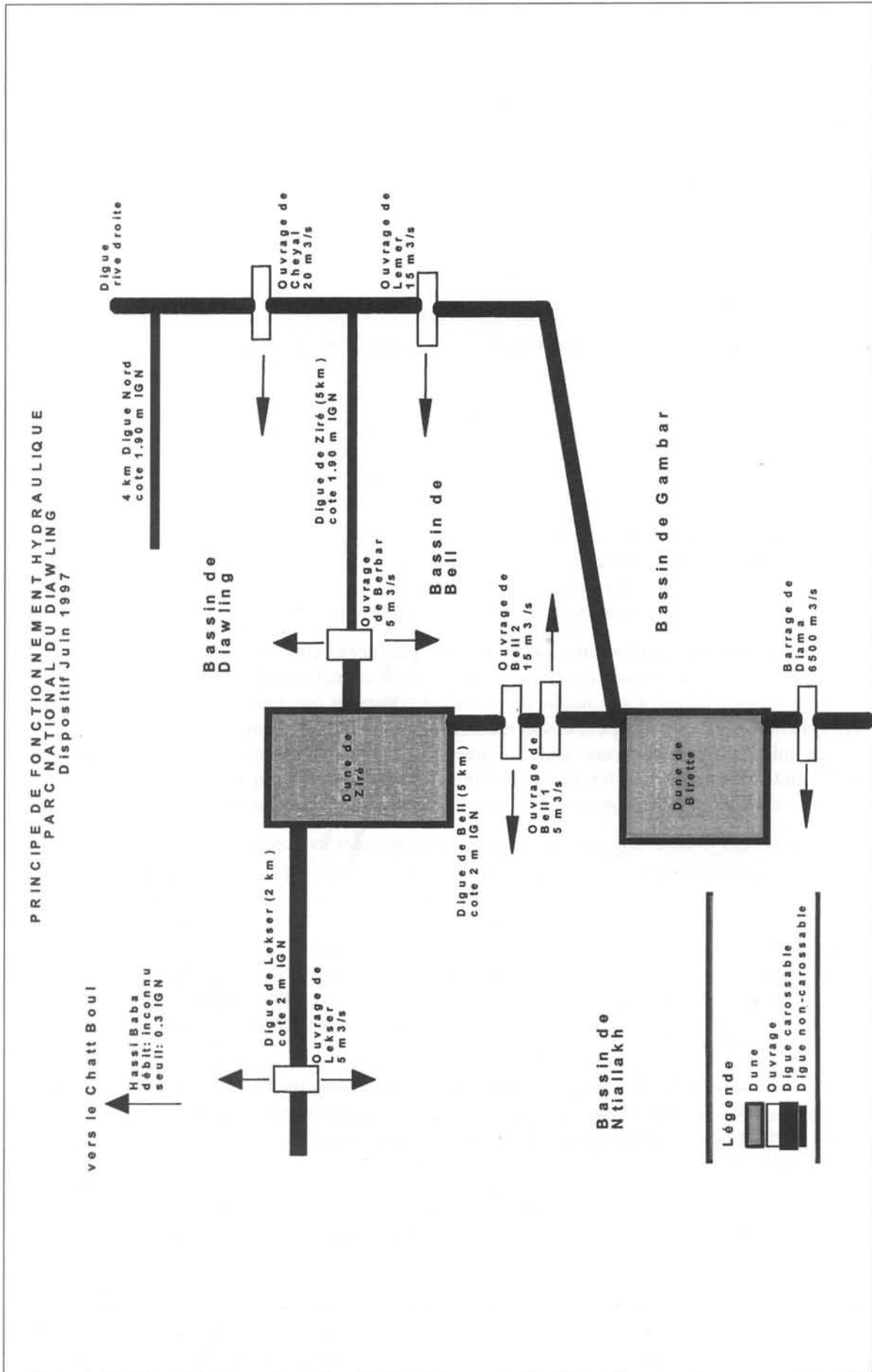


FIG. 8.6 Principe du fonctionnement hydraulique Parc National de Diawling. Source: O. Hamerlynck.

dune côtère, les tentatives de cultures maraîchères n'ont pas eu autant de succès, en raison surtout d'un approvisionnement limité en eau douce.

Les habitants du village de Ziré Takhredient ont essentiellement manifesté un intérêt pour la pêche en eau douce. On admet généralement que cette communauté, issue d'une tribu guerrière ayant ses racines sur l'île de Tidra dans le Parc National du Banc d'Arguin, constitue le premier des groupes encore présents à avoir occupé le delta bas. Ils étaient déjà là avant l'arrivée des Wolofs, venus s'installer peu de temps après l'établissement des premiers comptoirs à St. Louis. Les Takhredients manifestent un certain dédain pour les agriculteurs, qu'ils considèrent pauvres et misérables. Pour citer l'un d'eux, *tant qu'il restera au moins un poisson dans l'eau, nous ne travaillerons pas la terre.*

Traditionnellement, chaque pêcheur *est propriétaire* d'une ou de plusieurs parties le long des principaux chenaux du bassin de Bell. En l'absence du propriétaire, d'autres pêcheurs peuvent exploiter ces zones mais ils doivent donner une part des prises à la famille du propriétaire. Normalement, les Takhredients ne pêchent pas pendant les migrations vers les frayères mais il arrive que, dans des circonstances exceptionnelles, comme en cas de famine ou de récent veuvage, ils prennent quelques bancs de poissons n'étant pas encore arrivés à maturité sexuelle. Malgré toutes ces mesures propres à assurer la durabilité, le manque d'eau dans leur zones traditionnelles a presque mis un terme à la pêche. Les hommes ont émigré à Nouakchott et les femmes elles-mêmes ont dû quitter la zone pendant plusieurs semaines pour travailler dans les rizières à proximité de Rosso. Le Parc a contribué à résoudre en partie cette crise en employant principalement des ouvriers Takhredients sur le chantier de construction sans bois du siège.

Les rapports avec la communauté Takhredient ont été extrêmement intenses et productifs mais également très conflictuels. Les Takhredients ont toujours affirmé que nos propositions de restauration étaient intéressantes sans toutefois nous faire confiance *nous sommes d'accord mais méfiants*. Nous avons donc accepté qu'ils soient informés et consultés sur toute activité que le Parc pourrait mener dans leur zone.

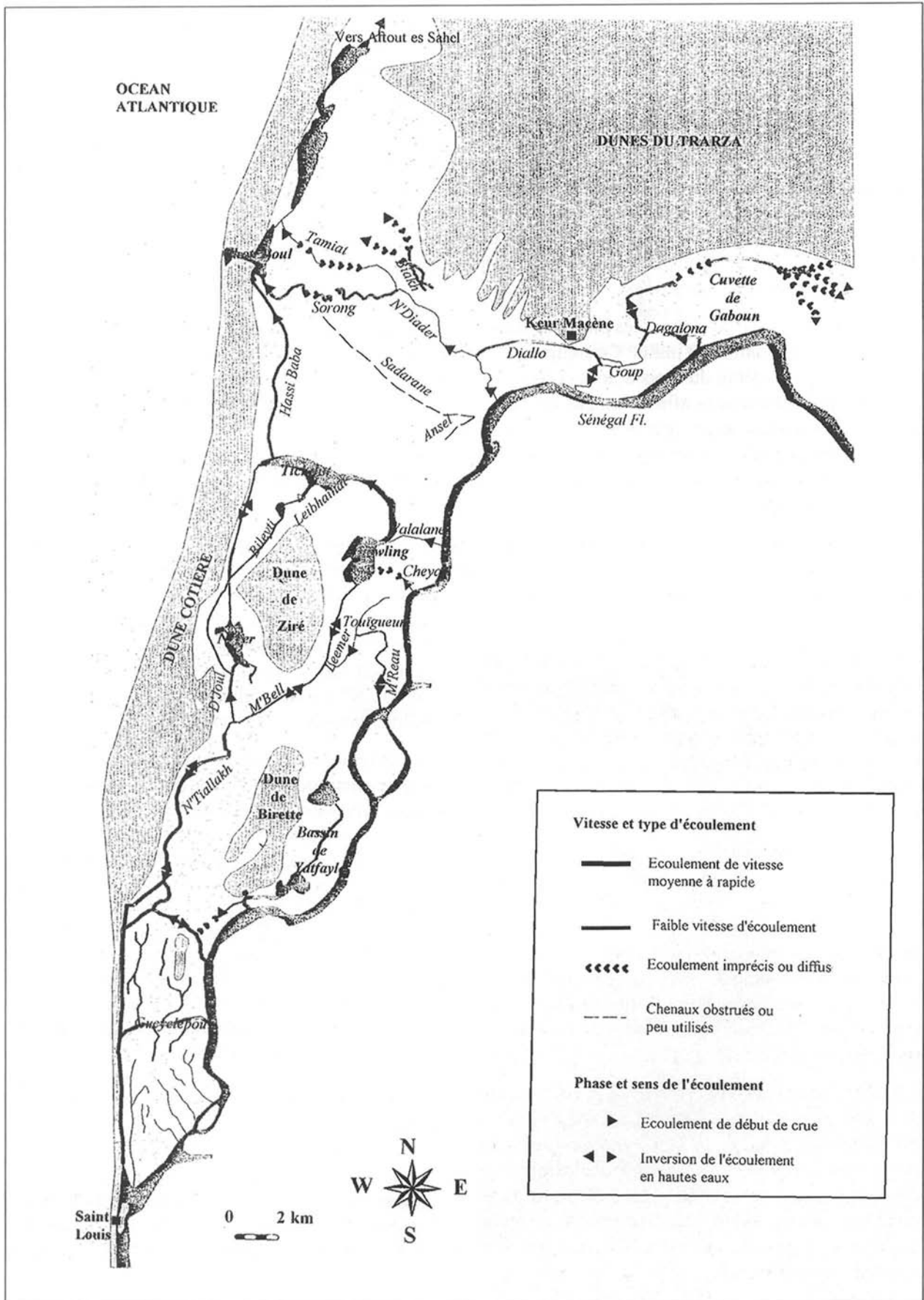
Le système n'a cependant pas toujours fonctionné correctement. Ainsi, le consultant qui a installé les échelles limnimétriques pour mesurer les niveaux d'eau dans le chenal le plus proche du village avait omis de les prévenir. Chaque matin, à son retour sur le site, il constatait que tous ses repères topographiques avaient été systématiquement enlevés et devait recommencer son travail. Quand il a enfin réussi à prendre ses repères et finir l'installation en une seule journée, les échelles ont encore été enlevées deux fois. Le problème a rapidement été résolu lorsque le personnel du Parc a reconnu son erreur et expliqué aux villageois que le consultant n'était pas au courant de l'accord qui avait été passé avec eux.

Comme les pêcheurs avaient une connaissance très détaillée des caractéristiques hydrologiques et des schémas de migration et de reproduction des poissons prévalant avant les barrages la collaboration technique s'est avérée très productive. Une vanne a ainsi été ajoutée au plan original afin de permettre aux poissons d'atteindre et de quitter les frayères dans le bassin de Diawling-Tichilitt. Conformément à leur approche très particulière des choses, les Takhredients nous avaient dit que si nous ne construisions pas cette vanne, ils détruiraient tout simplement la digue. Les dépenses supplémentaires qu'il a fallu engager pour construire cette vanne, ainsi qu'une autre indispensable aux migrations des crevettes d'après les pêcheurs en eau saumâtre de Zire Sbeikha, explique que le projet n'a pas pu terminer la digue qui aurait dû délimiter le bord septentrional du Parc (Fig. 8.7).

Un des points de désaccord avec la communauté Takhredient concernait l'impossibilité d'utiliser avec des véhicules la digue de 5km de long reliant le village à la route principale. Pendant les périodes d'inondation, le village est facilement accessible depuis la route principale par la digue de Bell, et une piste passant par le bassin du Diawling peut être utilisée en saison sèche. Pour l'administration du Parc, la création d'une route passant par le milieu du Parc aurait des conséquences négatives sur l'environnement et compliquerait les activités de surveillance; en outre, le surcoût de la construction d'une digue de 4m de large au sommet au lieu de 1m serait énorme. Enfin, les coûts d'entretien seraient prohibitifs pour un village de quelque 200 personnes.

Malgré tous ces arguments, la question a évolué en un conflit majeur lorsque un membre du personnel du Parc ayant des ambitions politiques (il a été renvoyé depuis) a assuré aux villageois qu'une route serait construite sur la digue. Les villageois ont arraché la clôture, pourtant posée avec leur aide, entourant une





**FIG. 8.7** Schéma de circulation des eaux de crue - années soixante. Sources: MDRE, DPN, Plan d'aménagement du parc du Diawling, 1988, 1/50000; GERSAR, 1987, Schéma directeur d'aménagement du delta mauritanien.

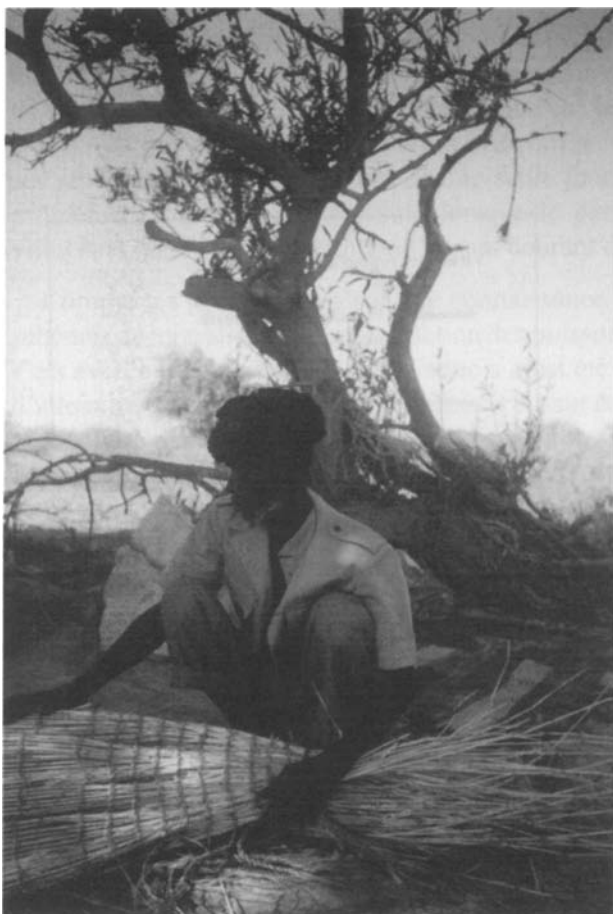
parcelle de 4ha au nord du village, parcelle destinée à des expérimentations de fixation des dunes et de restauration des pâturages, et s'en sont servi pour interdire l'accès à la vanne de la digue pendant la saison d'inondation. Des panneaux menaçant quiconque tenterait d'ouvrir la vanne ont été placés tout le long de la clôture. Il a fallu plus d'un mois d'excuses, le renvoi de la personne à l'origine du conflit et de nombreuses réunions avec des notables et des administrateurs de haut niveau pour dissiper le malentendu.

L'achèvement des infrastructures hydrauliques en 1996 a permis de contrôler totalement le niveau d'eau dans le bassin de Bell. Les pêcheurs ont alors proposé une inondation précoce, sachant que les *Tilapia* étaient prêts à frayer dès le mois de juillet. Mais les femmes ont insisté sur le fait que les *Sporobolus* et d'autres graminées avaient besoin de pluie avant l'inondation pour garantir une production optimale. Il aurait ainsi fallu retarder l'inondation jusque vers le 1<sup>er</sup> ou même le 15 août, ce qui aurait considérablement raccourci la période de croissance des poissons.

Il a donc été décidé de simuler les pluies en laissant une mince couche d'eau recouvrir les zones cruciales de la plaine d'inondation en juillet. Ce compromis, inondation précoce à 1m IGN avec un arrêt de la montée des eaux jusqu'au début du mois d'août et élévation ensuite à 1,1m (l'objectif de 1,4m IGN ne sera atteint que dans quelques années afin de ne pas menacer les nouvelles digues qui ne sont pas encore protégées contre l'action des vagues par une couverture végétale) a été testé en 1996 et les résultats ont été extrêmement positifs puisque les femmes ont pu récolter des tiges de graminées de plus de 2,5m. En cas d'échec, l'administration du Parc aurait proposé un régime d'inondation alterné, favorisant la croissance des *Sporobolus* une année et celle des poissons l'année suivante.

Les pêcheurs ont été dotés d'un fonds pour l'acquisition de matériel de pêche et ils ont pu commercialiser au moins 15 tonnes de poisson au prix de US\$ 1 par kg. Ils ont rapidement abandonné leurs zones de pêche individuelle traditionnelles pour axer leurs efforts au niveau des infrastructures hydrauliques du Parc où les

poissons ont tendance à se concentrer. En 1997, les prises ont été encore supérieures, atteignant 400kg par jour, du fait de l'importance des niveaux d'eau (1,25m IGN) et des échanges avec le bassin du Diawling, partiellement inondé.



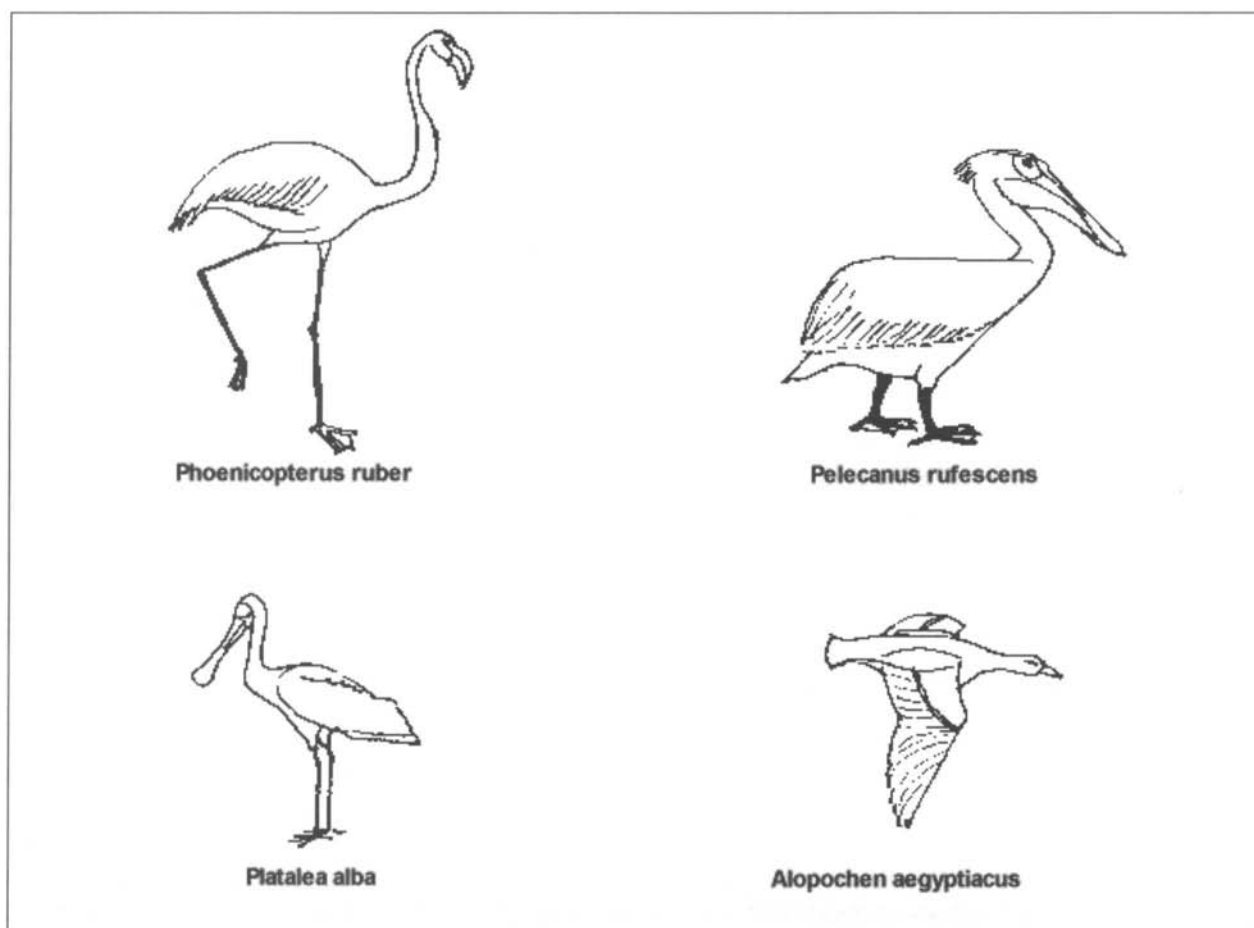
**FIG. 8.8** Nasse traditionnelle en *Sporobolus* pour la pêche aux crevettes - Diawling.

Photo: O. Hamerlynck.

La régénération des *Sporobolus* a permis de lancer un autre projet pilote en faveur de la production artisanale de nattes tissées avec des graminées et du cuir, une spécialité des femmes maures. Comme il y avait eu un manque de matières premières disponibles pendant plus de dix ans, de nombreuses compétences avaient disparu. Seules les nattes les plus élémentaires (vendues US\$50 pièce pour deux semaines de travail à cinq femmes) étaient encore fabriquées.

Une consultante locale a rendu visite à tous les groupes de femmes intéressés, copié les motifs d'anciennes nattes dans des collections privées de Nouakchott et amélioré les modèles et les techniques d'exécution (sélection des tiges, tannage du cuir, utilisation de bandes de cuir plus fines, création de nattes de petite taille plus faciles à transporter pour les touristes), ce qui a permis d'accroître la valeur ajoutée du produit. Elle a également beaucoup amélioré la sensibilisation aux objectifs du Parc et aux concepts d'hygiène et de soins aux enfants.

Le retour de la productivité a évidemment été une aubaine pour les espèces sauvages. Lors du dénombrement des oiseaux d'eau d'Afrique de janvier



**FIG. 8.9 Croquis oiseaux.** Source: J. de Boissezon.

1993, le Parc, n'abritait que 2.000 oiseaux et quelques vaches; en 1994, seuls 2 oiseaux y ont été repérés, mais en 1995 il y en avait de nouveau presque 50.000, des évolutions semblables étant notées dans le reste du bas delta mauritanien. Les recensements suivants témoignent d'une relation très nette avec les niveaux d'eau maximums atteints lors de l'inondation.

Le Parc abrite maintenant régulièrement des effectifs significatifs au plan international de pélicans (*Pelecanus onocrotalus*), cormorans (*Phalacrocorax lucidus*), cigognes noires (*Ciconia nigra*), spatules (*Platalea leucoradia*), flamants roses (*Phoenicopterus ruber*), flamants nains (*Phoeniconaias minor*), canards souchets (*Anas clypeata*), canards piletts (*Anas acuta*), sarcelles d'été (*Anas querquedula*) et avocettes (*Recurvirostra avosetta*), et il est devenu le deuxième site Ramsar de la Mauritanie. L'anhinga (*Anhinga rufa*), le cormoran, plusieurs d'espèces de hérons et d'aigrettes, la spatule d'Afrique (*Platalea alba*), l'oie d'Egypte (*Alopochen aegyptiacus*), la sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*) et la grue couronnée (*Pavonina balearica*) nichent de nouveau régulièrement dans le bas delta. D'autres espèces sauvages ont également bénéficié des efforts de restauration.

### Perspectives d'avenir

Le projet a, d'une certaine manière, eu l'avantage de trouver en 1994 un écosystème presque totalement détruit, avec une très faible pression d'exploitation. La restauration progressive du cycle hydrologique entre 1994 et 1996 a donc aussitôt été perçue de façon positive par la population locale et le rétablissement spectaculaire des pêcheries, des pâturages et des *Sporobolus* a entraîné une forte augmentation des revenus locaux. La nouvelle s'est alors répandue et le bas delta a commencé à attirer l'attention.

C'est ainsi qu'un conflit potentiel est apparu au début de l'année 1997 lorsque des femmes venaient de villages parfois distants de 50km pour cueillir des *Sporobolus*. Le personnel du Parc a été alerté par la

population locale, certaines de ces femmes utilisant une technique pouvant compromettre la régénération des plantes. Une campagne d'information a été mise en place en collaboration avec les femmes locales pour présenter la technique adéquate et le conflit a été résolu. Il est cependant probable qu'un système de gestion n'autorisant chaque année l'exploitation que de 50% des prairies à *Sporobolus* devra être imposé dans un proche avenir. Cette idée a déjà été soumise à la population locale et est à l'étude.

De même, compte tenu de la pauvreté des ressources fourragères dans les autres zones pendant la saison sèche de 1997, le bassin de Bell, qui abrite normalement quelques centaines de vaches locales, a été envahi par près de 1.200 bovins venant du nord. Il ne semble pas qu'il y ait eu alors de dégradation nette par surpâturage et les troupeaux sont repartis au nord dès le début des pluies. Cependant, quelque 800 bovins (probablement l'ensemble des vaches taries et des taureaux du groupe présent avant les pluies) sont revenus immédiatement après les pluies et ont brouté les jeunes repousses.

Il est probable que de telles pratiques empêchent les pâturages d'atteindre une biomasse maximale et d'arriver à la floraison. Il semble donc nécessaire d'entreprendre une évaluation de la capacité de charge et d'examiner avec l'ensemble des parties prenantes, locales ou non, qui pourra être autorisé à pâturer dans le bas delta (avec combien d'animaux et quand), faute de quoi la situation pourrait être catastrophique lors d'une année de véritable sécheresse.

L'année 1997 a aussi été marquée par l'apparition d'une forme intensive de pêche aux crevettes. Cette activité était autrefois pratiquée à petite échelle par la population locale, les crevettes étant ensuite séchées et vendues à St. Louis, mais un homme d'affaires a obtenu en 1997 un permis d'exploitation du Ministère des Pêches. Il a ainsi judicieusement mis en place plusieurs dépôts de glace et se rend chaque jour sur les campements de pêche pour charger les prises de la nuit précédente (pouvant atteindre 300kg) et apporter de la glace fraîche. Il paie les pêcheurs environ 25% du prix de détail final de US\$7 par kg. La population locale est partagée en ce qui concerne cette nouvelle situation: d'une part elle assure des revenus intéressants mais de l'autre, elle attire dans la zone un grand nombre de pêcheurs étrangers. Ceux-ci n'utilisent pas les filets traditionnels confectionnés avec des graminées, mais plutôt des filets en nylon à mailles fines et l'échelle de l'exploitation a considérablement augmenté.

Le personnel du Parc cherchera à négocier un accord avec les diverses parties prenantes et le Ministère des Pêches afin de limiter le nombre de licences et d'imposer des restrictions quant à la saison de pêche et à la taille des mailles (qui devrait être de 4cm). Il conviendra aussi de préciser qu'il faut employer de préférence des pêcheurs locaux et qu'aucun des chenaux de marée ne pourra être fermé complètement (notamment au niveau des vannes où ce serait relativement facile), ce qui est indispensable si l'on veut qu'une partie du stock puisse retourner à l'océan pour la production de l'année suivante.

L'essor de la pêche aux crevettes a été mis à profit pour engager des discussions avec les pêcheurs locaux sur les liens entre les mangroves et les crevettes. Pour leur permettre de visualiser ces liens, le réseau radicaire complexe des palétuviers a été comparé à une cage ou à un filet qui met les juvéniles à l'abri des prédateurs. Lors de la première utilisation de cette image, le maire de la commune de Ndiago, qui avait accompagné le personnel du Parc au cours de nombreuses *visites guidées* organisées pour des visiteurs étrangers et avait donc entendu beaucoup d'explications sophistiquées sur l'importance de la mangrove, a dit en regardant les racines que c'était la première fois qu'il comprenait réellement ce que nous avions toujours voulu dire.

La présence d'eau dans les bassins du Parc a également attiré des personnes ayant un esprit d'entreprise avec l'objectif de convertir en cultures maraîchères des centaines d'hectares de forêts d'*Acacia* en régénération sur les bords des dunes, juste à l'ouest des limites du Parc. Pour réduire les coûts de pompage, elles ont tendance à implanter leurs plantations en bandes orientées nord-sud et très peu larges dans le sens est-ouest, interdisant ainsi l'accès à l'eau tant aux animaux domestiques qu'à la faune sauvage. Si cette tendance se poursuit, le Parc National du Diawling pourrait dans un proche avenir être entouré d'une bande de terres agricoles au lieu d'une véritable zone tampon. Il deviendrait alors une oasis, une tâche de verdure abritant de nombreux oiseaux appréciés par les touristes, au milieu d'une zone en friche. Ses relations et sa complémentarité avec les zones sèches voisines en pâtiraient beaucoup.

Le développement des cultures maraîchères peut également déboucher sur des pressions pour modifier le système de gestion de l'eau: le marché des légumes est saisonnier et beaucoup plus intéressant de janvier à mars, époque à laquelle le Parc s'assèche en général progressivement, ses eaux devenant saumâtres. L'apport d'eau douce à cette saison pourrait entraîner une conversion irrémédiable des pâturages variés des bassins en monocultures de massettes comme celle qui s'étend sur le réservoir de Diama. Des exigences similaires, autant d'eau douce que possible pendant une période aussi longue que possible, ont déjà conduit à de graves dégradations et à la perte de plaines d'inondation multi-fonctionnelles dans le haut delta. Mais d'autres possibilités existent pour répondre à une demande accrue de maraîchage irrigué. On peut réaliser progressivement aux environs de Birette de petits périmètres maraîchers irrigués, tranche par tranche sans anticiper sur la demande.

## Conclusions

Toutes ces sources potentielles de conflit et menaces de dégradation environnementale restent étroitement liées aux questions de régime foncier et d'accès aux ressources. Les systèmes traditionnels, prévoyant généralement une forme de propriété collective, n'ont aucun statut juridique. En principe, la législation prévoit que la terre appartient à celui qui l'exploite, mais seules les formes d'exploitation intensives, c'est-à-dire comportant des infrastructures visibles, telles que des remblais, des clôtures ou des bâtiments, donnent droit à un titre de propriété. Il est relativement facile pour un citoyen disposant de quelque influence d'obtenir un permis *temporaire* pour exploiter des zones *enfriche* faisant partie d'un espace traditionnel multi-fonctionnel, le domaine public, et de les convertir à l'agriculture intensive. En outre, la notion selon laquelle la personne ou le groupe qui exploite une parcelle en devient propriétaire a été l'un des principaux facteurs limitant le succès de la politique de reboisement et de mise en défens prônée par le Parc. Beaucoup pensent encore qu'elle fait partie d'une stratégie pour s'approprier plus tard les terres temporairement encloses.

Lorsque c'est la population elle-même qui s'engage progressivement dans des formes d'exploitation plus intensives, comme dans le cas de la pêche aux crevettes, de la récolte de *Sporobolus* ou de gousses d'*Acacia nilotica*, ou encore du développement des cultures maraîchères, les gestionnaires du Parc peuvent toujours s'appuyer sur une certaine connaissance de l'écosystème lors des discussions sur les manières de limiter les impacts potentiellement néfastes de la surexploitation. Une fois les risques expliqués, les auditeurs comprennent très vite et font le lien avec des expériences passées ou de mauvaises saisons, de même qu'entre les différents éléments de l'écosystème. Lorsque le débat est engagé, il est relativement facile de l'alimenter avec des arguments techniques et des explications scientifiques et de préciser ainsi le fonctionnement de l'écosystème tel que la population elle-même le perçoit et les façons d'exploiter et de préserver simultanément sa productivité. Le problème est tout autre avec des investisseurs citoyens motivés par les bénéfices à court terme.

La modernisation du régime foncier a eu des effets bénéfiques en ce sens ce qu'elle a permis à des paysans sans terres d'accéder à la propriété et de mettre en valeur des terrains *inutilisés* (si tant est que cela existe dans le Sahel ouest africain) ou *sous utilisés*. Le développement de l'agriculture irriguée intensive sur de vastes zones a permis d'augmenter la production par hectare cultivé mais il a également entraîné une diminution de la productivité de l'espace multi-fonctionnel environnant. Il est vrai qu'il a d'une certaine manière affranchi le pays des fluctuations climatiques, mais à un coût élevé tant que les prix mondiaux des céréales restent faibles.

Le système traditionnel de *propriété* des terres, dans lequel différents groupes exploitent les mêmes zones à des époques différentes (pêcheurs et pasteurs nomades par exemple) est difficile à transcrire en termes juridiques modernes. Peut-être conviendra-t-il d'adopter des solutions intermédiaires garantissant un *espace vital* minimal basé sur la notion de *terroir* (espace traditionnellement occupé par une communauté, qu'elle soit sédentaire ou nomade). Il est toutefois très difficile de définir le terroir car les (anciens) nomades, qui ont d'habitude plus d'influence que les sédentaires locaux, s'estiment généralement propriétaires de tous les lieux où leurs ancêtres ont planté leur tente. Dans le contexte actuel, seule une aire protégée peut garantir à la population locale qu'elle pourra continuer à jouir de ses droits traditionnels.

Il n'en reste pas moins que les 11.000ha du Parc, après exclusion du réservoir de Diama géré par l'OMVS et devenu une monoculture de massettes sans beaucoup de valeur, paraîtront bientôt insuffisants pour

subvenir aux besoins de toute la population sédentaire locale et de tous les nomades ayant traditionnellement utilisé ces pâturages. Les diverses formes d'exploitation ne pourront certainement pas être durables si des étrangers, des réfugiés incapables de subvenir à leurs besoins dans le reste de la vallée, migrent vers le bas delta. L'intégration du Parc National du Diawling dans une vaste réserve de biosphère couvrant l'ensemble du bas delta et la partie du haut delta peu propice à l'agriculture irriguée pourrait être une bonne stratégie pour éviter que le Parc ne soit envahi par des exploitants externes. Il convient également de noter que diverses initiatives visaient notamment à convertir 8.000ha du Parc à la riziculture irriguée et à construire un barrage sur le Ntiallakh, et ce malgré le soutien local accru pour le Parc. Ces menaces n'ont pu être désamorçées que grâce aux pressions exercées par de puissants partenaires locaux et internationaux, sur la base de solides données de recherche fournies par l'Université de Nouakchott et d'autres institutions partenaires.

Il serait possible d'améliorer grandement la santé humaine et animale ainsi que la productivité des zones noyées dans le réservoir de Diama et de l'estuaire artificiel en modifiant la gestion de l'OMVS du barrage de Diama. L'extension du modèle de gestion intégrée privilégié par le Parc à d'autres zones, faisant actuellement l'objet de l'approche strictement sectorielle (riziculture irriguée) de l'OMVS, pourrait permettre d'éviter davantage de pertes en matière de biodiversité et de productivité. On pourrait également contribuer ainsi à désamorcer certaines sources potentielles de conflits et de troubles sociaux. Le fait que, contrairement aux exploitants agricoles, le Parc National du Diawling n'est pas membre du conseil de gestion de l'eau de l'OMVS, et les difficultés auxquelles il est confronté chaque année pour obtenir suffisamment d'eau au moment opportun, montrent que l'utilisation de l'eau, pour favoriser un développement intégré et la conservation de la nature paraît toujours secondaire.

**Tableau 8.3 Principaux groupes d'intérêt exploitant le bassin de Bell et les environs immédiats du Parc.**

Village	Groupe	Intérêts (par ordre d'importance)	Apports en termes de gestion
Zire Takhredient	Hommes Takhredient	pêche en eau douce	connaissances hydrologiques et ichtyologiques, surveillance continue, suivi des pluviomètres
Zire Takhredient	Femmes Takhredient	récolte de graminées pour les nattes artisanales, de téguments d' <i>Acacia nilotica</i> pour le tannage, de graines de nénuphars; élevage (chèvres); maraîchage	connaissances des exigences écologiques des espèces cibles, surveillance continue
Zire Sbeikha	Hommes Boukhou Boynie	pêche en eau saumâtre et pêche aux crevettes; prélèvement d'œufs et de jeunes oiseaux piscivores; chasse	connaissances hydrologiques et ichtyologiques
Zire Sbeikha	Femmes Boukhou Boynie	récolte de graminées pour les nattes artisanales, de téguments d' <i>Acacia nilotica</i> pour le tannage; élevage (chèvres)	connaissances des exigences écologiques des espèces cibles
Zire Sbeikha	Hommes Tendgha, Trarza, Oulad Bousbaa, Chorfa	Pastoralisme (bovins, chameaux)	connaissances hydrologiques et agrostologiques, surveillance continue, suivi des pluviomètres
Zire Sbeikha	Femmes Tendgha, Trarza, Oulad Bousbaa, Chorfa	Production de nattes de grande qualité; élevage (moutons, chèvres); maraîchage	Logement et alimentation des consultants et écotouristes
Birette	Hommes Tendgha, Djawadj	Transport, commerce (fonction de l'économie générale et du pouvoir d'achat), maraîchage	Transport et commercialisation des produits, gestion des pépinières pour certaines espèces d'arbres
Birette	Femmes Tendgha, Djawadj	Maraîchage, récolte de graminées pour les nattes artisanales, de téguments d' <i>Acacia nilotica</i> pour le tannage; élevage (chèvres)	Gestion des pépinières pour certaines espèces d'arbres
Birette	Hommes Halpularen	Pastoralisme (bovins); élevage (moutons, chèvres)	Connaissances agrostologiques
Birette	Femmes Halpularen	Maraîchage	Gestion des pépinières pour certaines espèces d'arbres

## Recommandations

Parmi les principales caractéristiques de l'approche qui semblent avoir eu des effets bénéfiques, on peut retenir les principes suivants:

- Adopter une attitude ouverte et respectueuse, à l'écoute des connaissances traditionnelles et cherchant à fournir des explications scientifiques de la perception du fonctionnement de l'écosystème qu'ont les différentes parties prenantes, et éviter d'assimiler des assertions parfois étranges à du folklore. Une personne locale sachant observer en saura toujours plus qu'un consultant en visite;
- Accorder au moins autant d'importance aux questions de développement qu'à celles concernant l'environnement;
- Adopter une approche écosystémique large et ne pas considérer l'aire protégée comme une zone distincte pour la majorité des sujets;
- Être parfaitement honnête sur ce que l'on peut atteindre avec la restauration, sur ce qui ne sera pas possible de faire et sur les incertitudes, afin que les différentes parties prenantes sachent à quoi s'attendre. Dans ce domaine, la modestie ne peut que donner lieu à de bonnes surprises;
- Ne faire aucune fausse promesse. Face à une exigence que l'on ne peut satisfaire, il faut savoir répondre que l'on cherchera à intéresser un partenaire à cet aspect particulier (et réellement le faire);
- Prévoir suffisamment de temps pour repérer les principaux protagonistes, gagner la confiance de la population locale, prouver ses affirmations par des mesures sur le terrain et progresser lentement en faisant attention; il n'est pas facile de réparer des erreurs;
- La création d'un nouveau parc national et d'un système de gestion conjointe opérationnel prend au moins une génération;
- Sélectionner tous les collaborateurs qui seront en rapport avec les différentes parties prenantes en fonction de leur capacité de communication; demander l'aide de sociologues;
- Chercher des soutiens au niveau des décideurs et au sein de la communauté scientifique nationale; souligner la nature avant-gardiste de l'approche et le fait que le pays pourra en être fier;
- Maintenir une présence continue sur le terrain pour "sentir" les signaux émis tant par l'écosystème que par la population. Faire preuve d'une grande adaptabilité pour adopter la stratégie qu'imposent ces signaux.

### 8.2.3 Réhabilitation de la plaine d'inondation de Waza-Logone (Cameroun), *R. Braundet, J. Y. Pirot*

Le projet de Waza-Logone est situé dans la Province de l'extrême nord du Cameroun, dans la région sahéenne de l'Afrique Centrale (voir figure 8.10). La zone du projet s'étend sur environ 8.000km<sup>2</sup> de la partie camerounaise de la plaine d'inondation du fleuve Logone, qui inonde chaque année entre septembre et novembre.

La plaine d'inondation du Logone est une zone de très grande valeur sociale et économique, aussi bien au niveau régional qu'international. Récemment encore, elle fournissait les moyens d'existence à 100.000 personnes (soit une densité d'occupation humaine de 12,5 habitants par km<sup>2</sup> ou un habitant pour 8ha), principalement à travers la pêche et l'élevage, grâce à l'inondation annuelle. Les plaines inondées sont très productives car elles favorisent une pêche abondante. Les riches pâturages créés pendant la saison sèche par les eaux d'inondation restantes nourrissent de grands troupeaux de bétail des bergers nomades et transhumants ainsi que ceux des populations sédentaires.

La biodiversité de la plaine d'inondation du Logone a aussi une importance internationale et régionale. En effet, cette plaine d'inondation englobe les 1.700km<sup>2</sup> du Parc National de Waza, désigné comme Réserve de la Biosphère, et les 45km<sup>2</sup> du Parc National de Kalamaloue. Ces deux parcs sont aussi capables de nourrir un grand nombre de mammifères et d'oiseaux qui dépendent de l'inondation annuelle de la plaine d'inondation.

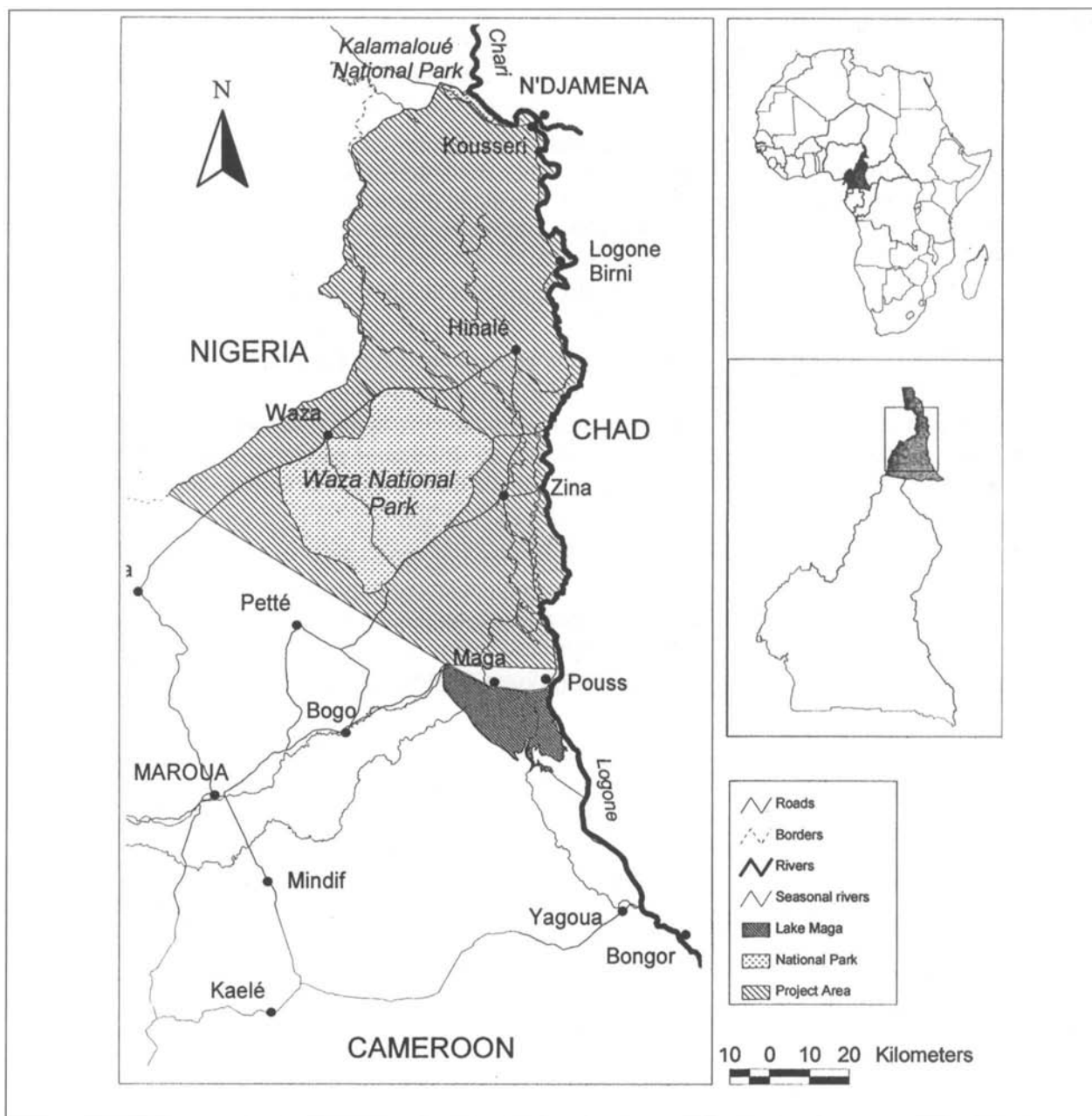


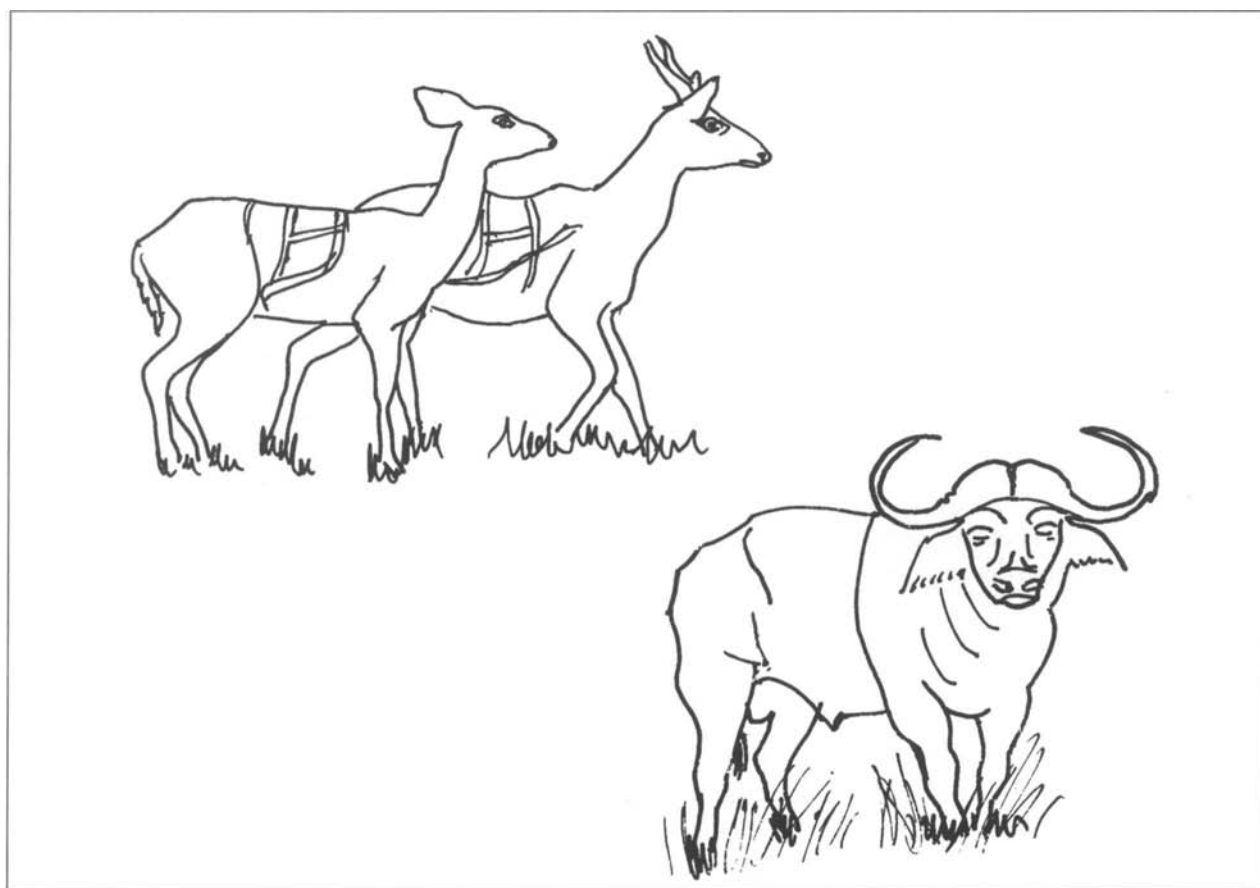
FIG. 8.10 Carte de localisation. *Source:* Project Waza Logone, D. Ngantou.

### Stratégie pour arrêter la dégradation environnementale de la plaine d'inondation du Logone

La région de Waza-Logone souffre cependant d'une crise économique et d'une dégradation de l'environnement depuis plusieurs années. Certains problèmes de la région sont liés aux difficultés économiques générales que connaît la province dans son ensemble, et aux effets de la mauvaise pluviométrie.

La situation a été très gravement exacerbée par la construction en 1979 d'un barrage et de digues pour un programme d'irrigation du riz, qui a empêché l'inondation d'une grande partie de la plaine. La réduction de l'inondation a entraîné un effondrement de l'activité de la pêche, une réduction draconienne de la capacité de pâturage, et une pénurie d'eau de surface en saison sèche. Cela a eu pour conséquences des difficultés économiques, un déplacement massif des populations et du bétail hors de la zone, et une détérioration de la faune et de la biodiversité.





**FIG. 8.11** Croquis de grande faune (buffle, guib harnaché). *Source:* J. de Boissezon.

Avant l'avènement du projet de réhabilitation décrit ci-dessous, l'absence de planification et de politique environnementale dans la zone signifiait que les autorités se préoccupaient peu ou pas de gestion des ressources ou de satisfaction des besoins des utilisateurs de la plaine d'inondation. Bien que les populations locales connaissent les problèmes environnementaux, elles ne pouvaient pas bien s'organiser pour gérer leurs ressources par manque de soutien et d'expertise.

Les problèmes de la région de Waza-Logone ont été reconnus au niveau international suite à une étude menée en 1988 pour définir les problèmes et fixer les objectifs d'un programme de réhabilitation. L'étude a constitué la Phase I du Projet de Waza-Logone. En 1992, le projet a été mis en place au titre de la Phase II, avec les objectifs de poursuivre la gestion intégrée des ressources naturelles de la plaine d'inondation, fournir des moyens d'existence durable aux populations locales et maintenir la biodiversité.

La Phase III, phase actuelle du projet a commencé en mai 1995, et va continuer jusqu'en avril 2000. Elle est administrée par l'UICN - l'Union Mondiale pour la Nature et financée par le gouvernement des Pays-Bas. La Phase III bénéficie aussi d'une subvention du Fonds Mondial pour la Nature (WWF). Elle reçoit un appui technique important du Centre des Sciences Environnementales (CSE) de l'Université de Leiden aux Pays-Bas, de l'Organisation Néerlandaise du Développement (SNV) et du Gouvernement Camerounais.

Le principal but du projet est de réaliser un renforcement à long terme de la diversité biologique de la région de Waza-Logone et une amélioration durable de la qualité de vie de sa population. Les objectifs actuels du projet sont:

- Restaurer les ressources nationales (poisson, pâturages, terres, eau) à travers la réhabilitation hydrologique et écologique de la plaine d'inondation sur près de 3.000 à 5.000km<sup>2</sup>;
- Sauvegarder les parcs nationaux de Waza et de Kalamaloue comme centres importants de biodiversité;

- Développer et maintenir des systèmes de gestion des ressources qui entretiennent la biodiversité de chacune des sous-zones et des zones tampons de la région (plaine d'inondation, parcs nationaux et zones sèches boisées entourant le Parc National de Waza), tout en garantissant le développement socio-économique des résidents et des populations migrantes qui dépendent de la région;
- Assurer la capacité du gouvernement et des populations locales à maintenir une gestion durable des ressources et un développement à long terme;
- Elaborer une stratégie d'écodéveloppement au niveau communautaire qui favorisent simultanément le développement durable de la population, l'utilisation durable des ressources naturelles et la préservation de l'environnement.

## **Approche du Projet**

Un certain nombre d'éléments clés figurent dans la stratégie utilisée pour atteindre les objectifs:

- *L'Approche Processus* est utilisée pour assurer la pleine participation des populations de la plaine d'inondation et leur permettre de déterminer leurs propres axes de développement. Cela nécessite l'implication des groupes concernés dans toutes les instances de prise de décision; leur participation aussi bien au financement qu'à la fourniture d'une main-d'œuvre non rémunérée; l'évolution des objectifs à chaque étape du processus, sur la base des résultats obtenus à l'étape antérieure, et appui pour un transfert progressif de l'exécution du programme aux organisations locales;
- Mise en œuvre de programmes de formation du personnel, des services techniques du gouvernement et des communautés vivant dans la plaine d'inondation;
- Accent particulier sur la participation des groupes concernés (femmes et éleveurs nomades) aux activités et aux organisations de la plaine d'inondation;
- Mise en place de structures institutionnelles à tous les niveaux (population, chefs traditionnels, administration) pour l'exécution des plans de gestion des ressources de la plaine d'inondation et des parcs nationaux, définis par le projet.

## **Mise en pratique de la stratégie**

Les activités du projet ont commencé à la Phase II quand des programmes ont été mis en place dans les domaines de l'écologie, de la socio-économie, de l'éco-développement et de l'hydrologie. Ces programmes ont réuni les données de base, mené un suivi des processus physiques et socio-économiques, renforcé le développement institutionnel et le rôle des femmes, entrepris des formations pratiques et dispensé des cours de formation, créé un certain nombre de projets d'écodéveloppement.

*Les études hydrologiques* ont abouti à des propositions préliminaires sur la réhabilitation de la plaine d'inondation à travers un grand programme de réinondation, par l'épandage des eaux du fleuve Logone et du Lac Maga, site du programme rizicole. Deux épandages pilotes des eaux d'inondation du fleuve Logone ont été effectués en ouvrant et en modifiant les canaux fermés par les travaux du projet rizicole. L'objectif de ces épandages était de fournir des avantages économiques et écologiques en attendant la grande réinondation; renforcer la crédibilité du plan de restauration auprès de la population locale et fournir des données hydrologiques, hydrauliques, écologiques et socio-économiques. De 1994 à 1996, une ouverture du Petit Goroma a permis l'épandage de 20 à 30m<sup>3</sup>/s, qui ont atteint la plaine d'inondation; en 1997, l'épandage pilote fut étendu grâce à l'ouverture d'un second canal sur l'Areitekele (jusqu'à 10m<sup>3</sup>/s).

Des progrès importants ont été enregistrés à plusieurs niveaux pendant la Phase III. Les propositions et le programme actuels de grande réinondation de la plaine d'inondation ont été élaborés et soumis à la Commission Européenne pour financement. Les activités comprennent la modélisation hydrodynamique de la plaine d'inondation, la cartographie, l'évaluation économique, la conception et l'évaluation des coûts du projet, l'analyse du rapport coût efficacité, le suivi, la recherche et la formation.

*Un Plan de Gestion du Parc National de Waza* a été élaboré pour sauvegarder l'avenir lointain du parc et des zones avoisinantes à travers la coopération entre les autorités des parcs, les populations locales et le gouvernement, sur la base d'une approche de gestion conjointe entre l'administration des parcs et la population.

Des propositions ont été également faites pour la gestion des ressources dans la plaine d'inondation à travers un système de *comités de gestion*, qui assureront la participation locale, la planification à long terme et la durabilité. La participation et la sensibilisation communautaires sont davantage encouragées à travers l'extension du *programme genre* du projet, et le lancement du *programme d'éducation environnementale* qui comportera un bulletin trimestriel.

Des *activités d'écodéveloppement* sont orientées vers le développement de programmes de gestion des ressources dans les domaines d'élevage, de foresterie, des pêches et la mise en œuvre de projets de développement communautaires. Afin d'atténuer certaines conséquences négatives de l'inondation annuelle, un programme a commencé à fournir une éducation sanitaire et à l'hygiène, des systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement.

Le Projet est conscient de *l'importance de la coopération avec le gouvernement* et d'autres organisations qui jouent un rôle important dans la gestion des ressources sur la plaine d'inondation. Il travaille en étroite collaboration avec les institutions gouvernementales, en particulier dans l'élaboration du plan de gestion du Parc National de Waza. Un accord a été signé entre l'exploitant du programme rizicole, la SEMRY et le Projet pour mettre en place un *Comité de Gestion de l'Eau* pour la gestion des eaux du lac Maga et des zones en aval. Le Projet entretient des relations étroites avec la *Commission du Bassin du Lac Tchad*. La coopération technique comprend le développement d'un modèle hydrodynamique de la plaine conçu à l'origine pour la Commission, et un échange d'informations et de données hydrologiques. La réhabilitation de la plaine du Logone est incluse dans le Plan Directeur actuel de la Commission.

## Suivi et évaluation

Le suivi est actuellement concentré sur les changements écologiques, hydrologiques et socio-économiques résultant des deux premiers épandages pilotes.

Une appréciation préliminaire de l'impact environnemental des propositions de réinondation a été entreprise en 1995 dans le cadre de la Phase II. Des recommandations avaient été faites de réexaminer certains aspects des propositions, mais généralement, les conclusions sur les impacts attendus étaient favorables.

L'évaluation interne consiste en un atelier annuel sur la planification du programme, alors que les évaluations externes ont eu lieu tous les trois années, en 1994 et encore en 1997.

## Résultats obtenus à ce jour

La récente évaluation externe a fait les observations suivantes sur les résultats obtenus jusqu'ici par le Projet:

- Le Projet a été couronné de succès en termes d'amélioration des conditions de vie des populations de la plaine d'inondation. Cela a été réalisé en partie à travers le choix des activités d'écodéveloppement, qui comprenaient la mise en place de programmes de gestion des ressources dans les domaines de l'élevage et de la foresterie, la mise en œuvre du programme de culture du riz, deux centres villageois de tourisme et le creusage de puits pour l'eau potable et pour un meilleur assainissement. L'autre facteur important a été la réinondation d'environ 300km<sup>2</sup> de la plaine d'inondation suite à une série d'épandages pilotes annuels des eaux. Cela a considérablement augmenté la production de poisson et la disponibilité de pâturages en saison sèche;
- Une base de données fiable a été créée sur les informations écologiques, hydrologiques et socio-économiques de la plaine d'inondation, y compris les effets de la réinondation. L'utilisation de la Méthode Accélérée de Recherche Participative a permis une bonne compréhension des relations entre les différents utilisateurs des ressources de la plaine d'inondation;
- Un début prometteur a été fait avec la mise en place des structures proposées de gestion de la plaine d'inondation et des comités permanents, et la mise en œuvre du plan de gestion du Parc National de Waza (y compris la création de comités de concertation et de gestion) a commencé;
- Le Projet a maintenu de bonnes relations et une bonne collaboration avec un vaste ensemble d'agences gouvernementales du Cameroun et d'Europe, et le Programme rizicole SEMRY ainsi que

la commission du Bassin du Lac Tchad. En conséquence, malgré la lenteur des progrès dans l'acquisition des financements pour le principal programme de réinondation, la Commission Européenne a maintenant confirmé le financement de la modélisation hydraulique.

### **Contraintes dans l'atteinte des objectifs**

La dernière mission d'évaluation a noté un certain nombre de problèmes auxquels le Projet est confronté aujourd'hui ou qui pourraient se poser à l'avenir. Les plus importants parmi ceux-ci sont les suivants:

- Les conditions écologiques et sociales dans les zones nouvellement inondées continuent de changer, empêchant ainsi de prendre des décisions finales et efficaces sur l'accès aux ressources et leur utilisation. La végétation peut prendre cinq années ou plus pour se stabiliser, et les changements dans les populations animales encore davantage. En outre, l'amélioration des opportunités de pêche et d'élevage a entraîné des mouvements démographiques permanents, en particulier d'immigration, qui sont difficiles à estimer;
- Le manque de politique de planification et de législation relatives à la protection et à l'utilisation durables des ressources des zones humides, le manque d'expérience des services étatiques en matière de gestion participative, et l'insuffisance de motivation et de volonté d'agir au nom de l'administration, nécessitent beaucoup d'efforts pour être surmontés à travers le dialogue, le renforcement des capacités, la formation et la législation;
- L'analphabétisme répandu, le manque de tradition d'organisation et de représentation des femmes dans la gestion des ressources, et les droits fonciers mal définis ont engendré des difficultés de communication et de compréhension des problèmes qui se posent, et qui ne peuvent être résolus qu'au fil des années;
- Le risque permanent de conflits concernant les ressources naturelles entre les autorités des parcs et les populations riveraines, et l'insécurité générale dans la plaine d'inondation.

### **Le projet dans un proche avenir**

La gestion des ressources dans le lac et sur la plaine d'inondation sera davantage renforcée à travers l'élaboration du Plan de Gestion de l'Eau et de la Plaine d'Inondation. Cela impliquera la participation des utilisateurs de la plaine d'inondation, du programme rizicole SEMRY, des services étatiques concernés et du projet.

Afin d'assurer la pérennisation des résultats obtenus jusqu'ici, un certain nombre de propositions préliminaires ont été faites pour la création de structures de gestion à moyen et long terme de la plaine d'inondation. Ces structures sont nécessaires pour la période suivant immédiatement la fin de la Phase III et jusqu'à l'an 2000. Elles comprendront le gouvernement, le plus grand nombre d'utilisateurs de la plaine d'inondation, ainsi que les ONG. Ces structures seront coordonnées par une cellule d'appui fournie par l'UICN ou une autre institution dûment qualifiée. En 1998, une autre analyse du développement institutionnel permettra d'évaluer les options disponibles pour la mise en place de ces structures.

Le projet continuera de suivre étroitement l'impact de la mise en œuvre du plan de gestion du Parc National de Waza afin de s'assurer que ce travail permettra une meilleure gestion et protection du parc et qu'il fournira de grands avantages aux populations riveraines.

Le financement par la Commission Européenne du modèle hydraulique est une étape importante du Programme de Réinondation. Les résultats de la modélisation doivent fournir des informations importantes sur la viabilité et la durabilité du plan de réinondation à grande échelle, et permettre de faire des progrès dans l'acquisition de financements pour d'autres activités (en particulier la conception préliminaire des ouvrages) qui font partie du Programme de Réinondation. Cependant, en raison du temps requis pour concevoir et évaluer les options de réinondation, celle-ci n'aura pas lieu avant l'an 2000-2001, jusqu'à trois ans après la période initialement prévue.

## Principales leçons à retenir

L'adoption d'une approche de gestion basée sur les écosystèmes a permis de faire des progrès importants aussi bien dans la réhabilitation de certaines parties de l'environnement de la plaine d'inondation que dans l'adoption de mécanismes de gestion participatives. L'*Approche Processus* pour assurer la participation des divers groupes et la souplesse dans la conception et la mise en œuvre des activités doivent être considérées comme des outils importants pour traduire le concept de gestion basée sur la réalité des écosystèmes.

La mise en œuvre de stratégies de gestion nécessite le soutien de toutes les parties prenantes, et la meilleure manière de réaliser cela est de fournir des résultats préliminaires qui montrent les avantages potentiels. De même, la mise en place rapide de structures locales et provinciales d'appui doit être considéré comme un élément essentiel de toute stratégie à long terme pour une meilleure gestion. Le développement institutionnel et le renforcement des capacités doivent en conséquence être les éléments prioritaires dans tous les programmes de gestion.

Les considérations liées au *genre*, l'éducation environnementale, les besoins en communication interne et externe doivent être perçues comme des questions transversales et constituent donc une partie essentielle de toutes les composantes du projet.

### 8.2.4 Yatenga: gestion de la cuvette endoréique de Sourindou Mithy (Burkina Faso), I. Ouédraogo

L'endoréisme constitue l'une des principales caractéristiques des régions sahéliennes notamment au Nord du Burkina Faso. Les activités humaines et les systèmes de production s'organisent autour de ces zones en raison de leur haute productivité. La cuvette de Sourindou Mithy est un exemple de ce type de cuvette et la richesse biologique de ce site a été maintenue par une gestion traditionnelle orientée vers le pastoralisme.

#### Contexte

Située à l'extrême Nord de la province du Yatenga, au Burkina Faso, dans le département de Bahn, la cuvette de Sourindou Mithy est encadrée par les parallèles 13°50' et 14° 15' de longitude Nord. Elle est le résultat du blocage d'un cours d'eau temporaire, le Ninibarou. L'inondation qui en résulte de juillet à février en année normale a favorisé la mise en place et le maintien d'un écosystème *humide* et boisé caractérisé par une diversité végétale très grande. A ce milieu est inféodée une avifaune dont 24 espèces d'oiseaux migrateurs ont été recensés en 1990. De la pérennité de ce milieu dépend la subsistance de 4.800 personnes réparties dans neuf campements et deux villages.

#### Situation ancienne

##### **Population et systèmes de production**

La population est majoritairement composée d'éleveurs Peuls Foynankobê, maîtres du foncier et d'agriculteurs Rimaïbê, anciens esclaves des Peuls. Les systèmes de production se caractérisaient jusque en 1984 par:

- Un élevage pastoral, transhumant de zébus laitiers, pratiqué exclusivement par les Peuls. Le cheptel évalué en 1987 était près de 7.500 bovins et 12.000 petits ruminants;
- La culture sur dunes fossiles ou sur placages sableux du petit mil à cycle court, par les Rimaïbê;
- Une économie locale peu monétarisée, basée sur le troc des produits laitiers (lait, beurre, poudre) contre les céréales (mil, maïs, faux fonio).

##### **Gestion traditionnelle des parcours**

La gestion traditionnelle était fondée sur le respect des règles de bonne conduite instituées par la communauté Peul. Ces règles garantissaient l'organisation de l'espace et les limites des zones pastorales ou cultivables. Elles régissaient la transhumance, l'utilisation des pâturages, des points d'eau, l'exploitation des

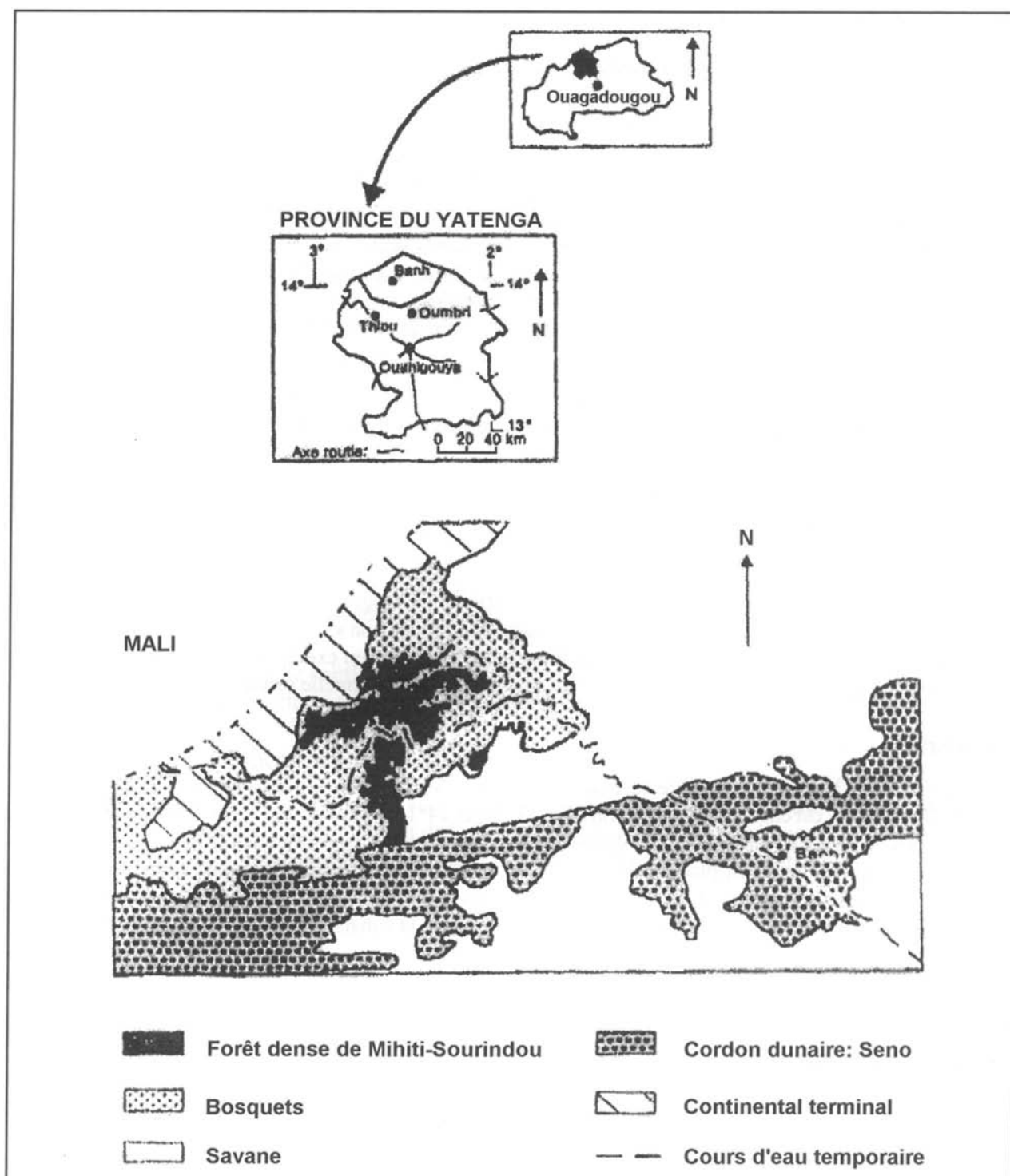
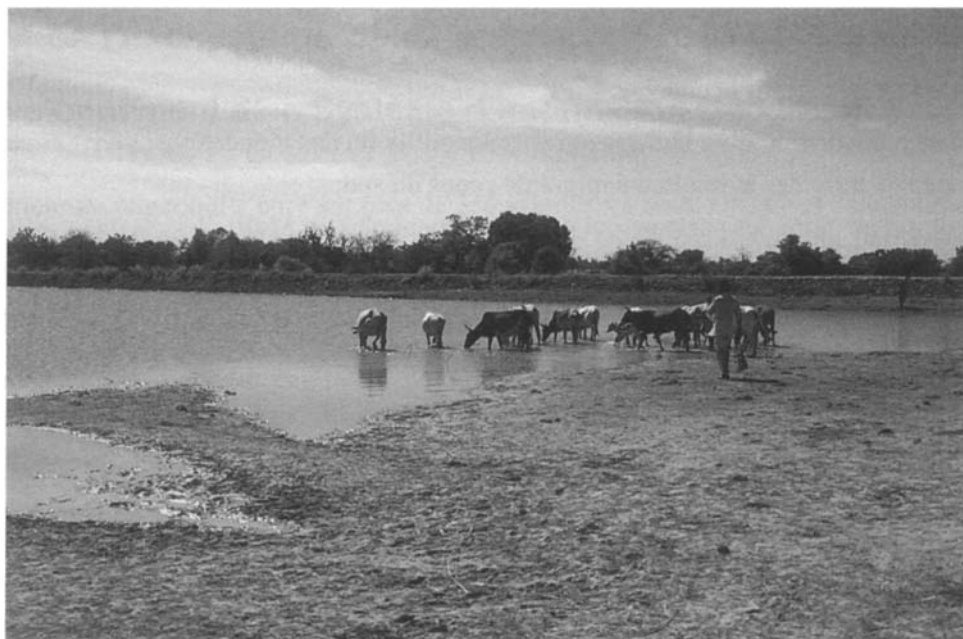


FIG. 8.12 Carte de localisation de la zone. Source: UICN, Zones humides du Burkina.

espèces fourragères ligneuses. L'usage du feu était proscrit, sauf en cas de lutte antiacridienne. Une surveillance continue des parcours était assurée par un berger désigné. Les délinquants se voyaient refoulés et leurs animaux confisqués. Une certaine entraide permettait aux éleveurs les plus démunis de reconstituer leurs troupeaux après une sécheresse.



**FIG. 8.13** Bétail en train de s'abreuver. *Photo: UICN.*

### **Constat actuel**

Depuis la sécheresse de 1984 qui s'est conjuguée avec la révolution au Burkina Faso et avec une forte poussée démographique, on note un dysfonctionnement de tout le système agropastoral. Ce dysfonctionnement est perceptible aussi bien dans les systèmes de production, que dans l'organisation de l'espace et des ressources, ainsi que dans les rapports sociaux (perte d'autorité de la Chefferie).

### **Modification des systèmes de production**

- Monétarisation de l'économie locale;
- Reconstitution importante du cheptel;
- Orientation vers l'élevage viande, des éleveurs Peuls ou Rimaïbê;
- Intérêt pour l'agriculture, marqué par les Peuls, autrefois éleveurs stricts (mais ils ont du mal à assurer leur autosuffisance parce que la femme Peul ne travaille pas la terre);
- Arrivée de cultivateurs migrants venus du sud.

### **Organisation de l'espace**

La mise en culture anarchique de l'espace aboutit rapidement à la fermeture des pistes à bétail. La mise en culture de terres autrefois réservées aux parcours génère de graves conflits entre éleveurs et agriculteurs (tranchés très souvent en faveur des seconds). Pour contrer l'arrivée d'agriculteurs migrants venus du sud et pour marquer leur maîtrise foncière, les éleveurs défrichent et cultivent la frange externe de la zone pastorale au Sud. La dégradation des pâturages a entraîné une augmentation de la charge des pâturages plus riches.

### **Rapports sociaux et perte d'autorité des Peuls**

La révolution au Burkina Faso a entraîné la juxtaposition de deux trames foncières. A la trame traditionnelle détenue par le chef Peul, s'est superposée celle des Comités de Défense de la Révolution (CDR), garantie par le préfet de Bahn, entraînant un recul du pouvoir Peul, par exemple:

- Les techniques d'émondage des ligneux fourragers ne sont plus suivies;
- Les transhumances vers le Seno Mango au Mali ne sont plus pratiquées.

## Menaces pesant sur la cuvette endoréique

Plusieurs menaces pèsent sur la cuvette:

- Projet de construction d'un barrage qui entraînerait la fin des inondations;
- Demande de terre des agriculteurs migrants venus du sud;
- Perte de savoir-faire des pasteurs qui ne transhument plus au Mali.

## Méthodes et résultats

La communauté pastorale appuyée par des compétences extérieures tente de sauver la cuvette de Sourindou Mihity en améliorant le système agro-pastoral.

### Méthodes

Les méthodes employées se fondent sur des études diagnostics de base et sur des *animations agropastorales*. Les études de base consistent en des diagnostics des systèmes de production et de leur dynamique; des enquêtes et suivi d'exploitation agro-pastorale; des études et la cartographie du milieu physique et de la végétation (à partir d'images satellites et de photographies aériennes), des évaluations de possibilité d'amélioration de la productivité des spéculations agro-pastorales.

Les animations agro-pastorales sont des *Réunions Débats*, avec les communautés agricoles et pastorales afin d'une part, de susciter une organisation harmonieuse inspirée de celle qui prévalait antérieurement, afin aussi de proposer des systèmes plus productifs permettant la subsistance de la population plus abondante, afin, enfin, de promouvoir un développement local basé sur l'implication des agro-pasteurs dans la gestion durable des ressources de leur environnement.

### Résultats

Ces méthodes ont permis de capitaliser les acquis suivants:

- Diverses cartes des ressources végétales, du milieu perçu par les agro-pasteurs, du déplacement des troupeaux et de l'évolution du couvert végétal;
- Estimation de la production des différents types de pâturages;
- Caractérisation de la flore;
- Mise en place d'une organisation agro-pastorale reconnue par l'administration;
- Identification d'actions d'aménagement et de gestion des ressources agro-pastorales;
- Mise en place d'un programme de développement.

## Conclusions et recommandations

Malgré les menaces qui pèsent sur le site, la cuvette de Sourindou Mihity peut encore assurer les fonctions agro-pastorales qu'en attendent les populations riveraines et cela en harmonie avec les écosystèmes. Il faut cependant:

- Sécuriser l'espace agro-pastoral et ses ressources par un statut de forêt villageoise et une maîtrise foncière reconnue aux populations riveraines;
- Mettre en place un projet de développement local impliquant toutes les catégories d'utilisateurs et permettant d'augmenter et de sécuriser les revenus des parties prenantes pour compenser l'augmentation de la population;
- Assurer la reprise des transhumances vers le Seno Mango au Mali.

Ce projet devrait être un exemple de réhabilitation pour les zones d'épandage de Thiou et de Sounam dans lesquels la construction de barrages a entraîné le départ des éleveurs.

A ce projet il conviendrait d'adjoindre une recherche globale sur les valeurs socio-économiques et le fonctionnement hydraulique des plaines endoréiques du Sahel.



### 8.3. Suivi de l'écosystème dans le delta intérieur du Niger (Mali)

#### 8.3.1 Développement d'un Système d'Information Géographique,

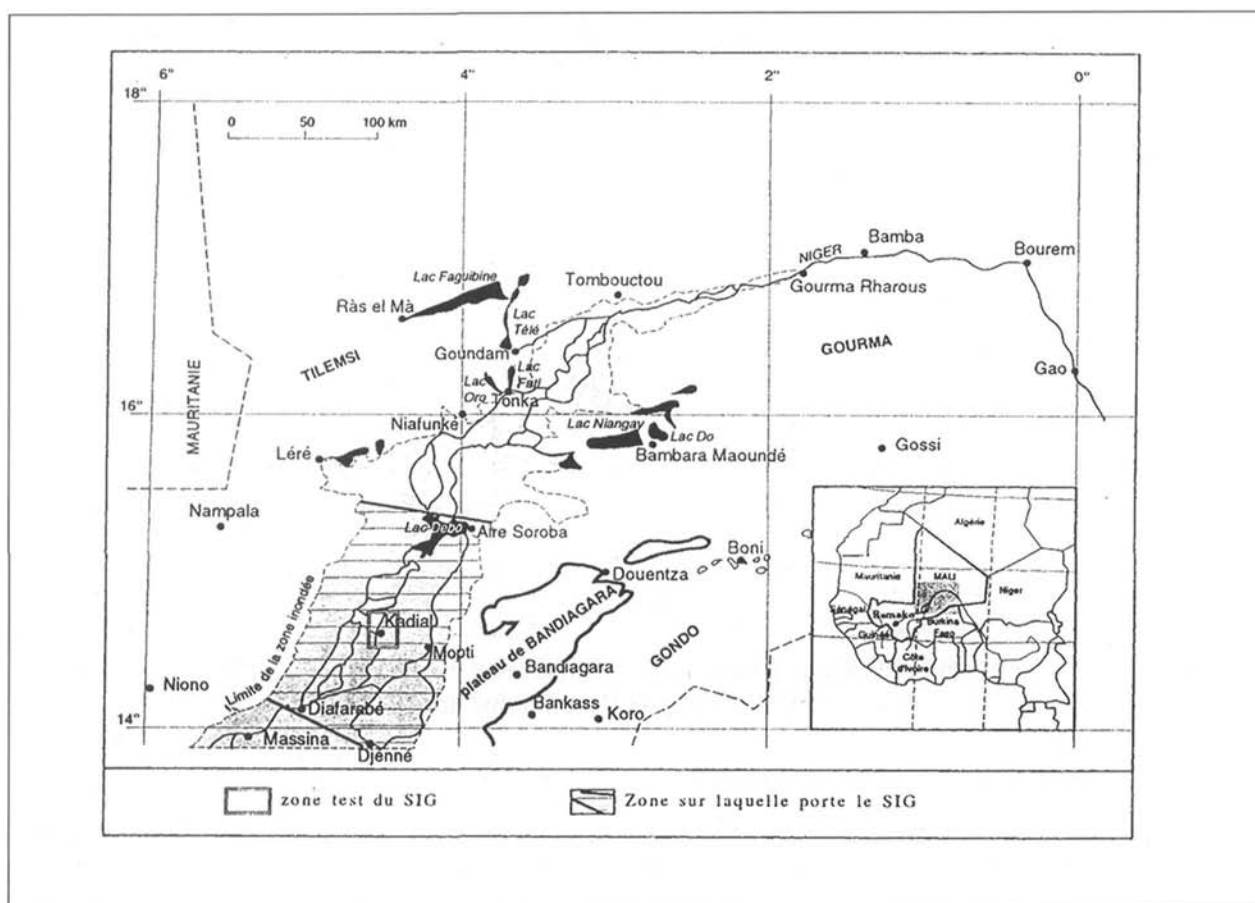
*C. H. Diakité, M. F. Courel et M. Adesir Schilling*

Le delta intérieur du Niger qui s'étire sur plus de 350 kilomètres entre Djenné et Tombouctou couvre une superficie de 30.000 kilomètres carrés. Il est inondé chaque année par la crue du fleuve Niger et de son principal affluent, le Bani. Espace original aux ressources naturelles variées, le delta est l'une des principales zones humides du Sahel Ouest-africain. Ses biotopes variés permettent de pratiquer l'agriculture, plus particulièrement la culture des riz flottants, l'élevage et la pêche. Au fur et à mesure du retrait des eaux, les troupeaux transhumants profitent des riches pâturages tandis que les pêcheurs exploitent, dans un lacis complexe de cours d'eau et de mares, des eaux réputées poissonneuses.

Depuis le début du siècle l'augmentation de la population a profondément marqué le delta du Niger. Un phénomène nouveau d'extension des superficies cultivées s'observe dans certains secteurs: la région des lacs Debo et Walado, les plaines du Kotiya.

Vingt-cinq années de sécheresse ont modifié l'environnement, réduisant de manière sensible les ressources naturelles disponibles. De vastes secteurs ne sont plus inondés. Les formations arbustives et arborées de terres insubmersibles et les formations herbacées aquatiques sont appauvries et dégradées.

Le Kotiya est une plaine de profondeur moyenne, véritable dédale hydrographique aux hautes eaux, situé entre le Niger et l'un de ses principaux défluent, le Diaka. Cette partie du delta est peuplée essentiellement de bozo, ethnie de pêcheurs spécialisés. A la décrue, les prairies naturelles sont pâturées par les animaux des éleveurs peuls dans un cycle de transhumance qui les amènent en fin de parcours dans les grandes



**FIG. 8.14** Le delta central du Niger et les zones d'inondation. *Source:* R. Lae, International Journal of Ecology and Environmental Sciences 20 (1996).

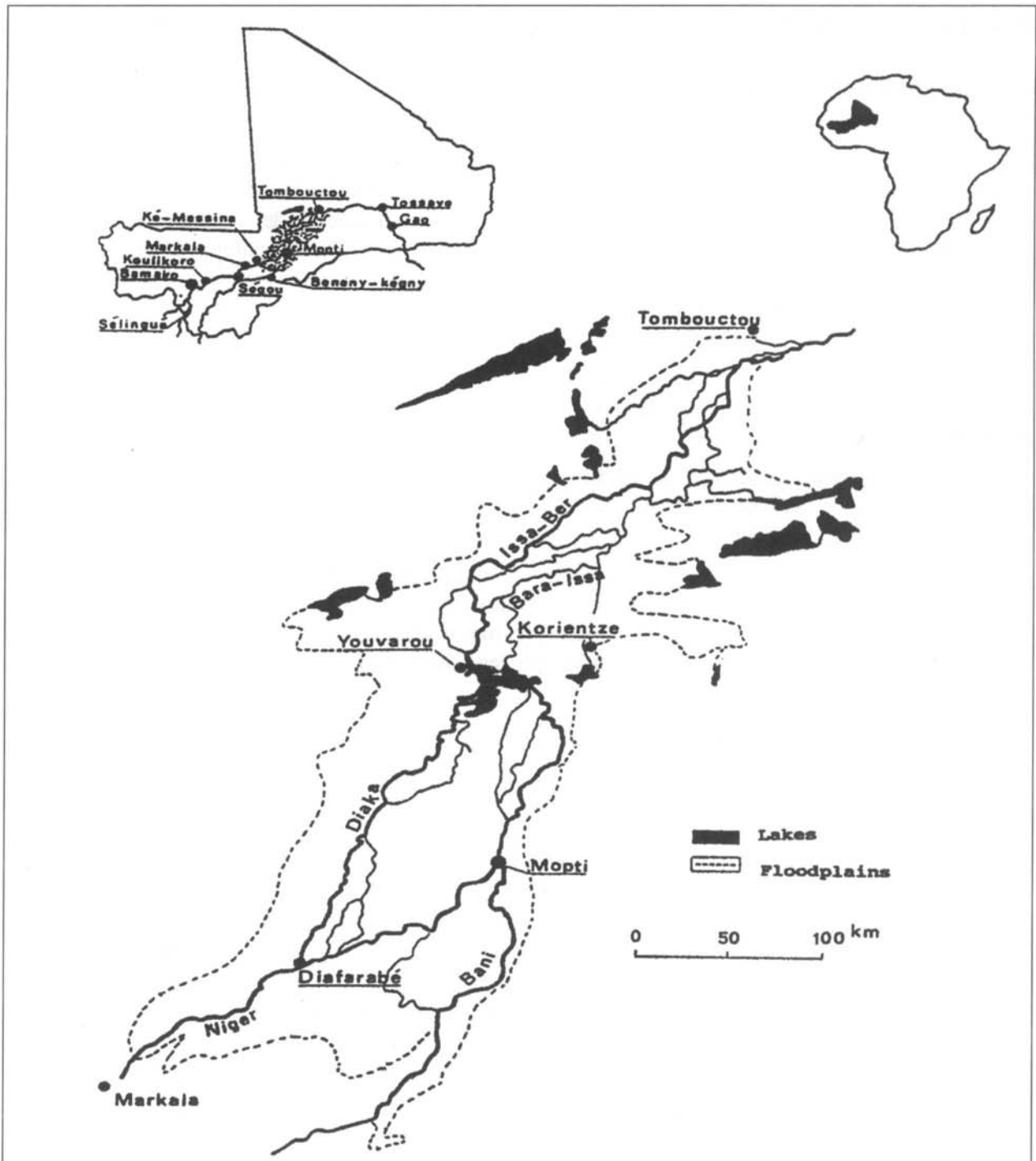


FIG. 8.15 Le delta central du Niger - Croquis de situation. Source: H. Diakit , PRODIG.

bourgoutières des lacs Debo et Walado. Chacun est ainsi intéressé par un élément du milieu naturel, l'eau aux bozo, l'herbe aux pasteurs, temps de la spécialisation ethnique des activités.

### Evolution de l'hydrosystème sahélien

Les changements écologiques de ces dernières années ont entraîné une mutation profonde des systèmes d'exploitation du milieu. En effet, les pêcheurs bozo se sont engagés de manière intensive dans l'agriculture, et sont devenus des agro-pêcheurs à part entière. Les potentialités agricoles du Kotiya ont, par ailleurs, attiré des riziculteurs, chassés de leur région, le Kubaye, par des déficits hydro-pluviométriques persistants. De nombreux hameaux de culture, les daaka, se sont ainsi multipliés, transformés au fil des années en de

véritables villages, certains numériquement plus importants que les villages les plus anciens. L'extension des terres rizicoles, qui se fait au détriment des prairies aquatiques, affecte l'activité pastorale et les rapports entre éleveurs et agriculteurs.

L'équilibre du Kotiya repose sur la régulation entre les trois activités fondamentales, la pêche, l'agriculture et l'élevage, imposée par les conditions environnementales. Tout changement brutal ou durable de l'écosystème ne peut que marquer profondément les modes de gestion et de contrôle de l'espace. Les revendications territoriales sont alors exacerbées, l'enjeu étant la reconnaissance et le maintien du statut d'ayants droit.

La réalité du Delta est multiple et ne se satisfait pas d'une définition simple. En effet, les crues des années 1994/1995 et 1995/1996 posent la question, plus générale, de l'interprétation d'un milieu caractérisé par une grande densité d'occupation, une variabilité de la disponibilité des ressources naturelles et par la multiplicité de stratégies des acteurs locaux.

Face à la multiplicité des données disponibles sur la zone (données de terrain, statistiques, cartes, photographies aériennes, images satellitaires) il s'est avéré indispensable de mettre au point une méthode permettant de regrouper les informations, de les analyser et de les restituer de manière synthétique sous forme cartographique au sein d'un Système d'Information Géographique (SIG), outil de gestion de l'espace visant à la production de documents thématiques intégrant l'ensemble de ces données.

Cette cartographie, faisant ressortir les secteurs écologiquement les plus fragiles du Delta, permettra une meilleure coordination des efforts et une gestion améliorée de la région.

## Place du système d'information géographique

### Les données

Les données à considérer peuvent être regroupées en quatre catégories:

1. *Les photographies aériennes* proviennent des missions effectuées par l'IGN en 1952 et 1971 à l'échelle de 1/50.000. Environ 300 clichés ont été acquis, tirés sur papier en émulsion panchromatique et quand ils étaient disponibles, en émulsion infrarouge.

Les photographies aériennes fournissent l'information la plus fiable sur la situation ancienne du Delta et nous informent donc sur son évolution depuis plus de 20 ans. Cela pose le problème de l'établissement d'une mosaïque numérique de photographies aériennes rectifiée.

Une telle mosaïque, disponible sous forme numérique, a été établie par l'IGN à partir des photographies de 1971 lors de l'établissement du Modèle Mathématique du fleuve Niger. Son achat et son intégration dans le SIG se sont avérés d'autant plus indispensables que son utilisation en fond de carte a permis de relativiser le manque de fiabilité des documents cartographiques disponibles.

2. *Les scènes satellitaires*: une douzaine de scènes SPOT (XS, P) et une scène Landsat Thématique Mapper enregistrées depuis 1989 ont été acquises. Certaines ont été programmées lors des missions sur le terrain.
3. *Les documents cartographiques*, de sources diverses, sont variés en nature comme en qualité. Ils nécessitent une analyse critique minutieuse avant toute utilisation. D'autre part, l'extrême variabilité de la région (mobilité du réseau hydrographique, des pistes, des villages et des campements, des zones de cultures et du couvert végétal) impose une réactualisation fréquente et la possibilité d'effectuer un suivi fiable des mutations.
4. *Les bases de données* (les statistiques) sont issues d'études très diverses, souvent caractérisées par la pauvreté des paramètres stables. Elles restent généralement très locales ou ponctuelles, et ne présentent pas de suivi dans le temps.

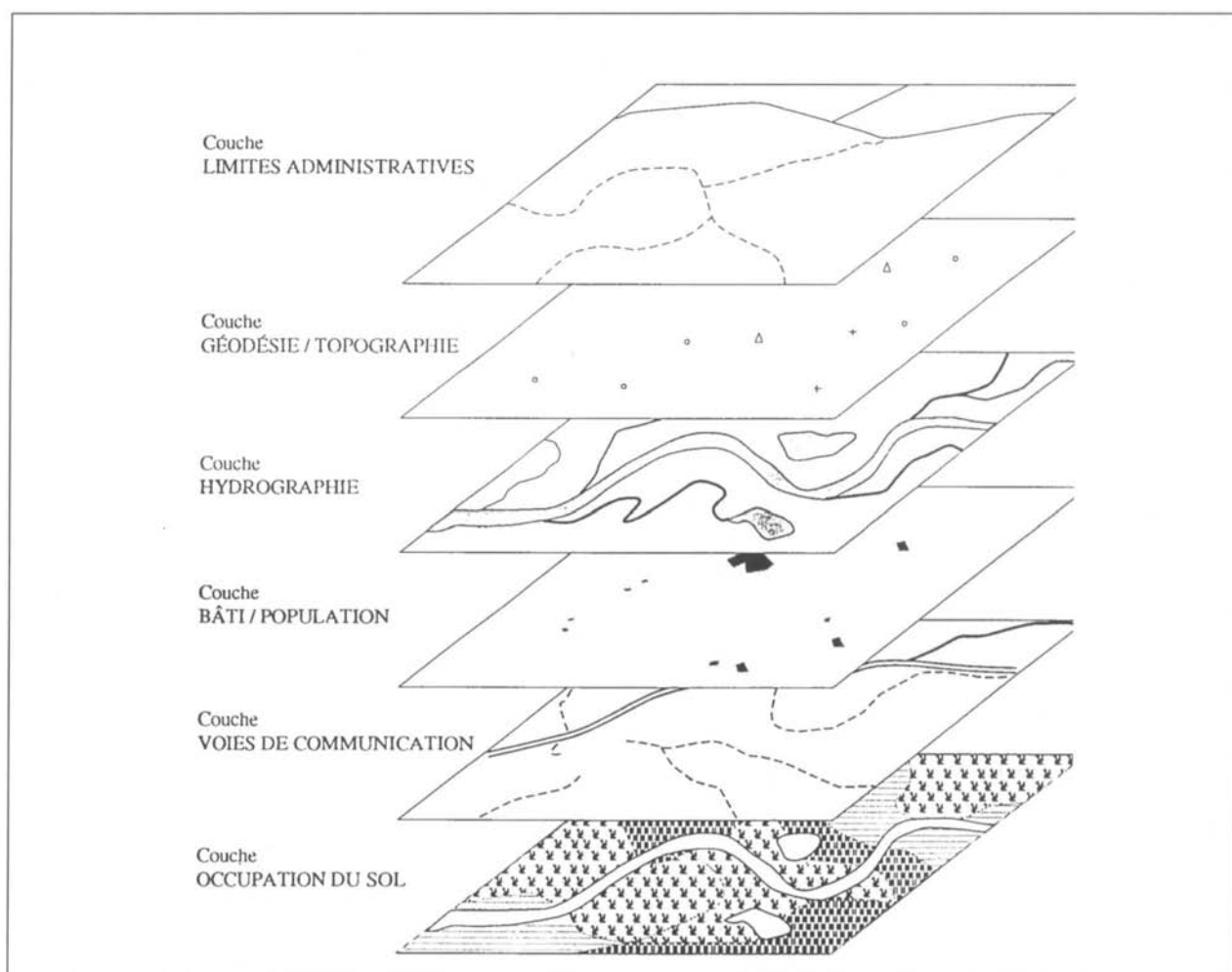


FIG. 8.16 Les principales couches du projet. Source: H. Diakité, PRODIG.

### Structure du SIG

La structuration de la base de données a fait l'objet d'une recherche propre aux problèmes majeurs tels que: les intégrations d'échelles, les rectifications géométriques, le choix de l'échelle de sortie des documents cartographiques et l'intégration de données hétérogènes provenant de nombreuses études. La base de données mise en place sur le Delta présente des couches définies en fonction des thèmes des études, largement indépendantes bien qu'ayant des rapports spatiaux entre elles.

Le système comprend une dizaine de couches définies par spécialité de la manière suivante:

*Couche agricole:* Dans cette couche ont été limitées les informations relatives à l'activité agricole. Ces informations proviennent de différentes sources: cartes à différentes échelles, interprétation de photographies aériennes, traitement d'images satellitaires, levés de terrain; ces données posent le problème des emboîtements d'échelles, puisqu'une partie des relevés effectués sur le terrain au GPS descendent jusqu'au niveau du parcellaire.

*Couche bâti/population:* C'est la couche la plus fournie du système car elle représente un gros volume de données socio-économiques. Les deux notions n'ont pas été séparées dans la mesure où les monographies sont généralement menées au niveau de la concession.

*Couche climatologie:* (stations météorologiques, zones d'iso valeur) Cette couche contient peu d'objets géographiques localisés mais des données statistiques volumineuses organisées dans des bases.

*Couche géodésie/topographie:* Elle est habituellement une couche très importante car elle doit permettre le recalage de données satellitaires dans le SIC. Dans le cas du SIG Delta Central, elle est constituée des points GPS qui servent au recalage des données.

*Couche halieutique:* La couche concerne également les activités de transformation et de commercialisation du poisson (lieux de séchage, de fumage...). Elle est actuellement en cours de fabrication par une équipe de biologistes et de socio-économistes.

*Couche hydrologie:* A partir de la numérisation de la carte FAO de 1971, deux objets ont été reconnus: les cours d'eau d'une part, et les mares d'autre part.

*Couche végétation:* Les cartes de la FAO/BDPA (étages floristiques) numérisées constituent les données les plus anciennes. Les images satellitaires classées 9 logiciel Tera Vue acquises depuis 1987 dans le cadre du programme *Effet de la Sécheresse sur l'Evolution d'un Hydrosystème Sahélien* permettent de suivre l'évolution du couvert végétal et des surfaces mises en cultures. Au total 12 cartes des étages floristiques au 1/50 000<sup>e</sup> de la FAO ont été jusqu'à présent numérisées et renseignées.

*Couche voies de communication:* La couche contient essentiellement les pistes et les sentiers. Sont également pris en compte les itinéraires hydrographiques dans la mesure où ils ont pu être répertoriés.

*Couche administrative:* Elle renferme toutes les limites administratives ainsi que les limites des terroirs agricoles, halieutiques et pastoraux.

## Résultats

Les principaux résultats portent sur la région de Kotiya, où les modifications survenues dans l'utilisation du sol se sont accompagnées d'une redéfinition des modes de gestion des espaces.

### **Les Kotiya: un espace partagé**

L'exploitation de cartes d'occupation du sol réalisé par la FAO en 1973 d'après l'interprétation des photographies aériennes de 1971 témoignent de l'absence de terres cultivées sur le terroir de Kadiak. Les formations végétales, naturelles prédominent avec 106km<sup>2</sup> d'oryzaies, ou riz sauvage, la formation végétale la plus représentée. Le *burgu*, terme désignant les prairies aquatiques de la plaine inondée, s'étend seulement sur 6km<sup>2</sup> et est très localisé. Les secteurs exondés, comprenant les levées alluviales et le *feru*, zone qui s'étend vers l'Est couverte par une végétation ligneuse, sont faiblement représentés.

Les prairies naturelles autour de Kadiak étaient colonisées par le riz sauvage. Il s'agit d'un riz vivace spontané appelé *Oryza barthii*. (A. Chev.) Il produit des grains qui se détachent de la panicule à maturité et viennent flotter à la surface des eaux où il est recueilli dans une corbeille. Il semble qu'au début de la colonisation française la cueillette de ce riz sauvage était une pratique courante permettant de couvrir les besoins de l'année. Il était nommé en plusieurs dialectes le *riz de la crue couronnée*.

Au cours de cette période climatique favorable, l'emprise humaine était très faible. La population de Kadiak était de seulement 400 habitants en 1958, tous de l'ethnie bozo. En 1976, la population s'élève à 472 habitants soit 2,5 hab./km<sup>2</sup>. 11 ans plus tard, le dernier recensement de la population comptabilise 1.249 habitants. Kadiak connaît la plus croissance démographique du Kotiya et triple sa population, devenant le village le plus important du Kotiya. Si nous ne prenons pas en compte que la population du village à cette date, la densité de population pour le terroir est de 6,7 hab./km<sup>2</sup> en 1986.

### **Vers une anthropisation du paysage du Kotiya**

Le dysfonctionnement du régime hydrologique des fleuves Niger et Bani et la diminution de la pluviométrie ont durablement limité la submersion des plaines du Delta Central du Niger. La plaine d'inondation qui couvrait quelques 30.000km<sup>2</sup> dans les années pré-sécheresse ne couvre qu'entre 8.000 et 10.000km<sup>2</sup> actuellement. L'inondation qui était généreuse, transformant ce milieu sahélien en véritable *mer intérieure*, s'est réduite de manière sensible, formant des secteurs inondés discontinus et variables dans l'espace. On situe généralement le début de la période de sécheresse à l'année 1968. Les crues ont diminué en quantité et en durée. Les apports du Niger et du Bani sont passés de 80,2km<sup>3</sup> pendant la décennie 50 à 30,7km<sup>3</sup> pendant la décennie 80. Par contre, le Kotiya, du fait de sa situation topographique et des apports fluviaux multiples

des défluent du Niger et du Diaka, continue de recevoir suffisamment d'eau en pleine crise hydrologique. Lors de la grande sécheresse de 1984, les graines de nénuphars et des graminées sauvages de cette région fournissaient une partie de l'alimentation des populations touchées par la sécheresse dans les régions périphériques.

Paradoxalement la diminution des ressources en eau a été favorable au développement de la riziculture dans le Kotiya, notamment de la culture des riz flottants dont la croissance est optimale lorsque les hauteurs d'eau ne dépassent pas 1,5m. Ainsi, les terres rizicoles se développent considérablement modifiant l'organisation spatiale régionale. Grâce aux images satellitaires, nous pouvons suivre l'évolution de l'occupation du sol sur le terroir de Kadijal.

L'interprétation de l'image du 23 décembre 1994 montre l'étonnante évolution de l'exploitation rurale des ressources en terre. Les terres rizicoles s'étendent à perte de vue. Les superficies cultivées peuvent être estimées en 1994 à 80km<sup>2</sup> soit 43% du terroir villageois. Les plaines anciennement colonisées par les formations naturelles aquatiques sont toutes mises en culture. La mise en valeur des parcelles résulte d'une analyse des composantes principales à partir de la deuxième composante avec application d'un filtre pour rehausser les contours. Seul ce traitement permet de faire ressortir de manière satisfaisante les limites de parcelles qui correspondent sur le terrain à des bandes de végétation naturelle d'une vingtaine de mètres de largeur séparant les parcelles de cultures entre elles.

Les défrichages affectent l'ensemble du terroir, jusqu'au pourtour des mares et des cours d'eau, sans respect des secteurs réservés à l'activité pastorale. Les mises en culture sont un facteur d'appauvrissement et de dégradation des ressources naturelles du milieu, notamment pour la régénération des bourgoutières. *Echinochloa stagnina* est définitivement éliminé dès les premiers labours et les récoltes de riz; *Oryza longistaminata* se développe et devient une des principales adventices. La principale espèce de riz cultivée est *Oryza glaberrima* Eteudel, appelés localement *simo*. Cette espèce était la seule espèce de riz en culture en Afrique Néolithique. Elle constitue une variété annuelle de riz flottant susceptible de pousser avec la crue du fleuve, parfois extrêmement vite et pouvant acquérir un fort développement en longueur de leur chaume. Elle s'est adaptée aux variations du niveau de la crue et supporte des hauteurs d'eau allant de 4 à 6m.

L'utilisation des riz flottants du groupe *glaberrima* offre une plus grande souplesse et sécurité face aux aléas climatiques et à la diversification des activités. Une partie des grains tombent spontanément à maturité permettant une récolte plusieurs années de suite sans labour ni nouvel ensemencement. Cette particularité constitue une des principales raisons de la conservation de cette espèce rustique dans les systèmes de culture des populations du Kotiya qui trouvent là un moyen d'économiser sur les coûts de production et de gagner du temps sur les travaux rizicoles au profit de leur activité première, la pêche. Mais cette culture ne persiste qu'un ou deux ans après l'abandon des rizières. De plus, des tests de résistance à la sécheresse ont prouvé leur rusticité plus grande que d'autres variétés introduites plus tardivement telles que les variétés asiatiques *O. sativa*. Ils présentent une meilleure tolérance en cas de crue ou décrue trop rapide ou d'attaque importante d'insectes. Ces variétés résistent à des vitesses de crue supérieures à une montée des hauteurs d'eau de 10cm par jour pendant 5 jours alors que *O. sativa* est noyée. Par contre, elles réagissent peu à la fumure. Sur le plan alimentaire, ils semblent répondre au goût des consommateurs.

Ainsi de la cueillette des riz sauvages, on est passé à une véritable culture du riz. La riziculture devient une activité productive à part entière, rentre dans les stratégies des acteurs locaux, impose des choix dans les modes d'exploitation des ressources et suppose de nouveaux modes de gestion de l'espace.

A la mesure des changements intervenus dans le Delta Central du Niger, les Bozo du Kotiya se sont engagés de manière intensive dans la riziculture. Ils doivent être considérés désormais comme des agro-pêcheurs, investissant dans les moyens de production liés à l'agriculture: charrue, bœufs de labour, semences. Parallèlement à la diversification des activités productives et la conquête spatiale des terres rizicoles par les populations bozo originaires du Kotiya, s'organise un véritable déplacement de riziculteurs chassés de leurs régions d'origine par la sécheresse de leur terres de culture.

### **La nouvelle carte de population du Kotiya**

Un mouvement migratoire s'est fait du sud vers le Nord. Sur le terroir de Kadijal, se multiplient les créations de campements, appelés localement *daaka*, qui finissent par se transformer en véritables villages. Ce phénomène est général à l'ensemble de la région du Kotiya. Ces *daaka*, non recensés à ce jour par les

autorités administratives et absents de toutes les cartes de la région, sont au nombre de 25 sur le terroir de Kadial. La terminologie utilisée pour désigner ces nouvelles installations humaines est la même que celle utilisée pour les campements bozo de pêche temporaire. Or, les populations qui y sont installées sont des riziculteurs, des *Riimaybé* ou Marka, originaires des régions périphériques, et en particulier du Kubay, région de tradition rizicole ancienne.

Les daaka sont installés depuis une dizaine d'années, les plus anciennes installations remontant à 1970. Jusqu'en 1993, des familles continuent à s'installer dans ces campements. Des arrivées massives ont eu lieu au cours des années 1983 et 1985. La majorité des chefs de concessions recensés sont originaires des villages de Larde Bali, Yougoussire, Singuino. Tous ces villages sont situés dans l'arrondissement de Ouro-Modi, au sud du Kotiya sur la rive gauche du Niger. Cette région était vouée à la riziculture jusqu'à ce que les déficits hydro-pluviométriques interdisent toute pratique agricole. Les riziculteurs se sont alors déplacés vers les plaines du Kotiya, encore suffisamment inondées. Ils peuvent ainsi y maintenir leurs activités et subvenir aux besoins familiaux.

Spécialisés de longue date dans l'activité agricole, ils possèdent, à la différence des bozo, l'équipement agricole nécessaire à l'exploitation intensive des terres mises à leur disposition. Tous possèdent bœufs de labour, charrues et viennent avec la main d'œuvre juste nécessaire pour les travaux cultureux. Certains nous ont déclaré être arrivés à Kadial avec une dizaine de bœufs de labour. Leur principal objectif est de produire suffisamment de riz pour la consommation de la grande famille qui est restée le plus souvent au village d'origine.

Sur le terroir de Kadial, la population de ce campement peut être estimée à 3.000 habitants, ce qui représente une densité réelle sur terroir de Kadial de 24 hab./km<sup>2</sup>. Ce chiffre explique l'augmentation spectaculaire des terres de culture. Les défrichements se font jusqu'à la limite des mares autour desquelles subsiste une fine auréole de *bourgou*, sans respect de l'espace pastoral. Ainsi *buurtol* et *winnde* sont mis en culture, en général semé en variétés hâtives enfin de prévenir les éventuels dégâts lors du passage des animaux.

La mise en culture des prairies naturelles pose le problème de la définition du statut foncier de la terre. Cette question se pose de manière cruciale avec les installations massives de nouvelles populations. Les modalités d'installation et de distribution des terres aux nouvelles populations témoignent de l'absence d'une définition de la terre dans cette partie du Delta Central du Niger. L'enjeu est la revendication et le maintien du statut d'ayants droit des Bozo et des Peuls dans le Kotiya.

## Conclusion

L'évolution de la démographie, la sécheresse qui a affecté les pays du Sahel depuis quelques décennies, puis les crues relativement abondantes des années 1994/95 et 1995/96 ont provoqué des mutations profondes et parfois soudaines qui se traduisent, tant dans les paysages, que dans l'organisation socio-économique de la région. La grande variabilité des conditions naturelles, les changements spectaculaires du milieu et la remise en cause des équilibres traditionnels concernent de nombreux spécialistes, scientifiques, agro-pastoralistes, aménageurs. Le système d'information géographique, conçu et élaboré dans le cadre de ce projet de recherche, a été l'objet d'une étroite collaboration entre les chercheurs et techniciens des équipes du Nord et du sud. Il est actuellement en fonction à l'IER de Bamako (Mali) et constitue un véritable outil pour un aide au suivi et à la gestion d'une région en profonde mutation.

## 8.4. Gestion intégrée du lac de Guiers (Sénégal), F. X. Cogels

### Cadre géographique

Le lac de Guiers est la principale réserve d'eau douce du Sénégal. Il est orienté le long d'un axe Nord-Sud, parallèle à la côte Atlantique, à 65km de celle-ci. C'est un lac plat, comme le sont la plupart des lacs sahéliens. Le fleuve Sénégal l'alimente directement par un canal de 17km équipé de vannes qui contrôlent les écoulements vers le lac. En régime moyen, le Guiers couvre 300km<sup>2</sup> pour un volume de 600 millions de m<sup>3</sup>.

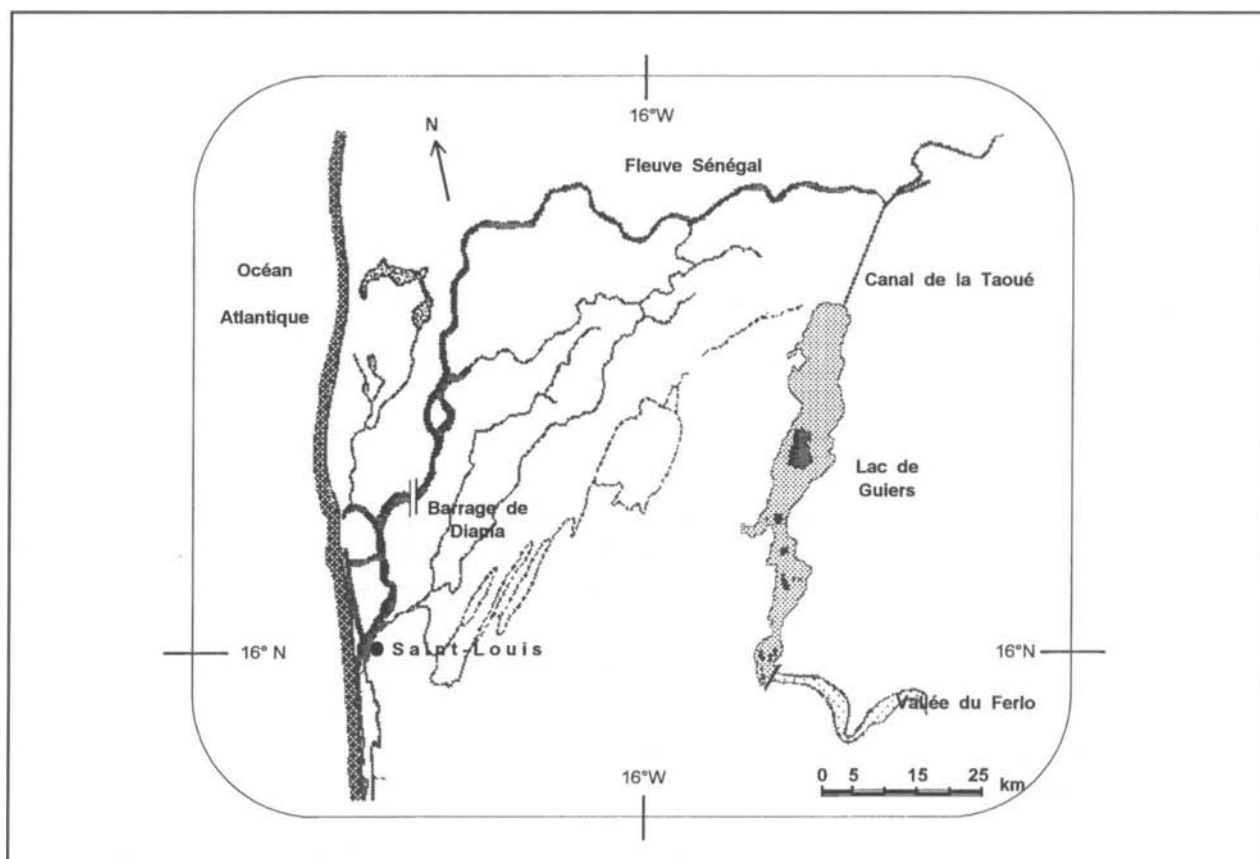


FIG. 8.17 Localisation du lac de Guiers. Source: F. X. Cogels.

Avant 1986, le lac de Guiers assurait la survie des populations de cette région sahélienne à très faible pluviométrie (320mm/an). En effet, l'eau du fleuve était salée une partie de l'année et inapte pour l'irrigation à cause de remontées marines favorisées par les faibles débits d'étiage et une pente du cours d'eau presque nulle.

Depuis 1986, la mise en service de deux barrages sur le fleuve Sénégal a profondément modifié le fonctionnement du Guiers. *Le barrage de Diama*, opérationnel depuis fin 1985, situé à 50km de l'embouchure du fleuve dans l'océan, empêche la remontée marine dans le cours d'eau. *Le barrage de Manantali*, mis en service en 1989, à plus de 1.000km à l'amont, régularise les écoulements du fleuve issus du bassin du Fouta Djallon en Guinée. Il permettra la mise en valeur de plus de 250.000ha de cultures irriguées et la production hydroélectrique.

L'étude du lac de Guiers a été menée dans le cadre du programme "EQUESEN" financé par l'Union Européenne (DG XII). La recherche a été menée sur la base d'une collaboration entre l'Orstom (Institut français de recherches scientifiques pour le développement en coopération), l'Université de Dakar, l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) et la Fondation Universitaire Luxembourgeoise d'Arlon en Belgique.

### Objectifs de l'étude

L'étude du lac de Guiers avait trois objectifs principaux:

- L'étude des effets environnementaux induits par le fonctionnement du barrage de Diama sur l'hydrologie, la qualité des eaux et l'environnement végétal aquatique du Guiers;
- La définition des critères optimaux de gestion des eaux sur la base d'une bonne connaissance du milieu et de l'interaction de quelques paramètres de l'environnement;
- Le développement d'un modèle global de gestion des eaux qui constituait l'aboutissement de la recherche.



Les dimensions géographiques du Guiers, modestes à l'échelle africaine, facilitent une approche globale du sujet.

### 8.4.1 Régime hydrologique du Guiers

#### Utilisation des eaux

Les utilisateurs des eaux du Guiers sont divers:

- La Compagnie sucrière sénégalaise pour l'irrigation d'une partie de ses 8.000ha de canne à sucre;
- Des opérateurs privés et coopératives villageoises pratiquant l'agriculture irriguée (riziculture et cultures vivrières);
- L'usine de Ngnith qui assure 20% des besoins en eau potable de Dakar, la capitale;
- Le programme de remise en eau de la vallée du Ferlo, exutoire sud du lac, destiné à favoriser le développement agricole de cette région quasi-désertique en y fixant les populations tentées par l'exode rural;
- Enfin, à l'horizon 2000, partant du sud du lac, le futur canal de Cayor alimentera une partie du pays et supprimera le déficit chronique d'approvisionnement en eau de la ville de Dakar.

#### Les modifications récentes du régime hydrologique

Avant 1986 et la mise en service du barrage de Diama, le lac se remplissait une fois par an durant les trois mois de crues fluviales. Ces dernières, souvent déficitaires, ne permettaient que des remplissages insuffisants. Les pompages importants pour l'irrigation et l'intense évaporation, accentuaient les baisses du niveau du lac enregistrées certaines années, voire même entraînaient son assèchement presque complet comme en 1980 et 1983. Les conditions hydrologiques étaient particulièrement instables avec un marnage très marqué qui induisait la mise à sec annuelle d'une frange importante de rivage.

La mise en service du barrage de Diama a amélioré le remplissage du Guiers, d'autre part moins sollicité pour l'irrigation. Les niveaux d'eau moyens ont donc augmenté et les variations limnimétriques se sont progressivement atténuées. Depuis 1992, le fonctionnement du barrage de Manantali en régime de croisière a régularisé les apports fluviaux dans la basse vallée. Le Guiers peut maintenant être alimenté à plusieurs reprises en cours d'année si nécessaire. Le niveau moyen annuel augmente encore et les variations de hauteur d'eau sont des plus réduites. La communication fleuve-lac est quasi-permanente.

#### Conséquences des modifications du régime hydrologique

L'approvisionnement régulier du Guiers a amélioré les conditions de vie des populations riveraines jusqu'alors dépendantes de l'importance des crues fluviales et souvent soumises aux priorités de fourniture d'eau à l'agro-industrie. Les changements hydrologiques ont eu aussi des effets directs et indirects sur l'environnement biologique, socio-économique et sanitaire de la région. La disponibilité de l'eau a favorisé le développement rapide d'initiatives privées. La culture irriguée individuelle a remplacé l'agriculture traditionnelle de décrue impossible à pratiquer aujourd'hui à cause de la stabilisation du niveau du lac. Par ailleurs, depuis 1992, une gestion hydrologique du réservoir souvent incohérente a provoqué une succession de courtes phases de crue et de décrue en cours d'année, sans relations avec le calendrier cultural. Les cultures villageoises, depuis toujours vivrières et variées (patate douce, manioc, et quelques céréales dont le mil et le sorgho), se sont orientées vers la production de riz et de tomate par irrigation. Les difficultés d'adaptation, les problèmes d'écoulement des produits et une capacité d'investissement réduite ont conduit souvent à l'endettement et à la faillite de l'exploitant. Les sols se sont salinisés et les parcelles cultivées ont été abandonnées.

Avant 1986, la mise à sec annuelle d'une importante frange de rivage limitait le développement de la végétation aquatique. Aujourd'hui les conditions hydrologiques sont plus favorables et toute la zone peu profonde du sud du lac est en phase d'invasion végétale accélérée. *Typha australis* et *Pistia stratiotes* sont les deux espèces qui ont le mieux profité de la stabilisation récente du niveau des eaux. Jusque en 1990, *Pistia stratiotes* était représenté par quelques groupements isolés. A partir de 1991 l'espèce s'est développée

surtout dans la région sud du lac au point de former en 1993 un bouchon végétal de plusieurs centaines d'hectares. Espèce pionnière typique, *Pistia stratiotes* est ensuite entrée progressivement en compétition avec d'autres espèces et a fortement régressé depuis 1994. L'utilisation de *Pistia* n'a jamais été mentionnée. Son emploi comme engrais vert pourrait cependant s'avérer intéressant. *Typha australis* poursuit un développement accéléré et son exploitation a généré quelques activités artisanales.

#### 8.4.2 Salinité des eaux

Le suivi de la salinité des eaux a été effectué sur la base d'échantillonnages réguliers de 13 stations réparties sur le lac et de mesures disponibles à la Société Nationale des Eaux, qui ont permis de reconstituer l'historique de l'évolution de la salinité de ses eaux.

##### Evolution de la salinité

La salinité du Guiers et son évolution annuelle sont sous la dépendance des entrées et sorties d'eau dans le lac. Les apports très minéralisés des rejets des eaux de drainage des périmètres irrigués s'ajoutent aux apports très doux du fleuve. Les pompages n'ont qu'un impact très modéré sur la salinité du lac. L'alimentation de la vallée du Ferlo a par contre éliminé prioritairement les eaux très chargées de la partie méridionale du lac, remplacées progressivement par les eaux plus douces venues du nord. Les échanges entre le lac et les nappes sous-jacentes sont aussi à prendre en considération, mais ils n'ont pu être quantifiés. L'évaporation joue un rôle plus ou moins marqué sur l'évolution du taux de salinité des eaux en fonction de la saison, du volume du réservoir et de la gestion des apports fluviaux. L'évaporation est particulièrement influente durant les périodes de basses eaux et de fermeture de la jonction fleuve-lac. La salinité des eaux dépend ainsi de nombreux facteurs et de leurs interactions. Le mode de gestion hydrologique du lac conditionne directement l'évolution qualitative de ses eaux.

La salinité moyenne du Guiers a peu varié de 1977 à 1991 puis a sensiblement diminué à partir de 1992. Durant les années hydrologiquement déficitaires d'avant 1986, les variations annuelles de salinité étaient particulièrement marquées, l'évaporation jouant alors un rôle fondamental dans le processus. Aux conditions quantitativement déficitaires s'additionnait ainsi un état qualitatif des eaux déficient. A partir de 1986 et surtout depuis 1992, les variations annuelles de salinité se sont réduites à cause des apports d'eau fluviale de plus en plus fréquents.

##### Conséquences des changements de salinité

L'évolution récente de la salinité des eaux a nettement amélioré les conditions de vie des populations riveraines, surtout dans la région sud du lac. L'adoucissement général des eaux a aussi accéléré le développement de la végétation aquatique déjà favorisée par la stabilisation des niveaux du lac. *Pistia stratiotes* tolère mal les eaux de salinité supérieure à 2.000mg/l, comme c'était souvent le cas avant 1986. Avec un maximum de 750mg/l aujourd'hui, les conditions sont devenues optimales pour l'espèce. *Ceratophyllum demersum* est une herbe aquatique qui se développe rapidement dans la partie Nord du Guiers surtout dans les zones profondes et jamais exondées. L'espèce a aussi envahi les canaux d'irrigation des exploitations agricoles et pose de gros problèmes hydrauliques. Les résidus d'herbicides employés à forte dose pour leur élimination aboutissent au lac, via les eaux de drainage des cultures. Cette espèce caractérise les milieux eutrophes. Elle est un support privilégié des mollusques hôtes intermédiaires de la schistosomiase.

L'apparition de la schistosomiase intestinale (*Schistosoma mansoni*) en 1988 dans la basse vallée du fleuve Sénégal est liée à la suppression de la remontée marine annuelle depuis la mise en service du barrage de Diama. L'adoucissement des eaux a favorisé le développement de la faune malacologique hôte intermédiaire du vecteur de la maladie. A hauteur du canal de jonction fleuve-lac, la ville de Richard Toll compte près de 60% de bilharziens. Autour du lac, les premiers cas de schistosomiase intestinale ont été signalés en 1991. L'épidémie y a progressé rapidement et les dernières enquêtes indiquent un taux de prévalence de plus de 90%. La schistosomiase urinaire (*Schistosoma haematobium*) a été recensée pour la première fois en 1994 en rive Ouest. Elle est aujourd'hui en pleine expansion.

L'époque de l'apparition de la maladie correspond bien à celle des changements environnementaux les plus évidents: stabilisation du niveau d'eau, adoucissement du milieu aquatique et développement rapide de la végétation. Ces trois phénomènes sont d'ailleurs liés. Les mollusques aquatiques incriminés étaient déjà présents dans le Guiers avant 1991 mais en densité plus faible. Leur expansion récente est probablement à mettre en relation avec celle de la végétation, alors que l'assèchement annuel d'une frange importante du rivage limitait dans le passé leurs supports. Si les mollusques adultes sont généralement assez résistants à la dessiccation, leurs pontes y sont par contre très sensibles. La stabilisation du niveau des eaux a donc entraîné leur développement et peut expliquer l'importance de l'endémie actuelle. Enfin, l'adoucissement des eaux a peut-être aussi joué un rôle dans le processus puisque une salinité de 1% influence négativement l'éclosion, la fécondité et la survie de certains mollusques aquatiques. Ce degré de salinité était régulièrement dépassé dans le Guiers avant 1986.

### 8.4.3 Critères de gestion des eaux

L'absence de gestion intégrée du lac de Guiers est caractéristique de ces dernières années. Une communication fleuve-lac permanente est sans doute la gestion la plus simple à réaliser mais ses conséquences négatives directes et indirectes ont été bien démontrées. D'autres effets de ce type de gestion sont à mentionner:

- Le maintien du lac à un niveau élevé grâce aux apports constants du fleuve induit une extension excessive du plan d'eau et de sa surface évaporante. Compte tenu de l'importance quantitative de l'évaporation (2,25m par an environ) et de la morphologie *lac plat* du Guiers il est indispensable de calculer au plus juste les niveaux maxima à imposer pour limiter ces pertes non négligeables. La notion d' *économie de l'eau* est cependant difficile à faire admettre surtout lorsque l'offre dépasse la demande comme c'est le cas aujourd'hui. Il en sera sans doute autrement à l'avenir, lorsque la demande en eau des cultures irriguées de la vallée sera maximale et que le barrage de Manantali devra assurer une grande partie des besoins électriques dans la région. D'autres utilisateurs importants tels que le projet de remise en eau des vallées fossiles au Sénégal et celui du canal de Cayor devront aussi être satisfaits. L'adduction d'eau fluviale au lac devra alors être comptée et planifiée dans l'année.
- Une variation annuelle bien marquée du niveau d'eau permettrait un développement agricole répondant à la demande des populations en combinant cultures irriguées et cultures de décrue traditionnelles pour les populations riveraines les plus éloignées des centres urbains. Une gestion stricte des apports fluviaux permettrait d'imposer au lac une évolution du niveau, permettant d'exonder les terres cultivables en décrue selon un calendrier cultural adapté. L'alimentation du Guiers pourrait aussi être planifiée en tenant compte de la disponibilité de l'eau dans le fleuve, variable dans l'année. Une variation du niveau des eaux en cours d'année est d'ailleurs un critère primordial de gestion des réservoirs, très souvent nécessaire en zone tropicale pour lutter contre l'envahissement de la végétation aquatique, l'eutrophisation et la schistosomiase.

### 8.4.4 Modèle de gestion

La mise au point d'un modèle de gestion globale des eaux, intégrant les aspects quantitatifs et qualitatifs, constitue l'aboutissement du travail. Ce modèle est destiné à faciliter la tâche du gestionnaire dans les choix de la politique de gestion hydrologique à adopter. Il permet de prévoir l'évolution de la salinité des eaux. Le modèle a été conçu pour une utilisation sans moyens informatiques considérables. Il est écrit sur tableur Excel et nécessite environ 3Mb de mémoire vive pour des simulations sur deux années consécutives.

#### Les éléments du modèle quantitatif

Sans entrer dans les détails, le modèle quantitatif se base sur le calcul quotidien du bilan des entrées et sorties d'eau du lac:

- Les pompes divers et le rejet des eaux de drainage dans le lac sont quantifiés *in situ*;

- Les transferts d'eau du fleuve au lac et du lac à la vallée du Ferlo sont calculés d'après les abaques disponibles, basées sur les hauteurs d'eau respectives de chaque entité;
- L'évaporation est calculée sur la base des bilans hydrologiques établis de 1976 à 1994 et de corrélations avec l'évaporation mesurée en bac;
- Les apports pluviométriques tiennent compte des apports directs et du ruissellement.

Le modèle peut envisager diverses alternatives de gestion quantitative qui couvrent toutes les situations courantes soit:

- Les niveaux du lac sont imposés, avec niveau croissant, constant ou décroissant. Le modèle calcule les transferts nécessaires pour assurer cette évolution limnimétrique;
- Les transferts du fleuve au lac sont nuls ou imposés. Le modèle calcule l'évolution probable du niveau des eaux dans le lac;
- La jonction fleuve-lac est permanente. Les transferts d'eau entre fleuve et lac sont calculés. Ils évoluent en fonction des niveaux respectifs dans les deux entités.

### Les éléments du modèle qualitatif

Le modèle qualitatif s'articule autour du modèle quantitatif. Il établit le bilan quotidien des entrées-sorties de sels dissous et calcule la salinité moyenne journalière du lac. La simulation nécessite la connaissance de la qualité respective des divers éléments du bilan.

### Applications du modèle quantitatif

Les alternatives de gestion du Guiers sont nombreuses. Il permet notamment de comparer les bilans quantitatifs de la gestion pratiquée aujourd'hui, avec ceux correspondant à une gestion répondant mieux aux critères proposés précédemment.

On suppose que le niveau de l'eau dans le fleuve reste constant à la cote de 1,80m, niveau conforme aux prévisions de gestion du barrage de Diama. L'année hydrologique s'étale du 15 juillet au 15 juillet de l'année suivante et les éléments du bilan hydrologique (consommations et rejets) sont identiques dans les deux cas.

La *gestion A* suppose une ouverture permanente des vannes de la jonction fleuve-lac comme c'est le cas actuellement. La *gestion B* impose par contre une variation de niveau dans l'année avec une alternance de phases d'ouvertures (complètes ou partielles) et de fermetures de la jonction fleuve-lac.

La gestion de type A nécessite un apport fluvial annuel de près de 800 millions de m<sup>3</sup>, l'évaporation en représentant à elle seule 640 millions soit 80 % environ. La gestion B requiert un apport de 700 millions de m<sup>3</sup>, avec un total annuel évaporé de 570 millions de m<sup>3</sup> soit une économie générale de quelques 100 millions de m<sup>3</sup>. Elle répond aussi aux critères écologiques proposés et permet la remise en valeur partielle des cultures de décrue. La gestion de type B exonde annuellement quelques 10.000ha de rives. L'application d'une gestion de type B est facile à planifier et techniquement réalisable. Il manque cependant la volonté politique pour la réaliser.

### Applications du modèle qualitatif

Les gestions de type A ou B ont peu d'effets sur l'évolution de la salinité dans le lac. Le total des entrées de sels dans le Guiers depuis le fleuve et les rejets des eaux de drainage est compensé par les pertes importantes liées à l'adduction d'eau vers la vallée du Ferlo. L'utilisation du modèle de gestion qualitative sera surtout intéressante pour tester les effets qualitatifs des futurs grands aménagements (canal de Cayor et remise en eau de la vallée du Ferlo). Leurs besoins en eau seront très importants et les apports du fleuve au lac nécessaires pour les assurer auront un impact déterminant sur l'évolution de la salinité du Guiers. Le modèle peut mesurer cet impact et faciliter les choix des gestionnaires. Il permet aussi de quantifier l'impact des rejets dans le lac des eaux de drainage des cultures irriguées, et de simuler par exemple les effets de leur suppression. Le taux de dilution dans le lac d'une pollution accidentelle (pesticides ou autres résidus agricoles) issue des rejets ou du fleuve peut aussi être apprécié. Ceci est et sera particulièrement important à l'avenir lorsque le lac de Guiers assurera l'approvisionnement en eau douce d'une grande partie du pays.

### 8.4.5 Commentaires

Le programme Equesen devait déboucher sur des applications pratiques. Ce résultat a été atteint car l'étude des effets des barrages sur l'environnement naturel du Guiers a précisé les critères quantitatifs optimaux de sa gestion. L'outil de gestion, les données qui l'alimentent et la procédure de leur acquisition sont maintenant disponibles.

Des freins importants à l'application des directives proposées subsistaient néanmoins, telles que la carence de planification des aménagements, qui est en fait aussi importante que celle de la gestion des eaux. L'absence d'un plan d'aménagement et d'occupation des sols, d'objectifs de production, et de maîtrise de l'eau, sont aussi des contraintes majeures à la planification. L'inapplication de politiques de gestion s'expliquait en bonne partie par l'absence de structure de gestion cohérente intégrant les agents de décision qui les mettent en œuvre. Un schéma d'organisation d'une agence de gestion du Guiers qui prend en compte ces éléments, a été proposé dans le cadre du programme *observatoire de l'eau* qui a succédé à Equesen. Cette agence devrait regrouper l'administration territoriale, les organisations paysannes (nombreuses dans la zone) et les services traditionnellement chargés de l'administration des eaux. Les procédures et les étapes pour l'établissement et la mise en œuvre des directives de gestion ont d'ores et déjà été proposées. L'implication des populations dans la procédure de décision demeure fondamentale.

## 8.5 Gestion du barrage de Manantali (Mali), M. A. Konté

### 8.5.1 Projet Energie Manantali

Le Projet Energie de Manantali vise l'utilisation optimale d'un barrage à buts multiples. C'est un investissement de 406 milliards de FCFA, qui a été nécessaire pour construire les ouvrages suivants:

- Barrages anti-sel de Diama (72 milliards FCFA);
- Barrage hydroélectrique de Manantali (322 milliards FCFA);
- Endiguement de la rive gauche du fleuve Sénégal (12 milliards FCFA).

La réalisation du barrage de Manantali impose d'autres investissements, comme le revêtement de la route d'accès à Manantali (6 milliards FCFA) et le rehaussement des digues du fleuve (7 milliards FCFA). La construction du barrage à buts multiples de Manantali a commencé en juin 1982 pour s'achever dans les délais, fin mars 1988.

Le barrage de Manantali est fonctionnel depuis 1987 avec un volume d'eau stocké d'environ 7 milliards de mètre cube après l'hivernage 1989, soit plus de 63% de sa capacité totale. Depuis 1988, le barrage assure régulièrement un soutien d'étiage qui a permis de garantir l'approvisionnement en eau pour les cultures de contre-saison chaude qui se développent régulièrement.

Le potentiel hydroélectrique total du bassin du fleuve Sénégal s'élève à plus de 600 Mégawatts (Mw) dont 200 pour la seule centrale de Manantali. Différée au moment de la réalisation du barrage, la centrale hydroélectrique de Manantali a fait l'objet de plusieurs études de factibilité qui ont abouti à la définition de plusieurs composantes pour le scénario de sa mise en œuvre.

C'est ainsi que le *modèle Bader* de gestion de Manantali qui date de 1991 a été réalisé pour permettre d'évaluer l'effet de certaines règles de gestion du barrage de Manantali sur le degré de satisfaction de différents objectifs assignés à l'ouvrage. Le principe de l'évaluation consiste à simuler numériquement un type de gestion de la retenue, en calculant ce qu'il en résulte en matière de propagation de débit jusqu'au niveau de Bakel (à l'aide du *modèle de propagation dit de Lamagat*) et d'évolution du niveau de la retenue et de production d'électricité. Dans un second temps, les chroniques de débits, de cotes et de production électrique ainsi élaborées, sont analysées de façon statistique pour déterminer le taux de satisfaction des différents objectifs exprimés. A l'issue des simulations faites au pas de temps journalier sur la base des chroniques de débits de la banque de données homogénéisées du haut bassin du Sénégal, des calculs ont été

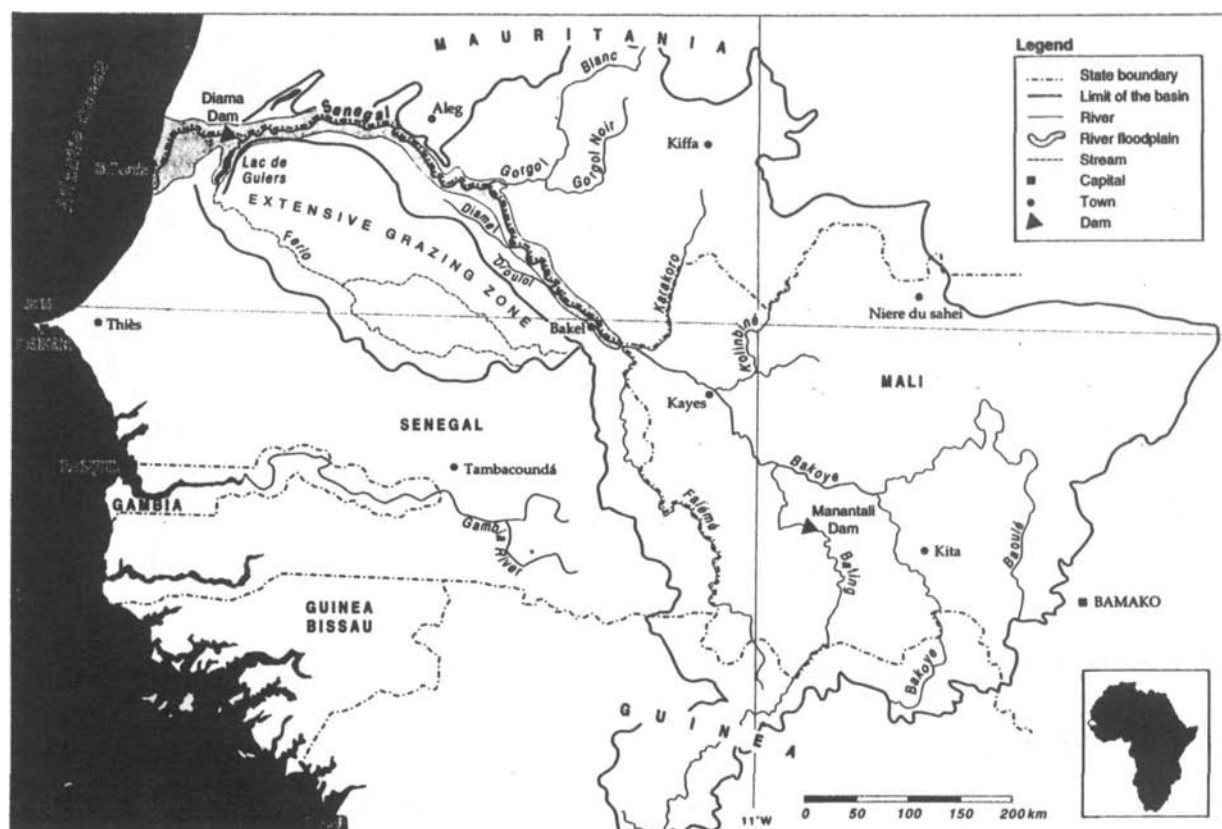


FIG. 8.18 Le bassin du fleuve Sénégal - Localisation du barrage de Manantali. Source: Acreman et Hollis (1996).

faits pour une combinaison de contraintes et de règles de gestion, choisies parmi la liste suivante et affectées en fonction des priorités:

- Respect des limites physiques imposées sur les lâchés, par les dimensions des organes d'évacuation du barrage;
- Respect du niveau minimal admissible pour la sécurité de la retenue (ceci constitue une contrainte de gestion, retenue en première priorité pour toutes les simulations prenant en compte le barrage);
- Laminage des crues, au niveau de Bakel ou à la sortie de la retenue;
- Demande de production électrique;
- Satisfaction de différents types de besoins en eau (irrigation, navigation, alimentation des centres urbains, agriculture de décrue) exprimés en débit au niveau de Bakel.

### 8.5.2 Buts et objectifs

Les objectifs du programme de mise en valeur de Manantali comportent plusieurs étapes qui visent une intégration au sein des économies des trois pays (Mali, Mauritanie et Sénégal). Il s'agit de:

- Edification d'une centrale hydroélectrique à Manantali;
- Construction d'un réseau de transport et d'interconnexion: *ligne Ouest*; ce volet est ainsi complété par l'édification d'une ligne de 225 kilovolts sur la rive gauche et allant de Manantali à Tobène. Il s'y greffe une autre ligne sur la rive droite qui relie Matam, Civé et Kaédi en haute tension avec les études d'exécution nécessaires pour une possible jonction jusqu'à Boghé. Enfin on devrait relier Dagona à Nouackchott en passant par Djeder-el Moghen grâce à une ligne de 225 kilovolts;
- Edification d'une *Ligne Est*, qui ira de Manantali à Bamako en passant par Kita grâce à une ligne électrique de 225 kilovolts.

Entre autre volet du projet Manantali, la navigation. L'inscription de ce volet dans la résolution n°1 du 24 juillet 1972 atteste de la volonté décisive de l'organisation pour la mise en valeur du Sénégal de réhabiliter la fonction de voie de transport et d'axes d'échanges du fleuve Sénégal en vue de stimuler la mise en œuvre du programme de développement intégré du bassin.

Trois scénarios de gestion du barrage de Manantali ont aussi été ébauchés il y a quelques années. L'objectif de l'étude est de faire une comparaison des performances potentielles du barrage de Manantali selon trois scénarios de gestion:

1. Le scénario A suppose que les lâchés du barrage visent essentiellement à satisfaire les besoins de l'agriculture irriguée et de l'agriculture de décrue. Dans ce cas l'usine hydroélectrique est utilisée comme une centrale au fil de l'eau, à la différence que les débits utilisables par la centrale ne sont pas déterminés directement à partir des apports de l'amont, mais à partir des lâchés effectués pour la satisfaction des autres besoins;
2. Le scénario B envisage la production d'une puissance électrique donnée, quand elle est possible et la fourniture d'eau destinée à l'irrigation;
3. Le scénario C suppose que les trois principaux objectifs de l'ouvrage sont pris en compte: fourniture d'eau pour l'irrigation, production électrique et soutien de crue destinée à permettre l'agriculture de décrue.

### 8.5.3 Application pratique et résultats attendus

Les infrastructures du projet que sont l'aménagement de la voie, l'édification de ports et d'escales portuaires (différées au moment de la construction des barrages de Diama et Manantali en raison des contraintes de financement) ont cependant dernièrement fait l'objet d'études qui ont confirmé encore une fois la justification économique et financière pour faciliter l'adhésion des bailleurs de fonds au projet Manantali. C'est ainsi que pour optimiser les investissements de la première étape estimée à quelque 102 milliards de FCFA, et permettre le lancement rapide de la navigation, le conseil des ministres de l'OMVS, lors de sa session extraordinaire de décembre 1992 a donné une nouvelle orientation au projet. Entre autres décisions prises, le transfert du port terminal à Ambibédi au Mali et le renvoi à une date ultérieure des travaux relatifs au port maritime et fluvial de Saint-Louis avec option pour un système de cabotage fluvio-maritime entre le fleuve et les ports de Dakar et de Nouakchott.

Pour le volet irrigation, le débit régularisé de  $300\text{m}^3/\text{s}$ , provenant de la retenue, permettra à lui seul, l'irrigation d'environ 255.000 hectares de terre dans la vallée. A ce titre, la retenue du barrage de Diama à la côte 15 IGN, devrait autoriser l'alimentation de quelque 42.000 hectares. La retenue de Manantali avec environ 11 milliards de  $\text{m}^3$  devrait également permettre la production garantie à 90% de 800 millions de Kwh. La demande en énergie des trois pays est en mesure d'absorber cette production dès la première année de mise en service de la centrale, initialement prévue en 1992. Selon les prévisions, une deuxième retenue devrait être nécessaire, pour les cinq années à venir. Les autres résultats attendus de l'aménagement de Manantali seraient de sortir de leur continentalité certaines régions du Mali, handicapées par l'insuffisance d'infrastructures de transports.

Manantali est ainsi un barrage régulateur qui devrait permettre de faire face à la demande élevée en énergie électrique au Mali comme au Sénégal. Il s'agit ainsi d'accélérer le développement économique des pays membres par la promotion dite intensive de la coopération régionale. Face à la crise énergétique, le développement accéléré des ressources hydroélectriques de la région est ainsi une priorité. Pendant une période transitoire à définir, la retenue de Manantali devrait permettre d'assurer une crue programmée dite crue artificielle, pendant les années de faible hydraulité des affluents non contrôlés que sont le Bakoye et la Falémé, au profit de la culture de décrue.

## **8.5.4 Conclusions**

Les décisions prises vont dans le sens d'une réalisation imminente d'une interconnexion en haute tension (225Kv) des réseaux nationaux du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal autour de la future centrale hydroélectrique de Manantali (200Mw). L'option monoterne à été choisie pour la ligne Manantali Tobène en 225Kv.

Pour le secteur de l'agriculture, deux actions doivent être menées parallèlement. Il s'agit en effet d'un côté de mettre en place l'ensemble des moyens techniques, institutionnels et financiers pour atteindre le rythme de développement programmé et de l'autre de déterminer les moyens et méthodes nécessaires pour accroître l'intensité culturale tout en diversifiant les cultures.

Du côté de l'élevage, le but visé est de faire bénéficier les éleveurs des progrès réalisés dans le domaine de l'agriculture par une association étroite entre ces deux branches d'activité; notamment par la mise à disposition dans la vallée des sous-produits de l'agriculture irriguée et de la fourniture d'un appoint fourrager, en saison sèche, au bétail vivant sur les parcours sahéniens.



# Liste des auteurs du présent livre et leurs contributions

1. Pirot, J.Y. and Acreman, M. 1999. Lignes directrices.
2. Acreman, M. 1999. Plaines d'inondations en Afrique: définition et fonctionnement.
3. Vernet, R. et Kane, S. 1999. Historique de l'utilisation des plaines d'inondation.
4. Acreman, M. et Bortoli, L. 1999. Evolution récente des plaines d'inondation.
5. Vincke, P.P. 1999. Planification et gestion intégrée des plaines d'inondation sahéliennes.
6. Cogels, X. 1999. Modèles prévisionnels et leur usage.
7. Sally, L. 1999. Etudes d'impact sur l'environnement.
8. Vincke, P.P. 1999. Elaboration et mise en œuvre des plans directeurs.
9. Vincke, P.P. 1999. Surveillance continue des zones inondables.
10. Ndiaye, M.D. 1999. Exemples de techniques de planification.
11. Ouadba, J.M. 1999. Description de l'environnement physique.
12. Cogels, X., Coly, S., Ndiaye, G. (1999) Hydrologie et alimentation en eau.
13. Quensière, J. 1999. Ressources halieutiques.
14. Ndiaye, P. 1999. Ressources forestières.
15. Diallo, A. 1999. Ressources fourragères.
16. Brouwer, J. 1999. Ressources agricoles.
17. Wade, A. 1999. Aspects humains.
18. Lafdal, M. Y. 1999. Impact sur la santé des populations.
19. de Boissezon, J. 1999. Choix des infrastructures et équipement.
20. Ouadba, J.M. 1999. Recherche scientifique et application des résultats.
21. Brouwer, J. 1999. Gestion de l'information.
22. Sally, H. 1999. Agriculture irriguée et agriculture de décrue.
23. Quensière, J. 1999. Pêches.
24. Dia, A.T. 1999. Elevage.
25. Dieng, N. 1999. Les ressources ligneuses.
26. Ouédraogo, M. 1999. Production d'hydro-électricité.
27. Galat Luong, A. 1999. Gestion de la diversité biologique.
28. Mullié, W. C. 1999. Gestion des équilibres et des déséquilibres écologiques.
29. Thiam, A. 1999. Gestion des équilibres et des déséquilibres écologiques.
30. Ouadba, J.M. 1999. Lutte contre les vecteurs de maladies.
31. Mullié, W. 1999. Conséquences environnementales (indésirables) des traitements.
32. Thompson, J. R. 1999. Structures de gestion des bassins versants.
33. Ndiaye, A. 1999. Structures d'appui.
34. Kouokam, R. 1999. Coordination et concertation au niveau villageois.
35. Touré, Z. 1999. Intégration des femmes.
36. Price, T. 1999. Cogestion.
37. Diallo, A.Y. 1999. Gestion des conflits.
38. Ly, I. 1999. Aspects fonciers.
39. Ly, I. 1999. Aires protégées et conventions internationales.

40. Ly, I. 1999. Principes juridiques de la gestion participative.
41. Ly, I. 1999. Nouvelle législation.
42. Gueye, B. 1999. Sensibilisation.
43. Wit, P. 1999. Formation.
44. Polet, G. 1999. Effets de la construction des barrages (Hadejia-Nguru, Nord-Est Nigeria).
45. Braund, R. et Pirot J. Y. 1999. Restauration de Waza Logone au Cameroun.
46. Hamerlynck, O. 1999. Restauration de la plaine d'inondation artificielle du parc national de Diawling en Mauritanie.
47. Torrekens, P. 1999. Vallée du fleuve Sénégal.
48. Diouf, A.M. 1999. L'aménagement du bas delta du fleuve Sénégal et la gestion du parc du Djoudj.
49. Konté, A. 1999. Programme d'optimisation de la gestion de Manantali au Mali.
50. Ouédraogo, I. 1999. La gestion de la cuvette endoréique de Sourindou-Mihity.
51. Diakité, C.H., Courel, M.F., Schilling M.A. 1999. Le delta intérieur du Niger.
52. Cogels, X. 1999. Gestion intégrée du lac de Guiers.

# Références bibliographiques classées et numérotées

1. Abemethy, C.L. and Kijne, J.W. 1994. *Managing the interactions of irrigation Systems with their environments*. IIMI, Colombo, Sri Lanka.
2. Acopam, 1996. Genre et développement: Analyse de la place de la femme.
3. ACP-UE, 1996. Initiative de recherche halieutique ACP-UE. Actes de la deuxième réunion de Dialogue sur l'Afrique Centrale et Occidentale et l'Union Européenne, Dakar, Sénégal, 22-26 avril 1996. Bruxelles, Rapport de Recherche Halieutique ACP-UE n° 2, 177pp.
4. Acreman, M.C. and Hollis G.E. 1996. *Wetlands and Water Management in sub-Saharan Africa*. IUCN, Gland, Switzerland.
5. Acreman, M.C. 1996. The IUCN Sahelian Floodplain Initiative: networking to build capacity to manage Sahelian floodplain resources sustainably. *Water Resources Development* 12(4):429-36.
6. Adams, J.G. 1965. La végétation du delta du Sénégal en Mauritanie (le cordon littoral et l'île de Thiong). Bull. IFAN (Dakar) XXVII sér. A.: 121-38 pp.
7. Adams W.M., Aminu-Kano M., 1993. *The Hadejia-Nguru Wetlands*. UICN. Vallées du Niger, ouvrage collectif, Paris.
8. Adams, W.M., Hollis, G.E. and I.A. Hadejia, 1993. Management of the river basin and irrigation in Hollis, G.E., Adams, W.M. and Aminu Kano, M. (Eds.), *The Hadejia-Nguru Wetlands: Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xviii + 244pp.
9. Adewunmi, C.O. and Marzuis, V.O. 1987. Comparative evaluation of the molluscicidal properties of aridan (*Tetrapleura tetraptera*), lapalapa pupa (*Jatropha gossypifolia*), endod (*Phytolacca dodecandra*) and bayluscide. *Fitoterapia* 58: 325-8pp.
10. Adie, F., Galat-luong A. et Galat, G. 1996. Les grands mammifères du Niokolo-badiar. Projet niokolo-badiar et Anh Galat-luong (Eds.) 100pp.
11. Ajala, M., Akujobi, C, Blum, D. et al. 1989. Evaluating water and sanitation projects: Lessons from Imo State, Nigeria. *Hlth. Polic. Plann.* 4: 40-9pp.
12. Al Bakri, A.O. 1859. Description de l'Afrique Septentrionale, texte arabe traduit par Mac Guckin de Slane, Paris, Jourdain.
13. Al Idrissi, 1969. Description de l'Afrique et de l'Espagne, traduction Dozy, R. et De Golje, M.-J., Leiden, E.J. Brill.
14. Aminu-Kano, M. 1995. *The impact of Water Resources Schemes on the Hadejia-Nguru Wetlands in Aminu Kano, M. (Ed.)*. The critical Water Resources of the Komadugu-Yobe Basin. Proceedings of a National Institute for Political and Strategic Studies and Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project workshop, Kuru, Nigeria. 101pp.
15. Amoros, C. et Petts, G.E. 1993. *Hydrosystèmesfluviaux*. Masson, Paris. 300pp.
16. Anonyme, 198 [sic]. Conseil Interministériel sur les perspectives et stratégies de développement de l'après Barrages. MPN, Rép.du Sén., novembre 1984, 121pp.
17. Anonyme, 1986. Conseil Interministériel sur l'après-Barrages. MPN, Rép. du Sénégal, juillet 1986, 62pp.
18. Anonyme, 1989. Conseil Interministériel sur l'après-Barrages. Bilan d'exécution du programme d'actions. Problèmes majeurs et perspectives. Vol. 1: exposé de m.Djibo Ka, Ministre du Plan, 59pp. Vol. 2: Annexes, 159pp. MPC, Rép. du Sénégal, janvier 1989.
19. Anonyme, 1989. Plan d'orientation pour le développement économique et social 1989-1995 (VIII<sup>e</sup> Plan), MPC, Rép. du Sénégal, Octobre 1989, 261pp.
20. Anonyme, 1990. Planification d'intervention par objectifs (PIPO). Introduction de la méthode à l'Administration Générale à la Coopération au Développement (AGCD). AGCD, mars 1990, 6 fasc.

21. Anonyme, 1991. Plan Directeur de développement intégré pour la Rive Gauche du fleuve Sénégal. GERSAR, A.GIBB, EUROCONSULT, SONED Afrique, PNUD/BIRD et MPC, Rép. du Sénégal, avril 1991, 5 vols.
22. Anonyme, 1991. Plan régional de développement sanitaire 1991-1995. République du Sénégal, Ministère de la Santé Publique et de l'Action Sociale, Région de St Louis, Région Médicale de Saint Louis, Septembre 1991, 120pp.
23. Anonyme, 1992. Adoption des accords sur l'environnement et le développement. Programme Action 21. Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED). Rio de Janeiro, 3-14 juin, 1992. 540pp.
24. Anonyme, 1992. Lettre de politique générale du secteur éducation/formation. Gouvernement du Sénégal. Novembre 1992, 8pp.
25. Anonyme, 1992. Termes de référence d'un Plan d'action foncier pour la gestion durable des ressources naturelles. UPA/MDRH, Rép. du Sénégal, (s.d), 4pp.
26. Anonyme, 1993. Compte rendu du symposium international: «Management Systems for sustainable agriculture in Sub-saharian Africa. Strategies and tools for local level environmental management development». Amsterdam, 28 Octobre au 1 Décembre 1991, Koninklijk Instituut voor de Tropen.
27. Anonyme, 1993. Plan d'action forestier du Sénégal. MDRH, Rép. du Sénégal, juin 1993, 3 volumes.
28. Anonyme, 1994. Plan quinquenal de gestion intégrée du Parc National des Oiseaux du Djoudj et de sa périphérie. Décembre 1994, 4 volumes. UICN/DPN/IBN -DLO/Station biologique de Zwillbrock.
29. Anonyme, 1994. Conseil Interministériel sur le plan directeur rive gauche. Exposé de Monsieur P.O.Sakho, Ministre de l'économie, des finances et du plan. Recommandations. Rép.Sén., MEFP, mars 1994, 20pp + 4pp., 1 annexe.
30. Anonyme, 1994. Déclaration de politique de développement agricole. Plan d'action du programme d'ajustement sectoriel agricole. Rép. du Sén., MA, 1<sup>er</sup> avril 1994, 42pp.
31. Anonyme, 1994. Etude du plan directeur de santé pour le bassin du fleuve Sénégal. OMVS/USAID: WASH, août 1994, 64pp.
32. Anonyme, 1994. Principes directeurs pour un peuplement et un développement durables dans la zone du programme de lutte contre l'onchocercose. Réunion ministérielle sur le peuplement et développement durable de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest, PNUD/FAO/OMS/BM, Paris, 12-14 avril 1994, 13pp.
33. Anonyme, 1994. Rapport National: la problématique foncière et la décentralisation de la gestion des ressources naturelles au Sénégal. Document présenté à la conférence régionale sur le foncier et la décentralisation. Praia, 20-24 juin 1994. Document rédigé en groupe de travail. Rép. du Sén./MA/CONACILSS, mai 1994, 60pp, Annexes.
34. Anonyme, 1994. Réhabilitation des zones libérées de l'Onchocercose. Communication du Sénégal à la Réunion ministérielle sur le peuplement et développement durable de la zone du Programme de lutte contre l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest, PNUD/FAO/OMS/BM, Paris, 12-14 avril 1994, 7pp., 3 annexes.
35. Anonyme, 1995. Méthodologie pour la mise en œuvre d'une stratégie environnementale dans la vallée du fleuve. Rép. du Sénégal, Ministère de l'économie, des finances et du plan, Cellule après barrages/ Bureau d'Etudes GM/ Namur (Av. Reine Astrid, 14, B-5000 Belgique), juillet 1995.
36. Anonyme, 1995. Plan d'action foncier pour la gestion durable des ressources naturelles. Rapport intérimaire. Tome 1, 104pp., Tome 2, 107pp., 3 annexes, mai 1995.
37. Anonyme, 1995. Processus d'élaboration du Plan National d'Actions pour l'environnement. Rép. du Sénégal, Ministère de l'environnement et de la protection de la nature, CONSERE, 170pp., février 1995.
38. Antipa, L. 1910. Regiunea inundabila a Dunarii. Starea ei actuala si mijloacele de a pune in valoare. Bucharest Roumanie, 318pp.
39. Asian Development Bank, 1987. *Environmental guidelines for irrigation projects*. ADB, Manila, Philippines.
40. B.M. et al. Valorisation de la productivité des femmes dans l'agriculture et l'amélioration de la gestion des ressources naturelles: Cas du Burkina Faso
41. Ba, A.T., Cogels, X., Doyen, A., Niang, C.I., Singleton, M., Tibesar, A., Vincke, P.P. et Wane O. 1983. *Le lac de Guiers: problématique d'environnement et de développement*. AGCD/ISE, 506pp.

42. Baba, M.L.O. and Hamerlynck, O. 1997. Water management in the Senegal river delta. *IUCN Wetlands Newsletter* **15**: 8-12pp.
43. Babu, G.R. and Rao, P.V. 1985. Effect of copper sulphate on respiration, electron transport, and redox potential in the digestive gland of the snail host, *Lymnaea luteola*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **34**: 396-402pp.
44. Badji, A.B. 1994-95. *Milieux naturels et Environnement. Evolution des relations entre le Parc National des Oiseaux du Djoudj et les populations locales: vers une forme durable de gestion des ressources naturelles*. Mémoire de Maîtrise. Section de géographie. Université de Saint-Louis. 103pp + annexes.
45. Baillargeat, J. 1964. Hydrologie du Delta du Sénégal. Rive droite du fleuve. Rapport de synthèse des campagnes 1961, 62, 63, entre Rosso et Saint Louis. Sogréah, Grenoble pp [sic].
46. Bakyono, L. 1997. Genre et développement in [sic] module de formation destiné aux professeurs et élèves-professeurs de l'enseignement secondaire, Ouagadougou.
47. Baldé, D. *et al.* 1994. Plan Quinquennal de gestion intégrée du parc national des oiseaux du Djoudj et de sa périphérie. Vol. 2: Principes directeurs UICN Sénégal; 73pp.
48. Baldé D. *et al.* 1994, Décembre. *Plan Quinquennal de gestion intégrée du Parc National des Oiseaux du Djoudj et de sa périphérie*. Vol 1 : Document de synthèse. UICN Sénégal, 48pp.
49. Baldé D. *et al.* 1994, Juin. *Plan Quinquennal de gestion intégrée du Parc National des Oiseaux du Djoudj et de sa périphérie*. Vol 4: Etudes de cas sur la situation socio-économique des villages riverains du PNOD: une application de la méthode active de recherche et de planification participative (MARF). UICN Sénégal, 75pp.
50. Banque Mondiale, 1997. Rapport annuel.
51. Banque Mondiale, 1994. *L'expérience de la Banque Mondiale dans le domaine des investissements dans les ressources en eau*. Document de politique générale en eau. BM/BIRD, Washington D.C. 160pp.
52. Barakat, R., Farghaly, A., El-Sawy, M.F., Soliman, N.K., Duncan, J., Zaki, A. and De Wolfe-Miller, F. 1993. An epidemiological assessment of *Ambrosia maritima* on the transmission of schistosomiasis in the Egyptian Nile Delta. *Trop. Med. Parasitol.* **44**: 181-86pp.
53. Barbier, E.B., Acreman, M. and Duncan, K. 1997. *Economic Valuation of Wetlands*. IUCN, Gland, Switzerland and Ramsar Convention Bureau, 127pp.
54. Barbier, E.B., Adams, W.M. and Kimmage, K. 1993. An economic valuation of wetland benefits. In: *The Hadejia-Nguru Wetlands. Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland*, G.E. Hollis, W.M. Adams, M. Aminu-Kano (Eds.). IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK. Pp.191-209.
55. Barbier, E.B., Adams, W.M. and Kimmage, K. 1991. *Economie Evaluation of Wetland Benefits: The Hadejia-Jama'are Floodplain, Nigeria*. London Environmental Economics Centre Discussion Paper DP 91-02. International Institute for Environment and Development, London.
56. Bard, F.X., Guiral, D., Amon Kothias, J.B. et Koffi Ph. K. 1991. Synthèse des travaux effectués au CRO sur les végétations envahissantes flottantes (1985-1990). Propositions et recommandations. J. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan Vol. I, n°2, Novembre 1991: 1-8pp.
57. Barry, B. 1985. *Le royaume du Walo. Le Sénégal avant la conquête*. Deuxième édition. Karthala, Paris 421pp.
58. Bayley, P.B. 1995. Understanding large river-floodplain ecosystems. *Bioscience* **45(3)**: 153-158pp.
59. Bdpa - Scetagri [sic] *et al.* *Etude des problèmes d'environnement et de protection des milieux naturels dans le delta du fleuve Sénégal (5 tomes)*.
60. Beath ingénieurs - conseils, 1995. *Gestion des ressources en eau en Mauritanie*. Beath ingénieurs - conseils.
61. Becker, C. et Martin, V. 1974. Deux vestiges proto-historiques et Occupation humaine au Sénégal, *Annales de Démographie historique*, 403-24pp.
62. Benech, V. et Quensière, J. 1987. *Dynamique des peuplements ichtyologiques de la région du lac Tchad (1966-1978) - Influence de la sécheresse sahélienne*. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Lille, Sci. et Tech., Lille-flandes-arts, 658pp.
63. Bennet, F.D. 1974. Biological control. In: *Aquatic vegetation and its use and control*. UNESCO Paris: 99-106pp.

64. Berkes, F. 1993. *Common property resources: ecology and community-based sustainable development*. Belhaven Press, Londre. 326pp.
65. Bernacsek, G. 1984. CIFA Technical Paper 11.
66. Berthé, A.L. *et al.* 1991. Profil d'environnement Mali-Sud.
67. Berthomé, E. et Gillet, T. 1994. Mars. Le développement local à Ross-Béthio. Résultats de la démarche de planification animée par le Conseil Rural de Ross-Béthio avec l'appui du CIEPAC. CIEPAC, 84pp + annexes.
68. Beverton, R.J.H. and Holt, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Minist. Agric. Fish. Invest. Ser. II, XIX London: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationery Office, UK. 533pp.
69. Bibby, Burgess, C.D. and Hill, D. 1992. Bird census techniques. Academic Press, London.
70. Biroe, 1992-1994. Les dénombrements internationaux d'oiseaux d'eau en Afrique (adress: [sic])
71. Biroe, Slimbridge, Gloucester, (gl2 7 bx grand bretagne) [sic] (Eds), Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Smithsonian University Press. 364pp.
72. Biswas, A.K. 1990. Objectives and concepts of Environmentally-Sound Water Management in Thanh, N.C. and Biswas, A.K. (Eds.) Environmentally-Sound Water Management, Oxford University Press, Delhi, India, 30-58pp.
73. Bocoum, H. 1986. Recherches sur le Tekrou, Etude de la chaîne opératoire. In: Les Annales de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de l'Université de Dakar.
74. Boissezon, J. de 1996, juillet. Parc national du Diawling: étude de faisabilité. CFD /UICN.
75. Boissezon, J. de 1995. Barrage de bagre étude d'impact sur l'environnement DANIDA.
76. Boissezon, J. de 1994. Mission d'assistance au Parc National du Diawling. UICN, Nouakchott. 41 pp
77. Bosc, P.M., Dollé V., Garin, P. et Yung, J.M. 1993. *Le développement agricole au Sahel*. Tome I Milieux et défis Montpellier, CIRAD, France. 343pp.
78. Bosc, P.M., Dollé, V., Garin, P. et Yung, J.M. 1993. *Le développement agricole au Sahel*. Tome II Recherches et techniques Montpellier, CIRAD, France. 366pp.
79. Boulègue, J. 1968. La Sénégambie du milieu du XVIème au début du XVIIème siècle, Paris, thèse de doctorat, Université Paris I, 319pp.
80. Bousquet, B. 1984. Méthodes et techniques de dénombrement des ongulés sauvages en savane. Engref. 124pp. Multigr.
81. Boutillier, J.L. 1989. Irrigation et Problématique foncière dans la Vallée du Sénégal. Cahiers des Sciences Humaines, 25/4, 469-88pp.
82. Breuil, C. et Quensière, J. 1995. Eléments d'une politique de développement durable des pêches et de la pisciculture. FAO. MLI /91/05-Pamos/Volet Pêches. Rome, sept. 1995, 70pp. multigr.
83. Breuil, C, Quensière J. et Cacaud P. 1996. Proposition de politique des pêches et de la pisciculture. FAO. MLI /91/05-Pamos/Volet Pêches. Rome dec. 1996, 65pp. multigr.
84. Brouwer, J. et Boum, J. 1997. La variabilité du sol et de la croissance des cultures au Sahel; points saillants de la recherche (1990-95) au Centre sahélien de l'ICRISAT Wageningen; Pays-Bas, landbouwniversiteit Wageningen, 48pp.
85. Brouwer, J. et Mullié, W.C. 1994. Potentialités pour l'agriculture, l'élevage, la pêche, la collecte des produits naturels et la chasse dans les zones humides du Niger. In: Atelier sur les zones humides du Niger. Proceedings of a workshop, 2-5 novembre 1994, la tapoa/parc du w, Niger. P. Kristensen (Ed.). IUCN-Niger. pp.27-51. [English version available: The potential of wetlands in Niger for agriculture, livestock, fisheries, natural products and hunting]
86. Brouwer, J. and Ouattara, M. 1995. Interactions between wetlands and surrounding drylands in the Sahel: a key to sustainable use. Paper presented at the meeting of IUCN's Sahelian floodplain initiative, Dakar, Sénégal, 21-24 May 1995. 16pp.
87. Brouwer, J. and Mullié, W.C. 1996. Case Study: the Sahel. In: M.G. Oquist, B.O. Svensson, P. Groffman and M. Taylor. *Non-tidal wetlands*. Chapter 6 of climate change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Contribution of working group ii to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York. 215-239pp.

88. Brown, I. [sic] H., Fry, C.H., Keith, S., Newman, K. and Urban, E.K. 1982. *Onwards. The birds of Africa. Vols I-IV.* Academic Press, London.
89. Bruggers, R.L., Jaeger, M.M., Keith, J.O., Hegdal, P.L., Bourassa, J.B., Latigo, A.A. and Gillis J.N. 1989. Impact of fenthion on non-target birds during *Quelea* control in Kenya. *Wildl. Soc. Bull.* **17**: 149-160pp.
90. Bruggers, R.L. and Elliott, C.C.H. 1989. *Quelea quelea, Africa's birdpest.* Oxford University Press, Oxford, 402pp.
91. Brunel, J.P. et Bouron, B. 1992. *Evaporation des nappes d'eau libre en Afrique sahélienne et tropicale.* CIEH, Orstom.
92. Burton, J. and Boisvert, I. 1991. *Seminar on river ecosystem management.* Agence de coopération culturelle et technique/st.lawrence centre-environment canada/gestion nord. Ministry of Supply and Services, Canada. 127pp. Also available in French.
93. Burton J., 1995. *Seminars in river ecosystem management (1992-1993).* Agence de coopération culturelle et technique/St. Lawrence centre-environment canada/gestion nord. Ministry of Supply and Services, Canada. 101pp. Also available in French.
94. Cabinet Panaudit, 1996. *Plan d'action foncier pour la gestion durable des ressources naturelles au Sénégal.* Dakar, Sénégal, 92pp.
95. Cacaud, P. 1997. *Mali: analyse des cadres institutionnels et juridiques et mécanismes de gestion participative de la pêche.* FAO. MLI /91/05-Pamos/Volet Pêches. Rome, mars 1997, 45pp. multigr.
96. Calumpang, S.M.F., Medina, M.J.B., Tejada, A.W. et Medina, J.R. 1995. Environmental impact of two molluscicides: Niclosamide and metaldehyde in a rice paddy ecosystem. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **55**:494-501.
97. Carbonnel, J.P. et Hubert, P. La sécheresse en Afrique.
98. Carrar, O. *et al.* 1995. Découverte de la faune sauvage au Sénégal. Rapport de stage. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
99. Carter Center, 1996. Eradicating Guinea Worm Disease. CARTER\_CENTER/PUBS/G2000/g2-guine.htm.
100. Caverivière, M., Débène, M. 1988. Droit Foncier Sénégalais, Berger-Levrault.
101. Cédéao et Bad, 1995. *Lutte contre les végétaux flottants dans les pays membres de la CEDEAO.* Projet de rapport final BAD/Euroconsult, vol. 2, np.
102. Chaman, D., 1994. *Water Quality Assessments.* UNESCO, WHO, UNEP, 585pp.
103. Chamard, Ph.-C, Courel, M.-F., Ducouso, M., Gaudin, J., Husberg, T., Leterrier, E. 1990. Etude par télédétection du Delta Central du Niger, un complexe humide au cœur du Sahel malien. Poster présenté au colloque du Ministère de la Recherche, 12-13 décembre 1990.
104. Chamard, Ph.-C, Courel, M.-F., Guenegou, M.-C, le Rhun, J., Levasseur, J. E., Togola, M. 1991. Utilisation des bandes spectrales du vert et du rouge pour une meilleure évaluation des formations végétales actives. Actes du congrès AUPELF/UREF, Télédétection appliquée à la cartographie, Sherbrooke, Presse de l'Université du Québec, 1993 pp.203-209 + 6pl.ht.
105. Chamard, Ph.-C, Courel, M.-F, LE Rhun, J., Jacqueminet, C, Togola M. 1992. Evolution des paysages dans le Delta Central du Niger (Mali) depuis 25 ans. Journées du groupe "Ecologie du paysage", Société Française d'Ecologie, Malzeville, CNEVA, 25-26 juin 1992.
106. Chamard, Ph.-C, Courel, M.-F, LE Rhun, J., Jacqueminet, C, Togola M. 1992. *Le Delta Central du Niger: Un hydrosystème menacé. 5<sup>e</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Dijon, 16-18 septembre 1992.* Publication l'AIC, vol. 5, Aix-en-Provence. Pp.43-52.
107. Chamard, Ph.-C, Courel, M.-F, LE Rhun, J., Jacqueminet, C, Togola, M. 1992. Les prairies aquatiques du Delta Central du Niger au Mali: discrimination des unités fourragères et variables de production accessibles par la télédétection. Colloque "Les applications de la Télédétection au suivi et à la gestion des ressources pastorales au Sahel". Centre AGRHYMET, Niamey, 2-6 nov. 1992.
108. Chamard, Ph.-C, Courel, M.-F, LE Rhun, J., Jacqueminet, C, Togola, M. 1992. Utilisation de la Télédétection pour une meilleure connaissance des écosystèmes sensibles: cas du Delta Central du Niger au Mali. IGN International, Forum CARTEL 92, Libreville, 30 nov.-4 déc. 1992.
109. Chamard, Ph.-C, Courel M.-F, LE Rhun, J., Jacqueminet, C, Togola, M. 1993. Evolution récente d'un hydrosystème continental: le Delta intérieur du Niger au Mali. Journées du programme

- CNRS/ORSTOM, Lyon, 13-15 janvier 1993.
110. Chavance, B.A. 1985. Villages de l'Ancien Tekrou, Karthala-C.R.-A.
  111. Cheikh, A.W., Ould et Kane 1997. In: Colas, F. (éd. scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier.
  112. Cheke, R.A. 1990. A migrant pest in the Sahel: the Senegalese grasshopper *Oedaleus senegalensis*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B328*: 539-553
  113. Clement, R. 1949. Les pâturages peuls. Etude consacrée aux pâturages de la subdivision de Mopti (Mali) dactylographié, Archives Nationales du Mali, Koulouba ID, 1940 537pp.
  114. Colins *et al.* 1983. Analyse régionale de l'érosion du cap des trois pointes.
  115. Collins F.H. and Paskewitz S.M.1995. Malaria: current and future prospects for control. *Annu. Rev. Entomol.* **40**: 195-219.
  116. Coly, A. 1996. Les aspects institutionnels et les niveaux de gestion des ressources en eau in " Le système fluvio-lacustre du Guiers: étude hydrologique et gestion quantitative intégrée " Thèse de doctorat troisième cycle en géographie. Université Cheikh A. DIOP, Faculté des lettres et sciences humaines, département de géographie, 308pp. + table des matières + annexes.
  117. Comité National Agrhymet, 1985. Rapport de synthèse agrométéorologique et hydrologique de la campagne 1985/1986. Dakar.
  118. Coopération Canadienne. Un autre genre de développement: Un guide pratique des rapports. Coopération Suisse/Programme Femmes Niger, Genre et développement: Une approche Nigérienne.
  119. Courel, M.-F, Chamard, Ph.-C, Togola, M. et Adesir, M. Espace partagé et partage des ressources dans le Kotiya. Delta Central du Niger. Mali. Acte du colloque "Dynamiques sociales et environnement" (Bordeaux, 11-13 septembre 1996), sous presse.
  120. Courel, M.-F., Sall, P., Grell, H., Zoungrana, L, Toure, I.-A., 1992. Rapport final du Séminaire-Bilan sur les recherches relatives au sylvo-pastoralisme au Sahel, Dakar, EISMV, 7-12 mai.
  121. Courel, M.-F., Chamard, Ph.-C, LE Rhun, J., Jacqueminet, C, Togola, M. 1992 Bilan de 25 ans de déficit hydrologique dans le Delta Central du Niger; conséquences sur les ressources agro-sylvo-pastorales. Séminaire Bilan sur les recherches relatives au sylvo-pastoralisme au Sahel, Dakar, EISMV 7-12 mai, 16pp.
  122. Courel, M.-F. *et al.* 1990. Le Delta Central du Niger, un complexe humide au cœur du Sahel malien. Actes du colloque du Ministère de la Recherche: "LA GEOGRAPHIE" Paris 12-13 décembre 1990.
  123. Crousse, B., Mathieu, P. et Seck S. M. 1991. La vallée du fleuve du Sénégal: évaluation et perspectives d'une décennie d'aménagements. Karthala 380pp.
  124. Cuoq, J.M. 1975. Recueil des sources Arabes concernant l'Afrique du VIIème au XVème siècle, Bilad al Sudan, Paris, Ed. CNRS, 490pp.
  125. D.I.W.I. G. Esquisse pastorale et Esquisse de la transhumance de la région du Gourma. Rapports.
  126. Daget, J. 1949. La pêche dans le Delta Central du Niger. *Journal de la Société des Africanistes.* **19(1)**: 1-79.
  127. Daget, J. 1954. Les poissons du niger supérieur. Dakar, bull. Ifan, ser. A,14(1): 191-225.
  128. Dancette, C, Dintiger, J. et Marti, A. 1994. *Cultures irriguées dans la vallée du fleuve Sénégal.* CIRAD, Montpellier, France. 420pp.
  129. De Leeuw, P.N. et Diallo, A. 1983. Conditions de pâturage et de nutrition in Recherche sur les zones arides du Mali: Résultats préliminaires, CIPEA, Rapport de recherche n°5.
  130. Dear, 1996. Contexte de la production agricole dans la vallée et le delta de 1990/91.
  131. Decamps, H. et Izard, M. 1992. L'approche multiscalaire des paysages fluviaux, in Auger P., Baudry, J., Fournier, F. Hiérarchies et échelles en écologie. Paris. Naturalia (ACCCT, Ministère de l'Environnement - Scope): 115-125.
  132. Décret N° 96-103 modifiant décret n°.89-775 du 30 juin 1989 fixant les modalités d'intervention des organisations non gouvernementales (ONG).
  133. Dejoux, C. 1988. La pollution des eaux continentales africaines. Expériences acquises, situation actuelle et perspectives. Editions de l'ORSTOM, collection Travaux et Documents n°.213, Paris, 513pp.



134. Dejoux, C. 1990. Conséquences ecotoxicologiques de la lutte antivectorielle en pays tropicaux: la situation des milieux lotiques africains. *The Science of the Total Environment* 97/98: 799-813.
135. Delft Hydraulics, 1994. Waza Logone flood restoration Study.
136. Dembélé, F. 1990. Contribution à l'étude comportement et de la satisfaction alimentaire des ruminants (bovins, ovins et caprins) sur les parcours naturels autour de la mare de Gossi (Gourma), mémoire de fin d'étude.
137. Diagana, C.H. 1997. Premières observations sur l'écologie du peuplement ichtyologique de la zone inondée et de l'estuaire du Parc National du Diawling (Mauritanie). In: Colas, F. (éd. Scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier: 135-142.
138. Diallo, A. 1978. Transhumance: Comportement, nutrition et productivité d'un troupeau zébus de Diafarabé. GPS Bamako.
139. Diarra, N. 1998. Communication personnelle: espèces végétales des zones inondées de Sanzana, Mali-Sud.
140. Diawara, Y. 1997. Formations morphopédologiques et les unités floristiques du bas-delta mauritanien. In: Colas, F. (éd. Scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier: 47-52.
141. Dième, C. *et al.* 1995, juillet. Impact du tourisme sur l'environnement: l'exemple du Parc National des Oiseaux du Djoudj. Rapport du stage. Section de Géographie. Université de Saint-Louis. 12pp + annexes.
142. Dieng, P.M. 1996, juillet. Aspects juridiques de la gestion des zones humides au Sénégal. In Séminaire de sensibilisation des décideurs en gestion des zones humides destiné aux parlementaires et élus locaux. Toubacouta UICN Sénégal. Réseau Zones Humides, 7pp.
143. Diouf, M. 1996, juillet. Relations entre acteurs des zones humides. Conflits et gestion des conflits liés à l'utilisation des zones humides destiné aux parlementaires et élus locaux. Toubacouta. UICN/Sénégal, Réseau Zones Humides, 18pp.
144. Diouf, P.S. and Albaret, J.J. 1996. Tilapia culture in the Senegal River Basin and the causes of its failure. Pp. 488-499. In: Pullin, R.S.V., Lazard, J., Amon Kothias J.B. and Pauly D. (Eds.). *The Third International Symposium on Tilapia Aquaculture*. ICLARM Conf. Proc. 41, 575pp.
145. Dixon, J.A., Talbot, L.M. and le Moigne, G. 1989. *Dams and the environment - considerations in World Bank projects*. World Bank Technical Paper N 110, World Bank, Washington D.C. USA.
146. Diyam, 1986. *Dindima Transfer Planning Report, Federal Ministry of Agriculture*. 3 volumes. Water Resources and Rural Development, Nigeria.
147. Dorst, J., Dandelot, P. 1970. *A fieldguide to the larger mammals of Africa*. Collins,. St James Place, London.
148. Dorst, J., Dandelot, P. 1972. *Guide des grands mammifères d'Afrique*. Delachaux et Nestlé. Neuchatel. 286pp.
149. Drijver, C.A. *et al.* Working with Nature: local fishery management on the Logone floodplain in Chad and Cameroon. In: van den Breemer J.P.M. *et al.* 1995. *Local Resource Management in Africa*. Wiley and Sons Ltd.
150. Drijver, C.A. and Marchand, M. 1985. *Taming the floods. Environmental aspects of floodplain development in Africa*. Centre d'études de l'environnement, Université d'état à Leyden, Pays bas. 80pp. + annexes.
151. Drijver, C.A. et van Wetten, J.C.J. 1994. *Les zones humides sahéliennes à l'Horizon 2020*.
152. Drijver, C.A. and van Wetten, J.C.J. (Eds.), 1992. *Sahel Wetlands 2020: Changing development policies or losing Sahel's best resources*. Centre of Environmental Science, University of Leiden, The Netherlands.
153. Drijver, C.A. et van Wetten, J.C.J. 1992. Modifier les politiques d'un développement.
154. Dugan, P.J. 1992. *La conservation des zones humides. Problèmes actuels et mesures à prendre*. UICN, 99pp.
155. Durand, J.M. Ouvrages en gabions. Cemagref/CIEH.
156. Durand, J.M. Petits barrage en terre et en enrochement. Cemagref/CIEH.
157. Durand, J.R. 1978. Biologie et dynamique des populations d'alestes baremoze (poissons, characidae) du bassin tchadien. ORSTOM, travaux et documents, 98, 332pp.

158. Eier. Cours d'hydraulique fluviale, d'irrigation et de barrages.
159. El Hacén, O.M., Baba, M.L., Ould et Hamerlynck O. 1997. Le Chatt Boul, site menacé. UICN réseau ouest-africain de planification côtière, Bubaque Guinea Bissau. 6pp.
160. Elliott, C.C.H. 1979. The harvest time method as a means of avoiding *Quelea* damage to irrigated rice in Chad/Cameroun. *J. Appl. Ecol.* **16**: 23-35.
161. El-Sawy, M.F., Duncan, J. and De C. Marshall, T.F. 1983. The molluscicidal properties of *Ambrosia maritima* L. (Compositae). 1. Design for a molluscicide field trial. *Trop. Med. Parasitol.* **34**: 11-14.
162. Engelhard, P. et Ben Abdallah, T. 1986. Enjeux de l'après-barrage Dakar, Sénégal, ENDA, 632pp.
163. Esrey, S.A., Potash, J.B., Roberts, L. and Shiff, C. 1991. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bull. WHO* **69**: 609-621.
164. Etscher. Diagnostic de l'aménagement des bas fonds. Fournier.
165. Everts, J.W. and Koeman, J.H. 1987. The ecological impact of insecticides in connection to the control of tsetse flies in Africa: A review. pp.49-56 In: Cavalloro, R. (Ed.). *Integrated tse-tsefly control: methods and strategies*. Balkema, Rotterdam.
166. Everts, J.W. (Ed.) 1990. Environmental effects of chemical locust and grasshopper control. A pilot Study. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 277pp.
167. Everts, J.W., Mbaye, D. et Barry, O. (Eds.) 1997. Effet de la lutte antiacridienne sur l'environnement, Tome 1. Dakar, FAO Projet Locustox, 278pp.
168. Everts, J.W., Mbaye, D., Barry, O. et Mullié, W.C., (Eds.) (in press). Effet de la lutte antiacridienne sur l'environnement, Tome 3. Dakar, FAO Projet Locustox.
169. Everts J.W., Mbaye D., Barry O. et Mullié W.C. (Eds.) 1998. Effet de la lutte antiacridienne sur l'environnement, Tome 2. Dakar, FAO Projet Locustox, 198pp.
170. FAO, 1973. Cartes d'occupation des sols.
171. FAO, 1991. Les femmes dans le développement agricole/Plan d'action de la FAO; Rome.
172. FAO, (in press). Pesticide Referee Group; Evaluation of field trial data on the efficacy and selectivity of insecticides on locusts and grasshoppers. Rome, FAO.
173. FAO, 1987. Thematic Evaluation of aquaculture. Joint Study by UNDP, Norwegian Ministry of Development Cooperation, Rome, FAO, 85pp + annexes.
174. FAO, 1996. Crues et apports. Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et [sic].
175. FAO, 1998. Guidelines to Integrated Coastal Area Management and Agriculture, Forestry and Fisheries.
176. FAO/FTTP. La gestion alternative des conflits (GAC) liés aux ressources naturelles: analyse du cadre juridique et institutionnel en vigueur au Sénégal, Rapport final de consultants, Dakar, décembre 1997, 50pp.
177. Farnsworth, N.R., Henderson, T.O. and Soejarto, D.D. 1987. Plants with potential molluscicidal activity. pp. 131-204 In: KE Mott (Ed.) *Plant molluscicides*. UNDP/World Bank/WHO, John Wiley and Sons Ltd, Chichester.
178. Fay C, 1989. Sacrifices, prix du sang, «eau du maître»: fondation des territoires de pêche dans le Delta central du Niger (Mali). Systèmes halieutiques et espaces de pouvoir: transformation des droits et des pratiques de pêche dans le Delta Central du Niger (Mali). *Cahiers des Sciences Humaines*, **25 (1-2)**: 159-176 et 213-236.
179. Fay, C. 1991. La production de pêche dans le Delta central du Niger (Mali): systèmes de perception et d'appropriation des territoires. In Durand, J.R., Lemoalle, J., et Weber, J. (Eds.) *La recherche face à la pêche artisanale*. Paris, Orstom. II: 881-888.
180. Fay, C. 1993. Repères technologiques et repères d'identité chez les pêcheurs du Macina (Mali), in Jolivet, M.J. et Rey-Ulman D. (Eds.), *Jeux d'identité: études comparatives à partir de la Caraïbe*. Paris, L'Harmattan: 167-202.
181. Fournier, O. et Smit 1981. Effets des aménagements hydro-agricoles du fleuve Sénégal sur l'écosystème du delta, particulièrement sur le Parc National des Oiseaux du Djoudj. UNESCO-Division des Sciences écologiques, 60pp.
182. François, J., Rivas, A. et Compère, R. 1989. Le pâturage semi-aquatique à *Echinochloa stagnina*. In: BEAUV, P. [sic]. *Etude approfondie de la plante «Bourgou» et des bourgoutières situées en zones lacustres du Mali*.

183. Friend 1997. Third report: 1994-1997; Cémagref.
184. Fry, F.E.J. 1947. Statistics of lake trout fisheries. *Biometrics* **5**: 27-67.
185. Gac, J.Y., Carn, M. et Sao, J.L. 1986. L'invasion marine dans la vallée du Sénégal. *Rev. Hydrobiol. Trop.***1**:3-17.
186. Gac, J.Y., Kane, A. et Monteillet, J. 1982. Migrations de l'embouchure du fleuve Sénégal depuis 1850. Cah. ORSTOM, sér. Géol. XII, N° 1, 1981-1982: 73-75.
187. Gadelle. Approfondissement des mares au Mali.
188. Galat, G., Pichon, G., Galat-luong, A., Mbaye, M. 1996. *Densités, Effectifs, répartition géographique et évolution annuelle 1990-1995 des Populations diurnes de quinze espèces de mammifères et oiseau du parc National du niokolo koba, Sénégal*. Direction des parcs nationaux - ORSTOM, Dakar. 60pp.
189. Gannet, F. 1986. Etude de factibilité pour la création d'un estuaire artificiel dans le bas-delta mauritanien. 66pp + 165pp annexes.
190. Gardiner, J.L. 1994. Sustainable Development for River Catchments. *Journal of Institution of Water and Environmental Management* **8**: 308-319.
191. Giri, J. 1983. Le Sahel demain: Catastrophe ou Renaissance, Paris, Ed. Karthala.
192. Gordon, H.S. 1953. An economic approach of the optimum utilisation of fishery resources. *J. Fish. Res. Board Can.* **10**: 442-457.
193. Gordon, H.S. 1954. The economic theory of a common-property resource: the fishery. *J. Polit. Econ.* **62**:124-142.
194. Goujard, S. 1992. Vers l'élaboration d'une stratégie de réconciliation entre le Parc National des Oiseaux du Djoudj (Sénégal) et les populations vivant à sa périphérie. Mémoire de DESS. Université de Rennes 1, 122pp.
195. Greenwood, P.H. 1976. Lake George, Uganda. *Philos. Trans. R. Soc. London (b. Biol. Sri.)*, 274: 375-391.
196. Griaule, M. 1949. L'agriculture rituelle des bozo. *Journal de la société des Africanistes* 1.19.
197. Guiral, D. 1993. Situation, étude et contrôle des végétations aquatiques dans le parc national du Djoudj (Sénégal). Rapport mission Djoudj 2 au 18 décembre 1993, ORSTOM, MONTPELLIER, 33pp.
198. Guissou, T.. Problématique foncière et gestion rationnelle de l'espace pastoral: étude de cas: l'unité pastorale de Koutiaba dans la zone du projet de développement de l'élevage au Sénégal Oriental (PDESO), mémoire de cours post universitaire en aména.
199. Haltenorth, T. et Diller, H. 1985. Mammifères d'Afrique et Madagascar. Delauchaux et Nieslé [sic], Neuchâtel.
200. Hamada, M. et Jing, S. 1997. Etude de la prévalence des maladies parasitaires au Trarza. CHN, Nouakchott, Mauritanie.
201. Hamady, Y., Daniaud, S. et Crobu, L. 1995. Enquête sur les schistosomiasés dans le sud Brakna. Centre National d'Hygiène. Ministère de la Santé et Affaires sociales.
202. Hamerlynck, O. et Cazottes, F. 1998. Le Parc National du Diawling: Infrastructures hydrauliques pour la restauration d'une plaine d'inondation et la création d'un estuaire artificiel. *Sud-Sciences et Technologies. Bulletin semestriel de l'Ecole Inter-états d'Ingénieurs de l'Équipement Rural, Ouagadougou*, 1: 28-38.
203. Hamerlynck, O. 1996. Plan de Gestion du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique 1996-2001. UICN PND, Nouakchott, 63pp.
204. Hamerlynck, O., Samba, E. Ould, Messaoud B., Ould et Diagana, C.H. 1997. Valeurs ornithologiques du bas-delta mauritanien. In: Colas F. (éd. scient.). *Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie*. CIRAD, Montpellier: 57- 63.
205. Hiernaux, P. et Diarra, L. 1982. Pâturage de la zone d'inondation du Niger in *Recherche sur les systèmes des zones arides du Mali: Résultats préliminaires*, CIPEA , Rapport de recherche n°5.
206. Hnwcp and Nipss [sic], 1993. *Workshop on the Management of the Water Resources of the Komadugu-Yobe Basin*. Kuru, Nigeria. 45pp.
207. Hollis, G.E., Penson and Thompson, J.R. 1993. Water resource developments and their hydrological impacts. In: Hollis, G.E., Adams, W.M. and Aminu Kano, M. 1993, *The Hadejia-Nguru Wetlands: Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xviii +244pp.

208. Hollis, G.E., 1996. Hydrological inputs to management policy for the Senegal River and its floodplain. In: Acreman, M.C. and Hollis, G.E., *Water management and Wetlands in Sub-Saharan Africa*. IUCN, Gland and Cambridge, pp.75-84.
209. Hollis, G.E., Adams, W.M. and Aminu-Kano, M. 1993. *The Hadejia-Nguru Wetlands: Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xviii +244pp.
210. Hollis, G.E., Penson, S.J., Thompson, J.R and Sule, A.R. 1993. Hydrology of the river Basin. In: Hollis, G.E., Adams, W.M. and Aminu Kano, M. 1993, *The Hadejia-Nguru Wetlands: Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xviii +244pp.
211. Hollis, G.E. 1992. The Hydrological Functions of Wetlands and their Management. In: Gerakis P.A. (Ed.) *Conservation and Management of Greek Wetlands*. Proceedings of a Greek Wetlands Workshop, Thessaloniki, Greece 17-21 April 1989. IUCN, Gland, Switzerland. pp.9-60.
212. Hopkins, D.R., 1994-1996. Revue des programmes d'éradication du ver de Guinée. CDC, Global 2000, Centre Carter, UNICEF, PNUD, OMS. Dakar, Yaoundé, Nairobi.
213. Hugot, H.J. 1974. Recherches préhistoriques dans si'Ahaggar [sic] nord-occidental, Paris, CNRS.
214. Hutchinson, C.F., Warshall, P., Arnould, E.J. and Kindler, J. 1992. Development in arid lands. Lessons from lake Chad. *Environment* **34(6)**: Pp. 16-20 and pp.40-43.
215. Ier/Institut Royal des Tropiques 1991. Profil d'environnement Mali-Sud, Etude des ressources naturelles et potentialités du développement.
216. Iimi 1990. Bulletin du réseau «Irrigation en Afrique de l'Ouest»; N°O(Juillet 1990), N°01 ( Juin 1991) et N°05 ( Février 1995).
217. Inglès, J. 1995. La trajectoire historique de l'OMVS au travers de la succession des logiques de développement du fleuve Sénégal. Document de travail ORSTOM.
218. International Institute for Environment and Development and Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project (in press). Hidden Harvest Hadejia-Nguru Wetlands Case Study Workshop, London, UK.
219. International Water Resources Association (IWRA) 1991. Statement on water, environment and development, Water International 16, pp.243-246.
220. Ipd/Aos [sic] 1996. Livret pédagogique sur le module division sexuelle des tâches et des responsabilités et son impact sur la santé des femmes, Ouagadougou, 58pp.
221. Jacquemine, C. 1992. Mise en évidence des mutations du paysage agraire dans le Delta intérieur du Niger au Mali par la télédétection. 5è colloque de l'Association Internationale de climatologie, Dijon, 16-18 septembre 1992, Publication l'AIC, vol.5, Aix-en-provence, pp.78-87.
222. Junk, W.P., Bayley, P.B. and Spark, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain System. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* **106**: 110-127.
223. Kama, I R. and Mangla, M. 1987. Rotenoids from *Indigofera tinctoria* and their bio-efficacy against cyclops, the carrier of dracunculiasis. *Pharmazie* **42**: 356.
224. Kamal, R., Mangla, M., Prakash, D., Sharma, G.L. and Srivastava, R.C. 1988. Relative toxicity of natural pyrethrins against *Mesocyclops leuckarti sensu lato* - the carrier of dracunculiasis. *Insect Sci. Appl.* **9**: 437-440.
225. Kane, O. 1996. Système d'information géographique appliqué à l'hydrologie au sahel (niamey 21/10 20/12/1996); Agrhymet.
226. Kane, O. 1997. Base de données hydrométriques du bassin versant du fleuve Sénégal en rive droite (mauritanie); Agrhymet.
227. Kao, A.B. Mésure de la charge pastorale et du comportement du bétail sur quelques parcours du Gourma (environs du Hombori ), mémoire de fin d'études.
228. Keith, J.O, Ngondij, J.G., Bruggers, R.L., Kimball, B.A. and Elliott C.C.H. 1994. Environmental effects on wetlands of Queletox applied to ploceid roosts in Kenya. *Environ. Toxicol. Chem.* **13**: 333-341.
229. Kit, 1992. Le lecteur pour l'atelier de formation des formateurs en genre et développement; Ipd / Kit, Amsterdam.
230. Kouda, M. et de Boissezon, J. 1997. Validation du programme gouvernemental d'atténuation des impacts du barrage de Ziga. Ouagadougou. Uicn B.F.

231. Krall, S. and Wilp, s H. 1994. New trends in locust control. *Schriftenreihe de GTZ*, no. 245. Eschborn, Germany.
232. Lae, R. 1992. Impact des barrages sur les pêcheries artisanales du Delta Central du Niger. *Agriculture* 1: 256-263.
233. Lae, R. 1994. Modification des apports en eau et impact sur les captures de poisson. In: *La Pêche dans le Delta Central du Niger*, Quensière J. (éd. Sri.): pp.255-265.
234. Lahr, J. 1997. Ecotoxicology of organisms adapted to life in temporary freshwater ponds in arid and semi-arid regions. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 32: 50-57.
235. Lahr, J., N'Dour, K.B., Badji, A., Diallo, A.O. et Gadji, B. 1998. Effets de la deltaméthrine et du bendiocarbe utilisés en lutte expérimentale, sur les invertébrés aquatiques des mares temporaires du centre du Sénégal. pp. 1-39. In: Evert J.W, D Mbaye, O. Barry et WC Mullié (Eds.) *Effet de la lutte antiacridienne sur l'environnement*, Tome 2. Dakar, FAO Projet Locustox, 198pp.
236. Lambert, J.D.H., Temmink, J.H.M., Marquis, J., Parkhurst, R.M., Lugt, C.B., Lemmich, E., Johannes-Wolde, L. et de Savingy, D. 1991. Endod: Safety evaluation of a plant molluscicide. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 14:189-201.
237. Lamprey, H. F. 1964. Estimation of the large mammals densities, biomass and energy exchange in the Taranguire game reserve and the Masai steppe in Tanganyika. *E. Afr. Wildl. J.* 2: 1-45.
238. Larkin, P.A. 1977. An epitaph for the concept of Maximum Sustainable Yield. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 106: 1-11.
239. Lazard, J. 1986. Afrique: une voie pour le développement de la pisciculture en Afrique: son intégration aux systèmes de production agricole. *Aqua Revue* 7: 31-35.
240. Lazard, J. Lecomte Y., Stomal B., Weigel J.Y. 1991. Pisciculture en Afrique subsaharienne. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 55pp.
241. Lazard, J., Weigel, J.Y., Stomal, B. et Lecomte Y. 1990. *Bilan de la pisciculture en Afrique franco-phone subsaharienne*. CTFT - CIRAD, Paris, 205pp.
242. le Bris, E., le Roy, E. et Leimdorfer, F. 1992. Enjeux fonciers en Afrique Noire, ORSTOM, Khartala.
243. le Roy, X. 1997. La place des cultures de décrue dans les systèmes de production irrigués Dakar, Sénégal, ORSTOM, Note technique photocopiée, 2pp.
244. Leopold, A. 1933. *Game management*. Charles Scribner and Sons, New York.
245. Lévêque, C. 1990. Impact de la lutte antivectorielle sur l'environnement aquatique. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 65, suppl. 1: 119-124.
246. Ly, I. 1994. Problématique du droit de l'Environnement dans le processus de développement économique et social d'un pays africain: l'exemple du Sénégal, thèse pour le doctorat d'Etat, UCAD, 1994, 458pp.
247. Ly, I. 1995. L'évolution du cadre juridique et institutionnel des zones humides au Sénégal, communication à la 3<sup>e</sup> réunion du groupe de travail sur les plaines d'inondation sahéliennes, Saly Portudal Sénégal 22-24 mai 1995.
248. Mahmoud, M.A. 1992. Le Haut Gourma Central, présentation générale, 2<sup>e</sup> édition révisée.
249. McCorkle, C. et Ndiaye, M. 1997. Genre et gestion des ressources naturelles; Rapport d'assistance technique n° 15, Dakar.
250. McDonald, A.T., Kay, D. 1988. *Water Resources: Issues and Strategies*. Longman, Harlow, UK.
251. McNeely, J.A. (Ed.) 1992. Parks for Life. Report of the IVth World Congress on National Parks and Protected Areas. Caracas, 10-21 february 1992, IUCN, Protected Areas Programme, 252pp.
252. Messaoud, B. O., Hamerlynck, O. et Diagana, C.H. 1998. *Liste commentée des oiseaux du bas-delta Mauritanien et du Parc National du Diawling*. PND-UICN, Nouakchott, 30pp.
253. Meublât, G. et Inglès, J. 1997. *L'éternel retour d'une politique de grands projets. L'aménagement du fleuve Sénégal en perspectives*. ORSTOM, 26pp.
254. Michel, P., Barusseau, J. P., Richard, J. F. et Sall, M. 1993. *L'après barrage dans la vallée du fleuve Sénégal*. Ministère de la Coopération et du Développement. Presses Universitaires de Perpignan.
255. Ministère des finances, 1991. Stratégies nationales sur le renforcement du rôle des femmes dans le processus de développement; Ouagadougou.
256. Mitchel, D.S. and Thomas, P. 1972. Ecology of water weeds in neotropics. UNESCO Tech. Pap. Hydrol.

257. Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. 1993. *Wetlands*. 2<sup>nd</sup> Edition. van Nostrand Reinhold, New York, USA.
258. Mock, J.F. and Bolton, P. 1991. Environmental effects of irrigation, drainage and flood-control projects - checklist for environmental impact indicators. Report OD/TN 50, Hydraulics Research, Wallingford, UK.
259. Mock, J.F. and Bolton, P. 1993. *The ICID environmental checklist to identify environmental effects of irrigation, drainage and flood-control projects*. Hydraulics Research, Wallingford, UK.
260. Mohamed, A., 1996. Tableau de bord global du développement intégré du bassin du fleuve sénégal en rive droite. Cellule nationale de l'OMVS.
261. Monteillet J., 1988. Environnement sédimentaire et paléocéologie du Delta du Sénégal au quaternaire: évolution d'un écosystème fluvio-marin tropical au cours des derniers cent mille ans. Laboratoire de recherche de sédimentologie marine. Université de Perpignan- Thèse de Sciences Naturelles. 267pp.
262. Moorehead, R. 1989. Changes taking place in common property resource management in the inland Niger Delta of Mali. pp.256-272. In: Berkes F. (Ed). *Common Property Resources: Ecology and Community-based sustainable development*. Belhaven Press.
263. Moorehead, R. 1991. Structural Chaos: Community and state management of common property in Mali. PhD Thesis, University of Sussex.
264. Morel, G.J. et Morel, M.Y. 1990. *Les oiseaux de Sénagambie*. Paris, France, ORSTOM, 177pp.
265. Morel, R. 1992. Atlas agroclimatique des pays de la zone du CILSS. Programme agrhymet. (8 tomes - 3 jeux de cartes).
266. Mpn/Consere. 1995. Processus d'élaboration du plan national d'actions pour l'environnement du Sénégal, 170pp.
267. Mukherjee, S.N., Deshpande, P. and Sharma, R.N. 1990. Effect of Azadirachtin on *Mesocyclops leuckarti sensu lato*, vector of dracunculiasis. *Indian J. Med. Res. Sect. A Infect. Dis.* **91**:461-463.
268. Mulato, C. et Jacquiert, P. *Pathologies parasitaires des bovins du sud Trarza*. Centre National de l'Élevage et de la Recherche Vétérinaire. Nouakchott, 8pp.
269. Mullié, W.C. *et al.* 1991. The Impact of Pesticides on Palearctic Migratory Birds in the Western Sahel, In: Salathé T. (Ed.) *Conserving Migratory Birds*. International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK. Technical Publication N° 12, pp.37-62.
270. Mullié, W.C, Diallo, A.O., Gadji, B. and Ndiaye, M.D. (in press). Environmental hazards of mobile ground spraying with cyanophos and fenthion for *quelea* control in Senegal. *Ecotoxicol. Environ. Safety*.
271. Mullié, W.C, Diallo, A.O., Ndiaye, M.D. et Gadji, B. 1997. Observations des effets environnementaux de la lutte antiaviaire et antiacridienne dans les départements de Dagana et de Podor. Dakar, FAO Projet Locustox. Rapport intern.
272. Mundy, P.J. and Jarvis, M.J.F. 1989. *Africa's feathered locust*. Baobab books, Harare. 166pp.
273. Naah, E., and Wessling, H. 1993. Restauration hydrologique de la plaine de Waza Logone et planification de l'essai pilote.
274. National Academy of Sciences. 1976. *Making aquatic weeds useful: some perspectives for developing countries*. Washington DC, 174pp.
275. Naurois, R. 1969. Peuplement et cycle de reproduction des oiseaux de la côte occidentale d'Afrique. Mémoire du Musée d'Histoire Naturelle série A. *Zoologie* **57**: 1-312.
276. Ndiaye, G.A. 1997. Rapport de mission préformulation du projet transfrontalier Diawling-Djoudj (Mauritanie-Sénégal). CILSS-CONSERE, 33pp.
277. NEAZDP (North East Arid Zone Development Programme). 1991. *Irrigation report: Present situation and future development*. NEAZDP, Gashua, Nigeria. 36pp and appendices.
278. Neiland, A.E. and Verinumbe, I. 1991. Fisheries development and resource usage conflict: a case Study of deforestation associated with the lake Chad fishery in Nigeria. *Environmental Conservation* **18** (2): 111-117.
279. Neiland, A.E. 1997. Traditional management of artisanal fisheries in N.E. Nigeria: Final Report (3 volumes). ODA Science Research, Project No. R5471. Centre for Economics and Management of Aquatic Resources, University of Portsmouth.

280. OICMA-BDPA/FA 1973. Cartes des étages floristiques dans l'aire grégarigène du Delta Central du Niger. Projet OICMA, 47 cartes au 1/50 000, 1973.
281. OIE/OMVS 1997. Etude de faisabilité d'un Observatoire de l'Environnement au sein de l'OMVS (OIE-Janvier 1997).
282. OMVS. 1994. Etude Environnementale du delta du fleuve.
283. OMVS. 1995. Etude des problèmes d'Environnement et de Protection des milieux naturels dans le bassin du fleuve Sénégal.(OMVS -juillet 1995).
284. OMVS. 1998. PASIE (version finale - OMVS - Décembre 1998).
285. OMVS. 1984. Etude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. ORSTOM, Aménagement des bas fonds [sic]
286. ORSTOM. Débit solide de la Nakambe.
287. ORSTOM. 1982. Barrage d'Akossombo, Dakar.
288. Ovracht, N. septembre 1994. Mise en place d'un Système d'Information Géographique sur le Delta Central du Niger, rapport de stage ENSG/Université de Marne-la-Vallée: Université Paris VII DEA SIG: Sciences de l'information géographiques. 85pp.
289. PIRT. 1983. *Les ressources terrestres au Mali*, Vol. II, Rapport technique.
290. Piaton, H. 1984, Décembre. *Méthodes et références pour la conception et l'analyse des aménagements hydro-agricoles*. CIEH.
291. Pirot, J.Y. et Thiaw I. 1996. Revue interne du programme de l'UICN en Afrique de l'Ouest; rapport final, 114p.
292. PNUD. 1997. Gestion internationale des eaux en Afrique. Étude portant sur l'identification des acteurs et bilan perspectives de la dimension participative dans le développement des bassins fluviaux internationaux: cas du bassin du fleuve Sénégal. PNUD/DAGS/RAF/94/01/C, septembre 1997, 100pp.
293. Polet, G. et Garba, Boyi M. 1995. Results of the 1995 census on water-related bird species in the Hadejia-Nguru wetlands, HNWCP, Nguru, Nigeria, mimeo.
294. Polet, G. and Thompson J.R. (in press). Maintaining the floods; Hydrological and Institutional Aspects of Managing the Komadugu-Yobe River Basin and its Floodplain Wetlands, IUCN publication.
295. Pomeroy, D. 1992. *Counting birds, a guide to assessing numbers, biomass and diversity of afro-tropical birds*. African Wildlife Foundation, technical handbook n°6, Kampala, Uganda.
296. Porters, R. 1950. Vieilles agricultures de l'Afrique intertropicale: Centre d'origine et de diversification variétale primaire et berceaux de l'agriculture antérieur au XVI siècle. *L'agronomie Tropicale*, V, p.489-507. 4 Gallais J., 1967; Le delta intérieur du Niger. Etude de géographie régionale. Dakar (Sénégal), IFAN, mémoire n°78, 2 tomes, 623pp.
297. Praset/gtz. 1994, Décembre. Etude sur l'harmonisation des règlements en matière de gestion des ressources pastorales au Sénégal, 52pp.
298. Programme Solidarité Eau, 1993. *Fleuve Sénégal, actions non gouvernementales et jumelages*. Cahiers n° 3, 4<sup>ème</sup> édition, décembre 1993, 115pp.
299. Quensière, J. 1993. De la modélisation halieutique à la gestion systémique des pêches. *Natures, Sciences, Sociétés* **1(3)**: 211-220.
300. Quensière, J. 1994. La Pêche dans le Delta Central du Niger. Ed.Sci., Paris, ORSTOM-Karthala-IER. 2 vol. 495pp. plus cartes h.t.
301. Quensière, J. 1996. L'aménagement des pêcheries des lacs de retenue au Mali: proposition d'un modèle de gestion participative et décentralisée. FAO. MLI /91/05-Pamos/Volet Pêches. Rome, juillet 1996, 75p. multigr.
302. Raynal-Roques, A. 1980. Les plantes aquatiques. In: *Flore etfaune aquatique de l'Afrique*. Tome 1. Eds ORSTOM. Coll. Initiations-Documentations Techniques, n° 44: 63-152.
303. Reizer,C. 1971. Contribution à l'étude hydrobiologique du bas-Sénégal: Premières recommandations d'aménagements halieutiques. Centre Technique Forestier Tropical. 142pp.
304. République du Sénégal, Ministère de l'économie, des Finances et du Plan 1994. Synthèse du Plan Directeur Rive Gauche Dakar, Sénégal, 39pp.
305. Ricker ,W.E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can. 119.

306. Rigler, F.H. 1982. The relation between fisheries management and limnology. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **111**(2): 121-132.
307. RIM/PNE 1993. Survol aérien à basse altitude du cheptel, des habitations humaines et des ressources pastorales dans la "zone d'organisation pastorale", Tchad, février 1993. Laboratoire de Farcha, Tchad, Rim, UK.
308. Robert, T.R. 1975. Geographical distribution of African freshwater fishes. *Zool. J. Linn. Soc.* **57**: 249-319.
309. Roche, M. 1963. Hydrologie de surface. Doc. ORSTOM, Paris.
310. Rochette, R.M. *Le Sahel en lutte contre la désertification: Léçons d'expériences.* CILSS/GTZ Weikersheim.
311. Rochette, C. 1974. *Le bassin du fleuve sénégal.* Monographies hydrologiques. ORSTOM.
312. Roggeri, H. 1995. *Tropical freshwater wetlands. A guide to current knowledge and sustainable management.* Kluwer, Dordrecht/Boston/London. 349pp.
313. Roux, D., Jooste, S., Truter, E. and Kempster, P. 1995. An aquatic toxicological evaluation of fenthion in the context of finch control in South Africa. *Ecotoxicol. Environ. Safety* **31**: 164-172.
314. Saed 1995. Cinquième lettre de mission 1995-'96-'97 Saint-Louis Sénégal, 86p.
315. Salem-Murdock, M. 1996. Social science inputs to water management and wetland conservation in the Senegal River Valley. In: Acreman, M.C. and Hollis, G.E., *Water management and Wetlands in Sub-Saharan Africa*, IUCN, Gland and Cambridge, pp. 125-144.
316. Sally, H. 1994. La performance des petits périmètres irrigués au Burkina Faso: Vue d'ensemble. In: Pouya, A.M., et Sally, H. (Eds.), Actes de l'atelier sur les Objectifs et les Performances des Petits Périmètres Irrigués autour des Barrages, 8-10 Juin, IIMI, Ouagadougou, Burkina Faso, pp.33-57.
317. Sally, L., Kouda, M. et Beaumont, N. 1994. *Zones humides du Burkina Faso.* UICN, 290pp.
318. Samb, B., Diouf, P.S., Cissé, E.H., Sane, B. 1997. *La pêche industrielle en Afrique de l'Ouest.* UICN, Dakar. 21pp.
319. Sanankoua, B. 1990. Un Empire Peul au XIX<sup>e</sup> siècle, la Diina du Maasina, od., Karthala-ACCT. Paris.
320. Sanou, B. 1993. Femmes, Education et Développement; Communication présentée dans le cadre du séminaire d'information et de sensibilisation au projet EMP, Ouagadougou, 1 lpp.
321. Sarr, D. 1995. Nécessité de mise en place d'un système de suivi hydrologique du fleuve Sénégal, rive droite; Dear.
322. Sarr, D. 1997. Stratégie pour la mise en place d'un réseau hydrologique dans la vallée et la delta mauritanien; service hydrologie.
323. Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important for the management of commercial marine fisheries. *Inter.-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* **1** (2).
324. Scherman, K. and Laughlin, T. 1992. The large marine ecosystem (LME) concept and its application to regional marine resource management. Northeast Fisheries Science Center Wood Hole.
325. Schiotz, A. 1962. The amphibians of Nigeria. *Vidensk medd. Dansk naturh. Forh.* **125**: 1-92.
326. Schmitz, J. 1986. L'Etat Géomètre: les Leydi des Peul du Fuuta Tooro (Sénégal) et du Maasina (Mali). *Cahiers d'Etudes Africaines* **103**, xxvi-3, pp. 349-394
327. Scholefield, R.J. and Seelye, J.G. 1992. Toxicity of 2',5-dichloro-4'-nitrosalicylanilide [sic] (Bayer 73) to three genera of larval lampreys. *Great Lakes Fish. Comm. Tech. Rep.* **57**: 1-6.
328. Scholte, P.T. 1994. The birds of wadi rima, a permanently flowing mountain wadi in western Yemen. *Sandgrouse* **14**: 93-108.
329. Scoones, I. and Graham, Olivia 1994. *New directions for pastoral development in Africa.* Oxford, UK., *Development in Practice*, Vol. 4, N° 3, 188-198pp.
330. Serie, W. et Morel, G. 1973. *Les oiseaux de l'ouest africain.* Delauchaux et nieslé [sic], Neuchâtel.
331. Sighomnou, D., Bedimo, J.P., Nlozoa, J., Awoua, G. et Kouamou, P. 1994. Restauration hydro-technique de la plaine du Logone dans l'Extrême-Nord du Cameroun, essai pilote de réinondation.
332. Simos, Jean 1990. "Evaluer l'impact sur l'environnement", Presses Polytechnique et Universitaires Romandes.
333. Skinner, J., Beaumont, N. et Pirot, J.Y. 1994. *Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales.* UICN, 272pp.



334. Smith, W.H. 1988. Vector-borne disease control in humans through rice agro-ecosystem management. IRRI, Manila.
335. Sobhani, F. Développement du bourgou dans le lac fati. UNSO.
336. Steedman, A. 1990. Locust handbook (3<sup>rd</sup> ed.). Natural Resources Institute, Chatham, UK. vi + 204pp.
337. Steff (capitaine) 1913. Histoire du Fouta Toro, manuscrit Dakar., IFAN, Fonds Gaden, Cahier n° 1
338. Sullivan, J.T., Cheng, T.C. and Chen, C.C. 1984. Genetic selection for tolerance to niclosamide and copper in *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Pulonata). *Tropenmed. Parasitol.* 35: 189-192.
339. Sutcliff, W.H. 1973. Correlation between seasonal river discharge and local landing of American lobster (*Homarus americanus*) and atlantic halibut (*hyppoglossus hyppoglossus*) In: the gulf of St-Laurence. *J. of the Fish. Res. Board of Can.* 30: 856-859.
340. Sy, A. 1975. Histoire du Waalo, texte inédit, Dagana, Sénégal.
341. Tall, A. 1994. Etude socio-économique du bas-delta mauritanien. UICN, Nouakchott. 60pp.
342. Tani, Yago M. 1997. Femmes sahéliennes et la gestion décentralisée des ressources naturelles, CILSS/PADLOS; Rapport final.
343. Taylor, V. 1993. *African waterfowl census 1993. Les dénombrements internationaux d'oiseaux d'eau en Afrique, 1993.* Wetlands International, Slimbridge. 156pp.
344. Tchounwou, P.B., Englande, Jr. A.J., Malek, E.A., Anderson, A.C. and Abdelghani, A.A. 1991. The effects of bayluscide and malathion on the survival of *Schistosoma mansoni miracidia*. *J. Environ. Sci. Hlth.* B26: 69-82.
345. Thiam, H. 1992-1993. *Une gestion intégrée des aires protégées: l'exemple du Parc du Djoudj et sa périphérie.* Mémoire de maîtrise. Département de géographie. Université de Dakar.
346. Thomas, D.H.L. 1995. Artisanal fishing and environmental change in a Nigerian floodplain wetland. *Environmental Conservation* 22(2): 117-126.
347. Thomas, D.H.L. 1996. Interpretation of fisheries tenure in an African floodplain and the implications for management. *Human Ecology* 24 (3).
348. Thompson, J.R. and Hollis, G.E. 1995. Hydrological modelling and the sustainable development of the Hadejia-Nguru Wetlands, Nigeria. In: *Hydrological Sciences Journal* 40, 1. February 1995. pp.97-116.
349. Thompson, J.R. and Hollis, G.E. 1997. *Wetlands and Integrated River Basin Management Experience in the Asia Pacific: Part 1.* United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya and Wetlands International Asia-Pacific, Kuala Lumpur (Malaysia).
350. Thompson, J.R., Goes, B.J.M., Polet, G. and Zabudum, A. 1995. *A proposai for Artificial Flood Releases for the Hadejia-Jama 'are Basin in the 1995 wet season.* HNWCP, Nguru, Nigeria, mimeo.
351. Thomson, J.T. 1980. Le processus juridique, les droits fonciers et l'aménagement de l'Environnement dans un canton haussaphone du Niger, journées d'études sur les problèmes fonciers en Afrique Noire tenues du 22 au 25 septembre 1980 à Paris.
352. Tounkara, S.B. et Quensière, J. 1996. Système des plaines d'inondation. Initiative de la Recherche Halieutique ACP-UE, deuxième réunion de dialogue de l'Afrique occidentale et centrale avec l'Europe. Dakar, avril 1996.
353. Toupet, C. 1963. Anciens terroirs, Ganyara, IFAN, Série B-25, Dakar, pp. 193-214.
354. Touré, A.T. Degoga I. and Moussa S., 1994. Update: dracunculiasis eradication - Mali and Niger, 1993. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 43: 69-71.
355. Toussaint, A., Ducenne, Q. et Roulette, G. 1992. Projet restauration du milieu naturel dans le département de Podor - Rapport final de la première phase Feldkirchen, Allemagne: Deutsch Forstservice GmbH pour la Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols du Sénégal.
356. Traoré, G. 1978. Evolution de la disponibilité et de la qualité du fourrage au cours de la transhumance de Diafarabé, Thèse de Doctorat.
357. Triplet, P. and Yésou, P. (in press). Controlling the flood in the Senegal delta: does waterfowl adapt to this new situation. Proceedings Pan-African Congress, Accra, Ghana. Ostrich.
358. Triplet, P. et Yésou, P. 1994. Oiseaux d'eau dans le delta du Sénégal en janvier 1994. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* 190: 2-11.

359. Triplet, P. et Yésou, P. 1993. Contribution à la connaissance des zones humides de la partie mauritanienne du delta du fleuve Sénégal. In: *Bulletin d'information et de liaison du Groupe de Travail Oiseaux Migrateurs du Paléarctique Occidental* **11**:9-22.
360. Triplet, P., Sylla, I., Mouronval, J.B., Benmergui, M., Messaoud, B.O., Ndiaye, A., Diouf, S., Hamerlynck, O., Hecker, N. 1997. Oiseaux d'eau dans le delta du Sénégal en janvier 1997. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* **224**: 28-37.
361. Triplet, P., Yésou, P., Sylla, I., Samba, E. O., Tréca, B., Ndiaye, A. et Hamerlynck, O. 1995. Oiseaux d'eau dans le delta du Sénégal en janvier 1995. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* **205**: 8-21.
362. Trivart, J. 1961. Notice explicative de la carte géomorphologique de delta du Sénégal. Mémoires du bureau de recherches géologiques et minières. 137pp.
363. UICN février, 1997. Rapport de progrès du Plan Quinquennal de Gestion Intégrée (PQGI) du Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD). UICN Sénégal, 13pp.
364. UICN. Réviser la législation environnementale au Sahel, Actes de l'Atelier Régional de Nouakchott, 6 au 8 décembre 1992, octobre 1993, 105pp.
365. UICN 1994. Rapport de la deuxième Réunion du Groupe de Travail sur les plaines d'inondation sahéliennes, Niger, 31 octobre - 2 novembre 1994, 27pp.
366. UICN. 1994. Réseau régional de gestion des plaines d'inondation sahéliennes. Rapport de la première réunion du Groupe de travail, Bamako, Mali, avril 1994. UICN, Rapport de la première réunion.
367. UICN 1995. Rapport de la troisième Réunion du Groupe de Travail sur les plaines d'inondation sahéliennes, Saly Portudal, Sénégal, 22 au 24 mai 1995, 37pp.
368. UICN janvier, 1996.. Rapport de progrès du Plan Quinquennal de gestion intégrée (PQGI) du Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD), 1995. UICN Sénégal, 13pp.
369. UICN novembre, 1990. Conventions concernant la conservation des espèces des écosystèmes et de la diversité biologique, 269pp.
370. Umar, A.A. 1985. *Groundwater monitoring and imbalance in Kano State*. WRECA Kano. 58pp, mimeo.
371. United Nations Environment Programme 1982. *Environmental guidelines for irrigation in arid and semi-arid areas*. UNEP Environmental Guidelines No.2, Nairobi, Kenya.
372. United Nations 1992. *Earth Summit, Agenda 21: The United Nations Programme of Action from Rio., United Nations, New York, USA*.
373. United States Congress, Office of Technology Assessment, 1990. *A plague of locusts - Special Report*. Washington DC, US Govt Printing Office, IPTA-F-450. pp.v+ 129.
374. Urbani, C, Touré, A., Hamed, A.O., Albonico, M., Kane, I., Cheikhna, D., Hamed, N.O., Montresor, A. et Savioli, L. 1997. Parasitoses intestinales et schistosomiases dans la vallée du fleuve Sénégal en République Islamique de Mauritanie. *Médecine Tropicale* **57**: 157-160.
375. Uvarov, B.P. 1977. *Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology*. London, Centre for Overseas Pest Research.
376. Valenza, J. et Diallo, A.K. 1972. Etude des pâturages naturels du nord Sénégal, Dakar.
377. van der Walt, E., Venter, J.A., Bouwman, H.J. 1996. The potential environmental risk of Red-billed Quelea (*Quelea quelea*) control operations in South Africa. Poster presentation PAOC-9, Accra, Ghana, 1-8 December 1996.
378. van Lavieren, B., van Wetten, J. 1990. Profil environnemental de la Vallée du fleuve Sénégal. Euroconsult/RIN, 68pp.
379. Vauglin, F. mai 1993. Rapport mosaïque, 3pp.
380. Vauglin, F. septembre 1993. Le delta central du Niger, rapport de stage ENSG/IT3 / DEA SIG, 72pp.
381. Verhoef, H. 1996. Health aspects of Sahelian floodplain development. In: Acreman, M.C. and Hollis, G.E., *Water management and Wetlands in Sub-Saharan Africa*, IUCN, Gland and Cambridge, pp.35-50.
382. Verhoef, H., Acreman, M.C. and Hollis, G.E. 1996. Health aspects of Sahelian floodplain development. In: MC Acreman (Ed.) *Water management and wetlands in Sub-Saharan Africa*. Pp.35-50. IUCN, Gland.

383. Vidal, M. 1935. "Rapport sur l'Etude de la Tenure des Terres indigènes au Fouta", BCEHS de l'AOF,; XVIII (4), pp. 415-488.
384. Vietmeyer, N.D. *et al.* 1996. *Lost Crops of Africa*, vol. 1 Grains Washington, USA, National Academy Press, 383pp.
385. Villiers, A. 1975. Les serpents de l'ouest africain. Initiations et études africaines. N°ii. 3 édition. Université de Dakar - institut fondamental d'Afrique noire.
386. Vincke, P.P. et Sow, P.A. 1994. La voie foncière et administrative en appui à la voie écologique et agricole pour une gestion décentralisée des ressources naturelles dans le programme Après-Barrages au Sénégal. *Tropicultura*, 1994, 12, 2, 50-54.
387. Vincke, P.P. *et al.* 1991. Termes de références du plan directeur de développement intégré de la zone sylvo-pastorale (PDZSP) 1991-2015. Document élaboré en groupe de travail, MEFP/MDRH, Rép. du Sénégal, juin 1991, 37pp.
388. Vincke, P.P. et Singleton, M. 1982. Gestion de la faune sauvage-facteur de développement? - Actes du colloque du 5,6 et 7 mai 1982, ISE-ENDA-UNESCO/MAB, 313pp
389. Vincke, P.P. et Sow, P.A. 1995. (sous presse). Les enjeux fonciers de la gestion participative de la biodiversité dans la zone périphérique du Parc National du Niokolo Koba au Sénégal. *Tropicultura*.
390. Vincke, P.P. et Sow, P.A. 1995. Propriété collective ou individuelle: les mutations en cours dans les pratiques foncières agricoles au Sénégal. *Tropicultura*.
391. Vincke, P.P. et Thiaw, I. 1994. Les aires protégées et les barrages: le cas du delta du fleuve Sénégal, 10pp. In: Actes du IV<sup>e</sup> Congrès mondial des parcs Nationaux et Aires Protégées, Caracas, Vénézuéla, UICN, 10-21 février 1992. Parks - The International Journal for Protected Area Managers.
392. Vincke, P.P., et Mime, P.I. 1992. Etalons d'évaluation économique rapide de la valeur écologique de la zone sylvo-pastorale au Sénégal. *Tropicultura*, 10,3,83-88.
393. Vincke, P.P. 1994. Recommandations pour une planification socio-économique des zones libérées de l'Onchocercose. Annexe à la communication du Sénégal à la Réunion ministérielle sur le peuplement et développement durable de la zone du Programme de lutte contre l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest, PNUD/FAO/OMS/BM, Paris, 12-14 avril 1994, 27pp.
394. Vincke, P.P. 1995. Stratégies environnementales de réhabilitation des zones humides de la rive gauche du fleuve Sénégal et enjeux de leur conservation participative. Communication présentée aux réunions des réseaux national et régional sur les «Zones humides littorales et plaines d'inondation sahéliennes en Afrique de l'Ouest» organisé par l'UICN du 18 au 24 mai 1995 à Saly Portudal, Sénégal.
395. Vincke, P.P. 1996. The integrated development programme for the left bank of the Senegal River Valley. In Acreman, M.C. and Hollis, G.E., *Water management and Wetlands in Sub-Saharan Africa*, IUCN, Gland and Cambridge, pp. 145-153.
396. Vincke, P.P., Sournia, G. et Wangari, E. 1986. Pour une stratégie de gestion de faune sauvage au Sahel. ENDA-UNESCO/MAB-UICN-FAO, 145pp.
397. Vincke, P.P. 1990. L'aménagement des zones protégées, une nécessité pour le maintien de la diversité de l'existant, une référence pour les générations à venir, une priorité pour une gestion plus écologique des ressources naturelles: réflexions induites à partir de l'après barrages. Atelier régional de formation sur la gestion et l'aménagement des aires protégées en Afrique, Dakar et St Louis, 10 février au 04 mars 1990, UNESCO, 13pp.
398. Vincke, P.P. 1990. L'intégration agro-sylvo-pastorale et pêche, une stratégie visant la responsabilisation des populations rurales à la gestion des ressources naturelles de leur terroir: le cas de l'après barrages. Atelier régional de formation sur la gestion et l'aménagement des aires protégées en Afrique, Dakar et St Louis, 10 février au 04 mars 1990, UNESCO, 6pp.
399. Vincke, P.P. 1994. La restauration des zones humides dans le programme de développement intégré pour la rive gauche de la vallée du fleuve Sénégal, 8pp. In: Acreman (éditeur). *Hydrological Management and Wetland Conservation*, IUCN, Wetlands Programme Publication (sous presse).
400. Waller, D.L., Rach, J.J., Cope, W.G., Marking, L.L., Fisher, S.W. and Dabrowska, H. 1993. Toxicity of candidate molluscicides to Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) and selected non-target organisms. *J. Great Lakes Res.* **19**: 695-702.
401. Ward, P. 1973. A new strategy for the control of damage by queleas. *PANS* **19**: 97-106.
402. Watt, A. 1986. Le semis du Sorgho de décrue au Fuuta, Dakar, Sénégal, ENDA, 60pp.

403. Webbe, G. 1987. Molluscicides in the control of schistosomiasis, pp.1-26. In: KE Mott (Ed.) *Plant molluscicides*. UNDP/World Bank/WHO, John Wiley and Sons Ltd, Chichester.
404. Welcomme, R. 1979. *Fisheries ecology offloodplain rivers*. Longman, London-New York, 317pp.
405. Welcomme, R. 1985. River fisheries. FAO Fish. Tech. Pap., 262, 330p.
406. Welcomme, R.L. 1986. Fish of the Niger River, pp25-48. In: Davies B.R. and Walker K.F. (Ed.) *The Ecology ofRiver Systems*. Junk Publishers, Dordrecht.
407. Wilson, J.A., Acheson, J.M., Metcalfe, M. and Kleban, P. 1994. Chaos, complexity and community management of fisheries. *Marine Policy* **18** (4): 291-305.
408. Windmeijer, P.N. and Andriessse, W. 1993. *Inland valleys in West Africa: an agro-ecological characterization of rice-growing environments*. ILRI publication no.52. Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands. 160pp.
409. World Bank, UNDP, FAO 1992. A Study of international fisheries research. Washington, D.C., *World Bank Policy and and Research Series* **19**: 103pp.
410. World Health Organisation 1965. *Bull. Wld. Hlth. Org.* **33**: 567-581.
411. World Health Organisation 1980. Epidemiology and control of schistosomiasis. *WHO Tech. Rep. Ser.* **643**: 3-63.
412. World Health Organisation 1988. *Méthodes chimiques de lutte contre les arthropodes vecteurs et nuisibles importants en santé publique*. WHO, Genève.
413. World Health Organisation 1993. Implementation of the global malaria control strategy. *WHO Techn. Rep. Ser.* **839**, Geneva.
414. World Health Organisation 1995. Vector control for malaria and other mosquito-borne diseases. *WHO Tech. Rep. Ser.* **857**, Geneva.
415. World Health Organisation 1998. Dracunculiasis eradication. [Http://www.who.ch/ctd/](http://www.who.ch/ctd/)
416. Yésou, P., Triplet, P., Sylla, I., Diarra, M., Ndiaye, A., Hamerlynck, O., Diouf, S. et Tréca, B. 1996. Oiseaux d'eau dans le delta du Sénégal en janvier 1996. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse* **217**: 2-9.
417. Young, G.J., Dooge, J.C.I. and Rooda, J.C. 1994. *Global Water Resource Issues*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
418. Yung, J.M. et Bosc, P.M. 1993. *Le développement agricole au Sahel - Tome IV Défis, recherches et innovations au Sahel* Montpellier, CIRAD, France. 382pp.

# Annexe

## Noms et adresses des membres de GEPIS ayant contribué au manuel

### **Mike Acreman**

L'Institut d'Hydrologie, UK  
m.acreman@ioh.ac.uk  
Tél : +44 1491 692 443, Fax: +44 1491 692 424

### **Albert Beintema**

IBN-DLO, Postbus 23, 6700 AA Wageningen  
postkamer@ibn.dlo.nl  
Tél: +31 7477700, Fax: +31 7424988

### **Michel Benoit**

Tél: +227 75 31 15, Fax: +227 75 28 04  
BP: 11 416 ORSTOM, Niamey

### **Ger Bergkamp**

gjb@hq.iucn.org  
UICN Siège, Suisse  
Tel: +41 22 999 0262  
Fax: +41 22 999 0025

### **Jacques de Boissezon (Rédacteur principal du bouquin, auteur de tous les schémas et croquis)**

[jdbz@club-internet.fr](mailto:jdbz@club-internet.fr)  
9, rue Clémence Isaure - 31000 Toulouse  
Tél. +33 5 61 23 94 56 et 33 5 62970523  
Fax. +33 561239456

### **Joost Brouwer**

joost.Brouwer@algemeen.beng.wau.nl  
Tél: +31 83 7084410, Fax: +31 83 70 82419

### **Seni Coly**

hydro@telecomplus.sn  
Tél: +221 823 22 51/822 21 54, Fax: +221 823 2470/832 1116

### **Xavier Cogels**

cogels@FUL.AC.BE  
Tél: +32 63230884, Fax: +32 63230800

### **Pierre Couteron**

ENGRERF, France  
[Http://www.ENGREF.fr](http://www.ENGREF.fr)  
Tél: +33 4 67 04 71 00, Fax: +33 4 67 04 71 01

### **Amadou Tidiane Dia**

SMTP@toptechnology.mr  
Tél: 827 00 62/824 95 45, Fax: 825 42 83

### **Cheick Hamala Diakité**

Institut d'Economie Rurale, BP 262 Sotuba Bamako  
Hamala@labosep.ier.ml  
Tél: +223 24 61 66, Fax: +223 22 37 75

### **Abdouramane Diallo**

Projet Norvégien, Bamako  
Email: cnrst@spider.toolnet.org  
Tél : +223 22 66 98, Fax: +223 22 66 98

### **Ahmed Yahiya Diallo**

SERADE, BP 61 Nouackchott  
Tél: +222 25 72 36, Fax: +222 25 72 36

### **Ndiawar Dieng**

Parc de Hann, BP 1831 Dakar  
Tél: +221 822 82 29, Fax: +221 822 21 80

### **Mbarack Diop**

Tropica ltd Bp 5335 Dakar Fann  
Tél: +221 827 01 94 , Fax: +221 827 00 01

### **Papa Samba Diouf**

psdiouf@crodt.isra.sn  
CRODT, ISRA, Dakar

### **Gerard Galat**

Gérard.Galat @orstom.sn  
IRD (Ex ORSTOM, Dakar)

### **Anh Galat Luong**

Anh.Galat-Luong@orstom.sn  
IRD, Dakar, Sénégal

### **Matar Gaye**

Journaliste, CONSERE BP 4055 Dakar  
Tél: +221 824 65 20, Fax: +221 824 65 19

### **Bara Gueye**

BP 5579 Dakar  
Tél : +221 824 44 17, Fax: +221 824 44 13

### **Olivier Hamerlynck**

roma@pactec.org  
Tél: +222 251 276, Fax: +222 251 276

### **Abubakar Jauro**

Commission Bassin Lac Tchad Bp 727  
lcbc@intnet.td  
Tél: 52 41 45, Fax: 52 41 37

### **Racine Kane**

Kane@cse.cse.sn, CSE BP 1532 Dakar  
Tél: +221 825 80 66/67, Fax: +221 825 81 68

### **Saïdou Kane**

C/o A.Oksalampi, 34 rue des charmillles 1203 Genève.  
Kaeslies Hofstee, 56932 AT Westeroot, Pays-Bas  
Tél: +41 22 705 77 83/345 42 34, Fax: +31 26 31 17 288

### **Marne Aly Konté**

Sudcom@sonatel.senet.net  
Tél: +822 53 93, Fax: +822 52 90

### **Roger Kouokam**

pwl@camnet.cm  
Tél: +871761847257, Fax: +871 761847259

### **Jean Pierre Lamagat**

jean\_pierre.Lamagat@orstom.sn  
Tél:+221 822 87 18

### **M. Lemine Ould Baba**

ouldbaba@univ\_nkc.mr  
Tél: +222 51 382, Fax: +222 53 997

### **Ibrahima Ly**

ibrally@UCAD.sn  
Tél: +221 824 95 70/835 38 37, Fax: +221 824 52 77

**Amadou Matar Diouf**

iucnsn@sonatel.senet.net  
Tél: +221 8240545, Fax: +221 8249246

**Ali Mekouar**

Ali.Mekouar@fao.org  
Tél: 5797 42 87 : 34 76

**Michel Mietton**

Mietton@geographie.u-strasbg.fr  
Tél: +33 3 88 45 64 33, Fax: +33 3 88 41 13 59

**Wim Mullié**

FAO  
mullie@metissacana.sn

**Mohamed Ould Lafdal**

Lafdal@univ-nkc.mr  
Université de Nouakchott

**Marne Dagou N'diaye**

agrosol@sonatel.senet.net  
Dakar, Sénégal

**Abdoulaye Ndiaye**

MacArthur Foundation, Chicago

**Gora Ndiaye**

hydro@telecomplus.sn  
Tél: +221 823 22 51/822 21 54, Fax: +221 823 2470/832  
1116

**Daniel Ngantou**

pwl@camnet.cm  
Tél: +871 761847257, Tél: +871 761847259

**Paul Ndiaye**

Tél: +221 825 36 49,  
Fax: +221 825 48 05  
UCAD, Dakar

**Jean Marie Ouadba**

IRBET/CNRST, Ouagadougou BP7047  
Tél: +226 33 40 98, Fax: +226 31 49 38

**Ignace Ouédraogo**

Tél: +226 31 31 92  
Ambassade de Danemark, BF

**Maxime Ouédraogo**

Maîtrise d' Ouvrage Bagré,  
Tél: 226 31 22 09, Ouagadougou

**Bakary Ouattara**

OMVS, Dakar  
Tél: +221 822 06 68, Fax: +221 823 47 62

**Jean-Yves Pirot**

UICN siège, Suisse  
jyp@hq.iucn.org  
Tél: +41 22 999 0256, Fax: +41 22 999 0025

**Jean Noël Poda**

CNRST, Ouaga  
Tél: +226 32 46 46/36 1818, Fax: +226 32 45 05

**Gert Polet**

wwfhcmc@bdvn.vndmail.vnd.net  
Bruxelles, Belgique

**Thomas Price**

iucn@intnet.ne  
Tél: +227 724 028

**Jacques Quensièrre**

jacques.Quensièrre@orstom.sn  
IRD (Ex ORSTOM, Dakar)

**Hilmy Sally**

Himysal@itmin.com  
Sri Lanka

**Liqa Sally**

Liqa@itmin.com  
Tél: +94 1 501632/94 1 582980, Fax: +94 1 866854

**Djibril Sarr**

BP 170 Nouackchott  
Tél: +222 259183, Fax: +222 256617

**Paul Scholte**

Tél: +237 27 31 35, Fax: +237 27 11 25  
BP 271, Ecole de Faune, Garoua

**Alex de Sherbinin**

UICN, Siège  
AMD@hq.iucn.org

**Abou Thiam**

ISE@endadak.gn.apc.org  
Tél: +221 824 23 02, Fax: +221 824 37 14

**Ibrahim Thiaw**

uicnbrao@fasonet.bf  
Tél: +226 30 85 80, Fax: +226 30 75 61

**David Thomas**

david.thomas@birdlife.org.uk  
Tél: +44 1223 277318

**Julian Thompson**

**Amadou Tidiane Ba**

UCAD, Dakar  
ISE@endadak.gn.apc.org  
Tél: +221 824 80 01/23 02, Fax: +221 824 37 14

**Peter Torrekens**

Uicnbrao@fasonet.bf  
Tél: +226 30 70 47, Fax: +226 30 75 61

**Samba Tounkara**

s.tounkara@afdb.org  
BafD, Abidjan

**Robert Vernet**

Rvernet@toptechology.mr  
Université de Nouakchott

**Pierre Pol Vincke**

AGCD, rue Brederode, 6 1000 Brussels  
eo.deval@badc.fgov.be  
Tél: +32 2 5190325, Fax: +32 2 5190327

**Almamy Wade**

CSE, BP 1532 Dakar  
Tél: +221 825 80 66/67, Fax: +221 825 81 68

**Hamdou Raby Wane**

hwane@cerpod.insah.ml  
Tél: +223 22 80 86/22 30 43, Fax: +223 22 75 88

**Piet Wit**

AID Environment, Donker Curtiusstraat 7 - 523, 1051 JL  
Amsterdam  
Tél: +31 20 6868111/6865011, Fax: +31 20 6866251

**Zeneb Touré Yaro**

padlos@fasonet.bf  
Tél: +226 36 25 83, Fax: +226 31 19 82

## **UICN - Union mondiale pour la nature**

Fondée en 1948, l'Union mondiale pour la nature rassemble des Etats, des organismes publics et un large éventail d'organisations non gouvernementales au sein d'une alliance mondiale unique: plus de 900 membres dans 138 pays.

L'UICN, en tant qu'Union, a pour mission d'influer sur les sociétés du monde entier, de les encourager et de les aider pour qu'elles conservent l'intégrité et la diversité de la nature et veillent à ce que toute utilisation des ressources naturelles soit équitable et écologiquement durable. Un secrétariat central coordonne le Programme de l'UICN. Il est au service des membres de l'Union, à qui il sert de porte-parole sur la scène internationale et fournit les stratégies, les services, les connaissances scientifiques et l'appui technique dont ils ont besoin pour atteindre leurs buts. Par le biais de ses six commissions, l'UICN rassemble plus de 10,000 experts bénévoles rattachés à des groupes d'action et des équipes de projets dont les objectifs principaux sont la conservation des espèces et de la diversité biologique, ainsi que la gestion des habitats et des ressources naturelles. L'Union, qui a aidé de nombreux pays à élaborer leur Stratégie nationale de conservation, démontre la pertinence de son savoir par le truchement des projets qu'elle supervise sur le terrain. De plus en plus décentralisées, ses activités sont menées par un réseau de bureaux régionaux et nationaux en pleine expansion, installés principalement dans les pays en développement.

Afin de sauvegarder les ressources naturelles aux plans local, régional et mondial, l'Union mondiale pour la nature s'appuie sur ses membres, réseaux et partenaires, en renforçant leurs capacités et en soutenant les alliances mondiales.

Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest  
UICN-BRAO  
Avenue Kwamé N'krumah  
Ouagadougou, 01  
Burkina Faso  
Téléphone: +226 30 70 47  
Télécopie: +226 30 75 61  
Courriel: uicnbrao@fasonet.bf

Service des publications de l'UICN  
219c Huntingdon Road  
Cambridge CB3 0DL  
Royaume-Uni  
Téléphone: +44 1223 277894  
Télécopie: +44 1223 277175  
Courriel: info@books.iucn.org  
<http://www.iucn.org>