

Le barrage de Lagdo (Nord-Cameroun)

Impact sur les plaines d'inondation de la Bénoué

Benjamin Ngounou Ngatcha
Géographe

Roger Njitchoua
Géographe

Emmanuel Naah
Hydrologue

D'après Dejoux (1988), les barrages et les systèmes d'irrigation qui leur sont associés vont permettre un développement agricole dans les régions très défavorisées, et il sera possible de créer la vie où il n'y avait que désert ou bien de fabriquer l'électricité essentielle à l'économie. Toutefois, le bilan n'est pas que positif, et beaucoup de plans d'eau artificiels s'accompagnent d'un impact très critique. Le barrage de Lagdo a été construit entre août 1977 et juillet 1982 sur le cours de la Bénoué. La retenue à l'amont de ce barrage a un potentiel de 7,7 milliards de m³. La surface noyée à la cote 216 (niveau normal de la retenue) est de 697 km². En aval du barrage de Lagdo s'étendent de vastes plaines alluviales inondables favorables à la culture pluviale, la culture de décrue, la culture de submersion. Les travaux de Naah (1981), Tchoué (1983) et Olivry (1986) sur les ressources en eau du Cameroun ont prêté peu d'attention aux plaines inondables. De plus, depuis plus d'une décennie, le réseau d'observation hydrométrique qui comptait huit stations est actuellement abandonné, ce qui se traduit par la précarité des données hydrologiques actualisées. Pourtant, la gestion intégrée durable des plaines inondables nécessite que les données environnementales de base – notamment hydrologiques –

de chaque plaine soient connues (Oberlin *et al.*, 1993 ; Kassah, 1994 ; Charmard *et al.*, 1997 ; Gepis, 2000) afin de sauvegarder des 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 (Poncet et Orange, 2000 ; Sally, 2000).

La présente étude met en évidence les multi-usages du barrage de Lagdo et des aménagements des plaines d'inondation associées, ainsi que les problèmes liés à la mise en service du barrage. L'objectif est de déterminer les actions à entreprendre pour garantir la rentabilité et la durabilité de l'exploitation des ressources naturelles des plaines d'inondation de la Bénoué.

I Principales caractéristiques de la zone d'étude

Caractéristiques hydroclimatiques du bassin de la Bénoué

Les connaissances hydroclimatiques du bassin de la Bénoué (fig. 1) sont dues aux travaux de Naah (1981), Tchoué (1983) et Olivry (1986). Le bassin de la Bénoué est soumis à un climat tropical à deux saisons : une saison sèche (novembre à avril) et une saison humide (mai à octobre). Ce climat détermine deux saisons de production agricole : de juillet à septembre en culture pluviale, d'octobre à mars en culture irriguée. Le régime hydrologique de type tropical pur est caractérisé par une période de hautes-eaux (juillet à octobre avec le maximum en août / septembre) et une période de basses-eaux (janvier à mai avec étiage au mois d'avril). La pluviosité augmente progressivement sur l'ensemble du bassin à partir du mois de mai en raison de l'avancée du front intertropical vers le nord. La pluviométrie moyenne annuelle varie de 600 à 1 400 mm selon les années et les secteurs tandis que la température moyenne annuelle varie entre 22 et 28 °C.

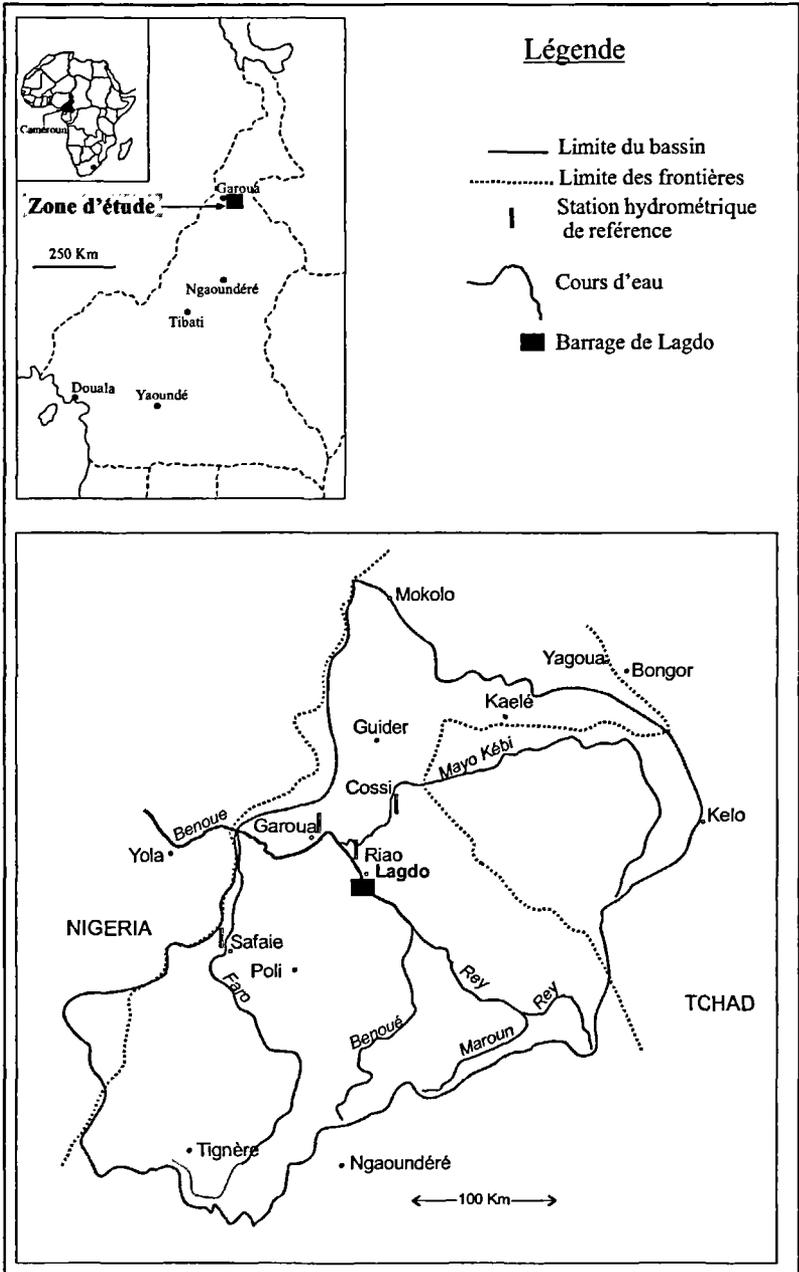
A la frontière du Nigeria, le réseau hydrographique du bassin de la Bénoué est constitué essentiellement des réseaux de trois bassins secondaires de tailles pratiquement équivalentes : le bassin de la

haute Bénoué, le bassin du mayo Kébi et le bassin du Faro (qui n'est évoqué ici que pour mémoire car il n'a aucune influence sur notre zone d'étude). Chacun de ces bassins présente des particularités de régime. La Bénoué prend sa source à 1 300 m d'altitude sur le plateau de l'Adamaoua ; elle constitue le principal tributaire du fleuve Niger et le collecteur majeur du Niger inférieur sur le plan des apports. Jadis, le régime hydrologique de la Bénoué à Riao caractérisait le régime de la Bénoué en amont de la confluence avec le mayo Kébi. Le tableau 1 présente les débits moyens mensuels et annuels de la Bénoué et du mayo Kébi, comparables sur 25 ans avant la construction du barrage aux stations de référence de Riao, Cossi et Garoua. Les débits moyens les plus forts sont observés en septembre tandis qu'avril est le mois de plus basses-eaux. On retrouvait à Garoua les principales phases de crues de Riao, auxquelles les crues du mayo Kébi venaient se superposer. A Riao, le maximum de crue survenait en septembre ; en 1966, il a atteint $3\,428\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$. A Garoua, le débit maximum de crue observé fut de $6\,130\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ le 26 août 1948, le débit journalier correspondant à cette crue étaient de $5\,970\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ (Olivry, 1986).

■ Tableau 1

Débits moyens (en $\text{m}^3\text{ s}^{-1}$) de la Bénoué et du mayo Kébi aux stations de références (Tchoué, 1983 ; Olivry, 1986).

Mois	Bénoué à Riao (1930–1980)	Mayo Kébi à Cossi (1954– 980)	Bénoué à Garoua (1930–1980)
Avril	1,5	1,5	2,8
Mai	5,5	6,4	13
Juin	34	48,5	91
Juillet	230	143	319
Août	837	307	1 055
Septembre	1 268	353	1 670
Octobre	506	155	730
Novembre	82	77	154
Décembre	24	44	55
Janvier	8	19,5	24,5
Février	2	7	12
Mars	2,5	2,5	5
Débit annuel	250	97	350



Caractéristiques des plaines d'inondation de la Bénoué

Dans la plaine d'inondation de la Bénoué, Welcomme (1979 *in* Drijver et Marchand, 1985) distingue trois plaines alluviales : la plaine alluviale du delta côtier caractérisée par la remontée d'eau saumâtre jusqu'à 200 km en amont ; la plaine alluviale frangeante qui représente la zone inondable de chaque côté du fleuve ; le delta central dans lequel le bras principal du fleuve se résout en ramifications drainant une immense plaine alluviale avant de regagner le lit principal en-deçà de la zone deltaïque.

Selon Ouadba (2000), il existe aussi de larges zones de comblements, correspondant à d'anciens lacs, au relief extrêmement plat mais en pente très faible, qui reçoivent les débordements de certains fleuves (cas de la plaine du Logone, extrême Nord Cameroun). La figure 2 montre l'importance des zones d'inondation tant sur la Bénoué que sur le mayo Kébi. Les zones d'inondation du bassin de la Bénoué rentrent dans la catégorie des plaines frangeantes. La superficie totale de ces plaines est estimée à 1 000 km² et le potentiel à aménager est de 820 km², soit 82 000 ha.

La Bénoué est un cours d'eau au lit essentiellement sableux qui connaît des variations lors des passages des crues importantes. D'après Olivry (1986), la Bénoué coule dans une large vallée avec ses plaines de déversement dépassant parfois cinq et même dix kilomètres de largeur, ses méandres morts ou ses mares restent en eau toute l'année. Le paysage général est caractérisé par une plaine interrompue par des petites collines (de 100 à 200 m d'altitude), parcourue par un réseau de cours d'eau à caractère saisonnier (les mayos) et dominé par la Bénoué et son affluent le mayo Kébi (Minplat, 1993). A Lagdo, deux inselbergs de granite dominant la plaine, celui de Douka et celui de Lagdo.

A l'aval de Lagdo, les zones de débordement peuvent aboutir à de vastes plans d'eau, tel le Vimedé Douloumi qui couvre en rive droite plus de 1 000 ha au droit d'Adoumari. Après son confluent avec le mayo Kébi, la vallée est bien marquée, séparée des zones inondables par les bourrelets de berge sur lesquels se développe une végétation arborée. La végétation dominante est une savane arbustive laissant la place dans les zones dégradées à une steppe peuplée d'épineux.

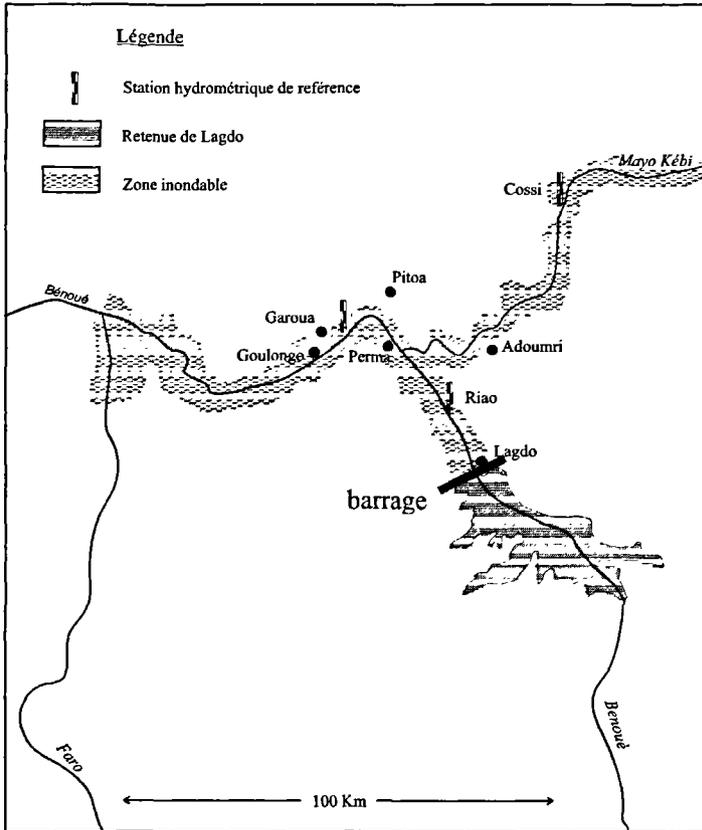


Figure 2
Localisation de la retenue de Lagdo et des zones inondables.

Avec une pluviométrie annuelle de 1 000 à 1 200 mm, la capacité de charge de la savane est élevée et assure du fourrage au bétail pendant une assez longue période de l'année. Les berges du fleuve Bénoué représentent les principales surfaces de compensation pour la perte des ressources fourragères de la région. Ainsi ces plaines jouent un rôle indispensable à la survie de l'élevage nomade et semi-nomade dans la région en fournissant des pâturages au cours de la saison sèche.

■ Rôles du barrage de Lagdo

Production d'électricité et amélioration de la navigabilité

Le barrage de Lagdo a pour vocation principale la production d'énergie électrique. Pour un fonctionnement interannuel moyen de 4 470 heures, la productivité annuelle moyenne est de 291 Gwh an⁻¹. Ce potentiel hydroélectrique est suffisant pour desservir l'ensemble du Nord-Cameroun et exporter probablement une quantité d'électricité vers les pays voisins. Grâce aux lâchers d'eau du barrage qui sont étalées sur toute l'année pour permettre la génération continue d'électricité (en supprimant néanmoins les crues), la Bénoué, qui était caractérisée par des déficits saisonniers (elle tarissait souvent complètement en avril ou en mai), ne sera plus à sec, sauf en cas de sécheresse exceptionnelle ou persistante (cas de la sécheresse de 1997). La disponibilité en eau est maintenant garantie pendant toute l'année.

Depuis 1950, le problème de l'amélioration de la navigabilité de la Bénoué s'est posé. D'après Olivry (1986), les études avaient montré que la navigation entre le confluent du Faro et Garoua était possible pour un tirant d'eau de 1,35 m (débit de 400 m³ s⁻¹) tandis que plus en aval la navigation n'était possible au seuil d'Ouro-Boki (Nigeria) que pour un débit de 1 000 m³ s⁻¹. La régularisation par le barrage de Lagdo devrait permettre de garantir la navigation pendant 140 jours.

Développement de l'agriculture

La politique agricole s'est orientée vers la culture irriguée afin de diversifier la production agricole en introduisant le riz et la canne à sucre. Pour alimenter en eau les irrigations, deux prises d'eau ont été prévues de part et d'autre de la Bénoué. Le potentiel total de ces deux prises permet la mise en valeur de 13 000 ha irrigués. Le canal principal de la rive droite a une capacité de 14 m³ s⁻¹ tandis que celui de la rive gauche est de 9 m³ s⁻¹. La modernisation de l'agriculture a permis de diffuser des techniques agricoles améliorées et d'obtenir des bons rendements. Par exemple, les

rendements moyens du paddy dans les parcelles aménagées sont pratiquement les mêmes en saison des pluies qu'en saison sèche ($3,5 \text{ t ha}^{-1}$). Par ailleurs, grâce à la submersion contrôlée, l'eau est disponible toute l'année, on peut donc pratiquer deux cultures par an sur une même parcelle. Ainsi, la sécurité alimentaire peut être étalée sur une plus longue période. Enfin, les cultures maraîchères (tomates, laitues, carottes, légumes locaux, melons, courgettes...) ont également pris une extension très importante. Elles ont été stimulées par la forte demande des grandes villes (Garoua, Maroua et Ngaoundéré). La culture de mouskouari a été redynamisée avec l'afflux de migrants. Sa production représente 30 % de la production des céréales.

Développement de la pêche

Le développement de la pêche dans la retenue de Lagdo correspond à un processus spontané dès la mise en eau du barrage. En quelques années, la ressource halieutique abondante et la crise écologique (sécheresse) dont souffrent d'autres bassins, ont attiré sur les rives de la retenue une population importante de pêcheurs de différentes ethnies, provoquant ainsi un flux migratoire en provenance de l'extrême Nord du Cameroun, du Nigeria, du Tchad et, à un degré moindre, du Mali. Cette situation favorable a poussé de nombreux autochtones à se consacrer toujours davantage à la pêche, en l'intégrant aux activités agricoles et/ou d'élevage traditionnelles (Minplat, 1993). Le nombre de pêcheurs est passé de moins de 400 en 1983 à 2 350 en février 1992. Parmi ces pêcheurs, 65 % environ pratiquent l'agriculture. A Lagdo, 63 % des captures sont représentées par la famille de Cichlidae, dont 90 % de *Sarotherodon galilaeus*. La productivité dans la retenue de Lagdo est passée de $157 \text{ kg ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ en 1985 pour une surface totale de 50 000 ha et une densité de 2,4 pêcheurs par km^2 à $205 \text{ kg ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ en 1990 pour une surface totale de 60 000 ha et une densité de 6,4 pêcheurs par km^2 .

Evolution des surfaces cultivées et actions secondaires

Pendant la période de 1980 à 1991, la population est passée de 53 800 habitants à 205 602 habitants, soit une augmentation de

151 802 habitants. Parallèlement, la superficie cultivée est passée de 15 338 ha en 1980 à 65 752 en 1991 (tableau 2). L'ouverture de terres agricoles a suivi la courbe d'évolution de l'augmentation de la population due aussi bien à l'arrivée et à l'installation des migrants qu'à la croissance naturelle de la population. La croissance démographique a entraîné la mise en culture permanente de certaines parcelles autrefois cultivées pour l'autoconsommation en jachères longues. Tout ceci a eu pour conséquence l'élargissement du marché de l'emploi. L'aménagement de la vallée de la Bénoué a également créé toutes sortes d'activités secondaires, comme les constructions de la route Garoua-Lagdo, du pont sur le mayo Kébi, des écoles, des infrastructures sanitaires, des usines... Grâce aux infrastructures économiques et sociales réalisées, les habitants ont atteint un niveau de vie souvent de loin supérieur à celui connu dans leur zone d'origine.

■ Tableau 2

Evolution des superficies globales cultivées (en hectares)
et de la population (d'après Minplat, 1993).

Cultures (ha)	1980/81	1983/84	1987/88	1990/91
Sorgho	7 742	14 284	18 821	15 502
Mouskouari	2 011	5 130	5 490	10 097
Arachide	1 925	5 241	8 294	8 182
Maïs	830	1 230	7 656	15 331
Coton	2 830	11 251	18 502	16 640
<i>Superficie totale cultivée (ha)</i>	<i>15 338</i>	<i>37 136</i>	<i>58 763</i>	<i>65 752</i>
<i>Populations (hab.)</i>	<i>53 800</i>	<i>116 175</i>	<i>161 605</i>	<i>205 602</i>

■ Impact du barrage de Lagdo sur les ressources naturelles

Incidences sur les écoulements

La création du barrage de Lagdo s'est traduite par la transformation du fleuve Bénoué en amont de Lagdo en une

retenue artificielle. En aval du barrage, le régime de la Bénoué a été radicalement modifié, ce qui se traduit par :

- la suppression des crues ;
- la diminution de l'étendue des zones inondables : la surface inondable est passée de 1 000 km² à environ 670 km², ce qui représente une perte de l'ordre de 33 %, soit 33 000 ha de terres de cultures perdues ;
- l'assèchement de nombreuses cuvettes naturelles submersibles favorables à la culture traditionnelle de mouskouari ;
- la baisse du plan d'eau qui laisse à découvert de grandes surfaces vaseuses ;
- la diminution du transport solide dans les eaux.

Incidences sur la culture du mouskouari

Dès la mise en eau de la retenue de Lagdo en 1982, la suppression des crues qui rendaient possible, à la décrue, la culture de mouskouari (sorghos repiqués sur les vertisols), base de l'alimentation traditionnelle locale, a suscité la plainte des paysans.

Afin de permettre à la population de la région de cultiver le mouskouari comme elle pouvait le faire traditionnellement avant la construction du barrage de Lagdo, le gouvernement camerounais a financé la construction à Garoua, Pitoa, Guebake et Langui Bé, d'une série de digues ayant pour but de reconstituer artificiellement les inondations de la Bénoué. Ces digues qui ont été dimensionnées de manière à pouvoir contenir et évacuer des crues correspondant à une pluie cinquantenaire permettent de retenir les eaux des bassins versant latéraux (et non les eaux de la Bénoué) et de sauvegarder près de 5 240 ha de vastes dépressions représentant les meilleures terres à mouskouari. Malgré l'importance de ces digues, leurs constructions ont également entraîné la perte de quelques terres de cultures.

Incidences sur la forêt, le pâturage et les sols

Dans le bassin de la Bénoué, la forêt fournit du bois d'œuvre pour les constructions et du bois de chauffe pour les ménages. Les besoins en bois de chauffe encouragent les populations démunies de ressources à couper le bois pour le commercialiser. La dégradation du milieu naturel est donc accentuée par la

déforestation presque intégrale de la région et l'augmentation du braconnage. D'après Scholte (2000), le braconnage réduit la taille des cheptels, l'anthropisation de leurs parcours de migration traditionnels désoriente les animaux et occasionne une divagation peu compatible avec les activités agricoles. Par ailleurs, l'élevage transhumant et l'influence des feux de brousse tardifs contribuent à dénuder le sol. L'épuisement des sols est en outre favorisé par les méthodes culturales pratiquées consistant à déboiser le terroir, le cultiver jusqu'à épuisement et recommencer le processus sur une terre vierge. La terre abandonnée reste dénudée et soumise à l'érosion (Minplat, 1993).

L'augmentation de la population et des zones cultivées s'est traduite par une diminution des surfaces de pâturage (14 000 ha), une dégradation poussée des terres à vocations agricoles dans le périmètre immédiat de la ville de Garoua, l'accroissement sensible de tension entre agriculteurs et éleveurs... En effet, il y a actuellement plus de 200 000 têtes de bétail sur une surface pastorale estimée à 924 000 ha, ce qui donne une charge de 4,6 ha par tête au lieu des 7 ha communément admis comme norme sur ce genre de terrain (Minplat, 1993).

En aval de Garoua, la Bénoué a un lit relativement étroit et profond. Elle trace des méandres réguliers qui provoquent une érosion latérale intense des berges argilo-sableuses. Les alluvions apportées autrefois lors des crues, élément clef de la conservation des sols exploités intensivement et continuellement ont quasiment disparu depuis la construction du barrage. De plus, la réduction de la teneur en boue du fleuve modifie l'équilibre alluvionnaire des plaines inondables et se traduit finalement par une diminution de la fertilité des sols.

Effets des fortes crues et des sécheresses

Le bassin de la Bénoué est marqué par une alternance de périodes humides et de périodes sèches. La période de cette alternance est peu variable : de l'ordre de 10 ans en moyenne.

En 1988, on a assisté pour la première fois au remplissage de la retenue jusqu'à la cote 216 m. La crue maximale enregistrée à Garoua était de $1\,946\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$. Le barrage par ses lâchers intempestifs associés aux crues des bassins intermédiaires et le mayo Kébi ont constitué une grave menace pour les infrastructures

prises en aval. D'après Consultants Associés (1997), trois catégories de dégâts dont le coût de réparation s'est élevé à 200 millions de F CFA, ont été observées : brèches sur les digues (départ complet d'un tronçon de digue), griffes d'érosion régressive du parement aval dues à la dissipation d'énergie du ressaut, destruction de la protection en enrochement.

A l'opposé, en 1997, la pluviométrie a été très faible dans l'ensemble du bassin (moins de 1 000 mm). Le niveau de la retenue a tellement baissé que la distribution d'électricité a été réduite. Accessoirement à cette réduction, de vastes étendues de terres fertiles sont demeurées hors de l'eau pendant plusieurs mois. Seules les parties les plus basses de la vallée ont été inondées. Le calendrier agricole et les transhumances ont été affectés. La sécheresse a donc réduit la productivité fourragère et les activités pastorales. De nombreux pasteurs ont nomadisé sur de longues distances pour nourrir leur bétail. Ceci a entraîné le surpâturage de certaines zones et la surcharge générale en ruminants. Les systèmes de cultures de décrue ont été déstabilisés. Certaines cultures se sont soldées par des échecs. Les captures de poisson ont été maigres et les revenus tirés de la pêche ont diminué. Il y a eu une augmentation du taux de mortalité animale.

Effets secondaires

Incidences sanitaires

La création d'une grande étendue d'eau stagnante a favorisé la reproduction de moustiques et d'autres vecteurs de maladies (onchocercose, amibiase, paludisme, ...). Le paludisme reste endémique et présente le plus grand taux de morbidité, surtout chez les enfants de 0 à 5 ans. La bilharziose à *Schistosoma haematobium* se manifeste le long des cours d'eau et des marres. Les enfants qui jouent dans les eaux contaminées sont généralement les plus exposés. L'onchocercose est maintenant fréquente dans les eaux situées en amont de la retenue.

La forte densité de la population à Djipordé, le seul point habité en bordure de la retenue de Lagdo où les activités artisanales et commerciales (poissons) sont très développées, pose le problème des conditions hygiéniques et sanitaires. A Djipordé, le manque d'eau potable et l'inexistence de latrines, de canaux de drainage des eaux, de systèmes de ramassage des ordures, ainsi que de tout

autre service nécessaire à la cohabitation de milliers de personnes (de 8 000 à 10 000 habitants) en un espace si restreint, provoque régulièrement de graves problèmes sanitaires (épidémies de choléra, ...). En effet, au bord du barrage, la même eau est utilisée sans distinction d'aucune sorte, pour tous les types d'activités ou de nécessités humaines. Par ailleurs, les nombreuses habitations, construites en paille et en boue séchée, entassées les unes sur les autres sont en permanence exposées aux risques d'incendies. Le non respect du calendrier agricole par les paysans et le non suivi des normes d'irrigation entraînent des effets négatifs sur les infrastructures existantes et sur la qualité des eaux. En effet, l'utilisation de l'engrais minéral pour la culture du riz, du coton et du maïs constitue une menace considérable sur la qualité de l'eau et par conséquent sur la santé humaine. Enfin, les populations migrantes sont surtout attachées aux petits ruminants qui sont malheureusement soumis à des épidémies dévastatrices. Les glossines devraient constituer à brève échéance une contrainte grave de l'élevage dans la zone.

Effets résultant de la conception des ouvrages

Les parcs de Benoué et de Bouba-Ndjida représentent pour la région un facteur essentiel de la conservation de la flore, de la faune et des processus écologiques originels ainsi que du développement du tourisme. En amont de la retenue de Lagdo, les aménagements entravent la migration de la faune sauvage qui avait coutume de longer les rives boisées du fleuve situées entre le parc de Benoué et le parc de Bouba-Ndjida. La construction du barrage entrave également la migration saisonnière des poissons vers les plaines inondables. La construction des digues en aval du barrage a détruit certaines frayères indispensables à la survie des poissons qui peuplent les plaines alluviales de la Bénoué.

I Stratégies de développement des plaines inondables

La diversité des fonctions du barrage de Lagdo exige l'adoption d'actions diverses pour une gestion coordonnée des ressources

naturelles. Comment faire pour promouvoir l'agriculture, l'élevage et la pêche, améliorer la navigation, éviter les conflits d'usage, établir un équilibre naturel entre le barrage et son environnement sans toutefois pénaliser la distribution d'énergie électrique ?

Pendant la construction du barrage, le gouvernement camerounais a créé à Garoua la « Mission d'étude et d'aménagement de la vallée supérieure de la Benoué » (MEAVSB). Cette mission avait en charge la formation des paysans dans les techniques agricoles, la préparation des terres, l'octroi des crédits d'intrants (semence, engrais, pesticides), la maintenance des ouvrages... Les moyens institutionnels et organisationnels mis en place par l'Etat camerounais à travers la MEAVSB montre bien que les pouvoirs publics sont favorables à la gestion intégrée des ressources naturelles dans le bassin de la Bénoué. Malheureusement la crise économique persistante oblige l'Etat à se désengager de ces fonctions. Ainsi le succès de la gestion intégrée des ressources naturelles dans les zones inondables de la Bénoué est un défi à relever plutôt qu'une recette à appliquer. Le défi consiste à tenir compte de plusieurs contraintes : sociales, culturelles, techniques, économiques, naturelles ...

Contraintes socioculturelles

Selon Vincke (2000), la gestion foncière est l'expression formelle de l'organisation et de la gestion de l'espace et des activités humaines. Les contraintes sociales dépendent des attributions des parcelles et de la gestion de ces attributions par les chefs coutumiers. Dans le nord Cameroun en général, et le bassin de la Bénoué en particulier, l'une des plus grave contrainte à la gestion des ressources naturelles est liée à l'absence de régime foncier qui garantit l'accès et l'utilisation des terres. En effet, l'absence de statut de propriété – voire même de statut d'usufruit codifié et institutionnalisé – n'encourage par les migrants à s'investir dans les terrains mis à leur disposition. On constate plutôt une tendance très générale au débordement des pratiques ancestrales. Malheureusement, le système foncier traditionnel est remis en cause par les populations de plus en plus nombreuses, qui ont besoin d'obtenir des superficies de plus en plus considérables pour leur survie. Par ailleurs, la grande diversité de langues et de cultures ethniques (plus de 50 ethnies) rassemblées autour de la retenue de Lagdo représente un obstacle au développement.

Pour résoudre les nombreux conflits fonciers, l'Etat devrait donc penser à une législation, base d'une gestion rationnelle de l'espace rurale et du règlement des tensions entre agriculteurs et éleveurs. L'exemple de la localité de Naari, où la commission de gestion des ressources naturelles constituée essentiellement de Mbororos a procédé au bornage des pistes à bétail et, qui a permis de délimiter des zones à vocation agricole et à vocation pastorale, est à suivre.

Conversion à l'agriculture irriguée

La pratique de l'irrigation nécessite la mécanisation de nombreuses opérations culturales (labour, hersage, enfouissement de l'engrais et de résidus organiques). Le coût élevé de l'irrigation commande le développement de l'agriculture irriguée à petite échelle plus facile à gérer et à contrôler. En effet, les populations pauvres des milieux ruraux accueillent rarement avec enthousiasme le transfert de technologie. L'expérience des petits périmètres irrigués dans le bassin du fleuve Sénégal (Seck, 1986) a montré la capacité d'adaptation des populations et la nécessité d'intégrer la dimension humaine et sociale comme composante à part entière du développement hydroagricole du bassin. Il est évident qu'avec la croissance démographique rapide, l'évolution vers une agriculture plus intensive et irriguée semble inévitable. Pour y faire face, il faudrait insérer l'irrigation dans l'activité des paysans. Par ailleurs, l'encadrement des paysans demeure nécessaire pour améliorer leurs connaissances sur les techniques de certaines cultures comme le riz. Cet encadrement peut se faire à travers des séminaires et des stages dans les régions productrices de riz et par la mise en place d'une structure légère composée d'animateurs qu'on pourrait même choisir parmi les paysans les plus doués.

Il y a peu d'espoir de parvenir à une gestion durable des ressources naturelles dans la vallée de la Bénoué tant que l'attribution des parcelles n'est pas transparente et le paysannat structuré, formé et organisé dans la perspective de l'associer à la gestion du périmètre ou de lui permettre de proposer un plan de mise en œuvre. En effet, on ne pourra convaincre les populations de respecter les richesses des plaines inondables que si l'on sait leur proposer des modes d'exploitation de ces zones, qui répondent à leurs besoins (Acreman et Pirot, 2000) ; 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.

Conservation des forêts, maintien de l'activité halieutique et intensification de l'élevage

Le rythme de consommation en bois dépasse en général le rythme de régénération de la matière ligneuse. On constate que la sensibilisation et l'éducation des populations ainsi que la distribution des plantules forestières (opération « Sahel vert ») ont été sans succès. Les mesures visant à freiner et à compenser partiellement la dégradation des forêts doivent accorder la priorité à des programmes concertés qui portent aussi bien sur le reboisement, l'exploitation forestière rationalisée et les économies d'énergie que sur l'utilisation de nouvelles sources énergétiques (gaz et pétrole). A cette fin, la promotion par l'Etat des plants fruitiers (manguiers, goyaviers...) a suscité plus d'espoir. Mais cette action peut-elle réussir le rééquilibrage effectif entre le taux annuel des abattages et le taux de croissance de la forêt ?

A Lagdo, la forte croissance de la population de pêcheurs risque de se traduire à terme par une surexploitation de la ressource halieutique. En effet, les différentes capacités de captures observées d'un groupe à l'autre dépendent essentiellement de la possibilité d'investissement en moyens et équipements, de la tradition et habilité de chaque ethnie, ainsi que de l'exercice des activités à plein temps ou seulement à temps partiel. En attendant une réglementation en matière de pêche à Lagdo, la limitation de la taille minimale autorisée des poissons pêchés doit être en avant garde des actions de maintien de l'activité halieutique.

Enfin, l'intensification de l'élevage nécessite d'après Minplat (1993) la mise en place d'un service vétérinaire, en même temps que le développement d'actions en faveur de l'élevage des petits ruminants et des volailles qui représentent une part non négligeable de l'apport en protéines animales de la population de la région. Par ailleurs, la sensibilisation des éleveurs à la gestion et à l'exploitation optimale des potentialités des troupeaux en améliorant leur composition par classe d'âges et de sexes, et la poursuite des essais de cultures associées (légumineuses fourragères / cultures vivrières ; jachères améliorées ; production dans les petites dépressions inondées en permanence de bourgou à *Echinochloa pyramidalis* avec éventuellement introduction d'*E. stagnina* qui a une valeur alimentaire supérieure), comme complément fourrager pour la saison sèche constituent aussi une voie vers le développement de l'élevage.

Contraintes de gestion des lâchers du barrage

Après la modification de l'écoulement liée à la construction du barrage, le régime hydrologique de la Bénoué à Garoua (en aval de la confluence avec le mayo Kébi) est désormais influencé par les apports de quatre composantes : le débit des lâchers ; le débit turbiné (il existe quatre turbines dont le débit unitaire est de $109 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), le débit du mayo Kébi et le débit des bassins versants latéraux. Les digues pour mouskouari exigent des débits de la Bénoué à Garoua inférieurs à $1\,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Or l'évacuateur principal des crues du barrage a une capacité de $3\,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, correspondant approximativement au débit de crue de la Bénoué. Alors comment gérer les lâchers de manière à limiter les dommages en aval du barrage ?

Le modèle de gestion chinois qui propose le remplissage préalable du barrage et la vidange brutale en cas de forte crue ($2\,600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pour une crue décennale) n'est pas acceptable en raison des exigences des digues pour mouskouari. Le modèle de propagation des crues de la Bénoué proposé par Sogréah (*in* Consultants Associés, 1997) en vue d'assurer la protection des infrastructures mises en aval, indique que pour un débit lâché de $2\,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ par le barrage au moment où le mayo Kébi a une crue de $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, la cote du plan d'eau à Garoua est de 180 m, la digue de Garoua étant arasée à la cote 179, elle sera submergée sur une hauteur de 1 m ; de plus, si pendant ce temps le mayo Kébi entrait aussi en crue, la submersion serait encore plus prononcée. La Société nationale d'électricité (Sonel) n'est pas favorable à ce modèle qui ne maximise pas le remplissage du barrage en période de sécheresse. Le modèle *Lagdyn1* (développé par la Sonel) est proche du modèle chinois ; il se base sur une probabilité maximale de remplissage du barrage en prévision d'une période de sécheresse. Il implique des lâchers importants en cas de fortes crues au moment où le barrage est déjà plein. Ce modèle dont l'objectif principal est la production continue d'énergie électrique, donne pleine satisfaction à la Sonel qui tient à disposer d'un volume d'eau permettant d'éviter le recours à la coûteuse production d'énergie thermique.

Pour résoudre les problèmes de lâchers de Lagdo, une intervention de l'Etat doit donc être menée pour accorder les contraintes de gestion du barrage par la Sonel. De plus, pour éviter que les fortes crues du mayo Kébi ne coïncident avec les lâchers du barrage, le gestionnaire du barrage doit avoir une information sur les crues de

ce cours d'eau. Par ailleurs, aucun modèle n'ayant à ce jour donné pleine satisfaction, surtout en ce qui concerne la protection des aménagements en aval du barrage, la nécessité de la reprise du programme de recherche hydrologique abandonné depuis plus d'une décennie dans le bassin de la Bénoué s'impose d'elle-même. Car seule la bonne gestion de l'eau permet de recréer des conditions proches des conditions naturelles de fonctionnement de l'écosystème (Vincke, 2000).

Conclusion et perspectives

Ce travail montre que lorsque les projets d'aménagement hydraulique, qui constituent des potentialités réelles de développement, ne sont pas assortis d'un ensemble de mesures visant à la protection des ressources naturelles, de nombreux problèmes écologiques peuvent apparaître. Ces problèmes se situent au niveau de la mauvaise gestion des eaux, de la surexploitation des forêts, des pâturages et des ressources piscicoles et de la disparition des biotopes naturels. Dans les plaines d'inondation de la Bénoué, le bétail, les cultures, la faune sauvage, la flore, les sols ont été directement touchés par la diminution de l'ampleur et de la durée des inondations. La construction du barrage de Lagdo a provoqué un mouvement de population important vers les zones inondables pour s'établir de façon permanente. Ce grand mouvement de population augmente les risques de contamination et de dégradation du milieu. Les périodes sèches mettent l'élevage, la pêche et la distribution d'énergie en situation précaire. Les lâchers de la retenue lorsqu'elles ne prennent pas en compte les crues du mayo Kébi, demeurent une grave menace pour la stabilité des infrastructures en aval du barrage. La valeur économique de la culture de mouskouari a favorisé la construction des digues submersibles et la sauvegarde de 5 240 ha de terres en rive droite de la Bénoué entre Langui-Bé et Garoua. L'utilisation des déchets provenant de l'agriculture irriguée permet d'atténuer la perte des ressources en pâturage des plaines inondables.

Une bonne gestion des plaines inondables de la Bénoué commande que d'autres actions soient entreprises. Il s'agit notamment :

d'harmoniser l'exploitation du barrage avec la situation créée par une conversion modérée à l'agriculture moderne – car les systèmes de production traditionnels ont tendance à disparaître devant l'introduction de nouvelles technologies (cultures irriguées) –, de prendre des mesures pour contrecarrer les effets néfastes de l'expansion considérable des habitats favorables aux insectes et à la faune aquatique nuisibles, de délimiter les terres pouvant être cultivées et les terres convenant aux pâturages, et de définir les interventions pour une meilleure utilisation des terres du lit majeur et des terrasses de la Bénoué et du mayo Kébi, de réhabiliter le réseau hydrométrique et enfin de mettre en place un programme de collecte des données hydrologiques nécessaires à l'élaboration d'un modèle de gestion du barrage de Lagdo qui soit acceptable par les usagers du barrage et les aménagements. Promouvoir la collaboration interinstitutionnelle et créer un comité de concertation sont aussi des facteurs conditionnant le bon processus de développement intégré du barrage de Lagdo.

Bibliographie

Acreman M., Pirot J. Y., 2000 –
« Lignes directives ».
In Gepis (éd.) : 1-4.

Chamard P. C., Courel M. F., Adésir-Schilling M., Diakité C. H., 1997 –
L'inondation des plaines du delta intérieur du Niger (Mali). Tentatives de contrôle : la réalité et les risques. *Sécheresse*, 8 (3) : 151-156.

Consultants Associés, 1997 –
Les aménagements hydroagricoles dans la vallée supérieure de la Bénoué. Analyse diagnostic. Rapport provisoire, MINAT/MEAVSB/FED.

Dejoux C., 1988 –
La pollution des eaux continentales. Expérience acquise situation actuelle et perspectives. Paris, Orstom, coll. Trav. et Doc., 213, 513 p.

Gepis, collectif, 2000 –
Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, UICN, 214 p.

Kassah A., 1994 –
Aménagement hydraulique, irrigation et développement régional en Tunisie. *Sécheresse*, 5 (2) : 151-156.

Minplat, 1993 –
Evaluation du programme de développement rural dans le bassin de la Bénoué. Rapport définitif, Projet 6 ACP CM012.

Naah E., 1981 –
Profil de la Bénoué en aval de Lagdo. Rapport définitif DGRST-CRH, 57 p.

- Oberlin G., Gautier J. N., Chaston B., Farissier P., Givone P., 1993 – Une méthode globale pour la gestion des zones inondables : le programme « inondabilité » du Cemagref. *Sécheresse*, 4 (3) : 171-176.
- Olivry J.-C., 1986 – *Fleuves et rivières du Cameroun*. Paris, Orstom, coll. Monographies hydrologiques, 9, 733 p.
- Quadba J. M., 2000 – « Description de l'environnement physique ». In Gepis (éd.) : 45-47.
- Poncet Y., Orange D., 1999 – L'eau, moteur de ressources partagées, l'exemple du delta intérieur du Niger au Mali. *Aménagement et Nature*, 132 : 97-108.
- Sally L., 2000 – « Etudes d'impact sur l'environnement ». In Gepis (éd.) : 32-35.
- Scholte P., 2000 – « Ressources en espèces sauvages ». In Gepis (éd.) : 50-53.
- Seck S. M., 1986 – Des grands périmètres aux périmètres intermédiaires : prise en compte des acteurs sociaux dans les aménagements hydroagricoles. Les cas de Boghé et Mdombo-Thiago dans la vallée du Sénégal. *Cahiers de la Recherche Développement*, Cirad, 12 : 35-44.
- Tchoué G., 1983 – *Propagation de l'onde de crue de la Bénoué en aval de Lagdo*. Rapport DGRST-CRH, Yaoundé, Cameroun, 174 p.
- Vincke P. P., 2000 – « Planification et gestion intégrée ». In Gepis (éd.) : 21-24.