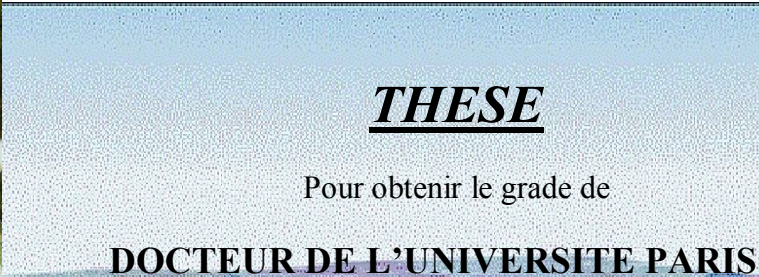


Université Paris 13
Ecole doctorale ERASME

N° attribué par la bibliothèque :



THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 13

Discipline : Géographie

Présentée et soutenue publiquement par

CHEKOU KORE El hadji Mohamoud

17 Novembre 2011



Titre

*Le fleuve Niger : Impacts du barrage de Kandadji
Aspects écologiques, socio-économiques, et culturels*

JURY

Solange MONTAGNE VILLETTE	Professeur Université Paris 13	Présidente
Alain GIRET	Professeur Émérite Université Paris 13	Directeur de thèse
Gilles ARNAUD FASSETTA	Professeur Université Paris 12	Rapporteur
Richard LAGANIER	Professeur Université Paris 7	Rapporteur
Jean Pierre BERTON	Professeur Émérite Université de Tours	Examineur
Mohamed TAABNI	M.D.C Université de Poitiers	Examineur

Université Paris 13
UFR Lettre et Sciences Humaines

N° attribué par la bibliothèque :

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 13

Discipline : Géographie

Présentée et soutenue publiquement

Par

CHEKOU KORE El hadji Mohamoud

Novembre 2011

Titre

*Le fleuve Niger : Impacts du barrage de Kandadji
Aspects écologiques, socio-économiques, et culturels*

JURY

Solange MONTAGNE VILLETTE	Professeur Université Paris 13	Présidente
Alain GIRET	Professeur Émérite Université Paris 13	Directeur de thèse
Gilles ARNAUD FASSETTA	Professeur Université Paris 12	Rapporteur
Richard LAGANIER	Professeur Université Paris 7	Rapporteur
Jean Pierre BERTON	Professeur Émérite Université de Tours	Examineur
Mohamed TAABNI	M.D.C Université de Poitiers	Examineur

REMERCIEMENTS

Il m'aura fallu 4 ans pour mener à bien cette thèse, jonchée d'obstacles, poussant à la fatigue, voire dans le pire des cas au doute à la démotivation. Ces épreuves ont toujours été compensées par un enthousiasme et un optimisme débordant. J'ai vécu cette thèse comme un vrai parcours personnel et humain, riche en rencontres. Heureusement sur ce chemin beaucoup de personnes ont gravité autour de moi et m'ont donné l'énergie d'aller de l'avant. Je vais donc prendre le temps de les remercier chaleureusement.

Mes plus vifs remerciements s'adressent à mon directeur de thèse, M. Alain Giret de la Faculté de géographie de Paris13 qui a su me lancer dans un domaine passionnant, à la fois pour sa patience et sa disponibilité, ses suivis attentifs et ses conseils avisés.

Je remercie vivement Doulla HAROUNA, Directeur Technique du Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HCAVN) pour l'intérêt qu'il a montré pour mon travail en me procurant les données et documentations nécessaires.

Je voudrais aussi fortement remercier M. Abdou ALI expert hydrologue au Centre Régional AGRYMETH (CRA) pour m'avoir parrainé au centre de documentation du CRA. J'ai pu accéder à des informations capitales grâce à lui et surtout ses conseils m'ont été très utiles.

Je suis très reconnaissant à M. Emanuelle GAUTHIER et M. Richards LAGANIER. Rapporteurs de ma thèse ainsi que Madame MONTAGNE-VILLETTE, Présidente du jury, M Jean-Pierre BERTON et M Mohamed TAABNI. Examineurs, d'avoir accepté de participer au Jury de thèse et de s'être rendus à ma soutenance. Je les remercie des questions et remarques que leur a inspirés ce travail et qui témoignent de l'intérêt qu'ils y ont porté.

J'exprime aussi mes remerciements les plus sincères à tous les responsables de l'administration nigérienne qui m'ont aidé et orienté lors de mes missions de terrains : A Monsieur Abdourahmane DAOUDA, Ingénieur hydrologue chef de division à la Direction des Ressources en Eau (DRE) pour les données debimétriques, M. Abdou Moumouni MOUSSA, Ingénieur Hydrogéologue au Ministère de l'hydraulique du Niger pour les données piézométriques et pour ses encouragements et son soutien scientifique et moral. A M. Harouna IBRAHIM directeur des statistiques Agricoles à l'ANPIP. M. Idrissa MAÏGA, Ingénieur à la Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN), Idrissa YOUNOUSSA, Chef de service AHA et périmètre irrigué. M Ganda Seydou SEYNI, Ingénieur au Ministère de l'Hydraulique du Niger pour la visite de terrain au Niveau des périmètres irriguées de Saga, Harobanda. M. Adam Kader GADJIMI, Directeur de la production animale.

Un grand merci à ma famille pour son soutien indéfectible, notamment ma mère Indi BINDO, mes frères Lawel, Hassane, et mes sœurs. Je dédie ce travail à la mémoire de mon père TCHAIMI Chékou Koré, et mon frère Tchaï

Je n'oublie pas l'administration de l'Ecole doctorale Erasme : Mme Viviane BIRARD pour sa disponibilité et ses courriels d'information, Mme Sandrine CARRON pour ses invitations à des conférences.

RÉSUMÉ

Le fleuve Niger, troisième plus grand fleuve d'Afrique, d'une longueur de 4200 km, est la principale ressource en eau de la République du Niger. Il prend sa source dans le Fouta Djallon, en Guinée, et traverse successivement le Mali, le Niger, le Bénin et le Nigeria. Il s'écoule d'abord en direction du nord-est jusqu'au Sahara, puis il décrit une grande boucle dans sa traversée des régions sahéliennes et subdésertiques.

La zone sahélienne, à laquelle le Niger appartient, connaît, depuis 1970, une sécheresse sévère, avec des conséquences désastreuses. La superficie des terres cultivables ne cessent de se réduire à cause du manque d'eau, de l'érosion des terres, de la disparition du couvert végétal et de l'explosion démographique. Pour pallier à ces problèmes qui assaillent notre pays, le Niger a, depuis 1970, envisagé la construction du barrage de Kandadji. Malheureusement, le contexte économique du pays n'était pas favorable, et il a fallu attendre 2009 pour voir le lancement des travaux du barrage.

L'évolution climatique a un impact direct sur l'écoulement du fleuve. On distingue au Niger trois zones climatiques : la « zone soudanienne » et la plus arrosée (1200 à 750 mm de pluie par an), la « zone sahélienne » est semi-aride (750 à 300 mm par an), et la « zone désertique » tend vers l'aridité, voire l'hyperaridité (300 à 100 mm par an). Cet ensemble climatique est dominé par deux masses d'air : l'Harmattan qui souffle pendant la saison sèche, et la Mousson africaine durant la saison des pluies. Les températures maximales peuvent atteindre 42°C en avril et mai, ce qui provoque une évapotranspiration intense.

Quatre aquifères concernent les ressources hydrogéologiques. Ce sont les nappes alluviales, les nappes du continental terminal, celles du continental intercalaire, et la nappe discontinuë du socle. La pédologie est constituée de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux. La végétation présente des aspects différents du fait de la diversité édaphique des régions traversées, et de l'accroissement progressif de la pluviométrie vers le sud du pays. Le fleuve Niger connaît d'importantes fluctuations hydrologiques annuelles qui se traduisent, aussi, par des variations physico-chimiques de la qualité de son eau. Surtout, les eaux de pluie d'une même année produisent deux crues en République du Niger : la crue locale et la crue malienne. Enfin, la population nigérienne est passée de 5 102 990 en 1977 à 15 500 000 en 2010.

Ce projet de Kandadji permettra une irrigation des terres, le maintien d'un débit minimal en période d'étiage. Mais il peut également engendrer de nombreux impacts qui sont d'ordres humains, économiques et environnementaux, et qu'il faut identifier et évaluer.

La mise en place d'un plan de gestion environnementale et sociale fait état des mesures de bonification nécessaires pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les conséquences environnementales et sociales négatives. Le Plan de Réinstallation présente les mesures proposées pour minimiser les impacts négatifs associés au déplacement des populations affectées, et à l'expropriation des terres pour assurer la réalisation du programme Kandadji. Le Plan de Développement Local (PDL) vise ainsi à permettre aux personnes affectées par le projet du barrage de retrouver, après le déplacement, un niveau de vie équivalent ou supérieur à celui qu'elles avaient avant la réalisation du programme.

Mots Clés : Afrique, Sahel, Fleuve Niger, République du Niger, Dosso, Niamey , Tillabéri Barrage de Kandadji, Gorouol, Dallols, Koris, périmètres irriguées, impacts, dépôts solides, patrimoines culturels, Plan de Réinstallation, déplacement involontaire , Plan de Développement Local, Sites d'accueil potentiels, Terres disponibles, dédommagement et compensation, Etudes socio-économique, Inventaire des biens capitaux, ; principe d'indemnisation et de paie, analyse financière , secteurs d'aménagement amont et aval, parc du'' W '' , Harmattan, Mousson, pluie, crue locale, crue malienne, étiage, jacinthe d'eau, sécheresse, conflit agriculteur – éleveurs, évapotranspiration, dénudation des sols, système aquifères Oullimenden, Continental Intercalaire , continental terminale, érosion hydrique impacts, bilan hydrologique, maladies hydriques, paludisme, bilharziose, défense et restauration des sols, conservation des sols

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p.5 ...
PREMIERE PARTIE : CONCEPTS ET METHODES	p.12 ...
I - CONCEPT DE L'HYDROLOGIE SAHELIENNE	p.13 ...
II - LA METHODE DE TRAVAIL.....	p.35 ...
DEUXIÈME PARTIE : LA PROBLÉMATIQUE ENVIRON- NEMENTALE DU FLEUVE NIGER	p.42 ...
I - DES DONNÉES CLIMATIQUES INCONTOURNABLES	p.42 ...
II - LE SOUS-SOL ET LE SOL	p.56 ...
III - HYDROGRAPHIE DU FLEUVE NIGER	p.77 ...
IV - CONTEXTE HUMAIN ET ÉCONOMIQUE	p.103...
TROISIÈME PARTIE : PROJETS AMBITIEUX ET IMPACTS ASSOCIES	p.124...
I - EVALUATION DES IMPACTS	p.124...
II - DES IMPACTS POSITIFS OU NEGATIFS ?	p.131...
III - L'IMPACT ÉCOLOGIQUE DE LA JACINTHE D'EAU	p.162...
IV - COUTS ET BENEFICES DU PROJET	p.165...
V - JUSTIFICATIF DU PROJET	p.186...
VI - IMPACT DU PROGRAMME KANDADJI SUR LE DEBIT DU FLEUVE NIGER AU NIGERIA	p.206...
QUATRIEME PARTIE : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX	p.213...
I – QUELQUES EXEMPLES REALISES	p.213...
II - LE PLAN DE REINSTALLATION	p.217...
III - LE PLAN DE DEVELOPPEMENT LOCAL (P.D.L.)	p.233...
IV - AUTRES.....	p.254...

INTRODUCTION

Le problème majeur de la République du Niger majeur reste sa situation de sous-développement ; ce serait un des pays les plus pauvres du monde. En 2005, le programme des Nations Unis pour le développement classait le Niger au 176^e rang mondial sur un total de 177 pays en termes de développement humain (PNUD, 2005). Au Niger, la pauvreté est un phénomène multidimensionnel et complexe. Elle peut être définie comme la détérioration du pouvoir d'achat et des conditions de vie de la population résultant de facteurs économiques, des faiblesses des capacités humaines et institutionnelles, et de la dégradation des ressources naturelles (DRSP, 2002).

Au mois de janvier 2002, le gouvernement nigérien a adopté, la « *Stratégie de Réduction de la Pauvreté* » (S.R.P.) sur la base d'un large consensus social. Les objectifs de cette stratégie visent entre autres l'amélioration des conditions de vie des populations en assurant la sécurité alimentaire par le développement intégré des ressources naturelles, la lutte contre la désertification et la préservation de l'environnement. Les objectifs du *Programme Kandadji de Régénération des Écosystèmes* et de *Mise en valeur de la vallée du Niger* (P-KRESMIN) contribuent à la S.R.P. en préconisant des objectifs sectoriels, spécifiques et opérationnels (HCAVN, 2004). Un « *objectif sectoriel* » doit contribuer à la réduction de la pauvreté grâce à la régénération du milieu naturel, l'amélioration de la sécurité alimentaire et la couverture des besoins en énergie. « *L'objectif spécifique principal* » concerne les écosystèmes fluviaux régénérés et préservés par la régulation des débits du cours d'eau. On lui associe des « *objectifs spécifiques secondaires* » tels que l'approvisionnement en eau potable des agglomérations riveraines, et la sécurité alimentaire et énergétique du pays accrue. Enfin, les « *objectifs opérationnels* » consistent dans la construction de cet ouvrage de régulation qui sera un barrage construit à Kandadji sur le fleuve Niger, associé à une centrale hydroélectrique construite et équipée.

Le concept du programme se traduit par la création d'un réservoir d'une capacité suffisante pour maintenir un débit d'étiage. Ce débit favorisera la régénération des écosystèmes du fleuve Niger et la pérennité des activités socio-économiques par la mise en place d'un Plan de Développement Local, ou P.D.L., et répondra à plusieurs préoccupations soulevés dans la S.R.P. La réalisation d'un tel programme ne se fait pas sans difficulté. Ainsi le P.D.L. axé sur le renforcement des capacités, l'aménagement de 31 000ha de périmètres irrigués et d'autres réalisations et activités génératrices de revenus, mise en œuvre au profit des populations affectées de la zone.

Le Plan de Réinstallation (P.R.) présente les mesures proposées pour minimiser les impacts négatifs associés au déplacement involontaire des populations affectées et à l'expropriation des terres et des biens requis pour assurer la réalisation du Programme Kandadji. Le P.R. inclut une stratégie de réinstallation pour faciliter la transition et s'assurer du maintien, et même de l'amélioration, des conditions de vie. Il propose également des modes de dédommagement tenant compte des types de pertes subies.

Mais comment fonctionne le fleuve Niger ?

Le Fleuve Niger, troisième plus grand fleuve d'Afrique après le Nil et le Congo, a une longueur de 4200 km, et est la plus importante ressource en eau au Niger. Il prend sa source dans le fouta Djallon en Guinée et traverse successivement le Mali, le Niger, le Bénin et le Nigeria. Il s'écoule d'abord en direction générale nord-est jusqu'au Sahara, décrit une grande boucle dans sa traversée des régions sahéliennes et subdésertiques, où il perd dans sa cuvette lacustre une part importante de ses apports hydriques, avant de se diriger en direction sud-est vers son embouchure dans le golfe de Guinée au Nigeria.

Le bassin versant du fleuve Niger (document 1.1) s'étend sur neuf états (Guinée, Côte d'Ivoire, Mali, Niger, Burkina Faso, Bénin, Cameroun, Tchad, Nigeria) et peut être subdivisé selon les quatre sections suivantes. Le Haut Bassin s'étend de la source du Niger en Guinée jusqu'à Ségou à 200 km en aval de Bamako au Mali ; ce haut bassin couvre une superficie d'environ 240 000 km². Vient ensuite le delta intérieur du Niger (DIN) de Ségou jusqu'à Tossaye au Mali sur la boucle du Niger, sur une superficie d'environ 80.000 km². Le Niger Moyen, entre Tossaye et Malenville au Bénin, couvre une superficie d'environ 900 000 km², y compris les bassins versants « théoriques », pratiquement sans débit, en rive gauche ; c'est dans cette partie du bassin que se trouve la République du Niger. Enfin, le Niger inférieur, s'étend de Malenville (au Bénin) jusqu'à l'embouchure sur l'océan Atlantique, y compris la Bénoué, qui couvre une superficie de 720 000 km².

Le fleuve Niger traverse le territoire nigérien sur environ 550 km dans sa partie ouest, de la frontière malienne jusqu'à la frontière nigérienne, en longeant le territoire béninois sur sa dernière portion. Au Niger, le Fleuve Niger est alimenté par ses affluents de la rive droite qui sont les affluents burkinabé : le Gorouol, le Dargol, et le Sirba, et *Béninois : le Goroubi, Diamangou, Tapoa, Mékrou, Alibora et la Sota*. Le site du barrage de Kandadji n'est, quant à lui, alimenté que par le Gorouol. Sur la rive gauche, la plupart des affluents sont fossilisés à cause de la sécheresse, il ne coule de l'eau dans ces derniers qu'en cas de pluies exceptionnelles.

Malheureusement, le socle ancien africain réduit l'infiltration des eaux de pluies ; il en résulte un ruissellement des cours d'eau entraînant la crue locale au mois d'Août et Septembre. La présence de végétation favorise la rétention d'eau et son infiltration dans le sol, les sécheresses répétées ont entraîné une dénudation des sols accentuant les ruissellements. Ce déficit d'infiltration réduit l'approvisionnement en eau du sous-sol de la région du fleuve. On distingue les systèmes aquifères précambriens et sédimentaires. L'écoulement du fleuve est donc directement lié au climat. L'analyse des données climatiques est nécessaire pour expliquer le déficit d'écoulement observé dans le Fleuve Niger. La pluie est favorisée par la rencontre de deux masses d'air qui sont l'Harmattan, vent chaud et sec, et la Mousson, air marin froid, porteur de pluies. La rencontre entre ces deux masses d'air donne l'équateur météorologique ou FIT au sol. L'oscillation latitudinal du FIT est la cause principale des variations de températures

Parallèlement au phénomène de désertification qui affecte ses sols, les ressources en eau de surface du Niger sont gravement affectées par la situation climatique de sécheresse qui sévit dans la zone sahélienne depuis 1970. Depuis cette époque, les apports du fleuve Niger ont diminué de plus de 30%. De plus, les changements du régime fluvial au cours de la saison d'étiage sont encore plus sévères. Alors que les basses eaux n'apparaissent avant 1970 qu'au cours des mois de mai et juin, la saison d'étiage s'étend maintenant d'avril à Juillet (4mois). En conséquence, les débits minimaux en période d'étiage ont fortement baissé. A Niamey, le débit moyen au cours du mois le plus sec d'une année était auparavant de 70 m³/s, il n'atteint plus que 20 m³/s. Dans les années particulièrement sèches, il est presque impossible de mesurer un débit. En mai 1985, pour la première fois de mémoire d'homme, le fleuve Niger s'est effectivement arrêté de couler à Niamey (Lahmeyer et al.. 2000). Cette diminution drastique des apports, dont l'évolution future n'est pas prévisible, a des effets de plus en plus dégradants sur l'écosystème fluvial, la pérennité de l'irrigation, la santé publique et l'alimentation en eau de la population, du bétail et de l'industrie. Aussi, le Niger subit-il les contrecoups simultanés de la sécheresse et du sous-développement. En 2005, une grave crise alimentaire a frappé le pays, notamment dans les environs de Maradi et de Zinder. Les crises précédentes avaient eu lieu en 1974, 1984 et 1997. Toutes ces famines sont causées par des sécheresses.

Le régime hydrologique du Niger à Niamey comporte cependant des caractéristiques immuables. Le fleuve reçoit les eaux en provenance des affluents de la rive droite durant la période de la saison de pluies d'une part, et celles issues des écoulements provenant du haut bassin du Niger dont la plus importante arrive à Niamey durant la saison sèche au cours de la période allant de décembre à janvier, d'autre part. La crue associée aux apports des affluents du Burkina est appelée « *crue locale* » à cause de son caractère localisé dans le temps par opposition à la deuxième crue appelée « *crue malienne* » qui est due à des apports lointains venant du haut bassin du Niger, de Guinée et du Mali. La « *crue locale* » est directement liée à l'abondance des précipitations en quantité et en fréquence au sein de la partie burkinabé du bassin du Niger, mais aussi à l'état des surfaces des bassins qui détermine leurs capacités de drainage. La « *crue malienne* » est, quant à elle, entièrement déterminée par la situation pluviométrique de la saison dans le haut bassin du Niger en Guinée et au Mali.

Quoi qu'il en soit, le Niger connaît une longue période de basses eaux, néfastes aux activités d'une population de plus en plus nombreuse, et des hautes eaux passagères dont une grande partie est « *économiquement perdue* » ; d'où l'idée de construire un barrage près de la frontière malienne, destiné à stocker et redistribuer une partie de cette eau.

Cet aménagement ne se fera pas sans nuisance, ni sans impact.

Des nuisances peuvent être *causées* pendant la phase de préparation des travaux, pendant les travaux et pendant l'exploitation du barrage. Ces impacts peuvent affecter l'agriculture, la santé des populations, l'aspect piscicole et l'écologie du milieu. Sur le plan agricole, au Niger on distingue deux types d'agriculture, l'agriculture pluviale et l'agriculture

irriguée. La première est pratiquée pendant les saisons des pluies malgré leur caractère aléatoire, et est dominée par la culture du millet. La seconde s'effectue dans les périmètres irrigués en bordure du fleuve à travers les AHA réalisés par l'Etat nigérien. Les cultures de décrue assurent la transition entre les deux. L'agriculture représente 34,8% du PIB et emploie presque 85 % de la population active. En ce qui concerne la pêche, la production halieutique qui était évaluée en 1969 à environ 7 177 tonnes (Bacalbassa, 1971) a enregistré une baisse d'environ 6 277 tonnes, soit 88 % en 17 ans (Mavestyto, et al 1986). En 1998, la production piscicole nationale n'est plus estimée qu'à 2 450 tonnes (DFPP, 1998). La réalisation du barrage de Kandadji pourra-t-il modifier la donne ? et dans quels sens ?

Pour la situation sanitaire, nous allons déterminer les impacts sociaux dus à la retenue d'eau, et la construction des ouvrages. Il s'agit dans la plupart des cas des maladies hydriques liées à la présence du barrage. L'aspect écologique nous donnera l'occasion de traiter le problème de la jacinthe d'eau qui est une mauvaise herbe très répandue et introduite au Niger en 1980. L'étude de la situation agricole, sanitaire, piscicole a priorisé les régions de Dosso, Tillabéri et Niamey. Ces régions sont situées dans la zone d'étude générale. Une emphase particulière a été placée sur la description de la situation agricole dans le département de Tillabéri située dans la zone d'étude détaillée. (Barrage de Kandadji).

Enfin, le fleuve Niger étant une ressource commune à plusieurs pays, des conflits sont souvent liés à l'exploitation de la ressource au sein du bassin. Ces conflits sont multiformes et présentent plusieurs aspects entre les Etats d'une part et à l'intérieur d'un même pays d'autre part. Ainsi nous traiterons des conflits liés à la gestion des ressources naturelles et les impacts transfrontaliers dus à la réalisation du barrage du Kandadji.

L'étude des impacts environnementaux et sociaux a nécessité la mise en place d'un PGES. Ce dernier décrit les mesures d'atténuation et de bonification requises pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les impacts environnementaux et sociaux négatifs, ou pour accroître les impacts positifs du programme. Il traite aussi de surveillance, de suivi, et des besoins de renforcement des capacités. Il s'échelonne sur une période de 12 ans. Le P.G.E.S. est présenté sous forme de tableau en annexe. Au Niger, le problème de l'eau constitue l'une des contraintes majeures au développement économique et social. On note une très faible mise en valeur des ressources disponibles. Les eaux de surface et souterraines sont pour la plupart partagées entre plusieurs pays.

En effet, parmi les contraintes majeures de la gestion des ressources en eau au Niger, quelques-unes sont prédominantes. La diminution des quantités totales des ressources dues à l'évolution climatique est défavorable depuis bientôt quatre décennies (écoulement annuel moyen de l'ordre de 33 milliards de m³ pour la période de 1960 -1969 contre 18 milliards de m³ dans la période 1980-1989). Actuellement, on assiste à une légère reprise de l'importance de la crue avec un écoulement moyen de 22 milliards de m³ /s dans la dernière décennie du XX^e siècle (la station de Niamey a enregistré 12,91 milliards de m³ au cours de l'année hydrologique 1984-1985, 31,87 milliards de m³ en 1994-1995). Il faut ajouter la difficulté de réaliser l'évaluation de base de la ressource (recueil et traitement des données hydrologiques

et hydrogéologiques en quantité et en qualité) faute de moyens accordés par l'Etat. On se heurte aussi au manque de programme d'évaluation de la disponibilité des ressources en eau en quantité et en qualité. Cette situation rend difficile une mise en valeur pérenne et une gestion rationnelle.

Aucun aménagement hydraulique n'est encore effectué sur le fleuve Niger. Le projet de barrage de Kandadji (version écologique) permettra de retenir 1,6 milliards de m³ d'eau pour réguler les débits du fleuve et lutter contre les dégradations de l'environnement.

Quels est le contexte ?

La République du Niger est située en Afrique de l'ouest et possède une frontière avec l'Algérie, le Benin, le Burkina Faso, le Tchad, la Libye, le Mali et le Nigeria (document 2). La République du Niger, presque entièrement située dans la zone sahélo-saharienne, est caractérisée par de très faibles précipitations annuelles et de fréquentes périodes de sécheresse.

Le Niger comprend trois grandes régions naturelles. La « zone soudanienne » au sud, couvre approximativement 10% du pays, reçoit entre 500 et 850 mm de précipitations annuelles et est par conséquent la zone climatique offrant les principaux atouts agricoles du pays. C'est aussi la plus densément peuplée. La « zone sahélienne » au centre, avec une pluviométrie annuelle variant de 350 à 500 mm par année, constitue la principale zone d'élevage. Enfin, la « zone saharienne » au nord, recevant à peine 20 mm de précipitations chaque année, est désertique, mais elle couvre environ la moitié du pays. Depuis 1970, compte tenu de sa situation géographique, le Niger a connu de sévères épisodes de sécheresse. Les terres agricoles ne cessent de diminuer et leur fertilité baisse en raison des effets conjugués de la sécheresse et de la pression démographique.

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé des données ponctuelles qui sont les hauteurs de précipitation, les débits des stations et modules. Les travaux présentés dans cette étude ont pour ambition de contribuer à la compréhension de l'écosystème du fleuve sur son parcours au Niger dans le but de mieux gérer la ressource en préservant l'environnement.

La thèse s'articulera en quatre parties.

Sur les conseils de notre directeur de recherches, dans une première partie, intitulée *concepts et méthode*, nous avons justifié le choix de notre étude, et surtout nous avons évoqué les problèmes et difficultés rencontrés dans le Sahel nigérien, mais aussi dans d'autres contrées semi-arides. Nous y avons aussi évoqué les problèmes techniques liés à la collecte des données.

Nous avons ainsi défini le *concept* qui recouvre une région - celle du Sahel - avec sa *problématique* qui est celle de l'eau, même si le problème n'est pas nouveau. Ce dernier a toujours existé et persiste à cause de la diminution, voire de la rareté des pluies en certaines zones. Le sol est dénudé et constitué de massif ancien qui ne facilite pas l'infiltration des eaux de pluies, les saisons sèches durent 6 à 9 mois ; pendant tout ce temps, les champs sont

abandonnés et les populations ne sont pas actives. Pays de vieille civilisation à faible densité humaine, bref c'est l'Afrique de l'ouest. Dans la *méthode*, nous avons expliqué comment nous avons obtenu nos données, et les difficultés rencontrées pour y accéder et les entreprises dans lesquelles ces données ont été récoltées.

Dans la deuxième partie que nous avons appelée *Problématique environnementale du fleuve Niger*, nous avons défini les caractéristiques physico-géographiques du milieu d'étude. Elle se répartit en trois sous-ensembles:

- La problématique pluviométrique où nous évoquons les variations interannuelles et saisonnières. Les pluies sont mal réparties dans l'espace et le temps et n'arrivent plus à subvenir à une population qui s'est accrue. Cette sous-partie est consacrée à l'hydrologie du fleuve dans sa partie nigérienne. Nous expliquerons les mécanismes des crues locales et maliennes et les variations de l'évapotranspiration.
- Le deuxième sous-ensemble concerne l'environnement naturel. On y a analysé le rôle hydrologique du sous-sol, de la végétation.
- Le troisième décrit le milieu humain. L'objectif est de mettre en valeur la cause du problème : l'abondance intermittente de l'eau finit par exiger la réalisation d'un aménagement hydraulique majeur, quand la population s'accroît.

La troisième partie va *tenter l'impossible*, découvrir et décrire les impacts possibles, plausibles et probables liées à la réalisation de l'ouvrage. « *Un projet ambitieux et impacts associés* ». Nous y détaillerons les sacrifices consentis pour démarrer les travaux de construction. Nous ferons un grand exposé sur les conséquences économiques, écologiques, qui découlent de la mise en place d'un tel ouvrage.

Dans la quatrième partie de mon travail, « *Gestion environnementale et sociale* » nous proposons des solutions pour gérer les impacts et les nuisances causés par la mise en place de l'ouvrage.

Enfin, la comparaison avec des cas connus comme les aménagements du Nil, du Colorado et du Sénégal a été d'une grande utilité



Carte de la République du Niger.

PREMIERE PARTIE

CONCEPTS ET METHODES

Le choix de ce sujet s'est fait en fonction des contraintes climatiques difficiles que connaît mon pays le Niger. En effet, depuis ma naissance jusqu'à aujourd'hui - et Dieu seul sait combien de temps cela va durer- le pays a toujours fait face à des sécheresses intenses qui ont causé des dégâts considérables, à savoir l'exode rural massif des populations qui se dirigent vers les grandes villes, le déficit céréalier causé par un déficit pluviométrique qui décime le cheptel par manque de pâture. Il s'agit des épisodes de famines continus et répétés à intervalles de temps réguliers dus en partie à la dépendance pluviométriques des agriculteurs. Si on ne peut pas maîtriser l'eau provenant du ciel, on peut tenter de gérer les ressources en eau disponible sur terre, à savoir le fleuve Niger.

En 2010, on a fêté les 50 ans d'indépendance de l'Afrique francophone dans beaucoup de pays ; pour moi, la vraie indépendance commence à partir de 2011. Cela nécessite un aménagement important de nos ressources en eau pour accroître les surfaces irriguées et atteindre l'autosuffisance alimentaire tout en préservant l'environnement ; et aussi la production d'énergie électrique, facteur clé de succès pour le développement du secteur industriel. Cette envie de sortir de la classe des PPTE (Pays Pauvres Très Endettés) doit prendre son élan chez nos autorités politiques. C'est ainsi que le gouvernement a fait tout son possible pour obtenir une grande partie des fonds nécessaire pour la réalisation du barrage de Kandadji. Si un tel investissement est rentable pour le pays, il n'en demeure pas moins qu'il y a des points négatifs à évoquer, parce que d'autres barrages ont vu le jour avant Kandadji.

La portion sur laquelle l'étude se base correspond à un milieu semi-aride, caractérisé par un manque d'eau excessif. Les régions semi-arides sont caractérisées par des pluviométries faibles, une sécheresse souvent régulière et mal répartie sur le bassin hydrographique. Le terme « semi-aride » est retenu lorsque la quantité d'eau disponible ne peut plus subvenir à satisfaire une partie des besoins, il est donc défini selon des seuils propres à chaque région.

Mon objectif est de fournir des connaissances scientifiques sur l'hydrologie du Niger, son parcours en République du Niger et ses caractéristiques climatiques dans l'optique de la réalisation du futur barrage de Kandadji.

I - CONCEPT DE L'HYDROLOGIE SAHELIENNE

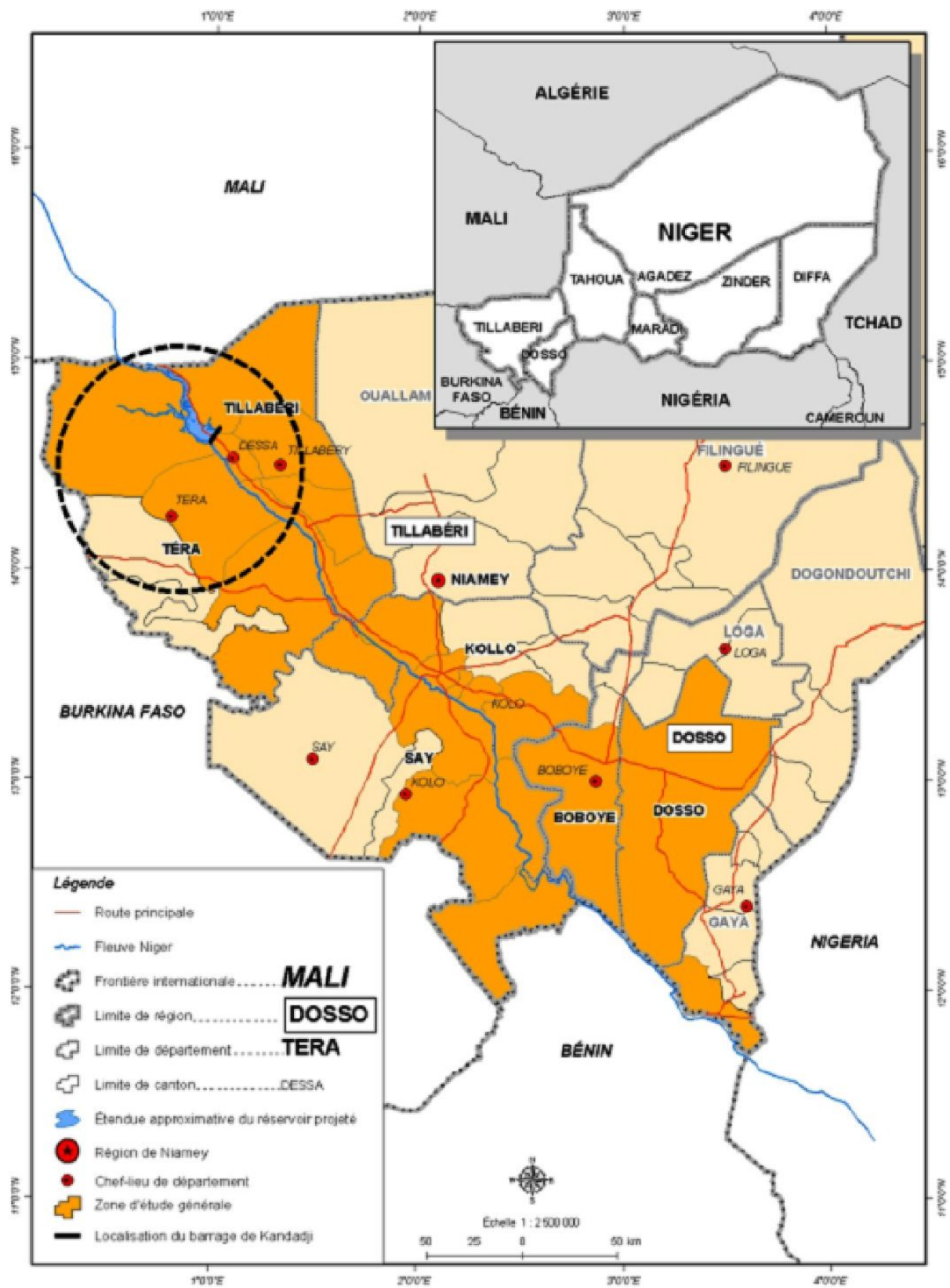
Le Sahel est la zone climatique entre le désert du Sahara et les savanes du sud. La zone sahélienne typique (Sahel comme marge du désert) correspond au domaine climatique où les précipitations annuelles moyennes varient de 100 à 200 mm dans sa limite nord et de 500 à 600 mm dans sa limite sud (A. Anyamba et CJ Tucker, 2005, Nicholson, 1995). Il couvre une grande partie de l'Afrique comme la Mauritanie, le Sénégal, le Niger, le Tchad, le Soudan et les franges nord du Nigéria et du Burkina Faso. Les conditions climatiques furent de tout temps marquées non seulement par la faiblesse de la pluviométrie, sa concentration sur une courte période de l'année, mais aussi par la variabilité spatiale, annuelle et interannuelle de la distribution de la pluie. A cela se sont ajoutés des dérèglements chroniques et de grandes ampleurs du climat, et donc des régimes des pluies se traduisant notamment par des sécheresses ponctuées par des épisodes de famines et de pénuries d'eau.

Dans un tel contexte du Sahel, les ambitions de lutte contre la pauvreté et de développement de la région, c'est-à-dire croissance économique forte et soutenue sur une longue période, se trouvent reléguées au second plan par les préoccupations de survie. Les réponses jusqu'ici apportées au défi de développement du Sahel ont eu des succès mitigés. La vulnérabilité du Sahel à la variabilité et au changement climatique persiste. Le désert continue à avancer. L'insécurité alimentaire demeure. Une frange très importante de la population, et surtout celle démunie des zones rurales et périurbaines, n'a toujours pas accès à l'eau et aux systèmes d'assainissement de façon durable.

Dans un tel contexte, un changement s'impose dans la recherche de solutions au problème de développement du Sahel. Le changement c'est ne plus se contenter de tenter de résoudre le problème de la vulnérabilité du Sahel en s'attaquant aux symptômes (désertification, famine, exode rural, difficultés d'accès à l'eau potable) mais plutôt d'agir à la racine du mal : *la non-maîtrise de l'eau*. La maîtrise de l'eau est la clé du problème sahélien dans la mesure où cette région souffre moins de la disponibilité absolue de la ressource en eau que de sa mauvaise distribution dans le temps et dans l'espace, et de la grande imprévisibilité dans cette distribution.

S'il est vrai que la pluviométrie sahélienne est faible comparée aux basses latitudes de l'Afrique, cette faiblesse est largement compensée du point de vue quantitatif par d'une part les importantes quantités d'eau que charrient annuellement les grands fleuves de la région, et d'autre part par les énormes quantités d'eau stockées dans les nappes souterraines.

Cependant, le Sahel possède des expériences en matière de maîtrise de l'eau : à savoir la technique de petites retenues d'eau ou bassins de rétention. Elle est sans doute la plus répandue du fait de son faible coût.



Document 1.1 - Carte de localisation du système de Kandadji

A- PRÉSENTATION DU BARRAGE DE KANDADJI

Ce paragraphe a pour objet de donner un bref aperçu de la situation actuelle du Projet de Barrage de Kandadji. Il constitue également une justification de l'option du Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji de réaliser le barrage à une cote réduite, et surélevable plus tard.

La construction du barrage de Kandadji a été envisagée depuis la fin des années 1970, dans un contexte économique particulier, marqué par la lutte pour l'autosuffisance alimentaire et la crise de l'énergie. La République du Niger connaît à l'heure actuelle une très forte croissance de sa population, sans que les productions agricoles puissent suivre le même rythme. La situation climatique caractérisée par des sécheresses fréquentes et des pluies saisonnières irrégulières dans le temps et l'espace, a des conséquences néfastes sur l'agriculture, et met en péril de façon permanente l'approvisionnement en eau des populations et du cheptel, sans compter ses effets sur la dégradation de l'environnement. Sur le plan de la satisfaction de ses besoins énergétiques, le pays reste encore très tributaire de l'extérieur, une part importante de sa consommation en produits pétroliers étant importée, notamment du Nigeria voisin. Par ailleurs la consommation de bois de feu comme principale source d'énergie des ménages ruraux, contribue d'une façon très significative à l'accélération de la désertification.

C'est dans ce contexte que la construction du barrage de Kandadji sur le fleuve Niger est de nouveau envisagée, comme une solution durable et intégrée à la plupart des problèmes qui assaillent notre pays.

1) Justification du projet Kandadji :

Nous commencerons par une présentation du projet de barrage envisagé à Kandadji et la justification d'un tel projet pour la République du Niger.

Au début, le projet était trop ambitieux, les autorités voulaient faire un grand barrage, capable de fournir de l'électricité à toute l'Afrique de l'ouest. Mais on oubliait que cette ressource est partagée par des Etats riverains et on négligeait les difficultés économiques auxquelles était confrontés le Niger à cette époque. Ce projet a été revu et adapté aux réalités actuelles.

a) Historique du dossier Kandadji :

Le projet de barrage de Kandadji a toujours été présenté comme un projet majeur pour le Niger, pays en développement, confronté à divers problèmes. En 1976, le Ministère des Travaux Publics de la République du Niger confie au bureau d'études français SOFRELEC, l'étude de faisabilité du dit projet. Les objectifs envisagés étaient alors le développement agricole de la vallée du fleuve Niger, la production d'énergie hydroélectrique, la satisfaction des besoins en eau potable des populations riveraines, et la navigation. Cette étude, réalisée en quatre phases successives, a couvert les aspects techniques, économiques et financiers du

projet, et a abouti à la confection d'un « *dossier de factibilité* » établi en 1980 qui concluait à la faisabilité du projet. Mais sa construction immédiate n'a pas été rendue possible, du fait de la crise économique et financière qui est apparue au début des années 80.

En octobre 1984, une réunion des Chefs d'Etats de l'Autorité de Développement Intégré de la région du Liptako-Gourma (ALG) regroupant outre le Niger, le Burkina Faso et le Mali, s'est tenue à Bamako. Cette réunion a prescrit, dans la perspective d'une intégration sous-régionale, l'aménagement à long terme du bief fluvial Tombouctou-Gaya, intégrant Kandadji. Un schéma d'aménagement dit « *schéma 2d* » fut adopté la même année par un conseil extraordinaire des Ministres, avec pour objectif principal la réalisation de trois barrages sur le bief fluvial, dont celui de Kandadji en priorité. Cependant, malgré l'adoption du « *schéma 2d* » par la conférence des Chefs d'Etats en 1986 à Ouagadougou, aucune suite favorable ne lui fut donnée jusqu'en 1993. Entre temps, la situation économique et financière du pays n'a cessé de se dégrader, tandis que s'accélère le dépérissement des débits du fleuve Niger sur son cours moyen.

En 1985, sur l'initiative de la Banque Mondiale fut entreprise une étude de comparaison entre le barrage de Kandadji et celui de Gambou. Les conclusions ont donné l'avantage à Gambou, dont le prix de revient par kWh était pratiquement la moitié de celui de Kandadji, ce qui a conduit en partie à délaisser le projet.

Il reste néanmoins le fait que Kandadji soit le seul site existant au Niger qui permettrait la construction d'un barrage réservoir pouvant régulariser les débits d'étiage du fleuve sur la quasi-totalité de son parcours dans le pays. Ce qui justifie l'intérêt manifesté à nouveau pour ce projet par les autorités nigériennes. Le Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji s'est fixé comme mission principale, la promotion d'un projet modeste qui, tout en permettant au Niger de faire face à ses besoins urgents du moment, ne compromettrait pas les efforts de redressement économique et social entrepris.

Le barrage de Kandadji, tel que précédemment étudié, devait permettre, entre autres, de garantir l'alimentation en eau de 140.000 hectares irrigables le long de la vallée du fleuve Niger, de satisfaire les besoins en eau des hommes, du bétail et de l'industrie sur l'ensemble de la vallée, de produire dans l'usine hydroélectrique (125-230 MW) une importante quantité d'énergie électrique pour satisfaire les besoins de la zone ouest et Sud - centre Est du Niger ainsi qu'une partie des pays voisins, et de garantir la navigation de la mer jusqu'à Niamey, moyennant l'aménagement des canaux de dérivation au droit des barrages du Nigéria.

La prise de conscience de la gravité de la situation actuelle a amené les autorités nigériennes à revoir les options antérieures, trop ambitieuses, envisagées pour le site de Kandadji, pour lui faire jouer enfin le seul rôle de réservoir de régularisation possible du Niger. Il en résulte une redéfinition des priorités assignées au barrage qui sont désormais de soutenir l'étiage et d'atténuer ainsi la dégradation de l'environnement et les nuisances créées par les étiages, d'assurer la pérennité de l'irrigation et autres usages essentiels, et d'envisager, selon les résultats, de produire une quantité raisonnable d'énergie électrique considérée comme un sous-produit pour valoriser au maximum l'investissement consenti.

Une première évaluation a montré que les trois objectifs proposés peuvent être atteints par un ouvrage de dimensions modestes ayant un impact environnemental négatif peu important pour la zone en amont. L'étude permettra de déterminer la faisabilité de l'ouvrage eu égard au contexte socio-économique et à la réalisation des trois objectifs proposés.

Tenant compte de ces priorités, le Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HC/BK) a sollicité et obtenu un prêt de la Banque Africaine de Développement (B.A.D.) afin de financer une étude de faisabilité du barrage de Kandadji. Les termes de référence relatifs à cette étude ont été élaborés en collaboration avec la B.A.D. et toutes les institutions nationales intéressées par le projet. Sur la base de ces termes de référence, le Fonds Africain de Développement (FAD) a accordé à la République du Niger une subvention de 1,3 millions d'Unités de Compte B.A.D., soit environ 1,5 millions de Dollars des Etats Unis, afin de mener à bien cette étude.

L'étude proposée a un objectif sectoriel visant la sécurité alimentaire et la régénération du milieu naturel. L'étude procédera à l'examen de la faisabilité technique, économique et financière du projet d'ouvrage, ainsi que des autres volets du projet notamment l'agriculture, la production animale et la production d'électricité. Cet ouvrage est destiné prioritairement à atténuer la dégradation de l'environnement créée par des étiages répétés exceptionnellement déficitaires, ceci par des débits de soutien d'étiages appropriés. Ces débits tiendront également compte de la demande à long terme pour l'irrigation et les autres usages essentiels (alimentation en eau potable, amélioration des cultures et pâturages de décrue et pêche) ainsi que pour la production d'électricité.

b) Description sommaire du projet revue et corrigé

L'objectif principal du projet vise la régénération du milieu naturel et la sécurité alimentaire par la pérennité de l'irrigation. Le projet envisage également de produire une quantité raisonnable d'énergie électrique, considérée comme un sous-produit pour valoriser l'investissement.

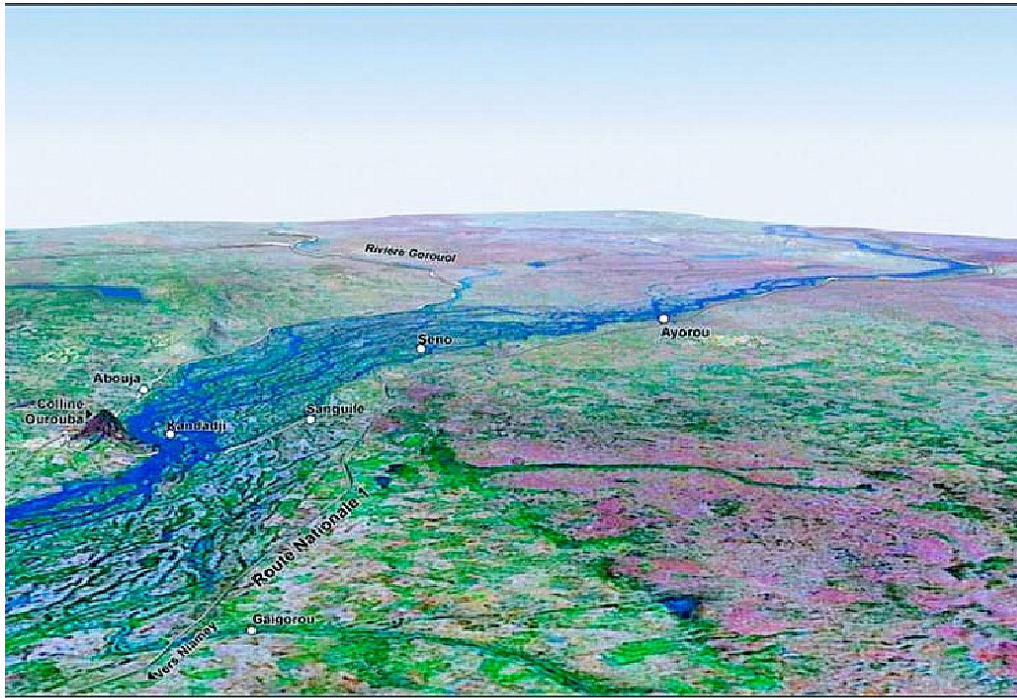
b.1) Conception du barrage

Pour que le barrage de Kandadji puisse atteindre les objectifs envisagés, l'ensemble du projet doit comprendre les composantes individuelles suivantes:

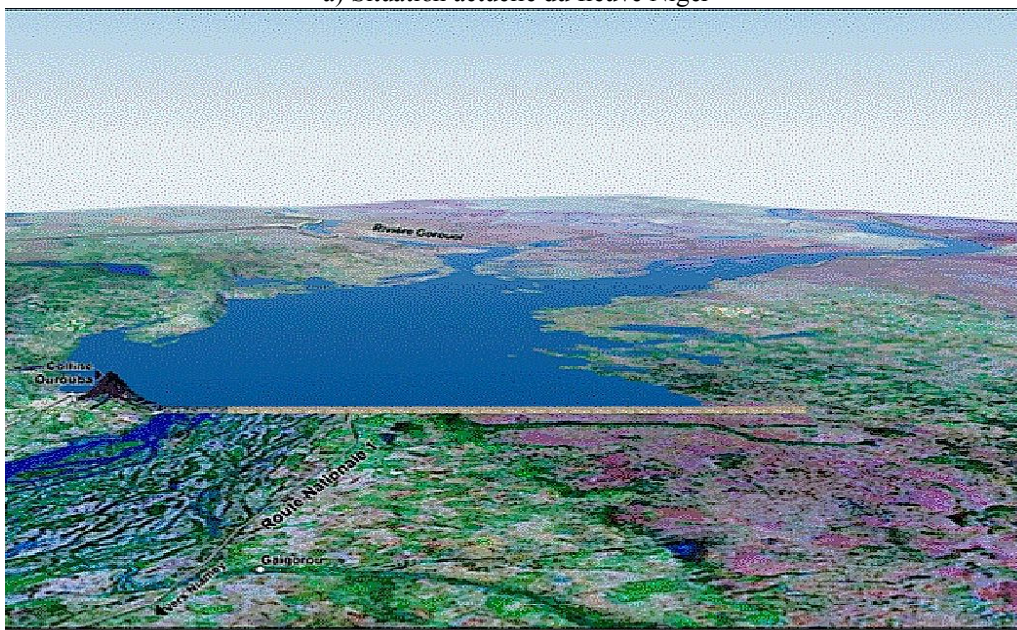
Ouvrages principaux du barrage: une digue principale (barrage en terre), un évacuateur de crue, une centrale hydroélectrique et un système de vidange de fond

Ouvrages auxiliaires: une passe à poissons, une prise d'eau d'irrigation et la possibilité de transport des pirogues

Aménagement hydro-agricole: un système d'irrigation à grande échelle et de l'irrigation à petite échelle



a) Situation actuelle du fleuve Niger



b) Situation du fleuve Niger avec le Barrage de Kandadji

Document 1.2 - Le projection du futur barrage de Kandadji sur le Niger

Les dimensions et caractéristiques de la retenue sont essentiellement déterminées par le niveau maximal du réservoir. Il a été décidé de baser la planification technique des ouvrages du barrage sur un niveau maximal de la retenue de 228 m. Avec ce niveau maximal, on obtient une capacité totale de la retenue d'environ $1,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$. Compte tenu des matériaux disponibles in situ, le choix d'un barrage en terre comme type de barrage est incontestable. Un zonage du barrage simple et des talus de $v:h = 1:3,0/2,5$ (amont/aval) a été choisi afin de minimiser les volumes de matériaux. Compte tenu de leur perméabilité, les matériaux de qualité supérieure comme le « *banco* » (matériaux à base l'argile) et les arènes argileuses

seront utilisés comme recharge amont du barrage et les arènes sableuses comme recharge aval. Une route de service qui sera asphaltée traverse toute la longueur en crête du barrage.

L'évacuateur de crue est dimensionné pour l'évacuation de la crue de projet de 3.150 m³/s (crue décennelle). Le déversoir d'une longueur totale de 160 m est divisé en huit passes d'une largeur de 17,50 m chacune. La grande longueur relativement à la hauteur, offre des conditions idéales pour l'installation de vannes clapets qui conviennent très bien à la régulation du plan d'eau dans la retenue et ne sont pas soumises aux risques de transport de corps flottants. La vidange de fond peut fonctionner comme régulateur des débits pendant les périodes d'étiage et permet ainsi d'assurer l'alimentation du fleuve Niger en aval pendant la saison d'étiage. La vidange de fond est un ouvrage en béton situé entre l'évacuateur de crue et la centrale hydroélectrique. Sa capacité totale est de 420 m³/s pour un niveau de retenue à 223 m. La passe à poissons sera intégrée dans le pilier intermédiaire séparant la centrale hydroélectrique de la vidange de fond. La variante d'une écluse à poissons est considérée comme la plus adéquate pour le projet de Kandadji. La prise d'eau pour l'irrigation est intégrée dans le barrage en terre en rive gauche, dans le secteur de la route nationale RN1, de façon à se raccorder directement au canal d'irrigation primaire desservant les périmètres en aval du barrage entre Kandadji et Tillabéri. Les possibilités de transport fluvial des marchandises et des personnes et le transport des pirogues entre la retenue et le fleuve en aval seront garantis après la réalisation du projet par un monte-charge oblique.

La durée de construction du barrage de Kandadji dans la forme prévue totalisera au moins 3 ans plus 1 an pour les travaux préparatoires. Au cas où l'on devrait utiliser des techniques laborieuses en renonçant partiellement à de gros engins pour favoriser l'emploi local, la durée de la construction s'élèverait à 4 ou 5 ans. Le remplissage de la retenue du barrage terminé ne pourra donc s'effectuer qu'au début de la crue de l'année suivante au plus tôt.

	Phase I	Phase II	Total
Puissance totale installée [MW]	100	25	125
Nombre de groupes [-]	4	1	5
Débit turbinable total [m ³ /s]	760	190	950

Document 1.3 - Production hydro électrique prévue source : Dogari Ingénierie

b.2) Conception de la centrale hydroélectrique

L'exploitation du potentiel hydroélectrique tiendra compte des aspects techniques, écologiques et économiques. L'optimisation de la gestion du réservoir aura lieu exclusivement en fonction des aspects écologiques et d'alimentation en eau. La réalisation de la centrale hydroélectrique se fera en deux étapes, afin d'adapter la production d'énergie à la croissance de la demande. La Phase I, avec une puissance totale installée de 100 MW, couvrira la demande jusqu'à l'an 2015 et une extension de 25 MW supplémentaires sera réalisée au cours de la Phase II. 4 groupes seront installés en Phase I et un groupe supplémentaire en Phase II.

Une ligne haute tension de 132 kV sera installée de la centrale hydroélectrique de Kandadji jusqu'à Niamey (document 1.3).

Il apparaît que la demande en électricité peut être totalement couverte entre octobre et février. Pour la période mars-septembre, la demande devra être partiellement couverte par d'autres sources dont la principale est celle provenant du Nigeria voisin ; quant à la seconde, elle peut provenir du projet de construction d'une centrale nucléaire au Niger, car nous sommes 5^{me} producteur mondiale d'uranium sans compter la découverte des gisements d'Immouraren dans le nord du pays, exploités par le groupe français Areva.

b.3) Aménagements hydro-agricoles

Le potentiel en terres irrigables le long de la vallée du fleuve Niger a été estimé à un total d'environ 122.000 ha répartis entre cuvettes et terrasses. Les sols des cuvettes, considérés dans l'ensemble comme aptes à l'irrigation, connaissent cependant une grande variabilité de leurs caractéristiques sur de courtes distances, outre le fait que leur distribution est dispersée dans l'espace.

Le programme de développement proposé concerne un total de 31.000 ha de terrains nouveaux d'ici l'an 2034 comme suit :

L'aménagement d'environ 14.725 ha en cuvette, et l'aménagement d'environ 16.275 ha en terrasses pour l'irrigation.

Dans le total de 31.000 ha est inclus le développement de 12.400 ha par le secteur privé en petite irrigation.

Les composantes principales des aménagements comprennent :

Les stations de pompage pour le refoulement des eaux du fleuve pour desservir les cuvettes et les terrasses et les groupes motopompes pour la desserte de la petite irrigation. Les canaux d'adduction ou conduites de refoulement et les réseaux de distribution. Les réseaux de drainage et d'assainissement et les digues de protection contre les crues.

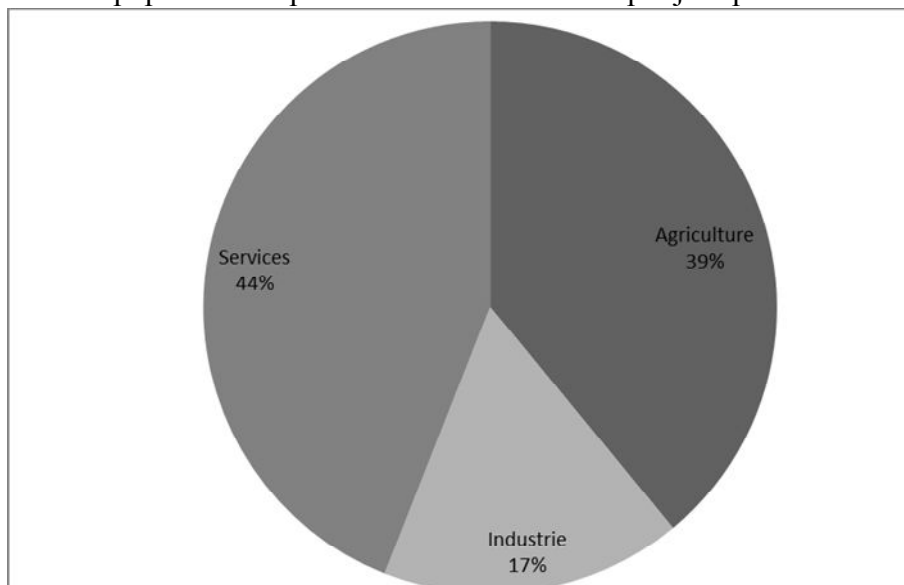
L'équipement hydromécanique et hydroélectrique pour la gestion des eaux, les pistes d'accès, les réseaux d'électrification et les locaux de gestion.

2) Situation actuelle dans la zone du projet

Dans le cadre du diagnostic climatologique établi au cours de l'étude environnementale en deuxième partie de ce travail, la situation actuelle dans la zone de la région du fleuve sera présentée et la tendance croissante de la sécheresse qui gagne du terrain, mise en évidence. En effet, les expériences actuelles tendent à montrer que le Niger devrait connaître des périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes, avec des fluctuations climatiques plus grandes. En particulier, on s'attend à ce que l'eau devienne une ressource de plus en plus rare dans le bassin du Niger. Dans de telles conditions, c'est le potentiel de la ressource naturelle primordiale du fleuve Niger qui est menacé de dégradation sérieuse avec les conséquences que cela va entraîner sur les aspects environnementaux, sociaux et économiques.

D'après les statistiques officielles des organisations financières internationales, surtout de la Banque Mondiale, la situation actuelle du Niger ne se présente pas bien:

Le Niger est l'un des pays les plus pauvres du monde. Il vient au dernier rang mondial suivant l'indicateur du développement humain du PNUD (1997). Plus d'un enfant sur dix (11,8%) meurt avant l'âge d'un an, quatre adultes sur cinq sont illettrés et moins de 30% des enfants sont scolarisés au niveau primaire. Le revenu par habitant est estimé à 200 US\$ (1997) et plus de 90% de la population dispose de moins de 2 dollars par jour pour subsister.



Source: Ministère du Plan, Direction de la Statistique et des Comptes Nationaux (2001)

Document 1.4 : Répartition du produit intérieur brut (en %)

Dans l'ensemble, la performance de l'économie nigérienne est très médiocre depuis les années 60. Le PIB n'a augmenté que de 0,3% par an, tandis que la population a plus que doublé, ce qui se traduit par une diminution annuelle du PIB par habitant de 2% environ. Le PIB agricole a en fait aussi diminué pendant la même période. Au cours des 30 dernières années, il n'y a eu que deux périodes relativement brèves durant lesquelles le Niger a connu un taux de croissance positif de son PIB pendant plus de deux années consécutives. La première de ces périodes est celle de la hausse de l'uranium (1977-1980) et la seconde correspond à la période où la pluviométrie a été relativement favorable (1993-1996) et à la dévaluation du FCFA.

L'économie nigérienne et le bien-être de la population sont très vulnérables à une variation de la pluviométrie annuelle. En temps normal, 1% seulement du territoire reçoit plus de 600 mm de pluies par an et 10% seulement en reçoivent plus de 350 mm. Ceci explique que les pluies tardives ou insuffisantes provoquent rapidement des situations de crise. La croissance du PIB a été négative durant 10 des 30 dernières années, essentiellement en raison d'une insuffisance de la pluviométrie.

Le commerce extérieur du Niger est marqué par une dégradation de sa balance commerciale : en effet, le déficit commercial ne fait que se creuser depuis 1992 et le taux de couverture résultant de ce solde commercial, qui était de 88% en 1992, n'était plus que de 57% en 1998. Depuis 1992, les échanges extérieurs sont caractérisés par une croissance régulière en valeur des importations, tandis que les exportations ont connu de fortes variations. L'uranium constitue le principal produit d'exportation avec près de 65% du total.

Il convient de noter que le cours officiel pour l'uranium négocié par le Niger diminue régulièrement depuis une décennie et cette tendance risque de se poursuivre, étant donné que ce cours reste nettement supérieur à celui du marché libre. Par contre, les autres produits qui contribuent essentiellement aux recettes de l'exportation, les produits du secteur primaire (agriculture et élevage), dépendent des aléas climatiques, ce qui explique leur évolution en dents de scie.

- En ce qui concerne les importations, le pays dépend de l'extérieur, surtout pour les produits alimentaires (céréales, matières grasses, lait et produits laitiers), qui occupent la première place, suivis par des produits combustibles et des produits d'équipement.
- Le Niger est fortement tributaire de l'aide extérieure et une amélioration de ses conditions de développement dépendra de l'évolution de la situation au niveau régional plutôt que national. En effet, une croissance soutenue de l'économie nigériane constitue le principal espoir du Niger, les liens entre les deux pays étant déjà très solides et trois quarts de la population habitant à moins de 200 km de la frontière du Nigeria.
- Le programme de relance économique, approuvé par le Parlement en 1997, s'est fixé pour objectif un taux de croissance économique nationale de 4 à 5% par an, un taux annuel d'inflation de 3%, un déficit de la balance des opérations courantes de 9%, des recettes budgétaires représentant 11% du PIB, des dépenses budgétaires correspondant à 16% du PIB, une augmentation de 20% des taux de scolarisation primaire et une amélioration du réseau des routes prioritaires.

La stratégie adoptée par le gouvernement pour atteindre ces objectifs est axée surtout sur une gestion plus intensive et efficace des ressources naturelles, dont l'eau du fleuve Niger constitue l'élément le plus important.

3) La construction du barrage aura des impacts :

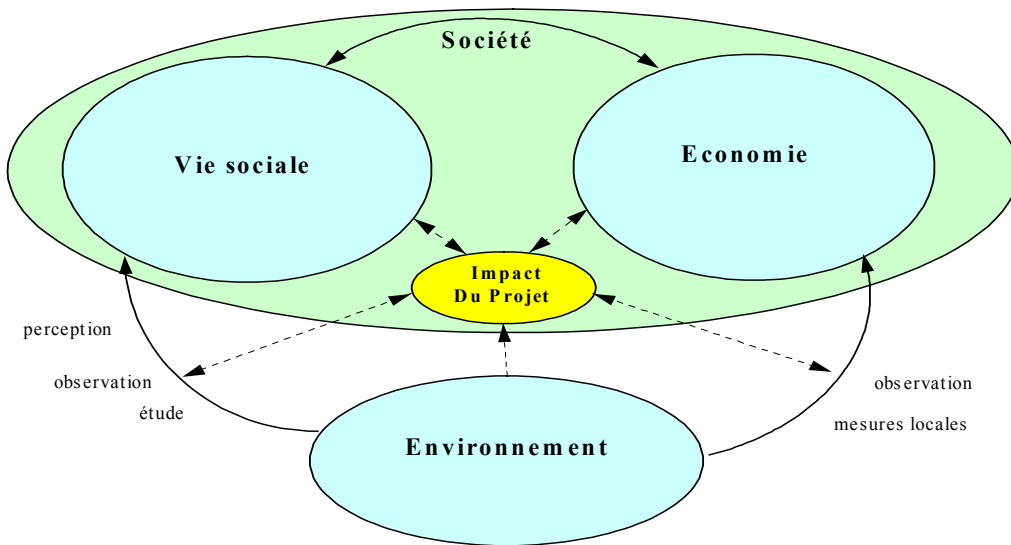
Cet ouvrage assurera l'irrigation des terres agricoles, contribuera au développement humain de la région et pourra jouer un rôle important dans la satisfaction des besoins de la population. Mais il pourra également engendrer de nombreux impacts irréversibles qui sont de trois ordres: humains, économiques et environnementaux. Dans ce travail, nous nous pencherons plus particulièrement sur ces impacts environnementaux.

L'étude d'impact est une procédure administrative destinée à étudier l'insertion du projet dans l'ensemble de son environnement en examinant les effets directs et indirects. (Document 1.5) Celle-ci comprend

- Une description de l'état initial du site.
- Une analyse quantitative et qualitative des conséquences du projet sur le milieu naturel ainsi que sur le voisinage (bruits, odeurs, pollutions).
- Les raisons pour lesquelles le projet a été retenu, du point de vue environnemental.
- Les mesures envisagées pour réduire ou supprimer les dommages du projet sur l'environnement.

a) Impact sur le paysage :

D'abord les impacts de l'aménagement sur le paysage se feront sentir surtout dans la partie du bassin versant situé en amont du barrage. L'introduction du barrage et du plan d'eau dans le paysage initial est de nature à provoquer des modifications considérables dans la structure visuelle présente (exemple : effets de reflets, disparition de certains paysages etc.) Certains éléments caractéristiques vont disparaître, tels que les forêts galeries et la plaine agricole. Avec la montée du plan d'eau en volume et en profondeur, la vallée sera inondée. On peut donc parler d'une part de la création d'un impact négatif (relativement peu important) dû aux changements introduits dans le paysage traditionnel de la région, et d'autre part d'un impact positif résultant de l'introduction d'un plan d'eau qui représentera certainement une diversification du paysage semi-aride



Document 1.5 : Impact du projet sur le système kandadji: Société –Environnement- Economie

b) Impact sur l'hydrologie:

Les apports les plus importants et les plus fluctuants sont observés pendant l'été et l'hiver ; pour le reste de l'année, les apports sont faibles, ou le plus souvent sont alimentés par les nappes d'eau souterraines et rejets d'eaux usées.

Les impacts du projet sur le cours d'eau se feront sentir surtout dans la partie du bassin versant située à l'aval du barrage. La mise en place du barrage affecte fortement le régime d'écoulement du fleuve, particulièrement à l'aval, en raison de la synergie des effets. Les impacts sur le régime d'écoulement du cours d'eau se manifesteront en termes de réduction des volumes d'eau transitant et du temps de transit, réduction des apports solides, augmentation de la sédimentation tout le long de la vallée, d'où les risques d'inondation; et baisse du débit pérenne, se manifestant par la réduction de l'étalement et de l'épaisseur du plan d'eau naturel.

Des dispositifs de rétention provisoires peuvent être mis en place tels que des bassins de décantation en aval de la retenue pour le dépôt des sédiments. D'autre part, l'immobilisation prolongée de l'eau dans les retenues favorise la prolifération des pathologies liées aux eaux stagnantes et le développement des algues surtout si les eaux sont riches en éléments nutritifs.

L'eau prélevée en profondeur peut alors être plus chargée (par exemple en azote ammoniacal), et moins riche en oxygène. La qualité de l'eau peut être améliorée par différents moyens : en choisissant un niveau de prise d'eau approprié, et en facilitant l'aération naturelle à l'aval de l'ouvrage en mettant en place des déversoirs pour aérer l'eau.

L'une des craintes majeures pouvant affecter l'hydrologie est la prolifération de la jacinthe d'eau. Cette herbe aquatique se reproduit rapidement et s'élimine difficilement, avec des conséquences graves sur la bio-ressource.

c) Impact sur les eaux souterraines :

En amont : Impact positif, car les nappes seront rechargées davantage, surtout dans la zone qui entoure la cuvette. Cependant, vu la position du barrage à l'entrée du pays, l'influence de la recharge se manifesterait dans la zone aval du barrage.

En aval : l'impact indirect est dû à la rupture de l'alimentation des nappes qui occupent le lit majeur par la mise en place du barrage. Cette rupture peut affecter surtout les nappes alluviales phréatiques, mais aussi probablement les nappes profondes.

d) Impact sur la santé

Le fleuve est actuellement utilisé comme milieu récepteur d'une grande partie des rejets liquides des villages, populations riveraines, contamination par engrais des rizières. Aux conséquences écologiques liées à cette pollution de l'eau, particulièrement en période d'étiage, vient s'ajouter le risque d'une sévère détérioration de la santé publique. En effet, la contamination des eaux du fleuve et par là même des nappes et des produits alimentaires (spécialement au moment des cultures et des récoltes) par les différents germes fécaux augmentera les risques d'exposition aux maladies infectieuses (paludisme, choléra, dysenterie, maladies diarrhéiques, etc.).

e) Impact sur la production halieutique :

La présence du barrage va favoriser un relèvement du plan d'eau qui peut directement permettre une amélioration des conditions de vie des poissons entraînant ainsi une croissance de la production halieutique.

f) Impact sur les conflits liés à la gestion des ressources :

Le barrage va favoriser l'augmentation de la production agricole. L'extension des surfaces cultivables va entraîner une diminution de zone de pâturage, d'où le risque de conflits entre agriculteurs d'une part et éleveurs d'autre part.

g) Impact socio-économique

Les eaux de la retenue du barrage de Kandadji serviront à l'irrigation des terres agricoles. La création de ces périmètres irrigués pourrait renforcer les traditions des riverains. Donc on peut qualifier cet impact de positif et très significatif.

Cependant la mise en eau nécessitera le déplacement de 35000 personnes résidant dans la zone de sécurité au-delà de la cote 228m retenue. Cela peut comporter des risques de traumatisme, de dislocation des familles, et de fractures sociales. Nous avons là un impact négatif.

Il nous sera difficile d'estimer le nombre exact d'emplois que pourra générer la réalisation du barrage puisque le recrutement se fera d'après la cadence du travail, mais selon les estimations du planning du personnel fait au niveau du groupement barrage de Kandadji, le nombre total des employés pourra atteindre 745 postes. La création de nouvelles terres agricoles engendrera sans doute la création de nouveaux emplois, ce qui renforcera la vocation agricole de la région.

h) Impact sur la qualité de l'air

Au cours des travaux, surtout dans les phases initiales, le besoin de procéder à des excavations avec des explosifs projettera des quantités non négligeables de poussières dans l'atmosphère. L'augmentation de la circulation des personnes et des véhicules dans les aires d'aménagement pourra conduire également à l'accroissement de la densité de poussières atmosphériques ; cet impact est négatif certes, mais de signification très réduite . Pendant la phase d'exploitation, on ne prévoit aucun impact sur la qualité de l'air.

i) Impact sur le patrimoine ornithologique

Les plans d'eau du barrage sont des zones calmes et protégées. Ils se révèlent souvent un lieu privilégié pour la préservation des oiseaux d'eau et le passage des oiseaux migrateurs ; donc le barrage de Kandadji peut contribuer à la protection des espaces rares.

j) Impact sur le patrimoine culturel et culturel

La réalisation de Kandadji peut entraîner d'une part une perte des richesses culturelles enfouies dans la zone d'inondation. Des fouilles archéologiques ont montré que le secteur du barrage est riche en céramique et poteries anciennes.

D'autre part, les cimetières doivent être engloutis par la mise en eau ; connaissant l'importance des morts, et des ancêtres(pour les populations africaines), on conçoit aisément que des cérémonies religieuses doivent être célébrées dans le respect des règles culturelles.

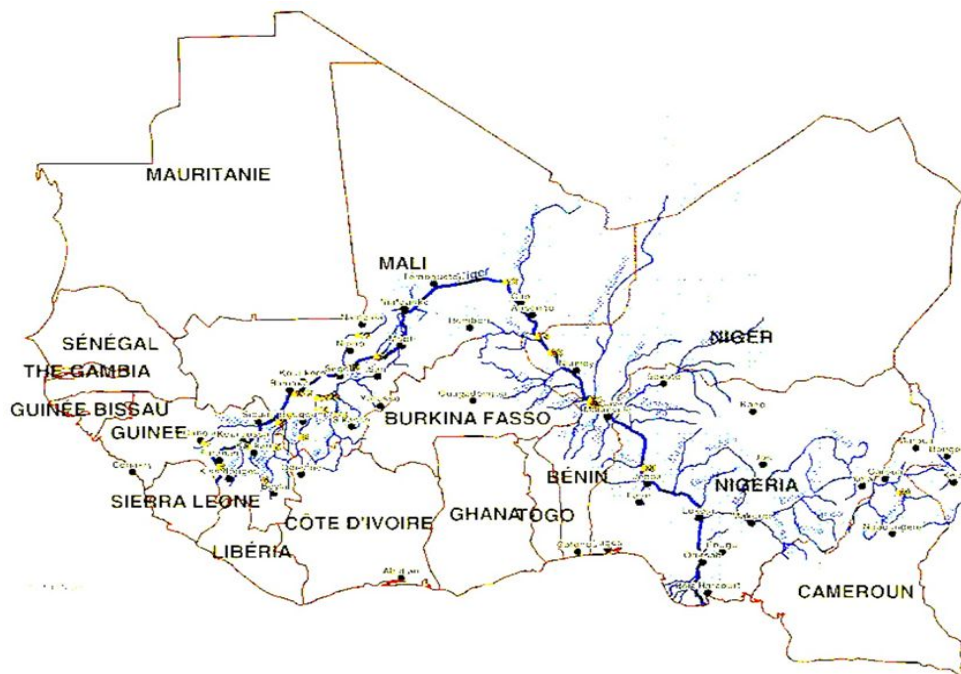
Quel bilan ? Quelle synthèse ?

Les études précédentes ont démontré que le site de Kandadji est l'emplacement le plus approprié pour la construction d'un barrage sur le parcours nigérien du fleuve Niger parce qu'il correspond à un rétrécissement marqué du lit de la rivière en raison de la présence en rive droite d'une colline rocheuse. On verra dans la seconde partie que le site est favorable à l'implantation d'un barrage à cause du lit rocheux de la rivière qui peut supporter des ouvrages importants en béton, et grâce à la présence d'une île qui facilitera la dérivation du

fleuve lors de la construction. De plus le Gorouol qui se jette dans le fleuve en amont permet d'obtenir une grande capacité de la retenue. Le site a l'avantage d'être situé en amont sur le parcours nigérien du fleuve, dominant toutes les terres irrigables le long de la vallée, ce qui permet de bénéficier d'un soutien d'étiage sur le plus long trajet possible. Il nous faut tenir compte de la géographie physique du Niger.

B-L'HYDROLOGIE COMPLEXE DU NIGER

Avant de commencer notre étude, nous situons ici le bassin versant. Le bassin du Niger est situé en Afrique Occidentale entre les latitudes Nord 4°30' et 18°25' et les longitudes 11°30' Ouest et 15°20' Est. Le « bassin versant théorique » (Certaines zones du bassin ne sont plus actives de nos jours, cette partie couvre les oueds issus du Sahara, actifs à une époque de climat plus humide, notamment à l'Atlantique ...) couvre une superficie d'environ 2.000.000km². Cependant, on estime que seule une superficie de 1,33 millions de km² contribue activement au débit, dont 0,7 million de km² se trouvent à l'amont de Niamey.

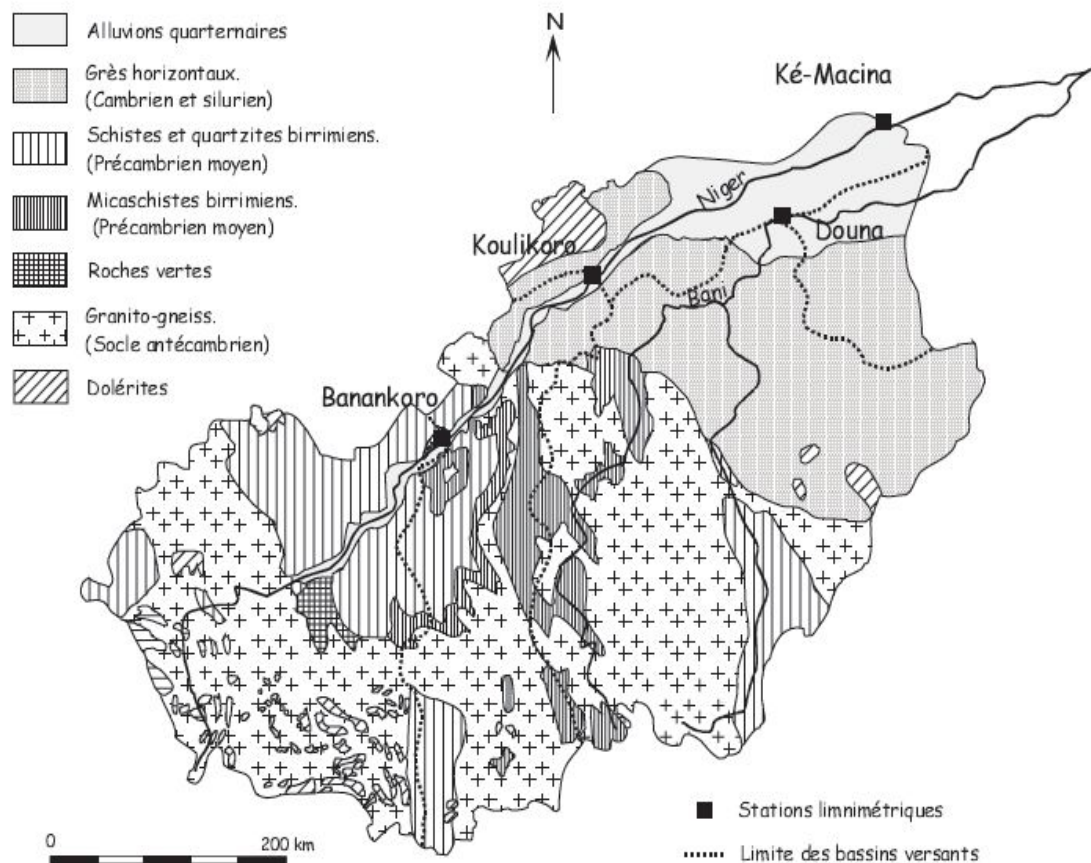


Document 1.6 : Le bassin versant du fleuve Niger

Le fleuve Niger, troisième fleuve d'Afrique par sa longueur de 4.200 km, traverse successivement la Guinée, le Mali, le Niger, le Bénin et le Nigeria. Il s'écoule suivant une direction générale Nord-Est jusqu'aux confins du Sahara. Il décrit une grande boucle dans sa traversée des régions sahéliennes et subdésertiques où il perd une part importante de ses apports hydriques, avant de retrouver au Sud-Est la route de l'océan au fond du golfe de Guinée. Le bassin versant du Niger s'étend sur neuf Etats riverains selon les proportions approximatives suivantes: Guinée (4,6%), Côte d'Ivoire (1,2%), Mali (30,3%), Niger (23,8%), Burkina Faso (3,9%), Bénin (2,5%), Cameroun (4,4%), Tchad (1%) et Nigeria (28,3%). Vu d'une manière différente, le bassin du Niger peut être subdivisé en quatre sections principales, dont les caractéristiques physico-géographiques sont légèrement différentes (document 1.1).

1) - Le « haut Niger » ou « Niger supérieur ».

Le fleuve prend sa source en Guinée par cinq rivières sous un régime pluviométrique forestier : le Niger, le Mafou, le Niandan, le Milo et le Tinkisso. Au Mali, le fleuve Niger reçoit en rive droite en amont de Bamako le Sankarani qui est aussi guinéen, puis le Baní provenant de la Côte d'Ivoire. Ces eaux du Baní et du Niger supérieur se regroupent en amont de Mopti pour former le delta intérieur du fleuve Niger au Mali, appelé la cuvette lacustre. Ce bassin couvre une superficie de 240.000 Km² (document 1.7)

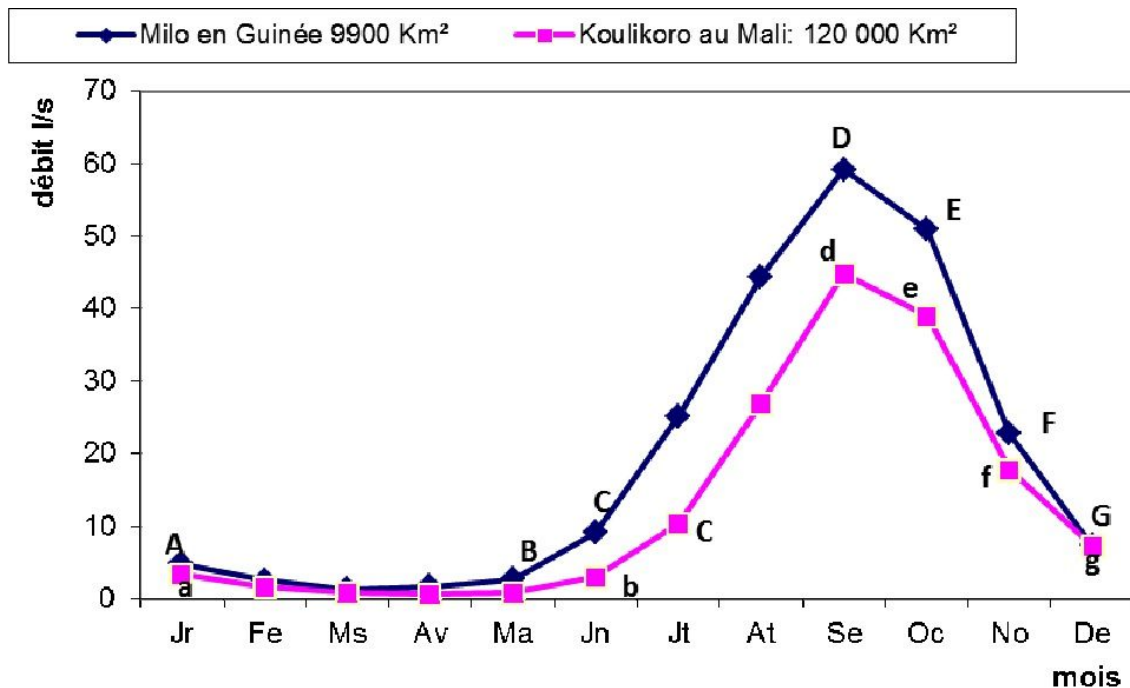


Document 1.7 – Le Bassin du Niger supérieur (d’après Brunet-Moret et al) les stations de Douma et Kemacina représentent les limites aval du bassin

Artère vitale pour l’économie soudan-sahélien de la République du Mali et de celle du Niger, le grand fleuve a fait l’objet de nombreuses études hydroclimatiques. Le réseau hydrographique des tributaires de la cuvette lacustre s’organise autour du Niger et de son affluent principal, le Bani.

a) *Le climat du bassin* : est essentiellement caractérisé par l’alternance de deux grandes saisons annuelles : la saison des pluies, centrée sur l’été boréal et la saison sèche en hiver, cette alternance est assujettie aux interactions de deux masses d’air : l’Harmattan et la Mousson.

b) *Le Niger supérieur* : elle a un régime hydrologique du type tropical de transition classique (document 1.8). Son bassin est soumis aux domaines climatiques guinéens, sud et nord soudanien, sahélien et subdésertique dans la cuvette lacustre. Alimenté dans son bassin supérieur par des affluents exclusivement guinéens, le Niger reçoit à l'arrivée dans le delta intérieur les apports du Bani, principal affluent.



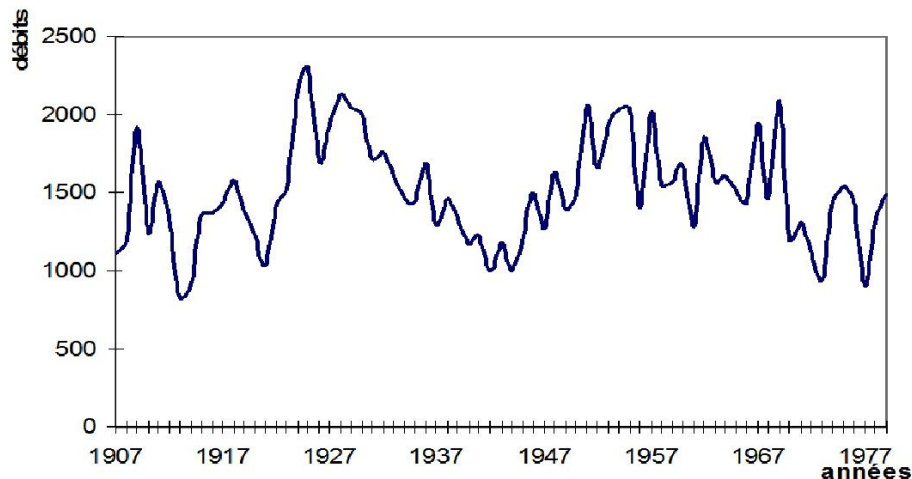
Document 1.8 - Le Niger à Milo et Koulikoro : un régime pluvial tropical

Pour mieux évaluer le bilan hydrologique annuel, les études se font sur l'année hydrologique, qui débute par convention à la fin des basses eaux de l'année précédente ; pour le Niger, elle court de mai à avril. Pour de longues séries d'observations, le débit moyen interannuel est assimilé au module ou moyenne « vraie » des débits annuels.

La chronique des débits du Niger constitue l'information intégrée la plus complète que l'on ait sur les variations hydroclimatiques de l'Afrique de l'ouest depuis le début du siècle. La première station hydrométrique du fleuve Niger a été installée à Koulikoro en 1907 ; le bassin versant du Niger couvre alors une superficie de 120 000 km² avec seulement un cinquième au Mali. Le débit moyen interannuel calculé sur 83 ans est de 1420 m³/s, soit un module spécifique voisin de 11,8 l/s/km². Avec une hauteur de précipitation interannuelle estimée à 1600 mm et une lame d'eau de 370 mm, le coefficient d'écoulement moyen atteint 23% ; la reprise par évaporation serait de 1 230 mm.

Le régime des précipitations commande la grande variabilité saisonnière des débits du fleuve. Pendant 6 mois, de janvier à juin, les débits des basses eaux représentent moins de 7% du débit annuel. La remontée des débits s'annonce en mai, mais ne devient vraiment significative qu'au mois de juillet. Le maximum de crue a lieu généralement dans la seconde quinzaine de septembre. La décrue est rapide et dès la fin novembre, on se retrouve en phase de vidange des réserves souterraines.

La dernière station du Niger avant son entrée dans la cuvette lacustre est celle de Kémacina (bassin de 141 000 km²). Les modules ont perdu de 250 à 50 m³/s suivant les années ; le prélèvement naturel (évaporation) et celui dû aux irrigations seraient en moyenne de 135 m³/s, soit près de 10% de l'apport hydrique initial. Le module interannuel est de 1207 m³/s sur la période 1952-1990.



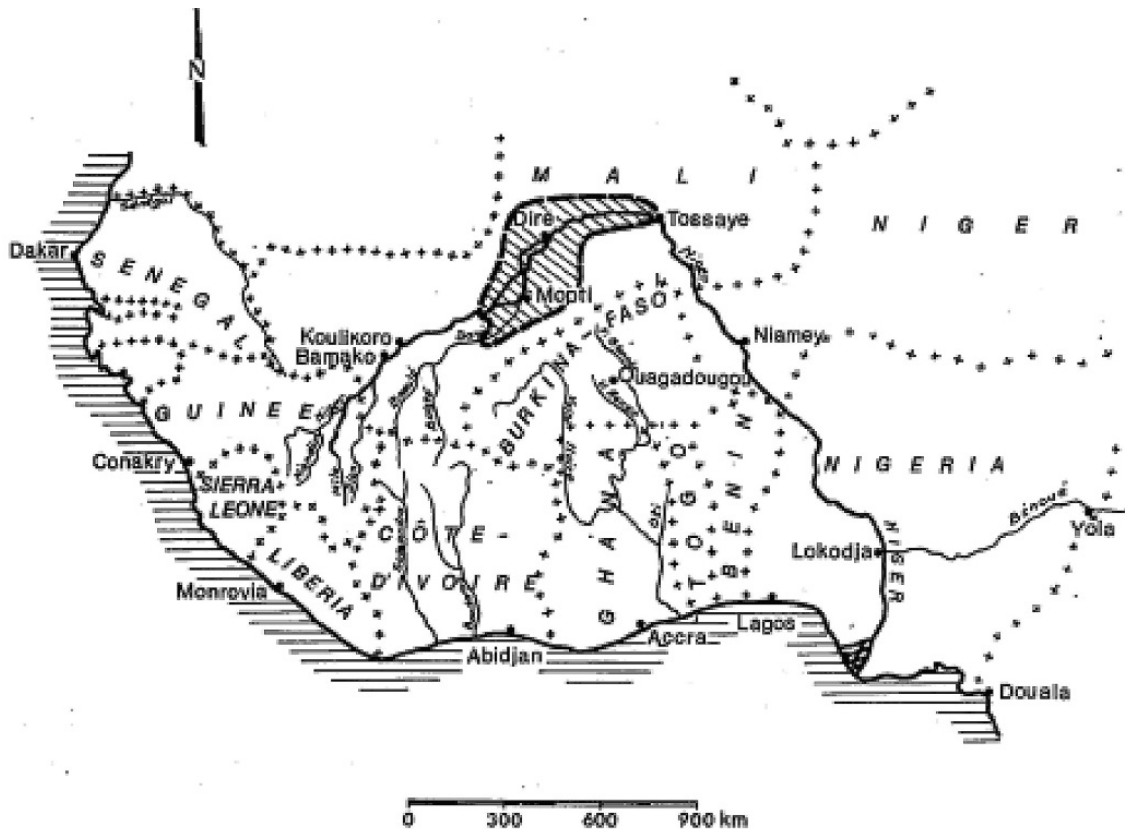
Document 1.9 - Evolution des débits à la station de Koulikoro (Niger supérieur 1907-1979)

En rive droite du Niger, le Bani draine les eaux d'un bassin versant dont les limites Sud se situent près d'Odienné et Boundiali en Côte d'Ivoire. Nettement moins arrosé (1200 mm) que le haut Niger guinéen, il est soumis au climat tropical pur. Le bassin couvre 101 600 km² à la station de Douna observée depuis le début des années 50. Sur la période 1953-1990, le module interannuel est de 419 m³/s, soit un module spécifique de 4,12 L/s/km², ce qui correspond à une valeur presque trois fois plus faible que celle du Niger sur la même période (11,2 L/s km²). La lame d'eau écoulee est de 130 mm, soit un coefficient d'écoulement de 10,8%. La variabilité saisonnière des débits montre une longue période de faibles écoulements (moins de 5% de l'écoulement annuel transite à Douna sur 6 mois). A l'étiage, on a pu observer dans les années précédentes un arrêt de l'écoulement. Le tiers de l'écoulement annuel transite en septembre, près des quatre cinquièmes d'août à octobre. La crue de Bani atteint le plus souvent son maximum dans la seconde quinzaine de septembre ou début octobre.

L'augmentation du coefficient de tarissement, pratiquement du simple au double, signifie que les nappes phréatiques du bassin ont vu leur extension considérablement réduite. Un retour dans l'écoulement de surface des débits à tarissement moins rapide suppose une reconstitution des réserves qui nécessitera pendant plusieurs années, une alimentation soutenue des précipitations abondantes. Les processus en cause ont été identifiés ; ils ont un indice marqué également sur le niveau de l'écoulement annuel et la puissance des crues. A la sécheresse climatique se surimpose, avec un décalage pluriannuel, une « *sécheresse phréatique* ».

2)- *Le delta intérieur* : C'est une vaste zone plate régulièrement inondée chaque année.

Elle se situe entre Kemacina et San au sud de Tombouctou, s'étalant entre le climat sahélien et désertique. Le delta couvre une superficie de 80.000 Km² (document 1.5). Il constitue un ensemble de plaine inondable, de lacs et des mares, connectés entre eux par des chenaux. Pendant la crue de septembre, on estime de 20.000 à 35.000 km² la superficie inondée chaque année.

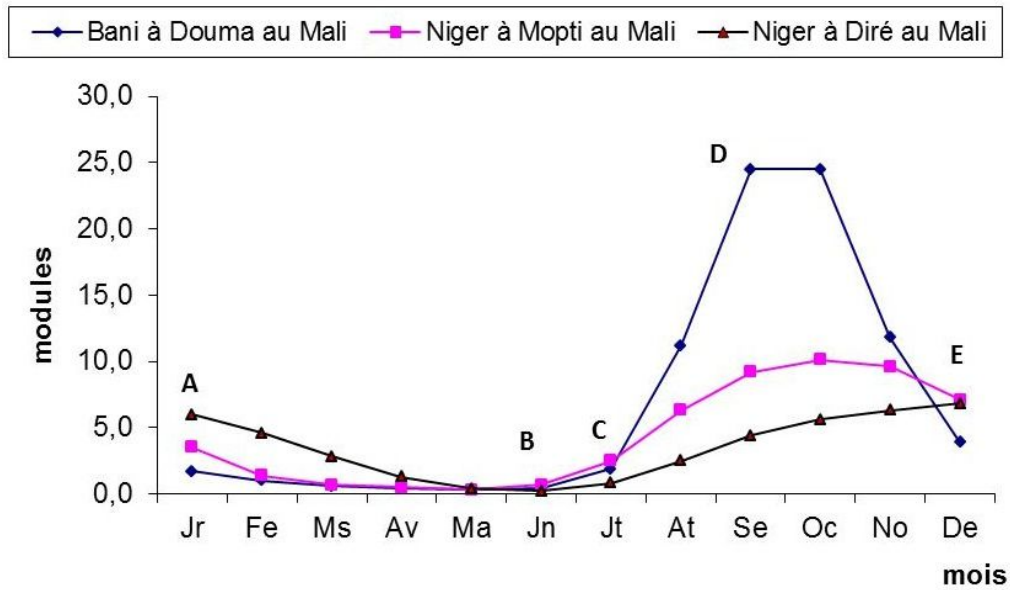


Document 1.10 - Le delta intérieur du Niger (DIN)

Quand la décrue s'amorce, les mares et les lacs s'assèchent rapidement et l'eau retourne dans le lit mineur. Au cours de cette phase de crue et décrue dans le delta, une bonne partie de l'eau se perd par évaporation.

Les hydrologues classent le delta intérieur du Niger au Mali comme une puissante machine évaporatoire. Le fonctionnement du delta influence le régime hydrologique du fleuve Niger. En effet, il fait perdre 50% des eaux par évaporation et retarde la propagation de la crue d'un mois en année sèche et de deux mois et demi en année humide.

Le coefficient de pondération qui est le quotient du maximum sur le minimum mensuel est de 82 à Douma, ce qui est très élevé. La crue rassemble 74% des eaux, et la haute crue, 92%. Le document suivant donne l'analyse hydrologique complète des stations du DIN (Documents 1.11) :



Document 1.11 - Les modules dans le Delta intérieur du Niger (DIN)

	Douma	Mopti	Diré
Moyennes mensuelles	6.9	4.3	3.5
Maximum mensuels	24.5	10.1	6.8
Minimum mensuels	0.3	0.3	0.2
Pondération	82	34	34
Crue = somme At se oc/tm	74%	56%	46%
Hautes crues (hc)= som At Se Oc No De/tm	92%	82%	70%
Sécheresse= 1-hc	8%	18%	30%

Document 1.12 : Analyse statistique des caractères hydrologiques du DIN

Ainsi, le delta protège les riverains situés en aval des débordements du fleuve.

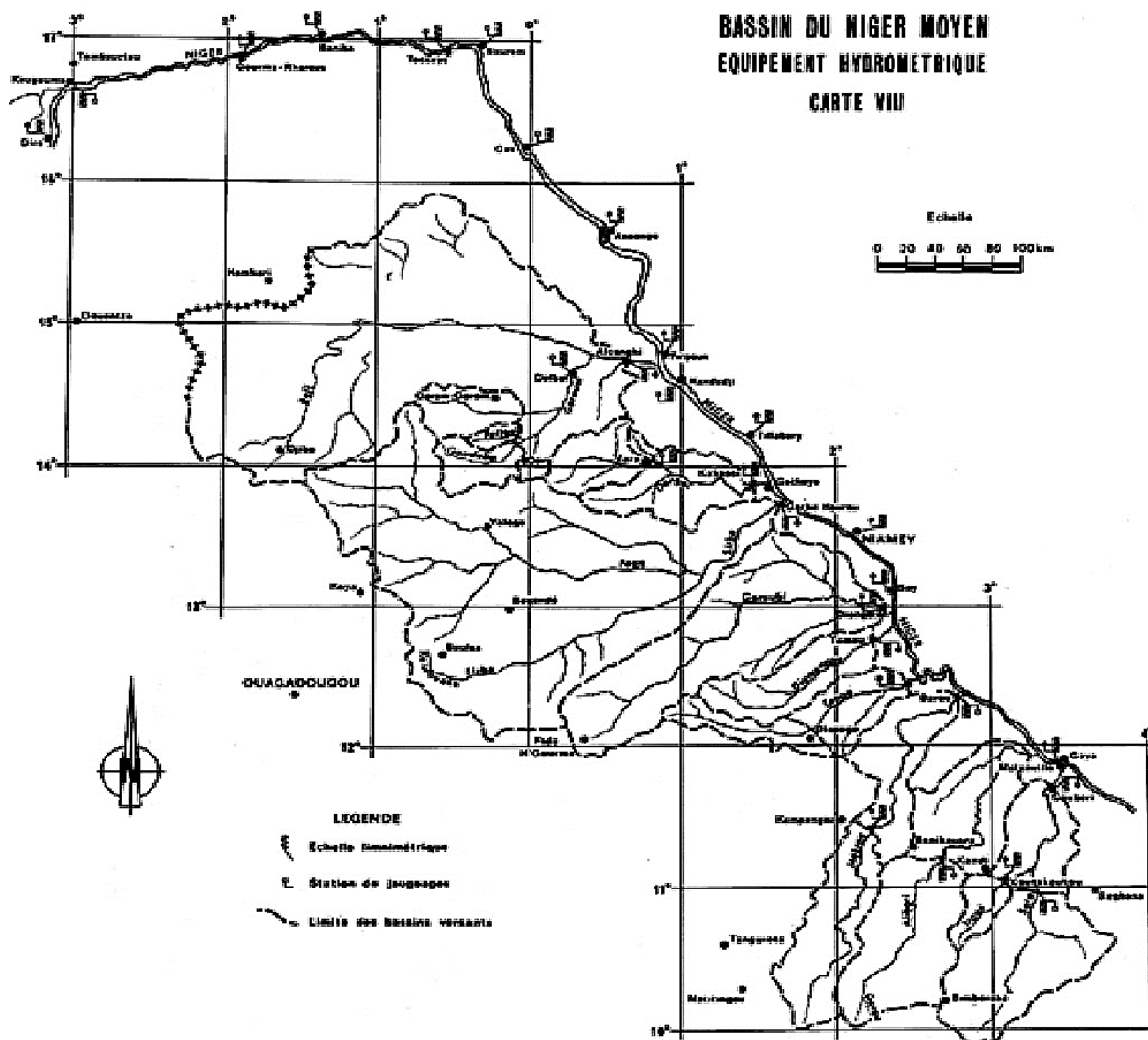
La décomposition analytique de l'hydrogramme permet de distinguer 4 phases. La première phase AB correspond au tarissement des nappes d'un épisode précédent pour les stations de Bani et de Mopti de janvier à juin. En revanche, à Diré, il n'y a pas eu de tarissement.

- La phase BC correspond au début de la crue de l'écoulement hypodermique qui dure de juin à juillet pour les trois stations.
- La phase CD montre une crue étendue dans le temps, et étalée dans l'espace de juillet à octobre et qui varie selon les stations. On remarque une crue majeure à Bani (jusqu'à 25 m³/s/km²) alors que pour Diré et Mopti nous avons un apport moins considérable en volume d'eau correspondant à 10 et 5 m³/s/km².
- La phase DE correspond à la décrue de l'écoulement hypodermique, cette phase est inexistante au niveau des deux autres stations.

Pour le Mali, le delta présente une zone économique importante (élevage, agriculture et pêche). Il est fréquenté chaque année par un peu moins de 2 millions de têtes de bovins et autant d'ovins et de caprins. Les rizières non-aménagées (à submersion libre) couvrent une superficie variant chaque année entre 50.000 et 130.000ha avec un rendement moyen inférieur à une tonne/ha. La production de la pêche dépasse 100.000 tonnes les années de bonnes crues (Kupper et al, 2001). Le delta est également reconnu « international » pour sa biodiversité par la convention RAMSAR.

3) - Le Niger moyen

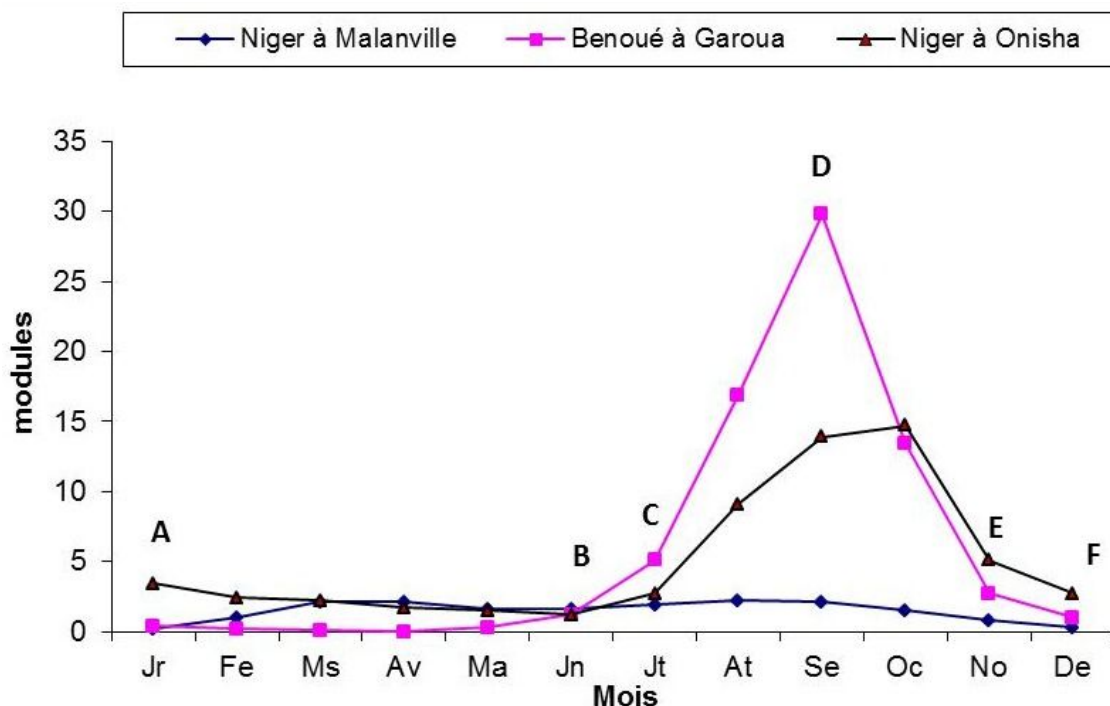
C'est la partie comprise entre l'exutoire du delta et la frontière nigéro-nigériane sous un climat désertique à sahélien avec 900.000 Km² (document 1.8). Sur ce tronçon, le fleuve reçoit au Niger sept affluents dits de la rive droite : Le Gorouol, le Dargol, la Sirba, le Goroubi, le Diamangou, la Tapoa, et la Mekrou. Les six premiers prennent leurs sources au Burkina Faso et le septième au Bénin. Tous les affluents de la rive droite ont un écoulement temporaire et ne sont productifs qu'une partie de l'année.



Document 1.13 - Le Parcours du Niger moyen et ses affluents de la rive droite

4) - Le Niger inférieur

Cet ensemble constitue le quatrième bassin avec 720.000 Km². Il reçoit beaucoup plus d'eau provenant d'importants affluents venant du Nord, et de l'Est du Nigéria, du Cameroun et aussi du Tchad. Les plus importants sont le Sokoto, le Kaduna et la Bénoué. Le Niger se jette dans l'océan Atlantique par un second delta atlantique en aval d'Onitsha au Nigeria.



Document 1.14 - Les modules de trois stations du Niger inférieur

La phase de tarissement correspond à une absence de précipitation AB et elle apparaît après une phase de crue BD. La décroissance du débit DF se fait de manière exponentielle régressive ; pour calculer le coefficient de tarissement, on utilise la loi de Maillet ...

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{(k \cdot t)}$$

...dans laquelle **K** est le coefficient de tarissement de Maillet, et **Q₀** le débit initial de la phase de tarissement

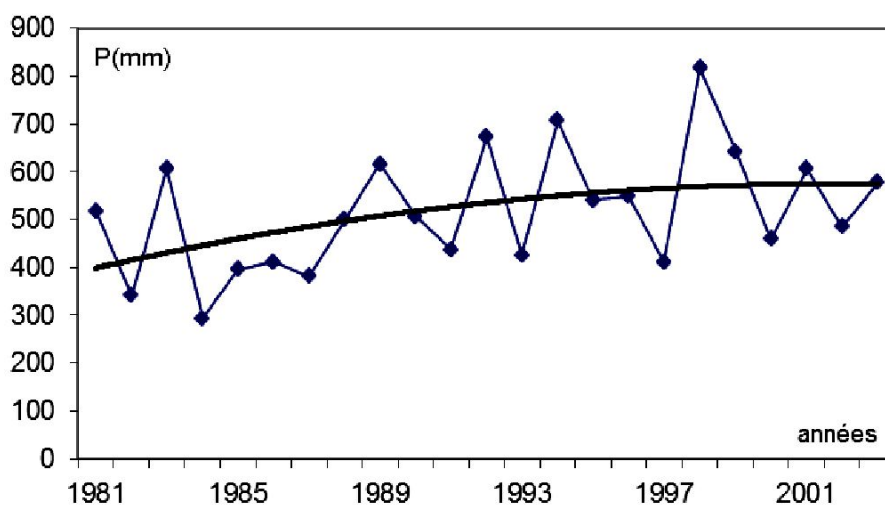
A la station de Garoua AB= 0.16, ce coefficient **K** est de -0.44 à Onitsha et illustre le tarissement des sources pendant 6 mois. Puis les pluies reviennent à partir de la mi-juin, provoquant une crue hypodermique BC = 3.9 à Garoua et 1.5 à Onitsha d'un mois environ et vite un ruissellement de crue CD = 16.46 à Garoua et 5.6 à Onitsha pendant trois mois. La décrue donne DE = -13.5 à Garoua et -9.6 à Onitsha de mi-septembre à mi-novembre, et la décrue de l'écoulement hypodermique EF= -2.4 à Onitsha et -1.7 à Garoua.

Le fleuve Niger a un régime hydrologique complexe du fait qu'il intègre plusieurs régimes pluviométriques, et plusieurs régimes hydrologiques simples sur un grand parcours.

Il gagne de l'eau sur certains tronçons (Niger supérieur et Baní, le Niger inférieur), il en perd sur d'autres (delta intérieur, Niger moyen).

5) - Les effets de la nature du sol

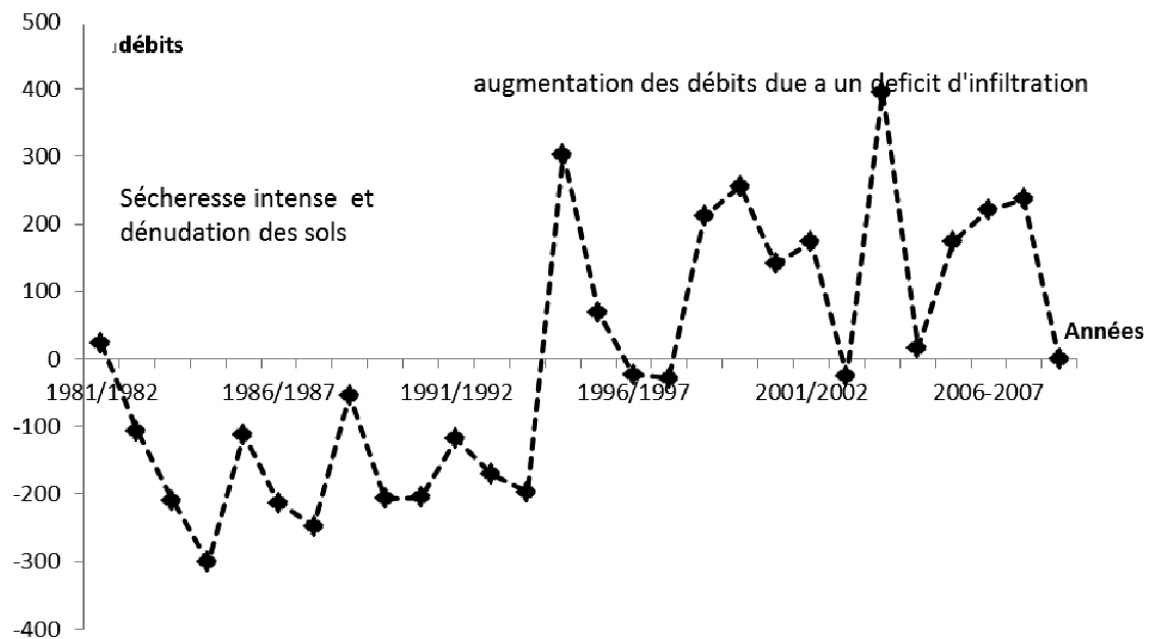
Depuis les années 1970, le Sahel a connu une importante diminution des pluies. Cela a entraîné une baisse des débits des cours d'eau de manière significative. Cette réduction s'avère même souvent proportionnellement plus importante que la diminution annuelle de précipitations, en raison de la forte baisse du niveau de la nappe et de sa contribution aux écoulements comme l'indique le document 1.15



Document 1.15 - Cumul pluviométrique 1981-2005 de la station de Niamey aéroport :

Ainsi quand les pluies diminuent, les apports aquifères s'amenuisent et les écoulements des rivières ne sont pratiquement plus assurés que par les ruissellements de surface. À partir des années 1995, on remarque une augmentation progressive des débits. Cette augmentation trouve son explication dans les travaux réalisés par Bernard Pouyaud sur les petits bassins versants. Cet hydrologue de l'IRD a mis en évidence une augmentation des écoulements en zone sahéenne. Fait apparemment paradoxal, alors que les pluies diminuent, cette augmentation est la conséquence directe de la sécheresse qui provoque une dénudation des sols, qui dès lors favorise le ruissellement des eaux au détriment de l'infiltration dans le sol.

Récemment, des chercheurs du laboratoire hydrosociences de Montpellier et leurs collègues Burkinabé et nigériens ont montré qu'un tel phénomène se faisait également sentir à l'échelle des grands bassins comme le Niger. La pluviométrie est insuffisante, trop mal répartie dans le temps, et parfois aléatoire.



Document 1.16 : Evolution des débits annuels de 1981 à 2008

Au Niger, la rareté de la végétation et le type de sol rencontré sont favorables à un tel phénomène ; cela peut sans doute expliquer l'augmentation progressive des débits moyens annuels de la station de Niamey de 1980 à 2007.

Il en résulte un dépôt sédimentaire causé par l'érosion hydrique du bassin. Cela peut expliquer l'ensablement du fleuve observé ces dernières années. Le document 1.16 ci-dessous montre l'écart type de la moyenne de 1981 à 2007.

II LA METHODE DE TRAVAIL

Dans le cadre de ma recherche, j'ai effectué des récoltes de données chiffrées, à savoir les mesures de débits, limnigraphiques, précipitations, climatiques, etc, et des écrits. Ces données n'ont pas été obtenues sans difficultés ; les connaissances du terrain et des amis de parents proches, le relationnel et ma détermination à obtenir des résultats m'ont beaucoup aidé.

Parmi les contraintes dans la recherche des données, on peut citer le manque de disponibilité des personnes, à savoir les responsables des directions, les documentalistes ; le manque d'écoute. Il est plus facile de se faire écouter lorsqu'on a une recommandation, ou si on a un « *Parent, Amis et Connaissance* » (PAC) dans l'administration, ou tout naturellement si on est un consultant indépendant travaillant pour un organisme international prêt à dépenser de l'argent pour accéder aux documents.

Souvent, il est difficile d'accéder aux documents récents, on se contente : de vous diriger vers les archives du sous-sol où les documents ne sont pas classés dans l'ordre et couverts de poussières pour n'avoir pas été touchés depuis un moment, alors que les documents utiles sont à l'étage, proprement conservés pour les consultants indépendants et experts internationaux.

A - CONTRÔLE ET CRITIQUE DES DONNÉES

Les données chiffrées sont souvent manquantes, parce que les mesures n'ont pas été effectuées à temps, ou tout simplement inexistantes. Il faut donc fiabiliser les données chiffrées. Le contrôle de qualité de donnée hydrométrique est donc un préalable avant toute utilisation. En effet la qualité des données est fréquemment entachée d'erreurs qui peuvent rendre toute utilisation difficile, voire impossible. Ces erreurs sont liées à :

Des défauts de fonctionnement de limnigraphes ou de mauvaises lectures des échelles limnimétriques, conduisant ainsi à l'obtention de données de bases erronées.

Des erreurs liées aux calculs.

Après l'indépendance, les autorités nigériennes ont progressivement repris les stations de mesures et ont formé des locaux nigériens à effectuer les mesures. Ces villageois ignorent l'importance des suivis hydrologiques et attendent souvent plusieurs heures après les pluies pour effectuer des mesures ; ils se contentent de faire une estimation par rapport aux dégâts causés dans les champs de mil et de se référer aux relevés effectués l'année passée. De telles mesures ne sont pas fiables, nous essayerons alors dans la mesure du possible de travailler sur des données anciennes.

Toutefois, les premières erreurs ont été aplanies par la Direction des Ressources en Eau (DRE) d'une part et Hydroniger d'autre part. Pour les autres types d'erreur, la corrélation entre les modules de deux stations voisines a constitué notre méthode de contrôle. Les institutions rencontrées pour la réalisation de ce travail sont énumérées dans le paragraphe ci-après. Il s'agit d'organisations nationales et régionales mises en place par l'Etat ou les Etats.

1°) Les institutions de gestion des eaux au Niger (Cadre institutionnel)

Au Niger, le département ministériel chargé de l'eau est le Ministère de l'Hydraulique, de l'environnement et de Lutte contre la Désertification (MHE/LCD). Actuellement, la connaissance de la ressource en eau et sa gestion sont confiées à la Direction des Ressources en Eau (DRE) au MHE/LCD, qui est composé des services suivants :

a) Le service hydrologique : Ce service effectue pratiquement les jaugeages aux stations du réseau pour établir des barèmes de conversion des hauteurs en débits. De même, ce service collecte, stocke et exploite les données de base. Pour obtenir les hauteurs sur les différentes stations hydrométriques, le service dispose d'une centaine de stations.

Les hauteurs d'eau à ces stations sont relevées deux fois par jour par des observateurs qui sont des bénévoles recrutés localement et formés à la lecture d'échelles hydrométriques. La surveillance des mares n'est pas encore prise en compte dans le réseau. Les observateurs perçoivent une prime d'observation mensuelle et doivent acheminer chaque mois à la DRE les données sur les niveaux d'eau.

Les données hydrologiques du Niger sont le logiciel de gestion de données hydrologique de l'Institut de Recherche et de développement (IRD, anciennement ORSTOM) dénommé HYDROM. Cette banque contient les données de plusieurs stations, avec beaucoup de lacunes. A partir des années 1990, l'Etat n'arrivait plus à assurer les frais de la collecte des

données de base et, de plus les partenaires au développement se sont désintéressés du travail. Le réseau de collecte de données sur les hauteurs d'eau est réduit à un réseau minimum suivi dans le cadre de certains projets et programmes (HYDRONIGER et AGRHYMET). Cette situation préoccupante a été améliorée par des actions de valorisation des données (Site web, bulletin, fournitures de données aux projets...).

Le contrôle de la qualité des eaux de surface, les transports solides ne sont pas encore pris en compte ; la saisie et la mise à jour des données sont très souvent faites avec du retard. Les mesures de la pluie sont assurées par la Direction de la Météorologie Nationale (DMN).

b) Le service des Inventaires des Ressources Hydrauliques (IRH) est équipé d'une salle informatique, il coordonne les activités de collecte, de stockage et de traitement des données sur l'hydrogéologie, les villages et les points d'eau. Ces données hydrogéologiques servent surtout pour une programmation des besoins de l'hydraulique villageoise et pastorale.

c) Le service d'hydrogéologie : Il effectue des études prospectives pour l'implantation des ouvrages dans les milieux difficiles.

Mais les services techniques sont sous-équipés et en réalité, ils ne disposent pas de programme d'évaluation et de planification des ressources en eau. Le MRE s'occupe essentiellement de l'eau potable pour les hommes et le bétail. Les autres utilisations sont dispersées dans certains départements ministériels utilisateurs :

- L'hydraulique agricole au Ministère du développement Rural (MDR).
- L'assainissement au Ministère de la Santé Publique (MSP) et le Ministère des Travaux Publics et du Transport (MTP/T).
- L'énergie hydroélectrique au Ministère des Mines et de l'Energie (MME).
- La protection de la nature au Ministère de l'environnement et de lutte contre la désertification (ME/LCD).
- Les grands ouvrages hydrauliques au Haut-Commissariat au barrage de Kandadji (HC/BK) appelé aussi Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du fleuve Niger.

Certains aspects tels que le transport fluvial et les loisirs ne sont pas bien développés. Les activités du Ministère sont surtout orientées vers l'exploitation pour l'eau potable. Les programmes antérieurs d'hydraulique ainsi que la surveillance du réseau hydrologique et piézométrique ont fourni des précieuses informations. Ces données peuvent déjà permettre de faire les premiers pas vers une évaluation de la disponibilité en eau en quantité et en qualité pour le Niger.

Faute d'un programme d'évaluation des ressources en eau, on constate dans les documents de référence du MHE/LCD des faiblesses tant sur la connaissance qualitative que quantitative.

2) Les institutions régionales dans les domaines de l'eau.

Dans le cadre d'une meilleure gestion des ressources en eau, le Niger fait partie de trois organisations :

a) *L'Autorité du Bassin du Fleuve Niger (A.B.N.)* : elle a été créée en 1963 et son siège est à Niamey. Elle regroupe neuf pays (Benin, Burkina Faso, Cameroun, Cote d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria et Tchad). Le but actuel de l'A.B.N. est de promouvoir la coopération entre les pays membres et d'assurer la mise en valeur intégrée du bassin. L'A.B.N. est plus spécifiquement chargée du bassin du fleuve Niger et a pour rôles :

- D'harmoniser et de coordonner les politiques d'aménagement en vue d'un partage équitable des ressources en eau entre les Etats membres.
- De formuler une politique générale de développement du bassin compatible avec le caractère international du fleuve.
- D'élaborer et d'exécuter les plans de développement intégré du bassin.
- De mettre en œuvre et de suivre une politique régionale ordonnée et rationnelle de l'utilisation des eaux du bassin, superficielles et souterraines.
- De concevoir et de réaliser des études, des recherches et des enquêtes.
- De formuler des plans de construction, d'exploiter et d'entretenir les ouvrages réalisés dans le cadre de l'objectif général du développement intégré.

b) *L'Autorité du Liptako Gourma (ALG)*, créée en 1970, regroupe le Burkina Faso, le Mali et le Niger.

Les deux grandes orientations sont d'abord le développement harmonieux et intégré ainsi que la mise en valeur cohérente et commune des ressources de la région du Liptako Gourma. Ces deux orientations visent les objectifs globaux suivants :

- L'autosuffisance alimentaire
- La lutte contre la désertification
- Le désenclavement régional

c) *La Commission mixte Nigéro-Nigériane de Coopération (CMNNC)*

Cette commission existe mais n'arrive pas à régler les problèmes de gestion des eaux entre le Niger et Le Nigeria.

d) *Le centre régional AGRHYMET*

Le programme AGRHYMET du Comité Permanent Inter-Etats de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) a démarré en 1975 avec pour objectif de contribuer à la sécurité alimentaire des Etats et à l'autosuffisance alimentaire de la région par l'application de l'information agro-météorologique et hydrologique. Le centre est basé à Niamey et s'occupe des domaines suivants :

- L'analyse des données relatives à la météorologie, la situation des cultures, des pâturages ainsi que des problèmes phytosanitaires.
- La diffusion rapide de l'information sur le suivi de la campagne agricole.
- Le suivi hydrologique dans l'ensemble des pays du CILSS.
- La télécommunication et le traitement de l'information notamment satellitaires.

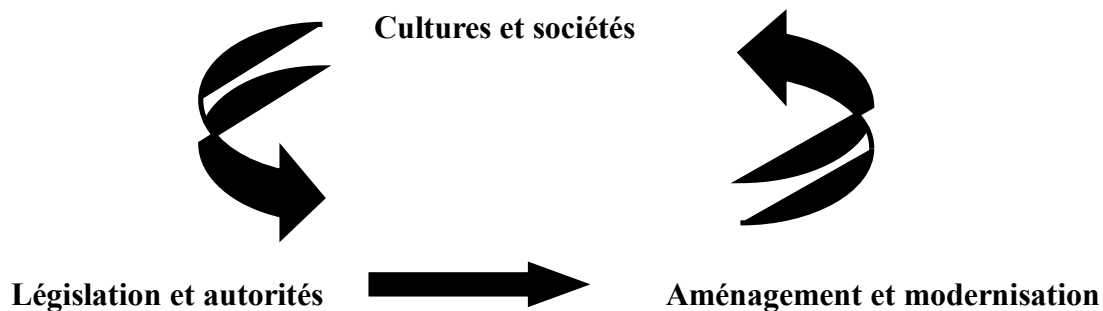
B - OBJECTIFS DE L'ÉTUDE :

Les travaux présentés dans cette étude s'inscrivent dans le cadre du projet de réalisation du Barrage de Kandadji. Il s'agit pour moi d'apporter ma contribution en détaillant les impacts socio-économiques et environnementaux qu'engendrera le futur barrage. Jusque-là, le barrage est défini comme la panacée à tous les problèmes que rencontre le Niger, et les autorités divulguent tous azimuts les effets positifs de cette réalisation ; toutefois, il existe aussi des conséquences négatives dont on parle peu ou pas du tout ; l'objectif de cette étude est donc de rappeler ces effets et de présenter des mesures d'atténuation.

Pour essayer de caractériser les impacts qui peuvent affecter ce projet, à partir des données obtenues auprès des administrations nigériennes et par comparaison à d'autres ouvrages de mêmes types réalisés sur le continent, nous avons organisé notre étude en trois étapes.

a) *L'hydrologie du fleuve Niger* commence par une récolte de données pendant une mission de plusieurs mois à Niamey, au Niger. Elle est axée sur une description du paysage expliquant le fonctionnement du régime hydrologique du fleuve sur tout son parcours. Mais un effort particulier porte sur son parcours en République du Niger à travers trois stations de mesures. Ces dernières permettront une analyse du bilan hydrologique en rapport avec la variabilité climatique

b) *Les résultats de la rencontre* : la prise de contact avec les différents acteurs concernés seront suivis de la description de l'activité de l'économie rurale : nous examinerons successivement les systèmes de productions agricoles, les conflits liés à l'accès aux ressources naturelles dans la zone d'influence du projet.

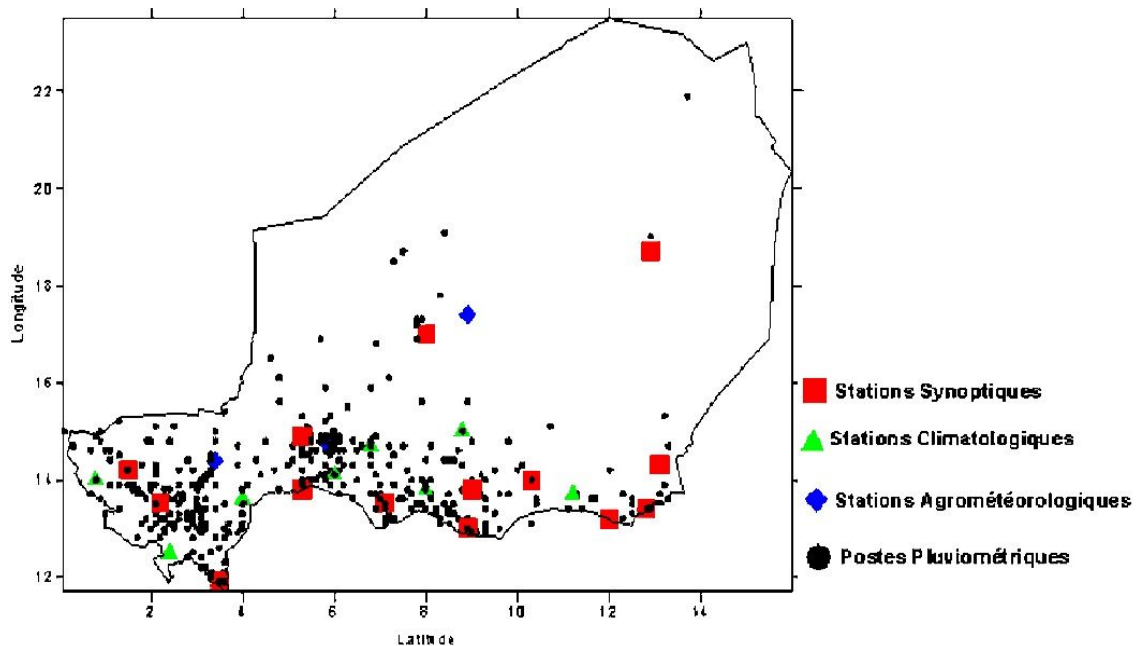


c) *La justification de l'étude et les difficultés rencontrées* : Ce projet a été inspecté dans ses aspects socio-économiques et culturels. L'analyse se fera à travers 3 pôles : Pour affiner l'analyse, nous allons rappeler les conditions de gestion ancestrales qui existent pour la pêche, le foncier et les terres agricoles, avant de supposer des scénarios capables de se produire dans un futur proche.

DEUXIÈME PARTIE LA PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE DU FLEUVE NIGER

Le présent chapitre permet de faire le point sur l'état des connaissances sur le fleuve Niger et son environnement climatique, et les relations entre le fleuve Niger, les aménagements réalisés et en projet.

La richesse du fleuve : Le fleuve apporte de l'eau pour les hommes et les animaux (boisson), pour l'irrigation, pour les pâturages, la pêche, la navigation (biens et personnes), le tourisme. C'est un lien culturel et historique majeur.



Document 2.1 - Carte de localisation des stations de mesures au Niger (1995)

On dispose de différents moyens nécessaires de « surveillance » du fleuve : lectures directes d'échelles, lectures automatiques et télétransmissions des données des limnigraphes, campagne de terrains. Mais les moyens financiers sont très modestes malgré des moyens humains de bonne technicité. Le matériel doit être visité et maintenu périodiquement, des mesures doivent être effectuées plusieurs fois par an sur les cours d'eau. Le fonctionnement des réseaux de mesures ne constitue pas malheureusement une priorité dans beaucoup d'Etats. On pense souvent, à tort, que le régime hydrologique d'un cours d'eau ne varie pas, mais la réalité est tout à fait différente. Si l'on ne fait pas des mesures fréquentes, les données hydrologiques deviennent obsolètes car la nature change. Ce « *changement climatique* » a un impact sur l'hydrologie du Niger. La récente conférence sur le climat à Copenhague a montré à quel point l'urgence climatique constitue un défi pour la survie des générations futures.

Ces données obsolètes constituent un risque de malfaçon dans la construction des ouvrages hydrauliques, ponts, routes, etc... dont les caractéristiques sont fonction des normes issues de paramètres environnementaux.

L'intérêt qu'il y a à suivre l'évolution des hauteurs d'eau et des débits du fleuve concerne la navigation, l'annonce des crues, la qualité des eaux, la gestion en temps réels des ouvrages hydrauliques. L'intérêt à long terme est la connaissance de la variation prévisible du niveau du fleuve pour le calcul des normes hydrologiques (mesure des paramètres qui caractérisent les écoulements en régime semi-désertique et sahélien), essentielles pour la construction des ouvrages hydrauliques, des routes, des ponts, des périmètres irrigués.

Qu'apprend-t-on avec ces mesures qui se rapportent au climat et à ses impacts ? Nous découvrons :

- Que le débit du fleuve se forme à partir des pluies sur son bassin versant. Le débit est donc relié directement à la quantité de pluie tombée.
- Qu'une partie du débit provient des eaux souterraines. C'est la raison pour laquelle l'eau continue de couler dans le fleuve longtemps après la fin de la saison de pluies.
- Que les débits de basses eaux nous renseignent sur l'évolution des réserves en eaux souterraines.
- Qu'à long terme, les grands signaux climatiques du globe (El Niño par exemple) peuvent se trouver dans les fluctuations des débits du fleuve.

L'écoulement de la pluie à la surface du sol dépend du type de surface : végétation naturelle, zone cultivée, sol dégradé ou nu. L'état de la surface du sol joue donc un grand rôle dans la formation des débits des rivières.

Impacts des aménagements humains : Quels sont les aménagements humains qui peuvent modifier l'hydrologie du fleuve Niger ? Les prélèvements d'eau, et tous les aménagements humains peuvent modifier l'hydrologie du fleuve. Le futur barrage de Kandadji aura pour vocation de constituer une réserve d'eau à la fois pour la production d'électricité et pour assurer un écoulement minimum dans le fleuve en saison sèche disponible pour l'irrigation et la navigation. Il réduit aussi sensiblement la hauteur maximale de crue, ce qui a pour effet positif de limiter les débordements en période de forte inondation. Les périmètres irrigués prélèvent aussi des grosses quantités dans le fleuve.

Pour cette raison, il est indispensable de procéder à des études approfondies des impacts des aménagements sur le régime hydrologique du fleuve Niger et des conséquences en amont et surtout en aval des retenues ou des seuils : régime hydrologique, écologie, biologie, agriculture. Tous les impacts positifs et négatifs doivent être étudiés avant la réalisation, pour pouvoir prendre les décisions les mieux documentées possible et peser équitablement les conséquences des choix, en concertation avec toutes les parties concernées.

Comment recenser les points positifs et négatifs des aménagements, et en fonction de quel point de vue ? Les points positifs sont : le stockage d'eau pour la saison sèche, l'irrigation, la pêche, l'eau potable, la production d'énergie. Mais on doit évoquer les points négatifs : maladies liées à l'eau, modification du régime naturel, ensablement du fleuve, prolifération de la jacinthe d'eau.

Dans les modifications de l'hydrologie du fleuve Niger, on peut citer la part du climat. En effet, nous avons moins de pluies et moins d'eaux souterraines en fonction du climat. La part humaine s'exprime par les barrages et les prélèvements. Climat et activités humaines modifient l'environnement ; c'est ce qui rend difficile la distinction entre l'impact anthropique et l'impact climatique sur les régimes hydrologiques.

Toutefois, le rôle du climat, et principalement celui des précipitations, reste fondamental.

I - DES DONNÉES CLIMATIQUES INCONTOURNABLES

L'objectif de notre étude climatique est de constater l'évolution des éléments climatiques du Niger moyen car les variations de ces dernières ont eu un impact important sur l'écoulement du fleuve Niger.

A - UN CLIMAT TROPICAL NUANCÉ, À DEUX SAISONS:

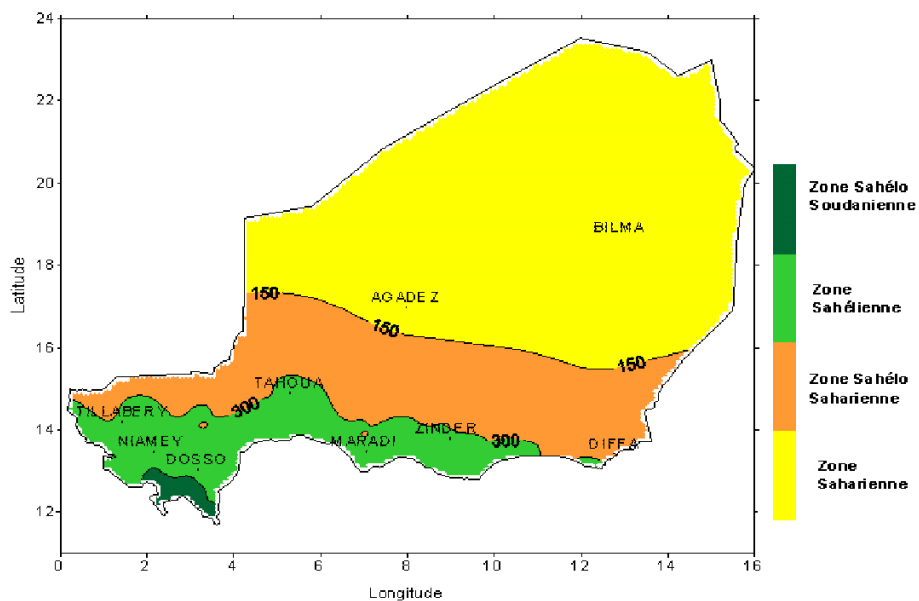
Le bassin théorique du Niger moyen, compris entre les parallèles 10° et 24°, est soumis à trois principaux types de climats qui s'échelonnent du Nord au Sud (classification de J. Roddier) :

- Le climat « tropical typique » ou zone soudanienne entre les isohyètes 1200 et 750 mm.
- Le climat « sahélien » entre les isohyètes 750 et 300 mm
- Le climat « subdésertique » ou zone « sahélo-saharienne » entre les isohyètes 300 et 100 mm
- Le climat « saharien » avec des isohyètes inférieures à 100 mm.

Ces climats sont régis par le mouvement de deux masses d'air alternatif de l'Harmattan et de la mousson.

- « L'Harmattan » ou air tropical continental qui provient du Sahara, air très sec à température élevée et en été, c'est l'alizé du Nord-Est.
- La « Mousson africaine » ou air équatorial maritime, humide et instable de température relativement fraîche et issu de l'anticyclone de Sainte-Hélène : c'est l'alizé du sud-est, qui, ayant franchi l'équateur, est dévié par la force de Coriolis et devient une mousson du Sud-Ouest.

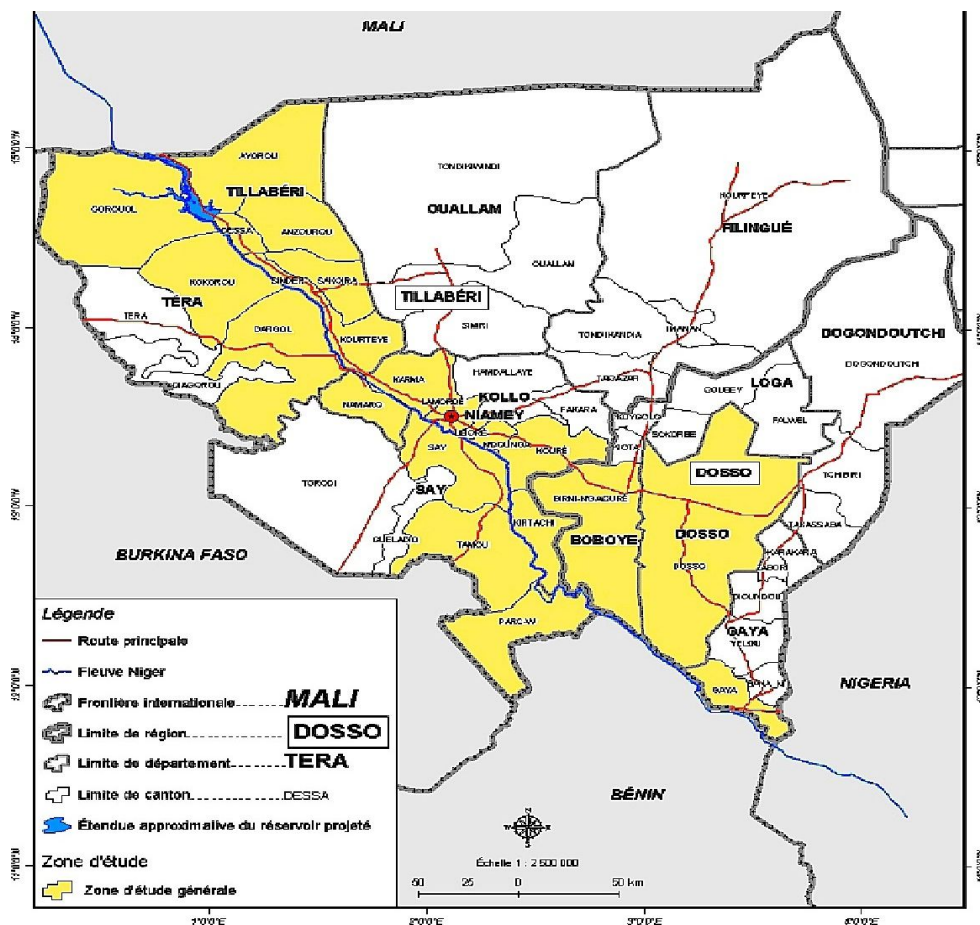
De novembre à avril sous l'influence de l'anticyclone du Sahara, l'Harmattan souffle à peu près continuellement du Nord-Est poussant lentement vers le sud-est l'équateur météorologique (trace au sol du contact des deux masses d'air). De Mai à Octobre, une dépression saharienne remplace progressivement l'anticyclone précédent, tandis que l'anticyclone de Sainte-Hélène se renforce et se déplace de quelques degrés vers le nord ; la mousson envahit alors le Niger moyen. Le retour de l'équateur météorologique vers le nord est d'abord accompagné d'une élévation du degré hygrométrique au sol et de tornades sèches, puis de tornades courtes mais violentes. Ce mouvement alternatif se traduit par une saison sèche en hiver et une saison des pluies en été, la longueur de la saison sèche par rapport à celle de la saison des pluies, croissant du sud vers le nord (document 2.2).



Document 2.2 : Carte agroclimatique du Niger Source : Direction de la Météorologie Nationale

Station	Latitude	Longitude	Altitude
Tillabéri	14°16'N	01°27'E	209m
Niamey	13°29'N	02°10'E	222m
Gaya	11°53'N	03°27'E	202m

Document 2.3 : Réseau d'observation climatologique



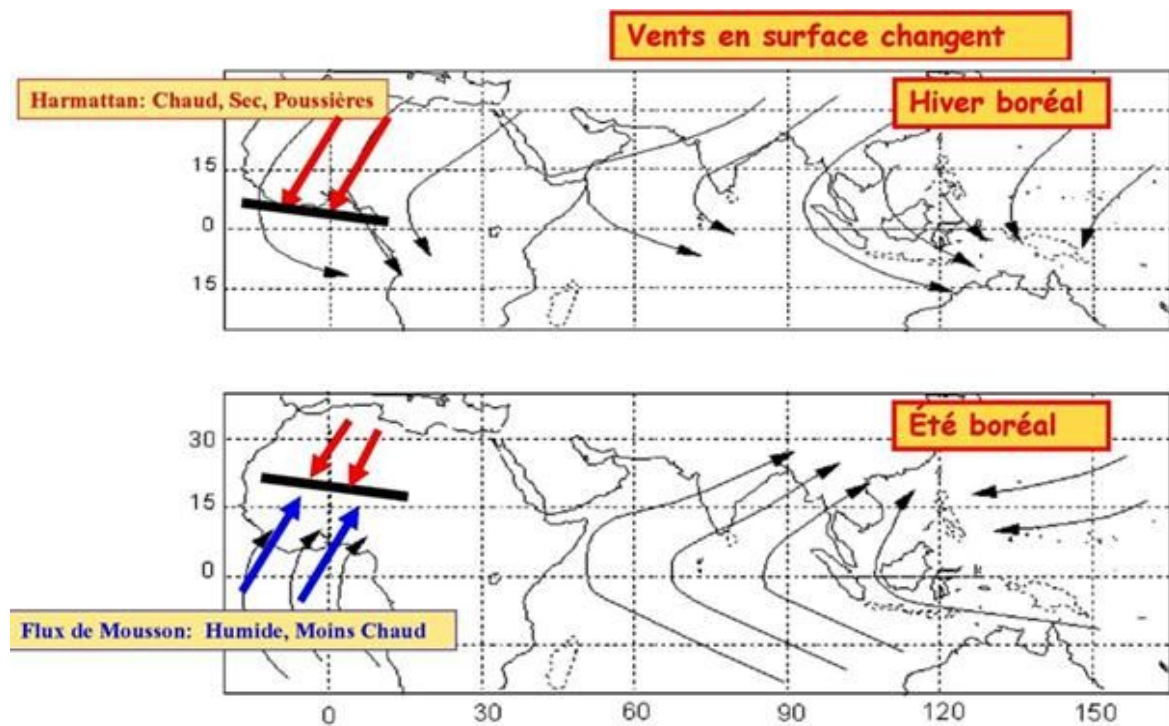
Document 2.4 -Localisation géographique des trois stations de mesure choisies : Tillabéri Niamey et Gaya

Les stations climatologiques et les postes pluviométriques sont très inégalement répartis dans les régions drainées par le Niger moyen (document 2.4). Ils sont principalement concentrés dans la vallée du Niger, les bassins affluents de la rive droite et sur l'axe Niamey-Zinder. Nous avons choisi trois stations de référence pour caractériser les principaux climats du bassin : Tillabéri pour le climat subdésertique, Niamey pour le climat sahélien et Gaya pour le climat tropical (voir documents 2.2 et 2.3).

Ces trois stations sont situées dans ce qu'on appelle le bassin actif du Niger, par opposition au bassin théorique. Elles sont très échelonnées en latitude.

B - LE VENT JOUE UN RÔLE TRÈS IMPORTANT

La circulation générale de l'atmosphère du globe règle le mouvement de l'air dans le Niger moyen dont le régime des vents est fonction de la position du Front-Inter-Tropical (F.I.T). (*On dit aussi équateur météorologique*). De manière générale, les vents varient suivant les saisons ; au cours de la saison sèche, le vent dominant est du secteur Nord-Est, c'est l'Harmattan, et c'est la mousson pendant la saison des pluies (voir document 2.5)



Document 2.5 - Circulation des vents en surface ou Mousson Africaine

Stations	Janv	Fv	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dc	Xi
Tillabery	12	12	11	11	11	12	11	9	9	8	9	10	10
Niamey	10	11	10	10	11	11	11	9	9	8	9	10	10
Gaya	15	15	11	10	10	9	-	8	6	6	9	12	9

Document 2.6 - Vitesse moyenne interannuel des vents en Km/h.

Du nord au sud du Niger moyen, le vent est généralement modéré au cours de la saison sèche et de la saison des pluies. La vitesse moyenne mensuelle interannuelle du vent, après avoir atteint un minimum entre septembre et octobre, croît de novembre à février ou mars, puis diminue entre avril et mai, elle augmente entre juin et juillet pour décroître jusqu'en

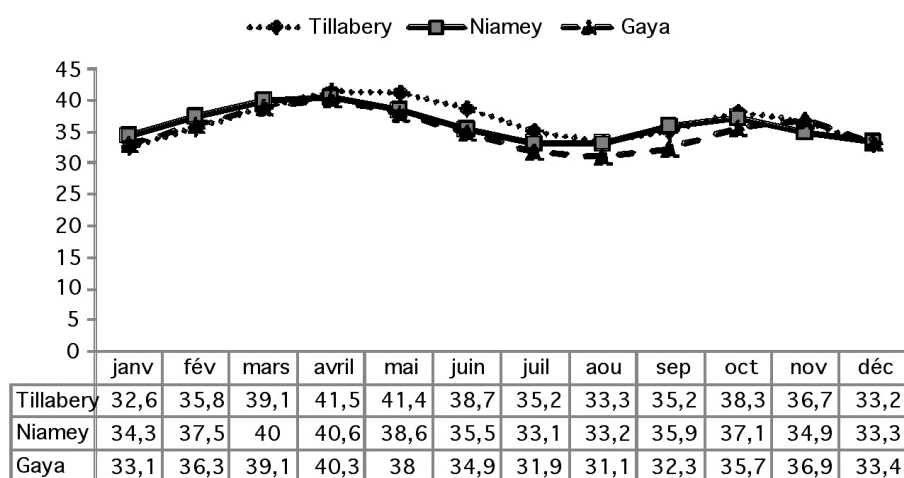
octobre La vitesse moyenne mensuelle interannuelle du vent décroît du nord au sud ; Gao (12km /h), Niamey aéroport (10 km/h) et Gaya (9km/h).

C - LE RÔLE DES TEMPÉRATURES

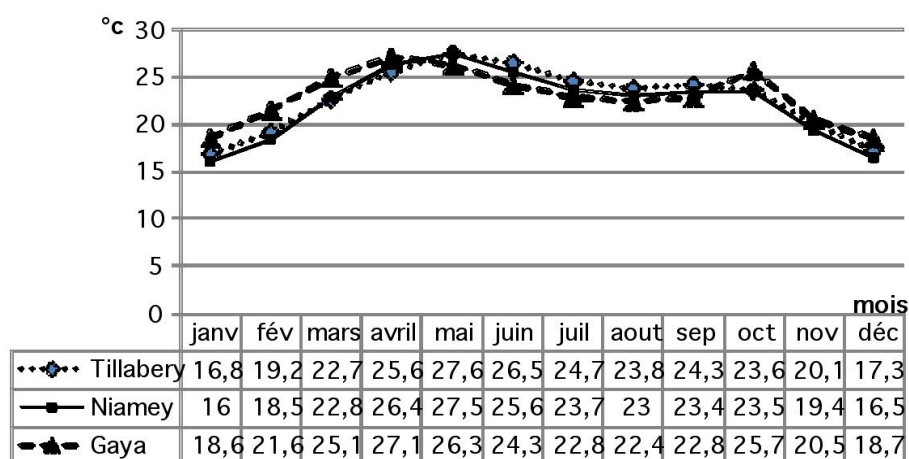
L'oscillation latitudinale du front Intertropical (FIT) est la cause principale des variations de températures. Etant donné les variations diurnes élevées des températures, nous étudierons les températures journalières extrêmes.

1°) Répartition des températures journalières extrêmes :

Les moyennes mensuelles interannuelles des températures maximales figurant dans le document 2.7a, décroissent du nord au sud du Niger moyen. Les extrêmes des températures maximales moyennes annuelles ont des variations similaires à celle de moyennes mensuelles.



a) Température maximales



b) Températures minimales

Document 2.7 - Températures moyennes interannuelles en °C

Les températures minimales moyennes interannuelles (document 2.7.b) croissent légèrement du nord au sud du Niger moyen à cause des variations nocturnes des températures très faibles (voir document 5.9). Les extrêmes des températures minimales moyennes annuelles varient de la même façon que les températures minimales moyennes annuelles.

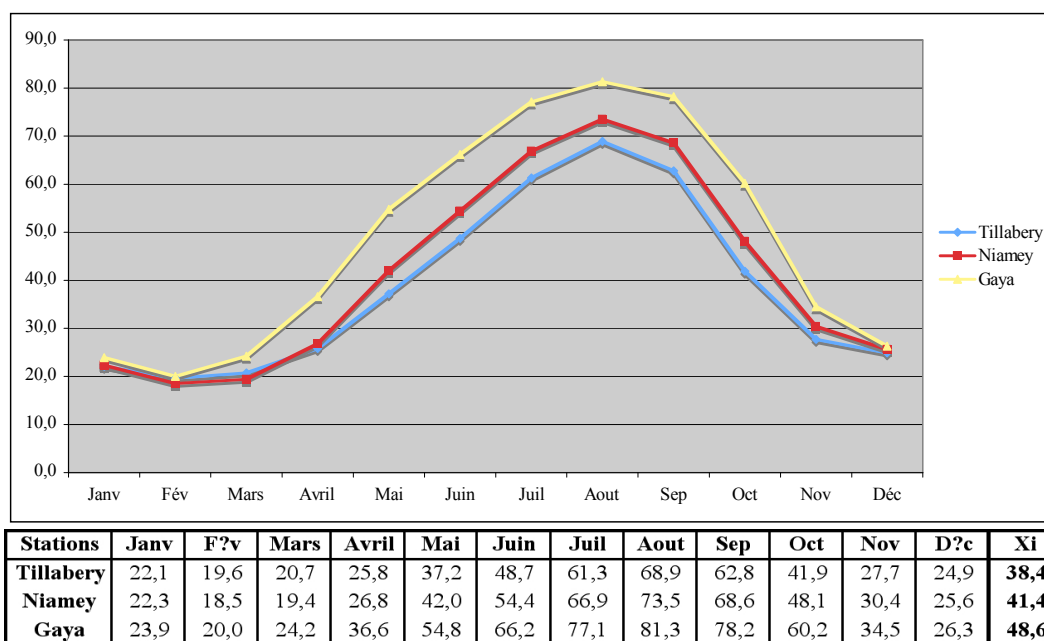
2°) Variations saisonnières des températures maximales journalières

En observant le graphique ci-dessous (document 2.7.a), on constate que la température maximale journalière Tx croît rapidement de janvier à mai à Gao ; de janvier à avril à Niamey aéroport et Gaya). Ceci se réalise du fait de la descente du front intertropical (FIT) vers les basses latitudes pendant cette saison de l'année. Ensuite, la température maximale journalière Tx décroît à cause de la remontée du FIT vers les basses latitudes pendant cette saison de l'année. Puis la température maximale journalière Tx décroît à cause de la remontée du FIT ; l'arrivée de l'air humide provoque les premières averses qui rafraichissent légèrement l'air en juillet (Gao), en mai (Niamey aéroport et Gaya,) pour présenter un léger minimum en Août (Gao, Gaya,) et juillet (Niamey aéroport). Puis elle augmente et accuse un petit maximum en octobre (Gao, et Niamey aéroport), et en novembre (Gaya) à cause du repli du FIT vers le sud. Par la suite, la température maximale journalière Tx diminue rapidement pour présenter un maximum accentué en janvier (Gao, et Gaya) ; en décembre à Niamey.

3°) Rôle de la Moussoon africaine

L'humidité décroît brusquement jusqu'en décembre, puis elle diminue doucement pour atteindre un minimum en février à cause du retrait du FIT vers le sud. À cette époque, il y a refroidissement nocturne.

Les moyennes interannuelles de l'humidité relative augmentent du nord au sud du Niger moyen (voir document 2.8) parce que l'air humide de la moussoon y séjourne plus longtemps. Les variations de l'humidité suivent la tendance inverse de la variation des températures.

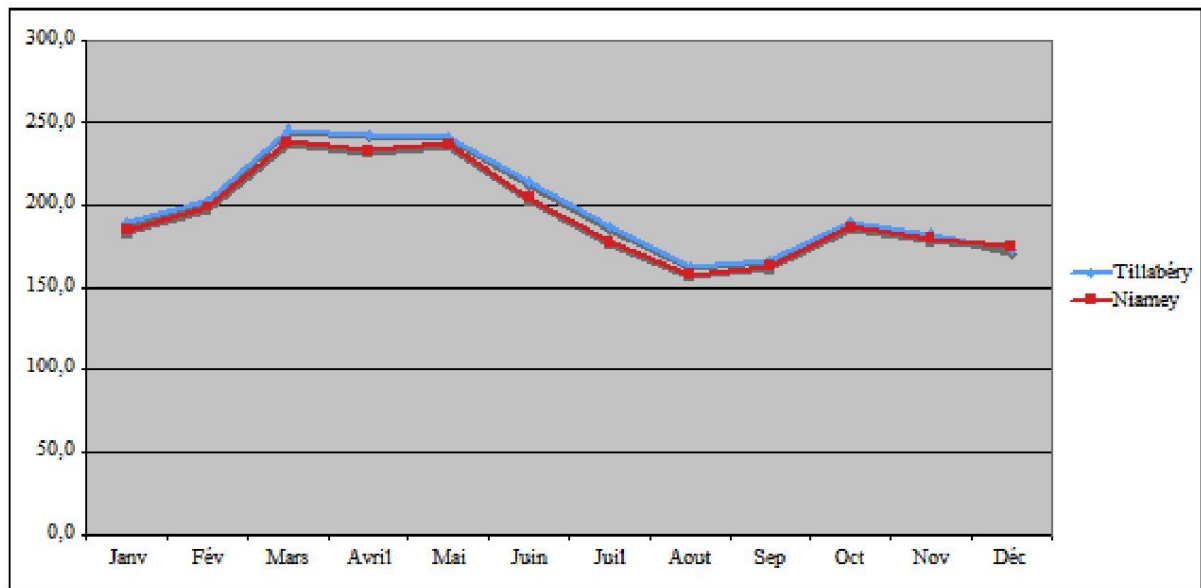


Document 2.8 - Variations saisonnières de l'humidité relative du Niger moyen (en %)

Quant aux extrêmes annuels de l'humidité relative, ils croissent du nord au sud du Niger. Tandis qu'à Niamey, les maxima de l'humidité diminuent parce que les valeurs journalières de l'humidité sont influencées par les surchauffements locaux de l'air, les minima croissent du nord au sud du Niger moyen.

4°) Evapotranspiration Potentielle (ETP)

Selon Riou, 1972, (ORSTOM, 1974 : Annales hydrologiques), l'évapotranspiration potentielle est voisine de l'évaporation des grandes nappes d'eau. Les stations choisies, Gao, Tillabéry et Niamey Aéroport disposent des données complètes concernant l'évapotranspiration, sauf la station de Gaya, qui a des données lacunaires. Toutefois l'évapotranspiration est supposée être faible à Gaya parce que l'air humide séjourne longtemps dans cette région et les amplitudes des températures journalières y sont faibles.



Stations	Janv	Fv	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dc	totaux
Tillabry	189,5	202,1	246,1	243,4	241,9	213,9	186,8	163,0	166,7	190,3	182,6	172,7	2 608,1
Niamey	185,0	198,8	238,5	233,4	237,2	204,4	177,7	157,9	162,9	186,8	179,7	174,9	2 398,9

Document 2.9 : Variations saisonnières de l'évapotranspiration du Niger Moyen

On constate sur le graphique (document 2,9), qu'après un léger minimum en janvier, l'évapotranspiration croît rapidement pour atteindre un maximum en mars. Cela est dû à l'influence de l'Harmattan. Puis l'évapotranspiration décroît rapidement pour accuser un minimum très marqué en août. Par la suite, l'évapotranspiration augmente jusqu'en octobre, ensuite elle décroît jusqu'en janvier. Ceci du nord au sud du Niger moyen.

En observant le tableau ci-dessus, on constate que les valeurs interannuelles d'évapotranspiration diminuent avec la décroissance des latitudes dans le Niger Moyen.

D - LE RÔLE DE LA PLUVIOMÉTRIE

Nous essayerons d'évaluer les variations de la pluviométrie par station car leur nombre est insuffisant pour obtenir une bonne répartition des pluies sur le bassin entier.

1°) Répartition des totaux mensuels dans le Niger

En saison des pluies, les moyennes interannuelles des totaux mensuels croissent du nord au sud. C'est-à-dire que les averses sont plus abondantes dans la partie méridionale au sud du

bassin. Cependant, quelques pluies ont lieu durant la saison sèche mais leur influence est très faible sur le régime hydrologique.

Stations	Jan	Fv	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aot	Sept	Oct	Nov	Dc	Tot
Tillabery	0,0	0,0	1,8	3,8	14,4	26,3	68,0	83,1	24,8	3,7	0,0	0,0	225,9
Niamey	0,0	0,0	3,1	5,1	39,5	73,2	158,9	180,7	89,8	11,6	0,5	0,0	560,4
Gaya	0,0	1,0	2,7	15,7	71,4	122,9	188,9	231,7	159,6	21,5	0,8	0,0	816,2

Document 2.10 - Moyennes interannuelles des totaux mensuels des pluies

2) Variations saisonnières des pluies sur le Niger occidental

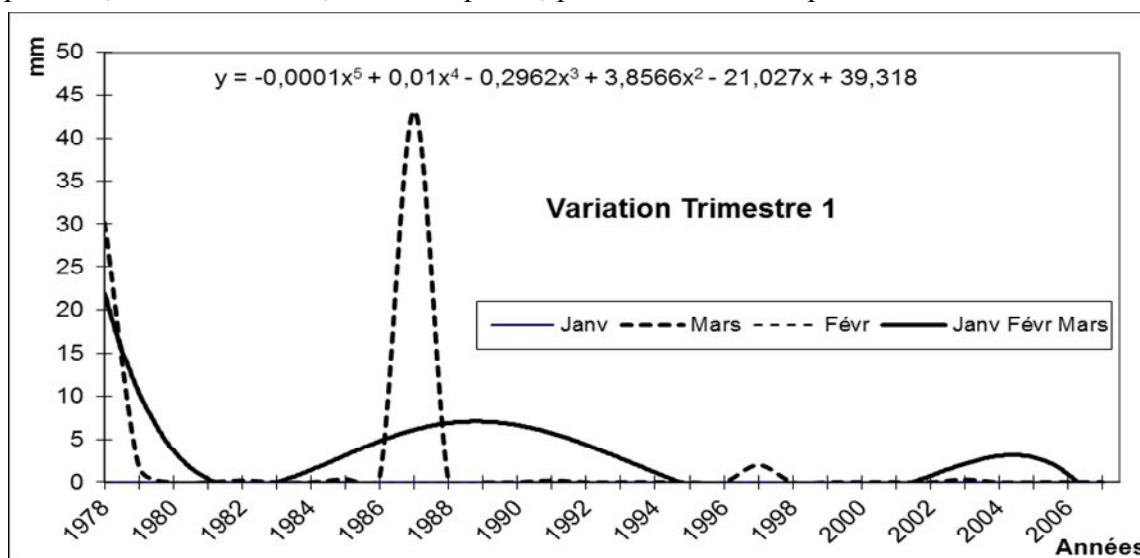
Les pluies commencent en mars à Tillabéry, Niamey et Gaya. Elles s'intensifient progressivement pour atteindre un maximum en août. Cette hauteur maximale croît du nord au sud du Niger. Cela peut s'expliquer par le fait que l'arrivée de la mousson est tardive au nord du Niger et précoce au sud.

Les pluies diminuent d'août à octobre, mais elles restent relativement abondantes à Gaya en octobre. L'intensité des averses diminue du nord au sud du Niger Moyen parce que le Fit se retire doucement en direction du sud dans la partie méridionale.

Les données hydrométriques de la station Niamey aéroport sont les plus complètes dont nous disposons. Nous avons ainsi reproduit les courbes de variation des précipitations de cette station entre 1978 et 2007 à l'échelle trimestrielle, semestrielle et annuelle. Une courbe de tendance montre à chaque fois l'allure de l'ensemble dans le but d'apprécier l'évolution.

a)- Premier trimestre. (Document 2.11)

C'est une période pendant laquelle il ne fait pas trop chaud, mais il ne fait pas trop froid non plus. A cette époque de l'année, on ne peut pas imaginer avoir des pluies au Niger ; cependant, de rares averses, voire des pluies, peuvent créer la surprise.



Document 2.11 - Variations pluviométriques de Janvier à Mars : Source :MHE / LCD

Sur la période allant de 1978 à 2007, le mois de janvier est caractérisé par une pluviométrie inexistante. Aucune précipitation n'est enregistrée. Il en est de même pour le mois de février. La pluie commence à partir du mois de mars avec 30,2 mm en 1978 et un maximum de 43,1 mm en 1987 pour le même mois. En dehors de ces pics exceptionnels, la

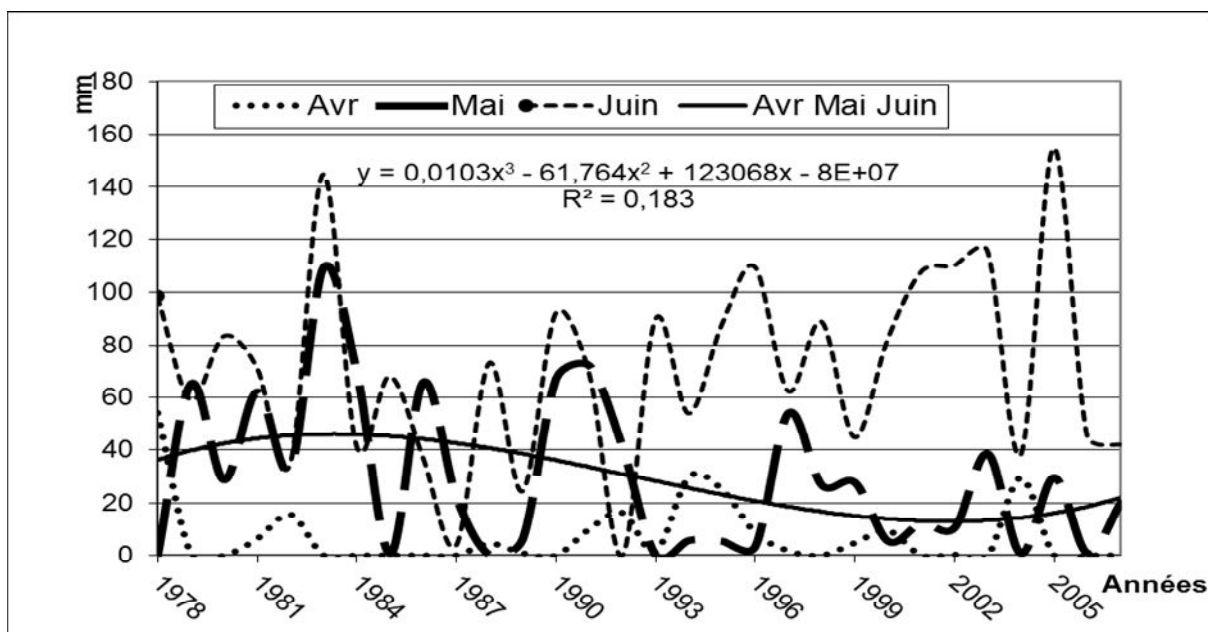
pluie redevient rare et inexistante. Il s'agit donc là de pluies exceptionnelles pour le mois de mars.

Cette absence pluviométrique est confirmée par la courbe de tendance polynomiale qui montre une raréfaction pluviométrique pour le dit trimestre. Le degré 5 est choisi pour mettre en exergue la tendance.

b) - Deuxième trimestre :

Il commence à faire chaud dans le Sahel, l'Harmattan gagne du terrain. Ce gain est parfois interrompu par des incursions de la mousson. Il en résulte quelquefois des pluies précoces issues de la rencontre entre ces deux masses d'air comme l'indique le document 2.12. A partir du mois d'avril, la pluie revient progressivement et atteint des niveaux intéressants en Juin. Si le mois d'avril présente une pluviométrie timide de maximum 54 mm en 1978, ce n'est pas le cas pour le mois de mai où le maximum est atteint avec 109,3 en 1983.

Cependant, on note actuellement une baisse de la pluviométrie moyenne pour ce trimestre. Cela s'explique par la baisse de la tendance polynomiale. Le mois de juin est le plus pluvieux du trimestre, avec un maximum de 154,9mm en 2005.



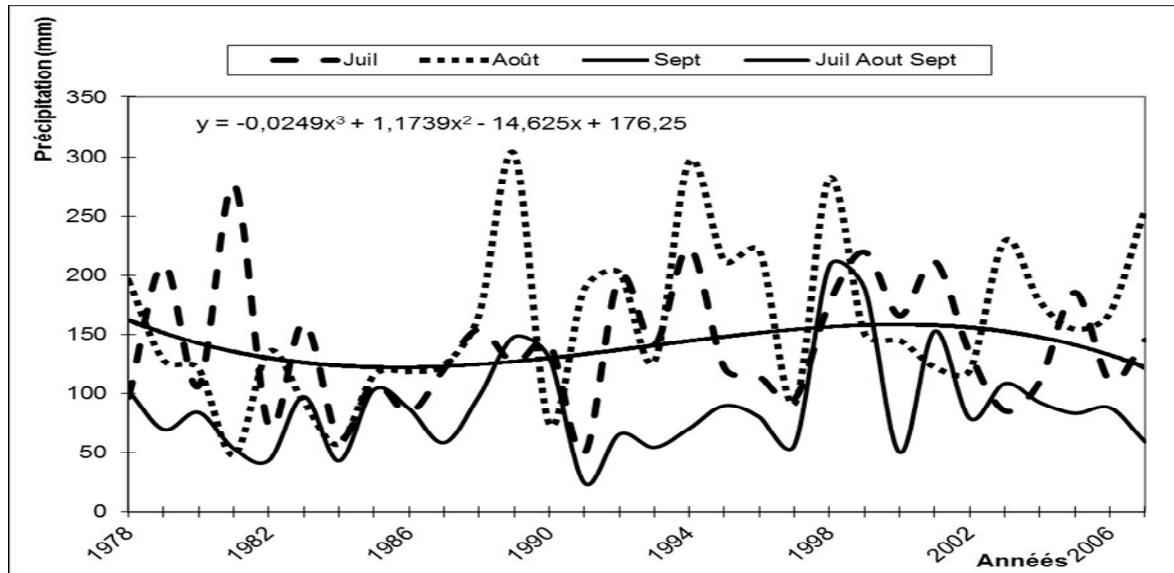
Document 2.12 - Courbes d'illustration des pluies entre Avril et Juin. Data source : MHE/LCD

Pour les deux trimestres, on constate une augmentation d'ensemble des précipitations au fil des mois. La polynomiale est construite sur la base du mois de Mai.

c) - Troisième trimestre.

La mousson domine, l'équateur météorologique est repoussé au nord. Les pluies sont abondantes et on assiste à une montée des eaux dans le lit majeur du fleuve. A cette période les eaux qui ne ruissellent pas stagnent par manque d'assainissement et deviennent des sites de prolifération des moustiques vecteurs du paludisme, ce qui augmente considérablement le TMI (Taux de Mortalité Infantile).

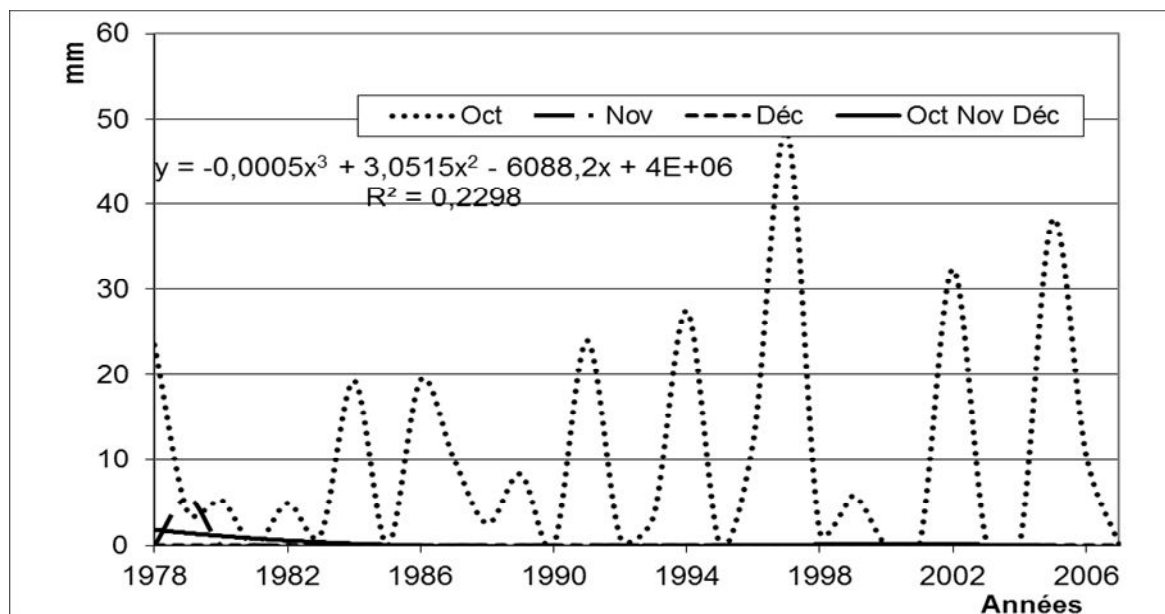
Ce trimestre correspond sans doute à un trimestre record en précipitations. Il correspond à la fameuse saison des pluies. On observe alors une pulsation due à la variation quantitative de la pluie dans le temps. Ces précipitations atteignent les 302,7 mm pour le mois d'Aout 1989 ; et ce mois est le plus pluvieux de l'année. Sur l'ensemble de la période, nous observons cependant une légère baisse des précipitations, comme l'indique la polynomiale d'ordre



Document 2.13 -Variation des pluies de Juillet à Septembre

d)- *Quatrième trimestre.*

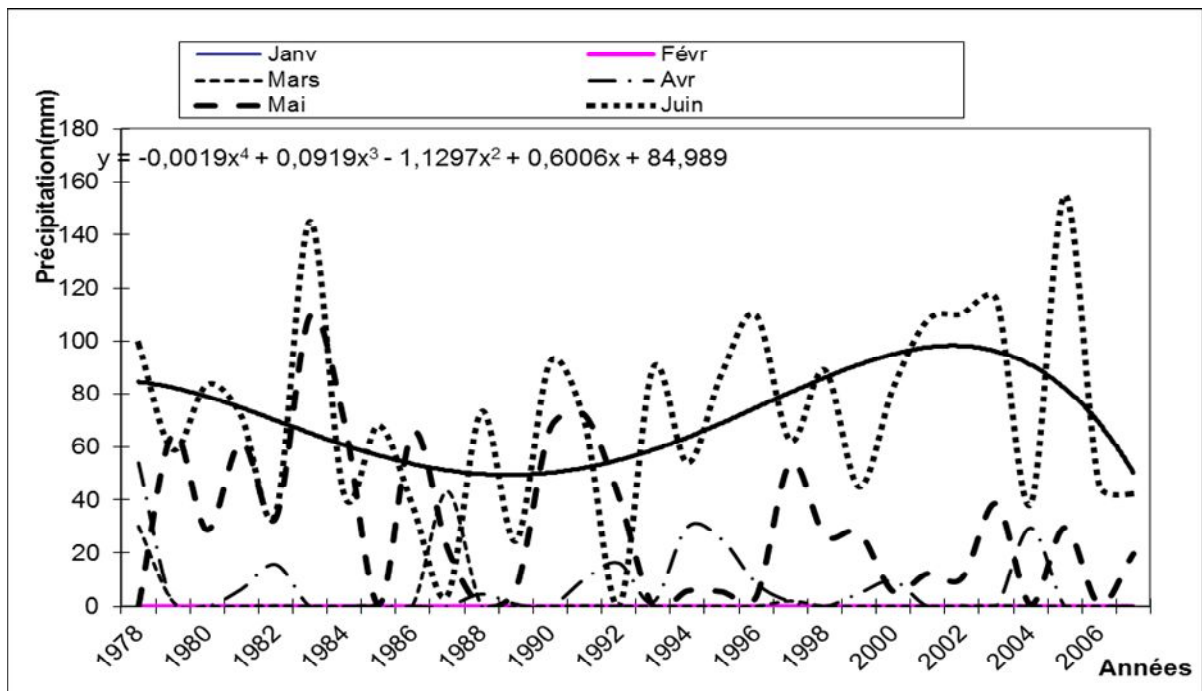
Sa caractéristique est une prolongation de la saison des pluies en Octobre (document 2.14) il en résulte des pluies tardives. C'est aussi la saison des récoltes du mil qui est l'aliment de base.



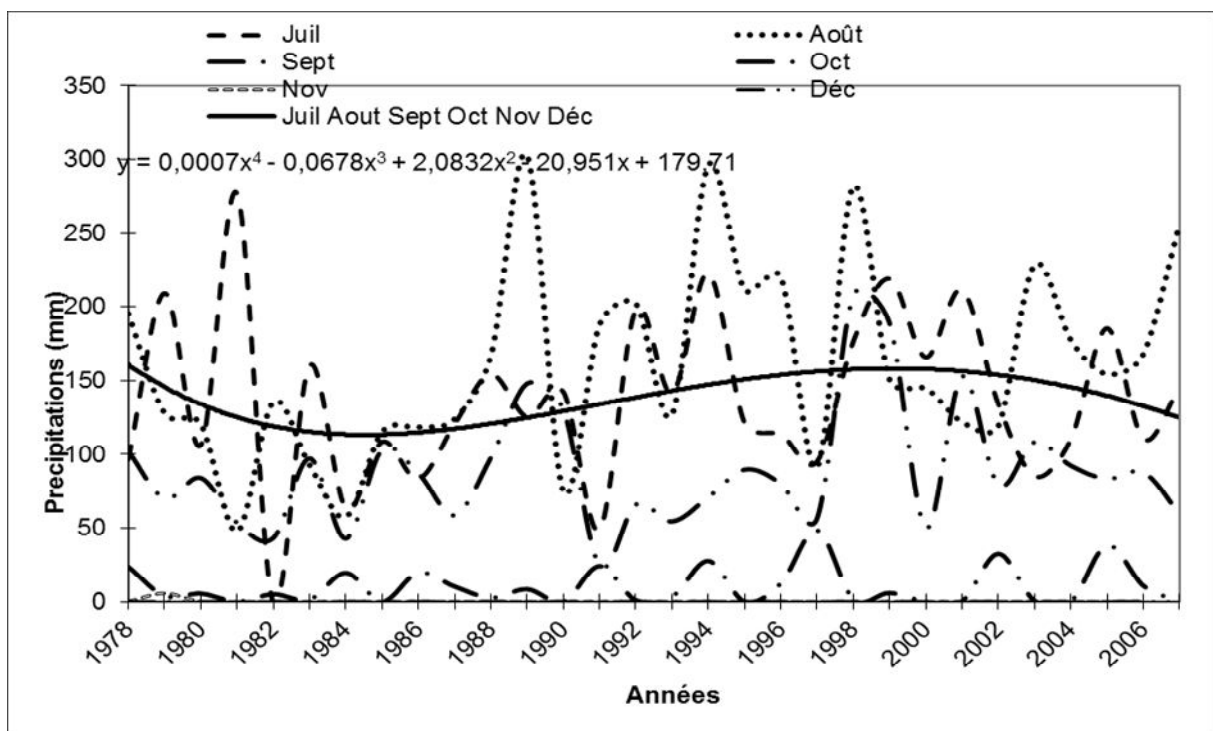
Document 2.14 - Courbe pluviométrique trimestre 4

Nous remarquons une diminution progressive des précipitations. Le mois d'octobre qui est le prolongement direct de la saison des pluies est le plus pluvieux du semestre, avec des

pics de 48,6 en 1997. Le même mois présente une variation importante d'une année à l'autre. La courbe de tendance se confond avec l'abscisse $x = 0$ qui montre que les mois de novembre et décembre sont caractérisés par une pluviométrie nulle et absente.



Semestre 1



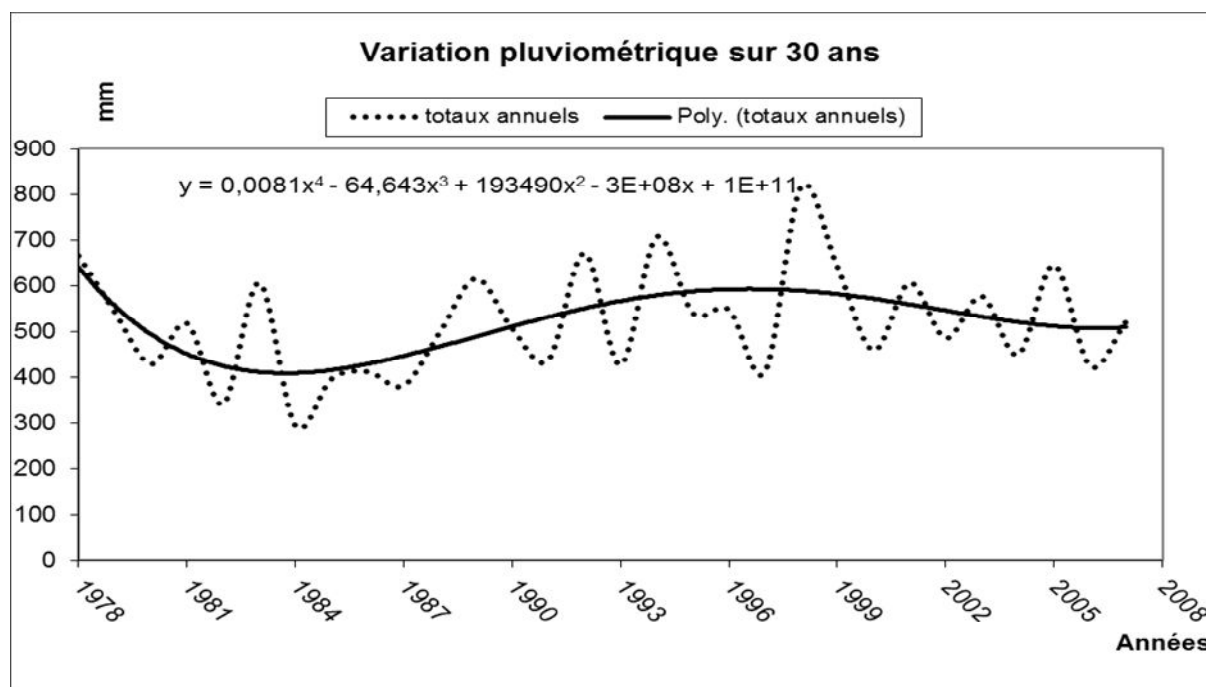
Semestre 2

Document 2.15 - Précipitations du premier et deuxième semestre

e)- Variations à l'échelle semestrielle :

Au cours du premier semestre, les pluies sont rares en début d'année. Les précipitations commencent vers fin Mars –début Avril et deviennent plus fréquentes à partir de juin. Ce semestre peut être considéré de faible pluviométrie (document 2.15).

- Entre janvier et avril, alors que le fleuve est dans sa phase la plus active de décrue et que l'on est à mesure d'attendre une perte de compétence, les précipitations augmentent à nouveau.
- Au début du second semestre, les pluies enregistrées par la station de Niamey sont très élevées. Le mois d'août est le mois le plus pluvieux avec des précipitations record. Le mois de décembre est caractérisé par des précipitations faibles.



Document 2.16 - Variations interannuelles de la pluie moyenne annuelle

Sur l'ensemble de la période de mesure de 1978 à 2007, on constate une très faible augmentation des fréquences pluviométriques, comme l'indique la polynomiale des totaux (document 2.16). L'année la plus pluvieuse est 1998 avec 816,6mm de précipitation. L'année la moins pluvieuse est 1984 avec 293,8 mm. Cette situation correspond à une année de sécheresse intense dans le Sahel. C'est cette année-là que l'écoulement du fleuve a cessé pendant la période d'étiage.

E - CONSÉQUENCE HYDROLOGIQUE DU CLIMAT : UNE ÉVAPOTRANSPIRATION INTENSE.

Le régime hydrologique du fleuve Niger est exclusivement pluvial. Les températures les plus basses ne dépassent jamais les 15°C, et les températures les plus élevées qui atteignent 42°C, lui confèrent un régime pluvio-évaporal tropical sec. Aussi l'évapotranspiration est-elle intense toute l'année.

En République du Niger, le bassin est influencé par trois zones climatiques, à savoir le climat désertique, le climat sahélien et le climat soudanien (*voir caractéristique climatique*). La connaissance des données de chacun des climats est d'une importance capitale pour les réalisations des ouvrages hydrauliques.

L'eau qui s'écoule dans le lit du fleuve provient uniquement de la pluie (actif pluvial **P**) et varie donc en fonction du climat, de la latitude et des saisons. Au Niger, nous avons deux types de saison : la saison sèche qui dure entre 6 et 8 mois et la saison humide 4 à 5 mois. Cette saison humide se raccourcit de plus en plus à cause de la réduction des pluies entraînant une sécheresse qui perdure.

1) La notion de bilan hydrique

Une grande partie de l'actif pluvial **P** est consommée par les êtres vivants, ou retourne à l'atmosphère par évaporation : c'est l'évapotranspiration **E**. Si l'eau continue à couler dans le fleuve pendant la saison sèche, c'est grâce aux réserves **R** des nappes qui se sont constituées dans le sol et le sous-sol du bassin versant par infiltration **I**. Les variations de ces réserves dont une partie contribue à l'écoulement en période de sécheresse sont à l'actif du bilan appelé **dR1**. L'infiltration permet un renouvellement des eaux souterraines qui vont probablement permettre l'écoulement dans le fleuve par le biais des sources pendant la saison sèche de l'année suivante. C'est donc une réserve d'eau appelée **dR2** au bénéfice du passif, il en est de même pour **E**. Pendant la saison humide, l'eau résiduelle, celle qui ne s'est ni infiltrée, ni évapotranspirée, ruisselle (écoulement rapide **Qr**).

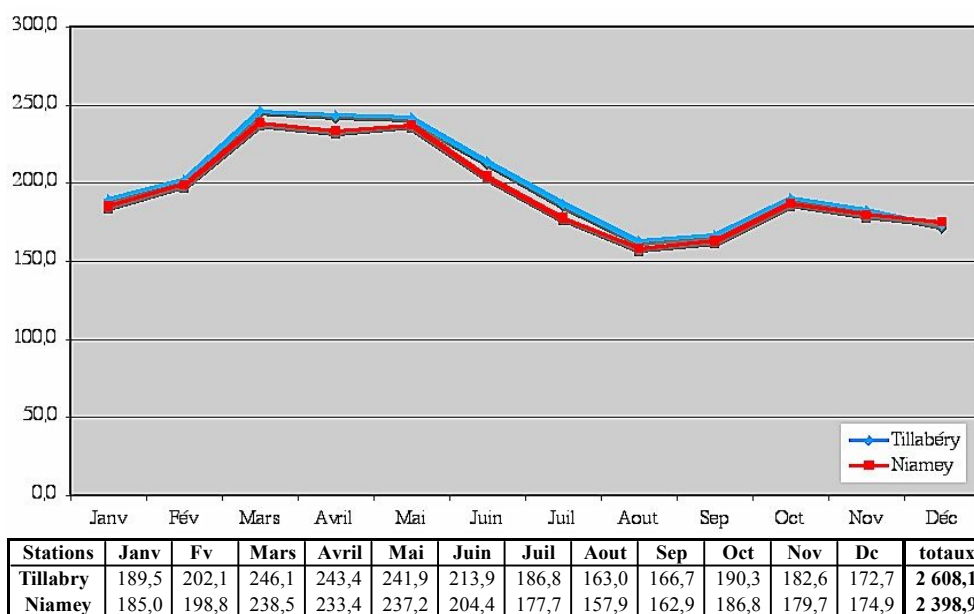
En fonction des éléments que nous avons cités, nous pouvons établir une première équation de bilan d'écoulement :

$$\begin{array}{ccc} \text{Actif} & & \text{Passif} \\ \mathbf{P + (R + dR1)} & = & \mathbf{(E_{tr} + Q_r) + (R + dR2)} \end{array}$$

Dans la suite, nous allons déduire ce bilan en territoire nigérien à son entrée à Kandadji en calculant les précipitations pour une année donnée, de l'usage qui en est fait par les êtres vivants, et en estimant l'eau qui s'est évaporée.

2) Le recours à une évapotranspiration potentielle.

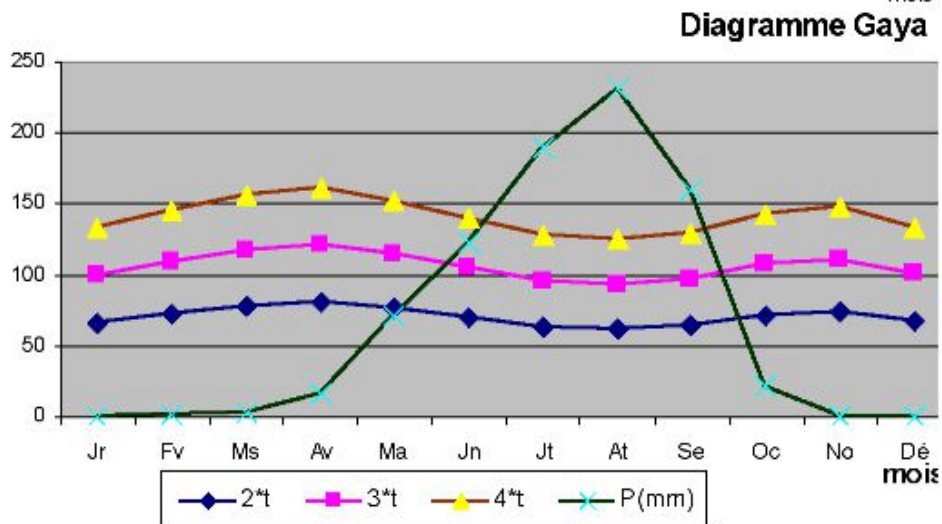
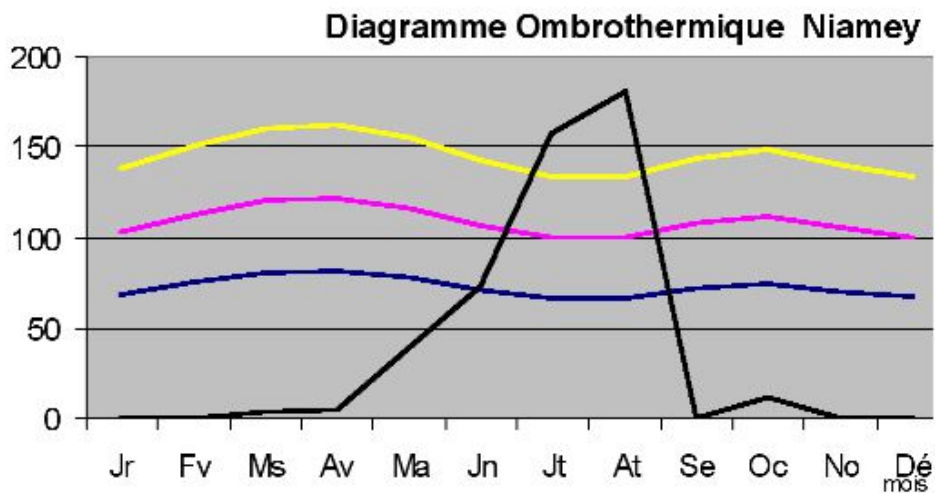
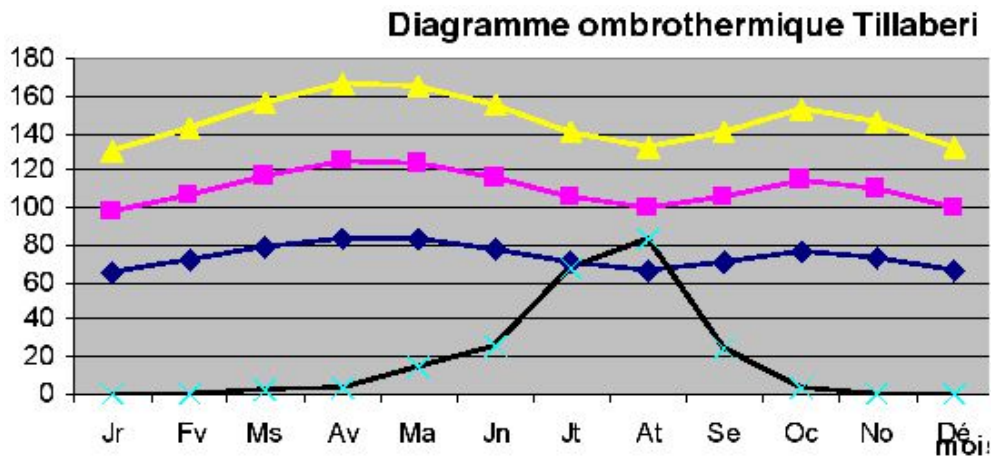
Il est très difficile de mesurer l'évapotranspiration réelle (E_{tr}) en un lieu, même s'il existe différents types d'évaporomètres. Selon Riou, 1972, (ORSTOM, 1974 : Annales hydrologiques), l'évapotranspiration potentielle est voisine de l'évaporation des grandes nappes d'eau. Quelques stations, Gao, Tillabéry et Niamey Aéroport, disposent des données complètes concernant l'évapotranspiration, mais pas la station de Gaya, qui a des données lacunaires. Toutefois l'évapotranspiration est supposée être faible à Gaya parce que l'air humide séjourne longtemps dans cette région et les amplitudes des températures journalières y sont faibles.



Document 2.17 - Variations saisonnières de l'évapotranspiration mesurée du Niger Moyen

a) Variations saisonnières de l'évapotranspiration potentielle mesurée

On constate sur le graphique (document 2.1) qu'après un léger minimum en janvier, l'évapotranspiration croît rapidement pour atteindre un maximum en mars. Cela est dû à l'influence de l'Harmattan. Puis l'évapotranspiration décroît rapidement pour accuser un minimum très marqué en août. Par la suite, l'évapotranspiration augmente jusqu'en octobre, ensuite elle décroît jusqu'en janvier. Ceci du nord au sud du Niger Moyen



Document 2.18 - Diagrammes ombrothermiques aux trois stations utilisées.

b) Mais nous avons eu recours à un autre artifice. L'évapotranspiration potentielle ou Etp, est estimée à partir de la seule donnée dont nous disposons : les températures. Pour cette estimation, nous avons défini trois types de sécheresses :

- La sécheresse hydrologique en suivant l'approximation $E_{tp} = 2 \cdot t^{\circ C}$ du diagramme ombrothermique de Gaussen. Il y a sécheresse quand $P_{mm} < 2 \cdot t^{\circ C}$
- On peut étendre ce principe à des sécheresses pédologique ($P_{mm} < E_{tp} = 3 \cdot t$) et atmosphérique ($P_{mm} < E_{tp} = 4 \cdot t$).

À Tillabéri, les précipitations sont supérieures à $E_{tp} = 2 \cdot t$ au cours du mois de juillet et août. Pour tout le reste de l'année, E_{tp} est supérieur à la lame d'eau écoulée. Nous avons donc une sécheresse hydrologique. 10 mois sur 12. Les sécheresses pédologique ($E_{tp} = 3 \cdot t$) et atmosphérique ($E_{tp} = 4 \cdot t$) sont réalisées toute l'année.. La satisfaction des besoins d'une agriculture pérenne ne peut venir que du fleuve. (Document 2.17).

À Niamey et à Gaya, les précipitations sont suffisantes pour éteindre les trois modes de sécheresse au cours de l'été. Les premières averses commencent en Avril, la courbe des précipitations recoupe toutes les E_{tp} . La *sécheresse atmosphérique* s'étend de décembre à juin, et la *sécheresse pédologique* de novembre à avril. L' E_{tp} est considérable, avec une sécheresse généralisée. La saison pluvieuse s'étale très largement à Gaya, cette zone est la plus humide. Les sécheresses pédologiques et atmosphériques y sont plus courtes.

Les calculs ont été effectués à Tillabéri, Niamey et Gaya (document 2.18)

II - LE SOUS-SOL ET LE SOL

Dans ce paragraphe, nous n'avons pas cherché à actualiser les données de caractère physico-géographique propre au Niger moyen : en effet les études faites à ce sujet et publiées par l'ORSTOM (Actuelle IRD), dans les monographies (Brunet-Moret Y et al. 1986) et ORSTOM (1970), sont récentes et les changements des caractères physiques concernant les éléments étudiés dans ses ouvrages ne seraient sensibles qu'après des centaines de milliers d'années.

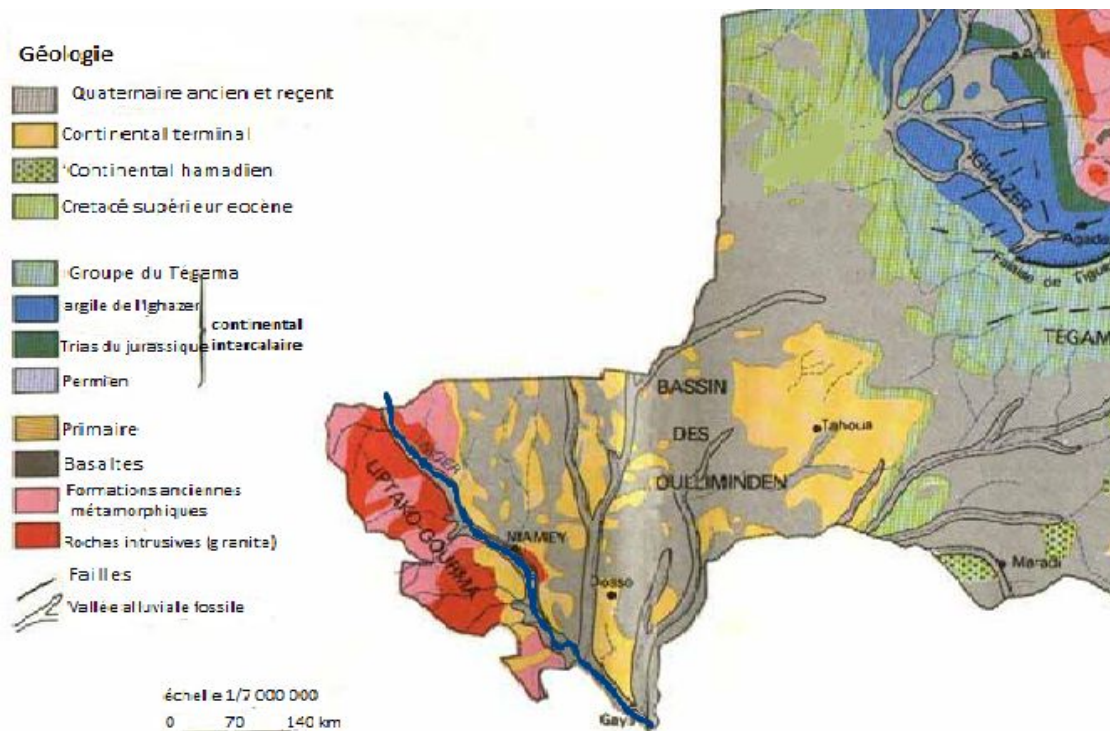
A - CADRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN DU NIGER

La géologie a un impact sur le ruissellement superficiel, l'écoulement des eaux souterraines, les formes des vallées ou les accidents le long des profils du fleuve.

1) Composition géologiques du bassin du Niger Moyen : Selon l'ORSTOM, 1970, elle comprend les séries suivantes :

- Les formations du Gourma et du Belli (vallée du Belli ; pénéplaine précambrienne) sont les schistes, quartzites et grès, puis le continental terminal à l'est d'Ansongo.
- Dans L'Ahagar des Iforas (vallée fossile de Tlemsi) : on trouve des gneiss, les cipolins, les quartzites, et les schistes.
- Le détroit nigérien ou détroit soudanais est recouvert par le dépôt du continental terminal.
- Le Liptako (bassin de la Sirba) situé entièrement dans le Burkina est formé d'une pénéplaine rabotée par l'érosion dont on distingue : le Birrimien (roches vertes, amphibolites, schistes rouges ou violacés, quartzites) et les granites du Liptako, des dolorites.
- Le précambrien du nord burkinabé (bassin de la Tapoa de la Mékrou et de l'Alibori) situé entre le 10° N et le Niger du NNE au SSO. (On trouve des Migmatites burkinabé, les grès, les quartzites de l'Atakora et les micaschistes.
- Les Grès et argiles sédimentaires de l'Oti s'étendent entre le Liptako et le Buem le long de la frontière du Burkina et jusqu'à l'embouchure du Niger et de la Tapoa.
- Dans le crétacé supérieur de l'Est-Kandi (bassin de la Sota), on trouve les grès

sédimentaires de Kandi. Au nord, (vallée de Tansinet), on trouve le gneiss du “Burkina “ et les granites syntectoniques.



Document 2.19 - Esquisse géologique de l'ouest de la République du Niger

- **2) Les accidents géologiques :** ils marquent le cours du Fleuve Niger. Selon ORSTOM, 1970, nous distinguons :
 - De Tossaye à Niamey : le fleuve coule dans un lit des roches resserrées et déboîtées en traversant les affleurements de blocs de quartzites et des massifs isolés rendant difficile le franchissement jusqu'à aval du seuil de Tossaye. Le Niger emprunte la vallée fossile de Tlemsi dont le fond est dallé d'alluvions descendues de l'Adrar.
 - D'Ansongo à Firgoun, divers accidents géologiques donnent au cours du fleuve une forte pente. Le lit se subdivise en plusieurs bras qui serpentent au milieu des roches, donnant lieu à des successions de rapides.
 - Le fleuve Niger s'engage ensuite dans les granites de Liptako recouverts de lambeaux de Birrimien (les amphibolites et les schistes) qui ont causé l'élargissement pittoresque du lit.
 - La vallée s'enfonce ensuite dans les dépôts du continental terminal à Niamey, et le fleuve Niger longe sur la rive gauche les grès rouges et jaunes, et coule sur les revêtements alluvionnaires récents qui dissimulent le socle décomposé.
 - De Niamey à Malenville : plus précisément à 50 km de la localité de Kirtachi, le cours du fleuve décrit sur une vingtaine de kilomètres un tracé comportant des angles brusques et évoquant la lettre W, d'où l'origine du nom de ce secteur de fleuve qui est difficilement accessible. Les formations du continental terminal ont été décapées par l'érosion de la vallée et laissent apparaître des formations du Burkina (grès et quartzites plissées) sur les berges du fleuve dans le W. A ce niveau, le fleuve Niger a creusé son lit suivant deux directions dominantes (NNE-SSO et ESE-ONO), celle des plissements et celle des chenaux d'érosion transversaux.
 - Au voisinage de la Mékrou, le Niger s'enfonce sous le continental Terminal. En aval jusqu'à

la frontière du Nigéria, la vallée retrouve sur les deux rives le continental terminal (grès), puis sur sa rive droite des alluvions surmontant le crétacé de l'est-Kandi.

3) Situation géologique dans la zone du projet de barrage

- Le fleuve a creusé son lit dans les roches granitiques du Massif du Liptako qui date de l'ère Précambrienne. Les plateaux situés de part et d'autre sont extrêmement plats. Ce relief de pénéplaine n'est perturbé que par des collines granitiques ou des saillies doléritiques accompagnées de cordons de dunes. Les faibles dépressions et les vastes étendues comportent des gisements argilo-sableux appelés banco. Les anciens chenaux du fleuve sont plus ou moins remplis d'argile.
- Le socle cristallin est généralement composé de granite en forme de batholites comprenant des migmatites en forme de lentilles qui sont les plus anciens rochers de la région (voir document 2.20). En raison des forces mécaniques qui se sont exercées pendant leur cristallisation, les granites présentent une texture légèrement orientée vers le NE-SO selon les axes de plissement Birimien.

Type de roche	Position orogénique	Orientation	Composition minéralogique	Remarques
Dolérite	Post-orogénique	E-O NO-SE	Feldspaths, amphiboles, augite	Filons (dykes)
Granodiorite Syénite	Tardi-orogénique			Roches plutoniques birimiennes
Granite intrusif	Syn-orogénique	NE-SO	Quartz, Gros feldspaths (plagioclases, orthose, amphiboles et chlorites)	Fin du Birimien (granite monzoritique de la colline d'Ourouba)
Granite du porphyroïde	Syn-orogénique	NE-SO	Quartz, biotite, amphiboles, gros feldspaths (plagioclases)	Granite porphyroïde début du Birimien
Migmatite	Pré-orogénique		Quartz, orthose	Conservé sous forme de lentilles.

Document 2.20 : Situation géologique au site du barrage de Kandadji

- A la fin de cette phase, on peut observer l'apparition de granites intrusifs.
- Les roches plutoniques postérieures au Birimien sont des dolorites à grains plus ou moins fins. Certaines se rapprochent du gabbro, d'autres des amphibolites. Elles correspondent à une phase cassante, à savoir E-O et NO-SE.
- Les derniers mouvements tectoniques ont causé l'apparition d'importantes failles dans le sens NE-SO décalant légèrement les filons de dolorites.
- Le long du fleuve et à l'intérieur du bassin, des roches métamorphiques comme le quartzite,

le gneiss et le schiste affleurent en surface par endroits. Au sud, le long du tronçon en "W", du grès hématitique dense, grossier et granuleux prédomine. Le grès est légèrement métamorphisé. Au niveau de quelques endroits, tel le long de la route entre Niamey et Kandadji, le granite est agressivement affecté par des agents d'érosion chimique et s'est transformé en kaolinite.

En résumé, la géologie des zones d'impact comporte six principaux groupes, chacun comprenant différents types de roches. La série géologique est résumée dans le document 2.21 ci-après.

Groupe	Type de Roche	Formation	Age
VI	Alluvions récentes		Récent
V	Alluvions anciennes Sables lacustres Argiles lagunaires Sables et argiles deltaïques Sables et graviers de rivage Sables éoliens Sables et argiles consolidés		Quaternaire
IV	Roches volcaniques		
III	Grès continental avec gravillons et argiles		Tertiaire
II	Grès (faciès continental) Argiles et schistes argileux avec calcaire fin (faciès marin) Grès et schistes argileux avec calcaire fin (faciès transitionnel) Gros grès feldspathique (faciès continental)		Crétacé
I	Granite	Granite récent	Jurassique
	Granite	Socle ancien de Granite	Paléozoïque inférieur
	Métasédiments, gneiss et migmatite		Précambrien

Document 2.21 : Série Géologique

B - CADRE PÉDOLOGIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE

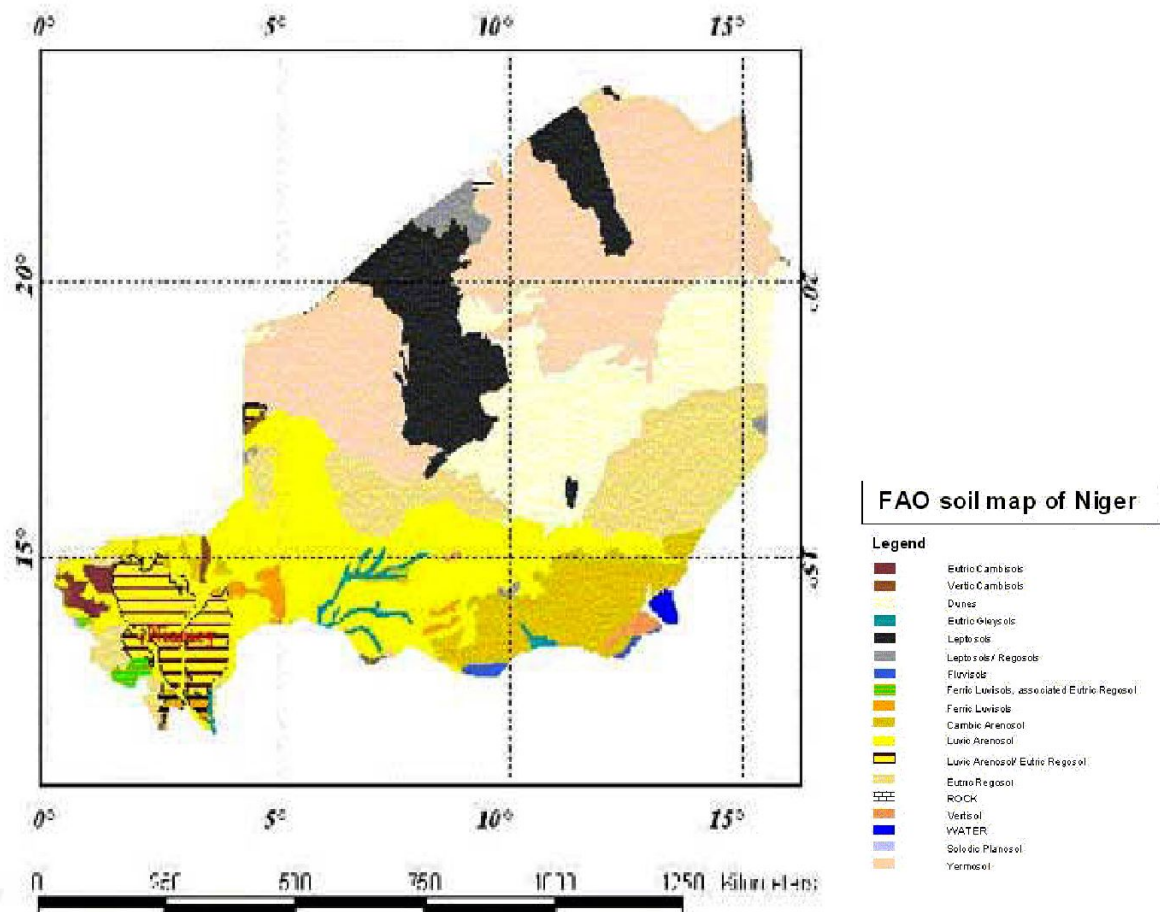
La nature du sol détermine les aptitudes agricoles en termes de rendements, en fonction de leur comportement physico-chimique. La connaissance des principaux types de sols rencontrés au Niger, et un détail sur leurs caractéristiques dans la zone du projet sont ainsi évoqués.

1) Généralités

La plupart des sols de l'Afrique de l'ouest sont développés sur les vastes surfaces subhorizontales appartenant au vieux socle cristallin. La majorité d'entre eux ont atteint le stade ultime de leur pédogenèse. Ce sont également des sols très lessivés, riches en oxyde de fer, pauvres en humus et peu fertiles. Du point de vue physico-chimique, ces sols ont tendance

à s'acidifier avec l'augmentation de la pluviosité, tandis que le taux de matière organique décroît avec la croissance d'aridité. A l'échelle continentale, les grands types de sols se répartissent en fonction des zones climatiques qui conditionnent plus ou moins grossièrement celle de la végétation.

Les deux principaux types de sols à complexe d'altération kaolinique sont D'une part, les sols *ferralitiques formés* sous climat chaud et humide et couvert forestier, D'autre part, les sols *ferrugineux tropicaux* formés sous des climats à forts contrastes saisonniers et couverts naturels de savane (Riou, 1990).



Document 2.22 - Esquisse Pédologique du bassin du Niger (Source FAO)

Selon Brunet – Moret et al, 1986, l'étude de la pédologie du bassin du Niger moyen a été faite par Dabin B., Pédologue de l'ORSTOM.

On trouve les sols ferrugineux tropicaux et les sols bruns steppiques sur les hauteurs et les zones drainées ; et on rencontre des sols hydromorphes dans les vallées et les bas-fonds marécageux. Un ennoisement un peu prononcé peut être décelé en divers points du bassin.

D'après les formes des sols rencontrées de la frontière du Mali à la frontière du Benin, nous pouvons grouper ces sols en deux grands types : Les *sols steppiques* au nord de Niamey et les *sols de types ferrugineux tropicaux peu lessivés* au sud de Niamey.

On trouve les *sols steppiques* dans les régions de Tillabéry et Firgoun, entre les plateaux gréseux et cuirassés et le fleuve Niger. On y rencontre une végétation clairsemée d'épineux. D'après leurs couleurs et leurs structures, ces sols se subdivisent en quatre classes :

- Nous avons les *sols ferrugineux tropicaux non lessivés* (sols beiges et sols ocres). Ils sont souvent associés à un relief dunaire à pente assez forte ; ils sont susceptibles d'absorber rapidement les premières pluies mais ensuite ils peuvent s'engorger, et le ruissellement est intense avec forte érosion ; ils sont également sensibles à l'érosion éolienne. Ces sols sont cultivés en mil, sorgho, et arachide.
- Puis les *sols bruns steppiques* et les *sols brun rouges* (sols limono-sableux et argilo-lumineux) : en raison de relief plat, ils sont moins sensibles à l'érosion hydrique ; ils subissent une érosion hydrique plus faible que les sols ferrugineux ; ils sont peu perméables et s'engorgent aisément.

Les *sols jeunes hydromorphes* d'apport récent ont une structure fondue très battante et sont peu perméables. Dans ces sols, on rencontre un soubassement de sable grossier au-dessous de la couche d'alluvions fines. On trouve une végétation naturelle constituée des gaminées et des plantes aquatiques.

Enfin les *sols hydromorphes minéraux à Gley*. Ce sont des sols alluvionnaires et inondables ; leur structure compacte les rend peu perméables et ne facilite pas leurs drainages.

2) Caractéristique des sols dans la zone d'impact du barrage

Les sols du Niger sont essentiellement climatiques à l'origine, leur distribution étant principalement fonction de la hauteur des pluies. Voir document 2.23

Les terres du Nord sont de façon prédominante rouge marron et se constituent de sables éoliens. Elles sont généralement peu profondes, 100 à 150 mm, faiblement constituées et disposent de faibles taux de fertilité inhérente et de capacité de rétention de l'humidité.

Les terres des zones Sud humides sont typiquement des Sols Tropicaux Ferrugineux. Elles se sont généralement formées in-situ sur des matériaux parents riches en quartz. Ces terres sont considérablement érodées et ont des profils peu profonds de moins de 150 mm. Les textures des surfaces sont normalement sablonneuses et l'encroûtement de la surface est assez courant. La condition des terres est souvent lamentable. La capacité de rétention de l'eau est très variable, en fonction de la structure.

Les sols ferrugineux tropicaux se caractérisent par l'accumulation d'oxydes libres de fer formés en dépôts dans le profil sous forme de marbres, boulettages ou de batées dures. Quatre variantes de ce type de sol se trouvent dans la zone d'impact :

- *Sols Tropicaux Ferrugineux Blanchis* sur des matériaux appauvris au dessus de terreaux sablonneux rouges ;
- *Sols Tropicaux Ferrugineux Non Blanchis ou Presque*. Terreux sablonneux à formation limitée de profil ;
- *Sols Tropicaux Ferrugineux Non Blanchis* ou Presque sans boulettages. Terreux d'argile sablonneux avec des degrés variés de formation de profil. Essentiellement des sols colluviaux
- *Sols Tropicaux Ferrugineux Blanchis* sans boulettages. Terreux sableux ou argilo-sableuse.

D'autres sols présents localement comprennent :

- *Les Sols Ferrugineux Ecorcés* : Ils se composent de plinthite de fossiles consolidée avec une haute teneur en fer. L'éclatement de ces écorces constitue la principale source des caractéristiques de gravier dont disposent ces sols.
- *Les Sols de Dépôt* : Sols sablonneux, gras et argileux, faiblement développés dans les zones d'alluvions. Souvent hydromorphes, ces sols tirent vers le gris dans leur couleur (visuelle) et sont plus limoneux que l'argile (au toucher).
- *Vertisols Lithomorphes* : argiles crevassées et terreaux faiblement drainés, dérivés d'argilite et de grès ;
- *Minerais bruts, Lithosols*. Ceux-ci sont des sols faiblement développés, peu profonds et souvent pauvres, formés au-dessus du basalte, du grès, du granite et de terre de fer.

C - LE CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE ET SA VÉGÉTATION

En nous référant à l'étude faite par ORSTOM, 1970, nous pouvons dire que de Tossaye à la frontière nigériane, la vallée du Niger moyen présente des aspects différents dus à la diversité géologique des régions traversées et à l'accroissement progressif de la pluviométrie.

1) Une topographie variée

Erosion en nappe et ravinement En région aride, les pluies sont rares, mais elles sont généralement intenses. Lors des pluies, le ruissellement diffus sur les glacis favorise l'enlèvement des particules les plus fines des silts et de sables fins qui sont transportées plus loin en aval. Cette érosion en nappe laisse sur place des sols plus graveleux. Le ruissellement diffus se concentre en rigoles qui s'encaissent et finissent par produire des petits ravins par érosion régressive à partir des bords de terrasses. (Document 2.23 c)

Altération en boules : L'altération chimique des granites se fait par l'infiltration de l'eau dans les réseaux des joints de la roche. Ces réseaux délimitent des blocs distincts qui finissent par s'arrondir sous l'attaque chimique de l'eau pour ne laisser que des boules ; on parle alors d'altération en boules. Ce phénomène d'altération en boules est bien visible à plusieurs endroits dans la zone du réservoir où de nombreux affleurements de granite sont recouverts de boules de granites de l'ordre de 50 cm à 2 m de diamètre. (Document 2.23d)

De Tossaye à Ansongo, les berges rocheuses ou latéritiques sont hautes et peuvent atteindre 30 m au-dessus de l'étiage. La vallée du Niger s'élargit entre les grès de la rive gauche et les quartzites de la rive droite. Le lit mineur serpente en basses eaux d'une rive à l'autre au milieu de nombreuses îles recouvertes de végétation herbacée. Ce bief est navigable en hautes eaux.

D'Ansongo à Niamey, le fleuve Niger utilise des zones de moindre résistance comme les lignes de faille et il franchit les barres rocheuses par des rapides dont les plus connus sont ceux de Fafa, de Labezanga et d'Ayorou.



a) Sable de dunes anciennes partiellement grésifié



b) Rive d'un oued découpé dans les dépôts éoliens



c) Manifestation d'un ravinement



d) Boules produites par l'altération du granite

Document 2.23 - Paysages du bassin du Niger

Jusqu'à Niamey, la vallée, d'une largeur de 2 km, est enserrée dans les grès du continental Terminal qui surplombent les alluvions quaternaires ; le lit mineur divague d'un bord à l'autre. Sur la rive droite, on rencontre un relief peu accusé d'altitude moyenne variant entre 252 m et 287 m ; une pénélaine granitique recouverte des roches et des schistes.

2) Relief et Formation du Sol

Dans les zones situées plus au Nord, notamment à l'Ouest du fleuve Niger, le profil topographique est dominé par une série de crêtes dunaires largement alignées le long de l'axe Est-Ouest. Dans les zones situées plus au Sud, les plaines sablonneuses interdunaires (5 km généralement et parfois plus) comprennent quelques fois une série de dépressions au pied des dunes qui retient de l'eau après les chutes de pluies. Ces dépressions peuvent également contenir une teneur élevée en argile et être plus fertiles que celles se trouvant ailleurs. La présence des dépressions argileuses se réduit vers le Nord.

Au niveau du site du barrage, le profil est atypique avec la présence de roches ignées à la surface ou juste en dessous de celle-ci, exerçant une forte influence sur le relief, y compris un rétrécissement de la zone inondable. Ceci est particulièrement manifeste sur la rive droite où la colline Ourouba domine le paysage. Cependant, sur la rive gauche il y a une plus large plaine parsemée essentiellement de dunes éoliennes qui dépassent rarement 2 mètres. Il existe également des dépressions interdunaires ayant des teneurs argileuses plus importantes.

Sur le site du barrage, la plaine est large de 10-15 kilomètres et les pentes sont faibles et constantes (3 %). Des collines isolées font également partie du relief. A l'aval de Tillabéri, le paysage devient plus typiquement représentatif d'un plateau classique découpé. Les dépôts fluvio-lacustres de l'âge continental tertiaire sont couverts d'une couche épaisse de croûte concrétionnée ferrugineuse formée au cours du quaternaire et découpée par le régime de ruissellement du fleuve Niger. Dans certains cas, les plateaux peuvent constituer des *mesas* s'élevant de 30-60 m au-dessus des surfaces des vallées.

Les paysages régionaux comprennent ainsi des séries types de séquences topographiques répétitives allant des plateaux jusqu'aux fonds des vallées. A Niamey, en direction du Sud, les plateaux sont caractérisés par des affleurements de croûte concrétionnée ferrugineuse qui forment une surface sombre de gravier. Dans certains lieux, des terres composées de matières plus fines et de couleur plus vive s'accumulent sous forme de bandes larges de 10 m en général. Entre les bandes, il n'y a souvent pas de terre ou de couvert végétal, donnant au paysage qui en résulte l'apparence d'une couverture ressemblant au pelage d'un tigre (Aboubacar et autres). Ailleurs, sur les plateaux, les lentilles de sable peuvent se manifester avec les caractéristiques et la couverture typiques du sol de la vallée. Globalement, les plateaux de la région sont couverts à 30 % par les sables.

Les pentes aux bords des plateaux sont généralement raides, couvertes d'une couche en terre, formant souvent un front d'escarpement de 10 - 20 m et parfois plus. L'escarpement se fusionne en un fronton composé de sables empilés contre la paroi des plateaux. Ces sables ont généralement un flanc raide et sont taillés par des caniveaux parallèles. Un couvert végétal très limité se situe entre les rigoles sur les flancs supérieurs plus abrupts, mais les cultures de

millet sont courantes sur les flancs, là où le fronton cède la place à la vallée. Dans certains cas, le fronton est moins abrupt sur ses flancs supérieurs formés de sables éoliens (généralement de couleur rouge) comprenant une douce transition.

Les surfaces des vallées des affluents du fleuve Niger sont typiquement ondulantes et comprennent des sables ou des terreaux. Les fonds de la vallée sont généralement formés de sables blancs décolorés. La vallée du fleuve Niger elle-même est similaire mais dispose généralement de sables plus profonds. Un profil complexe de fossiles et de terrasses actives existe également. Un éventail de différentes morphologies existe le long du fleuve qui se prolonge sur 550 km dans le Niger. La formation des vallées fossiles est essentiellement sablonneuse avec une surface ondulante. Là où se forment les dépressions, les sols peuvent avoir une teneur plus élevée en argile et une plus grande rétention de l'humidité.

3) Erosion des Sols

Les pertes annuelles des couches arables sont relativement importantes même si aucune estimation, relative au Niger ou à une région spécifique n'a été déterminée, de même qu'aucune étude détaillée des caractéristiques de l'érosion du sol n'a été identifiée pour (une partie de) la zone d'étude. L'analyse généralisée, est cependant disponible et indique une variation considérable dans la vulnérabilité à l'érosion des sols de la zone d'impact.

De façon significative, le risque d'intensité est relativement élevé dans les régions plus sèches au Nord de la zone d'impact.

a) *Nord du Sahel / Zone Pastorale* : Les sols à sables grossiers des zones Nord du Sahel ont des taux d'infiltration tellement élevés qu'il y a peu d'érosion d'eau. En revanche, ces sols sont vulnérables à l'érosion éolienne. Cependant, à l'instar de l'érosion par les eaux, l'érosion éolienne des sols n'est sévère que lorsqu'il n'y a pas suffisamment de couvert végétal protecteur.

Même en l'absence de preuves expérimentales, il semble sûr qu'il y a eu, à un niveau régional, une croissance dans l'érosion éolienne au cours des dernières années.

Alors qu'une partie de cette perte pourrait être attribuée à des facteurs tels que le surpâturage par des effectifs excessifs de bétail nomade et domestique et, dans un moindre degré, par le défrichement des buissons pour augmenter les cultures et pour le bois de chauffe, il demeure que la plus grande source d'ennui est l'expansion de la production pluviale sur les terres marginales. Celles-ci reçoivent des chutes de pluies annuelles atteignant 450 mm ou moins et constituent des sols dotés d'une fertilité inhérente. Ces sols ne peuvent ainsi supporter l'activité productive (sous les régimes traditionnels) même à moyen terme et une fois abandonnée, la couche arable est rapidement perdue et de vastes surfaces peuvent être dénudées rapidement.

L'érosion localisée, à prédominance hydrique (fluviale), est également significative dans certaines régions. Trois cas spécifiques ont été identifiés au cours des visites de sites au Nord du Sahel :

- Là où les eaux ruissellent historiquement sous forme de nappes, elles ont été interceptées

(par des routes), concentrées et évacuées par des canaux,

- Dans les environnements à énergie relativement haute à proximité immédiate du plateau. Les nombreux canaux qui s'écoulent du plateau au Nord de Fingoun vers le fleuve Niger au Nord sont quelques exemples-types,
- Les effets du compactage et du dégagement pour la route principale au Nord d'Ayorou. Il est clair que les rigoles sont provoquées par la route, même s'il s'agit parfois de distances de pente relativement courtes.

b) Zone Sahélienne : Plus loin au Sud, à mesure que les chutes de pluie augmentent, l'érosion par l'eau devient plus importante, comme le prouve l'incidence très répandue des rigoles et de l'érosion des couches sur des terrains à pentes modérées dans les environs de Tillabéri, Niamey et Say.

- Néanmoins, dans ces régions qui connaissent des pratiques de cultures pluviales et une faible pression démographique, les dégâts de l'érosion sont demeurés limités. Des paysans ont ouvert de petites exploitations pour 2-3 ans, laissant des souches de buissons et d'arbres se régénérer au cours de la période de friche et abandonnant un couvert de végétation ou de cultures sur la terre pendant une bonne partie de la saison pluviale. Même si un certain écoulement et une certaine érosion se produisent sur les terres, ils sont interrompus une fois qu'ils atteignent la végétation naturelle au bord de ces terres.
- A mesure que la pression démographique augmente, de grandes proportions des terres sont cultivées pendant des périodes assez longues, ou alternativement des terres marginales plus sèches ayant une faible fertilité et un couvert végétal limité sont cultivées. Dans de telles circonstances, l'érosion accélérée surviendra si des mesures de précaution ne sont pas prises.
- Des sols à sable fin riches en terreaux et à faible teneur en matières organiques (naturellement et à cause de la culture excessive) sont particulièrement sujets à l'érosion en raison de leur tendance à s'encroûter, notamment lorsque le couvert végétal est enlevé, et la surface du sol est exposée aux fortes averses.

Lorsque les pluies torrentielles à forte intensité heurtent le sol nu, les particules fines sont ameublées sous l'effet de l'éclaboussement de la pluie et sont entraînées dans les espaces lacunaires qui se bloquent rapidement. Une fois les espaces lacunaires obturés et la surface du sol saturée, l'écoulement se produit. Les matières organiques fines et les particules légères du sol sont les premières à être enlevées : des mesures montrent que les matériaux érodés renferment deux à quatre fois plus de particules fines contenant des éléments nutritifs que le sol initial. Sur ces sols, lorsque la surface sèche, l'écorce peut devenir tellement dure que les semis en germination de certaines cultures ne peuvent y pénétrer. En outre, d'autres orages forts peuvent causer une sérieuse érosion parce que l'encroûtement fait que les eaux s'écoulent au lieu de s'infiltrer dans le sol.

c) Zone Soudanienne : Lorsqu'elle est relativement moins meurtrie par les humains ou par les animaux domestiques, la surface des sols de la zone soudanaise est tellement protégée par les chutes et les baldaquins des feuilles que peu d'érosion se produit. Même dans des cas où le brûlis annuel de la végétation naturelle est pratiqué, les pertes peuvent être limitées et, puisque la formation du sol se produit effectivement, même lentement, il est évident que le

taux d'érosion sous la végétation naturelle ne peut probablement être aussi important que le taux de formation du sol. Ainsi, un accroissement sensible de la couche arable se produit.

Même perturbée, une bonne couverture des cultures est suffisante pour protéger les sols mieux développés et structurés de la Zone Soudanaise. Cependant, l'exposition étendue aboutira à une perte rapide du sol.

En résumé, les données spécifiques de la situation manquent, aussi bien sur l'érosion par les pluies que sur la vulnérabilité à l'érosion des sols dans la zone d'étude. Il est ainsi clair que :

- La sévérité de la menace de l'érosion est inversement proportionnelle au couvert végétal du sol au cours de la saison humide, que ce soit sous forme de végétation naturelle, de végétation plantée, d'une ou de plusieurs cultures annuelles ou d'amoncellement des feuilles ou de pailles sur la surface du sol ;
- Il y aura de grandes variations dans les pertes potentielles, en fonction des conditions locales. Les données de la recherche¹ indiquent que les pertes annuelles des terres infligées aux champs cultivés selon diverses conditions peuvent varier de 0,1 à 138 t/ha : la valeur élevée se situant à plus de 1 300 fois la valeur basse ;
- Lorsque les problèmes d'érosion liés à l'eau existent au niveau local, ils sont le résultat d'une gestion inadéquate des sols, plutôt que d'événements naturels.

De façon significative, on peut conclure que dans l'ensemble des régions de la zone d'impact, il existe une menace d'érosion suffisante pour nécessiter une attention particulière dans le développement de tout projet relatif à la gestion agricole et aux programmes de conservation des terres.

2) Une végétation adaptée.

La superficie du domaine forestier est estimée à environ 9 millions d'hectares. L'importance du domaine varie en fonction des zones climatiques. C'est ainsi que sur les 9 millions d'hectares, 2.6 millions se trouvent en zones sahéliennes, 300 000 ha en zone sahélo-soudanaise. Selon la FAO (1995), les forêts (naturelles et plantations) couvrent une superficie de 2 526 000 ha, soit 2 % du territoire national.

Les forêts classées au nombre de 84, couvrent une superficie d'environ 600 000 ha, soit près de 24 % de la superficie totale des forêts nigériennes.

Malgré la faible couverture forestière, la flore nigérienne est assez diversifiée. En effet, cette flore, tous groupes confondus, compte près de 2 124 espèces.

Cependant, force est de constater que les maigres ressources forestières sont soumises à une dégradation progressive. En effet, on estime à 100 000 ha la superficie de forêts perdues annuellement sous l'effet conjugué des coupes incontrôlées, des feux de brousse, du surpâturage, de l'extension des cultures et des sécheresses récurrentes. Même les forêts classées sont aujourd'hui dans un état de dégradation avancée au point où plus de 50 % d'entre

¹ Cité par Charreau (1974),

elles ont perdu une grande partie de leur potentiel végétal.

Les trois zones ne font pas exception à cette dynamique de dégradation, comme en témoignent les observations effectuées au cours de nos visites sur le terrain.

a) *Caractérisation de la végétation suivant les zones bioclimatiques* : Au Niger, et d'une manière générale, la physionomie et la composition de la végétation sont le reflet des conditions pédologiques et climatiques. Ainsi, on distingue suivant les grandes zones bioclimatiques

- la zone saharienne (< 100 mm) où la végétation est presque inexistante ; quand elle existe, c'est une steppe discontinue généralement réfugiée dans les dépressions ou sur certains sols sableux,
- la zone sahélo-saharienne (100 - 350 mm) caractérisée par une steppe herbeuse et des formations à épineux éparées, plus denses au niveau des bas-fonds,
- la zone sahélienne (350 - 600 mm) présentant une savane arbustive claire à épineux au Nord et à combrétacées au Sud,
- la zone sahélo-soudanienne (600 - 800 mm) caractérisée par une savane herbacée discontinue et des formations contractées ou arbustives claires avec des types plus diffus et arborés au Sud,
- le domaine soudanien (> 800 mm) qui couvre la partie méridionale du pays. Il comporte une végétation de savane arbustive traversée par une strate herbacée plus continue. La strate ligneuse comporte des arbustes et des arbres capables de constituer localement des peuplements fermés. La végétation est caractérisée par des combrétacées et par la présence de certaines espèces de valeur comme le karité, le néré, etc...

b) Principales causes de la dégradation de la végétation

Au Niger, il se dégage aujourd'hui une large unanimité sur les causes de la dégradation des écosystèmes. Ces causes sont de deux ordres :

- Les causes climatiques ;
- Les causes anthropiques.

Sur le plan climatique, il a été observé une baisse de la pluviométrie de l'ordre de 20 à 40 % ces 30 dernières années. Cette baisse a entraîné un déplacement des isohyètes vers le Sud, suivi des sécheresses récurrentes. Ces sécheresses, en accentuant l'aridité du climat, ont provoqué une dégradation des ressources naturelles. Ainsi, on assiste à de profondes modifications dans le couvert végétal à travers la réduction, voire la disparition, de certaines espèces.

Les dégradations liées à l'intervention humaine sont entre autres le défrichement, le surpâturage, l'exploitation anarchique de bois. En effet, on assiste au Niger à une inadéquation entre la démographie et les ressources naturelles disponibles entraînant ainsi une distorsion entre les besoins des populations et les ressources naturelles existantes. Cette situation entraîne une surexploitation de ces ressources pour la satisfaction des besoins.

Ainsi, pour satisfaire leurs besoins alimentaires, les populations sont obligées d'étendre les terres de cultures par défrichement des terres forestières. L'importance du cheptel acquis et

l'étroitesse des aires de pâturage provoquent un surpâturage et une dégradation des terres de pâturage par la coupe de bois destiné à l'alimentation des troupeaux.

Les besoins énergétiques d'une population sans cesse croissante obligent à opérer des coupes de bois incontrôlées sur des terres forestières déjà dégradées pour la cuisson des aliments.

Enfin, à ces causes vient s'ajouter le problème des feux de brousse. En effet, on a estimé qu'une superficie de 200 000 à 500 000 hectares de terres sont brûlées chaque année. Dans beaucoup de cas, les dégâts sont limités. Cependant, des feux de brousse successifs dans une même zone pourraient être catastrophiques.

D-HYDROGÉOLOGIE DE LA VALLÉE DU FLEUVE NIGER : PRINCIPAUX AQUIFÈRES

Selon le Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable (PNEDD) de Juillet 1998, les eaux souterraines constituent l'essentiel des ressources hydriques du Niger et, par conséquent, la première source d'approvisionnement en eau. A l'instar des eaux de surface, elles relèvent de deux grands bassins, à savoir le bassin du Niger occidental, qui englobe le bassin des Oulliminden, et le bassin du Niger oriental.

Les eaux souterraines représentent 2,5 milliards de m³ renouvelables par an (dont moins de 20 % sont mobilisées en 1990) et 2 000 milliards de m³ non renouvelables (dont une partie infime est exploitée pour les besoins des activités minières du Nord du pays. Cependant, les difficultés d'exploitation (en raison des profondeurs excessives des nappes très productives) constituent parfois un handicap pour leur mise en valeur.

Au niveau des Régions de Tillabéri et de Dosso, les eaux souterraines sont réparties en quatre (4) aquifères comme suit :

- Nappes alluviales ;
- Nappes du Continental Terminal (CT) ;
- Nappe du Continental Intercalaire / Hamadien ;
- Nappes discontinues du socle.

1°) Nappes Alluviales

Ces nappes résiduelles sont discontinues et localisées sur les axes d'écoulement ou de stagnation des cours d'eau. Les eaux sont également retenues dans les dépôts alluvionnaires récents. Ces eaux sont essentiellement reconstituées à partir des écoulements de surface des cours d'eau et par les chutes directes de pluies. La quantité d'eau et la durée de rétention de l'eau dans les alluvions, une fois que l'écoulement de surface aura cessé, dépendent de la porosité, de la perméabilité, de l'épaisseur, de l'étendue et du gradient hydraulique. Dans beaucoup de cours d'eau, l'eau est retenue tout au long de l'année et ces réserves constituent souvent d'importantes sources d'eaux souterraines pour les communautés locales.

Les eaux souterraines peuvent exister dans l'alluvion du fleuve sous pression, mais ceci demeure un phénomène hautement localisé.

Le Dallol Bosso est peut-être le plus grand aquifère alluvial. Au Sud, la profondeur de l'aquifère est de 1 à 2 m mais dans l'intérieur au Nord (à Filingué), les profondeurs

augmentent pour atteindre 20 m et plus. Les fluctuations saisonnières sont assez limitées, et dépassent rarement 1 m. Les apports annuels pendant l'hivernage pour cet aquifère sont évalués à environ $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ et l'exploitation est relativement basse, estimée à des écoulements se situant entre 10 et $30 \times 10^6 \text{ m}^3$. Cet aquifère est ainsi censé détenir un potentiel important pour un développement supplémentaire futur, notamment pour la micro-irrigation. Il existe déjà une très grande concentration d'activités du type maraîcher le long de la vallée.

2°) Nappes du Continental Terminal (CT)

Le Continental Terminal (CT) au Niger fait partie du bassin des Oullimenden dans le Sud-Ouest du pays. Il recouvre les Départements de Tillabéri, Dosso et Tahoua. Il s'étend des méridiens $1^\circ30'$ à $6^\circ30'$. Au Nord du Département de Tillabéri, il s'étend au Mali jusqu'à Ménaka et au Nord du Département de Tahoua, il ne dépasse pas la latitude $16^\circ30'$. Au Sud-Est, il se poursuit au Nigeria jusqu'à Sokoto. A l'exception d'une petite région à l'Ouest et au Sud de Niamey-Say, le CT est presque entièrement à l'Est du fleuve Niger. Le système hydraulique du CT occupe une superficie de $102\ 000 \text{ km}^2$ presque entièrement en zone sédentaire. Trois grands niveaux d'aquifères existants caractérisent ce système :

a) *La nappe phréatique générale* existe sur toute l'étendue du système hydraulique, à l'exception d'une petite zone à l'Ouest de Tahoua et probablement d'une autre dans la région de Dogaga-Fadama au Nord-Est d'Abala ainsi que dans une région de 50 km de large axée sur Dosso-Filingué.

- Elle peut être localement mise en charge sous une pression de quelques mètres par des horizons argileux du réservoir et peut être atteinte vers 110 m de profondeur. Au-dessus de cette nappe, existent localement de petites nappes perchées dont le niveau statique peut être 15 m plus haut. Ces nappes perchées, exploitées justement à cause de leur niveau moins profond, s'épuisent en général rapidement. (document 2.24)
- Dans le Dallol Maouri et le Dallol Bosso, la nappe phréatique du CT est en continuité avec la nappe alluviale, sauf à l'approche de la frontière malienne. Dans le Sud du Dallol Maouri, elle se confond avec la nappe du Continental Hamadien.

b) *La nappe moyenne en charge* : existe au niveau du Département de Tillabéri sur la majeure partie du système hydraulique. Son réservoir n'existe pas en bordure orientale. La nappe est en charge dans les parties centrale et occidentale du bassin, confondue avec la nappe phréatique dans la partie orientale. C'est une nappe captive avec un mur schisteux de paleocène avec une profondeur d'exploitation variant entre 100 et 300m. (document 2.24)

c) *La nappe inférieure* : existe aussi sur une grande partie du bassin. Dans la partie centrale, elle disparaît vers le Nord et se confond avec la nappe phréatique vers le Sud. Le reste de la nappe est en charge sauf aux bordures orientale et occidentale du système, où elle devient phréatique. Elle existe aussi à l'Ouest du fleuve entre Niamey et Say. Le type de la nappe est captif avec un mur de schiste, un toit d'argiles gris bleu et une profondeur d'exploitation variant de 80 à 100m. (Document 2.24)

Il s'agit donc d'un système multicouche de nappes libres et captives. Ces nappes sont en contact les unes avec les autres et se confondent à l'extrémité Sud du Dallol Maouri ainsi que la nappe alluviale et celle du Continental Hamadien. On peut toutefois résumer en affirmant que les deux nappes moyenne et inférieure en charge sont des dérivations de la nappe phréatique et que toutes les eaux se réunissent vers Gaya pour se déverser finalement dans le fleuve Niger. Le document 2.24 ci-après récapitule les caractéristiques principales des 3 nappes du CT.

3) *Nappes du Continental Intercalaire / Hamadien*

L'aquifère du continental intercalaire est un système hydraulique multicouche. On retrouve de bas en haut les grès du Tegama, les argiles de Farak et le Continental Hamadien.

L'ensemble de l'aquifère occupe une superficie de près de 500 000 km². L'épaisseur varie entre 500 et 700 m. On la retrouve dans presque tout l'arrondissement de Filingué où il est artésien le long du Dallol Bosso, et le niveau piézométrique varie entre 20 et 40 m.

Caractéristique	Nappe Inférieure en Charge	Nappe Moyenne en Charge	Nappe Phréatique Générale
Type	Captive	Captive	Libre, localement faiblement en charge
Réservoir	Sablo-argileux	Sableux avec zones argilo-sableuses à lignite	Sableux ou gréseux oolithique en bordures
Mur	Schistes paléocènes, socle cristallin en bordure Ouest, Continental Hamadien au Sud	Argiles schisteuses verdâtres de la série argilo-sableuse à lignite	Socle cristallin en bordure Ouest, argiles gris-bleu de la base des grès argileux, schistes paléocènes en bordure Est
Toît	Couches argileuses	Argiles gris-bleu de la base des Grès Moyens du Niger	
Profondeur du niveau statique	30 m, nappe artésienne dans les Dallols, jaillissement atteignant 20 m	entre 30 et 60 m, mais seulement 10 m dans les Dallols	Très variable entre 10 et 80 m, moins de 10 m dans les Dallols
Profondeur d'exploitation	Importante entre 100 et 300 m, inaccessible par puits	de 80 à 100 m, inaccessible par puits	Supérieure de quelques m à la profondeur statique (cas des puits) et supérieure de 20 à 50 m (cas des forages)
Débits spécifiques	Assez faibles (4 m ³ /h/m) surtout dans sa partie Sud et dans les Dallols (2 m ³ /h/m)	entre 4 et 12 m ³ /h/m, meilleurs que ceux de la nappe inférieure	Moyens de 5 m ³ /h/m, probablement meilleurs au Sud du Département de Tahoua et au Nord de Tillabéri
Qualité de l'eau	Bonne, salinité faible, un peu plus forte mais acceptable dans la région de Ouallam	Très bonne, légèrement minéralisée au NO de Niamey, très douce dans le Dépt. de Dosso	En général bonne sauf la région de Tahoua et Ouallam-Filingué où la conductivité peut dépasser 1000 µS/cm
Transmissivité	Variable entre 10 ⁻² et 10 ⁻⁴ m ² /s	Bonne entre 10 ⁻² et 10 ⁻³ m ² /s	Bonne (10 ⁻² - 10 ⁻³ m ² /s), souvent même supérieure à 10 ⁻² dans la moitié Sud
Fluctuations	Saisonnnières et annuelles quasi-nulles	Saisonnnières nulles et annuelles faibles	Saisonnnières et annuelles importantes
Réalimentation	Probablement très faible, eau fossile	Nappe phréatique et per ascensum par la nappe inférieure (Région de Ouallam)	Recharge par les Dallols, les Koris d'Ader Douchi et la nappe moyenne en charge (Sud de Maouri)

Source : Atlas des Ressources en Eaux Souterraines du CT - DRE/MHE, Octobre 1990.

Document 2.24 : Récapitulatif des caractéristiques des nappes du CT

Les débits de pompage sont impressionnants entre 50 et plus de 100 m³/h. Les réserves d'eau sont estimées à plus de 6 100 x 10⁹ m³. La qualité de l'eau est bonne et la sensibilité à la pollution est très faible à nulle.

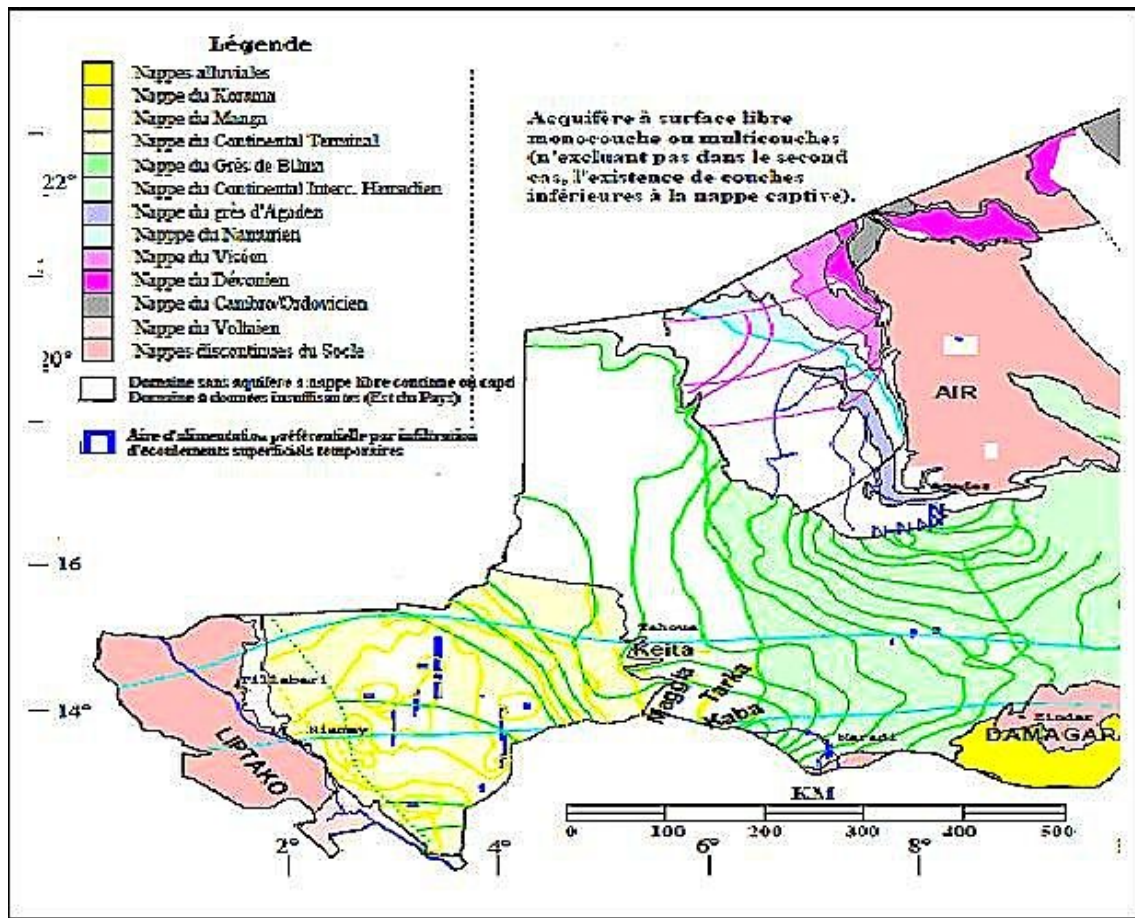
Cet aquifère, très vaste et assez puissant, offre d'énormes possibilités de gisements d'eau. Cependant, malgré sa très grande profondeur elle est souvent exploitée par des programmes d'hydraulique villageoise.

4) Nappes Discontinues du Socle

Sur l'essentiel de la zone constituant la base du socle, il existe un manteau mince et discontinu de roches exposées aux intempéries, de matériaux colluviaux ou ferreux. L'épaisseur moyenne de ce manteau est de l'ordre de 10 - 15 m mais dans certaines zones il s'étend à des profondeurs de 60 m.

Les diaclases et les fractures sont courantes et varient considérablement dans leur profondeur et leur persistance latérale. Elles forment aussi bien des crevasses serrées et des fissures ouvertes, et dans certaines zones les roches ont été craquelées. On suppose que les

diaclasses ne devraient pas s'étendre au-delà de 90 m, même si des zones de fractures et de failles plus importantes sont probablement plus profondes.



Document 2.25 : Cartes des systèmes aquifères du centre ouest de la République du Niger

Les eaux souterraines se trouvent dans le manteau exposé aux intempéries ou dans les systèmes de diaclases et de fractures des roches non exposées. La présence des eaux souterraines dépend ainsi du fait que le manteau est suffisamment épais et extensif ou non pour fournir un réservoir ou que les diaclases et les fractures existent dans les roches fraîches.

Là où ils existent, les dépôts colluviaux constituent des réservoirs appropriés, mais à part ce fait, les roches du socle forment généralement une faible source d'eaux souterraines.

Le manteau décomposé est souvent trop mince pour abriter de grandes quantités d'eau, et généralement trop argileux pour avoir une perméabilité élevée. Les diaclases sont normalement trop faiblement développées pour pouvoir compenser l'insuffisance de la zone exposée qui les couvre.

Ainsi, de telles ressources fournissent rarement un débit suffisant pour l'utilisation dans les programmes agricoles. Néanmoins, si leur emplacement est soigneusement sélectionné, les puits sont de nature à fournir suffisamment d'eau pour l'hydraulique villageoise.

Au Liptako, le taux de réussite dans le forage des puits pour les villages est assez élevé, puisqu'il se situe à 70 %. Le débit moyen de ces puits s'établit à environ 3,6 – 7,2 m³/h et la

profondeur optimale est de l'ordre de 60 m. La qualité de l'eau est bonne et la sensibilité à la pollution est grande.

Les zones suscitant un intérêt potentiel sont comme suit :

Au Sud du 14^{ème} parallèle (Téra - Gothèye), la bordure du fleuve au niveau de Niamey et en aval et la région de Torodi près du Goroubi en contexte granitique ;

- Le bord du fleuve et de la Sirba en contexte schisteux ;
- Les environs immédiats de Tillabéri (schistes et amphibolites) ;
- Les schistes de Dolbel à l'extrémité Nord-Ouest du Liptako ;
- Les schistes des environs de Makalondi.

E - GESTION INTÉGRÉE DES EAUX SOUTERRAINES : LE « SYSTÈME AQUIFÈRE OULLIMENDEN » (SAO)

Il s'agit d'un aquifère transfrontalier partagé entre le Niger, le Mali et le Nigéria. C'est un ensemble de dépôts sédimentaires renfermant deux grands aquifères : le Continental Intercalaire (CI) à la base, et le continental Terminal (CT) au sommet. Il s'étend sur une superficie d'environ 500 000 km² et constitue une source d'eau pérenne pour la grande majorité des populations de cette région. Les ressources en eau du SAO sont considérables mais peu renouvelables. Une partie de l'eau de la nappe est renouvelée par les apports issus des eaux pluviales et du réseau hydrographique (fleuve, mares, cours d'eau temporaires). En revanche, la nappe d'eau profonde du CI, avec ses affleurements réduits, est très peu renouvelable.

Ces ressources en eau sont menacées aujourd'hui par les conséquences de la surexploitation, telles que la baisse du niveau piézométrique, de la dégradation de leur qualité, ainsi que par les impacts de la variabilité et des changements climatiques. En effet, les estimations réalisées par l'OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel) montrent qu'au cours des trente dernières années, les prélèvements sur les ressources en eau de ce système sont passés de 50 millions de m³ en 1970 à 180 millions de m³ en 2004, en particulier sur la pression d'une démographie galopante. En 2007 on enregistre dans ce bassin 17 200 points d'eau (forages et puits) dont 16 170 au Niger soit 94% des points d'eau du bassin.

Les pays réalisent des ouvrages de captage et exploitent les ressources communes du bassin sans concertation. En effet, ils méconnaissent la dynamique des écoulements souterrains à l'échelle du bassin transfrontalier.

Une analyse de la géologie fondée sur les coupes lithostratigraphiques et des logarithmes de forages a permis d'affiner la compréhension de la géologie. Vu le besoin d'assurer la continuité hydraulique entre les différentes parties du bassin lors du passage d'un pays à l'autre au sein du SAO, le schéma d'ensemble simplifié qui a été choisi représente le système en deux aquifères principaux, le continental Intercalaire et le continental Terminale. Le Continentale Terminale groupant les séries aquifères du tertiaire, et intégrant également les nappes phréatiques logées dans les alluvions quaternaires, représente le premier niveau aquifère généralisé et s'étend sur environ 203 000 km. Le second niveau aquifère sur lequel repose le Continental Terminal avec une surface de l'ordre de 486 000 km² correspond au

continental Intercalaire et regroupe localement le niveau supérieur du crétacé inférieur. Ces deux aquifères sont séparés par un aquitard principalement constitué de formation paléocènes et éocènes.

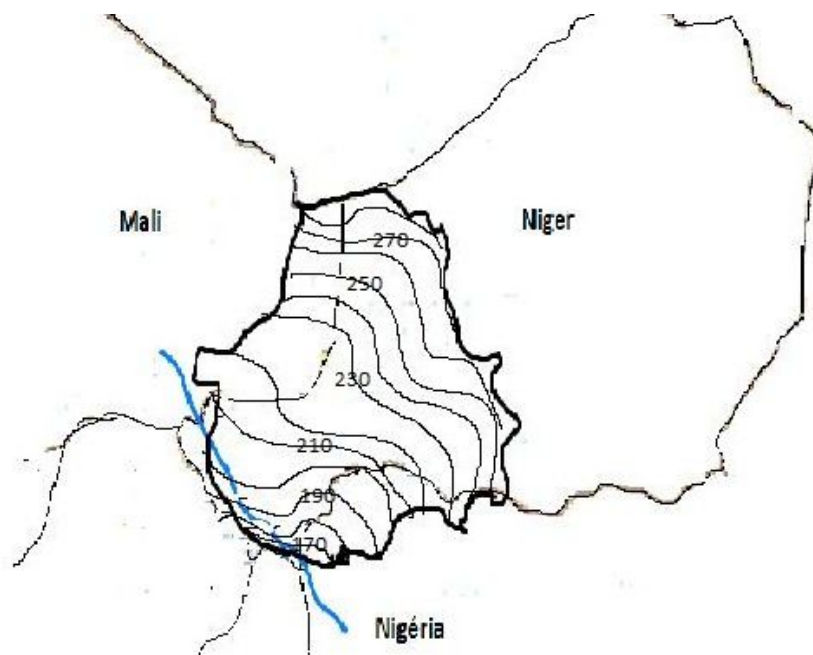


Document 2.26 : Situation géographique du SAO

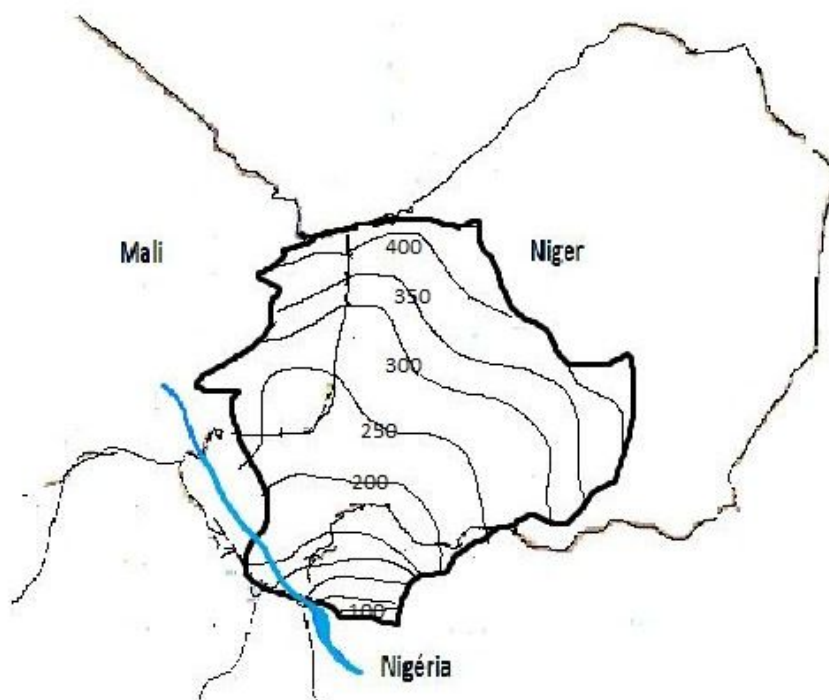
1) Dynamique des écoulements souterrains dans le SAO

Sur la base des travaux antérieurs et des données nouvelles acquises, les cartes piézométriques de l'état initial (1970, année de référence) du continental Intercalaire et du continental Terminal (CT) ont pu être élaborées. L'état initial caractérise l'état d'équilibre du système aquifère non perturbé par les prélèvements.

Ces cartes piézométriques, qui constituent aussi des produits du système d'information géographique, permettent de visualiser les directions des écoulements souterrains de l'aquifère considéré.



Document 2.27 : Carte piézométrique du continental terminal



Document 2.28: Carte piézométrique du continental Intercalaire

Ainsi, l'examen de la carte du CT (Document 2.27, 2.28) met en évidence les principaux axes de drainage de la nappe du CT orienté nord-ouest sud-est et nord-est sud-ouest. Les zones d'alimentation se localisent sur les périphéries nord-est (au Niger), et nord-ouest (au Mali), ainsi qu'au sud avec les apports de Goulbi de Maradi. Les eaux souterraines s'écoulent principalement du nord-ouest, du nord et du nord-est, vers le sud. Les zones exutoires sont principalement le fleuve Niger et le Goulbi de Maradi, l'un de ses affluents.

Quant à la carte piézométrique du CI, elle montre que les principales zones d'alimentation sont les massifs du Hoggard au nord, et le Goulbi de Maradi au sud. Les eaux

souterraines s'écoulent principalement du nord, du nord-ouest et du nord-est, vers le sud. L'exutoire principal de la nappe du CI est constitué par le fleuve Niger.

2) Modèle mathématique

Grâce à l'ensemble des données récoltées et rassemblées ainsi qu'à une meilleure compréhension du système, le SAO a pu être représenté dans un modèle mathématique, ses ressources en eau et leur dynamique ont pu être modélisées. Le modèle hydrodynamique du SAO élaboré permet de réaliser des simulations et de formuler des prévisions. Le comportement du système a été simulé d'abord pour la période allant de la situation initiale (l'année 1970 à l'année 2004), compte tenu de la disponibilité des données, et a permis le calage du modèle. Le modèle a livré les premiers résultats sur la dynamique des écoulements souterrains, sur les estimations de l'état d'exploitation des ressources en eaux souterraines, et sur l'évolution des rabattements dans les deux aquifères. Ces résultats sont les suivants :

- Précision du bilan en eau du système aquifère des Oullimenden à la situation initiale de 1970.
- Mise en évidence et quantification du soutien des écoulements du fleuve Niger par les eaux souterraines et inversement. Le fleuve Niger reçoit environ 46 millions de m³/an à partir du continental Intercalaire et 79 millions de m³/an du continental terminal, soit un total annuel de 125 million de m³. Le Goulbi de Maradi, apporte environ 20 million de m³/an au continental Intercalaire et reçoit près de 12 millions de m³/an

•

III - HYDROGRAPHIE DU FLEUVE NIGER

Le fleuve Niger est le seul cours d'eau permanent du pays qui le traverse dans l'extrémité Ouest sur une distance de 550 km d'Ayorou à Gaya (dont 420 km dans la région de Tillabéry-Niamey et 130 km dans la région de Dosso). Son bassin versant est de 420.000 Km² (soit 23.4% du bassin global). A Niamey, le volume moyen annuel dépasse 30 milliards de m³ avec un débit maximum d'environ 2 600 m³/sec en Janvier - Février et un débit des plus sévères à l'étiage ces dernières années (5 m³/sec en Mai – Juin) avec des menaces de cessation d'écoulement : ce qui se serait produit s'il n'y avait eu les lâchages des eaux des retenues maliennes situées en amont.

A) MORPHOLOGIE DU LIT

Au Nord de Gothèye, le chenal de la rivière est contrôlé par le soubassement qui est composé de schistes, de quartzites et de granites. Des rapides à Ayorou et Tillabéri entravent la navigation. La pente moyenne du chenal est de 20×10^{-5} mais elle varie entre 50×10^{-5} sur les tronçons du soubassement et moins de 20×10^{-5} dans les sections alluviales.

- L'entrelacement des chenaux survient dans les sections des rapides et le fleuve pourrait occuper la totalité du lit majeur, souvent large de 4-5 km. Dans les sections alluviales un profil unique ou multiple d'îlots peut être défini.
- Pour l'essentiel de sa longueur entre Gothèye et le Diamangou, le fleuve coule au sein de ses propres alluvions et forme un canal essentiellement droit avec une seule anastomose. Les zones inondables sont souvent assez étroites à environ 2 kilomètres, et les dépôts alluvionnaires se situent au sein d'une combinaison complexe de schistes, gneiss, quartzites,

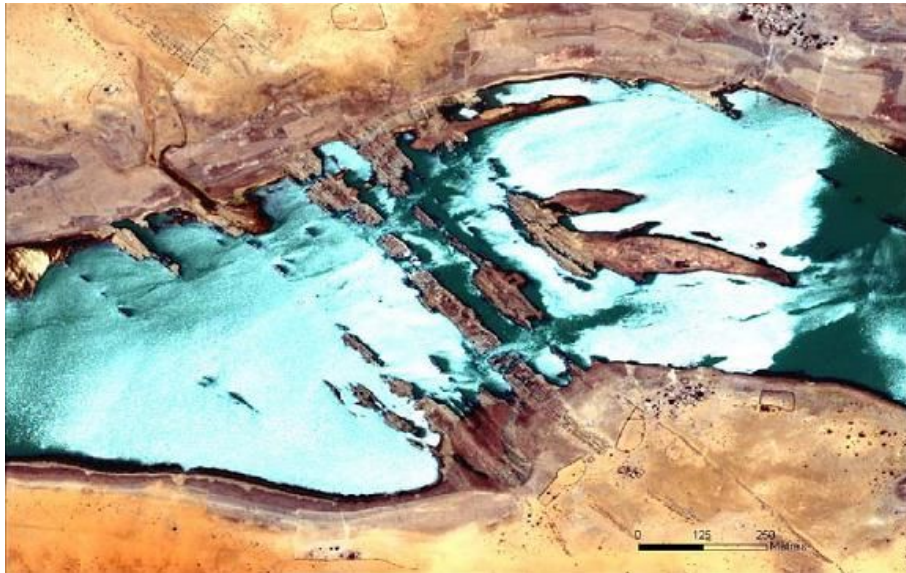
argilophyres et granite.

- Les profils d'équilibre moyens se situent à 15×10^{-5} allant des valeurs hautes de 12×10^{-5} au-dessus de Niamey à 8×10^{-5} à proximité de la confluence avec le Diamangou.

A l'aval du Diamangou, le fleuve est essentiellement à soubassement dominé par des quartzites cambriens–ordoviciens qui le confinent à un chenal sinueux. Des gradients de 7×10^{-5} ne sont pas, cependant, très différents des biefs alluviaux à l'amont et à l'aval (10×10^{-5} et 6×10^{-5} , respectivement).

Plus au sud, dans le Parc National du W vers la frontière nigériane, le fleuve s'écoule encore dans son propre chenal alluvial, même si les affleurements des roches du précambrien et du début du paléozoïque existent. L'anastomose multiple et unique des îlots constitue les formes dominantes des chenaux.

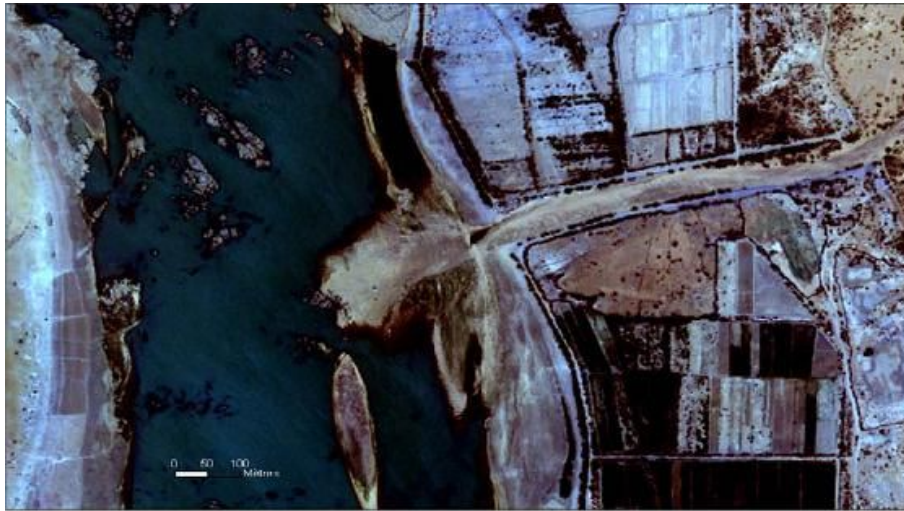
Les informations disponibles grâce à l'Interprétations de l'imagerie satellitaire Landsat ETM, ont permis d'obtenir des Images captées entre le 29 octobre 1999 et le 16 février 2002 (document 2.29).



a) IS1 Affleurement rocheux à travers l'écoulement du fleuve



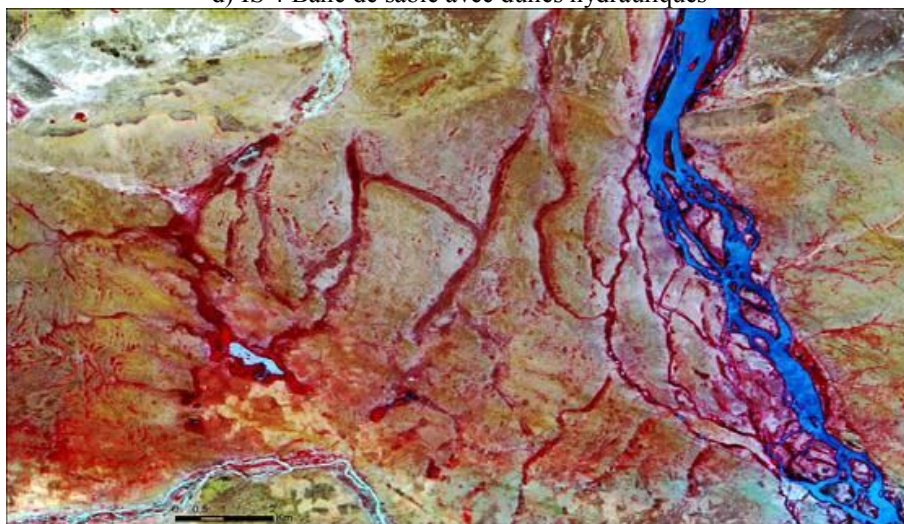
b) IS 2 Îlot rocheux et chenaux secondaires-



c) IS 3 Petit delta construit dans le fleuve à l'embouchure d'un oued



d) IS 4 Banc de sable avec dunes hydrauliques



e) IS 5 Paléochenaux du fleuve Niger entaillées dans des matériaux d'altération du granite

Document 2.29 : Images du satellite Landsat ETM, captées entre le 29 octobre 1999 et le 16 février 2002.

Toute la région comporte une couverture de matériaux meubles relativement minces. Le substratum rocheux affleure sur des grandes étendues et n'est jamais très profond sur la surface. Le fleuve Niger, qui s'est enfoncé à travers la couverture de matériaux meubles,

s'écoule donc directement sur le substratum rocheux de la région. Son lit majeur est parsemé d'affleurement rocheux qui forme des rapides ou des îlots (document 2.29a)).

Le Niger est un grand fleuve et son lit majeur est relativement large, il va de près de 1 km de large dans les sections les plus étroites à près de 5 km de large dans les sections les plus vastes. En période d'étiage, l'écoulement à l'intérieur du lit majeur se fait par des petits chenaux enchevêtrés séparés par des îlots d'affleurement rocheux et des bancs de sable. En période de crue, le fleuve déborde et inonde plus ou moins les platières des dépôts argileux le long des deux rives, en plus des chenaux enchevêtrés (document 2.29b)

Cônes alluvions, glacis et deltas à l'embouchure ou près de l'embouchure d'un oued, on retrouve des petits deltas ou cônes alluviaux formés par l'accumulation des sables et graviers transportés par l'oued lors des crues. Ces sédiments s'accumulent au point des changements de pente qui entraînent une réduction de la vitesse d'écoulement et de la capacité du transport du cours d'eau. Au point de pente en milieu aérien, il se forme un cône alluvial (document 2.29c). Lorsque plusieurs cônes alluviaux sont coalescents, ils constituent un glacis alluvial. Si le point de rupture de pente ou de réduction de vitesse s'effectue à l'arrivée de l'oued dans la zone la plus calme du fleuve, il y a construction de delta. Les deltas construits dans le fleuve par les oueds tributaires ont toutefois une durée de vie relativement courte. Lors des prochaines crues, l'écoulement reprendra les dépôts deltaïques pour les charrier plus en aval où ils se redéposent à l'abri d'un îlot rocheux sous forme de bancs ou de dunes de sable.

Les Paléochenaux : Sur la rive droite du fleuve, on distingue bien des chenaux qui recoupent la surface au sol constitué de curasse ferrugineux et d'altérites sur un substratum granitique (**document 2.29e**). Apparemment ces chenaux n'ont pas été créés dans des conditions actuelles et semblent être des formes fossiles. Ils ont plutôt été formés durant un épisode climatique plus humide du quaternaire au cours duquel le niveau du fleuve était plus élevé.

B - QUALITÉS DES EAUX DU FLEUVE NIGER

Le fleuve Niger connaît d'importantes fluctuations hydrologiques annuelles qui se traduisent par des variations en termes physico-chimiques. L'action combinée des facteurs de l'environnement détermine au cours des mois et des années une succession de périodes hydrologiques marquées (**Document 2.30**), qui ont des conséquences sur la croissance des espèces végétales et animales.

Périodes	Durée (jours)	Températures (°c)	Débit (m ³ /s)	Turbidité	Saison
Avril à mi-juillet	75-105	24-32	41-274	faible	chaude
Juillet à Août	30-60		58-1 276	Très forte	
Mi-août à mi-nov	45-90		751-1462	faible	
Mi Nov à mi déc	30	24-20	1404-1534	faible	Froide
Mi déc à fin fév	75	15-20	658-1576		
Mars à début avril	30	24-20	250-642		

Source : Agrymet Moyenne des minima et maxima de cinq années pour les débits (1991 à 1996).

Document 2.30 - Caractéristiques des périodes hydrologiques

Température	26,3 °c
Turbidité	3 270 NTU
Conductivité	36,6 µs/cm
Ph	7,19
Matière organique	11,4 mg/l
Matières en suspension	3955 mg/l

Document 2.31 : Données concernant la qualité de l'eau du fleuve à Tillabéry

Les données récoltées quotidiennement par la direction technique de la société d'exploitation des eaux du Niger au niveau de la prise d'eau de l'usine de Goudel à Niamey nous permettent de tracer un portrait régulier de la qualité des eaux du fleuve Niger. Les documents 2.31, 2.32, et 2.33 présentent les paramètres physico-chimiques analysés durant les mois de juin, août et décembre 2004, représentant respectivement les conditions d'étiage, de crue locale et crue générale (maliennne).

En août 2000, les données concernant la qualité de l'eau récoltée dans le cadre de l'avant-projet détaillé du renforcement des installations de production et de distribution d'eau potable de la ville de Tillabéri avaient permis d'obtenir les résultats suivants (Betas et ingetec, 2001) :

Date	Turbidité (NTU)	Ph	Conductivité (µS/cm)	TDS (mg/l)	MO (mg/l)	MES (mg/l)	Couleur
01/06/2004	195	7,84	79,5	42,5	3,2	142	1070
06/06/2004	132	7,82	85,4	45,3	3,0	98	722
16/06/2004	359	7.74	78,7	41,9	3,6	222	2035
25/06/2004	178	7,8	79,9	42,6	3,3	120	945

Sources : société des eaux du Niger

Document 2.32 - Qualité de l'eau du fleuve Niger à Niamey en juin 2004

Date	Turbidité (NTU)	Ph	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/l)	MO (mg/l)	MES (mg/l)	Couleur
01/08/2004	1050	7,59	79,5	70,7	6,2	954	4970
06/08/2004	1660	7,35	55,6	28,6	7,2	1300	8200
16/08/2004	926	7,64	60,8	32,3	4,9	740	6580
25/08/2004	1585	7,48	54,2	28,8	5,2	1384	6640

Source : SEEN 2005

Document 2.33- Qualité de l'eau du fleuve Niger à Niamey en Août 2004

Les matières en suspension (MES) proviennent naturellement du lessivage des sols, de l'érosion des berges et du lit. Elles comprennent également le plancton. Les valeurs plus faibles en décembre témoignent de la crue qui dilue les matières en suspension. En juin à Niamey et en août (à Tillabéry et Niamey), les valeurs les plus élevées résultent du lessivage des sols et des berges par la pluie. De manière générale, le pic observé en août correspond à la crue locale qui transporte un maximum de particules lessivées induisant des valeurs élevées de turbidité et de couleur. Les valeurs de turbidité, de matière organique (M.O) et de couleur suivent la variation annuelle.

Date	Turbidité (NTU)	Ph	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/l)	MO (mg/l)	MES (mg/l)	Couleur
01/12/2004	50,2	7,07	34,7	18,4	2,5	31	255
06/12/2004	48,8	7,10	35,8	18,8	3,0	32	236
16/12/2004	44,9	7,03	37,4	19,9	2,6	34	225
25/12/2004	31,8	7,00	39,6	20,8	2,7	26	202

Source : Société d'exploitation des eaux du Niger, 2005

Document 2.34 - Qualité de l'eau du fleuve Niger à Niamey en décembre 2004

La conductivité exprime la capacité d'une eau à laisser passer le courant électrique ; plus une eau est chargée en sels dissous (TDS), plus sa conductivité est élevée. La conductivité est un indicateur de productivité piscicole des eaux, car elle est représentative de la présence de sels dissous sous formes ionisée, utile au développement de la flore et de la faune. Selon (Welcomme 1975), la conductivité serait corrélée au rendement halieutique du milieu. Les valeurs observées en étiage laissent supposer que le Niger est un cours d'eau intermédiaire peu à moyennement productif (Binesse, 1983). La tendance présentant des valeurs plus élevées en étiage et plus faibles en période de crue est typique des lagunes et des fleuves.

Le pH mesure la concentration d'hydrogène d'ions dans l'eau. Un pH compris entre 6 et 9 permet en général une vie aquatique normale. Les eaux alcalines sont généralement plus riches et plus diversifiées (Binesse, 1983). Les rivières s'écoulant en milieu forestier ont des potentiels hydrogènes variant de 4 à 7. Le pH du fleuve Niger est légèrement alcalin (>7), ce qui est typique des cours d'eau en savane et en steppe.

Pour les espèces africaines des poissons, la gamme des températures préférentielles est comprise entre 28° et 37°c, et les seuils sublétaux varient entre 37 et 40 ° c (Morreau, 1988). Pour le fleuve Niger, les valeurs de température mesurées à différentes périodes de l'année

correspondent bien à ce que l'on retrouve habituellement dans les eaux continentales africaines et se situent à l'intérieur des limites bien tolérées par la faune aquatique.

Etant donné que le bief du Niger Moyen est celui qui reçoit le moins d'apport d'affluents, les données sur la qualité de l'eau entre Kandadji et Niamey devraient être comparables.

C - DÉPÔTS SOLIDES ET SÉDIMENTATION

Cette étude a pour but de déterminer des volumes des dépôts et de la carte prévisible de la capacité de la retenue en fonction de scénarios envisageables. Pour ce faire, nous nous basons sur des études antérieures avant de décrire les résultats de la nouvelle campagne sédimentométrique.

a) Les dépôts solides

La configuration du lit majeur du fleuve Niger, qui est parsemé de nombreux îlots rocheux, crée des conditions d'érosion et de sédimentation très variables : le resserrement du courant en un chenal étroit accélère les vitesses d'écoulement et favorise l'érosion du lit et de la rive. A l'opposé, la présence d'obstacles à l'écoulement crée des zones à vitesse d'écoulement réduite ou protégées du courant qui deviennent des sites favorables à la sédimentation.

Les estimations de l'étude de faisabilité initiale (période d'observation de 1976-77) ont évalué le total des dépôts solides à 3×10^6 tonnes. Au site du barrage proposé, le volume de dépôts solides est relativement limité. Ceci s'explique généralement par la décantation naturelle de la presque totalité des sédiments du fleuve au niveau de la cuvette lacustre. Selon l'estimation préliminaire actuelle, quelque 102 millions de m³ de sédiments seront accumulés dans le réservoir après 50 ans (niveau maximum de 228 m), ce qui représenterait seulement 7 % du volume total du réservoir. Une nouvelle campagne sédimentométrique est réalisée en collaboration avec l'Université de Niamey et ses résultats permettront d'actualiser les données relatives au transport et dépôts solides.

b) Réalisation de la nouvelle campagne sédimentométrique :

L'actualisation de la sédimentologie comprend une estimation du transport annuel de sédiments au site du barrage de Kandadji. Etant donné qu'il a été jugé nécessaire d'améliorer la fiabilité des données pour quantifier le volume de transport solide et la perte prévisible de la capacité utile de la retenue due à l'envasement, une campagne sédimentométrique a dû être organisée en collaboration avec l'université de Niamey. La campagne de mesure a débuté le 9 mai 2005 et s'est terminée le 1^{er} mai 2006. Les résultats de cette campagne sont présentés dans les paragraphes suivants.

Au cours de cette campagne, des échantillons de matériaux en suspension ont été prélevés régulièrement à une fréquence variant d'une semaine à 10 jours dans le Niger au site de Kandadji. De cette façon, nous avons obtenu des séries simultanées d'échantillons journaliers de sédiment, avec les niveaux et les débits journaliers moyens de la station de Kandadji.

c) Description des mesures de débits solides :

Les mesures des débits solides ont été faites par prélèvement au récipient de 5 litres d'eau en chaque point de la verticale.

Pour déterminer les charges solides en suspension, chaque prélèvement a été traité au laboratoire selon le protocole suivant :

- Centrifugation à 3000 révolutions par minute pendant 20 minutes ;
- Récupération du culot de charges brutes en suspension et étuvage pendant 48 heures,
- Pesée en balance de précision du culot
- Traitement au H₂O₂ jusqu'à destruction totale des matières organiques. La partie minérale restante des charges en suspension a été séchée à nouveau à l'étuve pendant 48 heures.
- Pesée du résidu minéral et détermination par référence de la fraction détruite.

Le fractionnement granulométrique s'est fait selon la classification suivante :

- Sable fin (SF) : entre 200 et 50 µm ;
- Limon grossier (LG) : entre 50 et 20 µm
- Limon fin (LF) : entre 20 et 2 µm ;
- Argile (A) : inférieur à 2 µm

d) Calculs des charges solides en suspension :

Pour établir avec une précision acceptable un bilan des transports solides, et comme il n'existe pas entre le débit liquide et la charge en suspension une relation univoque, il était nécessaire, pour suivre la variation du débit solide, d'effectuer des mesures à une fréquence de 7 jours pendant la saison humide (mai à septembre) et de 10 jours pendant la saison sèche (octobre à avril).

Pour chaque prélèvement, la cote du plan d'eau (H) a été lue pour permettre de déterminer le débit du fleuve (Q) à partir de la courbe de tarage de la station de Kandadji.

Pour chaque prélèvement traité au laboratoire, la concentration moyenne (C_m) a été obtenue en faisant la moyenne arithmétique du nombre de concentrations ponctuelles (n) mesurées sur trois verticales (au fond, profondeur médiane et en surface) :

$$C_m \text{ (g/l)} = \sum C_i/n$$

Où C_i = concentration ponctuelle et n = 3*3 = 9

Le débit solide relatif à chaque prélèvement a été déterminé par la relation :

$$Q_s \text{ (Kg/s)} = C_m \cdot Q$$

....où Q = débit du fleuve

Le poids des matières solides transportées sur une période donnée est obtenu par l'intégration numérique de la variation de Q_s en fonction du temps (t) :

$$P_s \text{ (kg)} = \int Q_s dt$$

Les mesures des charges solides en suspension pour la période du 9 mai 2005 au 1^{er} mai 2006 sont présentées au tableau n.

La cote du plan d'eau (H) correspondant à la lecture de l'échelle effectuée par les observateurs, permet de déterminer le débit moyen journalier (Q) d'après le barème de la station de jaugeage de Kandadji.

e) *Analyse granulométrique des charges sédimentaires transportées au site de Kandadji :*

Les sédimentations transportées en suspension sont pauvres en matière organique (moins de 2%). L'argile et le limon sont des fractions les plus susceptibles d'alimenter la sédimentation de la retenue.

Echantillon	Date (j-m-a)	Cs (g/m ³)	H (m)	Q (m ³ /s)	Qs (kg/s)	Ps (10 ⁶ kg)
01	09-05-05	577	1,29	109	62,89	-
02	19-05-05	110	1,00	70	7,70	30,50
03	29-05-05	46,9	0,84	49,8	2,34	4,34
Moyenne		244,63		76,3	24,31	
39	04-04-06	27	1,51	144	3,89	3,58
40	14-04-06	27	1,38	122	3,29	3,10
41	24-04-06	26	1,27	106	2,76	2,61
42	01-05-06	27	1,18	93,4	2,52	1,60
Moyenne		26,8		116,4	3,12	

Note : $\sum Ps$: intégration numérique du total annuel des charges en suspension transportées = 3,54 *10⁶ t/an

Document 2.35 - Quelques résultats de la campagne de mesure sédimentométrique 2005-2006

L'analyse granulométrique comporte 24 échantillons regroupés. Ainsi, la moyenne de la granulométrie des matières en suspension est présentée au tableau suivant :

Profondeur de prélèvement	Moyenne des pourcentages des matières en suspensions			
	(A)	(LF)	(LG)	(SF)
En surface	58,05	20,13	21,04	0,78
Profondeur médiane	62,73	17,67	18,56	1,04
Fond	63,65	16,69	17,72	1,94

A : argile, LF limon fin, LG : limon grossier, SF : sable fin

Document 2.36 - Granulométrie moyenne répartie selon la profondeur de prélèvement

L'examen du tableau ci-dessus montre que l'argile et le limon (fin et grossier) constituent les principaux éléments des charges solides en suspension pour alimenter la sédimentation du réservoir de Kandadji. Seule une faible fraction de sable fin (un peu plus de 1 %) est susceptible d'être transportée en suspension.

f) *Evolution et dynamique du transport solide*

Les concentrations des charges brutes en suspension (incluant les matières minérales et organiques) enregistrent un premier pic de 5,09 g/l le 5 juin 2005 et un deuxième pic 2,91g/l le 3 juillet 2005. Au cours de la progression de saison des pluies d'août à septembre, les

maxima chutent progressivement de 1,07 à 0,35 g/l. Ces constats correspondent bien à l'évolution de la dynamique de transport solide généralement répartie dans le Niger à Kandadji, c'est-à-dire que les concentrations des charges solides en suspension associées aux maxima des pertes en terre se situent en général de juin à juillet avant la stabilisation induite par le développement de la couverture herbacée. Elles s'atténuent davantage en août et septembre. Les écosystèmes sahéliens ne deviennent véritablement humides qu'après quelques semaines de grosses pluies étalées sur la fin de juin et le début de juillet qui constituent ainsi une période de transition de l'évolution des dynamiques des charges solides.

g) *Evaluation des apports solides* : En se basant sur les mesures sédimentologiques effectuées au cours des années 1977-1982 et 1999, les concentrations de sédiments en suspension dans le Niger à Kandadji se situent à une moyenne d'environ 100 g/m³ ; les apports solides annuels évalués sont de l'ordre de 3*10⁶t/an. La campagne de mesure réalisée en 2005-2006 donne des apports solides annuels en suspension de 3,54*10⁶ t/an.

Une évaluation raisonnable consiste à considérer le transport de fond et éolien comme égal au facteur de majoration de 5% de la charge en suspension. Les apports solides totaux annuels sont donc de 3,72*10⁶ t/an. Afin de fournir une estimation sécuritaire du volume des dépôts dans la retenue, la valeur de 3,72 10⁶t/an a été considérée comme un apport solide à long terme. Les charges solides en suspension dans le Niger à Kandadji sont récapitulées au tableau ci-dessus :

Année	Poids solide en suspension (10 ⁶ t/an)
1977	2,69
1978	1,59
1979	1,55
1980	1,74
1981	1,48
1982	1,69
200	3,00
2005-2006	3,54

Document 2.37 - Charges solides en suspension à Kandadji selon les années

h) *Détermination des volumes des dépôts* :

L'évaluation de la sédimentation dans la retenue de Kandadji a été basée sur les hypothèses suivantes :

- Densité apparente des sédiments sous l'eau dans la retenue (ρ_s) : 1,3 t/m³ ;
- Module international du Niger à Kandadji sur une période de 61 ans (Q_m) : 857 m³/s ;
- Apport d'eau annuel entrant dans la retenue (V_m) : 27,0*10⁹ m³
- Capacité initiale de la retenue pour un niveau d'opération de 228 m (V_0) : 1,6*10⁹ m³
- Ratio (V_0/V_m) à l'état initial : 0,06 ;
- Sédimentation de la retenue prévue pour une période de 100 ans

Deux scénarios ont été considérés pour l'analyse de sensibilité des pertes de la capacité de la retenue :

- Scénario sévère (A) : tous les apports solides transportés sont retenus dans le réservoir ;
- Scénario réaliste (B) : prise en compte du pourcentage des apports solides retenus en fonction du ration entre la capacité de la retenue (V0) et l'apport d'eau moyen annuel (Vm).

Le tableau suivant présente les résultats de volume de décantation ainsi que le niveau de sédimentation atteinte dans la retenue selon les scénarios (A) et (B).

Scénarios (A)			Scénario (B)	
Année	Volume retenu	Niveau atteint	Volume retenu	Niveau atteint
10	28,6	214,22	23,2	213,80
20	57,2	215,60	46,1	215,31
40	114,4	217,28	92,0	216,57
60	171,6	218,13	137,3	217,76
80	228,8	219,16	183,0	217,54
100	286,0	219,94	228,8	219,21

Remarques : L'estimation du volume de sédimentation basée sur la densité apparente de sédiments de $1,3t/m^3$, donné, pour une durée d'exploitation de 100 ans, un volume des dépôts accumulés $286,0 \cdot 10^6 m^3$ (scénarios (A)) et de $228,8 \cdot 10^6 m^3$ (scénarios (B)) a été calculée selon la courbe de taux de décantation de Brune qui correspond à une variante médiane.

Document 2.38 : Volume de dépôts accumulés ($10^6 m^3$) et niveau atteint (m) selon les scénarios (A) et (B)

On peut constater que :

- Pour le scénario sévère (A), le volume effectif de la retenue sera réduit de 17,9% au cours des 100 années d'opération ;
- Pour le scénario réaliste (B), le volume effectif de la retenue sera réduit de 14,3% au cours des 100 années d'opération.

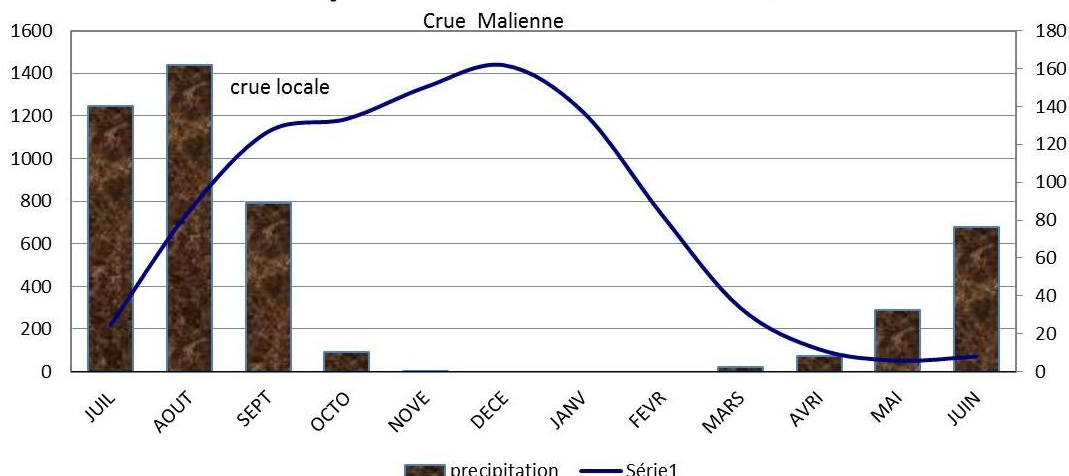
D - LES EXTRÊMES HYDROLOGIQUES.

Le régime hydrologique au Niger est caractérisé par des apports très variables dans le temps. Au cours de l'année, on observe une curieuse distribution des eaux de la saison hivernale sur la saison sèche suivante et aussi entre les années, suivant l'importance des précipitations en haute Guinée et au nord de la Côte d'Ivoire. Les populations riveraines connaissent des périodes où l'eau est abondante avec débordements sur les plaines inondables, c'est la *crue malienne*, et une période où le niveau de l'eau est très bas dans le fleuve : c'est l'étiage.

1°)- Les crues

Les eaux chutées pendant la même saison produisent deux crues en République du Niger, la première crue directement liée à la saison des pluies dite locale et la deuxième dite *malienne*.

moyennes mensuelles 1981-2008



Document 2.39 - Courbe des débits moyens mensuels de la station de Niamey couplée aux histogrammes de pluies mensuels de la même station

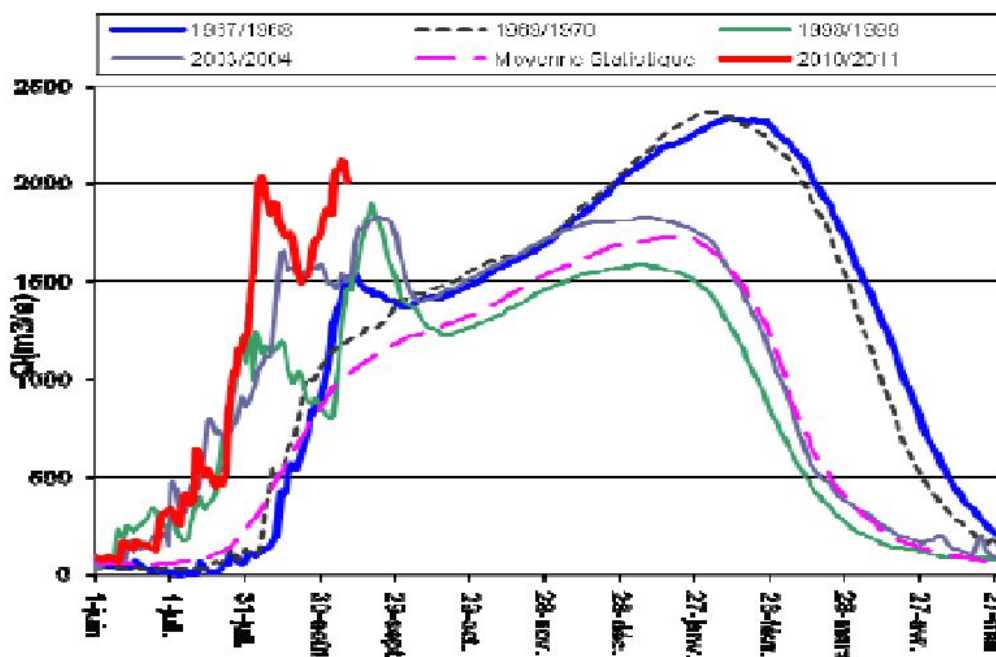
Année hydrologique	Qmax.(m ³ /s) juillet	Qmax. (m ³ /s) Août	Qmax.(m ³ /s) Septembre	Qmax. (m ³ /s) annuel	Observation
1967/1968	98,7 (Le 25-07-67)	959 (le 31-08-67)	1531 (le 13-09-67)	2337 (le 10-02-68)	Année la plus humide jamais enregistrée depuis le début des observations en 1929
1969/1970	141 (le 25-07-69)	1078 (le 31-08-69)	1402 (le 30-09-69)	2365 (le 03-70)	Débit maximum annuel le plus élevé enregistré à Niamey depuis le début des observations en 1929)
1998/1999	1249 (le29-07-98)	1428 Le (01-08-98)	1989 (le19-09-98)	1989 (le19-09-98)	Année la plus humide des 4 dernières décennies pendant laquelle la crue locale a causé des inondations à Niamey)
2003/2004	916 (le 29-07-03)	1735 (le 15 08-03)	1912 (le 23-09-03)	1912 (le23-09-03)	Une année récente à hydraulicité moyenne à excédentaire sur le Niger à Niamey)
2010/2011	1262 (le 31-07-10)	2030 (le 06-08-10)	2120 (le 07-09-10)		Les débits maximum mensuels enregistrés de juillet à septembre 2010 sont les plus forts jamais enregistrés à cette station

Document 2.40 : Débits du Niger à Niamey pendant les années humides exceptionnelles

La crue locale est alimentée par les affluents de la rive droite, qui drainaient l'Est du Burkina, le Nord du Bénin et l'Ouest du Niger. Les apports d'eau commencent avec les premières pluies. La crue monte rapidement avec beaucoup de fluctuations. Le maximum est atteint en août et en septembre. Le niveau du fleuve fait une courte descente pour annoncer la fin de la saison des pluies. De l'amont vers l'aval, la crue locale devient de plus en plus importante, compte tenu des apports cumulatifs. A peine perceptible à Kandadji, elle s'observe nettement sur les stations de Niamey et de Malenville. La crue provenant du Mali (crue malienne alimentée par le haut bassin guinéen, ivoirien et malien), intervient plus tard avec une allure lente et progressive.

Le document 2.38 montre une courbe des débits moyens mensuels de la station de Niamey de 1981 à 2008. Cette courbe bimodale montre deux périodes de crue distinctes. Une

première crue survient pendant la saison des pluies ; elle s’amorce fin juin et se termine fin octobre. On rappelle qu’elle correspond au passage des crues locales des différents affluents sur le bassin de 100.000 km² qui recouvre le Niger. C’est la crue dite locale. La deuxième comme on l’a dit déjà est la crue beaucoup plus importante est la crue malienne de novembre à mi-février. Elle correspond aux pluies de l’été précédent en guinée et au Mali, qui se sont lentement propagées à travers le delta intérieur du Niger.



Document 2.41 : Evolution de la crue 2010

Comparativement aux plus importantes crues connues à Niamey (source : CILSS)

2°) Historique des crues au Niger :

Depuis la deuxième quinzaine du mois de juillet, le fleuve Niger connaît des crues de grande ampleur dans le secteur du Niger Moyen. Plusieurs épisodes pluvieux se sont succédé, pour partie de caractère exceptionnel, sur le bassin versant des affluents burkinabés en fin juillet. Ces crues ont mis en péril les populations et les biens, avec notamment de graves inondations dans la ville de Niamey et ses environs. Cette crue 2010 est celle qui a marqué fraîchement les esprits. Cependant elle n’est pas la première, d’autres crues importantes ont aussi marqué le régime de l’hydrologie du fleuve à Niamey. Le tableau présente les valeurs caractéristiques de la crue 2010, en comparaison avec celles enregistrées à la même station pendant les années les plus humides connues de cette station.

Les données du document 2.40 montrent que les valeurs des débits des mois de juillet à septembre sont les plus fortes jamais enregistrées au cours de ces mois, depuis le début des observations en 1929 à la station hydrométrique de Niamey. Le 20 et 23 juillet 2010, des précipitations ont conduit au débordement de certains petits barrages dans le bassin du Niger moyen. Les eaux de déversement de ces barrages ont également joué un rôle non négligeable sur le niveau de la crue du mois d’août.

Comme on peut le constater sur l'hydrogramme, la première pointe de crue a atteint 2030 m³/s le 06 août 2010 avant l'amorce de la décrue le 22 août ; la crue a repris ensuite le 23 août pour atteindre une deuxième pointe plus forte à 2120 m³/s le 07 septembre. Ces deux crues sont respectivement de récurrence 7 et 10 ans si on les compare aux maxima annuels, mais de récurrence plus que centennale si on les compare plutôt au niveau des écoulements habituellement enregistrés au mois d'août et septembre.

a) La crue locale 2010 et les inondations à Niamey :

L'importance et l'étendue des inondations par débordement d'un cours d'eau sont liées à la fois à l'importance de son débit, aux volumes écoulés et aux caractéristiques hydrauliques de ses zones inondable à l'extérieur de ce dernier. Pour ce qui concerne la localité de Niamey en particulier, il faut aussi signaler la lenteur des régimes des crues et de décrue (plusieurs semaines) du fait de la faiblesse des pentes. Cet état de fait conduit à l'augmentation de la durée des submersions et contribue ainsi à accentuer l'ampleur des dégâts. Une autre raison qui explique l'importance des inondations actuelles est liée au remblaiement partiel du lit mineur du fleuve qui s'est, de fait, exhaussé consécutivement au phénomène d'ensablement.

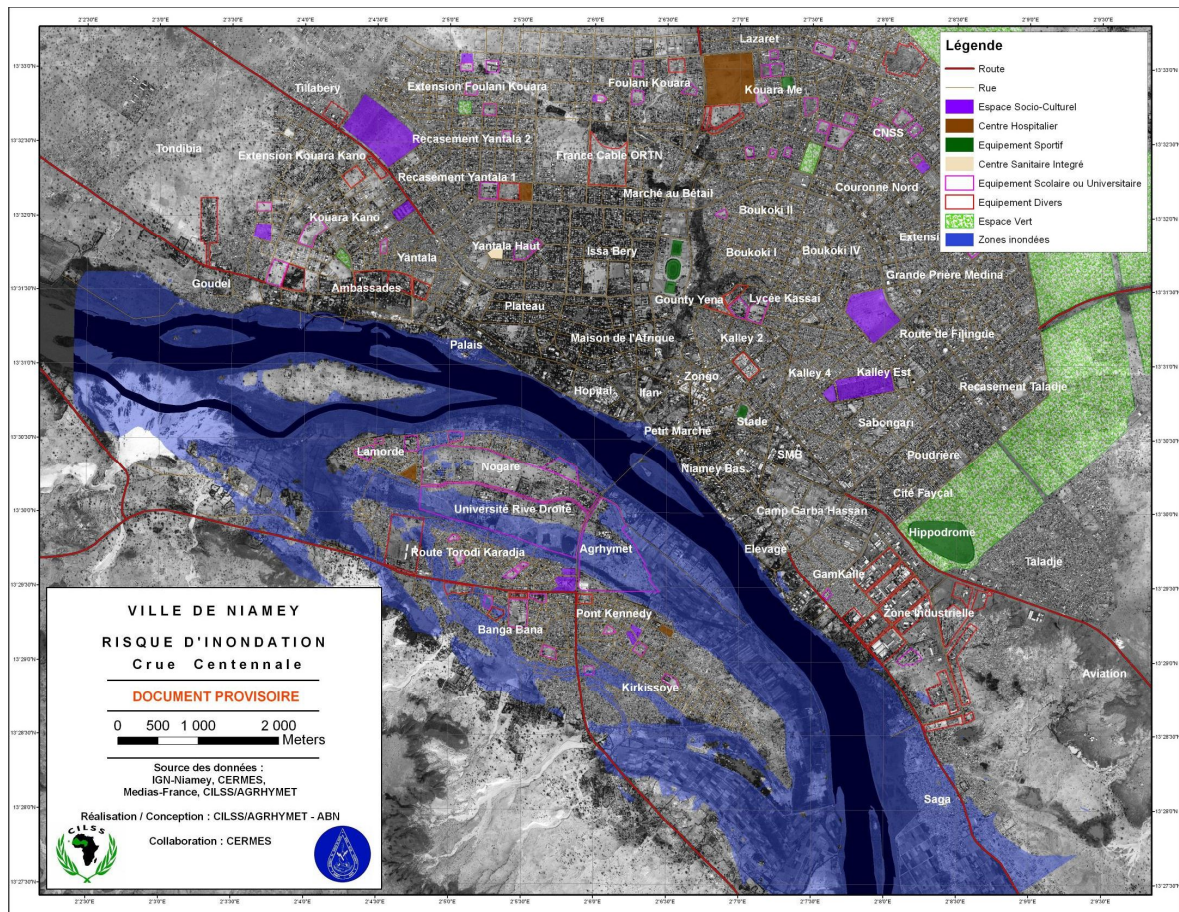


Document 2.42 - Images des terres agricoles inondées et d'une voie carrossable du quartier haro banda (rive droite du fleuve à Niamey) transformée en voie navigable lors d'inondations du mois d'août 2010.

b) Pourquoi tous ces dégâts ?

Pour ce qui concerne la lutte contre les effets néfastes de ces inondations, s'il est possible de prévoir l'évolution du débit et de la hauteur d'eau correspondante dans le lit du cours d'eau, l'état de l'art en matière de modélisation hydraulique opérationnelle ne permet pas à ce jour de déterminer les champs d'inondation sur l'ensemble de la ville de Niamey. Une étude réalisée en 2007, conjointement par le Centre Régional AGRHYMET (CRA) et l'ABN, a toutefois permis la réalisation d'une carte provisoire d'aide à la décision, quant aux risques d'inondation sur la ville de Niamey, qui est présentée dans le document 2.43.

Une partie considérable de la ville de Niamey est située en zone inondable par débordement du fleuve à l'occasion des événements à caractère exceptionnel. Ainsi par exemple sur la rive droite du Niger à Niamey, les locaux de la direction technique de l'ABN ainsi qu'une partie du CRA seraient inondés en cas de crue de récurrence centennale (soit une hauteur du plan d'eau de 6 m à la station de Niamey, contre 5,66 m pour le maximum atteint le 07 septembre 2010), y compris une partie du domaine universitaire.



Document 2.43: Carte de risque d'inondation de la ville de Niamey (source : CILSS, ABN)

Concernant la nature des dégâts dans les zones touchées par ces inondations, ce sont des maisons effondrées, des champs de riz détruits, des jardins inondés, des digues de protection ainsi que des têtes de bétail emportées, des routes endommagées etc. A titre indicatif pour ce qui est des dégâts au niveau des rizières, des champs et sur le cheptel à la date du 21 août 2010, la commission évaluation productions agro-sylvo-pastorales dans le cadre du comité ad hoc de gestion des inondations a notifié, sur l'ensemble des communes, 15 sites de riz pluvial touchés totalisant une superficie de 278,5 ha exploités par 592 paysans. Les sites de cultures maraichères sont aussi au nombre de 15, soit 280,42 ha exploité par 969 maraîchers. Quant à la situation du cheptel, 413 éleveurs ont perdu leurs bourgou (aliment de bétail sur une superficie de 88 ha. Soit 103,5 tonnes (Source Hebdomadaire Sahel Dimanche Août 2010).

L'impact économique élevé des inondations de l'année 2010 à Niamey et dans ses environs vient au moins en partie du fait que d'anciennes zones d'épandages de crue ont été converties en zones habitables ou en terres agricoles. Cette occupation de plus en plus importante des zones inondables a été favorisée par la raréfaction des crues importantes, en raison de la baisse de précipitations observée dans la région e dernière décennies. Une autre raison tient au fait que la montée des eaux s'est produite au moment où les terres agricoles le long du fleuve étaient ensemencées, ce qui a conduit à l'anéantissement total des produits escomptés de la récolte

3°) L'étiage

La durée de l'étiage d'une année dépend de la crue de l'année précédente. En année de pluie abondante, les étiages ont lieu en Juillet (le débit minimum moyen entre 1950 et 1960 est de 112 m³/s). En année sèche, les étiages sont longs et sévères (avril à juillet). En juillet 1974, le débit du fleuve Niger est descendu jusqu'à 0,4 m³/s, et le 12 juin 1985, il a cessé de couler pendant quelques jours. On comprend de ce fait l'intérêt primordial du futur barrage de Kandadji qui est le seul barrage capacitif situé sur le fleuve Niger au Niger juste à l'entrée pour pouvoir assurer la régulation des débits d'étiage.

Pendant les périodes d'étiage, le niveau du fleuve est très bas dans le lit mineur. Cette situation pénalise l'exploitation des stations de pompage qui connaissent les problèmes d'ensablement des prises et aussi une augmentation de la hauteur de refoulement, ce qui augmente les coûts de pompage. Les paysans payent cher et attendent longtemps pour irriguer.

Date	Kandadji	Niamey
4 Juillet 1974		0,6
31 Mai 1985		0,6
2 Juin 1985		0,0
22 Juin 1985	1,2	
7 Juillet 1985	1,1	
10 Juin 1989	10,0	
23 Juin 1989		4,0
7 Juin 1990	3,2	
13 Juin 1990		0,2

Document 2.44- Valeurs instantanées les plus basses observées (m³/sec)

Statistiques	5 Jours	15 Jours	30 Jours
Moyenne	45	51	59
Max.	305	384	510
Min.	1	2	3
Coefficient de Variation	1,41	1,40	1,43

Document 2.45 - Statistiques annuelles des écoulements les plus bas (m³/s)

Note : Le débit minimal de 30 jours signifie que le débit se situait en dessous de la valeur donnée au bout de 30 jours.

E - DÉGRADATION DE L'ÉCOULEMENT INTERANNUEL

Le régime du fleuve Niger reflète étroitement celui du profil des hauteurs des précipitations avec seulement un décalage très limité dans le temps (document 2.39, 2.40, 2.41.). Les écoulements faibles absolus observés à Kandadji et à Niamey sont indiqués dans le document 2.44, et les statistiques annuelles des écoulements bas pour une période de 61 ans à Niamey sont portées au document 2.44.

Postes (stations de mesure)	Moyenne 1948-1967 (mm)	Moyenne 1968-1987	Moyenne 1988-1995
Tillabéry	533,1	354,1 (-34%)	405,6 (-24%)
Niamey Aéroport	639,8	487,2 (-24%)	550,6 (-14%)
Gaya	836,6	785,6 (10%)	793,6 (-5%)

Document 2.46 : Pluviosités moyennes inter-annuelles pour diverses périodes dans la vallée du fleuve Niger. Source : Schéma directeur de mise en valeur et de gestion des ressources en eau *N.B : Les pourcentages entre parenthèses correspondent à la diminution par rapport à la période 1948-1967*



Document 2.47 - Isohyète annuel en (mm) 1968-1990 Source : Tecsubt

1) Etude des précipitations :

Au Niger, les précipitations sous forme de pluies représentent la ressource en eau la plus importante en volume et la plus directement utilisable pour l'agriculture, l'approvisionnement en eau des personnes et du bétail pendant la saison qui dure trois à quatre mois (juin à septembre). Ces eaux de pluie sont responsables d'une bonne partie des réserves en eau en devenant des eaux souterraines renouvelables par infiltration et des eaux de surfaces par ruissellement.

L'analyse du document 2.47 montre un gradient pluviométrique. La sévérité des conditions climatiques se traduit entre autres par une pluviométrie globalement faible et mal répartie aussi bien dans l'espace que dans le temps. Elle décroît du sud au nord entre les valeurs annuelles comprises entre 850 mm dans l'extrême sud-ouest du pays et 250 mm dans

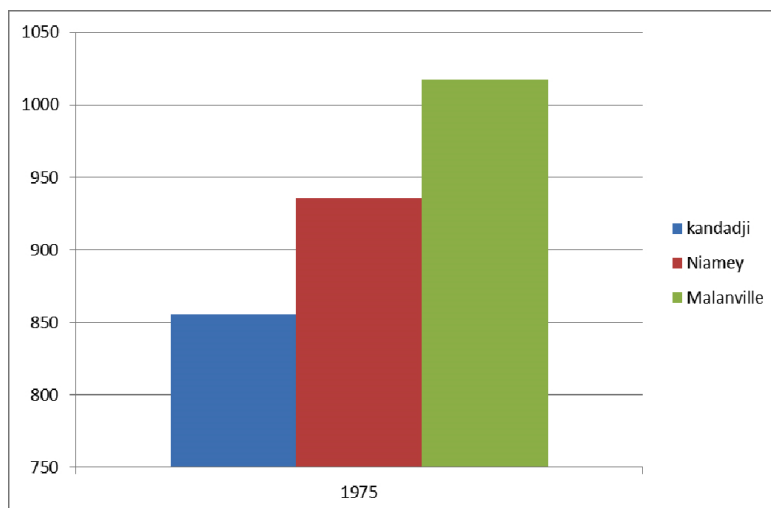
le nord à la frontière malienne. La mousson est donc très vite contrée par le vent chaud provenant du désert. Les pluies ne parviennent pas là où elles se font désirer le plus et du coup il en tombe davantage au sud, au détriment du nord. Ces pluies se caractérisent par :

- Une répartition spatiale irrégulière et très inégale, délimitant plusieurs zones climatiques comme déjà mentionné, qui impose la répartition des hommes et conditionne leurs activités.
- Une irrégularité interannuelle qui détermine des séquences alternatives d'épisodes humides (1948-1967) et secs (1968-1987) comme le montre le tableau 2.24.

Ces eaux de pluie subissent d'importantes pertes dues à une forte évaporation. La production agricole et pastorale reste intimement liée au facteur pluie malgré son caractère aléatoire. La connaissance des données sur la pluie est assurée par un groupement conjoint entre le Ministère des Ressources en Eau (MRE), la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) et l'AGRHYMET qui les collectent, les exploitent et les publient. Il a été ainsi possible de construire une carte des isohyètes (document 2.47)

2) Conséquences sur l'écoulement

Le graphique ci-dessous (document 2.48) montre la variation des débits en 1975. Les débits des stations de Kandadji, de Niamey et Malenville ont été reportés afin de montrer les conséquences de la mauvaise répartition des pluies sur le parcours du fleuve au Niger.



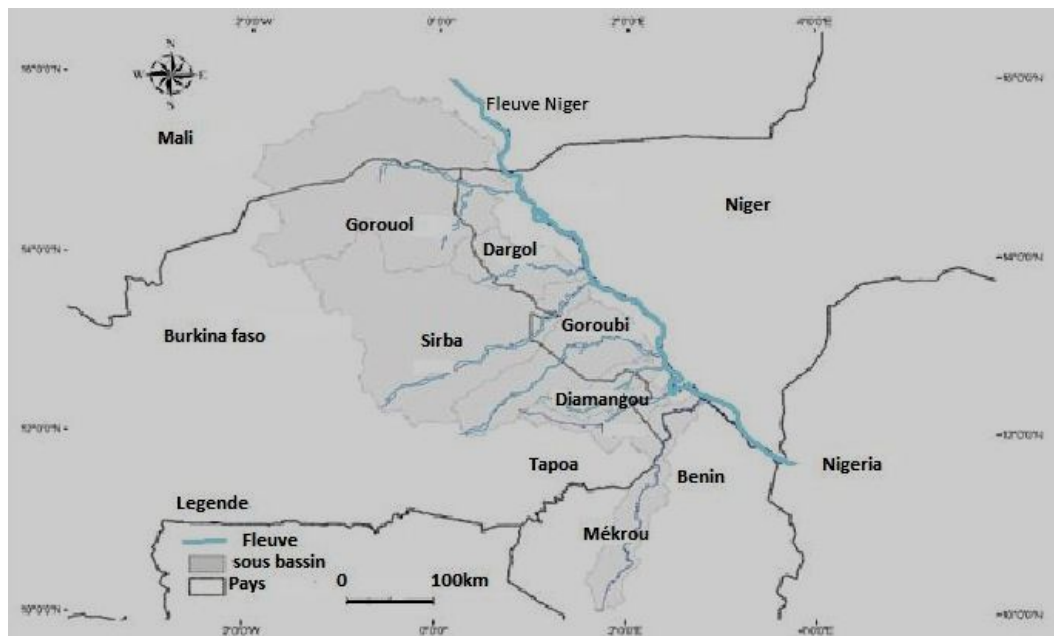
Document 2.48 - Variation des débits moyens annuel à Kandadji, Niamey et Malenville
(Source : IRD)

Nous constatons une corrélation entre débits et pluies. Dans le nord du pays, les isohyètes de 250 mm provoquent les débits les plus faibles, alors que les isohyètes de 800 mm provoquent les débits les plus importants : c'est le cas à Malenville.

F - RÔLE DES AFFLUENTS DE LA RIVE DROITE :

Les affluents de la rive droite, au nombre de sept, sont les plus importants en apport d'eau entre l'entrée du fleuve au Niger et sa sortie. Il s'agit du Gorouol, du Dargol, de la Sirba, du Goroubi, du Diamangou, du Tapoa et du Mékrou (document 2.49)- Ils proviennent tous de l'est du Burkina et du nord Bénin. Au Niger, ils sont totalement alimentés par les pluies locales et celles du Burkina et du Bénin. Les débits les plus importants sont observés en

Aout-septembre et occasionnent la crue locale qui, ces dernières années, a pu dépasser la crue malienne en amplitude.



Document 2.49 - Affluents de la rive droite au Niger (

Source : Thèse soutenue par Amogu à Grenoble en Mai 2009

1) - Ressources hydrologiques de ces affluents.

Ces affluents de la rive droite commencent à alimenter le fleuve à partir du mois de mai, juste quand la situation hydrologique devient critique. Leur soutien à l'étiage est important et ces dernières années il a été observé sur l'ensemble de ces cours d'eau une avance de pointes de crues et une amélioration des apports. Ce décalage de l'ordre d'un mois et l'augmentation des apports améliorent la disponibilité en eau du fleuve Niger en période d'étiage, en particulier pour l'alimentation en eau de la ville de Niamey.

Sur les affluents de la rive droite, fonctionnent deux barrages dont un sur le Dargol avec une capacité de 21 millions de m³ pour l'alimentation en eau de la ville de Téra et le second sur le **W** (comme nous l'avons vu plus haut, le mot W fait référence à la sinuosité du fleuve Niger sur son parcours au sud de Niamey) d'une capacité de 3,5 millions de m³. Par contre, il existe plusieurs projets de barrage et le programme politique pour l'eau au Niger a prévu depuis 2001 la réalisation de 10 petits ouvrages. Au Burkina, par contre, plusieurs barrages ont été construits sur les affluents en particulier sur la Sirba. Aucune étude d'impact de ces ouvrages sur le régime hydrologique et l'environnement des affluents de la rive droite n'a été réalisée.

Les affluents du fleuve Niger sont totalement tributaires des pluies locales et charrient d'importantes quantités d'eau. Les maxima sont enregistrés au mois d'Août (document 2.38) et les tarissements interviennent dès la fin du mois de Septembre.

Système Fluvial	Longueur (km)	Superficie km ²	Apport moyen Annuel (million m ³)	Période d'écoulement
Entre Ansongo et Niamey				
Gorouol	255	44 850	220	
Dargol	210	5 490	160	
Sirba	460	38 750	680	Juin - Novembre
Aval Niamey à Malanville				
Goroubi	435	7 630	160	Juin - Décembre
Diamangou	210	1 206	100	Mai - Décembre
Tapoa	260	1 070	40	Mai - Janvier
Mékrou	500	10 500	800	
L'Alibori	410	13 650		
La Sota	285	12 100		

Source : Bilan Diagnostic Environnemental du Département de Tillabéri, 1997

Document 2.50 - Détails hydrologiques du système fluvial régional

Les valeurs des volumes moyens écoulés annuellement (document 2.50) permettent d'appréhender l'importance de ces cours d'eau principalement situés sur la rive droite. A ces affluents, viennent s'ajouter les Dallols (anciens cours d'eau aujourd'hui fossiles), dont le principal est le Dallol Bosso, en rive gauche.

2) *Quels sont ces affluents de la rive droite ?*

Les bassins des divers affluents de rive droite du Niger sont situés entre les 16° et 10° nord. Par suite de leurs positions étagée en latitude, ils ont des régimes différents qui s'échelonnent depuis le type sahélien pur au nord (Gorouol et Dargol) jusqu'au type tropical pur sud (Mékrou, Alibori et Sota) en passant par une gamme intermédiaire (Sirba, Goroubi, Diamangou, et Tapoa).

La limite de chacune des zones climatiques n'étant pas nettement définie, nous les classerons en affluents du groupe burkinabé et affluents du groupe béninois.

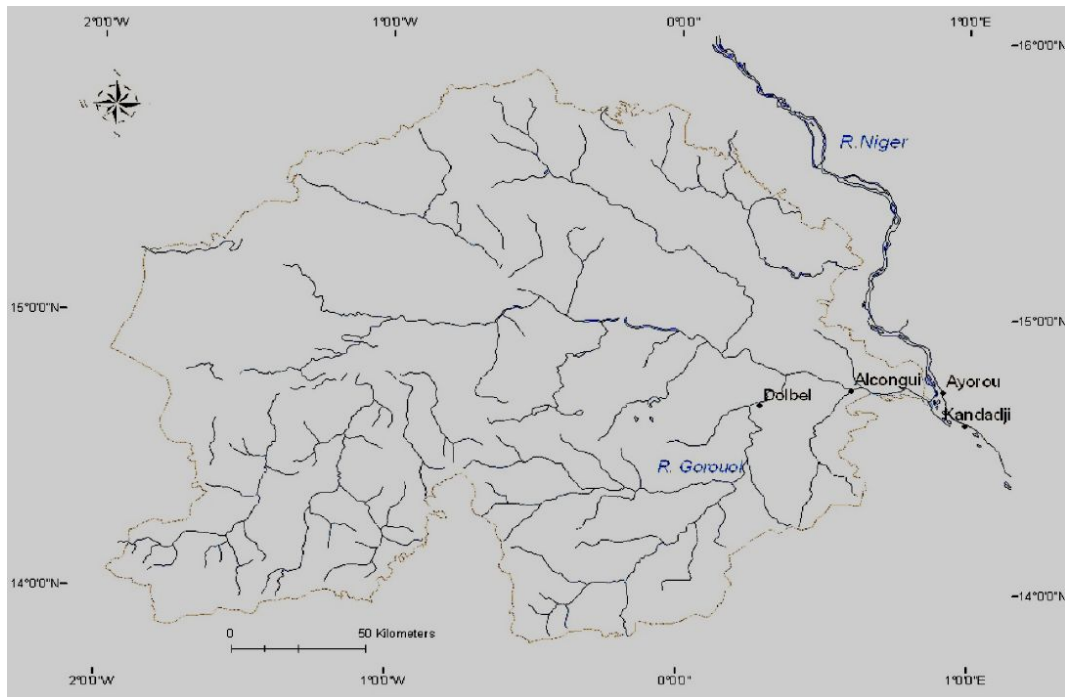
a) *Les affluents du groupe Burkinabé :*

a.1) *Le Gorouol* est situé entre les parallèles 14 et 16° Nord ; le bassin du Gorouol avec 45 000 Km² est le plus étendu (document 2.50).

La majeure partie de ce bassin est constituée de terrains cristallins et précambriens. Une petite partie à l'ouest est cependant recouverte de terrain sédimentaire du continental terminal. Le relief est dans l'ensemble peu apparent : 90% de la surface est comprise entre 240 et 300 m d'altitude, l'altitude moyenne étant de 288 m.

Le Gorouol, dont le cours a une longueur totale de 255 Km, reçoit sur la rive droite le Goudebo, grossi par le Felleol. Dans le bassin supérieur du Gorouol, les lignes de crêtes des petits bassins qui le constituent sont tantôt des pointements granitiques fortement érodés, tantôt des dunes rapportées. A leurs pieds, s'étendent des plaines sablo-argileuses jonchées de

gravillons ferrugineux mis à jour par l'érosion en nappe des eaux de ruissellement et accessoirement par l'érosion éolienne.



Document 2.51 - Bassin versant du Gorouol

Les ravins d'érosion, témoins d'un ruissellement actif au voisinage des lignes de crêtes, débouchent rapidement dans des plaines à très faible pente où s'épandent leurs eaux de crues et leurs débits solides. On dit que le réseau hydrographique se dégrade et ce phénomène apparaît souvent dès que la surface drainée atteint 50 Km². Les lits mineurs se réduisent à des petites saignées dans des terrains argileux, saignées d'ailleurs discontinues qui relient entre elle une succession de mares et de dépressions. En aval de Koriziena, l'envolement du bassin par des sables est très important.

A Yatakala, le Gorouol reçoit sur sa rive gauche le Belli qui coule d'ouest en est, en limite de la zone subdésertique du Gourma. C'est pourquoi, bien qu'il draine théoriquement 80% du bassin total du Gorouol, le Belli est loin d'être un affluent important du Gorouol. Son bassin est essentiellement constitué de zones endoréiques et le lit n'est en fait qu'un chapelet de mares, ne communiquant pas toujours entre elles et formant plutôt des points bas de nombreux bassins fermés (dépression du Feto Maraboule et de Soum, mare d'Oursin et de Darkoy). Les écoulements sont très limités et l'on peut considérer comme très faibles en année humide, et nuls en année déficitaire, les apports du Belli au Gorouol. En aval de Yatakala, le Gorouol coule dans un profond sillon dont les bords sont recouverts de dunes de sables de 40 m de haut.

La végétation du bassin versant est très pauvre. Elle est essentiellement constituée de hautes herbes pendant l'hivernage et de quelques arbustes, surtout des acacias, concentrés dans le bas fond inondable. Tout converge à favoriser le ruissellement rapide, voire le ravinement.

a.2). *Le Dargol*, d'une longueur totale de 212 Km, draine un bassin de 72000 Km², constitué par des granites du Liptako recouverts partiellement par des terrains précambriens (schistes et roches vertes du Birrimien) qui apportent quelque vigueur au relief monotone de la vieille pénéplaine granitique. Les dépôts éoliens sont surtout importants dans le bassin inférieur. Le relief est un peu plus vigoureux que celui du bassin du Gorouol, bien que 99% de la superficie totale soient compris entre 200 et 320 m d'altitude. L'altitude moyenne du bassin est de 257 m.

Le Dargol, dont le cours est sensiblement orientée Ouest-Est, reçoit un certain nombre de petits affluents dont le principal est le Tilim qui se jette dans le Dargol à 20 Km en aval de Téra. Bien que légèrement plus arrosé que le bassin du Gorouol, celui du Dargol ne permet pas à son axe principal de drainage d'être un réel cours d'eau ; les mares d'épandages sont encore nombreuses et le volume des apports est inférieur à celui des ruissellements qui se produisent à l'intérieur du bassin versant.

a.3) *La Sirba* est le premier affluent depuis Mopti dont les apports au Niger ne soient pas négligeables. Son bassin versant a une superficie totale de 38 750 Km². La Sirba, longue de 460 Km, draine, avec ses nombreux affluents, un bassin qui s'étend jusqu'à la longitude de Ouagadougou et qui, suivant la latitude, subit l'influence des climats sahéliens et tropical.

La totalité du bassin est constituée par les granites du Liptako, recouverts par endroits par des schistes et les roches vertes du Birrimien. C'est une vaste pénéplaine érodée au relief monotone, et aux pentes faibles : 85% de la superficie totale du bassin sont à une altitude comprise entre 240 et 320 m. L'altitude moyenne est de 287 m. La végétation est celle d'une savane légèrement boisée avec épineux ; elle n'est vigoureuse que dans les bas-fonds.

La Sirba ne prend réellement son nom qu'après le confluent de son bras sud, le Koulouoko, issu de la région de Boulsa, et de son bras nord la Faga, qui reçoit elle-même de multiples sous-affluents. L'endoréisme est encore assez important dans le bassin de la Faga.. Néanmoins, les précipitations deviennent supérieures à 500 mm et le ruissellement superficiel commence à être suffisant pour justifier la création de quelques barrages réservoirs. Cependant, la dégradation hydrographique est encore notable et les pertes par épandages représentent un volume largement supérieur à celui des apports qui parviennent au Niger.

a.4). *Le Goroubi* draine un bassin de forme allongée, orienté Sud-ouest/Nord-est, dont la superficie totale est de 15 500 Km², et sa longueur totale est de 433 Km.

La constitution géologique du bassin est sensiblement la même que celle du bassin de la Sirba : granites usés du Liptako, affleurements de schistes et roches vertes, puis dans les bassins inférieurs recouvrement de terrains sédimentaires du continental terminal. La pente du bassin du Goroubi est plus forte que celle de la Sirba : 77% de la surface sont entre 240 et 320 m d'altitude, l'altitude moyenne est de 287 m.

Le Goroubi prend naissance près de Gada N'gourma, il ne reçoit aucun affluent important jusqu'à Lamordé Torodi. Il coule alors dans un sillon creusé dans les terrains

sédimentaires puis reçoit le Diguibari et le Tyenetyegal avant de confluer avec le Niger entre Say et Kirtachi.

a.5) *Le bassin du Diamangou* est tout à fait analogue à celui de Goroubi par sa forme, son orientation et sa nature géologique. Son relief est toutefois un peu plus mou. Son altitude moyenne est de 252 m et sa superficie de 4 400 Km².

a.6) *La Tapoa* est le dernier affluent, qui conflue avec le Niger en amont du **W. II** a un bassin de 5500 Km² et de forme allongée, il est dans sa partie supérieure constituée de roches éruptives (granite et dolorites) qui, fortement érodées, forment une pénéplaine au relief peu accusé. Celui-ci est plus vigoureux dans le bassin inférieur, composé de formations sédimentaires et de grès primaires. La végétation est celle d'une savane boisée avec des épines.

Longue de 260 Km, la Tapoa n'est dans son cours supérieur et moyen qu'une série de dépressions argileuses. La pente augmente à l'aval, dans la traversée des grès. Près du campement de chasse de la réserve du W, la Tapoa franchit une chute d'une vingtaine de mètres de hauteur, puis rejoint le Niger au fond d'une gorge étroite et sinueuse, obstruée par d'importants blocs de grès. Le réseau hydrographique du bassin de la Tapoa se réduit presque à l'artère principale, le seul affluent notable étant le Borofwandou

En conclusion, tous les affluents du groupe voltaïque, exception faite du cours inférieur de la Tapoa, ont une structure semblable : bassins plats, endoréisme marqué, pertes par épandages prédominantes, au réseau hydrographique dégradé. Toutes ces caractéristiques, très nettes pour le Gorouol, vont en s'estompant vers le sud (conséquences sur le Niger, car il provoque la première crue !)

b) *Les Affluents du groupe Béninois* : le groupe dahoméen comprend trois affluents, la Mékrou, l'Alibori et la Sota qui présentent des caractères géographiques communs, à savoir :

- Un relief accentué,
- Un bassin de forme allongée, orienté du Sud au Nord, donc bien arrosé dans sa partie supérieure la plus accidentée.
- La disparition de la dégradation hydrographique.

b.1) *Le bassin de la Mékrou* couvre 10 500 Km² : et il est particulièrement allongé et accidenté. Sa partie supérieure fait partie du massif de l'Atakora et a une altitude maximale de 640 m, alors qu'au confluent du Niger l'altitude est voisine des 173m. L'altitude moyenne est de 371 m pour le bassin supérieur limité à la station de Kompongou (5670 Km²) et de 320m pour le bassin total.

La majeure partie du bassin est recouverte par des terrains précambriens (gneiss et orthogneiss, ainsi que micaschistes et quartzites de l'Atakora). Dans le bassin inférieur, apparaissent des grès et schistes primaires. La végétation est une savane arborée et arbustive avec une légère galerie forestière dans le cours inférieur de la Mékrou. Le parc national du W couvre tout le bassin inférieur jusqu'à la route Banikoira-Kompongou.

Le réseau hydrographique est très simple : une seule grande artère, longue de 500 km, sans affluents notables, draine le bassin. D'origine structurale, les méandres et coudes brusques sont très nombreux et le lit est souvent encombré de rochers. La traversée de la chaîne de l'Atakora perturbe le cours de la Mékrou : les chutes de Koudou, les gorges de Dyodyonga et les rapides de Barrou en sont les accidents les plus pittoresques.

Aux gorges de Dyodyonga, la Mékrou coule entre les parois verticales de quartzites hautes d'une quarantaine de mètres ; ce site serait intéressant pour un aménagement hydro-électrique d'environ 20 000 KW de puissance régulière.

b.2) Le bassin versant de l'Alibori a une superficie totale de 13650 Km². D'une altitude moyenne de 287m, le bassin est constitué de terrains précambriens gneissiques ; des granites affleurent dans le haut bassin ; entre des séries de fractures, orientées Nord-Sud, apparaissent des migmatites. L'ensemble du bassin peut être considéré comme relativement imperméable. La végétation est une savane arborée et arbustive ; la forêt humide dégradée borde parfois des lits du haut bassin, elle devient une belle galerie forestière le long du cours inférieur. Une forêt classée couvre près de la moitié du bassin supérieur, tandis que le parc national du W englobant le bassin du Pako, jouxte partiellement le cours inférieur de l'Alibori.

Prenant naissance à 410m d'altitude environ, l'Alibori long de 408 km approximativement reçoit en rive droite le Souedarou et le Darouwoka. Dans son cours moyen, le lit de l'Alibori est coupé de nombreux rapides ; il reçoit, en rive gauche les rivières Konekoga et Pako avant de confluer avec le Niger en amont de Malenville.

b.3) Situé en bordure de la frontière du Nigéria, le bassin de la Sota a une superficie de 12 100 Km² et n'offre pas les mêmes caractères géologiques que les deux autres Béninois. Tandis que sa partie supérieure est constituée de granites recouverts partiellement de gneiss précambriens, ses parties moyennes et inférieures sont formées de terrains sédimentaires (Grès de Kandi) fortement cuirassés.

- L'altitude moyenne du bassin contrôlé par la station Couberi est de 300m.
- La végétation de la Sota est une savane arborée et arbustive assez clairsemée sur les plateaux latéritiques du bassin inférieur. Une étroite galerie forestière borde une partie du cours inférieur.

La Sota (longueur de 284 km) reçoit successivement le Souamon en rive droite et en rive gauche le Tassene, le Bouli et l'Irane. En aval, de Couberi, la Sota serpente durant 15 km dans les alluvions de la vallée du Niger avant de confluer avec ce dernier à 1 km en aval de Malenville.

D - LES OUEDS DE LA RIVE GAUCHE

Les affluents fossiles de la rive gauche ont des « bassins versants théoriques » dont la superficie totale est estimée à 700.000 Km². Malgré la dégradation des réseaux hydrographiques et l'imprécision des limites des bassins, nous distinguons plusieurs grands systèmes ; ceux-ci sont des bassins dans lesquels seul les cours supérieurs coulent encore quelques jours par an.

Dans cette zone immense, on ne possède pas toujours suffisamment de renseignements concernant l'importance ou même l'existence d'un écoulement exceptionnel. Aussi l'importance des zones actives que nous essayons de présenter le plus simplement possible ne peut prétendre être étudié de façon exhaustive. Nous examinerons :

- Les affluents localisés en bordure de la vallée du Niger
- Le bassin de Tilemsi,
- Le bassin de l'Attankarer,
- Le bassin de l'Azaouak,
- Les "dallol" Bosso, Foga, et Maouri.
- Les Goulbis de Maradi

1) Les affluents localisés en bordure de la vallée du Niger

De Tossaye à Malenville, la rive gauche de la vallée du Niger présente à peu près le même aspect. Une falaise de quelques dizaines de mètres de hauteur borde un plateau gréseux recouvert d'une cuirasse latéritique et de dépôts éoliens plus ou moins continus. On y rencontre tantôt des sols dunaires, tantôt des sols provenant de la désagrégation des cuirasses.

Le plateau est entaillé par des vallées d'importances très variables.

Au nord de Niamey, la faible pluviométrie, l'extension des dépôts éoliens et l'existence de grandes zones endoréiques font que les bassins ne sont actifs que dans leur partie inférieure. Si les apports de ces petits cours d'eau sont insignifiants, il ne faut pas en négliger les caractéristiques hydrologiques dans l'étude des aménagements locaux.

Au sud de Niamey, plus particulièrement entre le W et Malenville, la pluviométrie s'accroît sensiblement, mais les volumes écoulés par la vallée affluente restent faibles et sans rapport avec la superficie des bassins versants théoriques.

2) Le bassin de Tilemsi

La vallée de Tilemsi, qui est orientée Nord-Sud et rejoint le Niger à Gao, collecte de nombreux "oueds" qui drainent le versant occidental du massif de l'Adrar des Iforas. Ce massif a un climat subdésertique, les précipitations annuelles sont en moyenne voisines de 80 mm à Tessalit au nord et de 135 mm à Kidal au sud. Le versant occidental est moins aride que le versant oriental.

On possède très peu de données sur l'importance des écoulements. J. Bubief a évalué à 60.000 km² le bassin actif de Tilemsi, mais cette superficie qui correspond à la totalité de la zone montagneuse nous paraît un peu surestimée, car de mémoire d'homme on n'a jamais vu d'écoulement dans le Tilemsi. Cependant, on peut admettre par analogie avec le massif de l'Air, qu'en année de pluviosité excédentaire les écoulements atteignent les pieds du massif, puis se perdent rapidement par infiltration. Le lit des "oueds", large de quelques dizaines de mètres et encombré de sable grossier, se transforme rapidement à la sortie du massif en plaine d'épandage de un ou plusieurs kilomètres de largeur.

3) Le bassin de l'Attankarer

Le bassin actif de l'Attankarer est formé par le versant oriental de l'Adrar et des Iforas et l'extrémité Sud-Ouest du massif de l'Ahagar. J.Dubief a évalué à 35.000 Km² la superficie de ce bassin actif dont le climat subdésertique peut être grossièrement caractérisé par la hauteur moyenne des pluies annuelles observées de 1938 à 1942 à Tin Zaouaten, soit 43 mm concentrés pour les trois-quarts sur Août-Septembre. Quelques pluies provoquées par des dépressions sahariennes peuvent cependant se produire en Mai et Juin.

Sur sept années d'observation, il ya eu 14 écoulements, dont 3 en Mai, 5 en juillet 3 en Août, 3 en septembre. Il est vraisemblable que la plupart de ces écoulements se sont infiltrés rapidement et n'ont pas atteint la vallée de l'Attankarer.

4) Le bassin de L'Azaouak

L'Azaouak draine le versant méridional de l'Ahagar et le versant occidental de l'Aïr. Il se prolonge vers le sud par le dallol Bosso qui rejoint le Niger à Boumba, un peu en aval du W. L'Azaouak est de loin le bassin fossile le plus important de la rive gauche du Niger, mais sa partie active se limite au versant des massifs montagneux.

Quatre affluents principaux prennent naissance entre 1400 et 2150 m d'altitude dans l'Ahagar. Ce sont les "oueds" Tin-Amzi, Zazir, Ighergher et Tin-tarabin. La pluviométrie annuelle dans la partie supérieure de leur bassin doit être en moyenne de l'ordre de 25 mm. Ces « Oueds » ne coulent que rarement, peut-être une fois par mois en moyenne. Leurs écoulements se perdent rapidement à la sortie du massif, ils ne parcourent guère au total que quelques dizaines de kilomètres et exceptionnellement 200 à 300 km, d'après les informations recueillies par J. Dubief. Dans leurs cours supérieurs, les oueds peuvent cependant avoir des crues violentes.

Du massif de l'Aïr, descendent vers l'ouest une multitude de petits oueds qui se rassemblent dans quatre collecteurs principaux, lesquels confluent avec l'Azaouak dans la région d'Inbagarit. La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 20mm dans le nord de l'Aïr, mais elle croît assez rapidement vers le sud pour atteindre 165 mm à Agades. Les crues tendent donc à devenir moins rares et plus violentes dans le sud du massif.

5) Les "Dallols" Bosso, Foga et Maouri

Les "dallols", que l'on appelle également "vallées sèches" sont les vestiges d'anciens affluents du Niger. Ces vallées sont larges, évasées et souvent ensablées.

a) *Le dallol Bosso* n'est que le prolongement de la vallée de l'Azaouak et s'étire sur plusieurs centaines de kilomètres avant de rejoindre le Niger un peu en aval du W. Il n'a pas de lit marqué et ne présente aucun écoulement continu. Les eaux de ruissellement locales descendent les pentes de la vallée ; tantôt elles s'infiltrèrent dans les talwegs, tantôt elles forment des mares qui s'assèchent à la fin de l'hivernage.

b) *Le dallol Maouri* a un bassin versant théorique qui s'étend jusqu'à la falaise de Tidjeddi à 50 km au sud d'Agades, mais les différentes vallées affluentes (Abalema, Keita, et

Badeguichiri) sont en fait des dépressions discontinues qui n'apportent que des écoulements très limités ou nuls. Rejoint par le Dallol Foga à 20 km au nord de Gaya, le dallol Maouri conflue avec le Niger près de Dole. Dans son cours inférieur, la vallée est mieux marquée et présente quelques écoulements continus ou tout au moins de nombreuses mares d'hivernage. Dans certaines d'entre elles, on extrait du sel après évaporation.

Dans l'ensemble, les caractéristiques hydrologiques de ces « dallols » s'apparentent à celles du dallol Foga. Ils ont en outre un rôle hydrogéologique non négligeable en permettant l'alimentation des nappes superficielles alluviales et sans doute certaines années abondantes, celle de la nappe du continental terminal.

(L'écoulement dans ces affluents s'effectue de fin Mai à Septembre et joue un rôle important dans la crue locale que j'ai exposé ci-dessus)

IV - CONTEXTE HUMAIN ET ÉCONOMIQUE

On ne peut passer sous silence les besoins hydrologiques accrus des riverains, et notamment ceux des habitants de la ville de Niamey.

A : Situation démographique et caractéristique de la population :

Cette section traite de l'évolution de la population depuis 1977, des projections de croissances anticipées de la répartition géographique de la population et de sa composition. Les principaux indicateurs démographiques, les mouvements migratoires et la diversité ethnique sont ensuite brièvement discutés.

1) Evolution démographique

Les caractéristiques démographiques présentées dans cette section sont en majorité tirées des résultats définitifs du recensement général de la population et de l'habitat de 2001 (RGP/H-2001) du

Ministère des finances et de l'économie.

Ainsi en 2001, la population du Niger se chiffrait à 11 060 291 personnes, dont 83,7% vivaient en milieu rural. Cette population est caractérisée par une très forte croissance, avec un taux de croissance annuel qui s'élève à 3,3% entre 1988 et 2001 ; ce dernier se situait à 3,38% pour la période 1977-1988. La population du Niger a donc plus que doublé en moins d'un quart de siècle (multipliée par 2,16 en 24 ans), et les projections réalisées par l'organisation des nations unies (ONU) indique qu'elle doublera à nouveau d'ici 2020 pour atteindre 20 millions de personnes (République du Niger, 2003).

L'Etat nigérien, pour sa part, anticipe une croissance démographique sur la base de trois différents scénarios. Les scénarios qui ont été analysés sont :

- Le scénario tendanciel (scénario 1) : ce scénario est basé sur l'évolution des phénomènes démographiques observés au cours des 20 à 30 dernières années au Niger ;
- Le scénario de réduction rapide de la fécondité (scénario 2) : repose sur plusieurs hypothèses pouvant contribuer à une réduction rapide de la croissance de la population. Il implique l'adoption par les populations de comportements contraignants, souvent contraires à leurs habitudes et aux valeurs culturelles et traditionnelles. Entre autres, ce scénario suppose

une augmentation très forte des prévalences de la contraception entre 2005 et 2050, mais un fort ralentissement par la suite ;

- Le scénario d'appel à l'action : est basé sur une appropriation de réduction de la fécondité qui prend en considération les choix reproductifs des populations tout en supposant une réduction du taux de natalité. En fait, il comporte des hypothèses plus souples que le deuxième scénario relativement aux méthodes contraceptives et il suppose le maintien d'une durée élevée de l'allaitement maternel et la réduction graduelle des mariages précoces. Ce scénario suppose une augmentation faible et régulière de la prévalence de la contraception entre 2005 et 2050.

Etant donné que l'Etat nigérien a mis en place divers programmes de réduction de la pauvreté et d'amélioration de la santé des femmes et de l'enfant, basés entre autres sur le planning familial et l'utilisation des préservatifs au cours des dernières années, nous pensons que les hypothèses à la base du scénario 3 semblent réalistes. Les résultats de ce scénario sont présentés au document suivant :

Année	Population totale (Selon l'Etat nigérien, scenario 3)	Population totale (selon l'ONU)
1977	5 102 990	5 102 990
1988	7 251 000	7 251 000
2001	11 060 291	11 060 291
2005	12 546 000	12 986 000
2010	14 500 000	15 550 000
2015	16 700 000	18 482 000

Source Bureau centrale du recensement. Nations Unies et Ministère des finances et de l'économie du Niger.

Document 2.52 : Evolution de la population du Niger de 1977 à 2001 et projection 2010 et 2015

- En zone rurale, le fort taux d'accroissement naturel se traduit généralement par un important exode vers les villes. Toutefois, l'ONU croit que la population rurale devrait continuer à croître à un rythme soutenu et à augmenter de près de 45% d'ici 2015. La population rurale représentera alors un peu plus de 70% de la population totale.
- Au niveau régional, les régions ont enregistré une diminution du taux d'accroissement annuel moyen de leur population d'une période à l'autre, tout comme au niveau national. Pour les régions de Dosso et Tillabéri, cette diminution est plus marquée puisque leur taux de croissance, d'abord supérieur à la moyenne nationale au cours de 1977-1988, a décliné bien au-dessous de la moyenne nationale au cours de la période suivante. Cela est particulièrement vrai pour la région de Tillabéri où le taux annuel d'accroissement moyen est passé de 3,44 pour la période 1977-1988 à 2,75% pour la période 1988-2001.

En ce qui concerne l'évolution de la population par département, on remarque dans le document une diminution importante du taux d'accroissement moyen de la population d'une période à l'autre, sauf pour le département de Tillabéri dont la croissance annuelle moyenne a

atteint 2,5% au cours de la période suivante (1988-2001). Cependant, les résultats définitifs du RGP/H-2001 indiquent que ces taux reflètent non seulement la croissance démographique, mais aussi des différences de qualité dans les opérations de collecte d'une région donnée à l'autre et d'une période à l'autre

Région	Période 1977 1988(%)	Période 1988-2001 (%)
Dosso	3,71	3,05
Tillabéri	3,44	2,75
Niamey	4, 76	4,54
Niger	3,38	3,30

Source : Ministère de l'économie et des finances, 2008.

Document 2.53 - Taux d'accroissement naturel dans la région

a) Distribution et composition de la population ;

La répartition de la population est très inégale entre les régions semi-désertiques du nord et de l'est et la vallée du fleuve. Ce sont les régions du sud du pays qui accueillent la plus grande partie de la population. L'essentiel de la population (75%) est concentré sur la vallée du fleuve Niger et ses affluents, créant une pression démographique importante sur un environnement agropastoral fragile. Bien que les régions de Tillabéri, Dosso ne soient pas les plus peuplées du Niger, la densité de leur population compte parmi les plus élevées. En effet, la région de Dosso compte 44,5 habitants/km² et celle de Tillabéri 19,4 habitants/km² en 2001 chiffre supérieur à la densité nationale évaluée à 8,7 habitant/km²

B) Principaux indicateurs démographiques :

Selon l'OMS, l'espérance de vie à la naissance des Nigériens était de 41 ans pour les femmes et 42 ans pour les hommes en 2003. Ceci note une amélioration, puisque l'espérance de vie était de 37 ans dans les années 70.

En 2003, le taux brut de mortalité au Niger est de 19‰. Par ailleurs, le taux de mortalité infantile des enfants nigériens de moins de cinq ans est passé de 354‰ en 1960 à 262‰ en 2003. Ce taux de mortalité est l'un des plus élevés du monde. En effet, le Niger est parmi les trois pays au monde ayant le plus haut taux de mortalité infantile.

En 2000, l'indice de fécondité brut était estimé à 7,5 enfants en moyenne, dont 5,9 en milieu urbain et 7,9 en milieu rural. Ce taux est passé à 8 enfants par femmes en 2003.

La fécondité des femmes nigériennes est l'une des plus élevées de la sous-région. A titre comparatif, le taux de fécondité au Burkina Faso et au Mali pour l'année 2000 était respectivement de 6,5 et de 6,8 enfants par femme.

c) Organisation sociale

L'organisation sociale du Niger est grandement influencée par la culture et les traditions propres à chaque ethnie. Cette influence est d'autant plus importante en milieu rural et dans les localités où une ethnie domine par rapport aux autres. Dans la région du fleuve, les habitants se regroupent par ethnie et vivent à proximité de leur principale source de revenu, qu'il s'agisse du fleuve pour les pêcheurs, des terres agricoles pour les agriculteurs ou du pâturage pour les éleveurs. La population y est en majorité de type sédentaire, bien qu'on observe des concentrations de population nomades dans le canton de Gorouol.

Bien que la société nigérienne moderne offre des opportunités égales à tous les membres de ces sous- groupes, les coutumes des diverses sociétés présentes maintiennent les différences héritées de la tradition. Ainsi, les mariages entre groupes sociaux sont rares. Par ailleurs, dans toutes les communautés ethniques, les rapports entre les jeunes et les aînés ainsi qu'entre hommes et femmes sont encore déterminés en grande partie par les relations traditionnelles qui existent au sein des groupes sociaux formant une ethnie donnée, mais aussi entre les diverses communautés.

En effet, au Niger, il existe un dualisme qui se caractérise par la cohabitation d'un statut légal et d'un statut coutumier. Du fait du pluralisme juridique, le statut juridique de la femme au Niger est écartelé entre différentes logiques. D'abord, il y a la logique émancipatrice qui prône une égalité dans l'approche genre et ensuite il y a la logique plus conservatrice qui est basée sur le droit coutumier. Toutefois, la suprématie du droit moderne est assurée dans les cas suivant :

- Dans toutes matières qui ne relèvent pas de la coutume ;
- Lorsque le justiciable a renoncé volontairement à la coutume
- Lorsque la coutume est obscure ou ambiguë
- Lorsque le justiciable ne peut se prévaloir d'une coutume
- Lorsque la matière est régie par des dispositions impératives de la loi
- Lorsque la coutume est contraire à l'ordre public ou à la liberté des personnes.

Toutefois, le cadre légal existant contient certains textes qui compromettent l'effectivité des droits reconnus aux femmes par la convention sur l'élimination de toutes les formes de discriminations à l'égard des femmes (CEDEF). Ainsi, dans le cadre légal, les droits des femmes sont compromis en matière d'emploi, de droit de la famille, de perception des allocations familiales, d'accès aux moyens de production, de la santé, de la reproduction et en matière successorale.

2) Qualité de vie et pauvreté

Le Niger est un des pays les plus pauvres du monde. En 2005, le programme des Nations Unies pour le développement classait le Niger au 177^e rang sur 177 pays en termes de développement humain (PNUD, 2005). Au Niger, la pauvreté est un phénomène multidimensionnel et complexe.

Les conditions de vie dans la plus grande partie de la zone d'étude sont caractérisées par l'inaptitude à satisfaire les besoins essentiels. Les besoins vitaux minimum en termes de

nutrition et d'abri ne sont pas garantis, en plus d'un manque en infrastructure (eau potable, assainissement, modulations sanitaires et éducatives). Le déficit nutritionnel, notamment illustré par la famine et la malnutrition, a un impact catastrophique sur la qualité de la vie et sur la santé des habitants. Ces facteurs sont bien représentés par le profil de pauvreté dressé en 1994 par le Ministère du Plan alors que plus de 63% de la population vivait dans la pauvreté, dont 34% vivait en dessous du seuil de pauvreté extrême. Environ 86% des pauvres du Niger vivent dans les zones rurales. De plus cette pauvreté est fortement dépendante du genre puisque les femmes chefs de ménages sont les plus, pauvres en milieu rural. Ainsi, les femmes, les enfants et les groupes nomades sont identifiés comme étant des groupes vulnérables, c'est-à-dire les groupes qui ont une faible capacité de se prémunir contre le risque de connaître l'état de pauvreté. Ainsi, donc, plus les individus et les ménages ont des moyens d'autosubsistance ou d'adaptation, moins ils sont vulnérables.

Le niveau de développement socio-économique des zones rurales est également très faible. Ceci se reflète dans le nombre négligeable de personnes exerçant dans le secteur des activités tertiaires et des services sociaux, ainsi que dans les indicateurs présentés dans le document 2.54.

Indicateur	Niger	Pays sub-sahariens	Pays moins développés
Espérance de vie à la naissance (année)	47,1	50,0	50,4
Taux d'alphabétisation des adultes (%)	13,1	55,9	48,1
Mortalité infantile (pour 1 000) - 1960	191	166	170
Mortalité infantile (pour 1 000) - 1994	121	97	103
Vaccination contre rougeole (%) 1995	18	53	76
Malnutrition enfant de 5 ans - 1975 (%)	50	-	41
Malnutrition enfant de 5 ans - 1996 (%)	36	-	32
Quantité de calorie par jour	2 387	2 096	2 054
Nombre d'habitant pour 1 médecin	50 000	18 514	19 035
PIB réel par tête – 1960 (1 \$US 1987 = 100)	556	495	247
PIB réel par tête – 1980 (1 \$US 1987 = 100)	455	634	252
PIB réel par tête – 1994 (1 \$US 1987 = 100)	275	507	254

Sources : Ministères de l'économie, et PNUD 2008

Document 2.54 : Indicateurs de développement social au Niger et dans la Région

B - ORIGINE ET HISTORIQUE DE LA VILLE DE NIAMEY:

A sa création en 1931, la ville de Niamey comptait 1730 habitants. Mais très vite elle va connaître un accroissement rapide tributaire des principaux phénomènes démographiques que sont la fécondité assez élevée à Niamey comme partout au Niger (6,5 enfants par femmes), et aussi des migrations internes (surtout l'exode). C'est ainsi qu'au premier recensement de 1977, la ville qui, certes ne correspond pas aux délimitations actuelles comptait déjà 242 973 habitants (Rép du Niger, Ministère). Au recensement de 1988, soit 11 ans plus tard, on dénombre 397 437 habitants dans l'espace désormais appelé la Communauté Urbaine de

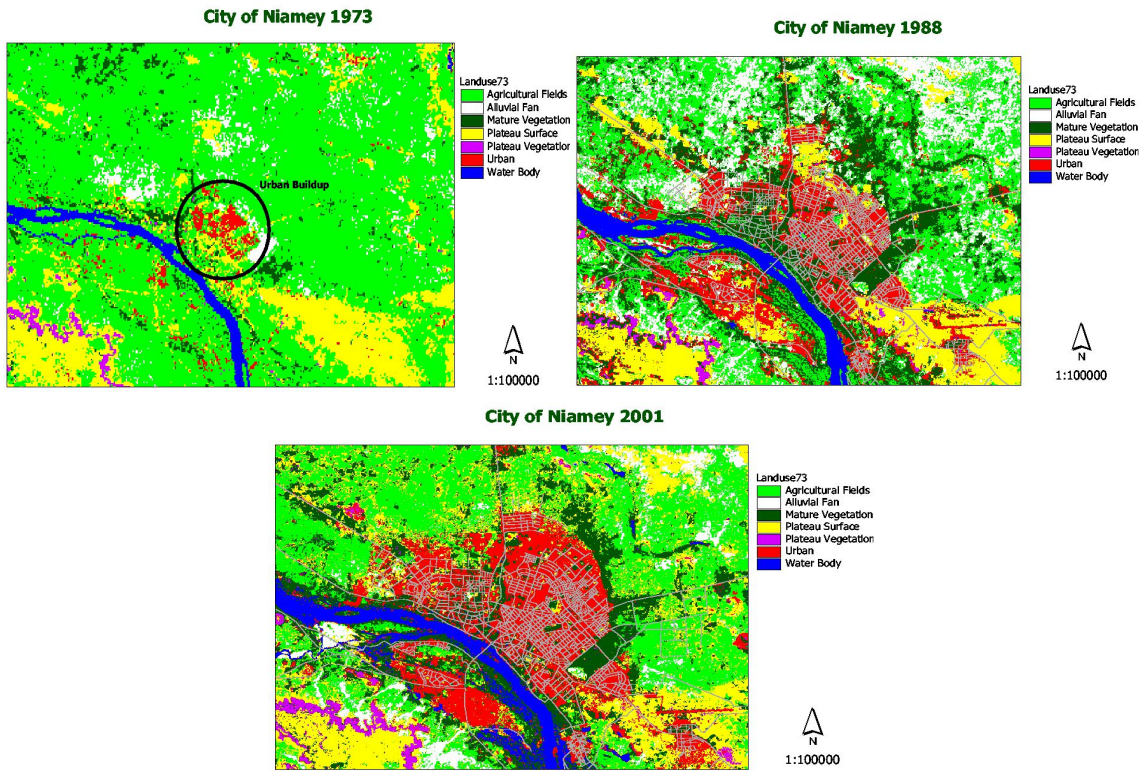
Niamey. Moins de quinze ans après, au troisième recensement de 2001, la population était de 707 951 habitants. Aujourd'hui, en l'absence de toute autre statistique fiable, on peut affirmer sans risque de se tromper que Niamey est une ville de plus d'un million d'habitants comme le prédisaient déjà les projections démographiques effectuées par la Direction de la population en 1994. Ces chiffres dénotent une urbanisation galopante qui ne va pas sans poser des problèmes en terme de besoins pour un bon cadre de vie (logements décents, besoins de mobilité et de transport suffisants adéquats, éducation et santé pour tous et de qualité, autres équipements socio- économique disponibles,...etc.). Ceci dit, depuis plus de deux décennies environ, Niamey a connu une urbanisation accélérée entraînant un accroissement des besoins, dont celui de l'eau.

1) L'expansion (document 2.55)

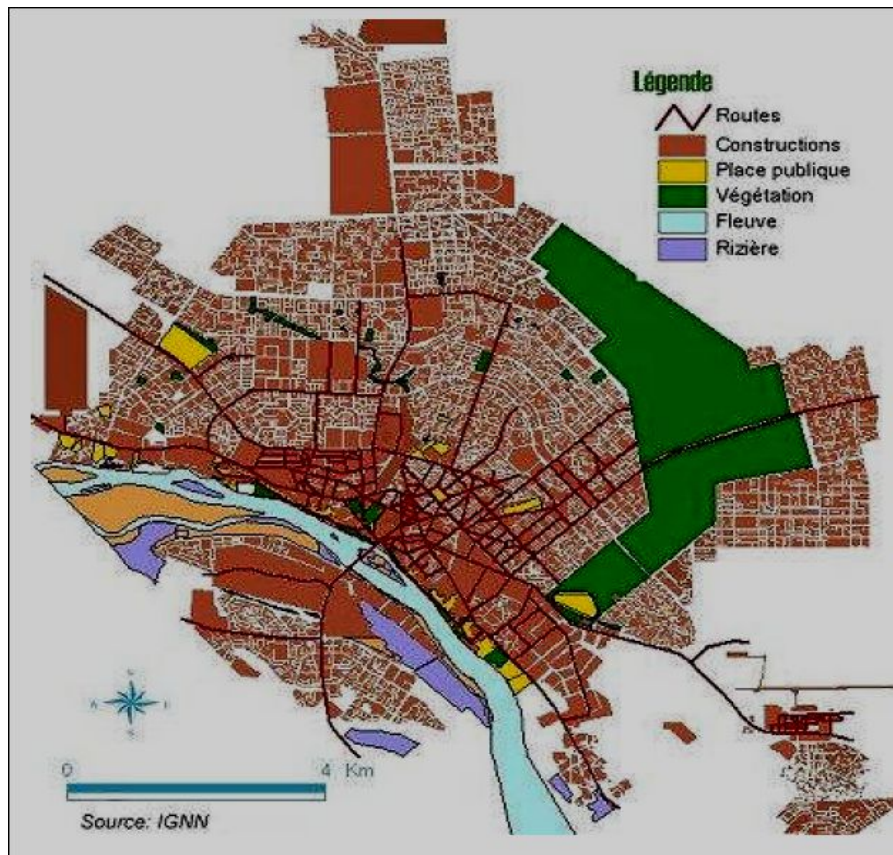
La ville de Niamey qui est notre cadre d'étude est née il y a au moins 100 ans. A l'origine, c'était un petit village au bord du fleuve. Cette ville a dû s'adapter aux exigences du rôle qui lui est désormais dévolu depuis 1926, date à laquelle elle fut érigée en capitale du Niger.

Devant la croissance urbaine rapide de la population, le rythme d'installation des populations dépasse les capacités d'accueil de l'Etat. La parcelle cesse d'être gratuite, elle est une denrée précieuse. Ainsi entre 1953 et 1959, 900 parcelles ont été vendues à Niamey ; entre 1956 et 1966, 1974 ont été concernées par la vente. Au total, en l'espace de 14 ans, 2274 parcelles sont vendues, soit une moyenne de 162 par an. La population de la ville pendant la même période est passée de 180 129 habitants à 218.997, soit une augmentation de 38 868 personnes (données : résultats de l'enquête sur les budgets africains de l'époque qui estimaient la taille moyenne des familles à 3,2 personnes qui représenteraient 12 147 ménages).

- En 1979, 284 parcelles de lotissement ouvert au Nord Est de Boukoki ont été vendues à 1038 personnes à la fois c'est-à-dire que 3,6 personnes se partagent une parcelle. Le nombre de demandes non satisfaites s'élevait à 1 154. En 1981, à la faveur d'une grande opération de lotissement qui avait donné naissance aux quartiers de Boukoki I, II, III, IV, kalley Nord, route Filingué, plus de 20 000 parcelles furent vendues ; par contre, les demandes à satisfaire s'éleveront à 54 000, soit seulement une demande sur trois.
- Entre 1985 et 1989, c'est la naissance des quartiers Banifandou, Djedda, Dar-es-salam soit au total 4000 parcelles loties et vendues. La croissance spatiale de la CUN se traduit par une irrégularité du croît de la population et de celle des lotissements d'une part, et de l'autre par un décalage toujours observé entre l'offre et la demande (Mémoire Diakité p49-52).



Document 2.55 - Extension de Niamey au troisième tiers du XXe siècle



Document 2.56 - Schéma directeur d'urbanisme

L'édification d'un deuxième pont sur le fleuve a été perçue comme une nécessité par le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) de la ville de Niamey lors de son

élaboration en 1984. Cela s'est traduit par son inscription dans le programme d'action prioritaire (PAPP) du dit schéma. Il avait pour but de favoriser les nouvelles fonctions de la ville, en particulier l'amélioration de la liaison entre les deux rives

2) La ville de Niamey est divisée en deux par le fleuve.

La partie la plus importante de la ville se trouve sur la rive gauche, avec les quartiers suivants : Anikwara, Banizoumbou, Banifandou, boukoki, Cité Caisse, Cité Faysal, dangawo, Daressalem, deuxième arrondissement, Gamkalé, Kalley Est, Kalley Sud, Kwarakano, Kwaratégui, Lakouroussou, lazaret, Liberté, Madina, Plateau, Quartier Aéroport, Quartier Sonni, Quartier Zabarkane, Saga, Sixième, Talladje, Terminus, Tourakou, Yantala haut, Yantala Bas, Zongo et Goudel.

Sur la rive droite, aussi appelée Harobanda se trouvent les quartiers suivants : Gaweye, Lamordé, Pont Kennedy, Kirkossoye, Karadjé, Banga Bana.

C - BESOINS EN EAU DE LA POPULATION RIVERAINE

Au Niger, deux barrages ont vu le jour essentiellement pour l'alimentation en eau des populations : le barrage de Goudel à Niamey avec les caractéristiques suivantes :

Années	Volume eau prélevé du fleuve (m ³)	Volume eau refoulé vers la ville (m ³)
2004	22 429 971	21 458 619
2005	24 323 000	21859994
2006	24 759 533	23 016 000
2007	27 600 255	25 088 829
2008	27 392 348	25 999 502

Source : SEEN (Société d'Exploitation des Eaux du Niger)

Document 2.57 : Données des volumes d'eau traités à la station d'épuration de Goudel

1) Usages et besoins en eau

Les prélèvements annuels sur le fleuve Niger au Niger sont de l'ordre de 513 millions de m³ répartis entre les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de l'eau potable et des pertes. Ces pertes, qui se répartissent entre l'évaporation et l'infiltration, sont difficilement quantifiables de façon séparée dans le cadre de cette étude. Les principales utilisations qui seront traitées sont l'hydraulique agricole, l'hydraulique pastorale et l'eau potable regroupant l'hydraulique urbaine et rurale.

a) *L'agriculture* : Le long du fleuve, les usages agricoles de l'eau sont multiples, mais ils sont difficiles à inventorier et à évaluer. Les données disponibles pour permettre une estimation concernent :

- L'irrigation en maîtrise totale de l'eau sur les aménagements de l'Office National des Aménagements Hydro-Agricoles du Niger (ONAHA) avec au total 7600ha (source ONAHA) ;
- L'irrigation privée à maîtrise totale d'eau avec pompage individuel sur une superficie de 1400 ha (ADRAO).

L'ensemble couvre 9000ha. La détermination de la consommation en eau de l'agriculture se base sur les estimations des besoins en eau du riz, effectuées par l'ONAHA. Ces besoins sont de 9250 m³/ha pour la saison humide et 13950 m³/ha pour la saison sèche.

Globalement, sans tenir compte des autres besoins du maraîchage, le volume total atteint 208,939 millions de m³. Ce chiffre est probablement une sous-estimation des prélèvements réels des différents AHA, compte tenu de la faible efficacité des aménagements (de l'ordre de 60% selon Zaslavsky et al., 2000) et les autres usages de l'eau autour des aménagements (maraîchage, élevage...). En effet, comme on le verra dans la partie suivante, une partie de ces consommations est utilisée pour le maraîchage. Toutefois, la consommation de ce sous – secteur n'a pas pu être déterminée faute de statistiques tant sur les superficies cultivées que sur les spéculations. Ce volume utilisé pour l'irrigation représente 1% du volume moyen annuel de 1990-2000, mais répartis dans le temps, les besoins de la saison sèche chaude approchent les débits d'étiage. Sur le fleuve Niger au Niger, il n'existe pas encore d'ouvrage hydraulique capable d'influencer le régime hydrologique dans le but de soutenir les étiages.

b) *L'élevage* : En ce qui concerne le bétail, la détermination des besoins prend en compte l'ensemble des animaux de la région du fleuve (Dosso et Tillabéri). En l'absence d'un récent Recensement Général de l'Agriculture (RGA), on utilise le taux de croissance naturel pour les estimations. Une fois les effectifs connus, on les convertit en Unité de Bétail Tropical (UBT) pour laquelle la consommation est de 30 litres par jour (République du Niger, 1999 a).

L'estimation du bétail de la vallée du fleuve qui se chiffre à 1,21 millions d'UBT, permet d'évaluer à 13 millions de m³ le besoins en eau pour l'abreuvement des animaux.

c) *L'Hydraulique Urbaine* : En ce qui concerne l'hydraulique urbaine, dans la vallée du fleuve Niger, on considère deux grandes villes, la capitale Niamey et Tillabéry, chef-lieu de département. Ces entités comptent respectivement 890.000 et 18700 habitants en 2007. Sur la base d'une dotation brute en eau estimée à 65l/j (République du Niger 1999 c) et par personne en milieu urbain, la demande en eau potable se chiffre à :

- Demande en eau potable pour la ville de Niamey pour l'an 2007 = $65/\text{Jour} * 365 \text{ jours} * 890000 \text{ personnes} = 2111 \text{ millions de litres soit } 21,11 \text{ million de m}^3/\text{an}$
- Demande en eau potable pour la ville de Tillabéry pour l'an 2007 = $65/\text{Jour} * 365 \text{ jours} * 18700 \text{ personnes} = 443 \text{ millions de litres soit } 4,43 \text{ millions de m}^3$.

La demande totale en eau potable en milieu urbain doit donc se chiffrer à $21,11 + 4,43 = 25,54$ millions de m³/an. L'étiage de juin 1985 a été sévère, avec un arrêt d'écoulement du fleuve Niger à Niamey. Par mesure de sécurité, un seuil a été réalisé afin de créer une retenue artificielle de trois millions de m³ pour l'alimentation en eau potable de la capitale.

2°) - *Bilan hydrologique* :

Le bilan global de la ressource en eau de surface de la vallée du fleuve prend en compte les eaux entrant en provenance du Mali et celles qui sortent du Niger, les apports locaux et les prélèvements. Pour obtenir les paramètres du bilan, la démarche consiste à utiliser les débits journaliers d'un certain nombre de stations hydrométriques sélectionnées.

Le choix de ces stations se définit par l'importance de leurs données et surtout par leur position stratégique sur le parcours du fleuve. Pour les calculs des apports locaux, les statistiques disponibles ne couvrent pas les mêmes périodes, situation qui ne facilite pas les comparaisons. Cependant, pour les besoins du bilan, la période la plus favorable sur laquelle est disponible le maximum de données sur toutes les stations couvre respectivement 1990-

1995 pour les stations de Kandadji et Malenville, et 1985-1991 pour les affluents de la rive droite. Les quantités d'eau observées au niveau des stations hydrologiques de la rive droite ont été considérées comme constantes dans le temps.

Le document suivant donne le volume annuellement écoulé au niveau de ces stations ainsi que les périodes de calcul.

Affluents ou fleuve	Période de calcul	Station de contrôle	Superficie des bassins versants (km ²)	Volume annuel Ecoulé (million de m ³)	Débit maximum
Niger	1990-1995	Kandadji	-	20 893	2090
Niger	1990-1995	Niamey	700.000	20 734	2010
Niger	1990-1995	Malenville	1000 000	22 691	2480
Gorouol	1985-1991	Alkongui	44 850	624	300
Dargol	1985-1991	Kakassi	6940	204	120
Sirba	1985-1991	Garbey-K	38750	1 117	456
Goroubi	1985-1991	Diongoré	15 500	274	107
Diamangou	1963-1970	Tamou	4 030	104	136
Tapoa	1985-1991	Camp W	5 330	31	174
Mékrou	1985-1991	Barou	10 500	591	242

Sources : calculs effectués d'après les données hydrologiques de diverses stations

Document 2.58: Apports moyens du fleuve Niger et de ses affluents de rive droite en République du Niger

Le Gorouol est situé en amont de Kandadji et par conséquent, son apport est déjà compris dans celui rentrant au Niger. Le volume entrant au Niger sera donc le volume de Kandadji sans celui du Gorouol.

Les apports moyens des affluents de la rive droite rapportés à une même période (1985-1991) donnent en moyenne 2 945 millions de m³ par an. A l'entrée du Niger (Kandadji) et à la sortie (Malenville), de 1990 à 1995, les volumes moyens annuels apportés par le fleuve sont respectivement de 20 259 et 22 691 millions de m³. Sur la base de ces estimations, on peut déterminer les ressources prélevées au Niger (V en millions de m³) estimées à 513 millions de m³ selon la formule ci-après :

$$V = \text{Volumen sortis au Niger} - \text{volumen entrées au Niger} - \text{apports locaux}$$

$$513 \cdot 10^6 = 22691 \cdot 10^6 - 20259 \cdot 10^6 - 2945 \cdot 10^6$$

Il faut noter que les volumes prélevés au Niger incluent les pertes par évaporation et infiltration, sur le plan d'eau uniquement dans la vallée du fleuve (prélèvement naturel) et les prélèvements pour l'irrigation, l'eau potable, et l'abreuvement des animaux, calculés pour l'an 2000 et qui sont de 241 millions de m³ (document 2.59). Si l'ensemble du prélèvement est estimé à 241 millions de m³, les pertes par infiltration et par évaporation sont de l'ordre de 272 millions de m³ (source Agrhymet). L'apport global pour l'an 2000 est la somme des volumes entrés au Niger et des apports locaux soit 23 204 millions de m³

secteur	Besoin unitaire	Effectifs	Besoin annuel (millions de m ³	Besoin en étiage (m ³ /s)	Besoin en crue (m ³ /s)
Agriculture	23200 m ³ /ha/an	9006 ha	208,939	8,078	5,356
Elevage	30 l/j/UBT	1 211 767 UBT	13,239	0,420	0,420
Ville de Niamey	65l/j/hab	538 125 hab	12,767	0,405	0,405
Ville de Tillabéri	65l/j/hab	12 931hab	0,307	0,01	0,01
Population rurale	20l/j/hab	789 170 hab	5,746	0,182	0,182
Total	-	-	241,028	9,110	6,373

UBT : Unité de bétail tropical, ha : hectare hab : habitant

Sources : Calcul effectué à partir des données du MHE, MAG/EL

Document 2.59 : Récapitulatif des différents besoins en eau en 2000

Le besoin unitaire pour le riz représente un besoin théorique basé sur l'estimation des besoins du riz. Pour les besoins des populations, ils sont estimés par le schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau du Niger.

V - DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

On s'étonnera peut être de voir traiter cet aspect écologique après la géographie humaine. Mais cette dernière a fortement influencé la biodiversité.

Le fleuve Niger décrit une sinuosité dans le sud de son parcours en république du Niger. Cela est dû à la base à une succession de failles en sens inverse ayant servi de zone de faiblesse facilitant l'écoulement. Vue de dessus comme nous l'avons déjà signalé antérieurement, la sinuosité décrit la lettre W et a aussi donné son nom au plus grand parc de protection d'espèces menacées : le parc national du W. Ce parc constitue la réserve de référence de suivi de la biodiversité au Sahel. Nous décrivons par la suite la faune, l'avifaune.

Il faut noter que le Niger a adhéré à la convention sur la diversité biologique ratifiée par le pays en juillet 1999. C'est ainsi que, conformément à l'article 6 de ladite convention, le pays a élaboré une stratégie et un plan d'action en matière de diversité biologique avec l'appui du FEM. Ce document démontre la volonté du Niger de partager et conserver sa diversité biologique.

Les objectifs qui sont visés à travers cette stratégie sont les suivants :

- Utiliser durablement les éléments constitutifs de la diversité biologique.
- Assurer les conditions d'un partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation de la diversité biologique et de ses éléments constitutifs.

•

A- LA FAUNE

Le fleuve est le milieu propice pour la reproduction et le développement des espèces animales et végétales. L'interdiction de la chasse, la création des parcs de protection, la mise en place des réserves ZICO ont permis la préservation d'espèces menacées.

1°) *Les Gros Mammifères*

La biogéographie des régions sahéliennes et adjacentes a été marquée considérablement par le déclin dans le nombre des gros mammifères. Au total, il existe environ 130 espèces de mammifères identifiés, dont les plus importantes concentrations se trouvent dans le Parc National du W et le Ténééré.

A l'extérieur du Parc National du W, il y a de nombreuses espèces qui utilisent le fleuve et les zones inondables.

a) *Les Hippopotames à Ayorou* : Il existe des populations d'hippopotames dans le fleuve au nord de Tillabéri, mais leur grande concentration se trouve à Ayorou où des sites peuvent abriter plus de 100 individus (Firgoum). Selon les informations recueillies au cours d'une mission de la Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (DFPP), la région d'Ayorou compte environ 200 individus.

La grande concentration des effectifs à Ayorou peut s'expliquer par le braconnage intense que connaissent les hippopotames au Mali.

b) *Lamantin* : Le Lamantin est un mammifère aquatique appartenant à l'ordre des siréniens. Trois espèces seulement existent actuellement sur la planète, dont le Lamantin d'Afrique (*Trichechus senegalensis*). Ainsi, le Lamantin présente une importance particulière pour la diversité biologique du fleuve Niger reconnu comme représentant sa zone d'habitat la plus importante par plusieurs études réalisées entre 1969 et 1997. Actuellement, il est en constante régression du fait de la perte de son habitat, du braconnage et de son importance socio-économique, écologique et culturelle.

L'état de la population de Lamantin au Niger n'est pas connu car aucune étude précise n'a été menée sur l'animal. Le Lamantin est inscrit sur la liste des animaux protégés de façon absolue et dont la chasse et la capture, y compris celles des jeunes, sont interdites sauf aux porteurs de permis scientifiques (Loi n° 62-28 du 4 Août 1962 fixant le régime de la chasse).

2°) *L'Avifaune*

L'avifaune du Niger comprend près de 500 espèces identifiées dont aucune n'est endémique. Elle se compose de trois catégories principales :

a) *Les migrants inter-africains* : Certains migrants inter-africains sont connus pour se reproduire dans la Vallée du Niger au cours des saisons pluviales. Ces migrants comprennent par exemple *Cicoma abdim*, qui migre de l'Afrique du Sud au Niger.

b) *Les migrants paléarctiques* : Il est signalé que 125 espèces environ passent l'hiver au Niger et au moins une espèce, *Apus pallidus* s'y reproduit. Les nombres globaux peuvent être impressionnants. Par exemple, près de 20 000 pigeons capucins hivernent le long du fleuve Niger.

Des données indiquent que la population de beaucoup d'espèces européennes est fortement liée à la qualité de leur environnement hivernal. Ceci est particulièrement important parce qu'il y a lieu de croire qu'un certain nombre d'espèces sont dédiées à un seul site et y retournent même si les eaux sont inadéquates, soit réduites en volume ou en qualité.

La plupart de ces migrants hivernent dans les zones protégées, même si un certain nombre d'entre eux s'alimentent et se reproduisent dans les parties riveraines et humides non protégées.

c) Les Populations locales : Les oiseaux locaux tendent à se déplacer en fonction de la saison. Pendant et après la saison pluviale, beaucoup d'entre eux se dirigent vers le Nord, du Sahel au Sahara et du Soudan au Sahel, et se retirent pendant la saison sèche. Un bon nombre de ces oiseaux demeurent, cependant, dans chaque zone biogéographique. Comme prévu, les espèces des zones sahélo-sahariennes semblent plus vulnérables, notamment avec le risque que pose la présence des oiseaux de proie. Dans les zones agricoles, la diversité des espèces et les nombres globaux dépendent considérablement du nombre et du type d'arbres existants. *Khaya senegalensis* constitue indéniablement l'arbre privilégié pour la nidification.

Les espèces d'importance internationale comprennent *Ciconia ciconia*, *Bubulcus ibis*, *Dendrocygna viduata*, *Alopochen aegyptica*, *Anas clypeata*, *Tringa ethropus* et *Gelochelidon nilotica*.

Au cours des années sèches, le fleuve Niger abrite plus de 1 % des populations de l'Afrique de l'Ouest, notamment *Plegadis falcinellus*, *Anas acuta*, *Anas querquedula*, *Philomachus pugnax*, *Limosa limosa* et *Sarkidiornis melanotos*. Pour d'autres espèces telle que *Balearica pavonina*, le critère de 1 % varie d'une année à l'autre.

3°)- Autres populations locales

Les espèces aquatiques présentes au Niger sont variées et se trouvent au-delà des frontières. Même si très peu d'études ont été réalisées, l'importance ichtyo-biologique est fortement modifiée.

a)- Les Reptiles sont représentés au Niger par plus de 150 espèces sahariennes et afro-tropicales. On peut noter les varans (*varanus griseus* et *varanus niloticus*). Le python de sebha (*python sebae*) et le python royal (*python reguis*) se rencontrent au Niger. Les tortues sont représentées par des espèces aquatiques (*Tironyx zriunguis*, *Pelemedusa subrufa*) et des espèces terrestres telles que *Geochelone sulcata*, *testudo sulcata* (Michel Le Berre, 1995).

b)- Les Amphibiens : Peu d'études ont été réalisées sur les amphibiens. On rencontre au Niger des espèces afro-tropicales liées aux points d'eau et aux rivières permanentes (*phychordena*, *hildebrandtia dicroglossus*). D'autres espèces présentent une double adaptation à la saison des pluies avec raccourcissement extrême du cycle larvoire aquatique (12 jours par exemple) et adaptation au fuissement permettant aux adultes de passer la mauvaise saison dans un habitat humide (*bufo*, *tomoptera*, ...).

c)- Les Poissons : Les études ichtyo-biologiques du fleuve Niger réalisées en 1962 et 1971 (Dajet 1961, Balkassa 1971) ont identifié 84 et 74 espèces existantes, respectivement. Ces chiffres sont comparables de manière générale avec les 98 espèces identifiées dans "l'inventaire" des populations de poissons fluviaux, dressé en 1984-85 et les 83 espèces

identifiées par Coenen en 1987. A un niveau supérieur, près de 20-23 familles ont été enregistrées.

Cinq familles, à savoir *Cichlidae*, *Bagridae*, *Mochocidae*, *Cyprinidae* et *Mormyridae*, prédominent. La différence entre les nombres d'espèces est attribuée aux différences dans les conditions que connaît le fleuve au cours de l'année (années sèches et humides) et aux questions techniques relatives à l'identification et à l'énumération des espèces.

Le volume relatif des populations de poissons est aussi important que la composition des espèces. Les évaluations faites au cours des années sèches (1984-85) et des années normales (1987) montrent une variation claire dans les populations de poissons.

Les variations dans la population de la partie Niger du fleuve peuvent généralement être attribuées aux caractéristiques locales, au courant, à la zone inondable, etc.

En résumé, la structure ichtyo-biologique du Niger a considérablement changé au cours des vingt dernières années :

- -Il y a eu un déclin global absolu dans les quantités des prises ;
- -Les structures altérées de la population se reflètent dans la proportion croissante des petits poissons dans les prises ;
- -La production halieutique a chuté de 7 200 tonnes en 1969 à 900 tonnes en 1985 et continue encore à baisser ;
- -De la prédominance des espèces des zones inondables à celle des principaux canaux.

La répartition des espèces de poissons et leur abondance relative dépendent de ce qui suit :

- -L'habitat du fleuve, perte des périmètres de production des zones inondables et des bras morts ;
- Activités de la pêche : le nombre des pêcheurs a passé de 1 500 dans les années 1960 à 5 000 en 1994. Ceci dépend non seulement de la pression croissante de l'intérieur même de la pêche existante, mais également des nouveaux arrivants dans cette activité. Ceci est lié donc (au moins indirectement) au déplacement de la gestion des pêcheries loin des communautés de la pêche ;
- -80 - 90 % du total des poissons pêchés en 1985 étaient très jeunes. Alors que des données plus récentes font état d'une situation moins extrême, la soutenabilité des pêcheries est en question.

Trois points importants indiquant la menace ont été introduits :

- -Perte des périmètres des zones inondables au profit de l'irrigation ;
- -Perte de la végétation des rives du fleuve, limitant gravement les zones de reproduction et de frayère, en particulier la perte du bourgou (*Echinocloa stagnina*) ;
- -L'infestation du fleuve par la jacinthe d'eau.

Sur les 145 mares permanentes et semi-permanentes à Tillabéri, 32 font l'objet d'une gestion pour la production de poissons.

d)- *Les Invertébrés et Algues* : Aucun échantillonnage de site pour les petits invertébrés et le zooplancton n'a été réalisé. Des listes typiques d'invertébrés existant dans des environnements similaires comprennent :

- -Anisop varia (Hemiptera) ;
- -Ranatra spp (Scorpion d'eau Hemiptera) ;
- -Poissonic spp (Hemiptera Belastomidbug) ;
- -Cloeon spp (Ephemeroptera) ;
- -Hydrophilus spp (Coleoptera) ;
- -Chironomus spp (Diptère) ;
- -Plathelminthes ;
- -Sangsues (Hirudinae).

La taxonomie des algues comporterait très probablement une combinaison de *Spirogyra* et de *Oedogonium spp. Oscillatoria spp.*, notamment *O. limnetica*. D'autres algues plus courantes comprendraient *Scenedesmus spp.* et *Radiococcus nimbatus*.

Dans les eaux des bassins, il devrait y avoir une présence assez importante de rotifères. Ceux-ci comprendraient *Brachionus*, *Monostyla spp*, *Keratella spp* et *Lecane spp*. Les crustacés et les ascarides seraient également présents.

3)- *Insectes*

Les espèces acridiennes sont responsables de plusieurs dégâts ; on distingue deux principales espèces au Niger.

a) *La Sauterelle Sénégalaise* : La sauterelle sénégalaise figure parmi les espèces acridiennes les plus importantes du point de vue économique au Sahel. Elle peut atteindre de hautes densités et migrer par le vent, infligeant de gros dégâts aux cultures.

Les sauterelles migrent pendant la saison humide d'une zone de reproduction initiale dans la Zone Soudanienne, vers le Nord en passant par une zone de reproduction transitoire, pour atteindre une zone de reproduction nordique dans la Zone Sahélienne. Au terme de la saison pluviale, les sauterelles retournent aux zones de reproduction transitoires et initiales, et pondent des cosses d'œufs sur leur passage. Les œufs entrent dans la phase de diapause tout au long de la saison sèche jusqu'à ce qu'une chute de pluie, généralement de 25 mm ou plus, déclenche l'éclosion. Les taux de prolifération et les profils de migration des sauterelles sont déterminés par les conditions environnementales telles que l'humidité, la température, les conditions de la végétation, la période de photopériode, les profils des vents et les niveaux des populations de sauterelles.

b) *La Locuste du Désert* : La locuste du désert se caractérise par une grande mobilité (jusqu'à 1 000 km par semaine), une vaste zone d'invasion, un potentiel lui permettant d'atteindre de hautes densités de population et la capacité de consommer l'équivalent de son propre poids en nourriture chaque jour. La portée et la biologie de cette locuste sont bien différentes de celles de la sauterelle sénégalaise. Au cours des années de récession, lorsque les populations sont réduites, les locustes se trouvent dans les zones semi-arides de 30 pays en Afrique du Nord, au

Moyen-Orient et en Asie. Pendant les années des fléaux, des essaims de locustes se déplacent des zones de récession vers une vaste zone couvrant des parties de 57 pays.

B - PARC NATIONAL DU « W » ET AUTRES RÉSERVES :

Le « *Parc national de W* » est une réserve de la biosphère transfrontalière du programme MAB/UNESCO (Benin, Burkina Faso, Niger). Au Niger, c'est un site du patrimoine mondial et un site Ramsar ; la partie nigérienne est sous l'autorité du ministère de l'hydraulique, de l'Environnement et de la lutte contre la désertification (MHE/LCD) et il est géré par la Direction de la Faune, Pêche et Pisciculture (D.F.P.P) qui est chargée de la protection du patrimoine naturel. Le parc du W est situé sur la rive droite du fleuve, à 150 km au sud-ouest de Niamey et à 330km de Kandadji. Le fleuve borde le parc sur environ 75 km.

Le département de Tillabéri renferme d'énormes potentialités en ressources forestières. Outre le Parc National du W et la réserve totale de la faune de Tamou totalisant 291 000 ha et les nombreuses galeries et autres formations forestières dans la zone du Sirba, vingt-sept (27) massifs forestiers, couvrant une superficie de 621 192 ha, ont été identifiés. Ils relèvent du domaine classé ou protégé :

- -Domaine Classé : 5 forêts (60 615 ha) ;
- -Domaine Protégé : 22 forêts (560 577 ha).

Espèces	1972	1978	1992
Lion	--	50	60
Hypotrague	1 200	450	7 000
Damalisque	480	25	100
Bubale	950	420	---
Cobes de buffon	3 808	500	4 000
Cobes de fassa	1 804	450	1 205
Cobes de roseaux	---	450	----
Guib hanarche	330	800	1 000
Ourebis	1 960	630	2 000
Cephalophe A.F.R	---	200	350
Cephalophe de Gr	---	1 500	1 740
Eléphant	---	600	650
Buffle Africain	4 140	1 100	5 600
Guépards	---	6	---
Phacochères	1 478	775	2 550

Source : Bilan Diagnostic Environnemental du Département de Tillabéri, 1997.

Document - 2.60 - Statistiques de la faune au Parc National du W

1°) Parc National du « W »

Le « *Parc national de W* » est situé dans la zone de transition sahélo-soudanaise, et en tant que tel, il dispose d'une diversité d'espèces relativement importante qui est de loin la

diversité de faune la plus significative au Niger. Les statistiques de la faune du Parc National du W sont données dans le document 2.60.

Quant aux cinq groupements de végétaux identifiés, ils sont définis dans le document 2.61.

Groupement	Composition
Végétation sur des terres sèches, rocheuses et dégradées, souvent sur des versants supérieurs.	Les herbes annuelles dominent aux côtés des espèces d'arbres de la famille <i>Combretaceae</i> .
Végétation sur des sols profonds à flancs moyens et inférieurs.	Le couvert végétal est plus dense, souvent dominé par <i>Andropogon gayanus</i> . Les espèces d'arbres sont très variées et certaines d'entre elles perdent leurs feuilles dès que l'Harmattan souffle.
Végétation sur des terres très profondes à flancs inférieurs.	Le couvert végétal est moins développé, même si les herbes peuvent être hautes, atteignant jusqu'à 3 m. Le couvert boisé comprend des arbres qui perdent lentement leurs feuilles.
Végétation des communautés riveraines	Situées le long du fleuve (permanent et semi-permanent), ces zones ont un sol très dense (90 - 100 %). Cette communauté constitue la nourriture de base pour les guéales du Parc.
Végétation des forêts des galeries	Celles-ci peuvent être des forêts très denses avec l'apparition des forêts tropicales pluviales et par conséquent, le couvert du sol est limité. Ces zones restent humides tout au long de l'année et constituent des habitats particulièrement importants pour l'avifaune.

Document 2.61 - Groupements de végétaux dans le Parc National du W

2°) Les autres réserves et ZICO :

Il existe sept sites Ramsar au Niger. Outre le parc du W, on peut citer le site Namga-Kokourou constitué des mares à l'ouest du fleuve à la hauteur de Tillabéri, le site moyen Niger, le site du Lac Tchad au sud Est du Niger, Réserve Nationale Naturelle Air Ténééré.

Les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux : (ZICO)

- Le programme ZICO, sous la gouvernance de Bird Life International, vise à identifier, documenter et promouvoir la conservation et le développement durable d'aires globalement importantes pour la conservation des oiseaux sur l'ensemble des continents.
- Le Niger compte 15 ZICO, dont deux sont à l'intérieur d'une aire protégée reconnue légalement par le Niger (Parc du W, et la réserve naturelle nationale du Ténééré).

Le Parc National du W subit de nombreuses pressions qui sont similaires à celles existant dans toutes les autres réserves du Niger :

- Braconnage : Le braconnage n'obéit à aucun principe d'aménagement et de gestion rationnelle des ressources. On distingue :
 - le braconnage alimentaire ou vivrier pratiqué par les riverains et qui concerne surtout la petite faune et très rarement les grandes antilopes. Mais il n'est pas sans conséquences sur les ressources fauniques,
 - le braconnage commercial, plus destructeur, il sévit le long des frontières entre le Bénin, le Burkina Faso et le Niger. Ce type de braconnage est d'autant plus destructeur qu'il n'épargne aucune espèce jusqu'aux reptiles (crocodiles, python) même s'il s'intéresse plus particulièrement à la grande faune.

Mais depuis quelques années, grâce aux efforts de protection qui résultent de la seule détermination des agents, cette activité illégale aux conséquences graves tend à disparaître.

- Pâturage illégal : Il y a au moins quatre zones de dégâts/perturbation : la destruction directe des ressources végétales, la prévention de l'accès de la vie sauvage aux ressources préférées, l'érosion (notamment des rives des rivières et après le compactage des sols) et la transmission des maladies du bétail. Les pressions exercées par les troupeaux ne cessent d'augmenter. Depuis la sécheresse de 1984, un nombre assez important du bétail Fulani (plus de 10 000 têtes) est resté dans la région. D'autres troupeaux augmentent également et demeurent dans la Zone Soudanienne, souvent gérés par du personnel recruté, plutôt que par les propriétaires eux-mêmes. Le pâturage illégal peut être contenu avec des efforts supplémentaires et un cadre juridique plus clair et précis donnant aux agents la liberté d'agir tout en les assurant d'une protection et d'un soutien au plus haut niveau. Le pâturage illégal continue donc de préoccuper l'administration
- Incendies des buissons : Les incendies se produisent maintenant plus souvent que par le passé, et sont provoqués pour la plupart par les paysans afin d'encourager une nouvelle croissance de pousses. Ceci a entraîné la modification des structures des communautés végétales et, dans certaines régions, la perte du complexe initial. Dans beaucoup de cas, les incendies sont provoqués à l'extérieur des réserves mais s'étendent et échappent à tout contrôle.
- Etablissements : Il s'agit d'une sérieuse source de préoccupation. Dans la plupart des cas, ils impliquent l'empiètement sur les implantations humaines existantes autour du parc (notamment dans le cas des réserves de Tamou et de Dosso). Dans le cas du Parc National du W, des îles au milieu du fleuve Niger, qui sont clairement situées dans les limites du Parc, sont maintenant occupées (illégalement) depuis 10 ans.
- Ressources Minières : Les ressources de phosphate et (probablement) d'or se trouvent au sein du Parc et des pressions s'exercent pour permettre leur exploitation, même si une telle utilisation est totalement incompatible avec le statut du Parc en tant que réserve.
- Barrages : Même si aucun barrage n'a encore été bâti, on conçoit cependant des préoccupations particulières : on redoute en effet que les barrages proposés de la Mékrou et de Gambou ne causent des dégâts sensibles à la réserve, notamment dans les forêts des galeries.
- Jacinthe d'eau : La jacinthe d'eau est maintenant bien établie dans la plupart des cours d'eau dans et autour du Parc du W, ainsi qu'à Tamou (le fleuve Niger et la Mékrou sont tous les deux affectés) avec des impacts négatifs potentiellement sérieux sur l'environnement aquatique.

Pour combattre ces menaces, un Plan Directeur a été élaboré en 1982 mais il n'a pas été mis en œuvre. La gestion du Parc a été fondée sur la base d'un programme ad-hoc qui manque de ressources et qui ne dissuade pas l'abus dans l'exploitation des ressources et ne soutient pas la gestion active.

C - SYNTHÈSE DE LA PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENT

L'environnement du bassin en territoire de la République du Niger a subi de profondes modifications dues à la conjugaison de plusieurs facteurs dont la sécheresse, la pression démographique, et la désertification. Il faut surtout signaler le manque de données sur l'Etat des connaissances du milieu.

1°) Etat de l'Environnement et de la Dynamique Environnementale :

L'environnement physique est dynamique et a évolué au cours des quarante dernières années en réaction à un certain nombre de facteurs :

- Le changement climatique : l'isohyète de 350 mm s'est déplacé de 135 km au Sud.
- La croissance démographique : le nombre d'habitants vivant au Nord de l'isohyète de 350 mm s'est multiplié par huit entre 1960 et 1985. Les études réalisées par la Banque Mondiale en 1987² indiquent que la capacité de la zone Sahélo-Soudanaise (isohyètes de 350 - 600 mm) se chiffre à près de 15 personnes au kilomètre carré et suggèrent une corrélation entre la densité de la population et les taux et l'étendue de la désertification. Au Niger, les zones riveraines ont une densité de 35 - 45 personnes au km² par rapport à une moyenne nationale de 4 personnes par km².
- La pression croissante sur le sol, peut-être plus évidente par l'extension au Nord de la limite des cultures à environ 100 km. Près de 70 - 80 000 ha de terres antérieurement utilisés essentiellement pour le pastoralisme ont dû être transférés annuellement aux cultures. Les résultats nets de ces facteurs ont abouti à un changement dans le paysage physique :
- Au moins 30 % des aires de pâturage ont été perdus.
- Perte nette d'espèces d'arbres, notamment dans la Zone Sahélienne du Nord
- Développement au Sud des espèces sahariennes, telle que *Leptadernia pyrotechnica*.
- Un nombre d'espèces sahéliennes se sont retirées de leurs habitats les plus favorables (dépressions, wadis) et prévalent de plus en plus comme îlots.

En outre, il est généralement admis qu'il existe une interaction négative entre la croissance démographique effrénée, la technologie stagnante et la dégradation des sols.

2°) Les faiblesses des données

Un certain nombre de faiblesses sont apparentes dans cette évaluation des conditions de base. Ces faiblesses sont examinées ci-dessous. Certaines reflètent des lacunes spécifiques dans la base de données, tandis que d'autres sont plus liées à l'approche adoptée dans l'analyse des données disponibles, plutôt qu'aux lacunes. Dans tous les cas, seules les faiblesses qui risquent d'affecter la formulation de l'impact du projet sont énumérées.

a) La Biodiversité : Certaines données sur la diversité biologique, notamment l'état et la répartition des espèces rares et menacées ainsi que leurs habitats, sont insuffisantes et particulièrement pour les zones non comprises dans le Parc du W et les réserves nationales. Deux cas précis sont pertinents par rapport au projet :

² Désertification in the Sahelian et Soudanian Zones of West Africa, WB Technical Paper No. 61.

- Les lamantins parce qu'ils perdent leurs habitats, sur une zone non protégée ; bien que leur chasse soit interdite, ils sont victimes de braconnages
- Les hippopotames : leur présence à Ayorou est source d'activité économique.

b) Le Système Fluvial et l'Utilisation des Ressources : Alors que le fleuve Niger lui-même focalise l'essentiel de l'activité économique du pays et constitue le principal facteur derrière cette activité, les aspects bio-physiques du système fluvial ne sont pas assez documentés. Par exemple, il semble qu'il y ait peu de données sur :

- l'état sanitaire relatif au système fluvial,
- l'importance relative des événements naturels (notamment les sécheresses) qui peuvent survenir sur sa longueur et leurs impacts,
- pour toutes les études récentes apparemment détaillées, il semble que l'hydrologie du bassin versant et du système fluvial ne soit pas suffisamment documentée et mal cernée.

c) La Sédimentation : Alors qu'il existe certaines données disponibles sur le mouvement et les dépôts des sédiments au sein des systèmes riverains, ces données sont loin d'être convaincantes et n'atteignent pas un niveau assez détaillé pour permettre des analyses spécifiques du site et des impacts potentiels du projet, ou pour le développement de modèles prévisionnels qui pourraient générer de tels résultats avec un certain degré de certitude.

Il y a une certaine pénurie de données sur l'origine des sédiments, en particulier les taux des dépôts éoliens dans les différentes régions et les différents milieux.

d) L'état des Terres Humides : Il n'existe pas d'inventaire détaillé faisant état des sites des terres humides et des systèmes qu'ils supportent, ni d'explication exhaustive de leur hydrologie et des interactions qui y existent. En effet, on sait seulement connu qu'il existe une variété considérable de systèmes, que la plupart subissent de lourdes pressions de développement, et que certaines de ces terres auraient déjà subi des dégâts irréversibles.

e) La désertification et le Changement Climatique : Les études réalisées par un certain nombre d'instituts, notamment le Conseil National Américain de la Recherche (Conseil de la Science et de la Technologie pour le Développement International /BOSTID) suggèrent que tandis que le 20ème siècle aura été le plus sec des 1 000 dernières années, le climat de la Zone du Sahel n'a pas beaucoup changé depuis 2 500 ans. Par ailleurs, ces études affirment que les périodes étendues d'une sécheresse relative sont assez courantes.

Cependant, la tendance dans la pensée actuelle penche vers l'acceptation du changement du climat qui persiste en tant que facteur lié à l'action de l'homme qui aura un effet sur les climats mondiaux. La modélisation élaborée par le Comité Intergouvernemental sur les Changements Climatiques³ suggère que le climat dans la zone d'impact au sein du Niger sera considérablement plus sec, aboutissant à une diminution allant jusqu'à 30 % des écoulements du fleuve Niger. Néanmoins, la fiabilité de ces impacts est très incertaine, en considérant que les prédictions de la nature et de la portée de tout changement sur les zones spécifiques du

³ Climate change 1995, Impacts Adaptations and Mitigation of Climate Change : Scientific-Technical Analysis – Contribution of the Working Group II to the Second Assessment of the Intergovernmental Panel of Climate Change.

Sahel sont reconnues comme particulièrement problématiques dans la mesure où les profils climatiques sont dictés par les circulations atmosphériques dans les hémisphères Nord et Sud.

Même si l'expansion du Sahara a été reconnue par les administrateurs français et britanniques au début du 20ème siècle, la sécheresse de 1969-73 a fait de la désertification une vive préoccupation de la communauté internationale qui était depuis longtemps consciente des problèmes sociaux et économiques posés par la désertification dans de nombreux pays de toutes les régions du monde. Cette prise de conscience a été marquée par l'organisation de la Conférence des Nations Unies sur la Désertification en 1977 et la tenue de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) en 1992, où les problèmes de désertification ont été les principaux points de l'ordre du jour. Le CNUED a abouti à l'élaboration, à l'adoption et à la signature d'une Convention internationale sur la lutte Contre la Désertification (CCD) par plus de 150 pays dont le Niger.

Aujourd'hui, la CCD définit la désertification comme suit : « *La désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines* ».

Cependant, alors que la complexité du processus de dégradation est assez connue, il est également clair que les périodes sèches prolongées renforcent la sévérité de la désertification, élargissant les zones d'impact et augmentant les taux de dégradation dans les zones d'impact de façon aiguë. De même, à mesure que la probabilité de la sécheresse augmente (entre les zones climatiques) la vulnérabilité à la désertification augmente également.

TROISIÈME PARTIE :

PROJET AMBITIEUX ET IMPACTS ASSOCIÉS

Le Projet de Kandadji va engendrer des coûts qui doivent être justifiés et surtout répondre aux exigences des bailleurs de fonds en matière de financement de projet. L'étude d'impact environnementale et social nécessite une évaluation des impacts à toutes les étapes du projet. L'incidence socio-économique à travers l'agriculture et l'élevage doit être discutée. L'amélioration du système de production doit être favorisée. Le fleuve est une ressource commune. Nous discuterons des conséquences de la présence de la retenue sur le débit en aval au Nigeria voisin.

I - ÉVALUATION DES IMPACTS :

L'évaluation des impacts permet de mesurer le degré de nuisance causé dans la durée par le projet de Kandadji. En premier lieu, la détermination des impacts positifs et négatifs est réalisée à l'aide d'une grille d'interrelations entre les sources d'impacts significatifs et les composantes du milieu touché par les projets. Même si une telle évaluation peut comporter un jugement de valeur, elle permet tout de même d'établir des niveaux d'acceptabilité et de définir les besoins en matière d'atténuation.

A- LES MÉTHODES ET LES CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'analyse des impacts consiste à identifier, décrire et évaluer les impacts potentiels du programme Kandadji sur les composantes des milieux naturels et humains, sur la base de l'information disponible. La méthode retenue pour évaluer l'importance probable des impacts repose sur l'identification des sources d'impact et sur trois critères fondamentaux qui sont la durée, l'étendue et l'intensité de l'impact.

1) La durée de l'impact peut être qualifiée de temporaire ou de permanent. Un impact temporaire peut s'échelonner sur quelques jours, semaines ou mois, mais doit être associé à la notion de réversibilité. Par contre, un impact permanent a souvent un caractère d'irréversibilité et est observé de manière définitive ou à trop long terme.

2) L'étendue de l'impact correspond à l'ampleur spatiale de la modification de l'élément affecté. On distingue trois niveaux d'étendue : régionale, locale et ponctuelle.

L'étendue est régionale si un impact sur une composante est ressenti dans un grand territoire (l'ensemble d'une commune, par exemple) ou affecte une grande portion de sa population.

L'étendue est locale si l'impact est ressenti dans un espace réduit et circonscrit à quelques individus ou à quelques villages au maximum.

3) L'intensité de l'impact est fonction de l'ampleur des modifications sur la composante du milieu touché par une activité du projet ou encore des perturbations qui en découleront.

- L'intensité d'un impact est qualifiée de forte quand celui-ci est lié à des modifications très importantes d'une composante.
- Pour le milieu biologique, une forte intensité correspond à la destruction ou l'altération

d'une population entière d'un habitat d'une espèce donnée.

- Pour le milieu humain, l'intensité est considérée comme forte dans l'hypothèse où la perturbation affecte ou limite de manière irréversible l'utilisation d'une composante par une communauté ou une population, ou encore si son usage fonctionnel et sécuritaire est sérieusement compromis.

- Un impact est dit d'intensité moyenne lorsqu'il engendre des perturbations tangibles sur l'utilisation d'une composante ou de ses caractéristiques, mais pas de manière à les réduire complètement et irréversiblement.

- Pour la flore et la faune, l'intensité est jugée moyenne si les perturbations affectent une proportion moyenne des effectifs ou des habitats, sans toutefois compromettre l'intégrité des populations touchées.

- En ce qui concerne le milieu humain, les perturbations d'une composante doivent affecter un segment significatif d'une population ou d'une communauté pour être considérées d'intensité moyenne.

Intensité	Etendue	Durée	Importance de l'impact		
			Majeure	Moyenne	Mineure
Forte	Régionale	Permanente	●		
		Temporaire		●	
	Locale	Permanente	●		
		Temporaire		●	
	Ponctuelle	Permanente		●	
		Temporaire			●
Moyenne	Régionale	Permanente	●		
		Temporaire		●	
	Locale	Permanente		●	
		Temporaire			●
	Ponctuelle	Permanente		●	
		Temporaire			●
Faible	Régionale	Permanente		●	
		Temporaire			●
	Locale	Permanente		●	
		Temporaire			●
	Ponctuelle	Permanente			●
		Temporaire			●

Document 3.1 - Grille de détermination de l'importance globale de l'impact

(Source : Hydro-Québec, 1995)

Une faible intensité est associée à un impact ne provoquant que des faibles modifications à la composante visée, ne remettant pas en cause son utilisation ou ses caractéristiques. Une faible intensité signifie aussi que le projet ne met pas en cause l'intégrité des populations visées et n'affecte pas l'abondance et la répartition des espèces végétales et animales touchées. Pour le

milieu humain, un impact est jugé d'intensité faible si la perturbation n'affecte qu'une petite proportion d'une communauté ou d'une population.

B) IDENTIFICATION DES IMPACTS

L'investigation des impacts sur le milieu biophysique et humain doit être effectuée à toutes les étapes de la réalisation du projet, à savoir la préparation, la construction et l'exploitation.

1) Phase de construction : Pour faciliter l'évaluation des impacts, et en raison du grand nombre de sources d'impact, cette phase a été subdivisée en deux : Préparation ainsi que pré construction et construction.

Préparation : La Préparation inclut toutes les activités préparatoires qui doivent être accomplies, en partie ou en totalité avant les travaux. Il s'agit, entre autres, des différentes études requises pour finaliser la planification des diverses composantes du programme et celles recommandées.

Source d'impact	composante	Impacts
Construction et aménagement des sites d'accueil	Qualité de l'air et du milieu sonore Sols et géomorphologie	Dégradation de la qualité de l'air et du milieu sonore Modification des propriétés physique et chimique des sols. Erosion des sols, inflation des prix, des biens et services
Déplacement et réinstallation des populations	Qualité de vie	Amélioration de la qualité de vie sur les sites d'accueil Processus d'éviction et de réinstallation inappropriés et inadéquats
Expropriation indemnisation	Niveau de vie Et emploi Santé	Pertes de biens privés Création d'opportunités d'emploi et d'affaires Traumatisme psycho-social (sentiment de perte d'appartenance ou d'insécurité)

Document 3.2 - Impacts possibles en fonction de la source pendant la phase de préparation

Elle comporte trois activités majeures qui représentent les principales sources d'impact :

- L'expropriation et les indemnisations
- La construction et l'aménagement des sites d'accueil (incluant la démolition des sites évacués)
- Le déplacement et la réinstallation des populations.

Ces trois activités débiteront lors de la préparation et se poursuivront jusqu'à la fin de la construction, car les populations ne seront pas toutes expropriées et déplacées avant le début des travaux. En fait une première vague de déplacement s'effectuera au début des travaux et touchera les personnes situées près des barrages afin de permettre la construction de ce dernier. La deuxième vague de déplacement se réalisera tout au long de la construction de

façon à ce que toutes les personnes affectées soient déplacées avant la mise en eau du réservoir.

Préconstruction et construction : La préconstruction comprend des travaux devant être effectués avant les travaux de construction du barrage.

Les sources d'impacts potentiels des opérations de la préconstruction sont :

- La construction et la réfection des voies
- L'installation et la présence d'un chantier comprenant la cité de l'entrepreneur ou du maître d'œuvre.
- La construction d'un pont sur le Niger pour accéder à la rive droite.

Les sources d'impacts potentiels des opérations de constructions sont :

- La construction de batardeaux ;
- La présence de main-d'œuvre ;
- La déviation de la route nationale RN-1
- La construction des ouvrages (barrage en terre et ouvrage en béton armé) ;
- L'exploitation des zones d'emprunt ;
- Les dérivations provisoires
- Le déboisement
- La mise en eau du réservoir
- L'approvisionnement en biens et services.

a) Impact sur le milieu biophysique : Durant la préconstruction et la construction, les impacts négatifs majeurs sur le milieu biophysique sont liés au déboisement et à la mise en eau du réservoir. La perte de végétation qui résultera de ces deux activités entraînera la disparition d'une source importante de bois de feu, d'arbres fruitiers, de produits forestiers non ligneux et d'un complément alimentaire pour le bétail en période de soudure. On estime que plus de 6000 ha (1,3% de la zone d'étude détaillée) de diverses formations végétales seront enlevés et / ou inondés lors de la mise en eau du réservoir. Environ 1400 ha de milieux humides, constitués par les mares, les prairies inondables, et les bas-fonds seront affectés durant cette phase.

La mise en eau du réservoir entraînera aussi une perte d'habitat pour la faune et la perte d'une zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) qui couvre un territoire de 10 000 ha. La ZICO du secteur d'Ayorou est l'une des quinze ZICO du Niger. L'ensemble des travaux de construction et la mise en eau du réservoir affecteront les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, la production primaire et les poissons.

b) Impact sur le milieu humain : Lors de la préconstruction et construction, les sources d'impacts majeurs sur le milieu humain sont associées aux diverses activités de construction et à la mise en eau du réservoir.

La création du réservoir aura pour conséquence directe d'occasionner la perte de superficies de sols productifs dans la zone inondée. En fait, 8% des sols productifs présentement exploités à des fins agricoles seront perdus. Cette perte est significative car les

terres arables sur les sites d'accueil ne sont pas suffisantes pour satisfaire les besoins alimentaires céréaliers des populations déplacées et des populations hôtes.

La mise en eau du réservoir entraînera aussi la disparition de sources fourragères, particulièrement le bourgou qui est très utilisé par les éleveurs de vaches laitières. La perte de sites patrimoniaux importants est également envisagée suite à la mise en eau du réservoir.

Source d'impact	Composante	Impacts
La mise en eau du réservoir	Hydrologie	Risque d'érosion du parement amont du barrage lors de la mise en eau Diminution de la concentration en oxygène dissous Augmentation des conflits entre les activités agricoles et pastorales
Construction du pont sur le Niger	Régime sédimentaire	Accélération du processus de sédimentation fluviale suite aux travaux de construction
Construction de batardeaux	Hydrologie	Risque de modification du régime hydrologique
Déboisement	Poissons Qualité de l'eau	Perte moins importante de diversité suite au déboisement Remise en suspension des particules et augmentation de la turbidité des eaux du fleuve

Document 3.3 : Impacts possibles en fonction de la source pendant la phase de construction

2) Phase d'exploitation : elle débute lors de la mise en service du barrage. Les sources d'impacts potentiels durant cette phase sont :

- La présence du barrage et les fluctuations d'eau
- La présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur
- La présence de la route sur la crête du barrage
- L'utilisation du monte-charge à pirogues
- L'utilisation de la prise d'eau pour l'irrigation
- La présence de l'écluse à poissons
- La présence des sites d'accueil
- La production d'énergie
- Le développement économique

a) Impact sur le milieu biophysique : Durant la phase d'exploitation, les principales sources d'impacts majeurs sur le milieu biophysique sont la présence du réservoir et les fluctuations d'eau, ainsi que la présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur. Les impacts négatifs majeurs sont la transformation du régime hydrologique d'un type lotique à lentique en amont du barrage et la perte d'habitat de qualité pour les oiseaux, notamment les espèces paléarctiques.

Les impacts négatifs d'importance moyenne sur le milieu physique sont la modification des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone de marnage, l'accélération de l'envasement à l'entrée du réservoir et l'accumulation de sédiments dans le réservoir.

Au plan biologique, les impacts négatifs d'importances moyenne incluent la disparition et la modification de la diversité des espèces végétales ; les coûts économiques et écologiques de l'invasion par la jacinthe d'eau, la réduction de la capacité du réservoir induite par la présence de la jacinthe d'eau ; l'impact sanitaire de la jacinthe d'eau, la perte d'habitat de qualité pour les oiseaux au niveau du réservoir ; la perte des aires d'alimentation pour les hippopotames, les lamantins et l'entrave à leurs mouvements. On peut citer aussi la diminution de la biodiversité des espèces ichthyennes en amont du réservoir, la diminution de la productivité piscicole en aval et l'anoxie des zones profondes empêchant la survie des poissons.

En phase d'exploitation, des impacts positifs d'importance majeure sont anticipés, tels que l'amélioration du régime d'étiage et l'écrêtement des crues naturelles ; l'amélioration de la qualité de l'eau en aval durant l'étiage, l'augmentation des aires propices à l'habitat de l'hippopotame et du lamantin en aval du barrage ; la conservation de la diversité ichthyennes, et l'amélioration des conditions d'habitat pour les reptiles et les amphibiens en aval.

Il y a aussi de nombreux impacts positifs d'importance moyenne à mineure incluant la réduction des gaz à effets de serre résultant de la production d'énergie à partir de la centrale hydroélectrique de Kandadji, la recharge constante des nappes alluviales en aval du barrage ; l'accroissement du taux de recharge des nappes souterraines dans l'environnement du réservoir, la diminution des risques de contamination des ouvrages de captages en aval due au contrôle de crues, l'amélioration des conditions d'habitat en aval de Tillabéri suite à la régulation des débits d'étiage ; l'augmentation des teneurs en éléments nutritifs dans le réservoir, la création de sites de nidification sur le barrage et les ouvrages annexes ; la prolifération de certaines espèces d'oiseaux suite à la mise en service de l'écluse à poissons ; le maintien des conditions favorables aux oiseaux aquatiques en aval durant l'étiage, la productivité accrue en amont et la conservation de la production ichtyofaune en aval.

b) Impact sur le milieu humain : Le principal impact négatif majeur est lié à la présence du réservoir qui augmentera l'incidence du paludisme, déjà très présent. De plus une recrudescence des maladies d'origine hydrique, dont notamment les schistosomiasis, est envisagée avec la présence du réservoir et des aménagements hydro-agricoles.

Les impacts négatifs d'importance moyenne incluent la possibilité d'une hausse des prix locaux ; une remise en question de l'ordre social ; des risques accrus d'accidents par noyade, d'accidents routiers et d'accidents dus aux nouveaux ouvrages ; le surpâturage dans la zone immédiate du barrage et à proximité des points de traversée. La réduction de rendement de pêche en aval, l'entrave à la libre circulation des pirogues, les problèmes de sécurité des pirogues à l'aval dus aux lâchers d'eau, la pression additionnelle exercée sur la demande de terres par la croissance démographique et la migration opportuniste.

En termes d'organisation sociale, il faut souligner que la cohésion sociale pourrait s'effriter dans la zone d'études détaillée en phase d'exploitation. En effet, comme la mise en œuvre du programme modifiera les modes traditionnels de culture, d'élevage et de pêche et entraînera un changement dans les règles d'utilisation et les droits relatifs à l'eau et à la terre,

les populations pourraient se sentir désorientées et bousculées. De tels changements peuvent occasionner des conflits entre groupes sociaux et même au sein du même groupe.

De nombreux impacts positifs sont anticipés en phase d'exploitation, et ce autant sur le plan social qu'économique. Ils concernent l'accès à l'eau en amont et à l'aval du barrage qui sera désormais régulier, l'amélioration du niveau et de la qualité de vie des personnes déplacées ; l'amélioration du niveau de vie des populations aussi bien en amont qu'en aval du barrage. L'amélioration de l'état de santé des populations réinstallées grâce à la présence d'infrastructures hydrauliques adéquates, le désenclavement des populations du canton de Gorouol ; le développement de nouvelles compétences ; la réduction de l'exode saisonnier et du désœuvrement des jeunes hommes ; la diminution de la charge de travail des femmes et l'augmentation de l'implication de la société civile.

Au plan économique, les bénéfices escomptés incluent l'augmentation de la présence de la productivité agricole et pastorale grâce à l'approvisionnement régulier en eau, la récupération de sols productifs dans la zone de marnage, l'augmentation des rendements de pêche dans le réservoir, un meilleur approvisionnement en entrant et un accès amélioré des produits agricoles, d'élevage et de pêche au marché grâce à la présence de la route sur la crête du barrage. Citons aussi la possibilité d'irriguer par gravité en aval du barrage. Le développement économique induit par les nouvelles opportunités créées par le projet, le développement des secteurs secondaires et tertiaires grâce à l'accès régulier à l'eau. La diversification des activités économiques, le développement économique lié à la production électrique et la réduction de la dépendance énergétique, ainsi que la création de nouvelles infrastructures et de nouveaux services.

Sources d'impact	composantes	Impacts
Présence du réservoir et de la centrale Fluctuation du niveau d'eau	Eaux souterraines	Recharge constante des nappes alluviales à l'aval grâce à la régularisation des débits et une exploitation plus sécuritaire par les puits de surface Diminution des risques de contamination des ouvrages de captage en aval due au contrôle des crues Modification des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone de marnage due au batillage
présence du barrage,	Hydrologie	Transformation du régime hydrologique d'un type lotique à lentique à l'amont du barrage Amélioration du régime d'étiage et écrêtement des crues naturelles
Présence de la vanne de fond	Hydrologie	Risque d'affouillement à la sortie du bassin de dissipation causé par les phénomènes de micro-turbulence
Présence de l'évacuateur des crues		Accélération de l'envasement due au ralentissement des eaux à l'entrée du réservoir Dépôt de sédiment sur la texture/structure des sols

Document 3.4 – Impact possibles en fonction de la source pendant la phase d'exploitation

II - DES IMPACTS POSITIFS OU NEGATIFS ?

Dans ce chapitre, nous allons essayer de détailler l'état des connaissances actuelles de la situation qui connaîtra des modifications liées à la mise en place d'un tel ouvrage. La caractérisation des impacts est réalisée en termes de nature positive ou négative. On s'intéresse surtout à l'agriculture du Niger, aux conflits liés à la ressource, et à l'aspect piscicole.

A - QUESTIONS RELATIVES À L'AGRICULTURE

Le Niger est largement dépendant des variations climatiques dans la mesure où la grande majorité des Nigériens vit des activités agricoles et pastorales. Le secteur agricole représente environ 34,8% du PIB et emploie presque 85% de la population active, essentiellement sous la forme d'une agriculture de subsistance et d'un élevage relativement dynamique. Les principales cultures d'exportation sont le *dolic* (haricot), le coton et l'arachide alors que les principales cultures vivrières sont le millet (le Niger est le premier producteur mondial par habitant), le sorgho, le manioc, le riz, la canne à sucre, et quelques légumes. L'élevage constitue la grande activité agricole. Le Niger a ratifié la plupart des conventions internationales dans le domaine de l'environnement et prévoit de mettre en œuvre des initiatives dans le secteur de l'agriculture, de la préservation de la forêt et des sols. Environ 8% du pays est actuellement protégé et le pays possède l'un des plus grands parcs nationaux d'Afrique occidentale.

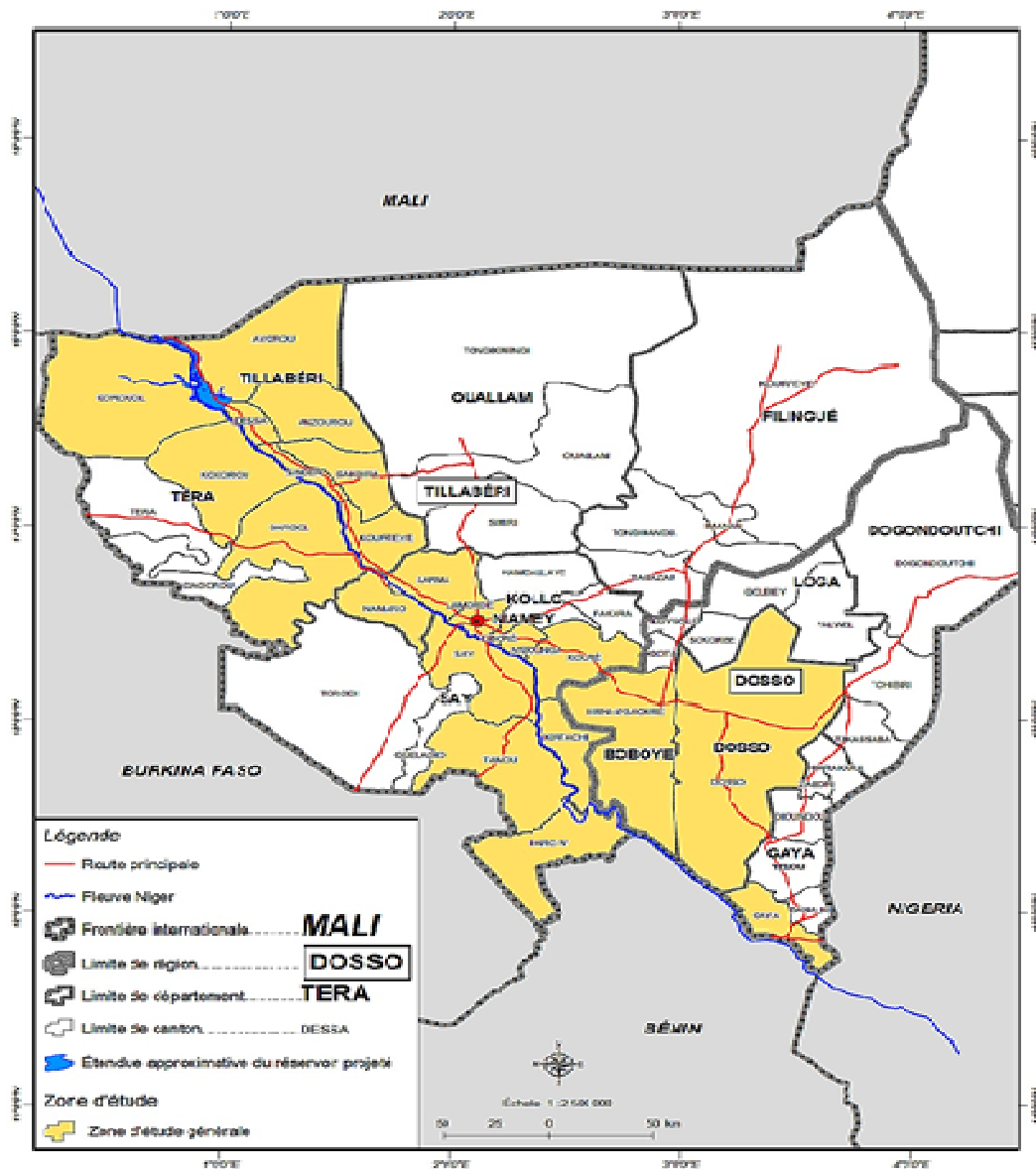
La vallée du fleuve Niger présente deux grands types d'agriculture, l'une pluviale et l'autre irriguée. Les cultures de décrue assurent la transition entre elles. La première se déroule de juin à octobre et produit les céréales (mil et sorgho) qui constituent la base alimentaire des populations. L'arachide, le niébé, le voandzou sont des protéagineux alimentaires dont une grande partie est destinée au marché à l'exportation. Les productions d'oseille et de sésame complètent les revenus des exploitations. Les rendements sont dans l'ensemble négligeables en raison de la faible utilisation d'intrants, des poches de sécheresse fréquentes et de pressions parasitaires. L'agriculture irriguée est en développement. Elle est dominée par les aménagements hydro-agricoles réalisés par l'Etat du Niger et qui fournissent à peine un tiers des besoins nationaux en riz. Les initiatives privées sont orientées vers les productions maraîchères de petites surfaces.

L'étude de la situation agricole a donné la priorité aux régions de Dosso, Tillabéri et Niamey. Ces régions sont situées dans la zone d'étude générale. Une emphase particulière a été placée sur la description de la situation agricole dans le département de Tillabéri situé dans la zone d'étude détaillée. (Barrage de Kandadji).

La présente étude mettra l'accent sur la situation agricole où l'on note la prédominance de l'agriculture pluviale et l'engouement pour l'agriculture irriguée. **La mise en place du barrage va entraîner une perte des terres avec la présence du lac, donc une baisse de l'agriculture pluviale au détriment des cultures irriguées**

1°) Le cadre traditionnel :

Dans la zone d'intervention, l'agriculture se caractérise par la grande diversité des spéculations. Elle repose traditionnellement sur des structures de production de type familial et des techniques peu productives, et comporte deux formes essentielles.



Document 3.5 : Régions prioritisées sur le parcours du fleuve et leurs localisations sur la carte

a) *L'agriculture pluviale* : Dans cette forme, les principales espèces cultivées sont les céréales (mil, maïs, sorgho, fonio, riz,) et les cultures de rente (arachide, niébé, souchet, coton, sésame, oseille). Les exploitations sont majoritairement de petite taille (5 ha en moyenne pour six actifs agricoles). Le recours aux fertilisants est peu développé et les pratiques culturales restent toujours manuelles.

Rappelons que notre zone d'étude générale est partagée en trois ensembles climatiques :

- La zone soudanienne couvre le département de Gaya. La saison des pluies dure de 100 à 130 jours.

- La zone soudano-sahélienne comprend la Communauté Urbaine de Niamey, les départements de Kollo, Say, Boboye et Dosso. La saison des pluies dure 90 à 110 jours.
 - La zone sahélo-saharienne comprend les départements de Tillabéri et de Téra
- L'agriculture pluviale est pratiquée sur ces trois zones. (Document 3.5)

Les rendements agricoles sont devenus de plus en plus faibles en raison notamment de la réduction des jachères (terres non cultivées pendant 3 à 4 ans pour permettre la fertilité des sols) et de l'extension des terres de culture par le défrichage des terres marginales. Cette faiblesse de rendement est accentuée par le développement croissant des érosions éoliennes et hydriques qui réduisent notablement les possibilités de reproductions de la fertilité des sols.

Le système de production s'identifie à l'exploitation d'un domaine par une unité familiale plus ou moins élargie, sous l'autorité d'un chef d'exploitation (chef de famille). Ce dernier joue un rôle économique important dans la mesure où il lui incombe la gestion de tous les produits d'exploitation. Les terres mises en culture sont essentiellement des détentions coutumières dont les droits ont été transférés par héritage de génération en génération.

a.1 - Mil et sorgho : ces deux céréales constituent l'alimentation de base des Nigériens en contribuant pour 95% à l'apport calorifique. Ces deux céréales sont largement cultivées dans toutes les régions du pays. Cependant, la structure de production de mil et de sorgho s'est profondément modifiée, avec une nette régression du sorgho qui passe de 39% en 1955 à 17% en 2000 (Djariri, 2002).

La culture du mil occupe 85% des champs. Dans les deux premières zones, les mils hâtifs et tardifs sont cultivés, alors que la zone sahélienne exploite essentiellement le mil hâtif. Les opérations de préparation du sol (avant semis) et de sarclage sont manuelles. Cependant, dans le département de Gaya, on note une utilisation de la traction animale (bovine). En moyenne, 30% des semis se font à sec et 70% après la première pluie. 80% des semences proviennent des greniers des producteurs, 12% des achats et 6% des dons et d'échanges.



Document 3.6 - Epis de millet (céréale le plus cultivé)



Document 3.7 - Sorgho grain bicolore

Le mil est cultivé en association avec d'autres plantes dans les zones soudanienne, soudano-sahélienne et sahélienne. On relève des associations mil-sorgho (à Gaya), mil-niébé, mil-niébé-oseille. 51% des champs sont cultivés en continu, tous types de mil confondus. Mais lorsqu'on considère le mil précoce, cette sédentarisation concerne 68%, 83% et 95% des champs en partant de la zone soudanienne vers la zone sahélienne.

Zones	Superficie (ha)	Précoce (%)	Tardif (%)
Zone soudanienne	2,05	50	50
Zone soudano-sahélienne	2,90	66	34
Zone sahélienne	3,30	91	9

Document 3.8 - Superficie de champs par zone et type de mil cultivé (Source : Bolozogola, 2004)

La reconstitution de la fertilité des terres est à la base des apports de matière organique (document 3.10). La fumure organique est constituée d'ordures ménagères et de fumier de ruminant. Les apports moyens par champs ne dépassent guère 1,30 t/ha/an. Les apports d'engrais, même en mélange avec des substrats organiques, sont très faibles (6 à 20 kg en zone 1 ; 2 à 10 kg en zone 2 ; 3 à 7 kg en zone 3). De plus en plus, les producteurs apportent les engrais minéraux en les mélangeant aux semences. Les faibles quantités apportées ont reçu le concept de microdose.

Fertilisant	Zone 1	Zone2	Zone3
FO	45	44	74
FM	5	0	0
FO+FM	47	33	11

Document 3.9 - Apport en fumure

(FO : fumure organique ; FM : fumure minérale) - Source : Bolozogola, 2004.

La production nationale du mil et du sorgho a évolué de 787 000 t en 1955 à 2 772 346 t en 2000. Les régions de Dosso et de Tillabéri contribuent respectivement à cette production (15,59% et 19,22%).

Année	Mil	Sorgho	Total
1955	480 000	307 000	787 000
1960	718 000	222 000	940 000
1965	789 865	265 620	1055 085
1970	870 900	230 200	1 101 100
1975	1362 785	253 800	1 135 100
1980	1 449 893	367 995	1 730 780
1985	1 844 574	329 220	1 779 113
1990	1 769 328	468 148	2 312 722
1995	1 769 328	265 655	2 034 983
2000	2 296 227	476 119	2 772 346

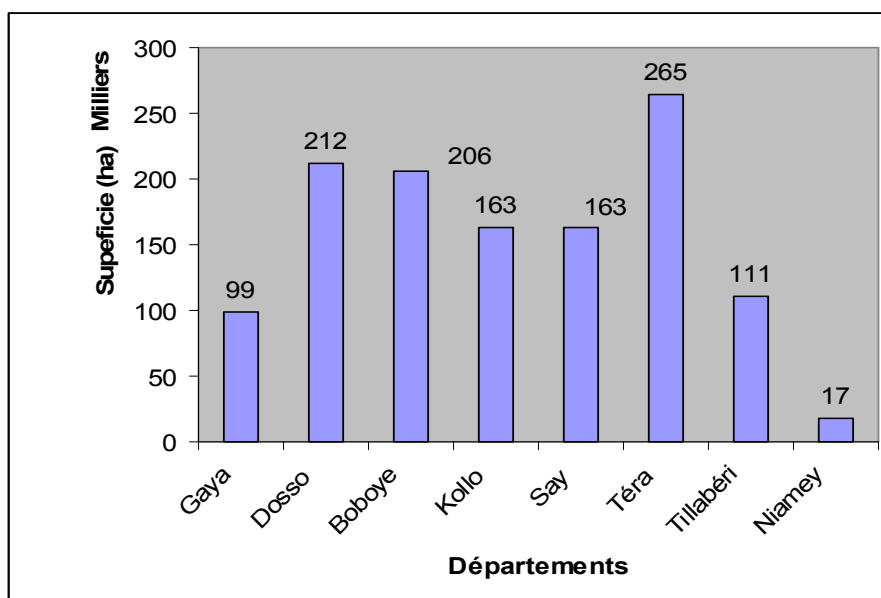
Document 3.10 - Evolution comparée de la culture du Mil et du Sorgho (Source : Djariri, 2002).

Le document 3.11 illustre l'évolution de la production de ces deux cultures, et le document 3.12 illustre un déficit croissant de la production céréalière pour couvrir les besoins céréaliers du pays.

Année	Solde
1980	40 228
1981	110 202
1982	- 9 674
1983	- 38 502
1984	-71 288
1985	-681 406
1986	-66 854
1987	- 133 321
1988	-523 998
1989	229 479
1990	- 283 395

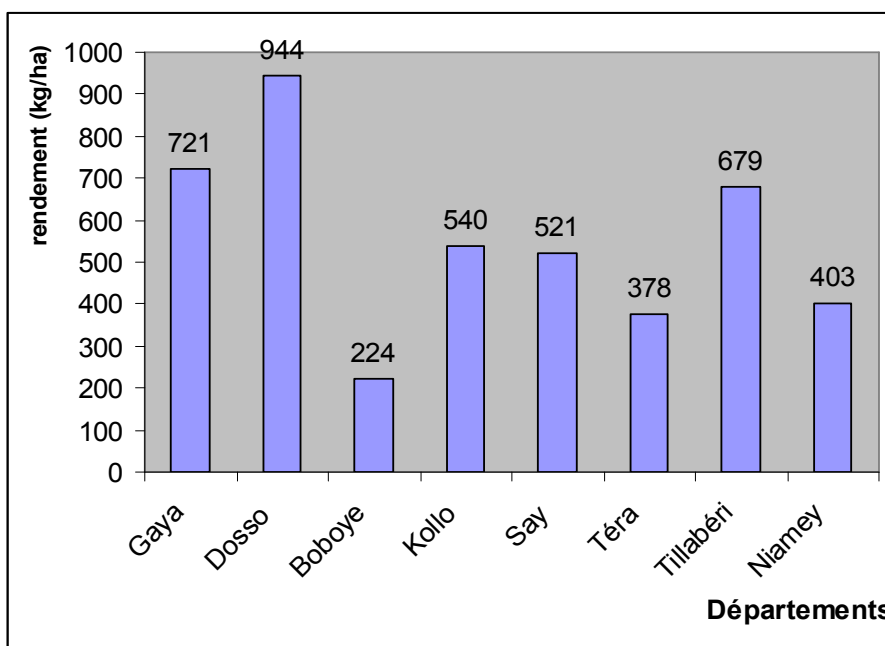
Document 3.11 - Evolution du bilan céréalier du Niger, 1980-1990 (Source : Djariri, 2002)

Les superficies de la culture du mil évoluent comme suit (Document 3.13). On relève une légère baisse au niveau de Gaya et Say qui sont les départements les plus arrosés ; une autre légère baisse et une stagnation sont constatées à Kollo, Dosso commune, Tillabéry commune et Niamey Commune. Cependant, il faut noter une augmentation dans les départements de Dosso, Boboye, Téra et Tillabéri.



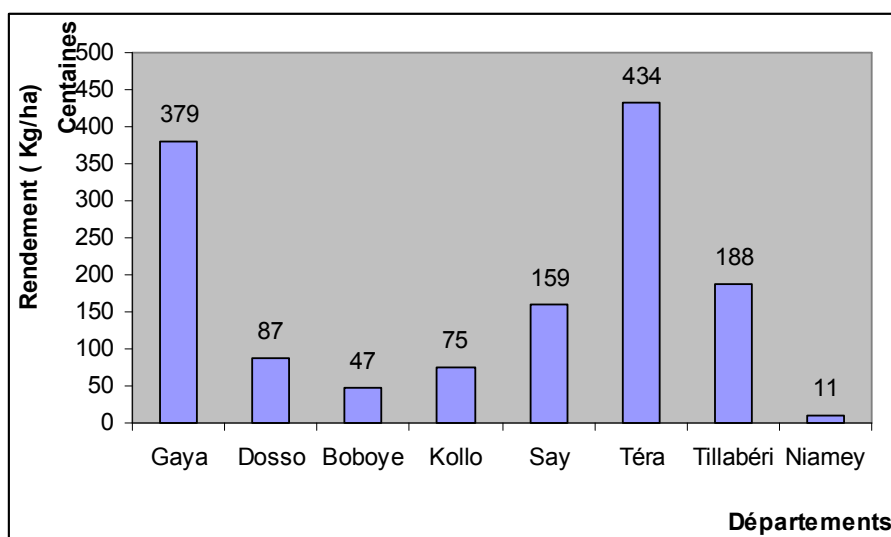
Document 3.12 - Superficie en mil (Source : Direction de l'agriculture, 2009)

Les rendements de mil diminuent de la zone soudanienne (Gaya) vers la zone aride (Téra et Tillabéri). Les départements de Gaya, Kollo et Say enregistrent un rendement moyen supérieur à 500 Kg/ha. Bien que les producteurs s'efforcent d'emblaver plus de terres en cette culture dans les départements à climat aride, les rendements de cette céréale sont inférieurs à 300 Kg/ha (Document 3.14)



Document 3.13: Rendement moyen du mil Kg/ha de 2000 à 2004
(Source : Direction de l'agriculture, 2009)

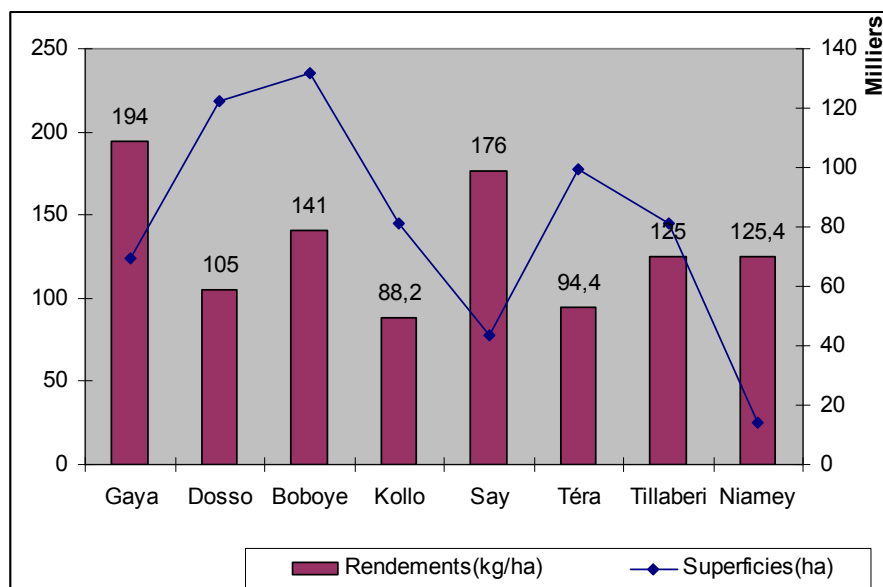
Les superficies exploitées en sorgho sont nettement plus faibles par rapport à celles du mil. En se référant à ces superficies, le sorgho connaît une extension dans les départements de Gaya, Dosso, Kollo, Say et Tillabéri. Elle marque une diminution dans le Boboye et Tillabéri. Elles fluctuent beaucoup à Niamey, Téra comme l'indique le graphe.



Document 3.14: Rendement du sorgho (Source : Direction de l'agriculture, 2009)

En considérant le gradient pluviométrique entre les départements, les rendements moyens du sorgho marquent les mêmes tendances que ceux du mil (Documents 3.14 et 3.15). En considérant la production moyenne du mil et du sorgho sur la période 2000 à 2004 et les besoins pluviométriques pour les céréales sur le même pas de temps, on notera que Say, Dosso et Boboye dégagent des excédents avec un taux de couverture respectivement de 150,72%, 128,52% et 112,04 %

a.2) *Le Niébé* : Il s'agit de la principale légumineuse alimentaire du pays. Une importante proportion de la production du niébé est orientée vers le marché. Le PPEAP (Projet de Promotion des Exploitations Agropastorales) a travaillé dans le sens de l'organisation d'une filière exportatrice de niébé. Les superficies plantées sont moins importantes que celles du mil. Le document 3.16 suivant montre l'évolution des rendements en fonction de la production :



Document 3.15 - Rendements et production du Niébé - Sources : direction de l'agriculture

Les rendements sont très faibles en raison de la forte pression parasitaire sur cette plante, quel que soit le stade phénologique.

a.3 - *L'arachide* : De l'indépendance (1960) jusqu'aux années 1970, la production arachidière contribuait substantiellement à l'économie nationale.

La production arachidière dans les départements traversés par le fleuve Niger est affichée dans le document 3.17

Année	Gaya	Dosso	Boboye	Kollo	Say	Téra	Tillabéri	Niamey
2000	6 137	1 068	928	92	99	496	-	8
2001	1 887	2 497	2 654	161	188	418	-	0
2002	11 763	2 691	929	1 319	780	568	215	0
2003	7 627	2 434	-	1 726	402	176	-	176
2004	1 570	2 175	160	315	527	172	-	8
Moyenne	5790	2 163	467,6	723	399	366	43	38

Document 3.16 - Production d'arachide - Source : Direction de l'agriculture, 2009

Avant la sécheresse de 1974, cette production était estimée à 400 000 t. Il y avait trois usines de décorticage (Dosso, Tchadoua et Magaria) et deux huileries (Maradi et Matameye). Elle a ensuite régressé, suite aux années de sécheresse et à la rosette causée par un virus. La SONARA, qui était chargée de sa commercialisation, est tombée en faillite et a été liquidée.

Ces dernières années, il y a une reprise de la production arachidière, et l'usine de Maradi rachetée par un privé, est réhabilitée.

La plus grande production est enregistrée au niveau de Gaya et Dosso. La culture de l'arachide est pratiquement absente au niveau de Tillabéri et de Niamey

b) Les cultures irriguées : Les principales cultures spéculatives de la vallée du fleuve sont la tomate, la carotte, le chou, l'oignon, les arbres fruitiers et le riz. Pour ce dernier, la production est essentiellement assurée sur des terres aménagées par l'Etat nigérien de type AHA (Aménagement Hydro Agricole). Les superficies moyennes des parcelles sont de petite taille (0,25 à 0,50 ha) et continuent encore d'être mises en valeur selon le système familial. À long terme, les morcellements successifs suite au transfert par héritage dans le cadre des droits coutumiers vont réduire davantage ces tailles.

La mise en valeur des AHA a conservé le caractère familial des exploitations en application des dispositions légales, notamment celles de la loi N° 60-28 du 5 mai 1960 fixant les règles de mise en valeur et de gestion des aménagements agricoles.



Document 3.17 - Périmètre irriguée type AHA réalisé par l'Etat nigérien (Niamey 2009)

B - SYSTEME DE PRODUCTION ET DE CULTURES SOUS PLUIE

Les systèmes de culture au Niger ont évolué à travers plusieurs siècles en réponse aux conditions de l'environnement ambiant. En effet, les agriculteurs ont identifié les systèmes les plus convenables selon les différentes conditions pluviométriques. Ceci a conduit à un complexe de schémas et de systèmes de culture adaptés aux écosystèmes naturels dans chaque zone particulière pouvant être décrite comme écosystème géré par le paysan. Il faudrait aussi noter que ce processus a un caractère évolutif et que des changements continuent encore à survenir aujourd'hui en réponse à diverses circonstances.

Bien que dans certains cas la différence puisse être considérée comme académique, on peut dire qu'il existe quatre systèmes principaux de culture dans la région.

- Culture en sec- arable mixte ;
- Culture de décrue et système d'îlots de sable ;
- Grande irrigation
- Micro-irrigation

À travers la zone d'influence du projet, la taille des propriétés cultivées en sec est assez petite, variant de 2 à 5 hectares, avec la plupart des gens gérant 2 à 3 propriétés et très peu de personnes possédant plus de 3 propriétés. La taille des propriétés en zone de cultures de décrue et de terres irriguées est beaucoup plus faible, habituellement de l'ordre de 0,25 hectare ou moins.

Les différentes sections qui suivent présentent une brève description des pratiques agricoles les plus communes et les problèmes qui leur sont associés.

1°) Système de culture en sec-arable Mixte

En termes de superficie occupée, les systèmes de cultures sèches sont largement prédominants dans la zone d'influence du projet.

Les systèmes traditionnels de cultures en sec sont principalement basés sur la culture du mil dans des sols sablonneux légers, ainsi que du sorgho et des haricots dans les sols argileux plus lourds qui peuvent être accessibles. Dans les zones marginales dont les conditions peuvent varier de façon considérable même sur courte distance, et où l'accès est assez restrictif, les paysans peuvent développer toute une variété de cultures sur une série d'habitats micro-écologiques différents pour minimiser les risques d'échec des récoltes (un ménage pourrait ainsi s'occuper de plusieurs champs éparpillés dans l'espace). Ils ont en effet de solides raisons pour justifier leurs choix dans la mesure où leur survie en dépend.

Le document 3.18' montre les superficies cultivées en sec dans le Département de Tillabéri durant la période 1992-1999.

Année	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mil	845 497	855 677	954 712	992 914	857 441	991 144	1 104 230	1 071 799 **
Sorgho	98 645	96 393	93 549	122 291	195 472	79 015	208 647	123 041 **
Niébé	409 303	304 607	277 269	346 773	298 807	449 661	510 117	ND
Riz	3 935	4 474	1 965	3 701	5 338	3 423	3 387	2 716 **
Autres *	39 605	10 104	54 685	40 199	188 621	15 359	69 413	ND
<i>Total</i>	<i>1 396 985</i>	<i>1 271 255</i>	<i>1 382 178</i>	<i>1 505 878</i>	<i>1 543 679</i>	<i>1 538 602</i>	<i>1 895 794</i>	<i>ND</i>

Document 3.18 - Comparaison des superficies emblavées en hectares entre 1992 et 1999

(Source : Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage * Autres : Arachide, Maïs, Souchet, voandzou, Oseille, Gombo Données provisoires ND : Non Disponible)

Les caractéristiques de la production traditionnelle dans ces zones peuvent être résumées comme suit :

- Les cultures sont traditionnellement développées soit sur des crêtes soit sur des terrains plats en utilisant la houe comme outil principal. La fertilité du sol est maintenue par un système de

jachère traditionnelle consistant à cultiver la terre pendant quatre ans, puis à la laisser en jachère pendant quatre ans. La durée de la jachère varie selon la pression démographique et selon la fertilité du sol, mais elle tend à être plus ou moins constante dans un certain nombre de cas, même dans les zones ayant un surplus de terrain.

- L'activité agricole est en général concentrée sur la période allant de Juin à Septembre, bien que la période réelle dépende de la latitude. Dans les zones situées plus au nord, sont développées des variétés de cultures plus précoces avec un cycle de maturation de 90 jours, alors que dans les régions du Sud prédominent les variétés tardives ayant un cycle de 120 jours.
- La plupart des cultures sont faites avec plusieurs types de houes manuelles. Il est évident que les familles plus grandes et plus aisées, possédant leur propre bétail, ont la possibilité d'utiliser pour la culture la traction animale, ce qui contribue considérablement à faciliter le travail et à augmenter les rendements, contrairement aux familles moins nombreuses et plus pauvres qui ont toutes les peines du monde à avoir une charrue ou un bœuf.
- Dans les zones ayant un excédent de terres mais une pénurie de main d'œuvre, les paysans préfèrent utiliser un système moins consommateur de main d'œuvre et qui donne un rendement plus faible pour une superficie plus grande.

Les paysans utilisent peu d'intrants. En général, les paysans dont l'activité est proche de la subsistance n'ont pas les moyens de se procurer des engrais ou n'ont même peut-être jamais appris à les utiliser.

Dans les zones à forte pression démographique, il y a une tendance croissante à utiliser du fumier avec une réduction des périodes de jachère. Les propriétaires de bétail pourraient les faire paître dans les champs durant la saison sèche et les nourrir avec les résidus des récoltes précédentes. La valeur fertilisante de ces restes est souvent hautement appréciée par les paysans qui, auparavant, devaient payer pour le défrichage de leurs champs. Avec l'augmentation de la fertilité des sols et du défrichage de la brousse, la période de culture peut être prolongée sur une durée de 6 ans. La plupart des fumiers sont utilisés sur des champs cultivés de manière permanente, non loin des habitations, et sont moins appliqués sur les champs lointains.

L'élevage est pratiqué dans presque toutes les communautés par des individus privilégiés pour se procurer un revenu supplémentaire. La taille des troupeaux est généralement contrôlée, contrairement à ce qui se passe dans les tribus nomades. La possibilité de pouvoir obtenir à partir du bétail de la viande, du lait, et des peaux en fait un moyen d'économiser de l'argent ou une police d'assurance, une sorte de "banque sur pattes". Quand les effectifs du bétail augmentent au-delà de la capacité des pâturages disponibles, il en résulte une surexploitation entraînant la destruction des terrains de parcours. Certains fermiers essaient de combler les pénuries en saison sèche par du foin, de la paille ou des branchages de certains arbres tels que la *Faidherbia albida*, l'*Acacia*, etc.

Il y a très peu de paysans qui ne possèdent pas en même temps au moins quelques chèvres, moutons et volailles, ainsi qu'un âne qui est un animal familier dans des nombreux propriétés rurales.

2°) Culture de décrue et systèmes d'Ilots de sable

Les systèmes des cultures de décrue couvrent tout un ensemble de techniques de cultures humides des sols résiduels. Ces techniques possèdent 3 éléments de base commune. Elles reposent sur des phénomènes climatiques et hydrologiques :

- Le contrôle de l'eau est soit non nécessaire, soit très simple à faire ;
- Le succès de la récolte dépend largement de la précision de l'anticipation des conditions qui varient d'une année à l'autre.

Ce type de culture est tributaire des niveaux d'eau tombée. Les dépressions localisées et les vastes étendues planes difficiles à drainer sont utilisées pour retenir l'humidité. D'une manière générale, le paysan avance à mesure que l'eau se retire et il utilise son savoir-faire pour choisir le moment le plus approprié pour l'exploitation et les cultures les plus adéquates à développer. Même avec cela, des dégâts importants peuvent être causés aux cultures pendant les mauvaises années. Les mauvaises années sont celles où la période d'inondation se prolonge considérablement et retarde les cultures. Comme il fallait s'y attendre, le paysan des cultures de décrues n'est pas aussi vulnérable pendant des années de sécheresse que son collègue pratiquant d'autres cultures.

Il n'est pas toujours possible de tracer une frontière précise entre culture irriguée et culture de décrue. En effet, de nombreux paysans pratiquant des cultures de décrue ont une capacité de réserve pour une certaine irrigation tandis que de nombreux paysans des cultures irriguées s'arrangent pour utiliser au maximum l'humidité résiduelle afin de minimiser l'effort d'adduction d'eau.

Les habitants des îlots de sable possèdent traditionnellement de grands troupeaux de bétail. Dans une certaine mesure, il s'agit d'une activité séparée mais sur les îlots de sable eux-mêmes, les cultures et l'élevage sont étroitement intégrés. Un des principaux aspects de ce type de culture est le développement en saison sèche du sorgho sur les sols lourds des plaines argileuses. Les îlots de sable sont aussi densément cultivés à proximité du village. Ici, les paysans sont confrontés aux problèmes d'alimentation de leurs troupeaux pendant les pluies quand les îlots de sable n'ont pas suffisamment de fourrage alors que les plaines argileuses sont inondées. Ils doivent également tenir compte de l'insuffisance de l'eau en saison sèche et faire face à la demande de pointe de main d'œuvre pour leur cycle de culture.

Dans les communautés pratiquant ces genres de culture, il est rare qu'une famille possède une propriété consacrée entièrement aux cultures de décrue. Dans la plupart des cas, la propriété agricole de la famille comprend un mélange de terrains de différents types :

- Terres supérieures : essentiellement des sols légèrement sableux consacrés à la culture du mil en sec.
- Lourdes terres d'inondations : pour la production du niébé et du sorgho, et éventuellement du riz.
- Une seconde zone de terres d'inondation utilisées comme jardin.

Chacune des composantes est intégrée dans le système de production. Bien que cette diversité fournisse une certaine protection contre des conditions défavorables, des périodes

d'échecs trop prolongées pour chaque composante se traduiraient par des conséquences économiques et sociales désastreuses.

Il est également clair que la concurrence pour avoir des zones d'inondation, notamment à utiliser comme jardin, est de plus en plus intense.

C - L'AGRICULTURE IRRIGUÉE

L'irrigation est pratiquée au Niger depuis des siècles sur les terres basses et les couloirs inondés. Les technologies de relevage de l'eau ont cependant été développées seulement à une échelle très limitée. Des systèmes intermédiaires tels que les galeries extensives, par exemple ; ne sont pas très largement utilisés.

Dès les années 1960, le gouvernement a introduit la coopération dans un effort de promotion du développement de la production agricole, mais malgré des injections occasionnelles (mais souvent substantielles) des capitaux publics dans l'investissement, jusqu'au moment de la sécheresse du milieu des années 1970, les techniques de relevage n'étaient toujours pas largement utilisées. Ceci ne reflète pas un manque de connaissances, une capacité de gestion insuffisante ou un manque de capitaux, mais plutôt le fait que les prix que l'on pouvait espérer obtenir n'étaient pas en mesure de permettre la couverture de l'ensemble des coûts de production.

En 1982, l'agriculture dans la vallée du Niger couvrait seulement environ 3 200 ha de terrains qui, comme le montre le tableau suivant, représentent 2,3 % et 3,2% de l'ensemble des terres irrigables.

Source d'estimation	Cuvettes	Terrasses	Total	Situation de 1982 comme % du total
Sofrelec et Satec 1977	20 000	120 000	140 000	2,3
Sogreah 1977	20 000	80 000	100 000	3,2

Document 3.19: Terres irrigables dans la vallée du Niger (ha)

En 1990, il était estimé que 70 000 ha environ (sur un total de 270 000 ha de terres irrigables) étaient activement utilisés, dont 12 000 ha pour des grands projets d'irrigation et le reste pour des micro-projets. En général, l'expérience des projets d'irrigation des grands périmètres depuis 1980 n'a pas donné satisfaction. Le rapport préparé par la mission de l'Union Européenne fournit de bons éléments d'appréciation des éléments rencontrés :

- La planification du projet initial et son développement ont été défectueux : les sols de la région sont naturellement peu fertiles et nécessitent une utilisation intensive d'engrais (souvent non disponibles en quantité et au moment voulu) ou de fumier.
- Les parcelles allouées à des ménages individuels étaient trop petites (par exemple 0,51 ha à Toula).
- Les schémas de cultures accordaient trop d'importance à la monoculture du riz (en contradiction directe avec la traditionnelle diversification des agriculteurs locaux) et limitaient les opportunités de développement d'autres cultures intensives (manque de marché, fixation de prix, etc.).
- Le calendrier d'exploitation était trop rigide dépendant de la disponibilité des

équipements et d'une bonne formation du paysan.

- Finalement, et plus grave encore, le programme a défendu l'idée que tous les paysans souhaitaient produire à des fins commerciales, ce qui n'est évidemment pas le cas, au moins dans les conditions économiques actuelles.

Les coûts d'investissement sont excessifs : ils se situent en moyenne à 6 millions de F CFA (soit 9000 euros) et sont ainsi parmi les plus élevés du monde, ils ne peuvent, par conséquent pas, être supportés par les paysans.

- Système défaillant de gestion et d'allocation des ressources en eau : dans pratiquement tous les cas, le système de gestion et d'allocation des ressources en eau est archaïque et dans le pire des cas les champs les plus éloignés des canaux principaux connaissent de graves pénuries d'eau à des moments critiques.

- Mauvais entretien des équipements : en avril 1997, seulement 27 des 227 pompes et autres équipements hydrauliques étaient en état de fonctionnement satisfaisant outre de drainage et l'insuffisance de la maintenance des canaux principaux et du réseau de distribution.

- Nombreux problèmes institutionnels dans l'établissement et la gestion des GMP, dans les relations entre GMP et dans l'allocation initiale des terres.

- Mauvaise formation du paysan, symbolisée par une apparente répugnance à l'utilisation des engrais (même quand ils sont disponibles) et une incapacité (ou manque de volonté) à gérer les programmes de crédits.

Année	Saison sèche	Saison des pluies	Total					
	Sup. (ha)	Prod. (t)	Rend. (kg/ha)	Sup. (ha)	Prod. (t)	Rend. (kg/ha)	Sup. (ha)	Prod. (t)
1992	7 261	35 280	4 859	6 801	30 170	4 436	14 062	65 450
1993	6 924	34 004	4 911	6 647	28 256	4 251	13 571	62 260
1994	7 142	34 618	4 847	5 635	29 133	5 170	12 777	63 751
1995	5 712	25 078	4 390	5 902	25 967	4 400	11 614	51 045
1996	7 044	31 387	4 456	6 624	28 642	4 324	13 668	60 029
1997	7 060	32 136	4 552	7 038	32 214	4 577	14 098	64 350

Document 3.20 : Rendements des cultures dans le Projet AHA

(Source : Analyse de la Filière Riz; Programme de Coopération Technique – FAO (1998))

L'initiative et l'investissement privés sont lourdement pénalisés par les réglementations de gestion et d'accès à la propriété des terres et par leur processus d'allocation. Par voie de conséquence, le système est caractérisé par une faible fiabilité d'exploitation, des rendements relativement faibles (document 3.20) et des taux d'endettement élevés. De plus, seuls deux produits sont cultivés et en dehors du riz, pratiquement aucune autre production n'a lieu en saison sèche.

En résumé le rapport sur les Schémas du P.G.I. (Programme grande Irrigation) renforce les conclusions du précédent rapport préparé en 1982 par le comité d'experts et consacré aux problèmes rencontrés dans les principaux périmètres d'irrigation :

- Les ressources financières sont insuffisantes et on rencontre une non disponibilité d'améliorations appropriées dans les techniques de culture d'irrigation et d'assainissement, ce qui entrave le développement.
- On constate une pénurie de personnel qualifié pour prendre en charge l'exploitation, la gestion et l'entretien du projet ;
- Il existe des problèmes d'application des principes d'irrigation et des schémas de cultures sur des sols hétérogènes, spécialement sur les terrains en terrasses ;
- Les projets sont caractérisés par une trop lente adaptation des paysans et par leurs refus d'allouer des ressources à l'irrigation des parcelles, montrant leur préférence pour les systèmes traditionnels.

Commentant les problèmes génériques associés à l'irrigation au Niger, un rapport de la Banque Mondiale datant de 1992 a relevé les distinctions pouvant être faites entre l'exploitation publique et le secteur privé :

- De petites parcelles peuvent éviter les sols de mauvaise qualité. Une gestion individuelle réduit les risques de tensions sociales ;
- Là où les paysans sont traités comme de *simples laboureurs* (cultivateur analphabète utilisant des moyens de base comme la houe, daba, ...) ou comme participant seulement partiellement aux décisions, ceux-ci refusent fréquemment de travailler dans des activités qui ne servent pas directement leurs propres intérêts. Les projets connaissant ce genre de problèmes ont tendance à ne pas être durables ou à échouer ;
- Les paysans, souvent, ne veulent pas de ce que décident l'ingénieur d'irrigation (utilisation plus efficace de l'eau), ou l'agronome (maximisation des rendements), ou le gouvernement (sécurité alimentaire, substitution d'importation) ou encore les bailleurs de fonds (viabilité économique et pérennité). Des tentatives pour dépasser les résistances de paysans auraient un impact opposé sur la performance des projets. Pour réussir, un projet doit prendre en considération les besoins et les objectifs des paysans qui doivent être incorporés dans ses structures de conception et de mise en œuvre ;

L'organisation imposée par les bailleurs de fonds ou le gouvernement est presque toujours un échec.

Quant à la petite irrigation (document 3.21), elle est un peu plus extensive à Tillabéri où elle couvre une superficie de 9 400 ha et qui ne représente que moins de 8% de l'ensemble des terres irrigables dans la vallée du Niger. Cependant, même les petites exploitations, quand elles ne sont pas gérées par le secteur privé, ne dégagent pas une rentabilité significative et ceci représente un sérieux problème. Des discussions avec les gérants de ce type d'exploitations ont confirmé la conclusion que très peu d'entre elles ont de véritables incitations pour intensifier leur production.

Dans un contexte différent, il convient de noter qu'il existe un conflit inhérent à, la productivité et la protection des zones d'irrigation d'une part et, d'autre part, aux zones naturellement humides (lit majeur). Alors que l'on reconnaît que la production du riz en

terrain irrigué constitue une priorité nationale, cela représente d'un autre coté une menace majeure pour les zones humides critiques (récupération directe des terres et modification du schéma d'écoulement du fleuve).

Culture	Filingué	Téra	Ouallam	Tillabéri	Kollo	Say	Département
Niébé de crue	21	3 185	-	61	-	-	3 267
Manioc	650	-	-	30	1 100	600	2 380
Oignon	-	438	9	98	467	89	1 101
Piment	-	72	-	29	289	31	421
Tomate	26	-	17	-	272	49	364
Patate douce	69	-	-	35	219	17	340
Choux	69	90	9	-	-	37	204
Laitue	48	45	18	20	-	67	198
Pastèque	100	-	-	-	-	-	100
Tabac	-	37	-	50	-	-	87
Courge	-	40	13	25	-	-	79
Poivron	-	-	-	-	-	40	40
Calebassier	-	40	-	40	-	-	40
Canne à sucre	30	-	-	-	-	-	30
Aubergine	-	-	-	-	-	30	30
Carotte	-	-	-	-	-	21	21
Pomme de terre	15	-	-	-	-	-	15
Autres	44	28	39	28	356	153	647
Total	1 072	3 934	106	423	2 703	1 134	9 364

Document 3.21 - Cultures irriguées : Petite Irrigation (ha), 1996

(Source : Bilan Diagnostic Environnemental du Département de Tillabéri (1997))

La gestion des conflits pourrait exiger une planification spécifique pour tenir compte d'une multiplicité d'utilisations des sols. Une telle opportunité pourrait venir de l'utilisation des terrains non développés à l'intérieur d'un périmètre pour protéger la biodiversité. Ceci semble s'être produit (par accident ou délibérément) dans certains périmètres plus larges où des terres non développées ont été conservées nues et sont devenues un îlot de refuge pour un certain nombre d'habitats.

D - QUESTIONS RELATIVES À LA PÊCHE ET À LA PISCICULTURE

L'adversité du climat sahélien enregistrée pendant les trente dernières années et la dégradation consécutive des écosystèmes aquatiques ont considérablement affecté la diversité biologique et la productivité piscicole des pêcheries. À ces causes d'origine naturelle, s'ajoutent les effets environnementaux des programmes sectoriels de développement des aménagements hydro-agricoles sur les plaines d'inondation qui constituent les zones de reproduction et de frayère des poissons. Ainsi, la production halieutique, qui était évaluée en 1969 à environ 7 177 tonnes (Bacalbassa, 1971), a enregistré une baisse d'environ 6 277 tonnes, soit 88 % en 17 ans (Mavestyto, et al 1986). En 1998, la production piscicole nationale n'est plus estimée qu'à 2 450 tonnes (DFPP, 1998).

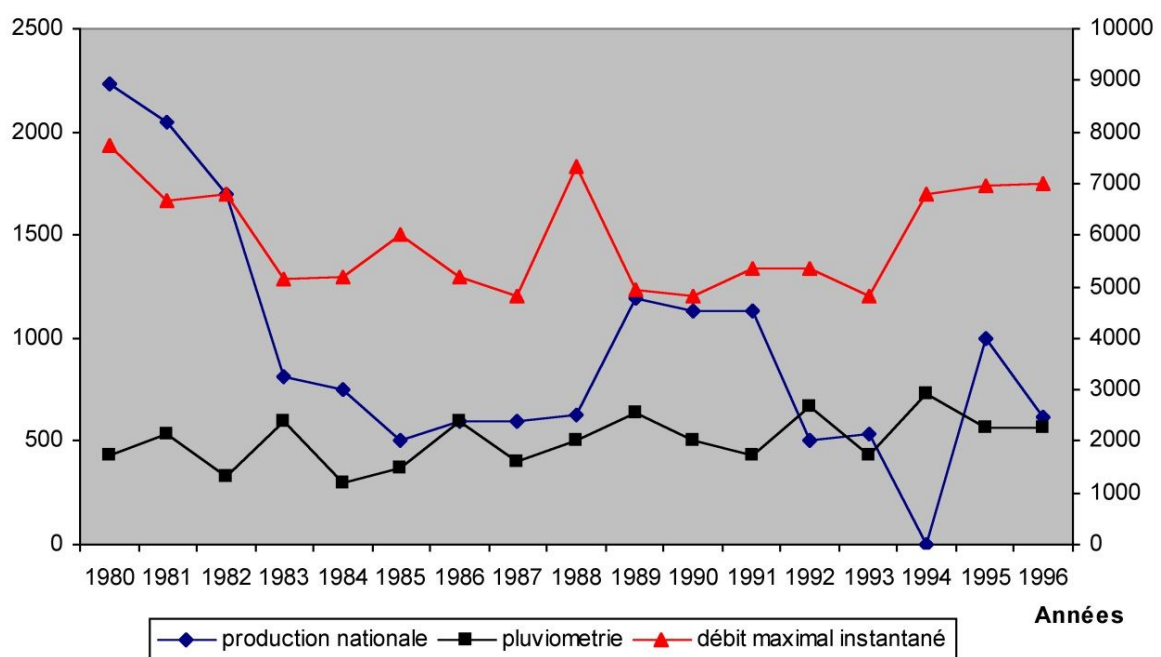
La réalisation du futur barrage de Kandadji, qui fut depuis longtemps l'une des stratégies envisagées par le Niger pour d'une part lutter contre la forte variation des hauteurs

d'eau du fleuve et d'autre part augmenter les capacités d'irrigation des cultures pratiquées dans la vallée du fleuve Niger en territoire nigérien, présente également un impact considérable sur les productions halieutiques et piscicoles.

1°) La production halieutique.

Les premières estimations de la production halieutique datent des années 1962 (Daget, 1962) et faisaient état d'une production de 4 150 tonnes que l'auteur estimait à environ 50 % de la capacité de production de la partie nigérienne du fleuve Niger. Rappelons que pour l'année 1969, Bacalbassa (étude de 1971) évaluait la production à 7 177 tonnes après une période de « forte hydrologie ». En 1983 et 1985, les productions étaient respectivement de 1 600 tonnes et 900 tonnes (Malvestyto et al, 1986).

Depuis 1982, les estimations font état d'une diminution des captures par rapport aux décennies précédentes. Bien que le plan d'actions d'accompagnement (pêche - pisciculture) de l'étude de l'aménagement des cuvettes de Bonféba-Diomona-Dessa ait imputé cette baisse à la surexploitation des stocks piscicoles, il est néanmoins reconnu de nos jours que la production halieutique d'un cours d'eau est directement corrélée à la variabilité du débit qui détermine le niveau d'inondation de la plaine alluviale (document 3.22).



Document 3.22 – Évolutions comparées de la production nationale de poissons et des données hydrologiques et pluviométriques (sources : DFPP et DRE)

Comme le montre ce document officiel, la baisse des débits du fleuve entre 1980 et 1987 a engendré une chute de la production piscicole de 8 500 à 5 000 tonnes, soit environ 58 %. À partir de 1988, on constate une augmentation de la production consécutive à l'amélioration des conditions hydrologiques du fleuve suite à l'augmentation des cumuls pluviométriques et des hauteurs d'eau correspondants.

2°) *Mesure traditionnelle d'aménagement des pêcheries :*

L'aménagement et la gestion durable des ressources halieutiques reposent sur la mise en œuvre des stratégies et des actions qui impliquent les populations bénéficiaires d'une part et d'autre part stimulent d'une façon ou d'une autre le développement des poissons. Il s'agit de :

- La lutte contre l'envasement et l'ensablement du lit, et contre les végétaux flottants tels que la jacinthe d'eau.
- L'entretien et la culture des plantes aquatiques à haute valeurs fourragères et des diguettes.
- L'aménagement de barrages filtrants

Même si dans certains cas (installation des barrages filtrants, confection des diguettes et technique des « *acadja* »), ces actions sont envisagées par les populations d'une part pour maximiser l'appropriation de la ressource poisson et d'autre part pour sécuriser les productions agricoles et fourragères (lutte contre l'ensablement, la jacinthe d'eau et la culture du *bourgou* (de l'herbe fourragère dont raffolent les hippopotames et les chevaux), elles présentent néanmoins l'avantage de stimuler la productivité piscicole des plans d'eau et de pérenniser l'équilibre écologique des milieux aquatiques.

La technique des « *acadja* » à Dolé : un moyen traditionnel pour accroître la productivité piscicole des eaux consiste à implanter des substrats artificiels, amas de branchages plantés en eau peu profonde dans lesquels les poissons se réfugient, se nourrissent et se reproduisent



Document 3.23 : Exemple de Technique des « acadja » appliquée sur le fleuve Niger

Pour favoriser l'implication des populations riveraines dans la mise en œuvre des stratégies durables de gestion des ressources halieutiques, il est indispensable d'affiner et d'intégrer ces actions dans les plans d'aménagement afin de stimuler la productivité piscicole des milieux aquatiques, car selon Bernaseck, «... *il est plus important à l'heure actuelle de*

mener des activités de développement destinées à stimuler rapidement la production plutôt que de se concentrer exagérément sur l'inventaire des captures actuelles car il s'agit d'un travail coûteux et de longue haleine qui ne contribue en rien à l'augmentation directe de la production ». La réalisation du futur barrage de Kandadji répondrait favorablement au contexte de la pêche et de la pisciculture au Niger car elle permet la création d'un réservoir d'environ 250 km² sur le réseau fluvial caractérisé par une forte variation des crues qui affectent incontestablement les productions piscicoles.

La pêche est active pendant les périodes des basses eaux. Les rendements sont bons à cause de la concentration du stock piscicole sur une superficie restreinte qui se limite au lit mineur. Cette période se situe en année moyenne entre Avril et Juillet (document 3.24). Pendant les périodes des hautes eaux, l'importance du volume d'eau rend inefficace l'utilisation des palangres, des nasses et des filets maillants fixes dans le lit mineur. La pêche est focalisée essentiellement dans le lit majeur où la recherche de frai et de reproduction, ainsi que les besoins alimentaires, obligent les poissons à s'y retrancher. Les engins de pêche sont alors installés de manière à compromettre la migration latérale afin de maximiser les prises.

Mois	Hydrologie du fleuve	Activités des poissons	Intensité de pêche
Oct.-Fév.	Hautes eaux	- Migration latérale dans les plaines inondées - Croissance des Juvéniles	Pêche peu active (migration des pêcheurs nigériens vers leur pays d'origine)
Fév.-Mai	Décru	- Migration retour des poissons dans le lit mineur - Recrutement	Début de la pêche active
Mai-Juil.	Basses eaux	- Concentration des poissons dans le lit mineur - Migration longitudinale	Pêche très active
Juil.-Sept.	Crue	- Reproduction des poissons	Pêche réduite au niveau du lit mineur

Document 3.24 - Cycle hydrologique du fleuve et calendrier des périodes de pêches
(Source : Coenen (1986).

E - CONFLITS D'USAGE SUR LES RESSOURCES NATURELLES :

Les conflits basés sur les ressources, spécialement sur les droits d'accès à la terre, à l'eau et à la forêt, sont en augmentation partout dans le monde, aussi bien en fréquence qu'en intensité. À l'instar des autres pays, le Niger n'est pas épargné par le phénomène. Qu'ils soient causés par l'avidité ou par l'injustice, les conflits liés aux ressources naturelles entraînent de sérieux bouleversements sociaux, mettent en suspens ou détruisent les opportunités de revenus. Ils créent l'insécurité alimentaire, nuisent à l'environnement sans oublier les pertes en vies humaines.

Dans la région du fleuve, les conflits liés à la rareté des points d'eau n'existent pas, à cause de la disponibilité de ressources ; le problème se situe au niveau de l'accès à cette ressource. Nous allons donc axer notre étude sur le conflit foncier ou lié à la terre. Les ménages pauvres supportent la charge la plus lourde du conflit relatif à la terre, pour la simple

raison que leurs besoins journaliers et leurs moyens de subsistances sont directement en relation avec leurs accès aux ressources naturelles.

Actuellement, selon la FAO, plus de 50% des pauvres des zones rurales sont des petites exploitations, 22% sont des familles sans terre qui travaillent dans des conditions injustes, et 8 % sont des pasteurs, des chasseurs, des pêcheurs.

1°) Importance du foncier au Niger et principales causes

Le Niger est caractérisé par une croissance démographique très forte, supérieure à 3,1% ; à cela s'ajoute une rareté des terres agricoles qui ne représentent que 8 % de l'espace nigérien. Les enjeux de la sécurisation foncière au Niger portent aussi et surtout sur l'accès équitable aux ressources partagées qui couvrent plus de 80 % du territoire national, d'où l'importance du foncier pour la population nigérienne.

Au plan économique, le foncier est à la base de l'ensemble des activités productives en milieu rural. Il faut savoir que chaque Nigérien, où qu'il se trouve, s'identifie comme rattaché à un village ou un terroir donné. Le foncier est donc une ressource au centre de la vie de l'homme. Toute entrave à son accès pourrait être ressentie comme une atteinte à la vie de l'homme et donc une cause majeure de conflits et d'instabilité sociale et politique.

Les principales causes des conflits fonciers au Niger relèvent :

- des sollicitations multiples et des pressions concurrentes s'exerçant sur les ressources naturelles
- de la pression démographique croissante des populations et de leur cheptel.
- des aléas climatiques qui compromettent les cycles de cultures, et hypothèquent la survie alimentaire des populations et de leur cheptel.
- de la dégradation accélérée de l'environnement impliquant la raréfaction des ressources.
- de la contradiction entre les systèmes locaux de gestion et ceux dits modernes introduits par l'Etat ou ses partenaires.
- de l'inadaptation des systèmes de production
- de l'incompréhension ou de l'absence d'information sur les objectifs des politiques et les programmes de développement mis en œuvre par les autorités publiques ou les organismes de développement.



Document 3.25 : Pêcheur qui confectionne son filet.

2°) Typologie des conflits fonciers ruraux au Niger :

Dans la région du fleuve, les conflits fonciers sont de quatre types : conflit agriculteur-éleveur, conflit éleveurs-pêcheurs, conflit pêcheur-pêcheur, conflit Etat-Communautés et conflits Etat-Etat

a) Conflit agriculteur-éleveur : Il est sans doute le plus fréquent ; ce conflit résulte des dégâts champêtres causés par la descente précoce des animaux de pâturage avant la fin de la saison des pluies, ce qui entraîne des tensions violentes. Avec le dérèglement climatique, les pluies sont de plus en plus tardives, entraînant une culture et des récoltes tardives.

Cette descente des animaux dans la zone de culture, même si elle se fait au bon moment, est donc souvent source de conflit. Pour accéder au fleuve afin d'abreuver leurs troupeaux, les éleveurs doivent emprunter des passages balisés par les agriculteurs encore appelés « *couloirs de passage* » : espaces qui sont souvent mis en culture par les agriculteurs. Les enclaves pastorales, qui sont des enclos de répit pour des éleveurs et leurs troupeaux sur des longs trajets ne sont pas cédés par les agriculteurs.

Il en résulte une montée (vers le nord, malgré l'incompatibilité des terres) du front de la colonisation agricole pour accroître la production.

b) Conflit éleveurs-pêcheurs : Elle se manifeste par des actes malheureux que les uns imposent aux autres. Dans certains secteurs éloignés, on assiste à un empoisonnement des points d'eau par les pêcheurs. Il faut savoir aussi que certains outils de pêches (hameçon, produit chimique) ont des impacts et nuisent à la santé des animaux. Il n'est pas rare que des pêcheurs constatent une dégradation délibérée de leurs outils par les troupeaux des éleveurs.

c) *Conflit Pêcheurs-pêcheurs* : Il se traduit par l'utilisation de méthodes et outils de pêche non conventionnels (filets, lumières, produits...), par le non-respect des limites de territorialité, et de certains rites locaux.

d) *Conflits Etats-Communautés* : On assiste ici au non-respect du statut de ressources domaniales par des communautés. C'est le cas des forêts classées, et zones préservées. On peut citer à titre d'exemple le parc de W qui possède des espèces d'animaux sauvages menacées par le braconnage. Souvent, des paysans n'hésitent pas à mettre en culture de façon anarchique certaines réserves foncières stratégiques. On assiste aussi à des appropriations abusives des aménagements réalisés par les puissances publiques. L'Etat se plaint auprès des communautés de pratiques non conventionnelles, à savoir la divagation des animaux, la coupe abusive des bois, le départ des feux de brousse par négligence.

e) *Cas des infrastructures publiques (ou conflit Etat-Etat)*: Lors de la construction de grands ouvrages, routes, barrages, retenues d'eau, seuils d'épandage, forages, écoles, cases de santé, il y a une expropriation des particuliers et de communautés entières. Cette contrainte a été vivement ressentie pour les débuts du chantier en cours du barrage de Kandadji, et un plan de réinstallation des villages et de compensation financière a été mis en place.

Les communautés accusent l'Etat d'exploiter les zones d'emprunt des troupeaux et des paysans pour réaliser certaines infrastructures telles que les lignes électriques, les voies de communication, les bandes passantes etc...

En conclusion, le manque d'accès garanti aux ressources productives, spécialement la terre, l'eau, la forêt, est l'une des causes de la faim et de la pauvreté et contribue très fortement à la dégradation de l'environnement et aux conflits. Lorsque le droit à la terre et aux ressources naturelles est équitable et mieux garanti, la productivité et le revenu des citoyens augmentent, les conflits basés sur les ressources diminuent et les sociétés parviennent généralement à des meilleurs niveaux de paix et de sécurité.

F – SYNTHÈSE DES CONFLITS PORTANT SUR LES RESSOURCES NATURELLES DANS LA RÉGION D'ÉTUDE

Les conflits relatifs à l'utilisation des ressources naturelles menacent l'équilibre de plusieurs localités, particulièrement dans les arrondissements de Say et de Boboye. Les raisons de ces conflits sont multiples et souvent interdépendantes. Les raisons généralement évoquées sont d'ordre :

- climatique : la sécheresse et l'épuisement des ressources provoquent des mouvements de populations qui conduisent à une exploitation des ressources rares par plusieurs communautés, d'où des heurts ;
- démographique : surpopulation (par rapport aux ressources disponibles) ;
- Politique : absence d'une politique d'aménagement du territoire ;
- Economique : les systèmes extensifs de production ;
- Socio-culturelles : la dislocation de l'organisation des sociétés.
-

1°) Conflits Relatifs aux Terres Agricoles

Il ressort de l'enquête réalisée auprès de 996 ménages, des conflits fréquents entre agriculteurs et éleveurs d'une part et d'autre part au sein même de la catégorie des agriculteurs.

En effet, 10,5 % des ménages interrogés déclarent avoir des conflits avec des éleveurs. Les conflits internes à la catégorie socio-professionnelle s'élèvent à 9,4 %. Les conflits avec l'Etat sont rares parce que ce dernier intervient peu dans la production de manière directe. La rareté des conflits avec les coopératives est liée au fait que celles-ci sont concentrées dans les périmètres rizicoles ; la culture du riz n'est pas ainsi concernée par ces conflits

Les causes des conflits relatifs aux terres agricoles des zones enquêtées sont classées par ordre d'importance décroissante, ainsi qu'il suit :

- la divagation des animaux,
- les limites imprécises des champs,
- la revendication des propriétés,
- l'héritage,
- le retrait du droit d'usage,
- la reprise des champs familiaux,
- l'incendie des arbres fruitiers,
- le refus d'agrandissement.

2°) Conflits Relatifs aux Ressources Pastorales (Pâturage)

Les ressources pastorales, cheptel, pâturage et les eaux, sont au centre des conflits importants entre les éleveurs et les agriculteurs. Environ 10 % des personnes questionnées déclarent ouvrir des conflits du fait des dégâts champêtres causés par les animaux ; 4 % lient les conflits aux couloirs de passage insuffisamment balisés et/ou non respectés par les éleveurs. Par contre, les conflits entre les éleveurs et l'Etat sont rares.

Les conflits relatifs aux aires de pâturage sont fréquents. Cependant, les points d'eau constituent moins d'enjeu à cause de la disponibilité de cette ressource.

Il ressort de ce qui précède une forte pression des exploitations agricoles et d'élevage dans la zone enquêtée et une faible coordination des activités, d'où une intégration insuffisante des secteurs.

Par ailleurs, les parcs nationaux et les autres zones vulnérables protégées sont également une source de broutage pour les troupeaux en saison sèche. Ces zones constituent par conséquent une importante source potentielle de conflit entre les gardiens des parcs nationaux et les pasteurs.

3°) Gestion des Conflits

Le système de gestion de conflits a sans doute évolué en fonction des lois qui la régissent.

a) *Base Légale de Gestion des Conflits* : Le droit foncier au Niger comprend un ensemble relativement complexe de textes compliqués par la coexistence de nombreux systèmes différents :

- **Lois constitutionnelles** gouvernant la vie rurale ;

- **Lois modernes** : premièrement, la législation coloniale qui reste encore en vigueur aujourd'hui, et les lois édictées après l'indépendance du Niger et concernant souvent les programmes de développement, en particulier les projets d'irrigation. Alternativement, on avait l'habitude dans le passé de s'adresser à la source de lois appropriées pour régler les conflits selon leur spécificité. Par exemple, selon le décret du 28 Octobre 1959, les conflits concernant les récoltes et les problèmes d'accès étaient directement réglés en considérant le droit pour le bétail de paître dans une zone cultivée et les amendes quotidiennes à appliquer ;
- **Lois musulmanes** : celles-ci ont une influence en particulier sur les règles de succession, sur les droits des femmes et sur les allocations des terres.

b) *Gestion des conflits actuellement* : Depuis 1993⁴, le Gouvernement du Niger a procédé à la réécriture de la loi foncière. Ordonnance 93-015 du 2/3/93 après une longue période d'étude, revue et dialogue pour protéger et gérer les ressources naturelles, organiser et administrer le secteur rural, planifier le développement du secteur et définir les principes fondamentaux d'acquisition des terres.

La législation comprend 153 articles répartis en 3 volumes :

- Volume 1 : Articles 1-3 définissant l'objet et les champs d'application de la loi ;
- Volume 2 : Articles 4-108 contenant un traité de matières juridictionnelles relatives aux ressources naturelles des zones rurales. Volume divisé en quatre titres : régime des terres, hydraulique rurale, ressources végétales et ressources animales.
- Volume 3 : Articles 109-153 relatifs aux institutions du monde rural et subdivisé en quatre titres : encadrement administratif du monde rural, crédit agricole, contentieux rural et dispositions finales.

L'Article 139 de cette Ordonnance détaille les systèmes de gestion des conflits, qui commencent par les autorités coutumières et suivent le processus suivant⁵ :

- Niveau 1 Les chefs de village / tribu ;
- Niveau 2 Les chefs de Canton / groupement ;
- Niveau 3 L'autorité administrative (chef de poste) ;
- Niveau 4 Le sous-préfet et la Commission Foncière ;
- Niveau 5 Le juge de paix ;
- Niveau 6 La section du tribunal à Tillabéri ;
- Niveau 7 La Cour Suprême à Niamey.

Le Niger est un pays de tradition musulmane dans lequel les autorités religieuses (marabouts) jouent un rôle central dans la procédure de conciliation des disputes à tous les niveaux. Dans le domaine des conflits fonciers, elles travaillent avec les autorités coutumières et administratives.

⁴ Evaluation du Code Rural en Matière de Gestion des Ressources Naturelles - Coopération Néerlandaise, USAID et DANIDA, Août 1996.

⁵ Enquête rapide de reconnaissance des organisations des conflits sociaux - Téra Nord, SNV/PNUD, Octobre 1998.

Au Niger, dans le cadre d'une conciliation, les deux parties peuvent être amenées à jurer sur le Coran en présence d'un marabout (Malan, Imam, etc.).

4) Tendances dans la Gestion des Conflits Fonciers

Malgré l'existence des procédures complexes de résolution des conflits résumées ci-dessus, les conflits fonciers ont traditionnellement toujours été réglés au niveau du village. Cependant, on constate maintenant une tendance croissante à porter ce genre d'affaire devant les tribunaux. Cette tendance à utiliser de plus en plus les lois modernes entraîne un morcellement croissant des terres, ce qui fait prévoir une augmentation du nombre de conflits dans le futur.

Dans ces conditions, les droits et systèmes traditionnels seront marginalisés et deviendront de moins en moins appropriés dans les communautés villageoises. La gestion des terres devient aussi de plus en plus problématique. Dans l'ancien système, les gens étaient soit propriétaires, soit locataires, soit emprunteurs des terres. Mais depuis le cinquième Congrès, ce système est largement dépassé. A ce Congrès, il a été convenu avec les chefs traditionnels que la propriété des terres serait reconnue aux gens uniquement dans les cantons où ils sont enregistrés comme résidents.

Depuis lors, de nombreux propriétaires fonciers se sont vu refuser leur titre foncier et ont ainsi perdu leur sécurité alimentaire traditionnelle, ce qui a entraîné, dans certains cas, une dégradation de l'harmonie sociale existante, et dans les pires des cas de véritables conflits ouverts. Cette situation a été exacerbée par un relatif affaiblissement croissant des pouvoirs des chefs traditionnels en matière d'allocation et de gestion des terres.

Ces processus vont en se renforçant et finiront inévitablement par affecter les schémas de propriété, d'utilisation et d'accès à la propriété des terres :

- Les prêts des terrains qui traditionnellement avaient été imprécis dans leur durée non définie dans plusieurs cas deviendront une source croissante de conflit et, par conséquent, seront de moins en moins pratiqués.
- Certains accords de prêt de terrains pourront être transformés en accords de location. Les droits de prêter des terrains échapperont aux autorités coutumières, réduisant ainsi leur influence et leur capacité physique et morale à régler les conflits locaux.
- Les synergies entre pasteurs nomades et sédentaires, qui ont toujours fait l'objet d'un délicat équilibre, deviendront de plus en plus difficiles à maintenir dans la mesure où les pasteurs nomades se verront progressivement écarter des terrains de parcours traditionnels.
- En période des besoins, la nature "transactionnelle" croissante de l'économie pourrait forcer les agriculteurs à vendre ou à se dépouiller de certaines de leurs meilleures terres, et à se reporter sur la culture des terres plus pauvres ou alors à réduire les périodes de jachère afin de réduire leurs "dettes".

Ce genre d'effets ne pourra pas se généraliser partout dans la mesure où certains villages ou cantons, qui continuent activement à décourager la vente des terres, seront moins vulnérables à ces changements.

Dans un tel contexte, il apparaît également à travers un certain nombre de projets de développement que les structures communautaires, en particulier les comités villageois, deviendront plus faibles en face de la "concurrence" des comités techniques, de coordination et de projets. Réciproquement, la démocratie interne dans les villages est souvent vantée et la prise des décisions devient plus acceptable. Ceci a de nombreux aspects positifs et peut réduire les conflits entre les utilisateurs des terres. Il n'est cependant pas impossible que les structures du projet et ses impacts mènent au renforcement des divisions passées.

Les structures traditionnelles, dans une certaine mesure, contribuent également à la distribution inéquitable des avantages du projet dans la mesure où les membres les plus faibles et les plus vulnérables de la communauté reçoivent le moins, sauf si des facteurs correcteurs externes sont pas appliqués.

F - MALADIES HYDRIQUES TRANSMISSIBLES

L'objectif détaillé de cette étude est de déterminer les impacts socio-sanitaires du Programme Kandadji, en particulier ceux associés à la retenue d'eau, à la construction des ouvrages, au déplacement des populations et à l'aménagement des périmètres agricoles prévus dans le cadre du projet.

Parmi les maladies hydriques transmissibles, le paludisme demeure sans contexte la plus fréquente. Parmi toutes les pathologies hydriques transmissibles, la paludisme représente un pourcentage annuel variant entre 62 et 67,2 %, suivi par les maladies diarrhéiques (19,6-24,6%) et les vers intestinaux (8,2-9,2%). Viennent ensuite des maladies comme la bilharziose et la dracunculose. L'onchocercose est quasi inexistante.

Pathologie	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Paludisme grave	3 917	6 043	6 988	10 201	6 074	33 223
Paludisme simple	78 727	88 135	94 990	94 720	76 611	433 183
Diarrhées simples	15 329	14 766	14 573	13 965	15 380	74 013
Diarrhées et déshydratations	1 809	2 472	2526	2594	2671	12 072
Dysenterie	15 557	18 373	17 002	13 883	11 144	75 959
Choléra	100	108	0	0	1 019	1 227
Bilharziose	1 123	1 319	1 532	917	1 169	6 060
Autres infections urinaires	5 666	6 127	6 959	6 178	5 334	30 264
Vers de Guinée	39	15	33	78	20	185
Vers intestinaux	11 020	12 339	14 863	13 269	13 037	64 528
Onchocercose	2	0	0	0	0	2
Total	133 289	149 697	159 466	155 805	132 459	730 716

Document 3.26 - Evolution des maladies hydriques transmissibles dans la région de Tillabéry entre 2000 et 2004 (Source : SNIS, Statistiques sanitaires, région Tillabéri)

1) *Le paludisme* (document 3.27): Le nombre de cas de paludisme (grave et simple) enregistrés dans la région de Tillabéri a connu une évolution croissante entre 2000 et 2003. Par contre, l'année 2004 a connu une diminution. Le taux d'incidence (nouveaux cas sur une période donnée rapportés à la population exposée) du paludisme varie entre 49 %° en 2001 et

59 %° en 2003, ce qui signifie qu'environ 5 à 6 nouveaux cas de paludisme sont apparus dans un groupe de 100 personnes à Tillabéri sur la période (2000-20004). Ces chiffres sont nettement inférieurs à ceux des deux autres régions sanitaires où les chiffres sont proches de la réalité de 10% de la population.

Année	2000	2001	2002	2003	2004
Région de Tillabéri					
Paludisme grave et simple	82 644	94 178	101 978	104 921	82 685
Population Tillabéri	1 830 925	1 889 515	1 949 979	2 012 379	2 076 775
Cas/1000 habitants	45,1	49,8	52,3	52,1	39,8
Région de Dosso					
Paludisme grave et simple	121 902	139 035	149 076	164 442	147 176
Population Dosso	1 459 171	1 505 864	1 554 052	1 603 781	1655 102
Cas/1000 habitants	83,5	93,3	95,9	102,5	88,9
Région de Niamey					
Paludisme grave et simple	72 449	85 128	73 750	94 944	70 240
Population Niamey	685 999	707 951	730 605	753 985	778 112
Cas/1000 habitants	105,6	120,2	100,9	125,9	90,3

Document 3.27 - Incidence comparée du paludisme dans les régions de Tillabéri, Dosso et Niamey
(Source : SNIS, Statistiques sanitaires, régions Tillabéri, Dosso et Niamey.)

Selon l'OMS, en Afrique, on estime l'incidence annuelle du paludisme à environ 500 à 900 cas pour 1 000 habitants (*Les maladies dues à l'eau dans les pays du Tiers-Monde*), ce qui est largement au-dessus des chiffres obtenus.

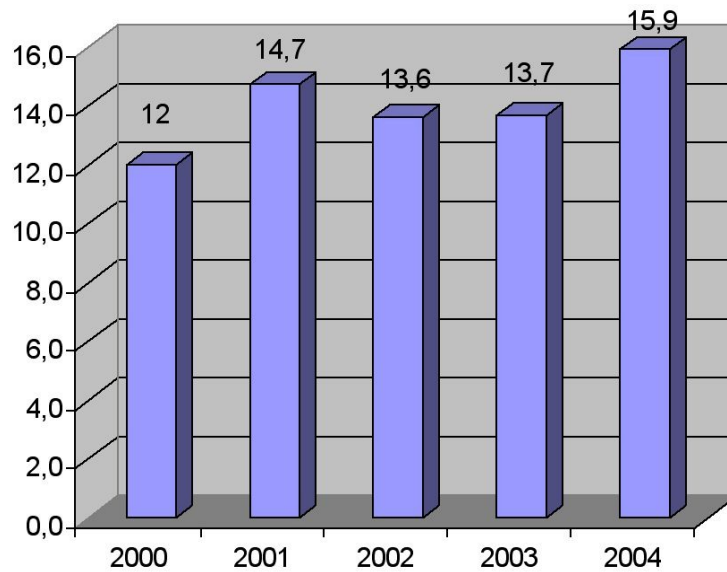
Cette situation serait liée à plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer :

- **La faible représentativité des données de routine** : cette situation peut s'expliquer par le fait que les données de routine hospitalières ne sont pas représentatives des données réelles. Cette remarque est valable pour la plupart des maladies. De plus, le diagnostic de la majorité des cas notifiés a été fait sur la base de critères cliniques et non biologiques ;
- **La faible accessibilité géographique aux services de santé** : la couverture sanitaire dans le département de Tillabéri en 2003 était de 41%. C'est dire que seulement 41% de la population (population habitant les 0-5km) ont accès aux services de santé.
- **Le climat peu favorable au développement de l'anophèle** : La variation entre les années étant très faible, on peut donc exclure les problèmes de notification. Par contre, il existe une grande variation mensuelle avec des périodes de forte transmission et des périodes de faible transmission.

La répartition des cas de paludisme par tranche d'âge dans la région de Tillabéri est résumée dans le document 3.28.

Tranche d'âge	Cas	%	Dcs	% dcs	Taux de létalité pour 10 000
< 1 an	75 329	16,2	224	16,4	29,7
1-4 ans	140 360	30,1	733	53,6	52,2
5-14ans	61 681	13,2	167	12,2	27
15 ans et +	189 035	40,5	243	17,8	12,8
Total	466 406	100,0	1 367	100	

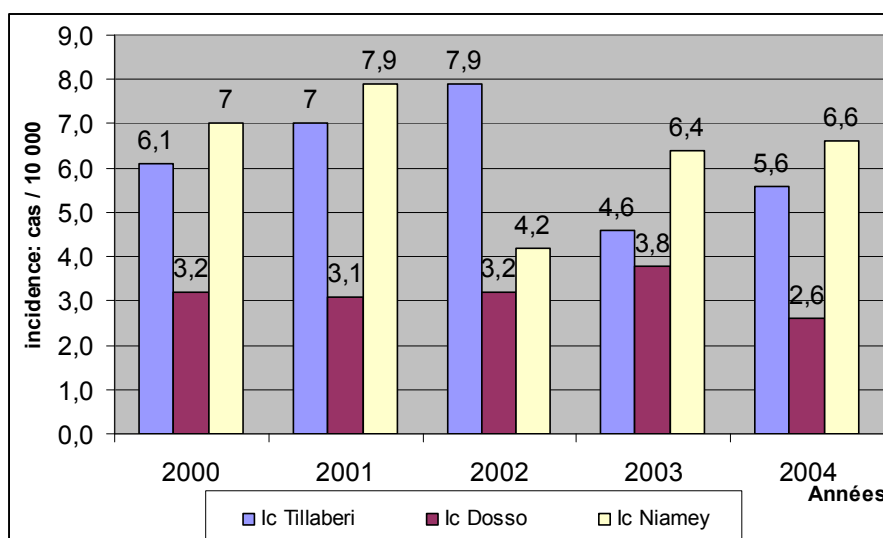
Document 3.28 - Répartition des cas de paludisme selon les tranches d'âge dans la région de Tillabéri 2000-2004 (Source : SNIS. statistiques sanitaires, région Tillabéri)



Document 3.29: Taux de mortalité du paludisme (décès pour 100 000 habitants) dans la région de Tillabéri, 2000-2004 (Source SNIS : statistiques sanitaires région de Tillabéri)

Au cours des 5 dernières années, le nombre de patients décédés de suite de paludisme s'élève à 1 367 décès. Le taux de létalité moyen du paludisme (proportion de personnes décédées suites au paludisme) est de 3 pour 1000. Par contre, le taux de mortalité (proportion de personnes décédées toutes causes confondues au cours d'une période donnée, dans la population totale) annuelle varie entre 14 décès pour 100 000 habitants et 16 décès pour 100 000 habitants. Parmi les décès (1 367), la proportion la plus élevée a été enregistrée dans la tranche de 1-4 ans (53,6%), alors que cette tranche ne représente que 5% de la population. Cette tranche d'âge se révèle la plus vulnérable avec un taux de létalité de 52,2 pour 10 000. Ces données sont probablement sous-estimées par rapport à la situation qui prévaut dans la population générale, cela en raison de la sous-utilisation des services de santé. Le taux de mortalité lié au paludisme est représenté sur le document 3.29.

2) La bilharziose : Les données enregistrées dans la région de Tillabéri montrent une évolution croissante du taux d'incidence de la bilharziose de 2000 à 2002. À l'inverse, les années 2003 et 2004 ont connu une diminution de cas. La moyenne des cas enregistrés est égale à 1 212 avec la valeur maximale en 2002 (1 532) et la valeur minimale en 2003 (917). Les taux d'incidence ont varié entre 4,6 pour 100 000 habitants en 2003 et 7,9 pour 10 000 habitants en 2002. Le taux d'incidence annuel de la bilharziose est représenté sur le document 3.30.



Document 3.30: Taux d'incidence de la bilharziose pour 100 000 habitants dans les régions de Tillabéri, Niamey et Dosso, 2000-2004 (Source : SNIS. Statistique sanitaires, régions de Tillabéri, Dosso et Niamey)

La répartition par tranche d'âge montre que la quasi-totalité des cas de bilharziose a été enregistrée chez les plus de 5 ans (95,5%). La répartition selon les tranches d'âges est représentée au tableau 3.31 En revanche aucun cas de décès lié à la bilharziose n'a été enregistré.

Tranche d'âge	cas	%
< 1 an	2	0
1-4 ans	271	5
5-14 ans	1 675	28
15 ans et +	4 112	68
Total	6 060	100

Document 3.31 : Répartition des cas cumulés de la bilharziose par tranche d'âge dans la région de Tillabéri, 2000 à 2004 (Source : Statistiques sanitaire région de Tillabéri)

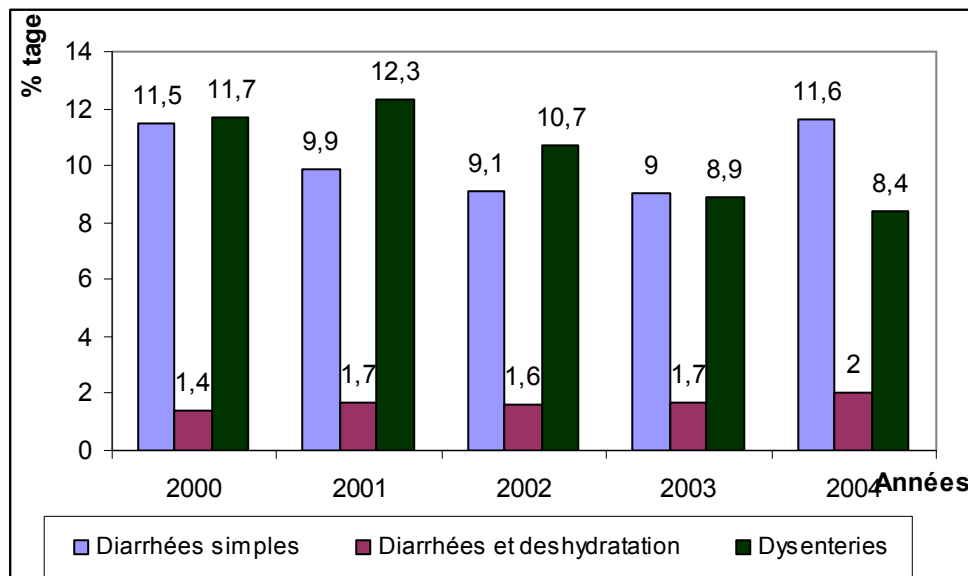
3) Le choléra : La région de Tillabéri est la plus touchée des régions à l'étude. Elle a connu trois épidémies : une épidémie en 2000, précisément dans le district de Téra, une épidémie en 2001 et une autre en 2004 dans le district de Tillabéri.

Région Sanitaire	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Région de Tillabéri	100	108	0	0	1019	1 227
Région de Dosso	0	0	240	0	0	240
Région de Niamey	0	0	0	0	20	20
Total	100	108	240	0	1039	1 487

Document 3.32 : Incidence comparée du choléra dans les régions de Tillabéri, Dosso et Niamey, 2000-2004 (Source : Statistique sanitaires, régions Tillabéri, Dosso et Niamey)

Cette concentration de l'épidémie dans cette région est probablement due à la grande concentration de populations le long du fleuve. Aussi, cette population utilise-t-elle l'eau du fleuve comme source d'approvisionnement en eau, n'ayant pas d'autres alternatives. Le document 3.32 présente les cas de choléra dans les régions sanitaires de Tillabéri, Dosso, et Niamey.

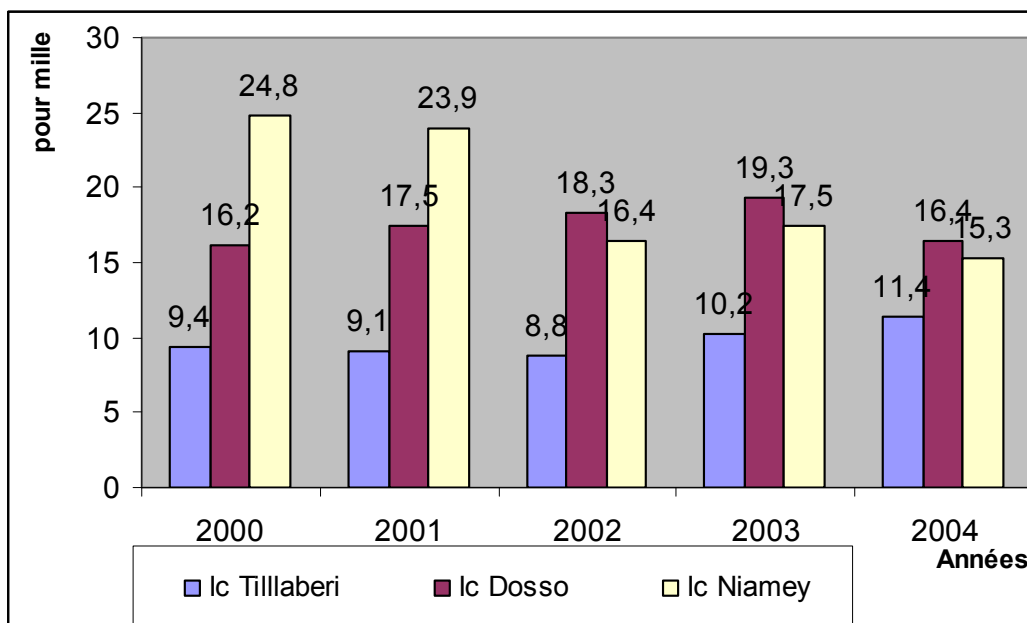
L'ensemble du pays a déclaré à l'OMS, de la 1^{re} à la 44^e semaine de l'année 2004, 2146 cas de Choléra dont 59 décès, soit une létalité de 2,74 %.



Document 3.33 - Evolution de la proportion des maladies diarrhéiques par rapport aux pathologies hydriques transmissibles dans la région de Tillabéri (Source : SNIS, Statistiques sanitaires, région de Tillabéri)

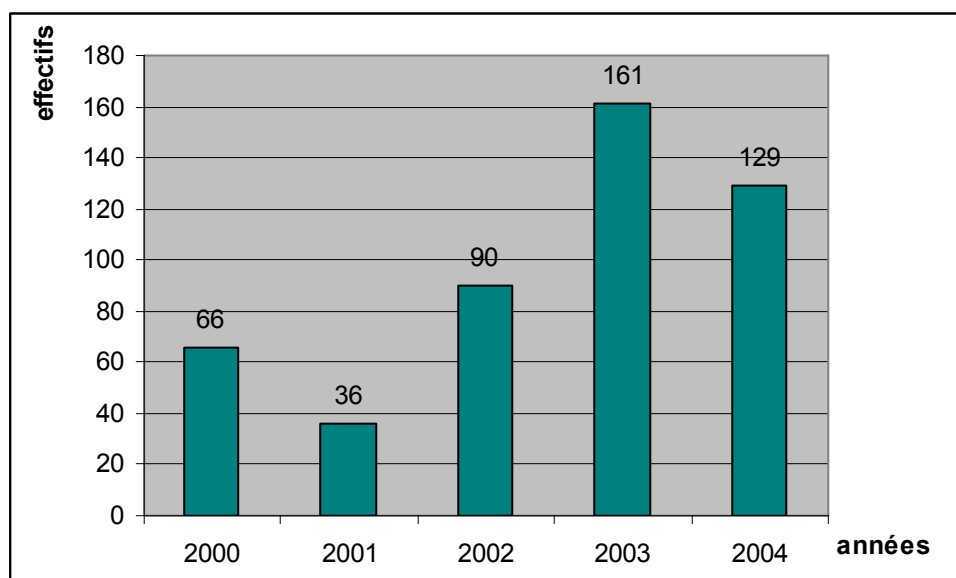
4) Les Maladies Diarrhéiques : Les proportions de diarrhée parmi les patients présentant une pathologie hydrique transmissible varient peu d'une année à l'autre. Elles varient entre 9 et 11,6% pour les diarrhées simples, 8,4 et 12,3 pour les dysenteries, et 1,4 à 2% pour les diarrhées avec déshydratation (document 3.33).

L'incidence comparée des diarrhées avec déshydratation montre que les régions de Niamey et de Dosso ont été plus touchées que la région de Tillabéri (document 3.34).



Document 3.34 - Incidence comparée (pour 1000) de diarrhée avec ou sans déshydratation dans les régions de Tillabéri, Dosso, et Niamey (Source : SNIS : Statistiques Sanitaires, région de Tillabéri)

5) La Dracunculose : Cette maladie est aussi appelée « *ver de Guinée* ». Elle est endémique et provoquée par un parasite ciblé par l’OMS pour être éradiqué, ce qui signifie que l’existence d’un seul cas de ver de Guinée compromet l’objectif de l’éradication. La surveillance de cette maladie dans les différents pays concernés est axée sur la déclaration du nombre de cas.



Document 3.35 - Evolution de la Dracunculose de 2000 à 2004 dans le district de santé de Tillabéri

La situation dans le district de santé de Tillabéri est marquée par une présence relativement faible des cas de dracunculose. Cependant à partir de 2001, le nombre de cas a augmenté d’année en année en passant de 36 cas à 161 cas en 2003 et 129 en 2004. Toutefois, il n’y a pas eu de décès liés à la maladie. Le document 3.35 représente l’évolution des cas de dracunculose dans le district de Tillabéri de 2000 à 2004.

III - L'IMPACT ÉCOLOGIQUE DE LA JACINTHE D'EAU

La jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) est native de l'Amérique du Sud, mais elle représente actuellement une mauvaise herbe aquatique très répandue. Elle doit sa présence massive aux quatre coins de la planète à l'homme qui l'a transportée partout dans le monde comme plante décorative à cause de son attrait esthétique. Au Niger, elle a dû être introduite au Pont Kennedy dans les années 1980. La présence du plan d'eau de la retenue de Kandadji va favoriser la prolifération de la jacinthe d'eau.

A - QU'EST-CE QUE LA JACINTHE D'EAU ?

Il s'agit d'un macrophyte droit, pérenne et stolonifère qui flotte librement. Les feuilles sont larges (0,05 à 0,15 m de largeur), de diverses longueurs (jusqu'à 0,2 m), avec une texture tannée et ont la forme de pétioles spongieux et dilatés. La dimension des feuilles constitue un indicateur précis du niveau nutritionnel. La couronne lie la base des feuilles et la tige de la fleur à une masse de racines velues, sombres, fibreuses et ramifiées. La tige de la fleur est plus longue que le feuillage elle peut atteindre 1 m, mais une dimension de 0,2 à 0,3 m est assez courante. Cette tige porte une fleur bisexuelle mauve, pâle et attrayante ayant six pétales qui se rejoignent à la base pour former un tube court. L'implantation se produit généralement lorsqu'une seule plante ou une natte de plantes est introduite dans une zone antérieurement "propre". Les plantes distinctes introduites par l'homme ou emportées par le courant en provenance de zones infectées dans les zones propres (même endommagées) sont capables de se reproduire et de constituer une nouvelle infestation.

La reproduction se fait par deux méthodes, végétative ou sexuelle. La reproduction végétative se fait par l'extension des stolons qui se développent pour donner naissance à des plantes filles, qui peuvent commencer leur reproduction environ deux semaines après. Ceci permet des taux de croissance presque exponentiels avec la génération qui double tous les 6-18 jours dans des conditions adéquates. Les taux de croissance dépassent la production sèche de la biomasse de tout macrophyte vasculaire terrestre, des eaux salées ou douces (Wolverton et McDonald 1978). Il est souligné que la transition de l'infestation d'un niveau moyen à un niveau dense et qui demeure difficile à contrôler pourrait être rapide.

Après l'épanouissement de la fleur (qui ne dure qu'une journée), la tige se courbe pour s'immerger dans l'eau et beaucoup de spores (jusqu'à 300) se forment dans la tête submergée. Le résultat est une capsule à trois cellules qui renferme les spores qui, après leur libération, peuvent germer quelques jours ou rester viables pour 15-20 ans dans l'eau, la vase ou la boue. La germination se déclenche par des périodes de pression (sécheresse ou aridité) et ensuite par les inondations qui reprennent. Les plantes forment de vastes tapis (tapis) flottants reliés par les stolons et sont difficiles à séparer. Si elle n'est pas dispersée, la biomasse peut peser jusqu'à 25 kg/m² ou 400 tonnes par hectare (Makhanu 1997). Sous le tapis flottant, la diffusion de la lumière et de l'oxygène est sévèrement entravée par les plantes flottantes (Gopal 1987), et le mouvement de l'eau pourrait subir une réduction de 40 à 95 % dans les divers écoulements des canaux.



a) Carpet flottant de jacinthe d'eau couvrant entièrement l'eau source : C.Koré 2009



b) Jacinthe d'eau envahissant des plants de riz. Source : C.Koré 2009



c) Rizière envahi par la jacinthe d'eau. Source : C.Koré 2009

Document 3.36 - La jacinthe d'eau

La jacinthe d'eau préfère l'eau calme, les lieux peu profonds (moins de 6 m) avec une surface de lit couverte de sédiments en dépôt, riches en matières organiques, ainsi que les principaux éléments minéraux disponibles, notamment l'azote et le phosphore, dans les

nutriments. La sévérité potentielle des impacts négatifs provoqués par les divers degrés de l'infestation est illustrée dans le document 3.37.

Impact	Niveau d'Infestation		
	Léger	Moyen	Elevé
Impacts sur l'infrastructure			
Restriction de la navigation	-	*	*
Obstruction des systèmes d'irrigation	*	*	*
Blocage des prises d'hydroélectricité	*	*	*
Obstruction du contrôle des crues et des systèmes de drainage	*	*	*
Les ressources en eau potable	-	-	*
Infestation des zones de pâture et des exploitations agricoles	-	-	*
Impacts sur l'écosystème			
Perte de la productivité	-	-	*
Perte de la biodiversité	-	-	*
Eutrophisation	-	-	*
Impacts sur la santé humaine			
Création de biotopes favorables à la prolifération des hôtes intermédiaires et des vecteurs de maladies hydriques (Schistosomiase, Bilharziose, Paludisme, Choléra, ...)	*	*	*
Réduction de la qualité et de la quantité d'eau	-		*

Légende : * : L'impact est important - : L'impact n'est pas important

Document 3.37 - Impacts potentiels de l'infestation de la jacinthe d'eau

Les impacts d'importance au Niger actuellement sont ceux exercés sur :

- **-La productivité et la biodiversité**, notamment parce que la jacinthe se substitue aux herbes de bourgou et d'autres végétations riveraines qui ont historiquement constitué une excellente source de fourrage pour le bétail et les animaux sauvages (notamment les hippopotames). Ces herbes font partie intégrante des écosystèmes des principales zones de la pisciculture.
- **L'entrave à la navigation** par les petites pirogues de pêche.

Les caractéristiques de la jacinthe d'eau font qu'une fois établie, il devient presque impossible de l'éradiquer des grands systèmes de rivières/lacs.. Il y a des cas de couverture de la surface des lacs à 80 % à une densité de la biomasse de l'ordre de 400 tonnes par hectare. Au Niger, malgré les effets nuisibles sur d'autres végétations riveraines, l'infestation est généralement considérée comme légère, même si, dans certaines zones peu profondes et dans des chenaux d'irrigation mal entretenus, on peut observer un couvert presque total.

Une commission nigéro-nigériane et un comité national de lutte contre la jacinthe d'eau ont été établis pour examiner le problème de la jacinthe d'eau et ils se penchent actuellement sur un certain nombre d'aspects de la question, notamment :

- La définition de programmes d'éradication,

- Les questions d'utilisation des déchets et le développement commercial, tel que le biogaz par exemple.
- La recherche concernant les mécanismes du contrôle biologique,
- Des tests de valorisation sont en cours.

Un projet de programme pour l'éradication a été élaboré mais le financement n'est pas encore disponible. Les coûts sont estimés à 1,5 millions de dollars pour le Niger.

IV – COÛTS ET BÉNÉFICES DU PROJET

Dans ce chapitre, nous allons analyser les coûts du projet qui comprennent des coûts directs, les coûts indirects, frais divers et charges récurrentes. L'importance de cette estimation réside dans la satisfaction des exigences des bailleurs de fonds et partenaires du Niger pour financer le projet.

A – LES COÛTS DU PROJET

En ce qui concerne les coûts totaux du projet, on peut, d'une façon analytique, clairement distinguer quatre composantes : les travaux préparatoire, du barrage proprement dit, de la centrale hydroélectrique, des aménagements hydro-agricoles, et des coûts indirects.

1) Les coûts directs

Avant la réalisation du projet, il y aura une phase de travaux préparatoires, comprenant l'Etude de Faisabilité et l'Avant-Projet Détaillé (A.P.D.). Il convient de noter ici que seuls les coûts liés à l'A.P.D. sont inclus dans le coût du présent projet, tandis que les coûts de l'étude de faisabilité ne sont plus pris en considération ici en termes monétaires.

a) *Les coûts d'investissement* sont déterminés par les exigences structurelles et opérationnelles du système pour atteindre les objectifs donnés (barrage en terre, et ses composants, installation de chantier).

En débattant les coûts généraux d'investissement, une distinction a été faite entre les composantes individuelles principales de l'ouvrage, comme le barrage en terre, la centrale hydroélectrique et l'aménagement hydro-agricole, ainsi que les travaux préparatoires (étude de faisabilité et A.P.D.), et les coûts indirects (relogement de la population, paiement des compensations et réinstallation partielle de l'infrastructure (routes, bâtiments publics, etc.). Les coûts d'acquisition de terrain n'ont pas été pris en considération, puisqu'il est supposé que les coûts correspondants seront couverts par des paiements compensatoires.

Les coûts d'investissement font la distinction entre les portions locales et étrangères, suivant l'origine de l'équipement ou du matériel, y compris les coûts indirects des taux de change. Des taux correspondants ont été estimés par le Consultant, sur la base de son expérience dans des projets similaires et dans des conditions comparables à celles prévalant au Niger actuellement.

	Investiss. totaux Millions Euro	Coûts locaux			Coûts en devises			Investiss. totaux Millions FCFA
		%	Millions Euro	Millions FCFA	%	Millions Euro	Millions FCFA	
Barrage								
Etudes préparatoires	3,24	27,5	0,9	658	72,5	2,3	1.734	2.392
Barrage en terre, évac., etc.	89,11	34,5	30,7	22.677	65,5	58,4	43.114	65.790
Centrale hydroélectrique	140,16	22,0	30,8	22.766	78,0	109,3	80.717	103.483
Coûts indirects	98,50	83,3	82,0	60.565	16,7	16,5	12.159	72.724
Achat terrain	0,00	100,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0
Sous-total barrage	331,00	43,6	144,5	106.666	56,4	186,5	137.724	244.389
Installations de chantier	43,10	32,8	14,1	10.438	67,2	29,0	21.385	31.823
Services d'ingénierie 1) (9% du sous-total barrage)	20,93	41,2	8,6	6.365	58,8	12,3	9.085	15.450
Imprévus (10% barrage+chantier-études)	37,09	43,6	16,2	11.951	56,4	20,9	15.431	27.382
TOTAL BARRAGE	432,11	42,4	183,4	135.420	57,6	248,7	183.624	319.045
Aménagement agricole								
Investissements	260,78	27,5	71,8	52.983	72,5	189,0	139.560	192.543
Services d'ingénierie 1)	23,18	27,5	6,4	4.709	72,5	16,8	12.404	17.114
Imprévus 10%	26,08	27,5	7,2	5.298	72,5	18,9	13.956	19.254
TOTAL AMENAGEMENT	310,04	27,5	85,3	62.991	72,5	224,7	165.920	228.911
TOTAL DU PROJET								
Investissements	591,78	36,5	216,2	159.649	63,5	375,6	277.283	436.932
Installations de chantier	43,10	32,8	14,1	10.438	67,2	29,0	21.385	31.823
Services d'ingénierie	44,10	34,0	16,2	11.075	66,0	29,1	21.489	32.563
Imprévus 10%	63,16	37,0	23,4	17.249	63,0	39,8	29.387	46.636
COÛT TOTAL DU PROJET	742,15	36,2	268,7	198.411	63,8	473,4	349.544	547.955

1) coûts indirects non compris

Document 3.38 - Barrage de Kandadji, coûts d'investissements (prix financiers)

Source : Haut-Commissariat à l'aménagement de la Vallée du Niger

Tous les coûts unitaires sont présumés comprendre le fret et l'installation. Suivant les informations locales, la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) doit être payée sur tous les postes d'investissement, y compris les importations. D'après les Services des Douanes, le matériel et les services pour des projets d'intérêt principalement national peuvent être exemptés des taxes correspondantes. En attendant une décision finale, la TVA a donc été incluse dans tous les prix et la version avec TVA a été considérée comme base comptable du projet. Un résumé des coûts d'investissement en Euro, ainsi qu'en FCFA, est donné ci-après. Pour compenser les incertitudes pouvant survenir dans le planning, un imprévu physique de 10%, à l'exclusion du terrain (pour l'installation du chantier), a été ajouté. Les augmentations de prix ont été prises en compte uniquement pour convertir les prix courants 2000 en prix constants 2004. Les honoraires pour l'étude et la supervision ont été fixés à 9% des coûts totaux d'investissement, y compris 2% pour l'administration, mais travaux préparatoires et A.P.D. non compris.

Le document 3.17 transcrit tous les investissements de l'an 2004, année de base de la conception du projet, en termes monétaires. De plus, les investissements totaux ont été classés par composantes principales qui, ensemble, représentent la valeur totale du projet.

Désignation	Coûts Prix 2000	Facteur d'inflation 2000 - 2004	Coûts Prix 2004 sans TVA	T.V.A. ¹⁾	Coûts Prix 2004 avec TVA
	Millions Euro		Millions Euro	Millions Euro	Millions Euro
Travaux préparatoires					
- Etude de Faisabilité	p.m.		0,0	0,0	0,00
- A.P.D.	2,5	1,098	2,7	0,5	3,24
Sous-Total	2,5		2,7	0,5	3,24
Barrage					
- Barrage en terre y inclus syst. d'auscult.	45,8	1,098	50,3	9,1	59,38
- Plots de transition et connections	2,2	1,098	2,4	0,4	2,81
- Evacuateur de crue	12,5	1,098	13,7	2,5	16,18
- Vidange de fond	2,8	1,098	3,1	0,6	3,65
- Monte-charge pirogue	0,8	1,098	0,9	0,2	1,07
- Pilier y incl. écluse à poissons	1,7	1,098	1,8	0,3	2,14
- Dérivation du fleuve	3,0	1,098	3,3	0,6	3,89
Sous-Total	68,8		75,5	13,6	89,11
Centrale hydroélectrique					
- Génie civil	19,8	1,098	21,8	3,9	25,69
- Equipement mécanique et électrique	73,0	1,098	80,2	14,4	94,65
- Ligne de transmission	15,3	1,098	16,8	3,0	19,82
Sous-Total	108,1		118,8	21,4	140,16
Aménagements hydro-agricoles					
- Station de pompage	13,3	1,098	14,6	2,6	17,24
- Réseau de distribution et auxiliaire	187,8	1,098	206,3	37,1	243,41
- Prise d'eau A.H.A.	0,2	1,098	0,2	0,0	0,26
Sous-Total	201,4		221,1	39,8	260,91
Coûts Indirects					
- Plan de gestion environnementale	69,5	1,098	76,3	13,7	90,03
- Déviation de la route nationale	6,5	1,098	7,2	1,3	8,47
Sous-Total	76,0	1,098	83,6	15,0	98,50
TOTAUX	456,8		501,6	90,3	591,92

1) T.V.A. = 18 %, importations
incluses

Document 3.39 - Transformation des coûts d'investissement (prix de 2000) en coûts 2004

Source : Haut-commissariat à la Vallée du Niger (HCAVN)

Contrairement à « *l'Estimation des Coûts du Barrage* » citée ci-dessus, les coûts du barrage (42,023 millions €) et du système d'auscultation (3,8 millions €) ont été regroupés. De même, les plots de transition R.G (1,485 millions €), les plots de jonction R.D. (0,475 millions €) et la digue de col R.D. (0,205 millions €) constituent ensemble les « *plots de transition et connections* » dans le document 3.39 ci-dessus. À l'inverse, la prise d'eau

d'irrigation (0,201 millions €) a été incluse dans l'aménagement hydro-agricole tandis que les coûts liés à la déviation de la route nationale sont considérés comme coûts indirects et sont, de ce fait, exclus des coûts du barrage. Les dépenses engendrées par la dérivation du fleuve pendant les travaux de construction sont incluses dans les coûts du barrage, car ils sont considérés comme des coûts directs.

Les coûts de la ligne de transmission H.T et ceux de la centrale hydroélectrique, divisés entre le génie civil et les équipements mécanique et électrique, forment ensemble la composante centrale hydroélectrique. En fin les coûts indirects, regroupent les frais de relogement de la population ainsi que ceux de la déviation de la route nationale.

En résumé, les coûts du barrage de 176,9 millions €, comme ils sont présentés dans le document 2, diminués des coûts de la prise d'eau pour l'irrigation (0,201 millions €) et de la déviation de la route nationale (7,525 millions €), mais augmentés des coûts pour la déviation du fleuve (3,0 millions €), donnent la somme de 181,65 millions € sur la base des prix de l'an 2000, ce qui correspond au total identifié par les ingénieurs. Les coûts totaux d'investissement en prix constants de 2004, y compris les services du consultant et les imprévus physiques, se montent à 742,15 millions € ; les coûts pour le barrage, y inclus la centrale hydroélectrique et les coûts indirects, se montent à 432,11 millions €.

Comme les travaux de construction ont commencé (ou devaient commencer, si ce n'est pas le cas) au cours de l'année 2004, une période de quatre ans est considérée nécessaire pour achever tous les travaux en relation directe avec le barrage. La réalisation de l'aménagement hydro-agricole se fera à un rythme de 1000 ha par an, progressant continuellement en fonction de l'avancement du projet, pour atteindre la valeur finale de 31.000 ha en 2034.

b) - Coûts de renouvellement : Sur la base de durée de vie de tous les biens nécessaires pour atteindre l'objectif du projet, les biens dont la durée de vie économique expire au cours de la durée du projet seront remplacés au cours de la période de planning. Toutefois, ceci ne s'applique qu'à l'équipement mécanique et électrique requis pour l'aménagement hydro-agricole. La durée de vie de l'équipement correspondant de la centrale hydroélectrique est présumée correspondre à la période de planning, alors que pour tous les ouvrages de génie civil, une durée de vie économique de 50 ans a été présumée.

2) Les coûts indirects

Ces coûts correspondent à la conséquence de la réalisation de l'ouvrage de Kandadji. C'est la phase de préparation de terrain.

a) Le Plan de Gestion Environnementale (P.G.E.) : Celui qui a été proposé se compose de quatre parties principales : un plan de gestion de la construction, un plan d'atténuation, l'organisation et le renforcement de l'environnement institutionnel, formation incluse, et un plan de consultation et du suivi environnemental. Quant aux principaux objectifs du P.G.E. ils sont jugés très importants du fait des mesures d'amélioration identifiées jusqu'à présent pour le projet de Kandadji, ayant un impact sur l'analyse économique du projet.

b) Le relogement des populations déplacées : Du fait de l'inondation des infrastructures. Les impacts négatifs les plus significatifs sont de nature socio-économique avec, en particulier, la nécessité de déplacer une partie de la population affectée par la nouvelle retenue.

On estime que 35 000 personnes au total devront être relogées lorsque la zone résidentielle ou certaines parties de cette zone seront inondées ou affectées par le futur réservoir. Toutefois, le relogement se fera à l'intérieur de la région de la zone du barrage, permettant ainsi à la population relogée de ne pas rencontrer de grandes différences par rapport à l'environnement social, économique et écologique auquel elle était habituée. C'est pourquoi des impacts négatifs liés au déplacement de la population sont improbables.

Sur la base d'un coût par habitant de 2.000 €, y compris les coûts préparatoires, les paiements compensatoires pour les terres productrices sinistrées et le remplacement des biens individuels, la somme totale devant être mise de côté pour couvrir les opérations liées au relogement se montera à 70 millions €.

Dans les cas où les infrastructures et les établissements communautaires seraient détruits en raison de l'inondation au niveau de la zone de la retenue, ils seraient remplacés par des équipements de qualité égale ou supérieure. L'aménagement de l'infrastructure et les coûts de réalisation sont estimés, à titre forfaitaire, à 20 millions €.

Le coût global du P.G.E. à considérer dans l'analyse économique comme décrit ci-dessus s'élève donc à 90 millions €. Les autres coûts identifiés dans le cadre du P.G.E. sont soit couverts par des coûts de construction déjà pris en considération, soit à financer par d'autres ressources.

c) La déviation de la route nationale : Afin de garantir l'usage de la route nationale allant de Niamey à Ayorou et ensuite vers Gao au Mali, le tronçon de route entre Kandadji et Ayorou (environ 43 km), qui serait, sinon, inondé par la retenue, devra être déplacé. Avec un coût de 152.000 € par km, un total de 6,5 millions € (en prix de 2000) a été inclus comme coût d'investissement supplémentaires.

3) Les charges récurrentes

Comme coûts récurrents, les quatre principaux groupes suivants ont été pris en considération : les coûts d'entretien, les coûts opérationnels, les coûts en personnel, et les coûts d'administration. Ces dépenses récurrentes ont été calculées de telle façon que les coûts correspondants puissent être évalués séparément pour chaque composante principale. Il faudrait de plus noter que les coûts pour le personnel, l'administration et la formation ne sont pas inclus pour le volet aménagement hydro-agricole. On a présumé que ceux-ci seraient supportés directement par les groupes bénéficiaires.

	Entretien en % ¹⁾	Vie économique années
Barrage en terre	0,5	50
Génie civil – centrale hydroélectrique	0,5	50
Génie civil – autres	0,7	50
Génie civil – aménagement hydro-agricole	1,0	30
<i>Equipement électromécanique:</i>		
- centrale hydroélectrique	2,0	30
- aménagement hydro-agricole	1,5	10
- motopompes, petite irrigation	1,5	5
Divers (véhicules, etc.)	8,0	8

Document 3.40 - Coûts opérationnels et d'entretien et vie économique des composantes

Source : rapports de l'analyse financière consultants

a) *Les coûts d'entretien* : Vu le manque de données exactes concernant les coûts d'entretien eu égard au projet planifié, ceux-ci ont été déterminés au moyen de taux des coûts d'investissement correspondants (sans les honoraires d'ingénierie). Les taux appliqués proviennent d'informations disponibles au cours de la période du rapport de l'étude et de l'expérience dans des projets similaires. Ces taux qui sont présentés sur le document 3.18, n'incluent ni les coûts pour le personnel, ni les coûts financiers tels qu'intérêts et dépréciation.

b) *Les coûts opérationnels* : Dans le cas présent, les postes repris sous ce titre peuvent être limités aux coûts nécessaires pour l'énergie seulement, vu que les autres facteurs de production, résumés généralement sous le poste « biens et services », ne sont pas nécessaires.

- La demande en énergie électrique a été basée d'une part sur la demande interne de la centrale hydroélectrique, et d'autre part sur les exigences spécifiques des pompes pour l'irrigation.

- La demande interne en énergie électrique de la centrale hydroélectrique a été déterminée par l'expert en charge et se monte à 7.000 MWh par an. Le coût spécifique par kWh a été présumé correspondre à ses propres coûts de production, estimés à 4,8 €-cent par kWh (prix financiers, taux d'actualisation de 12%).

- La demande en énergie pour l'irrigation a été basée sur les exigences du pompage par ha et par an de périmètre irrigué. Les terrasses consommeront par an environ 839 kWh/ha, les cuvettes 858 kWh/ha, tandis que les petits périmètres d'irrigation ne consommeront que 674 kWh/ha. Les coûts spécifiques par kWh ont été fixés à 46,6 FCFA, ce qui correspond à 7,1 €-cents. Ceci représente les valeurs moyennes de 50,45 et de 42,72 FCFA/kWh, payées actuellement pour l'énergie en saison des pluies et en saison sèche, respectivement.

c) *Les coûts du personnel* : Le personnel technique nécessaire à la supervision et à l'exploitation du système a été défini sur la base de l'expérience du Consultant avec des projets similaires et sa composition est résumée dans le document 3.19. La composition du personnel montrée ci-dessous se rapporte surtout au staff nécessaire à l'exploitation de la

centrale hydroélectrique. Toutefois, il est également présumé assumer l'entretien de routine du barrage lui-même et des ouvrages auxiliaires additionnels (écluse à poissons et monte-charge des pirogues, etc.).

	Nombre	Salaires par mois (tarifs 2004)	
		FCFA/mois ¹⁾	Euro/mois
Directeur	1	450.000	609
Ingénieur	2	250.000	340
Opérateur	6	180.000	245
Technicien	7	140.000	190
Main-d'œuvre qualifiée	20	80.000	108
Main-d'œuvre non qualifiée	70	55.000	74

1) comme discuté avec les représentants du HC/BK, salaires basés sur les conditions prévalant dans le secteur privé à l'heure actuelle au Niger

Document 3.41: Composition du personnel et salaires moyens

	Récapitulation des coûts récurrents				
	Millions Euro				
	2010	2015	2020	2025	2030
Entretien					
- barrage	0,24	0,29	0,35	0,41	0,49
- Centrale hydroélectrique	1,95	2,33	2,78	3,31	3,95
- Aménagements hydro-agricoles	0,66	1,13	1,61	2,08	2,55
- Divers	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Exploitation					
- Centrale hydroélectrique	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
- Aménagements hydro-agricoles	0,42	0,68	0,94	1,20	1,46
Personnel	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Administration	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Divers	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Total	3,74	4,89	6,13	7,47	8,92

1) en prix financiers constants de 2004

Document 3.42 - Récapitulatif des coûts récurrents (en millions d'Euro)

Source Phase 2 volume 4 de L'EIE

d) *Les coûts d'administration* : Les coûts d'administration comprennent des postes tels que personnel particulier (soit services de comptables et services centraux), coûts de bureau, assurance, équipement et matériels. Des coûts correspondants ont été déterminés par un taux de pourcentage des coûts du personnel. Un taux de 30% est supposé suffisant pour le staff administratif nécessaire pour assister le staff technique dans la gestion, la supervision et l'exploitation du système.

Le document 3.44 reprend les coûts récurrents et montre d'une façon sommaire leur développement au cours de la période de planning.

4) Les frais divers

Ces coûts qui ne peuvent être qualifiés de coûts annuels mais qui, d'un autre côté, seront suffisamment importants pour être traités séparément, concernent les coûts pour la formation et le fonds de roulement.

a) La formation : Etant donné que le projet de Kandadji présente en partie des technologies qui ne sont pas encore appliquées au Niger, une formation sera indispensable afin d'assurer une gestion et une exploitation continues et efficaces des ouvrages nouvellement installés.

Il est estimé que la formation commencera dès la seconde année qui suivra la réalisation, afin de pouvoir bénéficier d'un effet spécial de formation au cours de la construction, et qu'elle s'étendra sur une période d'au moins 5 années. Une attention spéciale sera bien sûr donnée à tous les aspects concernant la gestion et l'exploitation de la centrale hydroélectrique. Des efforts de formation, non moindres, devront être orientés vers l'exploitation du réservoir afin d'atteindre les objectifs envisagés jusqu'à l'optimum.

Sachant que des programmes de formation concrets peuvent être déjà établis en détail au début de la construction, une somme forfaitaire de 0,5 million € a été retenue dans l'analyse. On présume que des parties importantes du programme de formation pourront être réalisées au cours des quatre premières années de la période de réalisation du projet en coopération avec l'Autorité du Bassin du Niger (A.B.N.), bénéficiant ainsi de son expérience acquise dans le projet de barrage de Kainji au Nigeria.

b) Le fonds de roulement : Le fonds de roulement a été considéré afin d'assurer une exploitation continue de toutes les activités, spécialement au cours des années initiales du projet. Le fonds de roulement a été estimé sur la base de la couverture minimum requise pour les différents postes de coûts. Il a été présumé ce qui suit:

Fonds de roulement:	1,0 mois	(= 8 %des coûts d'exploitation annuels),
Montants à recevoir:	1,0 mois	(= 8 % des revenus nets),
Stocks:	2,0 mois	(=17 %des coûts d'entretien, centrale seulement)

L'augmentation du fonds de roulement net (N.W.C., qui est la balance entre les totaux disponibles à court terme et les totaux exigés à court terme) a été estimée par introduction d'un facteur pour les montants payables (2 mois des coûts annuels de l'énergie et du personnel de la centrale hydroélectrique).

B - BENEFICE DU PROJET :

Le bénéfice du projet correspond aux retombées positives du projet. On distingue les bénéfices directs et les bénéfices indirects

1) Les bénéfices directs

Les domaines principaux pour les bénéfices directs potentiels traités ici, comprennent l'agriculture et l'élevage, la génération de l'hydroélectricité, la pêche et les investissements (dépenses) dans l'infrastructure évités grâce aux impacts positifs du barrage, une fois qu'il sera opérationnel.

a) *La Production agricole* : La situation actuelle dans la région sans barrage couvrant les secteurs voués à l'agriculture, l'élevage et la pêche ainsi que les impacts et les développements liés au barrage, a été décrite en détail dans les chapitres précédents . Les exposés suivants ne résument que les informations de base afin de mieux comprendre leur évaluation dans le contexte de la présente analyse.

À la vue des conditions climatiques prévalant dans la zone du projet, les effets positifs à attendre de l'amélioration de la gestion hydraulique surviendront sous la forme d'un potentiel plus important pour la production des récoltes sous irrigation. En effet, le potentiel est estimé à environ 122.000 ha nets, le terrain nécessaire à l'infrastructure des enclos cultivés ayant déjà été déduit. La plus grande partie de ce potentiel peut être mise en valeur sur des terrasses en-dehors de la plaine inondée, mais dans un périmètre situé approximativement à 3 à 5 km du lit principal du fleuve. Le potentiel de l'irrigation à cet endroit est présumé être environ 5 à 6 fois celui de la plaine inondée elle-même.

Au cours de la période de planning, un périmètre total de 16.275 ha sera mis en valeur sur terrasses, où un assez grand nombre de cultures pourront se développer, y compris, en plus du maïs, les légumes, les cultures industrielles comme la canne à sucre et le coton, ainsi qu'une arboriculture permanente. Toutefois, la mise en valeur de l'irrigation commencera tout d'abord dans la plaine inondée, où une superficie totale de 14.725 ha sera aménagée en cuvettes et en terrasses. Un aménagement supplémentaire de cuvettes au-delà de ce périmètre ne sera pas possible, vu le manque de terrains adéquats. La cadence de mise en valeur de terrains complètement irrigués est présumée être de 1.000 ha par an, dont 525 ha en terrasses et 475 en cuvettes, parmi lesquels 400 ha seront destinés à un système de petite irrigation, 200 ha pour chaque option (terrasses et cuvettes).

L'assolement des cultures dans les cuvettes, consistant en des zones individuelles ne dépassant pas quelques centaines d'hectares à la fois, est moins diversifié. A cause des conditions du terrain, ce sera la culture du riz qui sera prédominante (90%), laissant une partie mineure pour le maïs. Toutefois, en vue de calculer le potentiel de mise en valeur de la plaine inondée sans le projet, potentiel estimé à 4.247 ha (une seule culture seulement), le périmètre brut attribué au barrage a dû être réduit par un facteur de 0,85 ($14.725 \times 2 \text{ cultures} = 29.450$ ha, dont 4.247 ha, soit environ 15%). Le périmètre net pris en considération dans l'évaluation économique est donc de 850 ha, dont 370 ($200 + 200 \times 0,85$) ha seront mis en valeur comme petite irrigation.

Les coûts annuels de pompage ont été estimés respectivement à 40.000 FCFA/ha (60 €/ha) pour les cuvettes et les terrasses. Pour la petite irrigation (terrasses), ils s'élèvent à 31.400 FCFA (48 €/ha) (Les coûts ont été basés sur des temps de pompage par saison de 859

heures par ha pour les cuvettes, de 939 heures pour les terrasses et de 674 heures pour la petite irrigation et le prix d'une moyenne de 46.6 FCFA/kWh (environ 7 cents -€).

Système	Terrasses			Cuvettes		
	Infrastructure	Station de pompage	Total	Infrastructure	Station de pompage	Total
GASCo				5.335	0	5.335
GACCo				9.146	495	9.641
Petite irrigation				656	0	656
GASCa	7.622	743	8.365			
GACCO	9.146	743	9.890			
Petite irrigation	656	381	1.037			

GACCo = Grands aménagements par canaux à ciel ouvert

GASCO = Grands aménagements par submersion contrôlée

GASCa = Grands aménagements par système californien

Document 3.43 - Coûts d'irrigation, €/ha (Source : Consultants)

Système de production	Analyse économique Valeur ajoutée exprimée en		Analyse financière Marge brute exprimée en	
	FCFA / ha	Euro / ha	FCFA / ha	Euro / ha
Cuvettes: Riz 90% et maïs/sorgho 10%	419.814	640	363.927	555
Petite irrigation: Riz 90% et maïs/sorgho 10%	436.240	665	404.329	616
Terrasses : Maïs (10%), maraîchage (10%), niébé grain (20%), arachides (16,7%), coton (16,7%), canne à sucre (20%), manioc (3%), arboriculture (5%)	713.310	1.087	554.100	845

Document 3.44- Agriculture, revenus par ha

Sur la base des données décrites plus haut et l'information des coûts de rendement et de production par ha de cultures, des valeurs par ha ont été déterminées pour quantifier les bénéfices de l'irrigation sous forme monétaire. Une distinction a été faite suivant les systèmes de production applicables respectivement aux terrasses et aux cuvettes. Pour ces dernières, la distinction est faite également entre grand aménagement et petite irrigation. Les valeurs correspondantes sont montrées dans le document 3.22, où la marge brute sera applicable pour l'analyse financière, tandis que pour l'analyse économique, la valeur ajoutée sera utilisée.

Il faut noter que les valeurs montrées dans le document ci-dessous représentent les bénéfices par ha tels quels. Ils ne comprennent pas les coûts d'irrigation, ceux-ci étant déjà pris en considération par les coûts d'investissement pour l'aménagement hydro-agricole, ainsi que par les coûts d'exploitation et d'entretien en résultant.

Principalement à cause des coûts élevés d'investissement pour développer l'infrastructure de l'irrigation, une production profitable de la plupart des cultures poussant sous irrigation ne sera guère possible si tous les coûts, y compris les coûts pour le financement, doivent être pris en compte par les producteurs. Pour démontrer les résultats d'une production végétale sous irrigation du point de vue d'un producteur privé, les marges brutes des différentes cultures ont été déterminées et présentées dans le document 3.23 (frais de pompage seulement).

D'un autre côté, en se basant sur un développement qui mettra plus l'accent sur des systèmes de petites exploitations agricoles, en mettant gratuitement à la disposition des fermiers privés le système de captage, de transport, et de distribution de l'eau, en demandant d'assumer seulement les coûts de pompage, l'agriculture sous irrigation pourrait devenir une activité profitable pour eux. Il serait bien possible que des agriculteurs assument alors non seulement les coûts de pompage, mais qu'ils contribuent au recouvrement d'au moins une partie des coûts d'investissement, en acceptant des prix additionnels pour l'eau. Le déficit financier encore restant peut être considéré d'un point de vue national comme un subside à la création d'emplois, à la disponibilité toute l'année d'eau potable à des prix d'extraction bas, et à un degré d'autosuffisance alimentaire plus élevé par rapport aux conditions sans projet

La perte de terres relativement fertiles occasionnée par la construction du barrage constitue un aspect négatif du projet. En raison du futur réservoir qui s'étendra sur une superficie d'environ 28.000 ha, des zones importantes seront inondées et donc perdues pour la production agricole traditionnelle. Les superficies correspondantes dans différents domaines, ainsi que les pertes de la production annuelle en termes monétaires, ont été résumées dans le document 3.45.

Superficies inondées	Ha	Pertes (millions €)	
		économiques	financières
Irriguées, grand aménagement	210	0,23	0,23
Cultures de décrue ¹⁾	5.790	p.m.	p.m.
Cultures pluviales ¹⁾	1.000	p.m.	p.m.
Total	7.000	0,23	0,23

1) non pris en considération en valeur monétaire, p.m = prix manquant

Document 3.45 - Pertes de production dans la zone inondée source : HCAVN 2008

Pour ce qui a trait surtout aux superficies des cultures de décrue, une perte de production n'a pas été prise en considération, vu que la zone de marnage du lac sera vaste et contiendra certains des sols les plus productifs. Il est donc probable que cette zone sera gérée de manière à permettre le développement de cultures dans la plupart de ces parties.

Selon le rythme de développement des systèmes d'irrigation et l'assolement recommandé, le cas avec projet amènera une production additionnelle, surtout de produits alimentaires d'un volume d'environ 10.000 tonnes, qui apparaîtront annuellement sur les

marchés locaux. A la fin de la période de planning, la production additionnelle par année s'élèvera à environ 320.000 tonnes.

b) Elevage Le Niger est un pays à vocation essentiellement agro-pastorale. Au niveau de l'élevage, les disponibilités fourragères constituent une contrainte fondamentale. En effet, les besoins alimentaires et d'entretien du cheptel ne sont pas couverts toute l'année. Le bétail doit faire face, chaque année, à une période de soudure particulièrement éprouvante, caractérisée par l'amaigrissement des animaux et une baisse de production.

L'évolution des pâturages se fait dans le sens de la réduction et de la dégradation. On assiste de plus en plus à une réduction des espaces de pâturage au profit de l'agriculture. A cela s'ajoute l'appauvrissement de la flore du fait du surpâturage ou des déficits hydriques, conduisant à la disparition de certaines essences fourragères au profit d'espèces non appréciées par le bétail. En 1987, la satisfaction des besoins alimentaires et de l'entretien des animaux de la zone d'étude pouvait être réalisée à:

84 % par les résidus des cultures pluviales hors aménagements hydro-agricoles (A.H.A.),
2,4 % par les résidus produits au niveau des A.H.A., et le reste par le pâturage naturel.

On peut s'attendre à un bon nombre d'impacts positifs sur l'élevage quand le barrage entrera en exploitation, entre autres l'amélioration des conditions naturelles de production le long du Niger en aval du barrage, avec une alimentation plus sûre comme impact positif le plus marquant, principalement au cours de l'étiage. D'autre part, l'alimentation de base sera plus sûre, grâce à la disponibilité de fourrage provenant de sous-produits et de résidus des récoltes agricoles, résultant très vraisemblablement en une réduction des pertes de bétail. Il pourrait se produire une nouvelle impulsion pour la culture attelée, déclenchée par une demande plus élevée pour le transport, le sarclage et la préparation des terrains agricoles. De plus, ceci offrira de meilleures perspectives pour la génération de revenus, même pour les bergers. A un degré limité, les terrains agricoles pourraient bénéficier d'un effet de fertilisation par l'augmentation vraisemblable de la production de fumier, due à une alimentation meilleure et plus régulière.

Les aménagements hydro-agricoles (A.H.A.) déjà existants seront mieux exploités et des superficies supplémentaires seront mises en valeur. Les cultures seront diversifiées avec le développement de cultures fourragères déjà pratiquées dans la zone (maïs et niébé fourrager) et pour lesquelles les conditions d'irrigation seront plus favorables. Les productions végétales vont augmenter au niveau des A.H.A., et cela de façon beaucoup moins aléatoire. Une inversion de l'assolement en faveur des cultures fourragères n'est pas à exclure non plus, car tout va dépendre de l'évolution du marché, des options et stratégies économiques du Niger dans la région.

En 1998, le nombre d'animaux que peuvent supporter les A.H.A. pendant la saison sèche de 9 mois (ou capacité de charge théorique) était estimé à 26.576 U.T.B., soit seulement 2,35% de l'effectif total de la zone. Cette capacité de charge passera à 85.795 U.T.B. en 2020 et 94.545 U.T.B. en 2034, soit un supplément (par rapport à 1998) de 59.219 U.T.B. en 2020

et 67 969 U.T.B. en 2034. Source : Volume III, Phase II: "Etude des aménagements hydro-agricoles".

L'augmentation des productions vivrières des A.H.A., ainsi que le développement des cultures fourragères au niveau des cuvettes (niébé fourrager) et la mise en valeur supplémentaire des terrasses, pourraient permettre une croissance du cheptel de 2,5% par an environ.

Le mode d'élevage évoluera probablement vers le type intensif, avec une amélioration de la productivité. Ce mode d'élevage favorise les bovins par rapport aux ovins et caprins. Ainsi, il est prévu d'avoir en 2034 un effectif additionnel d'environ 305.000 bovins et 20.000 camelins. Par contre, il y aurait une baisse d'environ 295.000 ovins et 15.000 caprins. Ce changement des effectifs se traduit en 2034 par une augmentation totale de lait et de viande d'environ 9,7 millions de litres et 773 tonnes respectivement.

	Unité	Situation en 2004	Situation en 2034		Impact ¹⁾
			avec projet	sans projet	
Bovins	têtes	1.118.943	2.331.717	2.026.810	304.907
Ovins	têtes	859.221	1.790.494	2.085.555	-295.061
Caprins	têtes	1.123.510	2.341.234	2.356.638	-15.404
Camelins	têtes	38.569	80.372	60.286	20.086
Taux de croissance¹⁾					
- Bovins	%		2,5	2,0	
- Ovins	%		2,5	2,9	
- Caprins	%		2,5	2,4	
- Camelins	%		2,5	1,5	

Grâce aux conditions plus favorables avec barrage pour une production de bovins et camelins (moins de risques) le nombre de ceux-ci augmente au détriment des caprins et ovins.

Document 3.46 - Elevage, développement "sans" et "avec" projet

Le barrage, à travers le surplus alimentaire généré, aura donc une influence positive sur le bétail avec plusieurs scénarios possibles, notamment : l'augmentation des effectifs avec des animaux qui peuvent être maintenus sur place au lieu d'aller en transhumance avec une légère augmentation des productions; l'utilisation du surplus pour améliorer les productions (lait et viande) des animaux immédiatement riverains du fleuve.

c) La production d'énergie : Bien que la production de l'électricité ne soit pas l'objectif primordial du barrage, son inclusion dans le système semble toutefois être une option économiquement attractive, le barrage ne nécessitant que des ajustements mineurs pour faciliter cette activité additionnelle.

La centrale hydroélectrique prévue aura une puissance installée de 125 MW devant être atteinte en deux phases. Au cours de la seconde phase en 2015, 25 kW seront ajoutés aux 100 déjà atteints au cours de la première phase. Il est présumé que l'énergie générée annuelle de 564 GWh/a pourra être entièrement utilisée pour remplacer l'énergie qui devrait sinon être importée. Il est présumé également que le surplus d'énergie générée par l'aménagement

jusqu'à l'année 2012 pourra être transmis dans le réseau nigérian à un prix légèrement inférieur au prix qui devrait être payé pour des importations.

Une estimation des coûts auxquels Kandadji sera capable de fournir son énergie au réseau domestique révèle un prix de 4,8 €-cents/kWh, ce qui est largement inférieur au prix de 6,0 €-cents/kWh fixé comme étant le prix de référence en 2004.

Le prix de référence auquel les bénéficiaires de la centrale hydroélectrique devront être estimés, est donné par le prix d'importation de l'énergie devant être importée du Nigeria. Au cours de la période du planning, ce prix était encore de 3,7 €-cents/kWh. Durant les premiers mois de l'année 2000, on a observé un grand nombre de coupures ou des réductions de l'alimentation en énergie électrique en provenance du Nigeria. Dans ces périodes, le déficit en énergie électrique est compensé par la mise à disposition des consommateurs de groupes électrogènes de réserve à Niamey, malheureusement à un prix nettement supérieur au prix à l'importation de 2,4 €-cents par kWh. Toutefois, ce prix, subventionné par le Nigeria, avait augmenté substantiellement en 2001, quand le contrat avec le Nigeria devra être révisé. C'est pourquoi un prix de 6,0 €-cents/kWh a été présumé pour 2004 dans l'analyse, incluant en même temps les corrections pour l'inflation. Le prix d'exportation de l'énergie excédentaire, produite au cours d'une courte période, a été fixé à 4,5 €-cents/kWh.

Au cas où le secteur de l'énergie du Nigeria serait privatisé dans le futur, ce qui est fort probable, un prix substantiellement plus élevé pour l'énergie électrique en provenance du Nigeria devrait indubitablement être payé par le Niger.

Le coût de base annuel de livraison d'énergie devant être payé par le Niger, se monte à 36.000 US\$ et restera comme coût fixe, vu que Kandadji, à cause des conditions hydrologiques, ne pourra pas produire d'énergie primaire. En conséquence, le Niger restera dépendant d'énergie importée au cours de la période d'étiage du fleuve, même si sa propre puissance installée dépasse la demande domestique.

d) La Pêche : Les conditions favorables liées au barrage permettront la réactivation de la production dans le secteur de la pêche. Les bénéficiaires directement attribuables au barrage peuvent être divisés en trois sources principales qui sont la retenue, le fleuve Niger, et la réhabilitation des systèmes existants.

Les prises de poissons dans la future retenue, qui aura une superficie maximale de 28.000 ha, ont été estimées à environ 65 kg/ha. Les bénéficiaires nets annuels en provenance de la retenue se monteront à 487.5 millions de FCFA, basés sur le prix du poisson sur une moyenne de 672 FCFA/kg et des coûts de production de 70%. Les valeurs correspondantes en Euro seront montrées dans le Document 4, présentant un résumé de tous les bénéficiaires dans le secteur de la pêche.

Une production supplémentaire de poissons dans le Niger en aval du barrage pourrait bien être attendue en raison du soutien d'étiage par le barrage, là où la plaine inondée ne sera pas transformée en une zone d'irrigation intensive. Il a été argumenté qu'à cause des impacts négatifs de l'aménagement agricole, on devrait même accepter des pertes de poissons à cause

du barrage (étant donné que l'irrigation ne peut être développée qu'à une échelle très limitée sans le barrage). Bien que ceci ne puisse pas être exclu, il a été d'autre part observé que la production de poissons dans le fleuve ne diminue pas, même au cours d'une année suivant une extrême sécheresse. C'est pourquoi il a été présumé dans notre analyse qu'aucun impact sur la pêche n'apparaîtra en aval du barrage.

Source	Production			Prix du poisson €/kg ¹⁾	Bénéfices nets €/an
	surface (ha)	taux (kg/ha)	total (t/a)		
Retenue	28.000	65	1.820,0	1,02	556.920
Niger en aval du barrage ²⁾		p.m.	p.m.		
Systemes réhabilités: - bras morts	314	50	15,7	1,02	4.795
- unités de production existantes	13	920	12	1.85	3.770
Total	28.327		1.847,7		565.485

1) Prix de 2004 2) Selon les experts en la matière, non quantifiable en termes monétaires

Document 3.47: Secteur de la pêche, bénéfices annuels totaux avec projet

En ce qui concerne la réhabilitation de systèmes existants, deux aspects ont été pris en considération. Alors que le premier concernera les bras morts du fleuve, qui reviendront à la production de poissons grâce à la gestion hydraulique améliorée, le second traitera des conditions de production améliorées dans les viviers existants.

Une superficie totale de 314 ha de zones de pêche supplémentaires sera réactivée dans les bras morts actuellement désaffectés. En appliquant la même procédure que celle suivie pour la retenue, un bénéfice net annuel de 3.17 millions de FCFA peut être attribué au barrage. Les prises, toutefois, ont été estimées à un taux légèrement réduit de 50 kg/ha, en comparaison avec les taux présumés dans la retenue.

Grâce à la gestion hydraulique améliorée, ayant pour conséquence des diminutions substantielles des coûts de pompage, les viviers de Diamballa, Guiwashoira, Say I et II, ainsi que ceux de Getawani Dole, combinant au total 13 ha, pourront réactiver leur production. Sur la base d'une production de 923 kg/ha, 12 t supplémentaires de poissons seront disponibles sur le marché local annuellement. Les bénéfices nets ont été calculés comme coûts épargnés pour le pompage. En supposant que les charges fixes forment 50 % des chiffres d'affaires et que les réductions de coûts de pompage dues à une disponibilité améliorée de l'eau s'élèveront à 34% des charges fixes, le bénéfice net se calcule comme suit: 12 t à un prix de 1.224 FCFA/kg en 2004 (basé sur une moyenne de 1.105 FCFA/kg en 2000) donneront un chiffre d'affaires de

14.7 millions de FCFA, multipliés tout d'abord par 50% et ensuite par 34%, ce qui donne un bénéfice net annuel de 2.5 millions de FCFA. Le Document 4 résume les bénéfices totaux du secteur de la pêche, présentés en Euro.

2) Les bénéfices indirects :

Les bénéfices indirects seront définis comme des impacts qui surviendront grâce aux changements apportés par le projet (par exemple, une augmentation des activités dans le commerce, le transport et les agro-industries) dus aux volumes plus importants de marchandises et de denrées devant être manutentionnées et/ou traitées (moulins à riz). D'autres concerneront les dépenses évitées, qui devraient sinon être effectuées si le projet n'était pas réalisé.

a) *Les dépenses évitées* : Un des besoins les plus pressants du Niger est d'assurer à la population une alimentation en eau potable sûre et continue, particulièrement au cours des périodes d'étiage, que l'on craint de voir s'accroître encore plus dans le futur. Cette situation s'aggravera par suite de la croissance rapide de la population. Déjà actuellement, la demande d'environ 8 m³/s pourrait ne pas être satisfaite en période d'étiages extrêmes. En même temps, des précautions supplémentaires seront inévitables concernant les eaux usées, afin d'éviter de sérieux problèmes de santé à la population, puisque la période des écoulements dans le Niger en dessous du niveau sanitaire pourrait s'étendre dans le futur.

C'est pour cette raison que dans une situation sans barrage, des investissements pour l'amélioration de l'approvisionnement en eau dans la zone du projet le long du fleuve, garantissant le pompage de quantités d'eau suffisantes pendant toute l'année, seront nécessaires dans le futur. Toutefois, les conditions "avec" projet seront telles que les dépenses autrement indispensables ne seront pas nécessaires, ou seulement à des niveaux plus bas. Ces dépenses sont spécifiées dans le document 3.49.

Ville / Région	Mesures nécessaires	Spécifications	Coûts (millions €)
Niamey	Augmentation du seuil à Goudel, traitement d'eau intensif	capacité: 5 Mm ³ 6.700 m ³ /h	16 4
Tillabéri	Prise d'eau	ouvrage équipé	4
Say, Kollo, etc.	Forages supplémentaires	30 puits profonds	4
Villages	Forages supplémentaires	320 puits profonds	22
Total:			50

Document 3.48 - Dépenses évitées pour des mesures de sécurisation d'alimentation en eau

Comme esquissé dans le document 3.48, les investissements évités grâce aux conditions améliorées par le soutien d'étiage du barrage se monteront à un total de 50 millions d'€.

b) *Bilan alimentaire dans la zone du projet* : Le fait que la zone du projet est fortement déficiente en fourniture alimentaire domestique ne fait aucun doute. Effectivement, une évaluation approximative de la situation prévalant dans la région, basée sur le périmètre actuellement cultivé et sur des suppositions, montre que l'autosuffisance alimentaire atteint actuellement un taux d'environ 60 %

L'amélioration future des niveaux d'autosuffisance sur le site du projet "avec" et "sans" le projet, a été résumée sous forme de tableau, comme esquissé ci-dessous.

	Unité	Situation		
		actuelle	avec projet ¹⁾	sans projet ¹⁾
Population - têtes	no	4.000.000	7.842.704	7.842.704
- taux de croissance	%		2	2
- norme calories	cal / (tête x jour)	2.300	2.300	2.300
Production ²⁾ : - végétale	t	474.182	608.266	509.742
- animale (viande)	t	88.920	287.673	188.177
- taux de croissance	%		2,4	2,1
Calories disponibles	cal	1.326	970	801
Répartition calories - végétales	%	52	33	29
- animales	%	6	10	6
Taux de l'autosuffisance alimentaire	%	58	42	35

1) à la fin de la période de planning 2) nette

Document 3.49 - Bilan alimentaire

Il est évident que le projet ne sera pas capable d'élever le taux d'autosuffisance alimentaire à 100%. Toutefois, comme indiqué par les chiffres du document 3.27 ci-dessus, il apparaît que sans projet, la situation serait pire. En comparaison, le niveau d'autosuffisance alimentaire à la fin de la période de planning est même inférieur au niveau actuel. Ceci n'est pas surprenant vu que la production végétale, sous l'impact du projet, n'augmenterait que d'un taux d'à peine 1%, alors que la population est présumée s'accroître deux fois plus vite. Toutefois, il faudrait noter que le projet devrait apporter une amélioration notoire du régime alimentaire journalier puisque la ration de calories d'origine animale augmente substantiellement. Dans le cas « sans » projet, les conditions nutritives évolueraient certainement moins favorablement vers un régime nutritif de moins en moins équilibré, avec probablement de sérieuses implications sur la santé publique.

En ce qui concerne les retombées monétaires de ce bilan alimentaire, il convient de noter ici que les avantages liés à une production élevée en aliments de base, surtout des céréales comme le riz, sont déjà pris en considération dans la quantification monétaire de la production agricole supplémentaire.

c) *La création d'emplois.* Des bénéfices substantiels peuvent être attendus grâce au projet en termes de possibilités d'emplois supplémentaires, qui seront créés dans des secteurs comme la construction, l'agriculture et les services.

La construction englobera le barrage principal en terre, la centrale hydroélectrique, l'évacuateur de crue et les ouvrages annexes. On donnera la préférence aux techniques de construction mettant l'accent sur des systèmes à haute intensité de main-d'œuvre tout en

évitant une prolongation inutile de la période de réalisation. En tout, 225.000 hommes jours (hj) seront nécessaires annuellement (750 personnes en moyenne), répartis presque uniformément sur une période de construction de quatre années.

Tandis que la réalisation du barrage lui-même assurera des emplois additionnels sur une base temporaire, la réalisation de l'infrastructure de l'irrigation, y compris les routes de service, un système de drainage et le réseau de distribution, garantiront des emplois supplémentaires au cours de toute la période de planning. Il est présumé que 1.000 ha seront mis en valeur annuellement, soit dans la plaine inondée elle-même ou sur des terrasses à une portée allant jusqu'à 5 km sur les deux rives du Niger. L'effectif annuel de personnel pour accomplir cette tâche est estimé à 100 hj/ha, résultant en la nécessité d'une main-d'œuvre supplémentaire de 100.000 hj/an.

En ce qui concerne le potentiel d'emplois additionnels dans les activités agricoles, les chiffres suivants ressortent de son évaluation. Sur la base d'un taux d'une moyenne de 210 hj/ha en tenant compte de l'assolement dans les cuvettes et de 94 hj pour la culture sur les terrasses, un nombre total de 207.000 hj sera nouvellement créé annuellement au cours de l'avancement du projet. Même si ce taux peut fluctuer d'une année à l'autre au cours de la réalisation du projet, des emplois supplémentaires continueront à être créés chaque année jusqu'à la fin du projet.

Des possibilités d'emplois supplémentaires seront également créées dans le secteur des services, car il sera nécessaire de transporter la production agricole additionnelle, de la stocker, de la commercialiser et, le cas échéant, de la traiter (moulins à riz). D'un autre côté, de grandes quantités de facteurs de production volumineux, tels que les fertilisants, devront être fournies et distribuées et des instruments agricoles supplémentaires nécessitant un entretien et des réparations devront être mis à la disposition des fermiers.

Si on suppose qu'environ 1 hj est nécessaire par tonne de denrée supplémentaire produite ou par facteurs de production nécessaires, 10.650 hommes jours supplémentaires au total (chiffre basé sur une production additionnelle moyenne de 10,3 t/ha et 350 t d'engrais supplémentaires requis par an) seront créés annuellement au cours de la durée de vie du projet.

Cependant, la création d'emplois supplémentaires dans le secteur de la pêche sera négligeable car la plupart des pêcheurs sont actuellement dans un stade de sous-emploi, prêts à reprendre leurs activités normales dès que la situation s'améliorera.

Afin de déterminer la valeur monétaire des emplois créés par le projet qui est représentée par les revenus versés à la population, l'on a fixé le salaire mensuel à 55.000 FCFA (84 €/mois) en moyenne, ce qui représente le salaire d'une main-d'œuvre non qualifiée. Ainsi, la valeur des emplois additionnels s'élève par an à 95 millions FCFA (144.800 €) environ.

L'impact total concernant la création d'emplois additionnels par le projet est repris dans le document 3.51 ci-dessous.

Secteur	Emploi permanent (travailleur)	hj/a additionnel	Période	Remarques
Construction du barrage	750		période de construction	basé sur 25 jours de travail par mois
Aménagement hydro-agricole	333	100.000	pendant toute la vie du projet	basé sur un effectif de 100 hj/a et 1.000 ha aménagés par an
Agriculture ¹⁾	500	150.000	pendant toute la vie du projet	en moyenne 150 hj/ha, (210 hj/ha cuvettes et 94 sur les terrasses)
Secteur des services	35	10.650	pendant toute la vie du projet	en présumant 1 hj/a additionnel par tonne de denrée supplémentaire produite
Centrale hydroélectrique	107		pendant toute la vie du projet	dès que la station sera opérationnelle
Total :	1.725	260.650		

1) Vu le caractère saisonnier de la production agricole, ce chiffre ne représente que des informations statistiques.

Document 3.50 - Création d'emplois par le projet

Même si le projet peut entraîner un développement économique accéléré, surtout dans la région concernée, on pourrait surestimer la quantification monétaire, vu que la plupart des emplois additionnels créés sont des activités privées et familiales exercées dans un milieu rural et rarement honorées par un salaire officiel.

	Semences	Engrais		Produits phytosanitaires	Total
		urée	complexe		
kg / ha (moyenne)	219	82	260	2,3	
FCFA / t (moyenne)	75.468	289.819	289.819	6.955.644	7.610.749
ha / an	1.000	1.000	1.000	1.000	
t / an	219	82	260	2,3	563
Total (Euros)	25.220	36.230	114.840	24.020	200.310

Document 3.51 : Supplément d'intrants nécessités par le projet

d) *Les effets sur la balance de paiement* : La production additionnelle, aussi bien dans le secteur de l'énergie que dans le secteur primaire, affectera en profondeur la balance des paiements grâce aux possibilités d'une intensification des systèmes de production. En effet, la production additionnelle d'environ 145.000 t/a de céréales, 800 t/a de viande et 9.750 t/a de lait en plus des 1.850 t/a de poisson ainsi que la production de 565 GWh/a, à la fin de la période de planning, permettront de réduire substantiellement les importations de produits alimentaires et de fournir des devises au pays.

À l'inverse, l'intensification de la production du secteur primaire, effectuée par un changement vers des systèmes intensifs, demande l'importation additionnelle des intrants modernes à grande échelle, malheureusement au détriment de la balance des paiements. Les

quantités d'intrants supplémentaires nécessités par le projet, ainsi que la valeur en Euro, sont présentées dans le document 3.51.

En raison d'un manque de connaissance de données détaillées sur les conditions de financement, une estimation des frais de financement et de leur impact sur la balance des paiements ne serait qu'aléatoire à l'heure actuelle.

3) Des bénéfices intangibles

Les bénéfices intangibles ne seront évoqués qu'en termes qualitatifs. Ils ne peuvent pas être quantifiés en termes monétaires et par conséquent, ne sont pas inclus dans l'analyse économique. Lorsque cela a été possible, des indicateurs objectivement vérifiables ont été appliqués pour appuyer les conclusions de l'analyse.

a) Amélioration écologique : Actuellement, une détérioration assez sérieuse de l'environnement naturel peut être observée dans la grande région, causée par la sécheresse qui sévit dans la zone sahélienne depuis 1970 (pluies irrégulières, diminution des apports du fleuve Niger en particulier pendant la saison d'étiage). Les impacts négatifs substantiels en résultant affectent dramatiquement le secteur primaire en particulier, qui est le point central de l'économie nationale. Par conséquent, l'accélération indispensable du développement économique du pays paraît compromise.

Le barrage une fois en exploitation, les éléments qui freinent un développement économique permanent et stable, tels que:

- Un remplissage très probablement insuffisant des réserves de la nappe phréatique, provoquant une chute constante des niveaux de celle-ci,
- Une diminution de la fertilité du sol,
- La disparition d'une partie de la végétation naturelle,
- La réduction des terres arables et des pâturages disponibles
- L'augmentation rapide des coûts de production due à des conditions de pompage plus difficiles Seront améliorés
- La fertilité du sol subira un changement favorable grâce à un assolement plus diversifié des cultures, avec un impact positif sur la diminution de l'épuisement des sols.

Il est très peu probable qu'à court terme, la biodiversité régionale soit compromise par le projet. Par contre, à long terme, on prévoit plutôt des avantages considérables résultant du maintien des niveaux d'humidité dans la plaine d'inondation et de la création de nouveaux biotopes. Le projet permettra le maintien ou l'accroissement des niveaux nets potentiels de productivité naturelle, conservant ainsi la diversité des ressources naturelles. Les pertes d'habitats en zone humide recouverte par la retenue et les impacts sur d'autres zones sont négligeables par rapport aux avantages procurés aux habitats nouveaux, que ce soit au niveau de la retenue ou au niveau des zones humides situées en aval.

La qualité de l'eau du réservoir devrait rester bonne et avec le projet, elle aura un impact positif considérable sur la diminution de la pollution (germes fécaux) en aval, grâce à la dilution des eaux résiduaires ainsi qu'à l'augmentation du pouvoir d'auto-épuration du

fleuve. Dans ces conditions, on assistera à une nette amélioration des conditions sanitaires par la réduction des risques de maladies hydriques. La maîtrise de la régularisation des débits du fleuve par la réalisation du barrage offre des opportunités au développement de la pisciculture, surtout dans la retenue, à la pérennisation de l'exploitation des sites existants et à la réhabilitation des sites abandonnés.

Par contre, l'aspect le plus important du projet réside dans le fait d'assurer des approvisionnements en eau à Niamey, Tillabéri et aux villages riverains du fleuve, même dans les pires conditions climatiques de sécheresse.

b) Nécessité des services d'appui : La dépendance aux services d'appui à l'agriculture peut être évaluée – spécialement dans une économie où la production agricole est principalement basée sur des critères de subsistance – au ratio de pratiques modernes de culture comparées aux systèmes traditionnels. Les premières nécessitent des services complémentaires pour tirer pleinement avantage du potentiel de production élevé atteint par des pratiques de cultures améliorées, y compris des systèmes modernes d'irrigation. Le taux d'irrigation de l'avant-projet d'une culture irriguée versus une culture pluviale, clairement en faveur des systèmes traditionnels, ne subira pas de changements dramatiques mais verra une amélioration substantielle en faveur des techniques modernes d'irrigation.

Toutefois, ceci continuera à augmenter la dépendance aux services d'appui, tels que services d'approvisionnement en intrants (semences, fertilisants, produits agro-chimiques), services d'extension, commercialisation et crédit rural. La majorité des **agriculteurs** sur le site du projet ne seront pas capables d'assumer tous ces challenges par eux-mêmes. C'est pourquoi l'évolution dans le futur devra être accompagnée plus effectivement d'une intensification des services d'appui à l'agriculture, y compris un support institutionnel amélioré. Les conditions externes, avec référence en particulier aux services d'appui à l'agriculture comme cité plus haut, devraient être intensifiées et aider plus efficacement les fermiers, afin d'atteindre un développement stable.

Il devrait être clairement signalé que cet appui continuera à être, encore pour une longue période, principalement sous la responsabilité du secteur public.

c) La distribution des revenus : Le projet n'amènera peut-être pas de changements décisifs dans la distribution des revenus, vu que les systèmes de petites exploitations agricoles ne forment pas la majeure partie du développement potentiel de l'irrigation. Toutefois, comme les systèmes de petites exploitations agricoles sont largement acceptés comme moyen le plus adéquat pour promouvoir une distribution équitable des revenus, particulièrement dans le secteur primaire où l'agriculture est basée principalement sur des critères de subsistance, il vaudrait la peine de reconsidérer la stratégie de développement recommandée.

D'un autre côté, on ne peut que constater un impact général positif en faveur d'une répartition plus uniforme des revenus additionnels. En plus des chances offertes par le développement de la petite irrigation, même dans une mesure assez faible, les petits fermiers et les bergers bénéficieront presque exclusivement du nombre considérable d'emplois supplémentaires créés dans les domaines de l'élevage et de la pêche.

Il faut de plus réaliser que la plupart des activités de cultures au sein des grands aménagements mieux organisés selon les règles, dépendront d'une main-d'œuvre louée. Ceci n'amènera pas seulement un revenu supplémentaire, mais engendrera également une distribution plus équitable des revenus, car ce seront les tranches les plus pauvres de la population qui en bénéficieront principalement.

d) Le secteur secondaire : La zone du projet le long du fleuve Niger, qui constitue une partie relativement petite, mais importante, du pays en termes de potentiel économique, pourrait être particulièrement favorable au développement de la production agricole irriguée. Par contre, elle n'offre pas d'éléments caractéristiques marquants en faveur d'un développement industriel.

Les entreprises de normes vraiment industrielles subsistent difficilement. La plupart des activités représentent, au mieux, soit des standards semi-industriels, principalement dans le cadre des agro-industries, soit peuvent être comprises comme ce qui est mieux exprimé par le terme de petites et moyennes entreprises (PME). Ces dernières comprennent des agro-industries, des industries alimentaires. Ces activités bénéficieront certainement de l'augmentation de l'approvisionnement de matières premières, qui seront de plus fournies plus régulièrement. Cette fourniture sera plus grande, vu qu'elle sera moins dépendante des caprices climatiques grâce à l'irrigation. Une impulsion supplémentaire pourrait bien être déclenchée grâce à la régularité de l'alimentation en eau, à des coûts de pompage réduits.

De plus, il existe de nombreux champs d'activités dans le secteur privé, garantissant des procédés fonctionnels de la vie quotidienne. Cette catégorie englobe tous les services qui sont offerts par le commerce et le transport local, les entreprises traditionnelles de construction et de réparation (ateliers mécaniques et électriques), de même que le traitement et la production des aliments traditionnels. Ce secteur privé pourrait bénéficier du facteur de progrès additionnel le plus vital, à la fois dans les milieux urbain et rural. Comme ce secteur est continuellement formé par des processus autonomes, il sera considérablement influencé par le grand nombre d'avantages variés qui accompagneront l'amélioration de la gestion hydraulique du Niger.

V- JUSTIFICATION DU PROJET

Pour justifier un tel projet, le raisonnement suivi est basé sur un rappel de la situation actuelle, une perspective sans barrage et une autre avec barrage afin de s'orienter vers un choix responsable. Un fois le choix justifié, on évalue le projet en termes monétaires et surtout, il faut satisfaire les exigences des bailleurs de fonds en matière de financement de projet en exposant les options de projets entiers et partiels.

A-PERSPECTIVES DANS L'AVENIR :

Pour quantifier l'importance d'une telle réalisation, nous avons développé les tendances socio-économiques avec et sans barrage :

1) Développement probable sans barrage

L'état actuel de l'environnement au niveau de la zone d'étude du point de vue social, économique et environnemental, les données de base concernant le milieu physique (climatologie, hydrologie, sédimentologie, hydrogéologie, géologie, agro-pédologie et formation des sols, biodiversité), biologique (faune, flore), ou bien humain (caractéristiques démographiques, sociales et culturelles) ainsi que les activités économiques au niveau de la zone d'étude, ont été traités précédemment.

Les paragraphes qui suivent présentent un scénario qui reflète les tendances environnementales, sociales et économiques attendues dans la zone d'étude au cas où aucun barrage ne serait construit sur le Niger en République du Niger.

a) Dégradation continue de l'environnement : L'inventaire des éléments constitutifs de la diversité biologique a fait ressortir une grande richesse floristique et faunistique, et de nombreux écosystèmes existant tant en milieu terrestre qu'en milieu aquatique et semi-aquatique. Cependant, cette richesse en biodiversité est soumise à une dégradation progressive, malgré les efforts de conservation déployés par les autorités au travers de mesures politiques et stratégiques. Le cas particulier des ressources forestières est alarmant avec la perte annuelle d'environ 100.000 ha de la superficie de forêts sous l'effet conjugué des coupes incontrôlées, des feux de brousse, du surpâturage, de l'extension des zones de cultures et des sécheresses récurrentes.

En effet, on doit s'attendre dans le futur à une réduction sévère de la superficie et de la productivité des écosystèmes naturels qui supportent la majorité de ces espèces dans toute leur diversité et qui fournissent toute une gamme de biens et services à la société. Plusieurs mécanismes mettent ce constat en évidence:

- Les systèmes terrestres seront fortement affectés par la tendance à la sécheresse et les modifications des schémas d'utilisation des ressources. Les zones désertiques devraient connaître une extension progressive pour devenir plus austères.
- La pression croissante sur les terres se manifeste par une extension vers le Nord de 100 km de la limite des zones cultivées. On estime à environ 70.000 à 80.000 ha de terres principalement pastorales qui sont transférées aux cultures chaque année. Au moins 30% des terres de transhumance ont été perdues depuis 1980.
- La perte nette des diverses espèces d'essences arboricoles continuera. Les espèces sahéliennes se cantonneront dans leurs habitats les plus favorables (dépressions, cours d'eau) pour devenir des îlots ou alors pour disparaître.
- Les écosystèmes des eaux douces devraient voir leur superficie décroître considérablement. Les changements dans ces écosystèmes auront des impacts négatifs majeurs sur l'approvisionnement en eau potable, la pêche et la biodiversité.

La diversité piscicole du fleuve Niger a été considérablement affectée pendant les 30 dernières années suite à la dégradation des écosystèmes aquatiques. En effet, alors que plusieurs espèces sont devenues rares dans les captures, d'autres ont tout simplement disparu à cause de la baisse des hauteurs d'eau consécutive aux conditions de sécheresse. Enfin, la vallée du Niger abrite d'importantes superficies de zones humides de part et d'autre du fleuve

qui offrent des potentialités énormes de production naturelle et des multitudes d'habitats et de biotopes suite à leur marnage. Cependant, on assiste actuellement à leur dégradation continue à causer principalement des sévères étiages de plus en plus précoces et longs, à tel point que leur pérennité sera mise en cause.

b) Ressources en eau : Dans le cadre de l'actualisation des études climatologiques et hydrologiques établies, les conséquences de la sécheresse qui sévit sur la zone sahélienne depuis une trentaine d'années ont été clairement mises en évidence, notamment sur la réduction drastique des apports annuels du fleuve Niger:

- Depuis 1970, les apports moyens du Niger ont diminué de plus de 30% par rapport à la période antérieure. Le débit moyen du Niger à Niamey, mesuré sur une longue période, se monte actuellement à 696 m³/s (période 1970-1998), alors qu'il atteignait 1.035 m³/s auparavant (période 1944-1969).
- Les changements du régime fluvial au cours de la saison de basses eaux sont encore plus sévères. Alors qu'autrefois les étiages n'apparaissaient qu'au cours des mois de mai et de juin, on constate que depuis 1970 la saison d'étiage s'étend sur une période de quatre mois, d'avril à juillet.
- Simultanément, les débits minima en période d'étiage ont fortement baissé. Les débits au cours du mois le plus sec d'une année moyenne atteignaient auparavant 70 m³/s, mais depuis 1970 ils ne se montent plus qu'à 20 m³/s. Durant les années particulièrement sèches, il est presque impossible de mesurer un débit.

Cette diminution drastique des apports, dont l'évolution future n'est pas prévisible, a des effets de plus en plus dégradants sur l'écosystème fluvial, la pérennité de l'irrigation, l'alimentation en eau potable pour l'homme et le bétail ainsi que sur l'industrie et la santé publique. De plus, il est clair qu'à la suite de cette longue période de sécheresse, le niveau des nappes souterraines devrait considérablement baisser et que, même dans une perspective optimiste d'un retour à une période de pluviométrie excédentaire, la reconstitution de ces nappes aquifères demandera plusieurs années.

c) Ensablement du fleuve : La sécheresse et la baisse de la pluviométrie annuelle sont la raison principale de la dégradation des ressources naturelles et particulièrement des zones humides de la plaine d'inondation. A cette cause, viennent s'ajouter les activités humaines qui comprennent l'exploitation des ressources, le surpâturage et la déforestation. Tous ces facteurs ayant un impact considérable sur la réduction du couvert végétal et accroissant encore la dégradation des terres (désertification) contribueront dans le futur à l'aggravation de l'ensablement du fleuve Niger.

D'ores et déjà, il y a lieu de signaler la situation inquiétante de ce phénomène, dû à la fois aux apports importants de sables charriés par les affluents du Niger durant la saison des pluies et aux faibles débits du fleuve Niger, et ses conséquences environnementales (réduction des habitats aquatiques) et socio-économiques (trafic fluvial, approvisionnement en eau potable, etc.).

d) *Détérioration de la qualité des eaux* : Les grands centres urbains le long du fleuve Niger, tout particulièrement les villes de Niamey et Tillabéri, ne disposent pas de systèmes d'assainissement et d'évacuation des eaux résiduaires (domestiques et industrielles) qui se déversent en grande partie directement dans le fleuve.

Devant la croissance démographique explosive que connaît le Niger, et par là celle des besoins et de consommation d'eau, on s'attendra à des rejets dans le fleuve de volumes d'eau résiduaires de plus en plus importants conduisant à une dégradation sérieuse de la qualité de l'eau. Ce problème de pollution de l'eau sera encore plus grave durant les périodes d'étiage notamment avec les tendances actuelles vers la réduction du débit du fleuve conduisant à la dégradation de l'écosystème fluvial et de ses fonctions écologiques et socio-économiques. En effet :

- Il y aura un risque de compromettre le pouvoir d'auto-épuration naturelle du fleuve et de se trouver avec des concentrations nulles en oxygène sur de longs biefs du fleuve. Ainsi, la vie aquatique sera tout simplement perdue.
- Les rythmes de prolifération de la jacinthe d'eau, qui constitue déjà un problème majeur du fleuve Niger, seront accentués.
- On assistera à une exposition accrue et à la recrudescence des maladies infectieuses et fécales (principalement liées à l'insalubrité des eaux) qui viendront s'ajouter aux maladies hydriques déjà aggravées par de faibles débits.

e) *L'Agriculture* : Le climat reste le facteur le plus important qui influe sur la production agricole dans la zone du projet. Il a été aussi noté que la croissance dans le secteur a été freinée par plusieurs facteurs (dont l'eau), résultant en particulier des effets combinés des systèmes de production extensifs dans un environnement physique peu favorable, d'une croissance démographique galopante, et des facteurs économiques. C'est pourquoi les tendances au développement dans le secteur rural au Niger ont, pour la plupart, été négatives. Malgré un accroissement global dans la production des céréales de 25% en 10 ans, d'autres indicateurs critiques ont accusé des tendances négatives, notamment⁶:

- une diminution de la superficie moyenne de cultures par habitant (-26,3%),
- les pertes des terrains permanents de pâturage par habitant rural (-3,4%),
- la réduction de la production par tête des céréales (-9,5%),
- une baisse du rendement moyen des céréales (-22,8%).

Il est évident que la persistance de la sécheresse a provoqué une forte pression sur les maigres ressources naturelles et a entraîné la mise en culture de terres de plus en plus marginales. Ajoutons aussi la disparition de la pratique de jachère qui permettait la reconstitution de la fertilité des sols.

Les dégâts de la sécheresse en termes économiques pourraient être énormes, comme le montre la sécheresse de 1968 à 1973. En outre, il est inévitable que la mise en œuvre des

⁶ Volume IV de la Phase I (Tableau 4-3).

nouveaux aménagements dans une situation de ressources naturelles limitées, couplée à l'accroissement de la population rurale et des effectifs des troupeaux, générera des conflits entre les différents utilisateurs des terrains et de l'eau du fleuve, notamment entre agriculteurs et éleveurs.

Il est aussi évident qu'à long terme, le secteur ne pourrait pas échapper aux conséquences néfastes des changements climatiques. Il s'ensuit que :

- L'intensification de la mise en valeur du grand potentiel en terres irrigables de la vallée du Niger (122.000 ha) sera compromise suite aux réductions drastiques du débit du fleuve, notamment en saison d'étiage qui correspond à la période des forts besoins en eau pour les cultures. En particulier, l'expansion du programme des AHA sera contrainte dans la région du Sud où la plupart des terrains potentiels sont concentrés (15.300 ha sur un potentiel total de 18.000 ha), à cause d'un débit réduit dans la partie Sud du fleuve.
- L'intensification de la production entraînera des besoins grandissants en engrais et en produits phytosanitaires, avec des conséquences potentiellement négatives sur l'environnement en l'absence de contrôle et de formation.
- La baisse du niveau du fleuve entraînera aussi des coûts d'exploitation supplémentaires d'exhaure et de pompage, et des mesures pour combattre la dégradation des sols qui rendra quelques aménagements non-viables du point de vue financier.

f) *La Pêche* : L'adversité du climat sahélien enregistrée pendant les 30 dernières années et la dégradation consécutive des écosystèmes aquatiques ont considérablement affecté la diversité biologique et la productivité piscicole des pêcheries. A ces causes d'origine naturelle, s'ajoutent les effets environnementaux des programmes sectoriels de développement des aménagements hydro-agricoles sur les plaines d'inondation qui constituent les zones de reproduction et de frayère des poissons.

Ainsi, la production piscicole, qui était évaluée en 1969 à environ 7.200 tonnes, a enregistré une baisse d'environ 6.300 tonnes, soit plus de 88% en 17 ans. En 1998, la production piscicole nationale était estimée à 2.450 tonnes. Bien que le plan d'actions d'accompagnement (pêche - pisciculture) impute cette baisse à la surexploitation des stocks piscicoles, il est néanmoins reconnu de nos jours que la production halieutique d'un cours d'eau est directement liée à la variabilité du débit qui détermine le niveau d'inondation de la plaine alluviale.

Quant à l'exercice de la pêche au niveau de la vallée du Niger, il est effectué par des acteurs professionnels et occasionnels. Parmi eux, les pêcheurs autochtones représentent entre 70 à 80% de l'effectif total. Les pêcheurs de la région, particulièrement touchés par la chute des captures due principalement aux aléas climatiques et à l'envahissement du fleuve par la jacinthe d'eau, compte tenu du lit mineur encaissé et moins profond dans cette zone, sont contraints de diversifier leurs activités pour améliorer les revenus des ménages. En fait, au cours des 30 dernières années, l'ampleur des contraintes au développement de la pêche a conduit les pêcheurs actifs à se livrer à des activités agricoles et au petit commerce, en plus de l'exercice de la pêche, dans l'optique de maintenir leur niveau de vie.

En conclusion, le secteur de la pêche a connu une dégradation sévère au cours des

dernières années de sécheresse et des mesures d'urgence, telles que la régularisation des débits du fleuve, sont nécessaires pour la sauvegarde de l'abondance et de la pérennité des ressources piscicoles du fleuve Niger. En effet, la maîtrise de la variabilité du débit du fleuve permettra de:

- pérenniser l'exploitation des sites existants en garantissant un débit favorable à l'alimentation en eau des étangs toute l'année,
- réduire les charges de pompage de l'eau qui constituent une contrainte majeure,
- réhabiliter les sites abandonnés,
- mettre en valeur les zones "exclues" situées à l'intérieur des AHA,
- développer la pisciculture en étangs sur les plaines d'inondation.

g) *L'Élevage* : Actuellement, les zones de pâturages correspondent généralement aux terres incultes (plateaux, glacis, etc.), impropres à l'agriculture ou présentant des handicaps en ressources hydrauliques (notamment nappe phréatique très profonde). Ces espaces présentent donc une biomasse herbacée de faible productivité ou des possibilités d'abreuvement aléatoires. A cela s'ajoute l'appauvrissement floristique des parcours du fait du surpâturage ou des déficits hydriques, conduisant à la disparition de certaines essences fourragères au profit d'espèces non appréciées par le bétail. Une restauration des parcours dégradés ou une gestion rationnelle des ressources pastorales ne sera pas possible si les conditions hydriques dans la zone du projet ne sont pas améliorées.

Quant aux pâturages naturels, ils sont peu importants dans cette zone agricole où ils s'amenuisent et se dégradent continuellement. Même leur accès devient de plus en plus difficile (éloignement, champs, raréfaction des couloirs de passage). Ces pâturages sont intimement dépendants de la pluviométrie qui est très aléatoire et souvent en baisse.

En conclusion, vu l'importance que revêt l'élevage, ainsi que ses fonctions socio-économiques au niveau régional et national, il est nécessaire qu'un système d'élevage moins dépendant des aléas climatiques soit envisagé, ce qui est quasi impossible à réaliser dans le cadre des tendances actuelles.

h) *L'Alimentation en eau* : L'étude des besoins en eau effectuée par le HCAVN a mis en évidence le risque d'une pénurie totale d'eau durant la période de 4 mois d'étiage, vu que les apports en cette période se situeront largement en deçà des besoins.

En effet, selon les prévisions pour le futur, le débit décennal du fleuve Niger à Niamey descendrait au-dessous du niveau critique de 6 m³/s. Ceci est encore plus alarmant eu égard aux conditions hydro-géologiques peu favorables, notamment dans la région de Niamey, qui écartent l'alternative du recours à l'exploitation des eaux souterraines.

La population concernée était estimée en 1999 à 550 000 habitants dans les villes de Niamey et Tillabéri et à 760 000 habitants dans les villages riverains du fleuve. Les projections futures prévoient des croissances entre 3,2% et 5% par an pour Niamey, et 3,2% et 4,5% pour Tillabéri, respectivement. Ainsi, à l'horizon 2025, la population de Niamey pourrait atteindre entre 1,1 million et 1,8 million de personnes, et celle de la Commune de Tillabéri entre 28.400 et 39.000 habitants.

Ainsi, les conséquences d'une telle pénurie d'eau auront des retombées catastrophiques non seulement sur la consommation en eau des populations riveraines du fleuve, mais aussi sur les activités industrielles et l'abreuvement du bétail.

i) *La Santé publique* : Le fleuve est actuellement utilisé comme milieu récepteur d'une grande partie des rejets liquides des agglomérations riveraines du fleuve, notamment de la ville de Niamey.

Aux conséquences écologiques liées à cette pollution de l'eau, notamment en période d'étiage, vient s'ajouter le risque d'une sévère détérioration de la santé publique. En effet, la contamination des eaux par les différents germes fécaux augmentera les risques d'exposition aux maladies infectieuses liées à l'insalubrité des eaux telles que le choléra, la dysenterie, les maladies diarrhéiques, la lèpre, la gale, l'hépatite, etc. L'OMS estime qu'environ 90% de ces maladies proviennent surtout de la mauvaise qualité de l'assainissement de l'eau potable.

En tenant compte du taux de croissance démographique de 3,3% (considéré parmi les plus élevés au monde), les tendances identifiées pour les principales maladies se présentent comme suit:

- Avec les changements croissants intervenant dans l'utilisation des terres (développement agricole, augmentation de l'utilisation de l'eau et urbanisation) ainsi que la dégradation de l'environnement, on devrait s'attendre à une certaine augmentation des principales maladies hydriques.
- La réduction continue du débit moyen du fleuve Niger en saison sèche entraînera un accroissement du risque d'une sérieuse contamination des eaux du fleuve et par là même des nappes et des produits alimentaires notamment au moment des cultures, des récoltes, des traitements, des stockages, du transport et de la préparation finale.
- La santé de la population continuera à être sévèrement affectée par la dégradation de la qualité de l'eau. L'absence de conditions sanitaires les plus élémentaires, la défaillance en matière d'approvisionnement en eau potable de bonne qualité contribueront à l'augmentation de la mortalité provoquée par les maladies diarrhéiques.

En résumé, on peut par conséquent estimer qu'il n'existe aucune base permettant de prévoir une amélioration générale de la santé publique dans le futur. Par contre, la détérioration de la qualité de l'environnement sera en particulier un facteur de plus en plus important dans l'influence négative de la situation sanitaire des populations affectées, réduisant leur qualité de vie et compromettant un développement durable.

2°) Perspectives dans l'avenir avec barrages

Dans les conditions actuelles de sécheresse et de modes d'utilisation des ressources, l'option sans projet dépeint une image de productivité en déclin pour les systèmes de production, ce qui réduira sévèrement les disponibilités alimentaires au niveau national à moyen terme. En définitive, il est à craindre que de tels effets n'exercent une forte pression sur les structures sociales et n'aboutissent à la perte de la cohésion sociale.

- En supposant des conditions encore plus négatives, liées aux changements climatiques, les niveaux relativement élevés de biodiversité et de productivité dans la vallée du fleuve Niger sont réduits davantage, au point que beaucoup d'activités qui sont actuellement exercées ne seront

plus pérennes. Dans de telles circonstances, l'éventualité de l'effondrement rapide des activités économiques aux niveaux local et régional n'est pas à écarter.

- Les perspectives de croissance économique du Niger sont extrêmement limitées vu que les obstacles au développement, à savoir un environnement difficile et une faible base de ressources naturelles, ainsi que des ressources humaines insuffisamment valorisées, aggravées encore par une forte croissance démographique, sont énormes.
- A court terme, il est probable que la croissance reposera essentiellement sur une intensification des investissements publics destinés à la remise en état des infrastructures tant physiques qu'institutionnelles et sur le règlement des arriérés du secteur privé, qui dépendent l'un comme l'autre d'un apport plein et entier de l'extérieur.
- A moyen terme, les secteurs minier et pétrolier pourraient devenir une importante source de croissance. Des opérations d'exploration pétrolière sont en cours au nord du pays, visant à l'exploitation de réserves d'une manière commercialement viable. En outre, la recherche minière a donné des résultats encourageants. De cette façon, l'exploration probable de ressources pétrolières et minières (or) augmentent les perspectives d'un recouvrement de l'économie nigérienne à moyen terme. Par contre, on ne prévoit pas de croissance dans le secteur de l'uranium, dont la restauration pourrait toutefois permettre de stabiliser la production au niveau actuel.

Néanmoins, il est évident qu'à long terme il ne peut se produire de développement économique durable sans une amélioration significative des conditions écologiques. Il est évident que seul leur assainissement peut assurer une reprise des activités économiques dans le secteur primaire, qui constitue après tout l'essentiel de l'économie nationale du Niger. En effet, il existe certaines possibilités d'accroître la production de produits agricoles de plus grande valeur. Par exemple, les exportations d'oignons, tomates, poivrons et surtout de bétail vers des marchés régionaux tels que ceux des pays voisins offrent de bonnes perspectives de croissance. A l'heure actuelle, les taux de croissance annuels sont étroitement liés à la pluviométrie, qui, vu son irrégularité et son caractère aléatoire, empêche la croissance du secteur agricole. Sans barrage, on ne s'attend pas à ce que l'agriculture constitue une source majeure de développement économique. Avec le barrage comme élément décisif en vue d'une gestion efficace des ressources en eau de surface, la stabilisation, et même une augmentation de la production agricole, surtout en irrigation, peuvent être assurées.

Par conséquent, les bénéfices les plus importants que l'on peut escompter du projet sont l'amélioration des conditions écologiques du milieu fluvial et une augmentation de la sécurité d'approvisionnement en eau et en produits alimentaires. Néanmoins, une partie des bénéfices se transforme en bénéfices directs et quantifiables, une autre partie en bénéfices indirects et une troisième partie en bénéfices intangibles. Dans cette dernière partie, sont présentés les avantages pour l'écosystème et les perspectives de développement socio-économique dans la zone d'étude grâce à la réalisation du barrage.

C - ANALYSE COMPARATIVE DU DEVELOPPEMENT « AVEC » et « SANS » BARRAGE

Compte tenu de l'analyse qui précède, l'impact principal du barrage de Kandadji, par rapport à la situation "sans" projet, sera axé sur les domaines clés, résumés dans le document suivant.

Domaine	Analyse comparative du développement régional avec barrage	Analyse comparative du développement régional sans barrage
<u>Environnement</u>	<ul style="list-style-type: none"> - préservation de l'environnement du fleuve Niger par la protection de l'écosystème du bassin fluvial - agrandissement des plaines d'inondation - conservation des surfaces de "bourgou", et de l'habitat exceptionnel des nombreuses espèces de la flore et de la faune - préservation de la fertilité des sols le long du fleuve - réduction de l'érosion éolienne 	<ul style="list-style-type: none"> - débit insuffisant pour éviter l'ensablement du lit du Niger, y compris tous effets négatifs y afférents - réduction du couvert végétal et accélération par conséquence de la désertification régionale - disparition probable d'espèces importantes de la flore et de la faune - réduction de la fertilité des sols par manque d'eau - prolifération de la jacinthe d'eau à cause du niveau d'eau très bas
<u>Agriculture</u>	<ul style="list-style-type: none"> - évolution accélérée de la production végétale par la mise en œuvre du potentiel de l'irrigation - possibilité d'une double culture de riz sur 14.725 ha de cuvettes additionnelles - possibilité d'exploitation des terrasses le long du fleuve sur une superficie d'environ 16.275 ha - réduction des coûts de pompage grâce à un niveau d'eau plus favorable en période d'étiage - probabilité de surfaces additionnelles aptes à l'agriculture de décrue dans la retenue avec un niveau bas de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - évolution agricole freinée par l'insuffisance d'eau pendant la période d'étiage - possibilité d'une culture de riz sur environ 4.250 ha additionnels de cuvettes - envahissement accéléré des rizières par la jacinthe d'eau - augmentation de la consommation d'énergie de pompage <ul style="list-style-type: none"> - maintien d'environ 7.000 ha de superficies cultivables en conditions pluviales, sinon inondées par la retenue
<u>Elevage</u>	<ul style="list-style-type: none"> - intensification de la production animale grâce à une base de nourriture élargie (fourrage, sous-produits de la production végétale) - amélioration de l'abreuvement du bétail en période d'étiage 	<ul style="list-style-type: none"> - réduction probable de l'élevage à cause d'une dégradation du milieu naturel y compris la diminution du couvert végétal - insécurité d'abreuvement du bétail en période d'étiage à cause du niveau d'eau faible

Domaine	Analyse comparative du développement régional	
	Avec barrage	Sans barrage
Pêche	<ul style="list-style-type: none"> - production additionnelle de plus de 1.600 tonnes de poisson par an dans la retenue - réhabilitation des systèmes existants grâce au niveau d'eau suffisant pendant toute l'année (bras morts) et réduction des coûts de pompage - production additionnelle d'environ 30 tonnes par an dans les systèmes existants 	<ul style="list-style-type: none"> - diminution plus importante du nombre des poissons dans le fleuve, due à l'apparition anticipée, et d'une durée plus longue, de l'étiage et de l'abaissement des débits minima
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - production d'une quantité raisonnable d'énergie électrique à un prix financièrement viable - substitution de l'importation de l'énergie équivalant à 22,6 millions euros par an - amoindrissement de la dépendance du pays à l'importation d'énergie de l'étranger 	<ul style="list-style-type: none"> - consommation en énergie exclusivement tributaire de l'étranger - augmentation rapide de la consommation en bois de chauffage
Socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> - approvisionnement de la population en eau potable assuré pendant toute l'année. - éradication des maladies liées à la pollution (surtout goûts de Niamey) par le soutien d'un débit sanitaire dans le fleuve en période d'étiage. - création d'emplois additionnels dans l'agriculture (plus de 200.000 hj par an), l'élevage, la pêche, grâce à la construction du barrage (900.000 hj en 4 ans) et à l'aménagement hydro-agricole (100.000 hj par an), ainsi que dans les secteurs secondaire et tertiaire (environ 10.500 hj par an) - amélioration du taux de l'autosuffisance alimentaire par une production végétale additionnelle d'environ 132.000 to et animale de plus de 70.000 to/an - relogement d'environ 35.000 habitants de la zone de la future retenue - augmentation possible des maladies hydriques dans la région de la retenue future 	<ul style="list-style-type: none"> - réserves d'eau en période d'étiage ne couvrant plus les besoins croissants en eau potable - risque de détérioration de la santé publique par l'augmentation de la pollution fluviale - chômage de plus en plus accentué, dû à un développement économique ralenti - taux de l'autosuffisance alimentaire inférieur (33%) à celui obtenu avec le barrage (43%) - risque d'une malnutrition de la population par une répartition défavorable des calories végétales et animales
Autres	<ul style="list-style-type: none"> - amélioration des conditions du trafic fluvial - assurance de la pérennité des autres usages essentiels de l'eau - redressement économique du pays par une stimulation générale des activités dans tous les secteurs 	<ul style="list-style-type: none"> - investissements en valeur d'environ 50 millions d'euros dans un système efficace de prélèvement de l'eau potable et d'assainissement des eaux usées

Document 3.52: Analyse comparative du développement "avec" et "sans" barrage

En résumé, on peut s'attendre à ce qu'une grande partie des contraintes qui entravent le développement économique non seulement de la zone du projet, mais également de

l'ensemble du pays, puisse être corrigée par la mise en œuvre d'une gestion plus efficace des ressources hydrauliques du fleuve Niger. Cependant, sans une politique en parallèle de gestion des ressources en eau et de leur maîtrise, notamment eu égard aux aléas climatiques et aux tendances actuelles vers des sécheresses de plus en plus accentuées, le développement économique du pays et l'amélioration durable du niveau de vie des populations seront voués à l'échec.

D - EVALUATION DU PROJET

L'évaluation strictement économique du projet repose sur la comparaison de tous les coûts, aussi bien les coûts d'investissement que les coûts récurrents, occasionnés par la réalisation et l'exploitation du schéma de gestion hydraulique proposé. Ils sont comparés aux bénéfices générés par l'entité, une fois en exploitation.

L'évaluation comprend à la fois une analyse aux prix financiers et une analyse aux prix économiques.

1) Hypothèses de base

Comme généralement accepté, la période de l'analyse est de 30 ans, et l'année 2004 a été choisie comme année de base. Tous les bénéfices et coûts dans l'étude de faisabilité ont été estimés en prix courants 2000.

Les taux appliqués pour actualiser les prix courants des coûts et bénéfices en prix constants 2004, de même que les taux de change utilisés pour convertir les devises étrangères en FCFA et vice versa, sont ceux montrés dans le Tableau 3.25 suivant. La devise appliquée dans l'analyse est l'Euro (€). Toutefois, on peut noter que cette valeur de l'Euro, en conformité avec la situation au début de l'année 2000, ne diffère pas substantiellement de celle du dollar américain.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Taux de change: ¹⁾						
- Franc Français	100	100				
- Euro (€)		656	676	696	717	738
- US \$		681	701	722	744	766
Inflation:						
- locale	0,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
- devises	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Facteur d'inflation ²⁾		1,098	1,073	1,048	1,024	1,000

Document 3.53: Taux de change et taux d'inflation 1) FCFA par unité de devise étrangère Source: Estimations du Consultant) ²⁾Prix basés sur un ratio de 36,5 % en coûts locaux et 63,5 % en devises.

Même si le FCFA est lié au Franc Français par un taux fixe et, par conséquent, aussi à l'Euro, un taux variable du FCFA par rapport à l'Euro a été appliqué dans nos calculs pour prendre en compte l'inflation nigérienne.

Le coût d'opportunité du capital (taux d'actualisation) a été présumé être de 12% (le taux d'intérêt "réel" sans inflation), taux considéré par les bailleurs de fonds comme approprié pour l'évaluation des projets dans le pays d'Afrique subsaharienne. En tenant compte de l'inflation, le taux d'intérêt courant se situerait, selon nos propres estimations, entre 14 et 16%.

Des valeurs résiduelles ont été prises en compte pour des biens ayant une vie économique au-delà de la période d'analyse, même si leur valeur, à cause des pratiques d'escompte, est quasi négligeable. Pour des biens tels que l'équipement mécanique et électrique de stations de pompage, dont la vie économique de service prend fin au cours de la période de planning, des coûts de remplacement futurs ont été inclus.

Finalement, la viabilité économique du concept recommandé a été jugée sur la base de quatre critères de décision,

- le Taux de Rentabilité Interne (TRI), aussi bien financier qu'économique,
- la Valeur Actualisée Nette (VAN) de toutes les ressources engagées dans l'opération,
- le Rapport Bénéfices / Coûts (B/C) de toutes les ressources engagées,
- le Rapport Avantages Nets / Investissements (N/K).

Chacun des critères ci-dessus, pris séparément, ne suffit pas pour juger dans un sens très large du résultat de l'évaluation économique; toutefois, en combinaison, ils représentent la base appropriée pour un jugement final, surtout en comparaison avec des projets similaires dans le secteur des ressources en eau.

2°) Scénarios de l'aménagement

En tenant compte des bénéfices généraux auxquels on peut s'attendre à partir du moment où le barrage sera opérationnel, il est évident que le barrage de Kandadji n'est justifié que sur la base d'un développement écologique désespérément nécessaire, qui seul assurera un usage continu et efficace des maigres ressources naturelles dont dépend l'avenir du Niger.

D'autre part, vu l'intention de satisfaire de nombreux objectifs, le barrage a été conçu pour répondre à trois stratégies principales de développement:

- Celles-ci concernent tout d'abord le barrage lui-même, indispensable pour réaliser le renforcement des débits d'étiage au cours de la saison sèche pour atténuer la dégradation de l'écosystème fluvial, la santé publique et l'alimentation en eau de la population, du bétail et de l'industrie.
- La seconde option principale concerne le développement du potentiel agricole régional, qui ne pourra être possible qu'au moyen de débits régularisés de l'eau pour alimenter les terres productives pendant la saison sèche quand ce sera le plus urgemment nécessaire.
- Troisièmement, l'option de la production d'hydroélectricité tient compte de la demande croissante d'énergie électrique, sans la satisfaction de laquelle le développement économique, surtout des régions urbaines du Niger, qui est souhaité de toute urgence, ne pourra pas être réalisé.

Suivant l'argumentation exprimée ci-dessus, la stratégie du Niger concernant le barrage de Kandadji ne peut reposer que sur la réalisation simultanée de toutes les options, afin d'utiliser totalement le potentiel limité de développement offert par le Niger au moyen d'une gestion améliorée des ressources en eau. Toutefois, les options citées plus haut peuvent être considérées indépendamment, et cela vaut la peine d'évaluer les options de développement identifiées, à la fois séparément, ainsi que dans des combinaisons possibles entre elles.

En conséquence, les options suivantes ont été analysées:

• *a) Option A: Barrage seul* : Le barrage en tant que tel représente l'élément clé du projet, sans lequel toutes les autres options ne peuvent être réalisées, raison pour laquelle une évaluation de l'aménagement hydro-agricole en particulier ne peut être effectuée de façon réaliste sans les coûts du barrage. D'un autre côté, le barrage seul offre une grande marge de bénéfices directs et indirects, dont le plus marquant est la satisfaction du besoin d'une alimentation en eau garantie à long terme dans tous les grands centres urbains du Niger. De plus, il assure:

- Des améliorations environnementales importantes (arrêt de la désertification dans de vastes zones s'étendant sur les deux rives du Niger),
- Un remplissage et une régulation plus réguliers et continus des nappes phréatiques,
- Une production piscicole supplémentaire, non seulement dans le réservoir lui-même, mais aussi dans les bras morts du Niger qui seront à nouveau réactivés pour la pêche,
- Des coûts de pompage réduits pour les activités centrées autour des viviers et la production agricole irriguée dans les aménagements existants, Des endroits garantis et irrigués toute l'année pour les troupeaux, en particulier pour le bétail.

b) Option B: Barrage et aménagements hydro-agricoles Grâce au barrage, des parties substantielles de terrains potentiellement productifs, en particulier ceux qui se trouvent près du Niger, peuvent être transformés en terrains fertiles pouvant être exploités intensivement pour l'agriculture. Les bénéfices résultant de ceci conduiront de plus à une production supplémentaire de nourriture pour la population et à un matériel primaire supplémentaire pour les industries basées sur l'agriculture. Ils contribueront également à lutter contre les conditions dégradées de l'autosuffisance alimentaire du Niger, qui s'amélioreraient définitivement moins favorablement sans le projet. Des avantages supplémentaires découleront de la distribution plus uniforme du revenu additionnel, en particulier dans le secteur primaire, si on favorise une politique de développement des petites exploitations agricoles.

Comme l'existence du barrage est la condition préalable pour la réalisation de ces avantages, les coûts du barrage sont donc également pris en considération.

c) Option C 1: Barrage et centrale hydroélectrique Il ne fait aucun doute que le développement économique, en particulier des centres urbains principaux dans la zone du projet, est urgemment nécessaire et qu'il ne sera pas possible sans sources sûres d'énergie électrique. Grâce aux bonnes relations du Niger avec son voisin le Nigeria, l'alimentation en énergie électrique en provenance de celui-ci s'est toujours effectuée sans problèmes, exception faite toutefois de quelques déficits en alimentation, à des moments où c'était le plus nécessaire.

Même si le barrage de Kandadji n'est pas en mesure de fournir une puissance garantie, l'énergie qu'il générera améliorera la fiabilité de l'alimentation, en particulier au regard de la demande croissante en énergie électrique. D'un autre côté, une production nationale réduira la dépendance du Niger par rapport à l'étranger et pourra même, au moins au cours des premières années de production, permettre l'exportation d'énergie et générer ainsi des revenus supplémentaires.

Pour cette Option C 1, les coûts du barrage sont également pris en considération.

d) Option C 2: Centrale hydroélectrique seule : Dans cette option C 2, seuls les coûts supplémentaires occasionnés par la construction de la centrale et par la ligne de transmission

seront pris en considération, l'existence du barrage étant présumée et justifiée par l'accomplissement d'autres tâches. Dans ces circonstances, l'option hydroélectrique peut être considérée comme une possibilité d'améliorer la rentabilité du barrage.

e) *Option D: Projet entier (barrage et aménagements hydro-agricoles + centrale)* : Il va sans dire que tous les impacts positifs des composantes individuelles du projet décrites plus haut seront renforcés si les Options A, B et C sont combinées dans un seul projet global. C'est pourquoi l'Option D englobe le projet dans son ensemble, comprenant toutes les composantes (soutien d'étiage du Niger, aménagements hydro-agricoles, production d'énergie électrique).

3°)-*Résultats de l'analyse financière et économique*

Le document 3.32 suivant montre le taux interne de rentabilité de toutes les options ci-dessus, à la fois en termes financiers et économiques. Des analyses économiques plus détaillées, à la fois en prix financiers et économiques, figurent dans les chapitres suivants.

Option		Taux interne de rentabilité (TIR)	
		financier	économique
Barrage + aménagements hydro-agricoles	B	3,5 %	8,0 %
Barrage + centrale hydroélectrique	C 1	6,6 %	13,5 %
Centrale hydroélectrique seule	C 2	22,3 %	43,9 %
Projet entier	D	7,7 %	14,4 %

Document 3.54 : Taux internes de rentabilité par option

a) *Analyse financière* : Afin de démontrer les résultats d'une gestion améliorée des ressources hydriques du fleuve Niger par le barrage de Kandadji en termes financiers (c'est-à-dire aux prix financiers, opposés aux prix économiques), on a calculé à la fois les flux de coûts et de bénéfices applicables au cours d'une période de planning supposée de 30 ans. Il faudrait noter que le flux du bénéfice lui-même représente le bénéfice croissant attribuable au projet, exprimé comme la différence entre les bénéfices "avec" projet, et ceux qui auraient pu être obtenus dans une situation "sans" projet.

Les chiffres de l'analyse se réfèrent à un développement total qui, pour l'agriculture, y compris l'élevage, sera atteint en 2034. Dans les secteurs de l'énergie et de la pêche, il est présumé que des changements apparaîtront dès que les nouveaux systèmes seront complètement opérationnels, soit après la finition du barrage.

Le projet dans son ensemble, comprenant l'aménagement agricole et la production de l'énergie hydroélectrique, en plus de son objectif principal du soutien d'étiage, a été considéré comme cas de base (Option D). Les mêmes critères de décision ont été appliqués pour calculer séparément les Options individuelles B, C1 et C2.

Les résultats de l'analyse financière pour toutes les options considérées ont été présentés dans le document 3.29 ci-après. D'après ces résultats, le projet ne serait difficile à justifier en termes financiers, que si des normes générales étaient appliquées, c'est à dire une appréciation aux conditions du marché (coûts d'opportunité du capital de 12%). Toutefois, une grande partie des avantages à attendre se situent dans les domaines écologique, social et socio-économique et ne peuvent être complètement quantifiés d'un point de vue monétaire. En prenant en compte ces éléments, une évaluation, même à de plus faibles coûts d'opportunité

du capital investi, serait justifiable. De ce point de vue, un taux de rentabilité interne de 7,7% (voir document à préciser) semble encore acceptable.

Option D: Projet entier

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	7,7			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		-102	-67	-11
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		0,74	0,84	0,98
Rapport avantages nets / investissements	Rapport N/K		0,92	1,08	1,31

Option B: Barrage + Aménagements Hydro-agricoles

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	3,5			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		-106	-101	-89
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		0,57	0,63	0,70
Rapport avantages nets / investissements	Rapport N/K		0,44	0,56	0,72

Option C 1: Barrage + Centrale Hydroélectrique

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	6,6			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		-102	-77	-38
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		0,69	0,78	0,90
Rapport avantages nets / investissements	Rapport N/K		0,87	0,99	1,15

Option C 2: Centrale Hydroélectrique seule

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	22,3			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		72	106	154
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		1,48	1,65	1,88

Document 3.55 - Résultats de l'analyse financière

L'évaluation financière isolée de la centrale hydroélectrique donne des résultats prometteurs, ce qui devient encore plus évident si l'on se base sur des prix économiques (voir document 3.55).

b) *Analyse économique* : L'analyse économique ne diffère pas fondamentalement du travail d'approche comme expliqué pour l'analyse financière. Elle est basée sur la comparaison des flux des coûts et des bénéfices résultant des activités et des impacts, aussi bien favorables que

défavorables, auxquels il faudra s'attendre pendant la période de vie du projet. Toutefois, la différence réside dans le fait que les valeurs financières sont converties en valeurs économiques en appliquant des facteurs de conversion, applicables d'une part aux bénéfices (prix), et d'autre part aux coûts d'investissement récurrents et aux facteurs de production (coûts variables) dans le but de refléter les coûts économiques d'opportunité des ressources et des denrées. Les facteurs de conversion éliminent autant que possible toute distorsion économique (c'est-à-dire subsides, taxes, etc.) pouvant exister dans la situation prédominante. Les prix économiques refléteront donc la valeur réelle des coûts et bénéfices pouvant résulter du projet proposé pour la communauté.

La méthode appliquée est celle généralement utilisée par la Banque Mondiale, dont la base repose sur l'application de prix de référence. Toute prime que le revenu public pourrait avoir sur le revenu privé sera ignorée.

La méthodologie suivie dans le calcul des facteurs de conversion dépend de la catégorie de chaque denrée, soit en tant que marchandise commercialisable ou non commercialisable. En général, trois catégories sont utilisées, soit:

- Les facteurs de conversion pour des marchandises commercialisables, utilisant des prix de référence basés sur la parité, soit de l'importation ou de l'exportation,
- Le facteur de conversion standard (fcs) pour des marchandises non commercialisables,
- Le facteur de conversion pour la main-d'œuvre non qualifiée.

Option D: Projet entier

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	14,4			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		43	97	179
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		1,15	1,31	1,52
Rapport avantages nets / investissements	Rapport N/K		1,80	2,15	2,62

Option B: Barrage + Aménagements Hydro-agricoles

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	8,0			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		- 36	- 22	0
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		0,81	0,89	1,00
Rapport avantages nets / investissements	Rapport N/K		0,97	1,23	1,59

Option C 1: Barrage + Centrale Hydroélectrique

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	13,5			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		22	61	117
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		1,09	1,25	1,45
Rapport avantages nets / investissements	Rapport N/K		1,62	1,88	2,22

Option C 2: Centrale Hydroélectrique seule

Critères	Unité	TIR	Taux d'actualisation		
			12%	10%	8%
Taux de rentabilité interne (TRI)	%	43,9			
Valeur actualisée nette (VAN)	Millions €		141	186	248
Rapport bénéfices / coûts (B/C)	Rapport B/C		2,3	2,6	3,0

Document 3.56 - Résultats de l'analyse économique

4°) - Analyse de sensibilité

Hypothèse	TIR f %	Valeur actualisée nette (millions €)			Rapport bénéfices / coûts			Rapport N/K		
		Taux d'actualisation			Taux d'actualisation			Taux d'actualisation		
		12%	10%	8%	12%	10%	8%	12%	10%	8%
Projet total										
A Coûts +10%	6,5	-142	-110	-58	0,68	0,77	0,89	0,78	0,91	1,10
B Bénéfice +10%	9,0	-73	-31	35	0,82	0,93	1,07	1,09	1,28	1,54
C Coûts -10%	9,1	-62	-24	36	0,83	0,94	1,09	1,11	1,31	1,57
D Bénéfice -10%	6,4	-132	-104	-57	0,67	0,76	0,88	0,76	0,90	1,09
E A + D	5,4	-172	-147	-104	0,61	0,69	0,80	0,64	0,76	0,92
F B + C	10,5	-33	12	82	0,91	1,03	1,19	1,32	1,55	1,86
G Prix électr. +50%	11,0	-26	29	114	0,93	1,07	1,24	1,40	1,64	1,95
Centrale hydroélectrique										
A Coûts +10%	5,5	-135	-112	-75	0,63	0,71	0,82	0,76	0,86	1,00
B Bénéfice +10%	7,8	-79	-50	-5	0,76	0,86	0,99	1,01	1,15	1,33
C Coûts -10%	8,0	-69	-4	-1	0,77	0,87	1,00	1,00	1,17	1,35
D Bénéfice -10%	5,4	-125	-104	-72	0,62	0,70	0,81	0,75	0,85	0,99
E A + D	4,4	-158	-139	-109	0,56	0,64	0,73	0,65	0,74	0,86
F B + C	9,3	-46	-15	32	0,84	0,95	1,10	1,19	1,35	1,57
G Prix électr. +50%	10,8	-26	20	87	0,92	1,06	1,23	1,39	1,59	1,85
Aménagements hydro-agricoles										
A Coûts +10%	2,6	-131	-128	-119	0,52	0,57	0,64	0,36	0,46	0,60
B Bénéfice +10%	4,5	-92	-84	-68	0,63	0,69	0,77	0,53	0,67	0,87
C Coûts -10%	4,6	-81	-74	-81	0,64	0,70	0,78	0,55	0,69	0,89
D Bénéfice -10%	2,5	-120	-118	-110	0,52	0,56	0,63	0,35	0,45	0,58
E A + D	1,6	-145	-145	-140	0,47	0,51	0,57	0,49	0,58	0,69
F B + C	5,8	-200	-259	-321	0,28	0,24	0,20	0,66	0,84	1,08

Document 3.57 - Analyse de sensibilité, valeurs financières

Quelques résultats de l'analyse indiquent qu'un financement du barrage à buts multiples de Kandadji pourrait difficilement être justifié d'un point de vue strictement financier. En effet, le taux interne de rentabilité pour le projet entier (qui donne le taux d'intérêt maximum qu'un projet pourrait rapporter si toutes les ressources étaient retenues) n'atteint que 7,7 % en valeurs financières. Par contre, si on fait une évaluation en prix économiques, tous les critères de décision démontrent que les activités initiées par le projet seront largement justifiées (projet entier: TIR = 14,4 %, VAN = 43 millions €, Rapport Bénéfices/Coûts = 1,15).

Avec un coût d'opportunité du capital de 12% comme cas standard, qui correspond au taux d'actualisation normalement exigé par les organisations financières internationales, la valeur actualisée nette (VAN), en termes financiers, reste négative, indiquant une perte en termes monétaires. Le rapport bénéfices/coûts, approprié pour classier différentes variantes de projet, encouragera la réalisation du projet en dessous des valeurs financières, si un coût d'opportunité du capital de 8 % est accepté.

La même conclusion est applicable au rapport N/K, l'information la plus valable pour classier des projets indépendants. Si on se base sur ce rapport, qui indique la capacité de recouvrement des ressources financières engagées dans l'opération, une valeur de 1,30 signale une condition satisfaisante dans le contexte d'un développement à long terme. Ce jugement est encore plus favorable en évaluant le projet en termes économiques, surtout eu égard au projet entier. En effet, tous les paramètres permettant l'évaluation finale d'un projet indiquent que la réalisation du projet dans son ensemble est justifiée économiquement.

En plus de l'évaluation financière et économique présentée, une analyse de sensibilité a été effectuée et est présentée dans les Documents 3.36 (valeurs économiques)

Hypothèse	TIR e %	Valeur actualisée nette (millions €)			Rapport bénéfices / coûts			Rapport N/K		
		Taux d'actualisation			Taux d'actualisation			Taux d'actualisation		
		12%	10%	8%	12%	10%	8%	12%	10%	8%
Projet total										
A Coûts +10%	12,7	14	66	145	1,04	1,19	1,38	1,70	1,99	2,39
B Bénéfice +10%	16,3	76	139	232	1,26	1,44	1,67	2,42	2,84	3,41
C Coûts -10%	16,5	72	129	214	1,27	1,45	1,69	2,47	2,90	3,47
D Bénéfice -10%	12,5	09	56	127	1,03	1,18	1,37	1,67	1,96	2,35
E A + D	11,0	-20	25	92	0,94	1,07	1,24	1,41	1,65	1,98
F B + C	18,6	105	170	266	1,40	1,60	1,86	2,99	3,51	4,21
G Prix élect. +50%	19,6	134	213	329	1,46	1,67	1,95	3,06	3,58	4,27
Centrale hydroélectrique										
A Coûts +10%	11,9	-1	36	91	0,99	1,13	1,32	1,39	1,62	1,91
B Bénéfice +10%	15,3	47	91	155	1,20	1,37	1,60	1,90	2,20	2,60
C Coûts -10%	15,5	45	85	143	1,22	1,39	1,61	1,93	2,24	2,64
D Bénéfice 10%	10,3	-4	30	80	0,98	1,12	1,31	1,37	1,59	1,88
E A + D	9,7	-27	6	54	0,89	1,02	1,19	1,18	1,37	1,63
F B + C	17,6	70	116	181	1,34	1,53	1,77	2,27	2,63	3,10
G Prix élect. +50%	19,3	113	177	267	1,49	1,72	2,02	2,54	2,93	3,45

Aménagements hydro-agricoles										
A Coûts +10%	6,7	-54	-42	-22	0,73	0,81	0,91	0,81	1,02	1,31
B Bénéfice +10%	9,6	-21	-4	23	0,89	0,98	1,10	1,17	1,50	1,96
C Coûts -10%	9,8	-17	-2	23	0,90	0,99	1,11	1,21	1,55	2,02
D Bénéfice -10%	6,5	-50	-40	-22	0,73	0,80	0,90	0,78	0,99	1,27
E A + D	5,3	-69	-60	-44	0,66	0,73	0,82	0,58	0,75	0,98
F B + C	11,7	-2	16	45	0,99	1,09	1,22	1,68	2,12	2,75

Document 3.58 - Analyse de sensibilité, valeurs économiques

Les deux tableaux offrent un potentiel très vaste en ce qui concerne une évaluation approfondie du projet. Grâce à leur structure globale regroupant les quatre critères de décision, à savoir le taux interne de rentabilité (TIR), la valeur actualisée nette (VAN), le rapport bénéfices / coûts (B/C) ainsi que le rapport avantages nets / investissements (N/K), aussi bien pour le projet entier que pour les composantes individuelles, ils permettent d'analyser rapidement la variabilité des résultats en termes financiers et économiques pour un changement des paramètres de base.

En général, les bailleurs de fonds internationaux ne financent un projet qu'à condition que le taux interne de rentabilité soit égal aux coûts d'opportunité de capital (correspondant au taux d'actualisation). Le tableau ci-dessus permet par contre d'évaluer le projet ayant un taux d'actualisation réduit. Cela peut être justifié dans le cas de projets ayant un objectif essentiellement socio-économique. Supposant, par exemple, un taux d'actualisation de 8%, le projet de Kandadji sera éligible pour un financement extérieur, même en termes financiers, à condition que des hypothèses de sensibilité B (bénéfice + 10%), C (coûts -10%), ou F (bénéfice +10%, coûts -10%) pour le projet total soient remplies.

Un exercice similaire peut être effectué pour de nombreuses suppositions, aussi bien pour des éléments isolés du projet que pour le projet dans sa globalité, pour des composantes primordiales comme la centrale hydroélectrique et les aménagements hydro-agricoles. Ainsi, à l'aide de ces tableaux synoptiques, toute information recherchée se rapportant aux impacts économiques et financiers peut être obtenue, répondant ainsi à une vaste gamme de conditions variables pouvant influencer le projet.

En résumé, on peut conclure que l'analyse de sensibilité conforme aux standards généraux de méthodologie n'aboutira pas à un jugement différant substantiellement des conclusions obtenues plus haut. En effet, des variations de rendements (spéculations agricoles), des modifications du calendrier des travaux ou des raccourcissements de périodes de développement pour les bénéfices n'auront pas d'impact significatif, si des marges justifiables sont testées.

Toutefois, vu le grand nombre d'impacts positifs attendus une fois que le barrage sera opérationnel, particulièrement dans le domaine de l'environnement et le domaine socio-économique, dont la plupart sont difficilement quantifiables avec sûreté en termes monétaires, la réalisation du projet est justifiée même sous conditions financières. De plus, eu égard à l'importance vitale que le projet représente indubitablement en vue d'un développement évolutif de la République du Niger, en particulier dans les secteurs non économiques (environnement, socio-économie), l'application d'un coût d'opportunité du capital plus bas semble acceptable. Toutefois, ceci doit être approuvé par les autorités du Niger et les financiers potentiels.

VI - IMPACT DU PROGRAMME KANDADJI SUR LE DEBIT DU FLEUVE NIGER AU NIGERIA

Dans l'ensemble, l'exploitation du barrage de Kandadji **modifierait** peu le régime naturel du fleuve à l'aval de la frontière nigériane. Sur un apport annuel moyen en eau de l'ordre de 22 milliards de m³ en période de sécheresse, la retenue en accumulera environ 1,6 milliards de m³ à partir des mois d'août ou septembre pour restituer ce volume entre avril et juillet.

En termes de débit annuel moyen, la gestion de la retenue de Kandadji ne modifierait le régime naturel que de l'ordre de 4,4% (Lahmeyer International et Dar al Handsar, 2000). Pour la période de sécheresse 1975-1998, le débit annuel moyen en condition naturelle était de 680 m³/s, alors qu'en condition régularisée, il est évalué à 650 m³/s. Enfin, cet impact pourrait être aussi compensé par les débits de ruissellement aval provenant des affluents en rive droite.

Tronçon	Besoins à satisfaire	Besoins moyens (m ³ /s) (horizons 2025)
Kandadji - Niamey	Irrigation/eau potable et industrielle	17,3
Kandadji – Niamey	Perte par infiltration/évaporation	17,5
Kandadji- Frontière nigériane	Débit minimum sanitaire	80
	sécurité et renforcement	5
Total		119,8

Document 3.59 - Durant la saison sèche, la retenue de Kandadji permettra de satisfaire les besoins suivants (Source : Donnée Tecsub International, consultants)

Le débit minimal à maintenir à la frontière du **Nigeria** est de 80 m³/s. Toutefois, les débits minima qui peuvent répondre convenablement aux contraintes de bonne alimentation des prises d'eau potable, de dilution des affluents et **du** maintien de la vie piscicole sont les suivants ...

Zone nord Kandadji	7m ³ /s
Zone centre-Niamey	9 m ³ /s
Zone sud Malanville-Alibori	21 m ³ /s
Zone Nigéria-Malanville-Sota	29 m ³ /s

Document 3.60 - Débit minima pour satisfaire l'écosystème Source : rapport EIES

... Ces débits minima étant inférieurs au débit de 80 m³/s réservé à la frontière nigériane, il ressort qu'en présence du barrage de Kandadji, le régime de l'étiage sera amélioré à la frontière du Nigéria. Les principales incidences prévisibles dues aux effets de régularisation de la retenue de Kandadji pour la partie aval peuvent être résumé comme suit :

- Atténuation de la pointe de crue : l'effet de laminage provoquant l'exondation des parties hautes des plaines inondables ;
- Exondation des hautes terres de la plaine alluviale due à l'écêtement des crues ;

- Augmentation des « conditions d'hydromorphie » des basses terres liées au maintien du débit d'étiage entraînant une modification des strates herbacées se manifestant par un gain de la végétation.
- Submersions permanentes des basses terres et rehaussement du niveau de base des nappes alluviales
- Régénération de la végétation
- Modification possible, à long terme, de la dynamique sédimentaire et de l'équilibre du profil du cours d'eau.

Quel serait alors, le niveau optimal de la retenue ? Compte tenu de tout ce qui précède, il a été décidé, après discussions entre le Haut-Commissariat au barrage de Kandadji et le consultant (Tecsult), de fixer la cote de retenue du barrage à 228 m pour les raisons suivantes :

- La totalité de la surface de la retenue ne doit pas s'étendre au-delà du territoire de la République du Niger afin d'éviter l'inondation des terres situés dans les pays voisins. Par conséquent une cote de retenue supérieure à 228 m est exclue
- Un débit minimum d'environ 120 m³/s pour le fleuve Niger été considéré comme nécessaire pour atteindre les objectifs principaux du projet : réduire la dégradation de l'environnement due aux déficits d'étiage et assurer l'alimentation ininterrompue en eau de l'irrigation et de la distribution d'eau potable et industrielle. Ce débit permettra également de satisfaire tous les besoins issus de la projection de la demande à l'horizon 2025.
- Seule une retenue d'un volume utile d'environ 1,4*10⁹ m³ est en mesure de fournir cette quantité d'eau avec une fiabilité satisfaisante avoisinant 98 %, avec des niveaux minima jamais inférieurs à 225 m à 226 m.

Un débit minimum de 120 m³/s intègre encore quelques réserves qui, en cas de sécheresse accrue dans l'avenir (extension accentuée des périodes d'étiage, déclin des débits), pourraient être utilisées pour continuer à soutenir le régime hydrologique naturel du fleuve.

Le nombre d'habitant à déplacer s'accroît presque linéairement avec l'élévation du niveau maximal de la retenue. Sur les courbes de variation du niveau de l'eau, nous n'avons noté aucun point d'inflexion qui imposerait des contraintes dans le choix du niveau maximal.

Pour compenser la sédimentation dans la retenue à laquelle il faut s'attendre, il ne semble pas judicieux d'opter pour une capacité trop faible de la retenue.

LES IMPACTS CUMULATIFS

Les impacts cumulatifs sont les changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée de différentes actions humaines passées, présentes et futures. En plus de Kandadji, nous avons les projets de barrage de Taoussa au Mali et le projet de barrage de Jebba au Nigeria qui sont en phase d'étude sur le fleuve Niger.

Telle que recommandée par la Commission Mondiale sur les barrages, l'analyse porte sur les composantes sociales et environnementales considérées à l'échelle du bassin du fleuve Niger. Le choix des *Composantes Valorisées de l'Écosystème* (C.V.E.) et des *Composantes Socialement Valorisées* (C.S.V.) sur lesquelles portent l'évaluation a été effectué à partir des priorités de développement du bassin du Niger découlant de la vision partagée de l'A.B.N. et

à partir des préoccupations des populations locales. Les enjeux identifiés à la fois par l'A.B.N. et les populations locales ont été sélectionnés pour les fins de l'évaluation. Cette analyse a permis d'identifier les principales C.V.E. et C.S.V., soit les ressources en eaux de surface, les milieux humides, la navigation, l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'électricité.

1) Les eaux de surface

En étiage, l'impact cumulatif des futurs projets de barrage sera positif en raison de la régularisation des débits qui contribuera à contrecarrer les impacts négatifs de la sécheresse qui prévaut depuis 1970, en plus de favoriser la recharge des nappes phréatiques et la régénération des écosystèmes en aval des ouvrages. Les bénéfices reliés au soutien d'étiage de 120 m³/s au Niger seront également applicables en mode de gestion des barrages de Kainji et de Jebba au Nigeria.

En période de crues, les pointes seront légèrement atténuées en présence du barrage de Taoussa. Une étude exhaustive sur les incidences hydrauliques et hydrologiques à l'aval de Taoussa au-delà de la frontière malienne est actuellement en cours. Cette étude permettra d'optimiser le système de gestion du réservoir de Taoussa. Avec la présence du barrage de Kandadji, la réduction du débit du fleuve sur le Nigéria sera faible.

2) Les milieux humides

La mise en eau des retenues des futurs barrages de Kandadji et de Taoussa entraînera la perte des milieux humides. Il a été estimé que 1400ha et 1300ha seront sujet à submersion par les réservoirs de Kandadji et de Taoussa respectivement. En aval de chacun des ouvrages, les effets escomptés sont un soutien aux nappes phréatiques par infiltration et la régénération des formations végétales. En considérant la longueur du couloir fluviale à partir du couloir de Taoussa jusqu'à la frontière Nigéro-Nigériane, plus de 800 km de rives pourraient bénéficier de la régularisation des débits suite à l'aménagement des ouvrages.

De même, si une bande riveraine de 1 km de part et d'autre du fleuve est considérée, plus de 160 000 ha pourraient bénéficier de la présence des deux barrages. Notons, par contre, que toute cette surface n'est pas propice au développement de conditions écologiques favorables pour la faune et la flore. L'effet cumulatif des deux ouvrages serait donc positif. Par contre, pour compenser la perte des milieux au niveau du réservoir formé par le barrage de Kandadji, il est suggéré de procéder à des aménagements polyvalents sur les îles émergentes du réservoir.

3) La navigation

La construction des barrages de Kandadji et de Taoussa va rompre la continuité de la navigation sur le fleuve.

Du point de vue des conditions techniques de navigation, en année décennale sèche, le barrage de Taoussa pourrait rendre la navigation permanente entre Taoussa et Tombouctou. En aval de Taoussa, l'ouvrage projeté n'aura pas d'effet majeur sur les conditions de navigation pour les bateaux de la compagnie malienne de navigation (C.M.N.) mais le renforcement des débits d'étiage facilitera la navigation des pirogues.

En ce qui concerne le barrage de Kandadji, la circulation des pirogues sera améliorée en amont et en aval et le monte-charge à pirogues atténuera l'impact du barrage sur la navigation longitudinale.

Même si les deux barrages vont entraver la circulation longitudinale des embarcations, l'impact cumulatif des deux ouvrages est positif en raison du maintien du débit d'étiage en aval des deux ouvrages qui permettra d'assurer les liens locaux entre les villages. Les déplacements des pêcheurs seront également facilités. La circulation des plus grosses embarcations de la C.M.N. ne sera toutefois pas améliorée de manière significative en aval de Taoussa. La présence du barrage de Kandadji renforcera le débit d'étiage à la frontière du Nigéria et favorisera la navigation à l'amont de Kainji.

4) Les activités agricoles et la pêche.

a) *Pour ce qui relève de la production végétale*, l'aménagement des barrages de Taoussa et de Kandadji créera un potentiel d'irrigation de plus de 114 000 ha qu'on prévoit de mettre en valeur sur trente ans. Cependant, au site même de chaque barrage, il y aura pertes de terres agricoles en raison de la submersion par le réservoir.

Au site de Taoussa, la perte est estimée à 3000 ha et à Kandadji, la perte est estimée à environ 11 000 ha. L'impact cumulatif net des deux barrages apparaît positif à l'échelle du bassin si les aménagements hydro-agricoles sont effectivement réalisés.

b) *Pour ce qui relève de l'élevage* : la réalisation des projets de barrages pourra augmenter les ressources fourragères si elles sont adéquatement aménagées. En raison de la perte de bourgoutières, ces projets ont des effets locaux négatifs. Comme mesure d'atténuation, il sera nécessaire d'aménager des périmètres fourragers constitués de bourgou à partir de boutures ou de semis.

Un système de gestion et de suivi devra être mis en place pour suivre l'évolution de la végétation riveraine au niveau des réservoirs et en aval des ouvrages. Dans le cas de Taoussa on prévoit, il y aurait un potentiel d'aménagement de l'ordre de 28000 à 34000ha et à Kandadji, on pense pouvoir passer d'une capacité de charge de l'ordre de 26 576 U.T.B. à 94 545 U.T.B. (U.T.B.= Unité de tête de bétail) à l'horizon 2034. En raison du renforcement du débit d'étiage à l'aval de Kandadji, il est possible que la régénération de la végétation induite au Nigéria favorise les activités d'élevage.

c) *Pour ce qui relève de la pêche*, l'impact cumulatif en amont des projets de barrage de Taoussa et de Kandadji sera positif.

Au Mali, la production du réservoir de Taoussa atteindra 5 000 tonnes de poissons par année alors qu'au Niger, la production du réservoir de Kandadji atteindra jusqu'à 3 000 tonnes de poissons par an. Une production potentielle supplémentaire de 8000 tonnes par année sera donc disponible pour les pêcheurs des deux pays. L'impact cumulatif en aval des deux ouvrages est plus complexe à déterminer.

À l'aval de la retenue de Taoussa, l'écrêtement des crues va entraîner une diminution des surfaces inondées et le barrage va créer un obstacle aux migrations longitudinales, ce qui se traduira par une baisse de production. En aval de Kandadji où les débits d'étiages sont particulièrement sévères actuellement, la diminution du stress pour les espèces moins

tolérantes favorisera la préservation de la diversité de l'ichtyofaune. Etant donné que la présence du barrage de Kandadji renforcera le débit d'étiage au Nigéria, les conditions d'habitats pour la faune aquatique en amont du réservoir de Kainji devront être favorisées.

5) La production d'hydroélectricité

L'impact cumulatif des différents projets de barrages de Taoussa et de Kandadji influencera les émissions de **Gaz à Effet de Serre** (G.E.S.). En effet, les émissions issues des réservoirs peuvent varier temporellement au fur et à mesure que la biomasse se décompose dans le réservoir.

La centrale de Kandadji, avec une productibilité annuelle de 565 GWh, reviendrait à éviter qu'un projet thermique de même capacité ne relâche annuellement dans l'atmosphère 381 375 tonnes de CO₂ équivalentes constituées principalement de dioxyde de carbone et de méthane. Si l'on étend le calcul à la durée d'exploitation des ouvrages (soit une centaine d'années), on constate que le projet du programme Kandadji émettra près de 3 fois moins de G.E.S. qu'un concurrent thermique.

Les données sur la superficie de végétation qui sera inondée par le réservoir de Taoussa n'étant pas disponible, il est difficile d'évaluer sa contribution en gaz à effet de serre. Cependant si on suppose que les émissions seront équivalentes ou moins importantes qu'un concurrent thermique, l'impact cumulatif des deux projets serait positif pour ce qui concerne les émissions de G.E.S.

De plus, l'amélioration du taux d'accès à l'électricité pour les communautés environnantes des deux barrages favorise, entre autres, la réduction de la pauvreté et constitue un moyen de lutte contre la désertification en préservant une partie de la matière ligneuse qui pourrait être utilisée comme source d'énergie. L'électrification permettra aussi le développement d'activités génératrices de revenus pour les populations concernées. L'impact cumulatif des deux projets de barrages sur cette composante serait donc positif.

6) Les impacts transfrontaliers

L'incidence du barrage de Taoussa sur le bilan de l'eau à long terme de la retenue de Kandadji est de faible intensité pour les raisons suivantes :

- Tenant compte de ce que les apports moyens mensuels disponibles en période de sécheresse à Taoussa se répartissent entre 680 m³/s et 1120 m³/s (avec la moyenne de 900 m³/s) de septembre à décembre, le remplissage progressif de la retenue pourrait être amorcé convenablement pendant cette partie de la période humide sans entraver significativement le régime du fleuve. Ce constat permet d'en déduire que l'incidence hydrologique de la gestion de la retenue de Taoussa modifie peu le régime aval du fleuve pendant cette période.
- En ce qui concerne la gestion de la retenue de Kandadji, le stockage progressif qui s'amorce à la fin de la saison sèche peut être convenablement envisagé, compte tenu du débit du seuil de remplissage fixé à 400 m³/s qui est inférieur au débit minimum mensuel disponible en amont du site de Kandadji pendant cette période ;
- Le débit de soutien de l'étiage prévu de 75 m³/s à la frontière du Mali/Niger est de l'ordre de deux fois le débit minimum moyen de 36 m³/s qui est observé sur trente jours consécutifs à Kandadji. Le débit d'étiage à Kandadji sera donc renforcé. Il ressort que le niveau des nappes

alluviales serait relevé, la régénération de la végétation et la lutte contre la désertification se trouveraient renforcées.

- Pendant une partie de la saison humide, le débit sortant de la retenue de Taoussa ne sera pas, en pratique significativement modifié par son système de gestion.

Les incidences négatives et positives prévisibles dues à la gestion de la retenue de Kandadji sur le débit du fleuve Niger au Nigéria, en particulier pour les barrages de Kainji et de Jebba peuvent être résumées comme suit :

a) *Quelles sont les incidences négatives ?* : La perte par évaporation sur la retenue de Kandadji est évaluée à environ 0,4 milliard de m³/s correspondant en moyenne annuelle à une perte de 12,7m³/s (1,8% rapporté à l'apport annuel de 22 milliards de m³/s en période de sécheresse). Par contre, le bilan sera compensé par une légère augmentation d'apport causée par des précipitations directes sur la retenue. La modification des apports du fleuve suite à la gestion de la retenue de Kandadji peut amener à considérer que la réduction du débit du fleuve sur le territoire du Nigéria sera faible compte tenu des facteurs suivants. **On pense que la réduction du débit sur le territoire du Niger ne sera que de 4,6%** et que des apports importants provenant des bassins intermédiaires au Nigéria atténueront l'impact de cette réduction. Selon les informations fournies par HYDRONIGER et la National Electric Power of Nigeria, les modules du fleuve Niger disponibles aux stations du Nigéria se situent à : 1 218 m³/s à Yidere-Bode, 1 454 m³/s à Jebba et 5 800 m³/s à Lokoja. L'atténuation de la modification du débit du fleuve Niger au niveau de ces trois stations s'avère donc respectivement de 2,8%, 2,3% et 0,6%.

La gestion de la retenue de Kandadji ne fait que faiblement régulariser les débits entrant pendant la période de remplissage entre juillet et octobre et, le reste du temps, les débits entrants sont pratiquement identiques aux débits sortants. L'effet de laminage peut entraîner l'exondation des parties hautes des plaines inondables et avoir une influence sur la végétation de la plaine. Cependant, compte tenu de l'irrégularité interannuelle du régime du fleuve Niger qui sévit ces deux dernières décennies, l'incidence pourrait être marginale ;

La modification possible à long terme de la dynamique sédimentaire et l'équilibre du profil du cours d'eau. Compte tenu d'une part, du déficit des charges sédimentaires entre l'exutoire du delta intérieur et le bief amont de Kandadji et d'autre part, du transport de sédiment plus actif au Niger Inférieur, l'impact pourrait être de faible intensité. L'augmentation des conditions d'hydromorphie de basses terres liées au maintien du débit d'étiage peut provoquer la modification des strates herbacées.

b) *Mais il existera aussi des incidences positives* Il ressort qu'en présence du barrage de Kandadji, le régime de l'étiage au Nigéria sera amélioré.

Parmi ces incidences positives prévisibles on doit évoquer les conditions du régime des basses eaux qui se trouveront améliorées et les bénéfices du soutien d'étiage de 120 m³/s au Niger seront également applicables au mode de gestion des barrages de Kainji et de Jebba au Nigéria. Le maintien des débits minimaux répondra convenablement aux contraintes de bonne alimentation des prises d'eau potable, de maintien de la vie piscicole et de dilution des

affluents de la frontière nigéro-nigériane ; Le soutien d'étiage provoquera des submersions permanentes des basses terres. Le niveau des nappes alluviales sera relevé de manière sensible ; la régénération de la végétation, la lutte contre la désertification et la restauration des habitats aquatiques se trouveront renforcées.

En résumé, la modification partielle des apports du fleuve Niger en présence de la retenue de Kandadji sur le territoire du Nigéria sera de faible intensité.

VII : BILAN SYNTHESE SUR LES IMPACTS :

En phase de construction, plusieurs impacts majeurs sur le milieu biophysique sont pressentis. La mise en eau du réservoir entraînera entre autres la perte de végétation et d'habitat pour la faune ainsi que la perte d'une zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) qui couvre une superficie de 10 000 ha. En phase d'exploitation, la transformation du régime hydrologique d'un type lotique en lentique en amont du barrage constitue le principal impact majeur sur le milieu biophysique.

Pour atténuer l'impact de la perte de la végétation dans le réservoir, il est suggéré d'effectuer la récupération intégrale de la matière ligneuse dans le réservoir avant sa mise en eau. On pourra également prévoir le repérage d'arbres, la récolte de graine et leur entreposage pour une utilisation ultérieure sur le site d'accueil. De plus, la mise en œuvre d'un programme de revégétalisation et de conservation des eaux et des sols permettra de retrouver les sources de bois énergies et bois d'œuvre, tout en favorisant les protections des sols contre l'érosion éolienne et hydrique. Pour compenser la perte de la ZICO du secteur d'Ayorou, il est recommandé d'aménager des îles pour la faune ailée. Plusieurs îles du réservoir devraient être dédiées à la faune et pourraient être utilisées en aire protégée.

On envisage aussi des impacts positifs d'importance moyenne à mineure, incluant la réduction des gaz à effet de serre en raison de la production d'énergie à partir de la centrale hydroélectrique de Kandadji au lieu d'une génération thermique. De même, on peut compter sur les retombées suivantes : l'effet bénéfique du dépôt de sédiments sur la structure des sols en amont du réservoir, la recharge constante des nappes alluviale en aval du barrage ; l'accroissement du taux de recharge des nappes souterraines dans l'environnement du réservoir, la diminution du risque de contamination des ouvrages de captage en aval, due au contrôle des crues ; l'amélioration des conditions d'habitat en aval de Tillabéri, suite à la régulation des débits d'étiages, l'augmentation des teneurs en éléments nutritifs dans le réservoir, la création des sites de nidification pour les oiseaux, la prolifération de certaines espèces d'oiseaux suite à la mise en place de l'écluse à poisson, la production piscicole accrue en amont et la conservation de la diversité des espèces ichthyennes en aval.

Au plan économique, les bénéfices escomptés incluent l'augmentation de la productivité agricole et pastorale grâce à l'approvisionnement régulier en eau ; la récupération des sols productifs dans la zone de marnage, l'augmentation des rendements des pêches dans le réservoir, un meilleur approvisionnement en intrant et un accès amélioré des produits agricoles, d'élevage et de pêche aux marchés grâce à la présence de la route sur la crête du

barrage, la possibilité d'irriguer par gravité sur la crête ; La possibilité d'irriguer par gravité en aval du barrage, le développement économique induit par les nouvelles opportunités créées par le programme, le développement des secteurs secondaires et tertiaires grâce à l'accès régulier à l'eau. Mentionnons aussi la diversification des activités économiques ; le développement économique lié à la production électrique et la réduction de la dépendance énergétique, ainsi que la création de nouvelles infrastructures et nouveaux services.

QUATRIEME PARTIE : GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

Si les promoteurs de barrages ont toujours mis en avant la production d'énergie hydroélectrique et l'augmentation de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, toutefois les impacts négatifs des barrages se sont de plus en plus signalés. Les discussions pour savoir si les projets de barrages sont en définitive bénéfiques ou préjudiciables à l'environnement et les populations humaines font l'objet de débats publics, à l'image de la construction du barrage d'Assouan sur le Nil, du Roosevelt-Dam sur le Colorado, et des aménagements sur le Sénégal.

I – QUELQUES EXEMPLES REALISES

Le choix de ces trois cours d'eau s'explique par le fait qu'ils se trouvent tous en milieu semi-aride sec semblable au cas étudié.

1°)- Aménagement sur le Nil

Jusqu'au siècle dernier, l'Egypte était tributaire des crues du Nil qui venaient déposer sur les berges du fleuve les sédiments nutritifs nécessaire à l'agriculture. Il fallait réguler les débits, qui variaient de 400 m³/s en Mai à 8.000 m³/s en septembre. Ainsi un premier digue de 2700 km a été construite, et la plaine alluviale a été morcelée en "casiers" de culture appelées des Hods sur le plateau. Il arrivait que le pays doive faire face à de très fortes inondations, ou à l'inverse qu'une ou plusieurs crues trop faibles fassent planer sur les habitants des risques de famines.

Ce phénomène naturel persista jusqu'en 1902, date à laquelle fut construit le premier barrage d'Assouan par l'ingénieur Wilcocks. Il éleva le barrage d'Assouan proprement dit: de 106 m en 1902, il fut porté à 121 m en 1930. Ce barrage-poids permettait d'évacuer 6.600 m³/s pour l'irrigation, et une écluse construite en 1960, associée à une hydrocentrale, donnait 2.500.000 Kwh. C'est peu mais c'était un début. Cependant, ce barrage démontra en diverses occasions son incapacité à retenir les eaux du fleuve. De plus, l'augmentation galopante de la population réclamait la création d'un réservoir plus important afin de faciliter la navigation régulière du Nil et surtout afin d'assurer la production électrique et la fourniture d'eau destinée à irriguer des nouvelles terres.

Dès 1952, sous la présidence de Nasser, le gouvernement égyptien lança le projet d'un nouveau barrage situé à 7 km d'Assouan. La construction mobilisa 30.000 travailleurs, 400 ingénieurs et techniciens, pour une longueur de 4 km, 111 mètres de hauteur et une largeur de 980 mètres à sa base pour 40 m à son sommet. Il retient le Lac Nasser, de 5.000 km² et de 157.000.000.000 m³, qui nécessita le déplacement de 80.000 personnes et du Temple d'Abou Simbel. Le désert y puise aussi 16.000.000.000 m³/an par évapotranspiration. Mais le barrage permet de régulariser l'irrigation de toutes les terres situées en aval (2.500.000 ha) et d'irriguer 400.000 ha supplémentaires.

Divers problèmes résultent cependant de la modification des conditions hydrologiques dues au grand barrage. La modification du niveau des nappes phréatiques menace la fondation

de certains édifices. Le remplissage constant des canaux d'irrigation développe au-près des fellahs la bilharziose dont 1 cas sur 10 est mortel.

Dans le delta, le fleuve ne repousse plus les intrusions salines venues de la mer. Les limons autrefois répandus par les crues ne fertilisent plus les terres irriguées qui s'appauvrissent et obligent à recourir à des engrais chimiques.

2°) Le Colorado :

Sur ce fleuve partagé entre les Etats -Unis et le Mexique, plusieurs aménagements ont vu le jour surtout du côté nord.

En Arizona, pour les besoins des oasis de Phoenix, on construisit le *Roosevelt-Dam* dès 1911, sur la Salt River (en amont de Phoenix) et le *Coolidge-Dam* en 1923 sur la Gila River. On y produit ainsi en plein désert du coton, du fourrage, des céréales et des légumes. A l'inverse, la production hydro-électrique est secondaire. Mais le fleuve lui-même n'est que d'un débit modeste : 618 m³/s à Yuma, car c'est le type du fleuve allogène au régime nival (maximum d'Avril à Juillet) nécessitant la construction de grands réservoirs. La décision d'entreprendre des travaux ne fut prise qu'en 1928. Il fallait stocker de grandes quantités d'eau ; on construisit donc : *Hoover Dam* à Boulder City en 1936, puis *Parker Dam* en 1938, *Davis Dam* en 1956, puis dans les années "60-70" : *Imperial Dam*, *Glenn Canono Dam* (à la confluence du San Juan), *Fleming Gorge Dam* (confluence de la Green River), *Navajo Dam* (confluence de la San Jose River), *Curranti Unit Dam* et *Garrison River Dam*. De son côté, le Mexique a construit le barrage de Morelos

Cette ressource est malheureusement mal partagée : beaucoup d'aménagements sont effectués sur le sol des Etats-Unis alors que le Mexique profite peu de la ressource. L'eau du fleuve est tellement exploitée par les agriculteurs et les grandes villes du sud-ouest des Etats Unis qu'il n'atteint plus régulièrement son embouchure au Mexique. Son partage, qui penche fortement en faveur de la Californie, donne lieu à des conflits répétés entre usagers. Des problèmes de pollution ont eu tendance à s'accroître au cours des dernières années avec l'exploitation des nouvelles ressources minières et fossiles dans le bassin versant.

3) LE FLEUVE SENEGAL :

Le fleuve Sénégal, en Afrique de l'ouest, arrose quatre pays (Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal) et draine un bassin versant de 340 000 km². Il est alimenté par trois affluents principaux, le Bafing, le Bakoye et la Falémé qui prennent tous les trois leur source dans le massif du Fouta Djallon.

Dans le souci d'aider au développement de cette région tout en respectant l'environnement, trois des pays riverains du fleuve (Mali, Mauritanie, et Sénégal) ont créé l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS). Sous l'impulsion de cette organisation deux barrages, Manantali et Diana, ont été réalisés. Le premier, construits en 1988, permet une régularisation partielle du fleuve, le second empêche la remonté des eaux salées.

Des endiguements ont été réalisés en rive droite et gauche à l'amont du barrage de Diana ; ils permettent d'assurer une gestion favorisant une irrigation gravitaire dans les terres

basses du delta. Cette gestion a permis le développement des aménagements hydroagricoles qu'ils soient publics ou privés.

Le barrage de Manantali, sur le Bafing, d'une capacité de 11,5 milliards de m³, joue un rôle régulateur. Lorsque la réserve est suffisamment constituée en fin d'hivernage, il permet d'assurer un débit minimum de 200 m³/s de février à juin, nécessaire au besoin de l'agriculture irriguée de contre-saison et peut éventuellement améliorer la crue naturelle des affluents non régularisée durant l'hivernage suivant. La crue artificielle ainsi créée est indispensable pour préserver l'environnement dans la vallée et permettre les cultures de décrue, vitales pour les agriculteurs.

A- PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (P.G.E.S)

Le Programme Kandadji de Régénération des Ecosystèmes et de Mise en valeur de la vallée du Niger (P-KRESMIN) est l'un des quatre programmes sectoriels prioritaires de la *Stratégie de Développement Rural* (S.D.R.). L'objectif général de cette stratégie est la construction d'un barrage et ses ouvrages annexes : construction d'une centrale hydroélectrique et aménagement des périmètres irrigués ;

Le volet d'accompagnement social et environnemental comporte un *Plan de Gestion complémentaire à celui de la réduction de la pauvreté* (S.R.P.) du Niger. La SRP vise à réduire l'incidence de la pauvreté rurale de 66 à 52% à l'horizon 2015, en créant les conditions d'un développement économique et social garantissant la sécurité alimentaire des populations et une gestion durable des ressources naturelles.

Le P.G.E.S. a été préparé conformément aux exigences nigériennes en matière d'évaluation d'impacts environnementaux et celles des procédures d'évaluation environnementale et sociale (P.E.E.S.) de la Banque Africaine de Développement (B.A.D.).

1) Quel est l'objectif du P.G.E.S.

Le P.G.E.S. décrit les mesures d'atténuation et de bonification requises pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les conséquences environnementales et sociales négatives, ou pour accroître les impacts positifs du programme. Il traite aussi de surveillance, de suivi, et des besoins de renforcement des capacités. Il s'échelonne sur une période de 12 ans.

Durant la phase de construction, et plus particulièrement durant la préparation, le P.G.E.S vise principalement à minimiser les impacts négatifs liés à la construction et à l'aménagement des sites d'accueil, ainsi que ceux associés à l'expropriation et au déplacement des populations.

Durant la préparation, les objectifs spécifiques du P.G.E.S sont d'une part :

Faire respecter les mesures visant à mieux protéger l'environnement pendant la construction et l'aménagement des sites d'accueil ;

- Réduire la pollution de l'air et le risque des maladies oculaires et pulmonaires pendant les travaux de construction des sites d'accueil ;

- Diminuer les risques de pollution des eaux
- Lutter contre l'érosion, la déstructuration et la pollution des sols ;
- Minimiser l'impact sur la santé des populations ;
- Réduire les risques d'accident ;
- Créer des emplois locaux (ingénieurs, techniciens, main d'œuvre pour les travaux et l'entretien du barrage) et favoriser l'accroissement des revenus locaux ;

2) Les objectifs du plan de relocalisation (P.R.) :

- Compenser auprès des populations pour la perte totale ou partielle de leurs biens, d'actifs et de revenus de façon juste et préalable à toute expropriation ou dommage causé (, immobilier, commerce, artisanat, terrain agricoles...);
- Indemniser les communautés pour les pertes de leur patrimoine, de leurs infrastructures et leurs ressources naturelles de valeurs (carrières, cimetières, mairies, dispensaire).
- Assister les populations dans leurs efforts pour améliorer leurs moyens d'existence et de niveau de vie, ou du moins pour les rétablir au niveau qu'ils étaient avant les perturbations causées par le programme.

En phase d'exploitation, les objectifs spécifiques du P.G.E.S sont :

- Faire respecter les mesures visant à mieux protéger l'environnement (atténuation de la jacinthe d'eau, mise en place des sites protégés)
- Encourager la participation des populations à la gestion des installations (périmètres irrigués, écluses, ouvrages)
- Maintenir le bon état des infrastructures avec une équipe d'ingénieurs et de techniciens pour gérer et contrôler l'ouvrage.

B – ATTÉNUATION ET BONIFICATION DES IMPACTS

Une fois les impacts connus, le programme Kandadji prévoit une série de plans d'atténuation des impacts concernant, par exemple la gestion de la construction, l'acquisition des terres et le recasement, la biodiversité, le maintien des débits environnementaux. Nous nous intéresserons de préférence à la composante hydrologique de l'impact.

La liste des différents programmes d'atténuation et de bonification des impacts est présentée ci-dessous :

- Conception
- Gestion de la construction
- Mise en eau et gestion du réservoir
- Gestion de la jacinthe d'eau
- Acquisition des terres et réinstallation des populations

Chaque programme d'atténuation et de bonification des impacts potentiels est constitué des éléments suivants : source d'impacts, composantes de l'environnement, impacts, mesure d'atténuation et de bonification, coût, responsabilité de mise en œuvre de la mesure et calendrier. Afin de simplifier la présentation des divers programmes d'atténuation et de bonification, la majorité des programmes sont présentés sous forme de tableau.

1) Programme d'atténuation et de bonification des impacts liés à la conception

Ce programme vise la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de bonification des impacts liés à la conception. Ces mesures doivent être considérées durant les études d'avant-projet détaillées. La réalisation du programme d'atténuation et de bonification des impacts liés à la conception repose principalement sur l'intégration des mesures proposées dans le cahier des charges par des bureaux d'étude (**Tecsult, Betas ingénierie, Dogari Ingénierie, Al adhar etc..**) qui procéderont aux **études** d'avant-projets détaillées et dans les documents d'appel d'offres pour la **sélection** des entrepreneurs. Ainsi, les intervenants principaux pour l'application de ce programme sont le(s) bureau(x) d'étude et les entrepreneurs

2) – Programme d'atténuation et de bonification des impacts liés à la gestion de la construction.

Ce programme couvre toute la phase de construction (préparation, préconstruction et construction). Toutefois, étant donné que certains travaux de construction s'étendront un peu plus que prévu, les mesures proposées visent l'ensemble de cette période qui déborde sur la phase d'exploitation. Les documents qui présentent les mesures d'atténuation et de bonification des impacts au plan de gestion de construction sont en annexe 1 à 9 page 266 à 275

II - LE PLAN DE REINSTALLATION

Un aménagement hydraulique majeur n'est jamais sans conséquences : des terres sont inondées et des gens doivent être déplacés

Le **Plan de Réinstallation** (P.R.) présente les mesures proposées pour minimiser les impacts négatifs associés au déplacement des populations affectées et à l'expropriation des terres et des biens requis pour assurer la réalisation du Programme Kandadji. Le P.R. inclut une stratégie de réinstallation pour faciliter la transition et s'assurer du maintien, et même de l'amélioration, des conditions de vie. Il propose également des modes de dédommagement tenant compte des types de pertes subies. Le P.R. inclut un **Plan de Développement Local (P.D.L.)** afin que les populations affectées puissent adapter leurs activités économiques aux nouvelles réalités et qu'elles soient les principales bénéficiaires des opportunités créées par le programme.

A- LES OBJECTIFS :

Le but principal du plan de réinstallation est de faire en sorte que les populations qui doivent quitter leur milieu de vie et qui viennent de perdre une partie de leurs biens suite à la réalisation du P-KRESMIN soient traitées d'une manière équitable et aient leurs parts de retombées du programme.

Pour y arriver, le plan de réinstallation vise à minimiser, dans la mesure du possible, la réinstallation involontaire et l'expropriation de terres, en étudiant des alternatives viables lors de la conception du projet. Il faudra aussi s'assurer que les personnes affectées sont consultées et ont l'opportunité de participer à toutes les étapes charnières du processus d'élaboration et de mise en œuvre des activités de réinstallation involontaire et de compensation.

La détermination du montant des indemnités en fonction des impacts subis, doit s'assurer qu'aucune personne affectée par le programme ne soit pénalisée de façon disproportionnée. On devra établir un processus d'indemnisation équitable, transparent, efficace et rassurant, et assister les personnes affectées dans leurs efforts pour améliorer leurs moyens d'existence et leur niveau de vie, ou du moins à les rétablir, en termes réels, à leurs niveau avant le déplacement ou à celui d'avant la mise en œuvre du programme, selon le cas le plus avantageux pour elles.

Types de biens privés	Quantités
Concessions bâties	199
Habitations	9 245
Boutiques, entrepôts, ateliers, bureaux	1 707
Latrines traditionnelles et modernes	858 et 293
Douchières de base et cimentées	4561 et 289
Enclos pour animaux, poulaillers et pigeoniers	1838 et 8306
Puits traditionnel, modernes et forages	18 et 3- 6
Cuisines	1934
Bassins	2
Séchoirs et fumoirs à poissons, séchoirs à peau	20et 290et 6
Greniers de mil, riz, oignon, et clôtures	3203-2644-372-3623

Document 4.1: Pertes de biens privés par type de biens.

La conception et l'exécution des activités de réinstallation involontaire et l'indemnisation, en tant que programmes de développement durable, devront fournir suffisamment de ressources d'investissement pour que les personnes affectées par le programme aient l'opportunité d'en partager les bénéfices.

Enfin, il faudra accorder une attention spéciale aux besoins des personnes les plus vulnérables parmi les populations affectées. Ces objectifs se résument ainsi:

Dédommager les populations pour la perte totale ou partielle de leurs biens, d'actifs et de revenus de façon juste et préalable à toute expropriation ou dommage causé (pertes d'activités de commerce, d'artisanat, pertes de concessions, bâtiments, et activités touristiques);

- Indemniser les communautés pour les pertes de leur patrimoine, de leurs infrastructures et de leurs ressources naturelles de valeurs (écoles, collège, dispensaires, forages, bornes fontaines).

Estimation de pertes causées ayant un impact direct sur le niveau de vie et l'emploi

Les déplacements de population causent généralement des pertes temporaires de revenu car les activités normales des travailleurs sont perturbées. Ces pertes affecteront les personnes économiquement actives qui ne sont pas à salaire fixe et qui, par conséquent, ne seront pas payées pendant le période de déplacement et de réinstallation. Le recensement a permis d'estimer le nombre de personnes économiquement actifs qui ne perçoivent pas un revenu fixe à 7 207. La majorité de ces personnes pratiquent le commerce informel ou l'artisanat

(exemple : fabrication de produit tressé). Elles devraient être dédommagées pour la perte temporaire des revenus encourue.

- L'acquisition des terres entraînera l'expropriation de nombreuses concessions, bâtiments et équipements possédés par les ménages affectés. Le document suivant montre le type et la quantité des biens privés.
- L'acquisition des terres conduira également à l'expropriation des biens capitaux collectifs (tels que les forages, écoles, case de santé, etc.), ce qui représente une perte pour les communautés affectées. Le tableau suivant présente un sommaire de la quantité des biens perdus.

Types de biens collectifs	Quantité
Ecoles, collèges, centres d'alphabétisation	29-1-8
CSI, cases de santé,	3-10
Château d'eau, bornes fontaines,	3-13
Palais chefs de canton-mairie- bureau de douanes- gendarmerie	1-1-2-3
Périmètres irrigués, banques céréalières (entrepôts et magasins), moulins	4-8-3
Bureau de poste, marché (commercial et bétails), abattoirs, bibliothèque	1-6-1-1
Mosquées, cimetières, arbres des aïeux ou à palabre, sites patrimoniaux	155-108-17-34
Gare routières, jardins communautaires, carrières d'argiles, collines et pierres sacrées	2-5-13-2

Sources : extrait de l'inventaire des biens capitaux. Exemple d'Ordre de lecture : 29 écoles, 1 collège et 8 centres d'alphabétisation

Document 4.2: Pertes de biens capitaux par types de biens

1) Patrimoine culturel et cultuel :

La composante du « patrimoine culturel et cultuel » fait référence aux éléments constituant l'héritage des populations, tels les lieux sacrés, les cimetières, les sites historiques et les lieux naturels d'importance.

Certains sites archéologiques pourraient être découverts lors de la construction du barrage et de ses ouvrages annexes. La présence de la main d'œuvre pourrait augmenter les pillages de sites archéologiques et accroître les activités de trafic illicite d'objets culturels, dont les fines perles en terre cuite de la culture de Yatakala. En effet, il est à craindre que les employés achètent les objets auprès des populations ou qu'ils procèdent à des prélèvements directs sur les sites en effectuant des fouilles archéologiques clandestines. Il y aura des pertes de patrimoines historiques, archéologiques, culturels et cultuels situé dans la zone inondable. Les enquêtes de terrain ont identifié 23 sites d'intérêt historique, archéologique, culturel et cultuel dans la zone inondable ou à proximité.



a) Stèle du cimetière touareg à Koutougou



b) Poterie à Beibatane



c) Meule à grain Beibatane

Document 4.3 : Quelques images du patrimoine culturel du site de Kandadji

Lors des consultations réalisées, les villageois et leurs représentants ont exprimé le souhait que certains rites puissent être complétés pour rendre hommage aux morts avant que les cimetières soient inondés. Il est à noter que le déplacement des tombes et cimetières n'a été sollicité par aucune des communautés affectées.

2°) Les pratiques nigériennes en matière d'expropriation et d'indemnisation

L'expropriation pour la construction d'édifices publics et pour les réserves foncières conduit rarement à une indemnisation. Les indemnisations sont plus fréquentes lors de lotissements, d'aménagements urbains (eau potable, électricité, etc.) ou d'aménagements hydro-agricoles. Toutefois, chaque cas est différent car il n'y a pas de règles officielles bien définies.

Dans le cas d'un lotissement, le dédommagement est généralement accordé au prorata de la superficie expropriée. Ainsi, jusqu'à 25 % de la superficie totale expropriée est offert sous la forme de parcelles loties. Si des déplacements sont requis, on offre habituellement une superficie de terre supérieure ou égale à l'ancienne au nouveau lieu de « recasement ». Pour les bâtiments les experts déterminent la nature de la concession (banco, semi-dure, dure) et une évaluation est faite, à partir de laquelle le dédommagement est établi.

Lorsqu'il s'agit d'un aménagement hydro-agricole, il n'y a pas de dédommagement prévu pour la perte de terres. Les propriétaires fonciers ont priorité dans l'attribution des parcelles aménagées. Les périmètres irrigués réalisés par l'Etat sont données en gestion aux propriétaires affectés qui peuvent bénéficier de l'*usufruit*, sans rémunération des réalisations et infrastructures. Les aménagements sont classés comme patrimoine public. Pour plusieurs propriétaires, la priorité d'établissement n'est pas une indemnité suffisante car elle ne compense pas la perte de leurs droits de propriété sur la terre. De plus, les contrats d'exploitation permettent rarement la vente ou le don par héritage des parcelles attribuées.

En résumé, les compensations accordées lors d'une expropriation pour cause d'utilité publique, lorsque les indemnités sont payées, ont tendance à être en nature et à se limiter aux propriétés immobilières perdues.

3°) L'organisation du Plan de Réinstallation:

Il est important de préciser que les déplacements involontaires de populations liés à la construction du barrage et à la mise en eau se réaliseront en deux vagues.

a) *La première vague de déplacement* : elle consistera à déménager les personnes situées près du site du barrage avant le début de travaux afin de permettre la construction du barrage. Les populations des villages et hameaux situés à moins de 2 km en amont du site du barrage et celles localisées à moins de 1 km en aval sont ciblées par cette première vague de déplacement. Il est peu probable que d'autres hameaux que ceux localisés dans cette zone soient affectés car les zones d'emprunt, les carrières et la cité ouvrière devraient toutes se retrouver à l'intérieur de cette même zone.

Les villages et hameaux actuellement ciblés lors de la première vague de déplacement comprennent, d'une part, le village administratif de Kandadji qui comporte 164 ménages et ses hameaux *Bimbilmé* (40 ménages), Tondo Karia (24 ménages), Sokon bon (46 ménages), Gatta Koira (15 ménages), Malou (11 ménages), Kourba Kaïna (10 ménages), Gourya Foumba (33 ménages), Bouwo mé (2 ménages) et Djabou Djira (4 ménages).

D'autre part, 46 ménages du hameau de Kongo Tchiré (3 sites), qui fait partie du village de Sanguilé, seront touchés par la première vague de déplacement ainsi que 56 ménages de la tribu *Alsiamé* répartis sur six sites différents situés à proximité du futur barrage. Ainsi au total 508 ménages seront affectés par la première vague de déplacement.

Village administratif ou tribut	Nombre de ménages	Proportion
Bongourou	76	1,6%
Tonditchiam	62	1,3%
Abouja	102	2,1%
Gaoudel	43	0,9%
Ayorou	1516	31,7%
Garey	222	4,6%
Loga Beibatan	73	1,5%
Koutougou	253	5,3%
Firgoun	466	9,7%
Doulsou	204	4,3%
Ayorou goungou	241	5,0%
Ayorou Goungou Koré	346	7,2%
Daya sédentaire	41	0,9%
Sanguilé	165	3,4%
Seno	354	7,4%
Kandadji	313	6,5%
Farey	80	1,7%
Kalambana	25	0,5%
Libzanga	6	0,1%
Misgaderan II	49	1,0%
Malgazen I	63	1,3%
Malgazen II	69	1,4%
Daya peuhl	20	0,4%
Total	4 789	100,0%

Source : Résultat du recensement, Tecsalt International, 2006 (NB : Centrer le document

Document 4.4 Nombre de ménage affecté par village et par tribu.

b) *La deuxième vague* : elle se réalisera au cours de la construction du barrage de façon à ce que toutes les personnes affectées soient réinstallées avant la mise en eau du réservoir. La deuxième vague touchera 16 villages administratifs et plus d'une centaine de hameaux. Le groupement *Daya peulh* et certains campements appartenant au groupement *Tingueregedech* seront également touchés. Les résultats du recensement indiquent que 4 789 ménages seront affectés par la deuxième vague de déplacement. Le document 4.4 fait état du nombre de ménages affectés par village et par tribu en deux vagues.

4°) Études économiques et consultations

La préparation du plan de réinstallation repose sur la réalisation de deux enquêtes socio-économiques, l'inventaire des biens capitaux et le recensement des populations affectées, et de consultations auprès des autorités et des populations concernées.

Réalisé en mai et juin 2005, l'inventaire des biens capitaux a permis de visiter 300 sites différents, alors que 124 d'entre eux possédaient des infrastructures collectives. Ce sont les sites principaux des villages administratifs qui possèdent le plus grand nombre d'infrastructures collectives. Dans les hameaux, les infrastructures se limitent en général à une mosquée ainsi qu'à un ou deux cimetières. Les hameaux de *Yassane Police* et *Yassane Gorou* font exception puisqu'ils possèdent respectivement un poste militaire frontalier et un bureau de douane.

En octobre et novembre 2005, le recensement des populations affectées a ciblé 255 sites et a permis de recenser 5 754 ménages qui représentent plus de 38 000 personnes. De ces 255 sites, 241 devront être déplacés car ils se situent en deçà de la cote de 230 qui a été établie comme cote minimale de sécurité.

Il est difficile d'établir avec certitude l'emplacement des 9 hameaux près de la frontière nigéro-malienne, car celle-ci n'a jamais été délimitée de façon précise à proximité du fleuve (aucune borne en rive droite ou gauche). Il est recommandé que le gouvernement nigérien éclaire cette situation avec les autorités maliennes dans les plus brefs délais. Toutefois, quelle que soit la décision finale, les populations de ces hameaux ont été prises en compte dans l'élaboration du P.R. car elles font parties des personnes affectées par le programme (PAP).

Au total, on estime que 5 290 ménages devront être déplacés, ce qui représente 34 710 personnes.

a) *Quant aux consultations* : elles ont permis dans un premier temps de décrire les propositions présentées par le P.R. de façon à répondre aux principales préoccupations des PAP.

Les premières préoccupations émises par les autorités locales et les populations en relation avec le Plan de réinstallation étaient de cinq ordres :

- Pertes : terres de production, habitations, biens patrimoniaux (cimetières), pâturages ;
- Réinstallation : localisation des sites, réinsertion sociale, accueil, perte du droit d'ancienneté, éloignement de l'eau ;
- Appartenance : perte d'appartenance au canton, disparition de villages suite à la dispersion des populations, perte de statut de chef de village ;
- Compensation : méthode d'évaluation, adéquation des dédommagements, processus de dotation des terres, maintien du niveau de vie, contentieux au sujet des terres ;
- Enjeux spécifiques : futur des insulaires sur la terre ferme, futur des sans terres.

b) *Les consultations suivantes* : elles portaient sur la version provisoire du P.R. et du P.D.L. Les principes directeurs et les propositions contenues dans ces documents ont été présentés aux autorités locales et départementales ainsi qu'aux groupes sociaux professionnels. En général, les propositions ont été bien accueillies et jugées satisfaisantes par les intervenants consultés. Cependant, il y a certains aspects qui préoccupent les populations malgré les mesures de compensation ou d'ajustement proposées :

-Les difficultés auxquelles seront confrontés les ressortissants des cantons d'Ayorou et de Dessa qui désirent se réinstaller dans leurs cantons d'origine, l'absence de garantie que l'électricité produite par le barrage sera accessible aux populations affectées. L'utilisation de matériaux précaires pour la construction des sites d'accueil plutôt que d'offrir des bâtiments en matériaux définitif aux ménages déplacés. La cohabitation des populations avec les hippopotames qui vivront à proximité des sites d'accueil suite à la création de l'aire protégée proposée. La perte importante des terres, surtout des terres les plus productives, la gestion commune des compensations par les époux et les épouses ;

-Le recours à des banques pour administrer les compensations monétaires remises aux personnes affectées. La perte des pâturages sur les îles pour les animaux qui n'ont pas l'habitude de se nourrir sur les terres dunaires. Les modifications importantes liées aux activités économiques actuellement pratiquées qui seront nécessaires pour s'ajuster aux nouvelles conditions de production et pour pallier la perte de terres de production et les difficultés de traversée du fleuve et de la rivière Gorouol.

Finalement, un atelier de validation portant spécifiquement sur la version préliminaire du Plan de réinstallation et du Plan de Développement Local a été organisé par le HCAVN les 20 et 21 juillet 2006 à Tillabéri. Cet atelier réunissait toutes les parties prenantes, entre autres les ministères concernés, les ONG actives dans la zone, les autorités administratives et coutumières ainsi que les principaux bailleurs de fonds.

5°) *Le recensement des populations*

Ce recensement a été réalisé par le groupement Géoconseil-Betas sous la supervision de Tecslut International du 10 octobre au 22 novembre 2005. Après une formation de sept jours, incluant deux pré-tests sur le terrain, 58 enquêteurs ont visité 255 sites différents localisés dans la zone d'étude détaillée pour interviewer 5 754 ménages et les personnes adultes composant ces ménages (document 4.4).

La saisie des questionnaires a nécessité un mois de travail, soit du 21 novembre au 19 décembre 2005. La vérification et l'analyse des bases de données, pour leur part, ont requis plus de trois mois de travail afin d'établir avec précision le nombre et le profil des personnes affectées par le programme, d'estimer leurs avoirs et de connaître leurs principales attentes en matière de réinstallation.

Les communautés recensées n'auront pas toutes à être déplacées. En effet, 14 des 255 sites recensés, dont le village administratifs de Kolmane et de Gaya, sont localisés au-dessus de la cote 230. Ceci signifie que la zone habitée de ces sites ne sera pas affectée par la mise en eau du réservoir mais que les résidents pourraient perdre certaines des terres cultivées à proximité du fleuve ou de la rivière Gorouol.

Parmi les 241 sites recensés qui devront être déplacés, neuf se situent à la frontière nigéro-malienne. En fait, selon le tracé frontalier apparaissant sur les cartes de l'IGN, deux sites seraient localisés au Niger et appartiendraient au village administratif de *Labizanga*. Quant à aux sept autres sites, ils semblent être localisés au Niger mais les habitants recensés

ont indiqué demeurer au Mali. Il est difficile d'établir avec certitude l'emplacement de ces hameaux car comme nous l'avons dit plus haut la frontière nigéro-malienne n'a jamais été délimitée de façon précise à proximité du fleuve (aucune borne en rive gauche ou droite)



Légende :

Source : République du Niger : Haut commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger

Document 4.5 - Principaux établissements humains de la zone d'étude détaillé

Les 232 autres sites habités qui devront être déplacés avant les travaux de construction et de mise en eau du réservoir incluent un groupement, *Daya Peuhl*, le site principal de 15 villages administratifs, 133 hameaux et 8 campements appartenant aux tribus *Alsilame*, *Malagazen I*, *Malagazen II* et *Misgaderan II*. La figure n° 1 présente les principaux sites qui devront être déplacés ainsi que six villages administratifs qui, sans avoir à être relocalisés devront être déplacés ; on voit aussi sur ce document six villages administratifs qui n'auront

pas à être relocalisés mais dont une partie des habitants sera indemnisée pour la perte de terres, soit Wezebangou, Alkondji, Kolmane, Gaya, Waita koira et Gaoudel.

Si on se réfère au canton d'appartenance identifié par la majorité des ménages recensés sur un site donné, la répartition par canton des sites touchés par les déplacements involontaires est la suivante : 116 dans le canton d'Ayorou, 94 dans le canton de Dessa et 22 dans le canton de Gorouol. Cependant, si on se réfère aux limites cantonales établies à partir des cartes de l'IGN, à l'échelle 1 :50 000 , qui incluent dans le canton du Gorouol tous les sites localisés en rive droite, alors la répartition spatiale est la suivante : **84** dans le canton d'Ayorou, 80 dans le canton de Dessa et 68 dans le canton de Gorouol.

6°) Les principes d'indemnisation et de paiement

Les principes d'indemnisation des populations affectées par le projet sont établis par les bailleurs de fond. Les formes d'indemnisation sont le paiement en espèces, l'indemnisation en nature et l'assistance.

a) La législation nigérienne : elle n'aborde pas les principes d'indemnisation qui devraient guider une expropriation pour cause d'utilité publique. Par contre ; la Banque Africaine de Développement est très précise à cet effet.

Elle met en avant sept principes de base dans l'établissement des indemnités.

- Les personnes affectées doivent être consultées et participer à toutes les étapes charnières du processus d'élaboration et de mise en œuvre des activités de réinstallation involontaire et d'indemnisation.
- Les activités de réinstallation ne peuvent être conçues et exécutées avec succès sans être intégrées à un programme de développement local, offrant suffisamment de ressources d'investissement pour qu'on puisse en partager les bénéfices. Une des principales façons d'assurer un développement durable passe par le biais de la sécurisation foncière des personnes affectées.
- Toutes les personnes affectées doivent être indemnisées sans discrimination de nationalités, d'appartenance ethnique, sociale ou de genre, dans la mesure où ces facteurs n'accroissent pas la vulnérabilité des personnes affectées par le programme et donc ne justifient pas des mesures d'appui bonifiées.
- Les indemnités doivent faciliter l'intégration sociale et économique des personnes ou des communautés déplacées dans les communautés d'accueil en évitant de créer des conflits entre les deux groupes.
- Les personnes affectées doivent être indemnisées au coût de remplacement sans dépréciation, avant leur déplacement effectif au moment de l'expropriation des terres et des biens qui s'y trouvent ou du démarrage des travaux du programme.
- Les indemnités en nature sont préférables aux indemnités en espèces, particulièrement dans le cas de pertes foncières.
- Le processus d'indemnisation et de réinstallation doit être équitable transparent respectueux des droits humains des personnes affectées par le programme.

b) *L'indemnisation des PAP* : elle sera effectuée en espèce, en nature ou sous forme d'assistance comme l'indique le document 4.6. Même si le type d'indemnisation sera un choix individuel, des efforts seront déployés pour comprendre l'importance et les avantages d'accepter des indemnités en nature. En effet, le paiement d'indemnités en espèce dans des milieux ruraux ou périurbains soulève des questions sur la capacité des bénéficiaires à gérer des sommes relativement importantes en argent liquide, surtout lorsqu'il a des problèmes aigus d'endettement (que ce soit sur le plan personnel ou qu'il s'agisse d'obligations familiales).

Formes d'indemnisations	
Paiement en espèces	La compensation sera calculée et payée dans la monnaie locale. Une provision sera incluse dans le budget d'indemnisation pour l'inflation
Indemnisation en nature	Les indemnités peuvent inclure des éléments tels que des parcelles de terre, des habitations, d'autres bâtiments, des matériaux de constructions, des semences, des intrants agricoles, des moyens de production, etc.
Assistance	Les mesures d'accompagnement et de soutien économique peuvent notamment inclure des allocations de déménagement, le transport, l'assistance technique, la formation ou du crédit pour les activités génératrices de revenu

Document 4.6 Formes d'indemnisations possibles

c) *Perte et compensation des terres en milieu rural* : les pertes de terres s'élèvent à 33 781,2 hectares, répartis en terres considérées de bon à très bon potentiel agricole, soit 13 713,3 hectares, en terres considérées de faible à moyen potentiel agricole, soit 18 631,1 hectares et en terres à potentiel nul. Ces dernières terres, qui représentent 1 436,8 hectares, ne sont pas prises en compte dans l'évaluation des compensations. En fait, elles ne pourraient pas faire l'objet d'une indemnisation en espèces car elles ne recèlent pas de potentiel de mise en valeur à des fins agricoles, pastorales ou autres. Si elles sont détenues par des propriétaires privés, elles pourront seulement être compensées en nature à partir du domaine foncier de l'Etat.

Les sources potentielles de terres pour compenser ces pertes sont de cinq ordres :

- Les terres de marnage situées entre les cotes 226 et 228
- Les terres le long du pourtour du réservoir, qui ont été estimées en se basant sur une bande de 250 mètres au-dessus de la cote 228 ;
- Le périmètre hydroagricole de 2000 ha qui sera aménagé en aval du barrage ;
- Les terres à potentiel agricole qui ne sont pas encore exploitées et qui se situent en périphérie du fleuve en amont du barrage ;
- Les terres à potentiel agricole qui ne sont pas encore exploitées et qui se situent en périphérie du fleuve en aval du barrage.

Le document 4.7 présente les superficies qui pourraient être récupérées à partir de chacune des sources potentielles et offertes en compensation. Ces terres ont été réparties en fonction de leur potentiel agricole en utilisant la même méthodologie que celle appliquée pour quantifier et qualifier les terres perdues. Les zones périphériques en amont et en aval qui ont

été considérées comme sources potentielles de terres de remplacement sont illustrées dans le document suivant.

d) Terres potentiellement récupérable Ainsi les terres potentiellement récupérables pour offrir en compensation totalisent 36 270,1 hectares selon les estimations complétées. Toutefois, ces terres ne sont pas nécessairement toutes disponibles car certaines peuvent être requises à d'autres fins que l'agriculture. Afin d'estimer les terres qui seraient réellement disponibles pour offrir en compensation, les hypothèses suivantes ont été posées (document 3.12) :

- Les terres de la zone de marnage disponibles représentent 70 % des terres potentiellement récupérables car certaines terres dans cette zone seront utilisées pour l'élevage (couloirs de passage et fourrage), pour la pêche (débarcadères) et pour d'autres usages.
- Les terres disponibles dans le pourtour du réservoir représentent 50% des terres potentiellement récupérables, car on anticipe que la moitié de ces terres seront exploitées à d'autres fins que la culture.

Potentiel agricole	Gain potentiels de terres					
	Marnage	Pourtour	AHA	Périphérie amont	Périphérie aval	TOTAL
	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares
Bon à Très bon	819,4	2235,9	2000,0	0,0	262,0	5 317,3
Faible à moyen	3 736,5	6150,0	0,0	14 074,3	6 992,0	30 952,8
TOTAL	4 555,9	8 385,9	2000,0	14 074,3	7 254,0	36 270,1

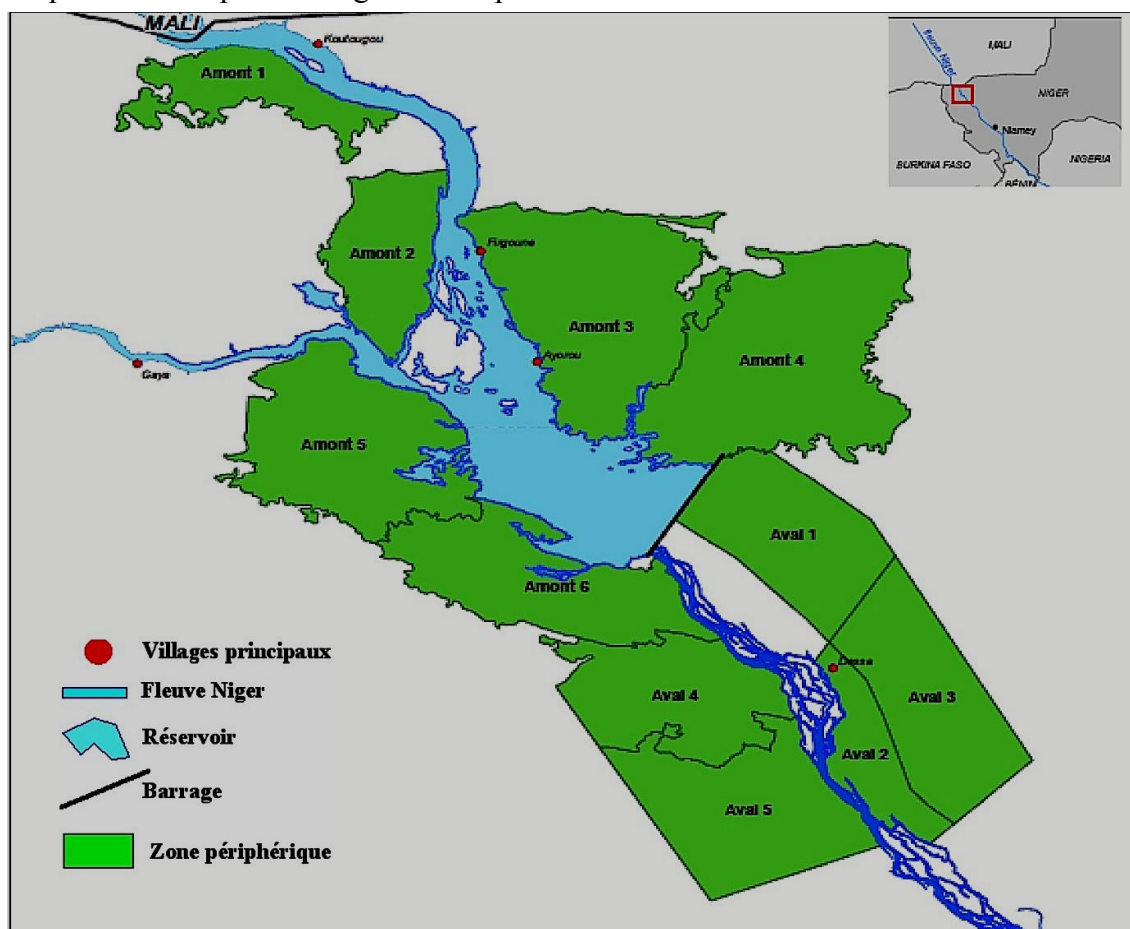
Source : estimation Teconsult International, 2005

Document 4.7 - Terres potentiellement récupérables pour offrir en compensation

Seule une partie des 2 000 hectares qu'il est prévu d'aménager en aval du barrage sera réellement accessible pour compenser les terres perdues en amont. En supposant que 2500 hectares seront expropriés pour obtenir 2 000 hectares aménagés et que la compensation en nature offerte pour chaque hectare exproprié sera une parcelle hydroagricole de 0,25 ha, alors il devrait rester 1375 hectares aménagés pour les personnes affectées par le programme Kandadji.

Les terres potentiellement récupérables en périphérie, autant en amont qu'en aval, sont des terres qui ne sont pas présentement cultivées, même si elles pouvaient l'être. En fait, elles sont probablement utilisées à des fins pastorales par les communautés dont elles font partie du territoire d'attache. Comme certaines terres récupérables en périphérie pourraient être difficilement accessibles, leur disponibilité à titre de compensation est estimée à 90%. La majorité des terres disponibles en périphérie pour offrir à titre de compensation devra faire l'objet d'une expropriation et d'une compensation car ces terres ne sont pas considérées « sans propriétaire ». On suppose qu'elles appartiennent au territoire d'attache de communautés de pasteurs.

En prenant en considération ces différentes hypothèses, la superficie totale de terres disponibles à offrir à titre de compensation est de 27 952,6 hectares. La répartition de ces terres par classe de potentiel agricole est présentée dans le document 4.7



Document 4.8 - Zones périphériques considérées pour compenser les terres perdues

Source: Tecslult septembre Localisation zone d'étude

Potentiel Agricole Des terres	Gain potentiels de terres					
	Marnage	Pourtour	AHA	Périphérie amont	Périphérie aval	TOTAL
	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares
Bon à Très bon	573,6	1118,0	1375,0	0,0	235,8	3 302,4
Faible à moyen	2615,6	3075,0	0,0	12 666,9	6 292,8	24 650,2
TOTAL	3 189,1	4 193,0	1 375,0	12 666,9	6 528,6	27 952,6

Source : Estimation Tecslult International, 2005

Document 4.9: Terres potentiellement disponibles pour offrir en compensation

Les compensations en nature incluent donc, d'une part, 3 302,4 hectares de terres classées de bon à très bon potentiel agricole, desquelles 235,8 hectares sont localisés en périphérie du fleuve en aval du barrage et 1 375 hectares proviennent de l'aménagement d'un périmètre hydroagricole de 2000 hectares en aval du barrage. D'autre part, 18 959,7 hectares de terres classées de faible à moyen potentiel agricole situés en périphérie seront offerts en

compensation en ratio de 1 :1. Environ 12 666,96 hectares devront provenir des zones périphériques en amont du fleuve (voir document 4.9).

Quant aux compensations en espèces, elles incluent deux composantes :

- Les hectares de terres considérés de bon à très bon potentiel agricole qui n'ont pu être en nature, soit 10 411 ha.
- Les hectares utilisés à des fins de pâturage par des communautés de pasteurs et qui seront offerts en compensation, soit 12 940,6 hectares de terres considérées de faible à moyen potentiel agricole.

Au prix de 600 000 FCFA/hectare, la compensation pour les 10 411 hectares de terres classées de bon à très bon potentiel agricole totalise 6 246 600 000 FCFA, alors que la compensation pour les 12 940,6 hectares de terres considérées de faibles à moyen potentiel agricole équivaut à 6 470 275 000 FCFA, au prix de 500 000 FCFA/hectare.

Il est important de souligner que les pertes de terres anticipées au Mali, soit 1 036 hectares, ne sont que des pertes temporaires. En effet, toutes les terres inondées seront potentiellement cultivables durant la période de marnage. Dans le cas de terres perdues au Mali, la présence du réservoir devrait améliorer les possibilités d'utilisation de l'eau pour l'agriculture sur une base plus permanente.

B - IDENTIFICATION ET SELECTION DES SITES D'ACCUEIL :

L'identification et la sélection des sites d'accueil doivent être basées sur un processus itératif impliquant activement les populations affectées. Dans un premier temps, l'identification repose sur des considérations socio-culturelles et économiques afin de déterminer les zones d'accueil potentielles où les populations auraient un intérêt à s'établir. L'identification prend alors en considération les préférences exprimées lors des consultations effectuées, la dynamique sociale dans la zone d'étude et les possibilités de développement économique.

1) L'approche

Dans le cas du P-KRESMIN, les principes qui ont guidé l'identification préliminaire des zones d'accueil potentielles sont les suivants :

- Dans la mesure du possible, les personnes affectées provenant de communautés liées entre elles par des liens filiaux seront relocalisées au même endroit en vue de maintenir les systèmes d'appartenance et les réseaux d'échange et de minimiser la dislocation sociale et économique causée par le déplacement involontaire ;
- Un maximum de personnes affectées seront réinstallées en amont du barrage où la densité de population est plus faible, dans la mesure où la capacité du support du milieu et les opportunités le permettent ;
- Autant que possible, les personnes affectées et leurs communautés d'attache seront déplacées sur des sites non habités (pas au sein d'un village existant) ainsi que dans leurs cantons d'appartenance.
- Dans le cas où un village existant serait envisagé comme site d'accueil, un accord préalable sera négocié avec la population de ce village ;

- Les sites d'accueil seront localisés aussi près que possible des communautés qui doivent être déplacées, et le regroupement des populations appartenant à un même village sera encouragé.
- Au moins un site d'accueil en rive gauche sera proposé aux ressortissants des cantons de Dessa et d'Ayorou, mais des alternatives en rive droite seront aussi offertes, étant donné les contraintes relatives à la disponibilité des terres.
- Les actions proposées dans le P.D.L. seront prises en considération afin de permettre aux populations déplacées de profiter des opportunités de développement et des infrastructures, telles que les routes, les services phytosanitaires, etc., sur les sites d'accueil ;
- Dans la mesure du possible, la planification spatiale des sites d'accueil reflétera celle existant dans les communautés affectées et les priorités d'accès à l'eau et aux terres situées sur les rives qui existent actuellement seront respectées.
- Les sites d'accueil devront assurer une desserte adéquate en termes de terres productives, d'approvisionnement en eau potable et en eau pour l'élevage, d'assainissement, de transports routiers et de services publics.

Une zone d'accueil potentielle ne tient pas compte de toutes les contraintes biophysiques qui déterminent si un lieu peut être habité, ni combien de personnes peuvent y habiter sans excéder la capacité du support du milieu. Elle délimite plutôt géographiquement une zone où les populations aimeraient vivre, avant de déterminer avec plus de précision quel(s) site(s) à l'intérieur de cette zone serai(en)t plus propice(s) à la réinstallation. Il est toutefois important de noter que toutes les zones d'accueil potentielles en amont du réservoir sont situées au-dessus de la cote 230, afin d'être localisées suffisamment loin de la limite des plus hautes eaux du réservoir pour être sécuritaires.

L'étape qui suit l'identification préliminaire des zones d'accueil potentielles consiste à consulter les représentants des personnes affectées pour qu'ils et elles puissent exprimer leurs avis sur les zones proposées. Cette étape souscrit au principe de participation sur le quel se fonde *la politique en matière de déplacement involontaire de populations de la B.A.D.*. En effet, cette politique stipule que « les critères de choix des sites doivent être explicites et discutés en détail avec les familles touchées (c'est-à-dire les personnes déplacées mais aussi leurs hôtes).

Lors des consultations, les zones d'accueil potentielles identifiées pour chacune des communautés affectées par des déplacements seront présentées et discutées. Dans le cadre du programme Kandadji, les représentants des personnes affectées devront s'entendre sur un minimum de deux zones d'accueil par communauté, une en rive gauche et une autre en rive droite ou à proximité d'un secteur d'aménagement prévu dans le P.D.L.

Les représentants consultés doivent être sensibilisés au fait que des études techniques seront nécessaires pour déterminer si les zones qu'ils et elles sélectionnent recèlent ou non un ou des sites d'accueil appropriés. De plus, ils devront être informés de tout projet de développement prévu dans la zone qui pourrait influencer leurs décisions. Ainsi, il sera important que l'emplacement probable de la nouvelle route nationale qui reliera Niamey à la frontière nigéro-malienne soit connu.

Une fois qu'un consensus est établi quant aux zones d'accueil potentielles à considérer, la troisième étape consiste à vérifier sur le terrain les possibilités d'aménagements. Plusieurs aspects biophysiques et techniques doivent être analysés pour confirmer le choix d'une zone sélectionnée par les représentants des communautés et les principaux sont les suivants :

- La disponibilité en eau potable ;
- Le potentiel d'utilisation du territoire à proximité (agriculture, élevage, etc..) ;
- Le potentiel agricole des sols qui seront accaparés par l'habitat ;
- La capacité d'assainissement des eaux de pluie et des eaux usées ;
- La distance des segments des rives les plus sensibles à l'érosion et les aménagements nécessaires pour protéger les rives ;
- La disponibilité en bois de feu et autres ressources naturelles de valeur (pour l'autosubsistance ou la régénération des revenus) ;
- La présence d'habitats fragiles pour la faune et les mesures pour les protéger ;
- L'accessibilité et la sécurité des populations

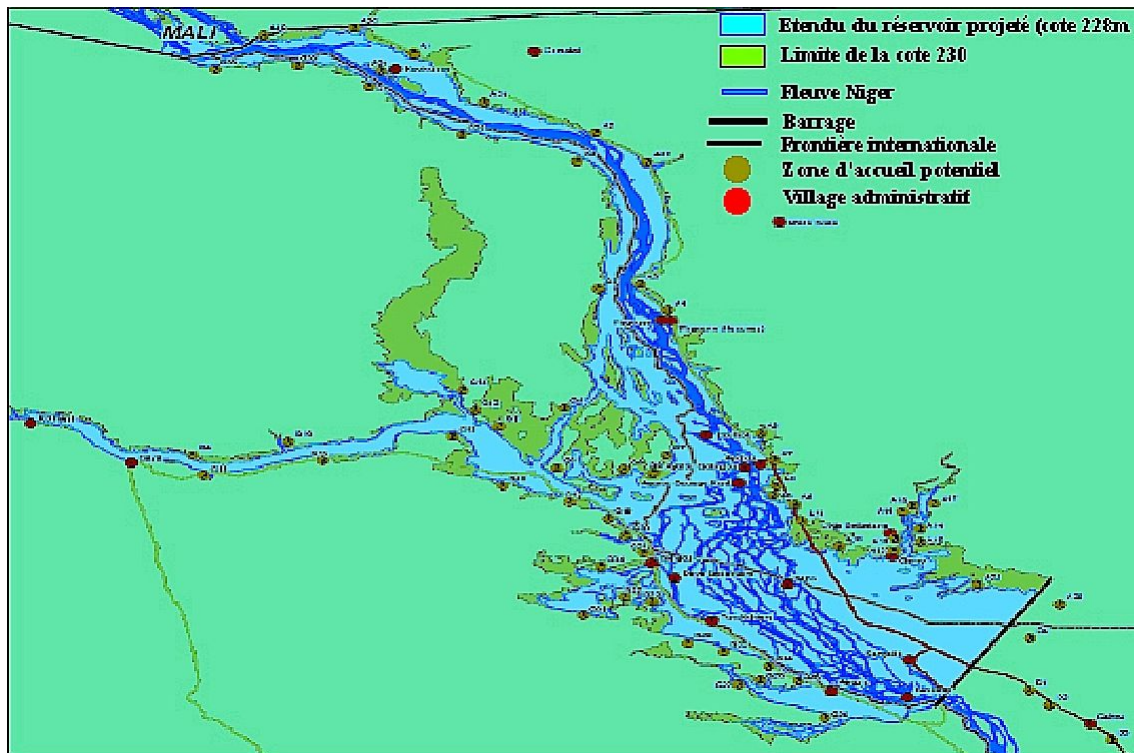
Toutes ces études permettront d'établir la capacité de support du milieu des différentes zones d'accueil potentielles et de déterminer si on y trouve un ou des sites d'accueil aptes à recevoir les populations déplacées. Certaines zones sélectionnées pourraient s'avérer inappropriées, alors que d'autres seront retenues. Parmi les zones retenues, il pourrait être nécessaire de limiter le nombre de personnes pouvant s'établir sur un site d'accueil donné ou de procéder à des aménagements spécifiques pour protéger l'environnement. Il serait alors opportun de sensibiliser les personnes affectées aux avantages de choisir un site d'accueil qui ne serait pas nécessairement localisé à l'emplacement privilégié, qu'il s'agisse d'une rive donnée ou de leur canton d'origine.

À partir des résultats des études techniques, des sites d'accueil définitifs seront sélectionnés en consultation avec les représentants des communautés affectées. Ce sont ces sites qui seront présentés aux personnes affectées pour leur permettre de sélectionner leur lieu de réinstallation. Afin que les personnes affectées puissent faire un choix éclairé, les options offertes devront être décrites en détail en précisant les avantages et les inconvénients de chaque site d'accueil potentiel. De plus, les sites recommandés par les autorités locales pour reconstruire les villages administratifs ou les tribus touchées devront être communiqués aux personnes affectées. Il est possible que certaines personnes décident d'opter pour un site différent de celui choisi par les représentants de leur village ou hameau, tout en sachant que les services et infrastructures qu'ils retrouveront sur un tel site seront moins développés.

2) Les identifications préliminaires :

Considérant les principes définis précédemment, des zones d'accueil potentielles ont été identifiées de façon préliminaire. Afin d'offrir différentes options aux personnes affectées, deux à trois zones d'accueil potentielles sont proposées pour chaque village administratif touché. Lors des consultations, certains représentants des populations se sont dits « *préoccupés* » par le fait que des zones d'accueil soient proposées dans un canton autre que

le canton d'appartenance. En fait, étant donné la quantité limitée de terres disponibles en rive gauche, il a été jugé opportun d'offrir aux personnes affectées appartenant au canton d'Ayorou la possibilité de se réinstaller ailleurs qu'en rive gauche. C'est pourquoi des options en rive droite et à proximité des aménagements envisagés sont également offertes.



Document 4.10 - Zone d'accueil potentiel

Le document 4.10 montre les zones d'accueil potentielles qui constituent les propositions initiales qui seront discutées avec les représentants des communautés affectées lors des consultations.

III - LE PLAN DE DEVELOPPEMENT LOCAL (P.D.L.):

La réalisation du P-KRESMIN impliquera des déplacements involontaires des populations, principalement suite à la construction du barrage au sud de la localité de Kandadji.

En appui au plan de réinstallation, un plan de développement local (P.D.L.) faisant l'objet du présent chapitre est proposé. Comme le P-KRESMIN perturbera à la fois la population et les moyens de subsistance de plusieurs milliers de personnes, le plan de réinstallation et le plan de développement local sont complémentaires et leur mise en œuvre est étroitement liée.

Le Plan de développement local (P.D.L.) vise à permettre aux personnes affectées par le P-KRESMIN de retrouver après les déplacements un niveau de vie équivalent ou supérieur à celui qu'elles avaient avant la réalisation du programme. Il appuie donc la poursuite ou le

démarrage d'activités économiquement rentables en vue d'un développement durable de la zone affectée.

- Le P.D.L. est présent sous la forme d'un schéma directeur proposant des options de développement et de mise en œuvre d'opportunités liées au programme. Ce schéma viendra en appui aux populations déplacées et constituera une aide pour les communautés d'accueil quand il s'agira de faciliter l'intégration des nouveaux arrivants. De plus, pour s'assurer que les femmes et les personnes dites vulnérables puissent avoir un accès équitable aux bénéfices, il propose de réserver certains pourcentages des fonds pour des initiatives féminines et pour des actions spécifiques visant les personnes dites vulnérables.
- Le P.D.L. comprend deux composantes, soit un programme à court terme (phase 1), et un programme à moyen terme (phase 2) réalisé à Tillabéri les 20 et 21 juillet 2006. Il est défini sur la base de la capacité de support du milieu à satisfaire les besoins des populations sur les sites d'accueil, en aval comme en amont du barrage.
- Le P.D.L. comprend également différentes mesures d'accompagnements requises pour faciliter la mise en application des différentes actions proposées et en maximiser les retombées économiques pour les populations locales.

A- LES SECTEURS D'AMENAGEMENT

Le territoire touché par le Programme Kandadji a été divisé en deux zones principales, soit une zone en amont et une zone en aval du barrage. Afin de faciliter la localisation des interventions qui seront proposées, chacune des zones est divisée en secteurs distincts.

1°) La zone amont du barrage

La zone amont va de l'axe du barrage de Kandadji jusqu'à la frontière et s'étend sur environ 30 Km de part et d'autre du réservoir. Elle est divisée en cinq secteurs distincts :

- Secteur de marnage à potentiel agricole du réservoir ;
- Secteur du pourtour du réservoir ;
- Secteur d'aménagements spécifiques à proximité du réservoir ;
- Secteur périphérique du réservoir
- Secteur éloigné du réservoir.

Le document 4.11 ci-dessous présente les différents secteurs du territoire constituant la zone amont du barrage. Les sections qui suivent décrivent brièvement chacun de ces secteurs.

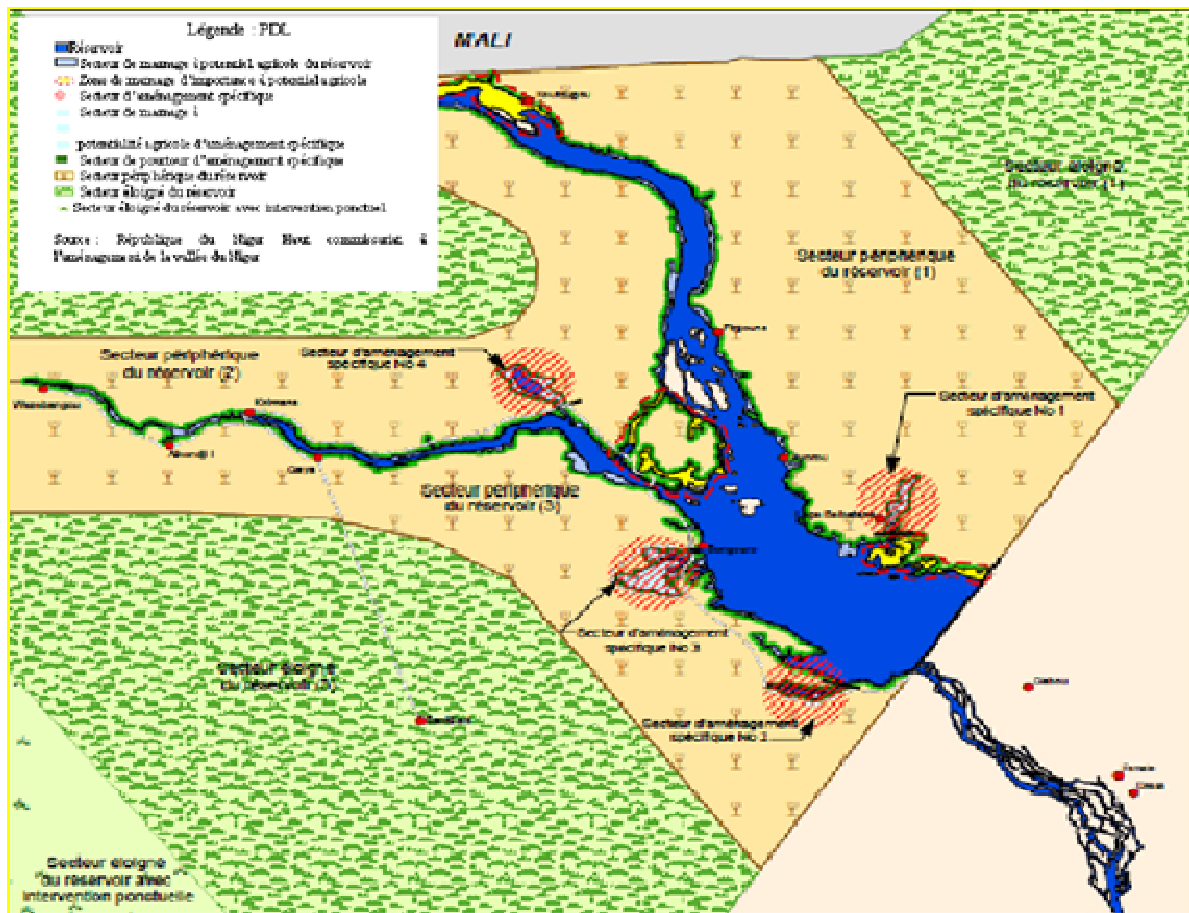
a) Secteur de marnage à potentiel agricole du réservoir : Le barrage de Kandadji et son réservoir accapareront des superficies significatives de sols productifs. Toutefois, les analyses de la gestion du réservoir montrent que pour une récurrence de quatre années sur cinq, le marnage du réservoir pourra s'étirer pour une période d'environ 3 mois entre les cotes 228 et 226, ce qui représente une opportunité d'utiliser ces sols pour des productions agricoles durant cette période.

Les superficies de marnage récupérables qui sont considérées dans les *cantons de Dessa et d'Ayorou* sont uniquement les superficies localisées sur les rives gauche et droite du réservoir.

- Sont donc exclues toutes les superficies de marnage observées autour des îles du réservoir, à

l'exception des superficies de la grande île située dans le réservoir à la hauteur d'Ayorou et celles des deux îles localisées à la hauteur de Koutougou.

- Pourtant, ces territoires sont actuellement consacrés à des activités agricoles. Cette occupation du sol devrait se poursuivre après la mise en eau du réservoir au cours de la période de marnage.
- À l'opposé, toutes les autres îles devraient être affectées à la préservation de la biodiversité (oiseaux, etc.) et à la production de bourgou pour l'alimentation des hippopotames et autres herbivores vivant dans la zone.



Document 4.11- Potentiel d'aménagement de la zone amont du barrage

Dans le *canton de Gorouol*, les superficies de marnage considérées sont les superficies localisées sur les rives Nord et Sud du secteur du réservoir inondant la rivière Gorouol. Dans cette zone, aucune île n'est observée.

- Pour ce secteur, 4 726 ha de sols pourront potentiellement être récupérés à des fins agricoles (entre les côtes 228 et 226) au cours de la période de marnage. De cette superficie, 761 ha (16,1%) de sols recèlent un potentiel agricole classé très bon, 664 ha (13,6%) de sols sont de potentiel agricole bon, 1 755 ha (37,1 %) de sols sont de potentiel agricole moyen et 1 401 ha (29,6 %) sont de potentiel agricole faible.
- Les superficies de marnage en rive gauche dans la région de Koutougou sont particulièrement importantes et sont estimées à 740 ha. Cette zone est actuellement en

exploitation pour des fins agricoles et pastorales. Considérant que les sols de cette zone ont un potentiel agricole qualifié de très bon, il y a lieu d'envisager une utilisation intensive de ces superficies pour des activités de production.

- Les superficies de marnage en rive gauche entre Beibatane et le barrage de Kandadji sont également non négligeables et estimées à 478 ha. Toutefois, les sols de cette zone ont un potentiel agricole qualifié de faible. Il y aura lieu de stimuler l'utilisation de ces superficies en tenant compte des contraintes inhérentes aux sols.

Une dernière zone où des superficies de marnage appréciables sont observées se situe dans le Gorouol entre les villages de Wezebangou et de Kolmane. Les superficies concernées sont d'environ 290 ha. Toutefois, dans ce cas particulier, la période de marnage du réservoir, qui va de mai à septembre, coïncide malheureusement avec la période de crue de la rivière Gorouol, ce qui réduira considérablement les superficies asséchées et par conséquent utiles pour la production agricole, notamment la production de niébé qui est traditionnellement pratiquée aux abords de la rivière Gorouol.

Le secteur de marnage récupérable à des fins agricoles prend une importance toute particulière au sein du P.D.L. car il pourra constituer, en année de faible pluviométrie, un élément tampon pouvant atténuer les effets négatifs d'une faible production des cultures pluviales (mil, sorgho). En effet, pour les années de faible pluviométrie, la durée de la période de marnage du réservoir pourrait être sensiblement plus longue et les superficies de marnage pourraient être plus importantes. La conjugaison de ces deux éléments pourrait donc permettre d'amoindrir la dépendance des populations vis-à-vis de la pluviométrie pour leur autosuffisance alimentaire.

b) Secteur du pourtour du réservoir : Le secteur du pourtour du réservoir correspond à une bande de terre non inondée et contiguë aux rives du réservoir. Ce secteur ne comprend toutefois pas les secteurs de pourtour des aménagements spécifiques qui sont décrits de façon distincte à la section ci-dessous. Sont également exclues toutes les superficies de pourtour des îles localisées dans le réservoir, à l'exception des superficies de pourtour de la grande île située à la hauteur d'Ayorou et celles des deux îles localisées à la hauteur de Koutougou.

Pour les fins de représentation et d'estimation des superficies, la largeur moyenne de cette bande de terre a été fixée à 250 mètres. Sur le terrain, cette largeur sera toutefois variable et fonction des caractéristiques du sol et de la topographie du terrain. Ainsi, la superficie du secteur du pourtour du réservoir est estimée à environ 7 260 ha.

c) Secteurs d'aménagement spécifiques à proximité du réservoir : De par leur topographie et leur localisation particulière à proximité du réservoir, quatre secteurs distincts pourraient faire l'objet d'aménagements spécifiques permettant une plus grande maîtrise de l'eau et un meilleur contrôle des paramètres de production. Pour chacun de ces secteurs, il serait possible de réduire au minimum le phénomène de marnage (induit par le réservoir principal) et d'utiliser de façon optimale l'eau disponible, ou au contraire, d'accroître au maximum le phénomène de marnage et d'utiliser de façon optimale les superficies rendues disponibles pour la production agricole. Un mode de gestion intermédiaire entre ces deux approches serait également possible.

Chacun de ses secteurs d'aménagement spécifique nécessitera la mise en place d'un ouvrage régulateur particulier permettant localement de mieux contrôler (date de début, date de fin, durée, amplitude) le phénomène de marnage observé dans le réservoir principal. Dans le cas du secteur d'aménagement spécifique n° 2, le creusement, sur une courte distance, d'un canal d'amenée, pourrait être requis afin de permettre à l'eau du réservoir d'atteindre la dépression adjacente. Les cartes topographiques actuellement disponibles ne donnent pas suffisamment de précision pour qu'on soit en mesure d'élaborer davantage sur le sujet.

Dans le cas de l'aménagement spécifique N°1, le contexte hydraulique de celui-ci implique certaines contraintes que l'on ne trouve pas au niveau des trois autres aménagements spécifiques, plutôt constitués de cuvettes naturelles. Pour sa part, l'aménagement spécifique N°1 est caractérisé par la présence du Kori de Loga beibatane. Celui-ci présente en saison des pluies des débits de crue importants, ce qui impliquera la conception d'un ouvrage particulièrement adapté à cette situation.

Pour les quatre secteurs d'aménagements spécifiques, des analyses plus détaillées seront requises afin de confirmer la faisabilité et la rentabilité des aménagements. Pour ce faire, une étude d'Avant-projet détaillée (A.P.D.) est requise pour chacun des secteurs d'aménagement spécifiques identifiés. Le coût estimatif de ces différentes études est inclus dans le coût global de mise en œuvre du présent P.D.L.. Celui-ci ne comprend pas toutefois le coût de réalisation des ouvrages de contrôle des aménagements requis.

Tous les aménagements spécifiques pourront devenir fonctionnels dans la mesure où, si l'on fait exception de la période de marnage, le niveau du réservoir principal atteindra réellement la cote de conception de 228 mètres. ***Dans le cas contraire, la faisabilité et la rentabilité de ces aménagements seront de facto remises en cause.***

À l'image de la situation décrite pour le réservoir principal, chacun des secteurs d'aménagement spécifiques possédera également une zone de pourtour correspondant à une bande de terre non inondée et contiguë aux rives du plan d'eau. Pour les fins de représentation et d'estimation des superficies, la largeur moyenne de cette bande de terre a été fixée à 250 m. Sur le terrain, cette largeur sera toutefois variable et fonction des caractéristiques du sol et de la topographie du terrain.

d) Secteur périphérique du réservoir : Ce secteur est composé de trois sous-secteurs (1, 2, et 3) situés de part et d'autre du réservoir, et localisés à l'extérieur du secteur de pourtour du réservoir, dans un rayon d'environ 0,25 à 10 Km du réservoir. Les superficies des sous-secteurs périphériques 1,2 et 3 sont estimées respectivement à environ 53 920, 43 790 et 53 090 ha, pour un total de 150 800ha.

e) Secteur éloigné du réservoir : Ce secteur se divise en trois sous-secteurs (1, 2 et 3) situés de part et d'autre du réservoir, et localisés à l'extérieur des zones périphériques, dans un rayon de 10 à 30 km du réservoir. Les superficies des sous-secteurs éloignés 1, 2 et 3 sont estimées à respectivement 59 680, 91 820 et 112 540 ha, pour un total de 264 040 ha.

D'autres zones situées à plus de 30 km du réservoir pourront également faire l'objet de certaines interventions en vue d'accroître les disponibilités en fourrage. Toutes fois les superficies concernées restent à préciser ultérieurement lors de la mise en œuvre des actions

qui seront ciblées. La hausse de productivité de ces zones sera particulièrement importante afin de compenser la perte de bourgoutière causée par la mise en eau du réservoir et pour toute la période requise pour la mise en place effective de nouvelles bourgoutières en bordure du réservoir.

2) La zone aval du barrage de Kandadji

La zone aval du barrage de Kandadji va de l'axe du barrage jusqu'à Tillabéri et s'étend sur environ 30 km de part et d'autre du fleuve. La zone aval du barrage de Kandadji est répartie en quatre secteurs distincts qui sont les suivants :

- Secteur d'aménagement hydroagricole ;
- Secteur contigu au fleuve Niger
- Secteur périphérique du fleuve Niger ;
- Secteur éloigné du fleuve Niger.

Le document 4.12 présente les différents secteurs du territoire constituant la zone aval du barrage. Les sections qui suivent présentent une description succincte de chacun de ces secteurs.

a) Secteur d'aménagement hydroagricole :

- Un aménagement hydroagricole (AHA) est prévu à l'aval de Kandadji, dans le canton de Dessa, aux environs des villages de Gabou, Famalé et Dessa. Présentement, une étude A.P.D. pour la conception du périmètre est en cours. L'analyse porte sur une superficie totale de 3 657 ha, de laquelle une portion de 2000 ha sera retenue pour aménagement.
- Suite à la mise en eau du barrage de Kandadji, l'AHA sera irrigué par gravité à partir du réservoir. Toutefois, pendant les travaux de construction du barrage, l'approvisionnement en eau de l'AHA se fera par pompage à partir du fleuve Niger.

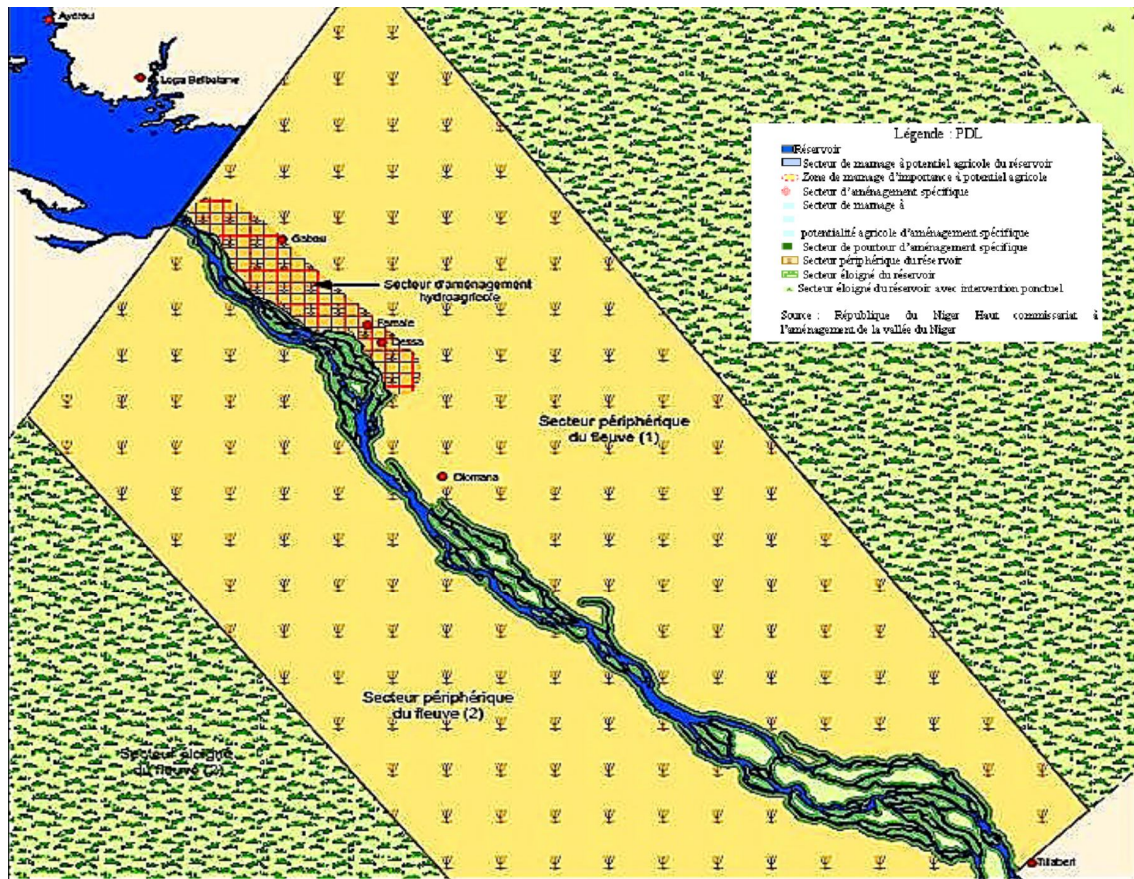
b) Secteur contigu au fleuve Niger

- Le secteur contigu au fleuve Niger correspond à une bande de terre parfois inondée, mais de façon temporaire (quelques semaines au maximum lors de la crue annuelle du fleuve) et contiguë aux rives du fleuve et des différentes îles localisées dans la zone aval du barrage. Ce secteur comprend également une bande de terre contiguë aux rives des îles situées dans le fleuve même.
- Pour les fins de représentation et d'estimation des superficies, la largeur moyenne de cette bande de terre a été fixée à 250 mètres. Sur le terrain, elle sera toutefois variable en fonction des caractéristiques du sol et de la topographie du terrain. Ainsi, sur la base d'une largeur de 250 m, la superficie du secteur contigu au fleuve est estimée à environ 11 620 ha.

c) Secteur périphérique du fleuve Niger : Ce secteur est composé de deux sous-secteurs (1 et 2) situés de part et d'autre du fleuve Niger, et à l'extérieur du secteur contigu au fleuve Niger, dans un rayon d'environ 0,25 à 10 km du fleuve. Les superficies du sous-secteur périphérique 1 et 2 sont respectivement à environ 100 650 et 110 020 ha, pour un total de 210 670 ha.

d) Secteur éloigné du fleuve Niger : Ce secteur se divise en deux sous-secteurs situées de part et d'autre du fleuve Niger, et localisés à l'extérieur des zones périphériques du fleuve Niger, dans un rayon de 10 à 30 km du fleuve. Les superficies des sous-secteurs éloignés 1 et 2 sont estimées respectivement à environ 209 700 et 160 300 ha, pour un total de 370 000 ha.

D'autres zones situées à plus de 30 km du fleuve pourront également faire l'objet de certaines interventions en vue d'accroître les disponibilités en fourrage. Les superficies en cause restent toutefois à préciser ultérieurement lors de la mise en œuvre des actions qui seront ciblées.



Document 4.12: Potentiel d'aménagement de la zone aval du barrage

B - LES DIFFERENTES PHASES DE REALISATION DU P.D.L.

La mise en place du P.D.L. se fera en deux étapes ou phases dans le seul but de venir en aide aux populations déplacées et d'améliorer leur existence. Cela se fait par la mise en place d'équipes spécialisées et la mise en valeur des ressources disponibles.

1°) Le plan de développement local : phase 1

Le plan de développement local-phase 1 vise à appuyer les populations de la zone de barrage de Kandadji qui devront être déplacées pour permettre les travaux de construction du barrage. Il vise à sécuriser ces populations dans un délai relativement court, à leur permettre la poursuite ou le démarrage d'activités économiquement rentables et à contribuer ainsi au développement économique durable de leurs communautés.

La réalisation du P. D.L.-phase 1 repose sur la mise en place d'équipes spécialisées dans :

- L'aménagement et la mise en valeur du territoire,
- L'appui aux filières et à la commercialisation des produits,

- Le soutien aux initiatives locales,
- Enfin le renforcement des capacités des hommes et des femmes économiquement actifs dans leur communauté et des entreprises locales existantes.

Ces équipes spécialisées interviendront autant au niveau de la réalisation des interventions que de la surveillance de leur exécution. Elles seront secondées par les principaux ministères concernés (MDR, MRA/DRRA, MHE/LCD), bureaux d'étude, les collèges/centres/instituts de formation, les ONG internationales, nationales et locales, les associations professionnelles (coopératives, chambre d'agriculture, chambre de commerce, etc.), les collectivités locales, les autorités locales et le HCAVN, en fonction des besoins. Ces équipes veilleront à la réalisation et à la mise à jour périodique du P.D.L -phase 1 afin de permettre les ajustements requis en fonction de l'évolution du contexte qui prévaudra lors de son exécution.

a) L'agriculture : L'exploitation d'un aménagement hydroagricole (AHA) de 2000 ha à l'aval immédiat du barrage de Kandadji permettra l'installation d'environ 400 exploitants agricoles (à raison de 0,5 ha/parcelle). Outre les villageois résidents ayant déjà des parcelles cultivées dans cette zone et qui auront de facto un accès prioritaire à des parcelles individuelles au sein de l'AHA, il sera possible d'y installer un certain nombre de personnes qui seront déplacées pour permettre la première phase des travaux de construction du barrage. Parmi les personnes qui bénéficieront de parcelles, il y a lieu de réserver un certain nombre de parcelles pour les personnes les plus vulnérables.

Avant la mise en eau du barrage, l'approvisionnement de l'AHA se fera par pompage à partir du fleuve Niger. Le PDL appuiera les exploitants de l'AHA pour la prise en charge des frais d'opération (entretien, carburant, etc.) du groupe de motopompes.

Des spéculations comme le riz, le maïs, le sorgho (variétés améliorée à deux campagnes par an), la canne à sucre, et les cultures de fourrages à haut rendement (dont le niébé fourrager) sont préconisées. Les spéculations qui sont recommandés sont des variétés à haute rendement, à haute valeur ajoutée et à forte demande potentielle sur le marché.

Des mesures spécifiques en termes de renforcement de capacités et d'encadrement technique des organisations professionnelles de producteurs seront requises, ainsi que des appuis substantiels pour l'approvisionnement en intrants/équipements des producteurs de même pour la conservation, la transformation et la commercialisation des produits.

Le PDL viendra donc en appui aux exploitants de l'AHA par le biais des formations ciblées dans les domaines de la gestion (organisation professionnelle, alphabétisation, etc.) et des techniques de productions irriguées (calendrier cultural, gestion de l'eau et des sols, fertilisations, contrôles phytosanitaires, commercialisation, etc.).

Quelles que soient les productions agricoles envisagées, il y aura lieu de faciliter l'accessibilité aux facteurs de productions pour les exploitants du périmètre. Ainsi, il faudra favoriser l'utilisation d'équipements/matériel adaptés (animaux de trait, charrues, charrettes, outils aratoires etc.), ainsi que de fertilisant et de produits phytosanitaires afin d'augmenter la

productivité des cultures. Pour cela, le PDL appuiera la mise en place d'une banque d'intrants agricoles, avec un stock de roulement initial, notamment des semences, des fertilisants et des produits phytosanitaires, opérée par les exploitants par le biais d'un comité de gestion d'une organisation paysanne (existant ou à créer). Le PDL prendra en charge le coût de la construction du bâtiment (magasin/bureau) qui abritera la banque d'intrants et mettra sur pied un fonds pour l'acquisition d'équipement et l'approvisionnement en intrants. Le PDL prévoit également d'appuyer les exploitants dans leurs efforts de mise en place et d'opérationnalisation d'une coopérative de production et de mise en marché des produits.

Le PDL financera pendant une période de quatre ans, les coûts de l'encadrement spécialisé des exploitants. Cet encadrement pourra être dispensé par des agents du ministère du développement rural, ou par des ONG et associations professionnelles ayant les compétences et le savoir - faire requis. L'accent sera mis sur l'adoption d'un calendrier cultural approprié, la promotion de la culture attelée, l'utilisation des fosses fumières pour la production de compost, et d'autres techniques d'intensification de la production (repiquage, semences améliorées, fertilisation ; etc.).

b) Elevage : Le PDL prévoit, dans le secteur contigu au fleuve, plusieurs sous-secteur où seront établis des aménagements à caractère pastoral (zones réservées, pistes balisées, etc.) afin de permettre un abreuvement adéquat pour le cheptel résident à dominance agropastorale.

Les secteurs éloignés du fleuve accueilleront le cheptel à dominance pastoral des villages qui seront déplacé pour permettre les travaux de construction de barrage. Pour ces secteurs, les efforts porteront principalement vers une amélioration de la pérennité des points d'abreuvement en eau (étude des besoins en eau, surcreusement des mares, forages/ puits pastoraux).

Outre l'abreuvement du bétail, le PDL prévoit aussi un approvisionnement en fourrage adéquat. Les actions porteront sur la plantation de boutures et ou des semis de bourgou. Les bourgoutières seront implantées sur les rives du fleuve en choisissant leur emplacement de façon à minimiser les conflits potentiels entre les activités agricoles et pastorales. La plantation du bourgou devra être accompagnée de la mise en œuvre d'un système de gestion devant garantir la durabilité des aires ainsi traitées.

- En aval du barrage, il existe quelques reliques d'aires à bourgou très improductives qui peuvent faire l'objet de restauration, d'abord par un contrôle des mauvaises herbes comme la jacinthe d'eau, puis en réaffectant les parcelles devenant improductives dans les AHA à la production de bourgou.

- Les secteurs périphériques du fleuve réservés pour les cultures pluviales (mil , sorgho) permettront également la paisance du cheptel résident à dominance agropastorale en saison sèche. Pour ces secteurs, les efforts porteront principalement sur l'utilisation de la force animale (culture attelée) pour les opérations culturales du sol, l'utilisation de la fumure animale et de fosses fumières (compostages).

- Les secteurs éloignés du fleuve sont pour la plupart des pâturages villageois fortement dégradés et pauvres en diversité biologique. Ces zones, colonisées principalement par des

Alyscarpus ovalivus, *Zornia glochidiata* et *tribulus terretris*, seront mises en valeur en plantant des espèces choisies d'un commun accord avec les éleveurs de la zone.

- Au-delà des secteurs éloignés du fleuve, des aires se trouvant à plus de 30 km du réservoir et de la vallée du fleuve feront l'objet d'interventions ponctuelles. Ces zones pourront jouer un rôle non négligeable dans l'accueil des animaux déplacés. Ce sont des aires pour lesquelles des actions d'accompagnement (semis d'essences herbacées, plantation d'essences arbustives ou arborées bien adaptées à ces zones et très appréciées par les animaux) peuvent être envisagées.

Les efforts reliés à la santé animale portent principalement sur des appuis à la vaccination et à l'approvisionnement en intrants zootechniques (aliments bétail) et en produits vétérinaires.

- Le PDL prévoit la mise en place de deux centres régionaux d'approvisionnement en intrants zootechniques (aliment, bétail,) et en produits vétérinaires (vaccins, médicaments,...), comprenant la construction de boutiques de vente, l'octroi de fonds de roulement, l'acquisition de moyens de déplacement (motos) avec des frais d'entretien pour une période d'un an.

- Il y a lieu de prévoir des mesures d'intensification de l'élevage et d'accessibilité aux facteurs de production pour les éleveurs. Le PDL appuiera l'acquisition d'intrants zootechniques, tout particulièrement des aliments à bétail. Afin d'accroître la production de lait, le PDL appuiera l'introduction d'une nouvelle race de vaches laitières plus productives.

- Le PDL apportera un appui afin d'offrir aux éleveurs une formation portant sur la vaccination, la prévention et le traitement des maladies, et les techniques d'alimentation animale leur permettant d'atteindre un rendement animal supérieur. L'alphabétisation des éleveurs sera également appuyée.

Il y a également lieu de prévoir une instance auprès de laquelle les éleveurs et les agriculteurs pourront se tourner pour médiation de tout conflit lié à l'interaction entre leurs activités respectives.

c) La pêche : Le PDL appuiera la pisciculture extensive ou pêche amplifiée dans les mares des secteurs périphérique et des secteurs éloignés du fleuve, par l'ensemencement d'espèces ichtyennes productives et très appréciées.

- Au préalable, des actions de surcreusement et d'aménagement de certaines mares existantes seront requises afin d'améliorer leur pérennité. A titre d'exemple, en rive gauche, une mare (coordonnées SIG : 302 090 et 1 616 806) pourra faire l'objet de travaux et d'ensemencement. Les différentes mares à surcreuser seront identifiées dans le cadre d'une étude spécifique qui sera réalisée par l'équipe du PDL.

- Des mesures d'appui substantielles pour l'approvisionnement en intrants/équipement (pirogues, filets,) de pêche sont requises. Des aides seront accordées par le PDL par le biais d'un programme de crédits aux pêcheurs qui désirent augmenter leurs niveaux d'activités de pêche et aux personnes qui désirent démarrer des activités de pêche.

- Pour mettre en valeur le potentiel halieutique, plusieurs activités seront appuyées, notamment l'aménagement de deux points de débarquement, l'approvisionnement en glace et la promotion du micro-mareyage.

- Des mesures spécifiques en termes de renforcement de capacités et d'encadrement techniques des organisations professionnelles de pêcheurs sont requises pour l'amélioration des techniques de pêche, de conservation, de transformation et de commercialisation des produits de la pêche. L'alphabétisation des pêcheurs sera également appuyée.

Le PDL phase 1 prévoit, pour une période de 4 ans, un appui à certaines organisations professionnelles particulièrement importantes pour l'encadrement des pêcheurs par l'octroi d'un fond mensuels permettant la prise en charge de certains frais de fonctionnement ou autres frais liés à leurs activités

2) Le plan de développement local : phase 2

Le Plan de développement local-phase 2 vise une mise en valeur des ressources disponibles afin d'accroître la capacité du milieu pour satisfaire des besoins des personnes qui seront déplacées pour la mise en eau du réservoir. Il appuiera principalement le développement des secteurs primaire (agricole, pastoral, piscicole, sylvicole), secondaire (unité de transformation, artisanat, etc.) et tertiaire (tourisme, etc.) présentant de bonnes perspectives de développement. Le choix définitif des filières appuyées se fera en accord avec les politiques de développement du pays, notamment en regard de la promotion par l'Etat de certaines filières porteuses, et en concertation avec les populations concernées.

La réalisation du PDL phase 2 repose sur la même structure organisationnelle que le PDL phase 1 décrit plus haut.

a) Agriculture :

a.1) Cultures pluviales (mil, sorgho, voandzou, patate douce, pomme de terre, etc.) : se feront principalement dans les secteurs périphériques, aussi bien en amont qu'à l'aval du barrage. Les efforts porteront principalement sur une intensification de la production afin d'accroître les rendements. Un ensemble de mesures complémentaires (techniques culturales améliorées, association des cultures, semences améliorées, fumure animale, fosse fumière/compostage, fractionnement de la fertilisation chimique, contrôle des mauvaises herbes, etc) sera proposé et fera l'objet d'une vulgarisation à large échelle. Les secteurs périphériques du réservoir et du fleuve permettront également la paissance du cheptel ce qui renforcera la complémentarité entre l'agriculture et l'élevage.

Dans les endroits présentant des problèmes d'érosion des sols et une aridité accrue (sols peu perméable), des mesures anti-érosives seront mises en place. Ces mesures comprennent des seuils, des demi-lunes, des cordons de pierres, des diguettes et d'autres techniques adéquates (haies vives,) pour retenir l'eau ou ralentir son écoulement.

Des variétés hâtives améliorées (75 jours, avec repiquage) de sorgho pourront être cultivées dans le secteur du pourtour du réservoir pour sécuriser la production céréalière. Ainsi, dans des conditions normale de pluviométrie, il sera possible de produire une première campagne de sorgho en régime pluvial (sans irrigation d'appoint). Après la récolte, les tiges seront coupées et une deuxième campagne avec irrigation d'appoint (manuelle ou motorisée) sera possible. En année particulièrement sèche ou avec des précipitations très espacées dans le

temps, la première campagne de sorgho pourrait également faire l'objet d'une irrigation d'appoint.

a.2) Cultures de crue et décrue : Elles seront réalisées dans les secteurs de marnage du réservoir, les secteurs de marnage des aménagements spécifiques et les secteurs contigus du fleuve. Pour la culture de crue, les spéculations recommandées pour le secteur du marnage du réservoir seront des variétés à croissance rapides (5 cm et plus par jour, riz flottant par exemple). Dans le cas des secteurs de marnage des aménagements spécifiques, les variétés pourront avoir une vitesse de croissance moindre (3 cm par jour, par exemple le riz dressé qui est plus productif que le riz flottant) et pour le secteur contigu le riz flottant et le bourgou se poursuivront sans limitation particulière. Alors qu'au niveau des crues les recommandations en spéculations sont les variétés à cycle court (3 mois ou moins) pour le secteur de marnage, au niveau des aménagements spécifiques on favorise les variétés à cycle moyen de durée (4 à 5 mois). Les cultures de décrue du secteur contigu ne connaîtront pas de limitation particulière pour les durées de cycles.

L'un dans l'autre, on utilisera des variétés à hautes valeurs ajoutées, et à forte demande potentielle sur le marché.

a.3) Les cultures irriguées : L'aménagement hydroagricole de 2000 ha localisé immédiatement à l'aval du barrage fera l'objet d'une attention particulière. La production agricole et la rentabilité économique de cette infrastructure devront être sécurisées sur le long terme. En fonction de l'évolution des prix des produits et de l'expérience accumulée dans le cadre du PDL phase 1 présenté précédemment, il sera nécessaire d'adapter le choix des spéculations pratiquées (riz, maïs, sorgho, canne à sucre, etc.) au contexte qui prévaudra lors de l'exécution du PDL phase 2. Il y a donc lieu de prévoir une étude évaluant la rentabilité (compte d'exploitation etc.) de chacune des spéculations pratiquées et formulant des recommandations pour une optimisation de la rentabilité des infrastructures. Une autre étude devra également analyser les méthodes d'irrigation du périmètre et formuler des recommandations afin d'en améliorer la gestion de l'eau.

Le PDL prévoit la prise en charge du coût d'une étude spécifique d'identification des filières agricoles à promouvoir. L'étude devra cibler des filières jugées porteuses et recommander un programme d'action pour le développement et le renforcement de ces filières. Suite aux recommandations qui seront formulés dans le cadre de cette étude, le PDL apportera son soutien à un ensemble d'actions complémentaires visant la promotion des filières ciblées en phase de production, post-récolte et commercialisation.

b) L'élevage :

b.1) L'abreuvement : Le PDL prévoit dans le secteur de marnage du réservoir principal et dans les secteurs d'aménagement spécifiques, plusieurs sous-secteurs où seront établis des aménagements à caractère pastoral (zones réservées, pistes balisées,) afin de permettre un abreuvement adéquat pour le cheptel résident.

- Les secteurs éloignés du réservoir et du fleuve accueilleront le cheptel à dominance pastorale des villages qui seront déplacés pour permettre la mise en eau du réservoir. Pour ces

secteurs, les efforts porteront principalement sur une amélioration de la pérennité des points d'abreuvement en eau (surcreusement des mares, forages/ puits pastoraux) pour satisfaire la demande additionnelle en eau d'abreuvement. Les différentes mares à surcreuser seront identifiées dans le cadre d'une étude spécifique.

- Au-delà du secteur éloigné, des aires se trouvant à plus de 30 km du réservoir et de la vallée du fleuve pourront faire l'objet d'interventions ponctuelles. Ces zones pourront jouer un rôle non négligeable dans l'accueil des animaux déplacés.

b.2) L'alimentation : Le PDL prévoit, dans le secteur de marnage du réservoir et dans les secteurs de marnage des aménagements spécifiques, plusieurs sous-secteurs où seront établis des aménagements à caractère pastoral afin de permettre un approvisionnement en fourrage adéquat pour le cheptel.

- Les secteurs périphériques du fleuve réservés pour les cultures pluviales (mil, sorgho) permettront également la paissance du cheptel résident à dominance agropastorale en saison sèche. Pour ces secteurs, les efforts porteront sur l'utilisation de la force animale (culture attelée, charrettes,) pour les opérations culturales du sol et le transport des produits agricoles.

- Les secteurs éloignés feront l'objet d'interventions visant principalement la récupération des terres dégradées (stabilisation des versants, et de koris, aménagement de demi-lunes, établissement des cordons pierreux). La régénérescence de pâturages naturels par les semis d'essences herbacées et la plantation d'essences arbustives ou arborées bien adaptées à ces zones et très appréciées par les animaux.

Ainsi de nombreuses zones de sols nus qui se retrouvent dans le secteur éloignés du réservoir seront traitées par des mesures antiérosives appropriées et remises en production avec des espèces adaptées choisies d'un commun accord avec les éleveurs de la zone. Le PDL 2 viendra en donc en appui pour la sensibilisation des éleveurs afin d'assurer une utilisation optimale des ressources disponibles.

b.3) Facteurs de productions et structure de gestions : Le PDL prévoit des mesures d'intensification de l'élevage et d'accessibilité aux facteurs de production pour les éleveurs. Le PDL appuiera l'acquisition d'intrants zootechnique, tout particulièrement des aliments de Bétail.

Le PDL appuiera l'embouche ovine et bovine, de même que l'introduction d'une nouvelle race de vache laitières plus productives (ex l'Azawak). Le petit élevage (poule, pintade, canard, etc) et la transformation des produits laitiers (beurre, fromage, yaourt etc.) pourront également faire l'objet d'appui de la part du PDL.

Le PDL aidera à la mise en place d'un bac (traversier) qui reliera la rive gauche à la rive droite et qui permettra la traversée des animaux là où les pistes de transhumance actuelles sont importantes et le justifieraient.

Le PDL appuiera la création ou le renforcement de groupements villageois. Leur existence offre l'avantage de développer la vie associative et de servir de base pour la création de groupements/coopératives de production.

Le PDL prévoit pour une période de cinq ans un appui destiné à certaines organisations professionnelles particulièrement important pour l'encadrement des éleveurs par l'octroi d'un fond mensuel permettant la prise en charge de certains frais de fonctionnement ou autres frais liés à leurs activités.

c) La Pêche :

c.1) Suivi de la ressource halieutique : Le PDL prévoit la mise en place de programmes de suivi de la ressource halieutique et des outils de gestion de la pêche, tels : un comité de gestion, la réactualisation des textes de gestion de la pêche.

Le PDL appuiera la pisciculture ou pêche amplifiée dans les mares par l'ensemencement d'espèces ichthyennes productives et très en demande. Au préalable, des actions de surcreusement de certains mares existantes seront requises afin d'améliorer leur pérennité.

Afin de conforter les efforts d'appui de la filière pêche, le PDL prendra en charge le coût d'une étude spécifique de la zone. L'étude devra cibler des actions de promotion de la filière et recommander un programme d'action pour le renforcement de celle-ci. Suite aux recommandations qui seront formulées dans le cadre de cette étude, le PDL appuiera un ensemble d'actions complémentaires visant la promotion de la filière pêche en phase production, transformation et commercialisation.

c.2) Facteur de production et renforcement des capacités : Avec la présence du réservoir principal et des différents plans des secteurs d'aménagement spécifiques, la ressource halieutique connaîtra à long terme une augmentation de productivité qui se répercutera ultimement sur le nombre de captures de poissons. Toutefois, pour ce faire, de nouvelles techniques et de nouveaux équipements plus performants seront requis afin d'obtenir une intensification de la pêche au sein du réservoir principal et des différents plans d'eau du secteur d'aménagement spécifique. Des appuis substantiels pour l'approvisionnement en intrants/équipement (pirogues renforcées, filets, etc..) de pêches seront requis. Des aides seront accordées par le PDL par le biais d'un programme de crédit aux pêcheurs qui désirent augmenter leur niveau d'activités de pêche.

Des mesures spécifiques en termes de renforcement de capacités et d'encadrement technique des organisations professionnelles de pêcheurs seront requises pour l'amélioration des techniques de pêche, de conservation, de transformation et de commercialisation des produits de la pêche.

Le PDL prévoira un niveau d'effort important en termes de renforcement des capacités des pêcheurs par de la formation sur les nouvelles techniques de pêche, des voyages d'échanges auprès de groupements de pêcheurs installés sur des réservoirs ou aménagements similaires, la conservation/conditionnement/transformation des produits de la pêche, et la commercialisation. Un renforcement de capacités des structures d'encadrement (recyclage des agents) sera également requis.

La croissance du secteur de la pêche constituera une opportunité pour améliorer la gestion. La mise sur pied d'un mécanisme d'octroi de permis de pêche constituera un élément de gestion essentiel pour garantir l'accès prioritaire des populations déplacées aux ressources halieutiques disponibles.

Le PDL phase 2 prévoit, pour une période de cinq ans, un appui à certaines organisations professionnelles particulièrement importantes pour l'encadrement des pêcheurs par l'octroi d'un fonds mensuel permettant la prise en charge de certains frais de fonctionnement ou autres frais liés à leurs activités.

IV - RÉDUCTION DE LA PROLIFÉRATION DE LA JACINTHE D'EAU

Le plan de gestion de la jacinthe d'eau (*Eichhorhria crassipes*) vise à atténuer les impacts de l'envahissement du fleuve par cette espèce. Suite à la mise en eau du réservoir, il pourra y avoir envahissement progressif par la jacinthe d'eau et par suite, une réduction possible de la quantité de jacinthe d'eau dévalant le fleuve. Mais en phase d'exploitation, les impacts associés à la présence de la jacinthe d'eau sont les coûts engendrés par son traitement, la réduction de la capacité d'emmagasinement du réservoir, l'augmentation des risques pour la santé, la modification de l'écosystème et la création d'habitats pour certaines espèces. Le plan de gestion vise à atténuer les impacts négatifs et à bonifier les impacts positifs liés à la présence de jacinthe d'eau durant les différentes phases.

L'expérience acquise montre qu'il est impossible d'éliminer la jacinthe d'eau d'un milieu où elle s'est implantée en raison de sa capacité de reproduction, son adaptabilité, ses besoins nutritifs et surtout sa résistance (FAO, 2003). Plusieurs années de recherches ont cependant permis de trouver de nouvelles façons d'en contrôler l'expansion. Des projets pilotes ont montré que la jacinthe d'eau peut être utilisée comme fertilisant, comme nourriture pour les animaux, pour produire du biogaz, du papier et même des matériaux de construction (CRDI,2000).

Le Niger a surtout besoin d'information sur la prolifération de la jacinthe d'eau, ainsi que des connaissances et des compétences permettant de la maîtriser. De plus, une action concertée entre les pays riverains est nécessaire pour tenter de résoudre ou du moins de contenir le problème. Le Mali a déjà amorcé un programme de lutte qui devrait faciliter son contrôle dans le réservoir de Kandadji

Les trois techniques de lutte les plus utilisés sont : la lutte physique (manuelle ou mécanique), la lutte chimique et la lutte biologique.

1°) La lutte physique

D'après la FAO (1997), la lutte physique peut revêtir trois formes :

La lutte manuelle implique une main d'œuvre abondante disponible dans la zone du programme. L'association départementale des pêcheurs de Tillabéri a déjà de l'expérience dans l'éradication manuelle de la jacinthe d'eau. Cette lutte se fait généralement dans les endroits peu profonds où on extirpe la plante avec ses racines ;

- La lutte mécanique consiste en l'extraction et la trituration. Cette mesure est employée pour réduire l'infestation lorsque celle-ci a pris des proportions difficiles à contrôler ;

- La manipulation de l'habitat consiste à faire baisser le niveau d'eau, Lors de la baisse de niveau du réservoir, les plantes en rives se dessèchent et doivent être brûlées par la suite. Il faut au moins 21 jours sans pluie pour que les plantes meurent (Centre de recherche et de Développement International, CRDI, 2000). Le feu permet de détruire les semences qui pourraient, dans les bonnes conditions, permettre à la plante de réapparaître.

Dans le cas d'une infestation moyenne, un récolteur mécanique peut « moissonner » les jacinthes et empêcher la recolonisation rapide. Un appareil de ce genre peut coûter entre 60 000 et 200 000 \$ US. On peut récolter environ 1ha/jour ce qui peut représenter des coûts d'environ 2000 \$/jour de récolte sur une base d'environ 60 à 90 jours/an. Les plantes ainsi ramassées peuvent être acheminées vers un centre de compostage ou de biogaz. L'ONG nigérien EIP privilégie le ramassage à l'aide d'un grappin. Chaque grappin coûte moins de 10 000 FCFA (= 20 \$ US)

2) Lutte Chimique

Trois herbicides sont utilisés pour la lutte contre la jacinthe d'eau. La sélection de ses herbicides est fonction des ressources disponibles et des conditions de chaque site. Cette lutte est dispendieuse et nécessite des utilisateurs expérimentés. Une évaluation environnementale est également requise pour surveiller les résidus d'herbicides et leurs impacts sur les organismes aquatiques (poissons, benthos, et planctons). Les effets les plus importants sont l'altération des concentrations en gaz dissous et du pH, l'augmentation de la qualité de nutriments dans l'eau et les mutations possibles sur les organismes (Martinez-Jimenez, 1997).

Dans le cas d'une infestation sévère, les trois phytocides les plus utilisés sont le 2,4 D (2,4- dichlorophenoxy), le Diquat (6,7- dihydrodipyridol (1,2 a : 2,1-c) pyrazinediumion) et le Glyphosate (sel d'Isopropilamine N- phosphonometyl glycine). Pour utiliser ces produits, le personnel doit être formé et qualifié dans l'application de produits choisis, l'application doit se faire en conformité avec la réglementation en vigueur au Niger du point de vue législatif.

L'utilisation de phytocides est généralement moins dispendieuse que le contrôle mécanique sauf que l'utilisation de produits chimiques ne doit pas être considérée à long terme lorsque les populations humaines utilisent cette eau pour boire. L'utilisation de phytocides peut être nocive pour l'écosystème et la santé humaine.

3) Lutte biologique

Divers organismes ont été utilisés pour la lutte contre la jacinthe d'eau : la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), le lamantin (*Trichechus senegalensis*), la tortue (*Kachugatectum tentoria*) et l'escargot (*Marisa cornuariettes*). On a également utilisé des insectes tels que les lépidoptères *Acigona infusella*, *Belloura densa* et *sameodes albiguttalis*, l'orthoptère (*Orthogalumna terebrantis*), l'héleoptère (*Ecrcritotartus catarinensis*) et les coleoptères *Neochetina eichhorniae* et *neochetina brutchi*. Les champignons phytopathogènes *Cercospora rodmanii* et *cercospora piaropi* ont également fait l'objet de recherches. La lutte biologique a contribué à la maîtrise de la jacinthe d'eau dans plusieurs pays du monde et à

permis de réduire l'infestation jusqu'à 70% (Côte d'Ivoire, Benin etc.) (Martinez-Jimenez, 1997).

La lutte biologique est recommandée dans le cas d'une infestation moyenne à faible. On doit tout d'abord évaluer l'impact pouvant résulter de l'utilisation d'une espèce par rapport à une autre. Les moyens biologiques incluent souvent des arthropodes et des pathogènes. Une fois établi, l'insecte choisi demeure sur place pour de nombreuses années. Les coûts à long terme sont moindres par rapport aux autres moyens et, généralement, les impacts sont plus faibles. Les insectes ayant donné les meilleurs résultats sont l'hétéroptère *Eccritotarsus catarinensis* et les coléoptères *Neochetima eichohornia* et *Neochetima bruchi*. Dans certaines conditions l'utilisation d'insectes (*Neochetima sp*) a été efficace malgré qu'ils soient vulnérables aux maladies et que le développement des populations soit relativement lent comparativement au rythme de multiplication de la plante.

4) Composante du plan de gestion

Un plan intégré de contrôle, tenant compte de la spécificité de l'invasion, est l'approche à privilégier pour le réservoir de Kandadji.

Etant donné la capacité de reproduction et de dispersion de la jacinthe d'eau, il est conseillé d'utiliser de manière adéquate deux techniques de lutte dont le choix dépend du niveau de l'infestation, des facilités d'intervention, de la disponibilité des personnes ainsi que la disponibilité de la technologie de lutte. La réussite d'un plan de gestion dépend de la surveillance de son efficacité et des actions à entreprendre lors des premières recolonisations. En raison des impacts éventuels pour l'environnement, l'utilisation d'herbicides ou d'espèces exotiques n'est pas conseillée. La récolte physique doit être initiée avant même le début de la mise en eau.

Il serait illusoire de penser que la jacinthe d'eau puisse être éliminée du futur réservoir de Kandadji. Ainsi, le contrôle devra continuer pour toute la durée de vie du réservoir. L'objectif est de réduire le niveau d'infestation au minimum et de maintenir ce niveau ; les coûts seront élevés tant au plan économique qu'au plan environnemental.

Pour qu'on puisse contenir la prolifération à un niveau acceptable, l'idéal serait que la lutte contre les plantes aquatiques débute tôt dans le réservoir et se traduise par l'application de mesures de prévention qui rendraient les conditions moins favorables à l'accroissement de la jacinthe en faisant varier le niveau d'eau (gestion dynamique des retenues d'eau). Ce type de gestion est cependant difficile à réaliser car ces mesures doivent être appliquées avant que la phase multiplication de la plante ne débute ; de plus, l'ouvrage de retenue n'est pas prévu pour ce type d'opération. La mesure la plus apte à contrôler la jacinthe reste l'assèchement des rives où la plante a pris racine et le brûlage des plants.

La période cycle de croissance de la jacinthe d'eau doit être connue pour bien gérer la jacinthe. La FAO (2003), qui a observé qu'il y a réduction de la biomasse de la jacinthe au moment de la floraison, en conclut que la période de floraison serait le meilleur moment pour l'application du contrôle de niveau de la retenue.

V – REVEGETALISATION ET TECHNIQUE DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION HYDRIQUE

Les différentes techniques proposées visent à assurer dans un premier temps un niveau de disponibilité acceptable en ressources forestières et dans une seconde étape à couvrir les rôles écologiques et divers services, notamment l'érosion hydrique. Les techniques proposées seront mises en œuvre sur les plateaux et leurs talus (en renforcement des interventions mécaniques comme les banquettes et les demi-lunes qui seront installées dans les parties dénudées des plateaux et les zones de talus à pente douce), et sur les terrasses hautes du fleuves ou les zones de dépôts éoliens anciens et récents (sous forme de fixation de dunes, de plantations en sec, de semis direct des ligneux et des activités de réactivation de processus biologique dans les parties complètement dénudées). Toutes ces techniques, dont le traitement des Koris ralentit l'envasement du réservoir.

Les techniques mécaniques de lutte contre l'érosion hydrique ont pour fonction de réduire la puissance des eaux de ruissellement, d'augmenter les degrés d'infiltration, de réduire les pertes en terre et d'aménager les mares.

1) Les actions mécaniques ou techniques de Conservation et Restauration des Sols (CRS)

La réalisation de ces actions mécaniques nécessitera un important travail de préparation. Ce travail préliminaire consiste d'abord à situer et répartir l'ensemble des travaux puis à calculer la densité des ouvrages (seuils, banquettes) à réaliser, compte tenu de la topographie et de la nature des sols. et réaliser le projet d'exécution à partir des valeurs de la pente et de la configuration du terrain.

a) Travaux de banquettes : Les banquettes constituent des ouvrages linéaires qui seront réalisés sans terrassement par simple mise en place de murets de pierres sèches. Ce muret sera ancré de 15 à 20 cm dans le sol. Il aura une soixantaine de centimètre à la base et une cinquantaine en hauteur ; l'écartement estimé entre les banquettes sera d'un mètre en dénivelée. Toutefois, au sommet de glacis où les apports d'eau plus importants, il peut être ramené à 50 cm en dénivelée. On prévoit la réalisation d'au moins 100 ha de banquettes par an et par canton, pour un coût estimatif de 150 000 à 200 000 FCFA/ha.

b) Phases de travaux : Les opérations de piquetage seront menées par une équipe de professionnels. Les banquettes seront implantées conformément au projet d'exécution suivant les courbes de niveaux. Puis vient la collecte des pierres : elle englobe le ramassage de blocs de pierre après fractionnement à la masse ou à la barre à mine, la mise en tas, le chargement. Cet ensemble d'opérations nécessite une main d'œuvre importante et le problème de cette dernière peut se poser pendant la saison de pluie. La mise en place de murets achève cette opération

c) Réduction du pouvoir érosif de l'eau et atténuation de l'envasement du réservoir; certains aménagements sont possibles. Parmi eux, on rencontre les ***travaux de traitement des Koris*** (*Koris, goulbis, sont des mots locaux qui signifie des cours d'eau temporaires*)

- La construction des seuils en enrochement simple : Ces seuils devront être réalisés à partir du point le plus amont des koris sur le versant. L'espacement sera fonction de la pente ;

néanmoins, on devra chercher à ramener le profil en long à une pente de 1%. Le volume d'enrochement ira en s'accroissant avec la taille du kori, donc avec la pente. On pourra retenir une valeur de 5 à 10 m³ par seuil. Sur un kori moyen, on prévoit la réalisation de 80 seuils en enrochement à raison de 50 000 FCFA/seuil ;

- La construction de seuils en gabions sera réalisée dans la plaine ou la zone d'épandage et là où les koris sont plus gros. On prévoit la réalisation au moins de 3 seuils gabionnés par kori. Ces gabions semelles de 3 m auront une hauteur de 1,50 m. Pour un Kori de 10 m de longueur, il faudrait alors 250 m³ de gabions.

L'objectif est de traiter 5 koris par an, ce qui correspond à 400 seuils par enrochement et 15 en gabions, pour un total annuel d'environ 218 500 \$ (environ 109 250 000 FCFA).

d) *Un traitement biologique des koris est également envisagé.* Avec les plans produits en pépinières et mini-pépinière, des plantations de protection des berges des koris peuvent être réalisées pour appuyer les ouvrages physiques (seuil en gabion) réalisés. Suivant l'importance du lit du kori et son encaissement, il serait réalisé plusieurs rangées de plantation de part et d'autre, à une distance n'excédant pas 20m de la berge. Ces rangées peuvent être entrecoupées ou continues sur une longueur à déterminer. On utilisera les essences aussi bien buissonnantes que fixatrices du sol. C'est le cas de l'espèce *Salvadora alsamí*, *Leptadenia hastata*, *Commifora africana*, *Euphorbia alsamífera*, etc. Environ 100 km seront exécutés par canton annuellement pour un coût indicatif de 250 000 FCFA/km linéaire.

2) Présentation des actions mécaniques réalisables ou technique de Défense et Restauration de Sol (DRS)

Ce sont des techniques qui consistent à barrer la route aux eaux qui ruissellent. Ce phénomène résulte de deux facteurs qui sont l'absence de végétation et une complicité de la nature des sols. Ces actions seront menées dans le cadre du PDL afin de protéger les versant des bassins et terrasses. Il existe différentes formes qui aboutissent toutes aux mêmes résultats.

a) *Diguettes ou cordons de pierres* (document 4.13).

- Ces cordons de pierres sont des alignements de pierres établis de façon à ralentir l'écoulement sur les grandes surfaces relativement dénudés et sur les pentes faibles (< 12%). Ils favorisent l'étalement de l'eau, évitent la formation de rigoles, permettant ainsi l'infiltration et le dépôt de sédiments. L'effet des cordons est d'autant plus marqué que le déficit saisonnier est prononcé et que l'aménagement s'accompagne de pratiques culturales améliorées.

- Les pierres doivent être disposées perpendiculairement au sens de la plus forte pente. La topographie impose parfois de les placer autrement pour éviter, par exemple, que l'eau ralentie sur la pente principale du terrain ne s'engouffre dans le sens d'une autre pente. La densité des cordons est proportionnelle à la pente.

- Lors de la superposition de blocs, il faut s'assurer d'une stabilité suffisante en élargissant la base du cordon. Un rapport hauteur/base de ½ est conseillé. La hauteur dépasse rarement 40 cm. Pour éviter que les pierres ne bougent lorsque des animaux marchent sur le cordon, il faut les caler correctement lors de leur mise en place.



a) Diguettes anti érosives Burkina Faso, source *CILSS* -2005



b) Diguettes, source CARTO (Centre d'Animation Rurale Tabimong Ogaro) au Togo 1992

Document 4.13 – Les diguettes ou cordons de pierres

- Pour éviter que le ruissellement ne se concentre entre les pierres, il faut placer dans les interstices des pierres plus petites. Les extrémités des cordons de pierres devront se terminer par un petit épi bloquant l'écoulement de l'eau à l'extrémité du cordon et évitant son contournement. Les pierres peuvent également être arrangées en forme de demi-lune. Une consolidation biologique (graminées, herbacées, etc.) des cordons est également recommandée.

•

- Au cours des saisons, les cordons ont tendance à s'enfoncer dans le sol. En effet, l'eau accélère au moment précis où elle s'insinue entre les pierres, décapant la terre, ce qui provoque l'enfoncement. Il est donc important de bien répartir les grosses et les petites pierres afin de limiter le plus possible l'accélération de l'eau dans le sol.

b) *Les banquettes* ont pour but d'intercepter les eaux de ruissellement sur les versants afin de réduire l'érosion des sols. Elles contribuent à améliorer l'infiltration, accroître la couverture végétale et ainsi protéger le sol contre l'érosion (document 4.14)



Document 4.14 – Construction d'une diguette au Niger septembre 2008 source CILSS

Les banquettes peuvent donner de très bons résultats pour lutter contre l'érosion des sols. Toutefois, l'analyse des pentes et des types de sol doit être réalisée adéquatement afin de bien sélectionner les sites d'aménagement. Après travaux, les banquettes requièrent un entretien régulier et permanent. Elles sont à proscrire sur les terrains argileux (marnes, schistes) favorable aux glissements et sur les terrains très sableux fragiles susceptibles de dégradation, et sur les versants à forte pente (>35%). On doit aussi les exclure sur les sols caillouteux peu épais (à faible stock d'eau) et sur les sols argileux peu perméables (risque d'engorgement).

En zone humide, elles ne sont recommandables que sur les sols profonds à bonne réserve hydrique. Sur les terrains à pente allant de 12 à 25%, les banquettes de diversion peuvent être appliquées dans les secteurs à faible densité de population. Sur les pentes supérieures à 25%, il est préférable d'opter pour les gradins manuels.

En zone semi-aride, les banquettes d'infiltration sont conseillées, sauf sur les sols battants et pentus où on doit recourir à d'autres techniques de protection (micro-barrage semi perméable, bourrelet dissipateur de ruissellement, etc.).

c) *Les seuils* sont utilisés afin de réduire la vitesse du ruissellement à des taux non érosifs. Ils sont recommandés pour diminuer le ravinement ainsi que pour la correction torrentielle (document 4.15). Ce sont des ouvrages de petite envergure construits perpendiculairement au sens d'écoulement de l'eau dans les zones de fortes dénivelées. Ils peuvent être faits en gabions ou d'autre matériel.



Document 4.15 – Exemple de seuil sur l'axe Niamey Tillabéri

Le seuil en gabions peut s'installer sur des pentes faibles jusqu'à des conditions sub-verticales. La hauteur des ouvrages en gabions ne doit pas dépasser 3 m en partie centrale pour des raisons de stabilité et de coût. Les gabions sont inadaptés dans le cas de torrents soumis à des phénomènes de transport de solides très violent ou trop fréquent car ils nécessiteront un entretien fréquent. Dans certaines conditions, les gabions peuvent être renforcés par des contreforts installés en aval de l'ouvrage. Il est déconseillé d'utiliser les gabions si le pH de l'eau de ruissellement est inférieur à 5, car les mailles des gabions vont se corroder rapidement. Leur efficacité dépend avant tout de la qualité et de la taille des pierres.

La technique du seuil est simple maîtrisable par la main d'œuvre locale non qualifiée à condition qu'elle soit suivie par une personne compétente (ingénieur ou technicien) pendant toutes les étapes.

VI – ENSABLEMENT ET CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Le programme Kandadji est certes un remède aux problèmes que rencontre le Niger. Ce pays caractéristique du Sahel est sans doute dans l'attente de cet ouvrage depuis 1939, date de la localisation du site. Des problèmes qu'ont manifestés d'autre fleuve du monde en milieu aride nous interpellent sur les possibles nuisances que peuvent engendrer la construction d'un tel ouvrage en contexte spécifique sahélien. Les populations de la zone craignent l'inconnu

barrage, perçu comme destructeur des liens sociaux, culturel et cultuels. Sans oublier le problème d'ensablement du fleuve qui peut très vite combler le barrage, et empêcher les sédiments de rejoindre le delta au Nigeria. Bien que le risque sismique soit trop faible, la gestion de ce risque doit être débattue. Un PR et un PDL mal expliqués aux bénéficiaires, et une implication trop légère des chefs coutumiers (autorité traditionnelle) à la gestion du Programme ne peuvent que renforcer la passivité des bénéficiaires face au résultat final.

A - RISQUE D'ENVASEMENT ET D'ENSABLEMENT DU FUTUR BARRAGE

L'ensablement du fleuve Niger est depuis quelques années perçus comme la principale menace qui guette ce cours d'eau. Cet ensablement est dû d'une part à une sécheresse de plus en plus intense qui dénude le sol et d'autre part à un usage des bois comme combustible qui entraîne une déforestation. Il n'y a pas assez de végétations pour maintenir l'eau et favoriser son infiltration ; l'eau s'écoule directement en emportant avec lui le sable. Il y a donc un charriage de quantités énormes de sable qui se dépose dans le lit du fleuve, comme le montrent les photos satellites (IS3 et IS4 morphologie du fleuve, chapitre environnement). Le phénomène d'ensablement naturel est donc le fruit d'un processus d'érosion amont. Si déjà le problème d'ensablement est évoqué naturellement, on peut sans doute imaginer une aggravation rapide du phénomène avec l'installation du futur barrage.

1) Caractérisation du processus d'érosion

L'érosion du sol est fonction de l'agressivité du climat et de la susceptibilité du milieu, en particulier de la nature du sol, de la pente, de la couverture végétale et des pratiques culturales et anti-érosives. Ces variables ne sont pas indépendantes, mais peuvent jouer un rôle dominant totalement différent les unes des autres. Par exemple, on peut constater que le taux d'érosion et de perte en terre dépend étroitement de l'unité morpho-pédologique qui compose les versants. La dynamique des versants est liée aux changements climatiques (sécheresses, successives et prolongées) et aux exploitations irrationnelles des sols (défrichage, destruction du couvert végétal et surpâturage).

Le mécanisme de l'érosion hydrique peut être divisé en deux grandes phases : l'attaque du sol par les gouttes de pluies et les phénomènes dus à l'action du ruissellement. L'érosion en nappe due au ruissellement est la forme d'érosion la plus active et généralement constatée. Toutefois pour le cas du milieu sahélo-saharien on peut aussi remarquer les facteurs qui influencent sont l'érosion linéaire et la mobilisation éolienne. Les effets d'érosivités climatiques sont d'autant plus efficaces qu'en saison sèche les sols sont remaniés en surface par des multiples parcours du bétail et dénudés de toute végétation herbacée et enfin, que la reprise de la végétation qui est perturbée à la fois par la distribution aléatoire des pluies et la mobilisation éolienne.

2) Une étude sédimentaire qui en dit long et interpelle ?

Les processus d'érosion sont aussi observés au niveau des méandres des oueds (koris). Ils se caractérisent par une divagation du lit de l'oued, un sapement des berges et un creusement du fond du lit. On remarque aussi une érodibilité imputable à la dégradation du

couvert végétal qui se répercute en même temps qu'un accroissement du ruissellement associé aux effets d'encroûtement des sols qui régissent la diminution du taux d'infiltration. L'évolution du front de l'oued par ravinement tentaculaires entraîne un ensablement du bief aval.

Durant la période s'étendant de 1995 à 1999, entre Tillabéri et Niamey, les maxima de perte de terres avaient généralement lieu de Juin à Juillet avant la stabilisation induite par le développement de couverture herbacée. Des études ont estimé le taux d'ablation variant entre 3,9 à 7,6 t/ha/an.

Une étude similaire concernant l'érosion hydrique des sols et le transport de sédiment a été réalisée dans le nord du Burkina Faso (source des affluents du fleuve Niger) par Karambiri H en 2000. Le bassin expérimental d'une superficie de 1,4 ha était constitué de 64% de dépôt sableux et de 34% de glacis encroûtés dénudés.

Le mécanisme des transports des particules solides dans le fleuve se fait par roulement, glissement sur le lit ou par saltation. Les particules en suspension sont suspendues dans l'eau et peuvent se sédimer au contact du barrage. Ce sont souvent des limons en suspension qui fertilisent les périmètres irrigués au moment du retrait de crue.

B-DUALITE ENTRE LOI COUTUMIERE ET LOI MODERNE

1) En ce qui concerne la Pêche

Les règles traditionnelles qui régissent le contrôle et l'accès aux ressources halieutiques s'exercent à trois niveaux au Niger :

- Les détenteurs du foncier : la propriété foncière attribue au détenteur du foncier le droit de gestion et d'exploitation des ressources halieutiques qui existent dans le domaine privé. Ce droit est reconnu par l'article 2 de la loi n° 98-042 du 7/12/98 portant régime de la pêche au Niger. Ainsi, les ressources halieutiques sont soit directement exploitées, soit léguées à des pêcheurs moyennant une redevance ;
- Les détenteurs de l'eau (Dô) : les "Dô" ou maîtres de l'eau sont très influents au sein des communautés riveraines du fleuve "Niger". Ils incarnent la "force" et le "pouvoir" des esprits de l'eau selon la coutume. Ils n'exercent pas la pêche, mais leurs interventions (organisations des cérémonies rituelles, ouverture et fermeture de la pêche, etc.), font d'eux les acteurs de la vie socio-culturelle des populations riveraines ;
- Les "Sorkos" ou pêcheurs professionnels : Les Sorkos sont les acteurs de la pêche : en effets, Ils détiennent la maîtrise des techniques de pêche et la connaissance de la diversité biologique des écosystèmes aquatiques.

Au Niger, les "Sorkos" et les "Dô" ont toujours réglementé l'accès et l'exploitation des ressources halieutiques à travers des mesures de détermination des saisons de pêche, de limitation des prises en rapport avec la nature et la composition des captures, d'interdiction des engins et techniques de pêche prohibés et de sélection des zones réservées à la reproduction et à la croissance des espèces. Quels seront les pouvoirs de ces organisations traditionnelles en présence du barrage ? Vont-elles s'adapter à des écluses à poissons et autres changements dus à l'installation des barrages ?

2°) *En ce qui concerne l'agriculture :*

Tout repose sur les systèmes de gestion des terres en milieu rural

a) Systèmes Traditionnels : Historiquement, avant la période coloniale, il existait 5 modes principaux de transfert des propriétés foncières dont l'importance variait selon l'endroit :

- Echange / compensation ;
- Succession ;
- Donation ;
- Gage ;
- Prêt.

Depuis l'indépendance, on a introduit l'achat et la location qui demeurent toutefois assez limités en dehors des périmètres urbanisés et des zones avec des terres productives très riches.

Plusieurs facteurs peuvent maintenant déterminer l'accès à la propriété foncière : la dynamique interne des groupes sociaux (en particulier les relations entre eux), la durée d'occupation des terres, la zone écologique, les activités développées sur les terres, la période relative où l'on se trouve dans un cycle économique donné et la situation politique.

Traditionnellement, quand la pression démographique est assez faible, la pratique courante consiste à laisser le chef de famille exploiter aussi longtemps qu'il le souhaite les terres sous sa responsabilité. La propriété légale des terres revient au gouvernement mais le droit de leur utilisation est octroyé par les chefs coutumiers et autres autorités traditionnelles locales. Le droit d'usage du sol est normalement transmis du père à son fils aîné, mais souvent les terres sont réparties entre les enfants.

Ce système traditionnel constitue la base du système foncier dans la plupart des régions. De plus, il convient de rappeler que les terres possèdent une profonde signification religieuse et culturelle, en même temps qu'elles constituent la principale source de sécurité dans la plupart des sociétés.

Cependant, à mesure que les terres disponibles deviennent rares, l'utilisation des sols tend à devenir de plus en plus individualiste, et leur location ou leur vente se développe de plus en plus. Eventuellement, les terres sont achetées ou vendues comme n'importe quelle autre marchandise, avec la garantie légale de l'Etat qui établit les titres fonciers.

Dans certaines régions densément peuplées, un grand morcellement est de plus en plus répandu. On peut même penser que la diversification représente une certaine forme de gestion des risques⁷ même si l'efficacité des parcelles trop petites est forcément faible. Ce point de vue est conforté par la volonté des agriculteurs de consolider et de replanifier leurs actions une fois la sécurité alimentaire garantie.

Des preuves anecdotiques (à partir des interviews des agriculteurs) attestent de la volonté de location des terres, mais avec interdiction d'y construire des structures

⁷ Cela permet l'accès à toute une variété de types de sols différents pouvant convenir à plusieurs types de cultures, réduisant ainsi le risque associé aux échecs éventuels de la production.

permanentes qui, autrement, deviendraient automatiquement la propriété du propriétaire du terrain à la fin de la période de location. Cette pratique vise à décourager les disputes entre exploitants et propriétaires des terres.

Les possibilités d'un achat direct de terre existent purement sur la base de négociations individuelles. Ceci contribue de manière significative à la résolution des problèmes fonciers et à la promotion d'une coexistence pacifique, ainsi qu'à l'encouragement d'une cohésion sociale et économique entre les communautés. A la conclusion de toute négociation foncière, le chef est avisé afin d'en prendre bonne note.

La propriété foncière dans l'aire de l'étude repose principalement sur des bases individuelles à travers la famille. Les exploitants non propriétaires sont en général des immigrants alors que la propriété collective communale n'existe pratiquement pas.

b) Droits Traditionnels et Systèmes Coloniaux : L'introduction et, dans la plupart des cas, l'imposition des systèmes européens ont eu un impact indéniable sur les pratiques traditionnelles de gestion foncière et sur les droits et schémas fonciers. Ceci a été perçu de plusieurs manières, comme l'illustrent les exemples présentés ci-après.

b.1) *Social : Abolition de l'Esclavage :* La Proclamation de 1906⁸ selon laquelle l'esclavage était incompatible avec la loi française a eu un impact majeur sur le développement socio-économique du Niger et en particulier de sa région septentrionale. A ce moment-là, environ 84 % de la population était vassalisée ou était obligée, par la coutume, de donner une partie de sa production à la tribu ou aux chefs coutumiers.

Ceci a permis le défrichement de vastes étendues de brousses par les esclaves nouvellement émancipés pour y développer des cultures, ce qui a entraîné une extension massive des zones cultivées. Dans plusieurs cas, les terrains ainsi développés n'étaient pas librement disponibles et étaient occupés sur la base d'une entente sur le partage des récoltes.

Le changement a aussi entraîné la vente à grande échelle du bétail dans la mesure où il n'était plus possible au clan d'exiger un certain travail des bergers en échange de leur protection. Les femmes ont été également autorisées à élever les chèvres et les moutons pour leur propre compte.

b.2) *Législation post-indépendance :* Avec l'accroissement de la population et en réponse à la fragilité de l'environnement, l'administration coloniale a fixé une limite Nord pour les cultures par la Loi n° 61-05 (1961). A ce moment-là, on estimait que :

- Il était dangereux d'autoriser la culture des terres marginales, surtout sous une monoculture de mil ;
- Il y avait un risque à créer des villages entourés des anneaux concentriques de bandes cultivées vides de toute végétation, créant ainsi des zones mortes qui seraient difficiles à récupérer, même pour les pâturages.

⁸ Décret du gouvernement français (12/12/1905) proclamé dans une circulaire par le Gouverneur du Haut Sénégal et du Niger en Juin 1906.

Alors qu'il n'y avait dans la législation aucune intention délibérée de séparer les cultivateurs des pasteurs, c'est pratiquement le résultat auquel on est arrivé quand ces derniers ont été exclus des zones où les cultures n'étaient pas autorisées. Les paysans sédentaires ont profité de l'occasion pour étendre leurs activités à l'extérieur du village.

Ceci a contribué à aggraver les conflits, surtout dans la période Avril – Juillet où le pâturage naturel est de moindre importance.

3°) Code Rural et Systèmes Actuels

a) *Textes Réglementaires* : Au Niger, et comme précisé précédemment, l'accès et l'exploitation des ressources en terres sont régis par le droit coutumier et le droit moderne. Pour harmoniser les situations, les autorités avaient décidé de lancer en 1985, un long processus visant à doter le pays d'un nouveau Code Rural qui permet de passer du système oral au système écrit.

Les principes d'orientation du Code Rural adoptés par Ordonnance en 1993 prévoient :

- La création de Commissions Foncières au niveau des collectivités territoriales ; leur mission consistera notamment à évaluer les modes de mise en valeur des terres, à accorder les concessions, émettre des avis motivés aux parties en cas de conflit et à déterminer, le cas échéant, les indemnités à verser.
- L'élaboration des textes d'application. L'objectif est la sécurisation foncière des opérateurs ruraux, gage d'une rentabilisation soutenue des investissements dans le domaine du foncier et de la préservation de la paix sociale entre les différentes communautés nationales. Il est attendu une opérationnalité des commissions foncières, un impact probant de l'application du Code Rural relativement à la sécurisation foncière, la préservation de l'équilibre écologique et la paix sociale, l'établissement, pour ceux qui le souhaitent, des actes de propriété et de droit d'usage.

Actuellement, les Commissions Foncières de Gaya, Boboye, Say, Dosso, Miriah, Gouré, Maïné-Soroa, Tessaoua, Madaoua et Dogon Douchi sont mises en place. Les activités des commissions foncières peuvent être résumées ainsi qu'il suit :

- Sensibilisation des chefs coutumiers sur l'importance des procès verbaux de conciliation en cas de conflits ;
- Détermination du contenu de la mise en valeur des terres ;
- Eclairage et conseil des opérateurs ruraux sur le foncier ;
- Suivi des procédures d'élaboration des concessions rurales ;
- Inscription des titres de droit ;
- Recensement, délimitation et inscription des espaces pastoraux au dossier rural ;
- Contribution à la détermination des terroirs d'attache des pasteurs ;
- Promotion de l'écrit comme mode de preuve pour la constatation des droits sur les ressources naturelles.

L'élaboration du Code Rural fournit également l'occasion d'actualiser et d'harmoniser plusieurs textes existants qui régissent les activités du monde rural. Il s'agit principalement de la loi cadre sur la protection de l'environnement, du code forestier, du code de l'élevage, du régime des pêches et de la faune, du code de l'eau.

Mode d'acquisition des champs	Champs acquis		
	Nombre	%	Superficie en ha
Achetés	356	6,18	655,64
Défrichés	190	3,30	324,98
Prêtés	883	15,34	1 341,65
Hérités	3 983	69,20	8 538,49
Reçus en don	344	5,98	470,68
<i>TOTAL</i>	<i>5 756</i>	<i>100</i>	<i>11 331,44</i>

Document 4.16 -Nombre et superficie des champs par mode d'acquisition

b) *Modes d'Accès à la Terre* : L'accès à la terre se fait essentiellement par l'héritage mais de nouvelles formes se développent : le prêt et les transactions. Le capital foncier perd de plus en plus son caractère communautaire et sacré pour devenir individuel. Il rentre dans l'économie monétaire.

L'enquête menée auprès de 996 ménages de la zone d'influence du futur barrage permet de classer les modes d'acquisitions en fonction de leurs importances relatives de deux points de vue : le nombre de champs et la superficie concernée (Document 4.43).

Les modes d'acquisition peuvent être classés par ordre d'importance décroissante ainsi qu'il suit :

- champs hérités,
- champs prêtés,
- champs achetés,
- champs reçus en don,
- champs défrichés.

Selon l'enquête, 35,1 % des ménages sont disposés à prêter leurs champs en priorité à des parents puis à des amis et très rarement à d'autres personnes. Ce prêt se fait généralement sans contrepartie. En effet, 16,8 % des prêteurs reçoivent une contrepartie essentiellement en céréales (mil, riz, sorgho) ; la contrepartie monétaire est très peu réclamée.

La location des champs est encore plus rare que le prêt puisqu'elle n'est pratiquée que par 2,4 % des ménages.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le cycle hydrologique produit chaque année une certaine quantité d'eau. La part d'eau qui est produite pour la région ouest nigérienne traversée par le fleuve constitue l'offre naturelle. L'état des lieux révèle que cette offre est conditionnée à la fois par le climat et la géologie.

Le climat en général est aride. Non seulement les pluies de la saison hivernale sont irrégulières, mais aussi leur cumul annuel est faible par rapport à celui de l'évaporation. Il s'ensuit que les eaux de ruissellement produites localement sont faibles et temporaires. Le sous-sol n'est pas d'origine sédimentaire et ne favorise pas un important emmagasinement des eaux souterraines.

Toutefois, le fleuve Niger et ses affluents de la rive droite drainent les pluies produites en Guinée, en Côte d'Ivoire, au Mali, et au Burkina Faso. Qu'il s'agisse des eaux produites localement ou de celles venant de l'extérieur, il est remarqué une importante diminution due au climat. La grande variation entre la crue saisonnière et l'étiage est un indicateur d'un régime naturel propre aux cours d'eau non aménagés.

Ce travail s'inscrit dans le cadre des problématiques liées à l'étude des grands fleuves du globe et notamment celle des fleuves tropicaux. Dans un hydrosystème aussi complexe que celui du Fleuve Niger, il est nécessaire de distinguer le bassin amont ou la zone d'alimentation du bassin aval. Les eaux produites dans le haut bassin se retrouvent englouties dans le delta intérieur et après sa traversée du Sahara dans le Niger Moyen. La caractéristique principale du delta est que d'importantes pertes en eaux s'y produisent (de 30 à 45 % des entrées suivant l'hydraulicité de l'année). Le fleuve rejoint Niamey très aplati.

Dans tous les cas, le point de départ de toute étude sur l'hydrologie du fleuve est l'acquisition de données fiables de débits, de la lame d'eau écoulée, et des écrits nécessaires pour la réalisation d'ouvrages hydrauliques, des ponts et routes. Cette étude sur l'actualisation de l'hydrologie du bassin moyen du Niger se fonde essentiellement sur une base de données correspondant à un suivi journalier des débits et prélèvements de mesures météorologiques.

Une partie importante de cette étude est consacrée à l'hydrologie du Fleuve en république du Niger. Les caractéristiques physiques du milieu ont été évoquées, mais le plus important demeure la maîtrise des données climatiques en relation directe avec le déficit d'écoulement. Nous avons ainsi pris trois stations de mesures, à savoir Tillabéry pour la zone saharienne, Niamey pour le climat sahélien et Gaya pour le climat soudanien.

- L'étude climatologique a montré que les températures augmentent du sud vers le nord. Nous avons deux masses d'air au Niger l'Harmattan, vent sec venant du désert, et la mousson, vent marin venant du sud et qui apporte la pluie. La rencontre entre ces deux masses d'air donne le FIT au sol.
- L'étude hydrologique a montré une baisse des apports en eau du fleuve Niger depuis 30 ans. Cette étude a mis en évidence la variation temporelle en fonction des débits au cours de la crue et aussi des étiages.
- Les relations entre climat et précipitations ont montré une augmentation de l'ETP vers le

nord du Niger.

- La nature du sol, la lithologie du bassin sont des facteurs explicatifs des taux d'érosion observés sur le Niger.
- Pour remédier ce manque d'eau, les autorités nigériennes ont décidé de construire un barrage sur le site de Kandadji

La diminution drastique des apports du fleuve Niger depuis les années 70, dont l'évolution future n'est pas prévisible, a des effets de plus en plus dégradants sur l'écosystème fluvial, la pérennité de l'irrigation, la santé publique et l'alimentation en eau de la population, du bétail et de l'industrie. Comme la République du Niger ne dispose pas d'autres ressources en eau de surface suffisantes en dehors du fleuve Niger, la seule possibilité de remédier à cette situation consiste à construire le barrage de Kandadji, et à créer ainsi une retenue d'une capacité suffisante pour renforcer systématiquement les débits d'étiage au cours de la saison sèche et pour atténuer ce faisant la dégradation de l'environnement.

Un tel chantier ne se fait pas sans douleur, cela nécessite un coût, des populations à déplacer et à replacer dans des conditions voisines de celle qu'elles avaient connues auparavant voir meilleures, des sites archéologiques englouti par la mise en eau du réservoir. C'est pourquoi un PR comprenant un PDL a été mis en place en concertation avec les populations de la zone du projet.

Le PR prend en compte la réinstallation des populations dans des sites d'accueil et l'indemnisation et le dédommagement des personnes déplacées qui ont subi des pertes. Ce qu'on peut reprocher au PR, c'est de ne pas prendre en charge le déplacement des populations affectées. Un autre problème se pose pour estimer les dommages causés aux activités informelles (artisans, commerces,) qui ne sont pas déclarées (dont aucun document ne permet d'estimer les pertes subies). Les populations affectées peuvent alors s'inquiéter sérieusement d'un juste et équitable dédommagement promis par le programme. Lors du recensement de la population, d'autres tribus nomades et hameaux ont été découverts sur le terrain alors qu'ils ne sont pas identifiés sur la carte. Il a fallu identifier les populations et trouver des sites d'accueil adéquats en fonction de leurs liens sociaux.

Le PDL vient en aide au PAP et se fait en 2 phases distinctes mais d'égales importances et complémentaires. La phase 2 apporte des mesures correctives à la phase 1 tout en la renforçant. Le PDL se base sur la responsabilité des populations pour gérer les biens du projet ; pour ce faire, on organise les PAP en associations et l'accent est mis sur la formation et l'alphabétisation pour assurer la pérennité du programme.

Les bénéfices des améliorations écologiques, qui constituent l'objectif principal du projet de Kandadji, ne sont pas quantifiables en termes monétaires. C'est pourquoi le projet ne devrait pas être évalué uniquement selon des critères économiques et financiers.

Toutefois, même si les bénéfices quantifiables ne sont pas pris en considération, l'évaluation économique du projet, avec un Taux de Rentabilité Interne (économique) de 14,4%, remplit les exigences des instituts internationaux de financement. Un rapport Bénéfices/Coûts de 1,15 avec un taux d'actualisation de 12% souligne ce résultat positif.

Sous les mêmes conditions préalables, une évaluation conventionnelle en termes financiers perd de sa valeur, compte tenu de l'importance capitale du projet pour le développement économique du pays, d'autant plus que le Taux de Rentabilité Interne (financier) atteint 7,7%, ce qui est une valeur encore acceptable dans les circonstances données.

L'analyse montre que l'utilisation de l'énergie hydraulique constitue un élément capital pour l'économie du projet. Le développement économique du Niger et l'amélioration durable du niveau de vie de ses habitants seront voués à l'échec si une politique de gestion des ressources en eau n'est pas mise en œuvre. Si les changements climatiques survenus progressent, on peut s'attendre à ce que l'eau devienne une ressource de plus en plus rare, ce qui amènera une réduction du niveau de biodiversité et de productivité dans la vallée du fleuve Niger telle que beaucoup d'activités actuellement exercées ne seront plus pérennes. Ceci inclut l'approvisionnement en eau potable de Niamey et des autres centres urbains. Un barrage sur le Niger représente le seul moyen possible pour pouvoir assurer cette disponibilité en eau et remédier ainsi à la situation actuelle et future.

Le projet Kandadji est considéré comme un investissement primordial en infrastructure dans le cadre d'une stratégie destinée à assurer que les ressources hydriques d'importance critique pour le soutien des communautés humaines et de la productivité de la vallée du fleuve Niger soient disponibles à long terme.

*Perspectives

Etat d'avancement actuel et prévisionnel :

Le 24 Mai 2011, le président de la République nouvellement élu, son excellence Mahamadou Issoufou a inauguré le lancement de la construction du barrage de Kandadji. Quatre décennies après l'idée initiale du projet, le barrage de Kandadji, au Niger, semble enfin sur la bonne voie. La première étape pour cet immense chantier, l'investissement pour la construction du barrage et pour la mise en valeur du Niger, a bénéficié fin 2007 d'une table ronde des bailleurs de fonds, qui se sont entendus à Djeddah en Arabie Saoudite, sur un besoin de financement de 236 millions de dollars. Depuis, ces derniers ont peu à peu traduit leurs engagements en actes : 30 millions de dollars de prêts accordés par la Banque Islamique de Développement, 62 millions prêtés par la BAD, 10 millions par la Banque arabe pour le développement économique en Afrique, 20 millions par le fond saoudien de développement et 7,5 par la Banque d'investissement et de développement de la CEDEAO, soit près de 130 millions qui auront permis la pose de la première pierre du barrage en Août 2008. Ainsi ont commencé les travaux qui mèneront à la création de 45 000 hectares de terres irrigables destinées à la production vivrière. Mais il manque encore environ 550 millions pour mener le projet à son terme, dont plus de 400 millions pour la réalisation des stations hydroélectriques. Le gouvernement nigérien a annoncé sa volonté de s'associer à la mise en œuvre de cette seconde partie du Projet.

Le 22 septembre 2010, a été signé le contrat des travaux de réalisation du barrage de Kandadji, remporté par l'entreprise russe Zarubezhvodstrov. Le montant du contrat s'élève à environ 200.000.000 de dollars. Cette firme russe a été fondée en 1963 et a construit une cinquantaine d'ouvrages hydrauliques à travers le monde.

Au Niger des voix se lèvent à contre de ce projet ; pour répondre aux inquiétudes des uns et des autres, M. Almoustapha Garba, haut-commissaire à l'aménagement de la vallée du Niger a été invité à la télévision nationale pour fournir d'avantage d'explications qui ont été suivies d'un débat sur le thème. (Entretien consultable sur le site internet : HCAVN.Org.)

La première inquiétude est le manque d'information et de communication depuis la réunion des bailleurs de fonds à Djeddah. D'après le haut-commissaire, les partenaires du Niger, pour la réalisation d'un tel projet s'élèvent au nombre de 9. Il a expliqué par ailleurs que le processus d'administration et de d'instruction est lourd. Entre le processus, la signature et la mise en œuvre, il y a tout un travail préparatoire à effectuer pour sécuriser les fonds promis.

Ensuite le deuxième sujet d'inquiétude est relatif à la cote retenue pour le barrage de Kandadji. Il est à rappeler que le site du barrage de Kandadji a été identifié en 1939, cet emplacement idéal est dû d'une part à la présence de la colline Ourouba, et d'autre part à sa localisation à l'entrée de la république du Niger. Cette faveur de la nature n'est pas négligeable puisqu'elle peut servir à compléter l'axe du barrage, mais aussi à contrôler les débits en aval. Le projet du barrage est né en 1970 et à l'époque l'ambition était grande. La retenue prévue devait retenir un seuil de 14 milliards de m³ d'eau permettant d'alimenter l'Afrique de l'Ouest en électricité. Mais s'était sans compter sur le fait que le Niger est un fleuve partagé entre plusieurs pays, et sur la situation économique défavorable du pays. Aujourd'hui la cote retenue (niveau d'altitude) est de 228m pour 1.6 milliards de m³ d'eau. Pour le Haut-Commissaire, une telle cote est le fruit d'un consensus entre les Etats riverains dans le processus de vision partagé entrant dans le cadre de la GIRE (Gestion Intégrée des ressources en Eau). Le sommet des chefs d'Etat de l'ABN présent à Niamey a permis de valider une telle cote. Cette dernière permet de gérer l'environnement, de sécuriser la ressource et de garantir la production de l'hydroélectricité. Les objectifs de mobilisation d'eau, de la régularisation et de la garantie d'approvisionnement en eau, sont garantis avec une telle cote. Elle ne met pas en cause la réalisation de 45000 ha de périmètre irrigués identifiés à l'horizon 2034 sur un potentiel irrigable de 122000 ha. Depuis la pose de la première pierre en Août 2008, seuls 300 ha ont été aménagés au mois de mai 2010. Un rythme lent pour la population qui attend beaucoup de ce projet, tellement les promesses liées sont grandes. Un rythme normal pour le HCAVN pour qui le calendrier est respecté dans l'ensemble, vu la masse de travail à effectuer.

D'autre part, le volet hydroélectrique nécessite des fonds qui ne sont pas encore disponibles même si le gouvernement nigérien donne des fermes engagements d'entreprendre des consultations avec les partenaires afin de garantir le financement. La cote retenue permet l'obtention de 120 mégawatts de puissance qui produisent 629 giga watt heure/an. A titre

indicatif, la ville de Niamey nécessite environ 80 méga watt heure par an en période de forte demandes Pour un pays comme le Niger, dépendant en électricité vis-à-vis de son voisin du Nigéria, une telle production électrique paraît insuffisante parce que Niamey n'est pas la seule grande ville au Niger.

D'après le HCAVN par la voix du Haut-commissaire en comptant le démarrage des travaux, si les accords de financement sont signés, et que les choix des prestataires sont effectués le premier kilo- watt heure du barrage verra le jour dans 5 ans à partir de Mai 2010.

La population du Niger a plus que doublé en moins d'un quart de siècle et les projections réalisées par l'ONU indiquent qu'elle doublera à nouveau d'ici 2015 pour atteindre 18 millions de personnes.

L'essentiel de la population (75%) nigérienne est concentrée le long du fleuve Niger et de ses affluents, créant une pression démographique importante sur un environnement agropastoral fragile. Dans un tel contexte, la demande en eau et en énergie pour satisfaire les besoins des populations doit suivre. Ainsi on peut commencer à se poser la question : Ce projet de barrage est-il suffisant pour satisfaire les besoins des populations ? N'est-il pas possible de chercher d'autres pistes complémentaires pour améliorer les conditions difficiles des populations nigériennes ?

Comment atténuer la sédimentation ?

Il ne fait aucun doute que l'envasement sera la principale menace de la capacité de remplissage de la retenue. Pour remédier à cet inconvénient on peut utiliser la technique du soutirage, définie comme étant la méthode pratique consistant à évacuer les sédiments par des pertuis (vannes) de fond dans le but de réduire substantiellement l'accumulation des apports solides. L'efficacité d'utilisation de cette technique doit dépendre particulièrement des conditions qui président à son exploitation : importance des apports en sédiments, évolution dans le temps du processus des dépôts de sédiments et condition de conception et état de marche des systèmes de marche. Cependant l'efficacité du dévasement semble évidente pour certains barrages et insuffisante pour certains, et si ce sera le cas à Kandadji ? Il ressort de cette réflexion que la connaissance de l'évolution du profil de dépôts des sédiments dans la retenue, dans laquelle la technique de purge est pratiquée, est indispensable.

Durant les premiers temps de l'exploitation de la retenue, les sédiments se déposent en général sur toute la surface de la retenue. Dans ces conditions, la pratique de la technique de soutirage est peu efficace, et il y aura des sédiments évacués avec une quantité importante d'eau à cause de la hauteur des seuils des vannes de purge par rapport au niveau du fond de la retenue. Même si les pertuis sont ouverts au moment opportun, une faible quantité de vase sera évacuée, laissant un volume important de particules se décanter. Les chasses de courtes durées effectuées à la fin de la crue permettent de réduire le volume d'eau évacué mais ne résolvent pas le problème.

En effet, dès que l'accumulation de la vase atteint le seuil des vannes, la couche turbide se trouve au-dessus et son soutirage devient plus facile. En conséquence, une quantité

importante de sédiments sera évacuée. Le nombre de chasses dépend du volume des apports solides. Il se situe à environ une quinzaine annuellement. L'accélération de l'envasement sera réduite par rapport aux premières années de l'exploitation.

Le contrôle de l'état d'envasement de la retenue revêt une importance capitale. Il conviendra, pour obtenir des résultats plus sûrs, soit d'utiliser un écho-sondeur pour déterminer la profondeur des dépôts des sédiments, soit d'installer des détecteurs à des hauteurs différentes dans le bassin devant le pertuis de purge. Par ailleurs, il est aussi nécessaire de mettre en vigueur un programme de conservation des sols pour retarder la sédimentation des cuvettes.

Annexe 1

Impacts positifs et négatifs sur le milieu environnemental en phase de construction (Préparation)

Source de l'impact	Composante	Impact	Importance avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Construction et aménagement des sites d'accueil	Qualité de l'air et du milieu sonore	Dégradation de la qualité de l'air et du milieu sonore	Mineure	Mineure
Construction et aménagement des sites d'accueil	Sols et géomorphologie	Modification des propriétés physique et chimique des sols.	Mineure	Négligeable
		Erosion des sols.	Mineure	Indéterminée
		Contamination des sols	Indéterminée	Négligeable
Construction et aménagement des sites d'accueil	Qualité de l'eau	Risques de déversement et de contamination dans le fleuve et les eaux de surface.	Mineure	Négligeable
		Risques de contamination des eaux souterraines	Mineure	Négligeable
Construction et aménagement des sites d'accueil	Végétation	Destruction de la végétation lors de la mise en place des infrastructures et des aménagements	Mineur	Mineure
Construction et aménagement des sites d'accueil ; déplacement et réinstallation des populations	Mammifères et oiseaux	Destruction des habitats pour la faune	Moyenne	Mineure
		Risque de braconnage par la main d'œuvre	Indéterminée	Indéterminée
Construction et aménagement des sites d'accueil ; déplacement et réinstallation des populations	Autres espèces	Destruction des habitats pour les autres espèces	Moyenne	Mineure
		Risque de braconnage par la main d'œuvre	Indéterminée	Indéterminée

Annexe 2

Impacts positifs et négatifs sur le milieu en phase de construction (Préparation)

Source de l'impact	Composante	Impact	Importance avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Déplacement et réinstallation des populations	Démographie	Mouvements involontaires des populations	Majeure	Moyenne
		Densification des villages des zones d'accueil	Mineure positive	Mineure à négligeable
		Migration opportuniste	Mineure	Mineure à négligeable
Déplacement et réinstallation des populations	Qualité de vie	Processus d'éviction et de réinstallation inappropriés et inadéquats	Majeure	Moyenne
		Sites d'accueil non adaptés pour accueillir de nouvelles populations	Mineure	Négligeable
		Perturbation pour les populations déplacées	Moyenne	Mineure
		Perturbation pour les populations d'accueil	Mineure	Négligeable
		Amélioration de la qualité de vie sur les sites d'accueil	Moyenne positive	Moyenne positive
Déplacement et réinstallation des populations	Niveau de vie Et emploi	Perte temporaire de revenus pour les populations déplacées.	Mineure	Négligeable
Expropriation et indemnisation		Pertes de bien privés	moyenne	Mineure à négligeable
		Pertes des biens capitaux communautaires		
		Création d'opportunités d'emploi et d'affaires	Moyenne positive	Majeure positive
		Développement de nouvelles habilités	Moyenne positive	Moyenne positive
		Exclusion des personnes vulnérable dans l'accès aux bénéfices du programme.	Moyenne	Mineure
Construction et aménagement des sites d'accueil ;		Sécurisation foncière	Majeure positive	Majeure positive
	Inflation des prix des biens et services	Mineure	Négligeable	

Annexe 3 :

Impacts positifs et négatifs sur le milieu humain en phase de construction (Préparation)

Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Expropriation et indemnisation ; déplacement et réinstallation	Santé	Traumatisme psycho-social (sentiment de perte d'appartenance ou d'insécurité)	Moyenne	Mineure
Déplacement et réinstallation : construction et aménagement des sites d'accueil		Augmentation de l'incidence du VIH/sida, des IST et de la tuberculose	Moyenne	Moyenne à mineure
Expropriation et indemnisation ; déplacement et réinstallation		Risques de pénurie alimentaire et d'aggravation de la malnutrition	Moyenne	Négligeable
Construction et aménagement des sites d'accueil	Sécurité	Accidents lors de la construction et de l'aménagement des sites d'accueil	Mineure	Négligeable
Déplacement et réinstallation		Accidents routiers et fluviaux lors du déplacement des populations et de leurs biens	Mineure	Négligeable
Expropriation et indemnisation ; construction et aménagement des sites d'accueil	Agriculture et élevage	Pertes de terres productives (agricoles et pâturages)	Mineure	Négligeable
		Augmentation des conflits entre agriculteurs et éleveurs	Mineure	Négligeable
Déplacement et réinstallation	Pêche et navigation	Perturbation des activités de pêche et pertes potentielles de revenus	Mineure	Négligeable

Annexe 4 :

Impacts positifs et négatifs sur le milieu biophysique en phase de construction (préconstruction et construction)

Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Construction et réfection des voies d'accès ; installation du chantier, déboisement	Hydrologie	Modification du régime hydrologique	Mineure	Négligeable
Construction du pont sur le Niger		Risque d'érosion et d'affouillement lors de la construction du pont sur le Niger	Mineure	Négligeable
Construction des batardeaux et des dérivations provisoires : construction de l'ouvrage		Risques d'inondation et d'affouillement dus aux fortes vitesses d'écoulement suite à la mise en place des batardeaux et des dérivations provisoires	Mineure à moyenne	Négligeable
Mise en eau du réservoir		Risque d'érosion du parement amont du barrage lors de la mise en eau	Mineure	Négligeable
Installation et présence du chantier	Régime sédimentaire	Accélération du processus de sédimentation fluviale suite aux travaux de construction	Mineure	Mineure à négligeable
Construction des voies d'accès				
Construction de batardeaux				
Dérivation provisoire				
Mise en eau du réservoir				
Ensemble des activités de construction	Qualité de l'eau	Risques de déversement et de contamination dans le fleuve associés à l'ensemble des activités de construction	Moyenne	Mineure
Mise en eau du réservoir		Risque de contamination des eaux souterraines	Moyenne	Négligeable
Déboisement et ensemble des travaux de construction		Remise en suspension des particules et augmentation de la turbidité des eaux du fleuve	Moyenne Moyenne	Mineure Mineure
Présence de main- d'œuvre		Contamination microbiologique du fleuve	Mineure	Négligeable
Mise en eau du réservoir		Diminution de la concentration en oxygène dissous	Indéterminée	Indéterminée

Annexe 5

Impacts positifs et négatifs sur le milieu biophysique en phase de construction (préconstruction et construction)

Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Ensemble des travaux de construction	Poissons	Rejet de matériaux fins, limons et argiles	Négligeable	Négligeable
Dérivations provisoires ; construction des batardeaux		Entrave à la migration des poissons	Mineure	Mineure
Ensemble des travaux de construction		Mortalité de poissons en raison du dynamitage	Mineure	Négligeable
Déboisement		Perte moins importante de diversité suite au déboisement	Mineure positive	Mineure Positive
Mise en eau du réservoir		Perturbation de l'écologie des poissons suite à la mise en eau du réservoir	Indéterminée	Indéterminée
Ensemble des travaux de construction		Déversement accidentel de matières polluantes	Indéterminée	Indéterminée
Ensemble des travaux de construction		Modification des caractéristiques physico-chimiques de l'eau affectant les poissons	Majeure	Majeure
Mise en eau du réservoir	Autres espèces	Perturbation des habitats et des espèces des milieux aquatiques	Moyenne	Moyenne
		Perturbation des habitats et des espèces des milieux terrestres	Majeure	Majeure
		Augmentation de la biomasse de zooplancton et modification des communautés	Mineure	Négligeable
		Modification des communautés de benthos	Moyenne	Mineure
Présence de main d'œuvre		Risque de braconnage	Indéterminée	Indéterminée

Annexe 6

Impacts positifs et négatifs sur le milieu biophysique en phase de construction (préconstruction et construction)

Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Mise en eau du réservoir	Agriculture et élevage	Entrave à l'atteinte des objectifs gouvernementaux d'intégration de l'agriculture et de l'élevage	Mineure	Mineure à négligeable
Présence de main-d'œuvre		Possibilité d pour les agriculteurs et les éleveurs de faire des affaires grâce au besoin d'approvisionnement en biens du programme	Moyenne positive	Majeure positive
Mise en eau du réservoir		Difficulté de traversée du fleuve accrue pour les transhumants	Moyenne	Moyenne
Mise en eau du réservoir		Augmentation des conflits entre les activités agricoles et pastorales	Mineure	Mineure
Mise en eau du réservoir		Risque d'éclosion des foyers de maladies animales suites au déplacement des animaux domestiques	Mineure	Mineure à négligeable
Mise en eau du réservoir		Augmentation des actes de délinquances et de banditisme tels les vols d'animaux	Mineure	Mineure à négligeable
Activité de construction et de mise en eau du réservoir		Augmentation des collisions avec le bétail	Mineure	Mineure à négligeable
Présence main d'œuvre	Pêche et navigation	Approvisionnement de la main d'œuvre favorisant l'écoulement des produits de la pêche	Mineure positive	Mineure positive
Dérivations provisoires, construction des batardeaux et des ouvrages		Passage des pirogues entravé par les travaux de construction	Mineure	Négligeable
Déboisement		Réduction de l'effet néfaste de la jacinthe d'eau sur la pêche	Moyenne positive	Moyenne positive
Présence de main d'œuvre		Dispersion de l'effet néfaste de la jacinthe d'eau sur la pêche	Mineure	Mineure

Annexe 7

Impacts positifs et négatifs sur le milieu biophysique en phase d'exploitation

Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Présence du réservoir et de la centrale	Environnement global	Changements climatiques locaux	Indéterminée	Indéterminée
		Emission de gaz à effet de serre	Moyenne positive	Moyenne positive
Présence du réservoir et fluctuation du niveau d'eau ; présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur des crues	Sol et géomorphologie	Modification des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone de marnage due au batillage	Mineure	négligeable
		Erosion et modification de la topographie des sols dans la zone de marnage dues au batillage	Mineure	Négligeable
		Modification des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone de marnage à cause de l'hydromorphie	Moyenne	Négligeable
		Salinisation des sols dans la zone de marnage	Mineure	Négligeable
Présence du réservoir et fluctuation du niveau d'eau ; présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur des crues ; présence des sites d'accueil ; développement économique		Augmentation des concentrations de fertilisants dans les sols suite à l'utilisation inadéquate de produits phytosanitaires	Mineure	Négligeable
		Contamination des sols et effet indirect sur la faune suite à l'utilisation inadéquate de produits phytosanitaires	Mineure	Mineure à négligeable
Présence du réservoir et fluctuation du niveau d'eau ; présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur des crues et de la vanne de fond	Hydrologie	Transformation du régime hydrologique d'un type lotique à lentique à l'amont du barrage	Majeure	Majeure
		Amélioration du régime d'étiage et écrêtement des crues naturelles	Majeure positive	Majeure positive
		Risque d'affouillement à la sortie du bassin de dissipation causé par les phénomènes de micro-turbulence	Mineure	Négligeable
		Risque de submersion et d'érosion du bief aval du barrage	Mineure	Négligeable

Annexe 8

Impacts positifs et négatifs sur le milieu biophysique en phase d'exploitation

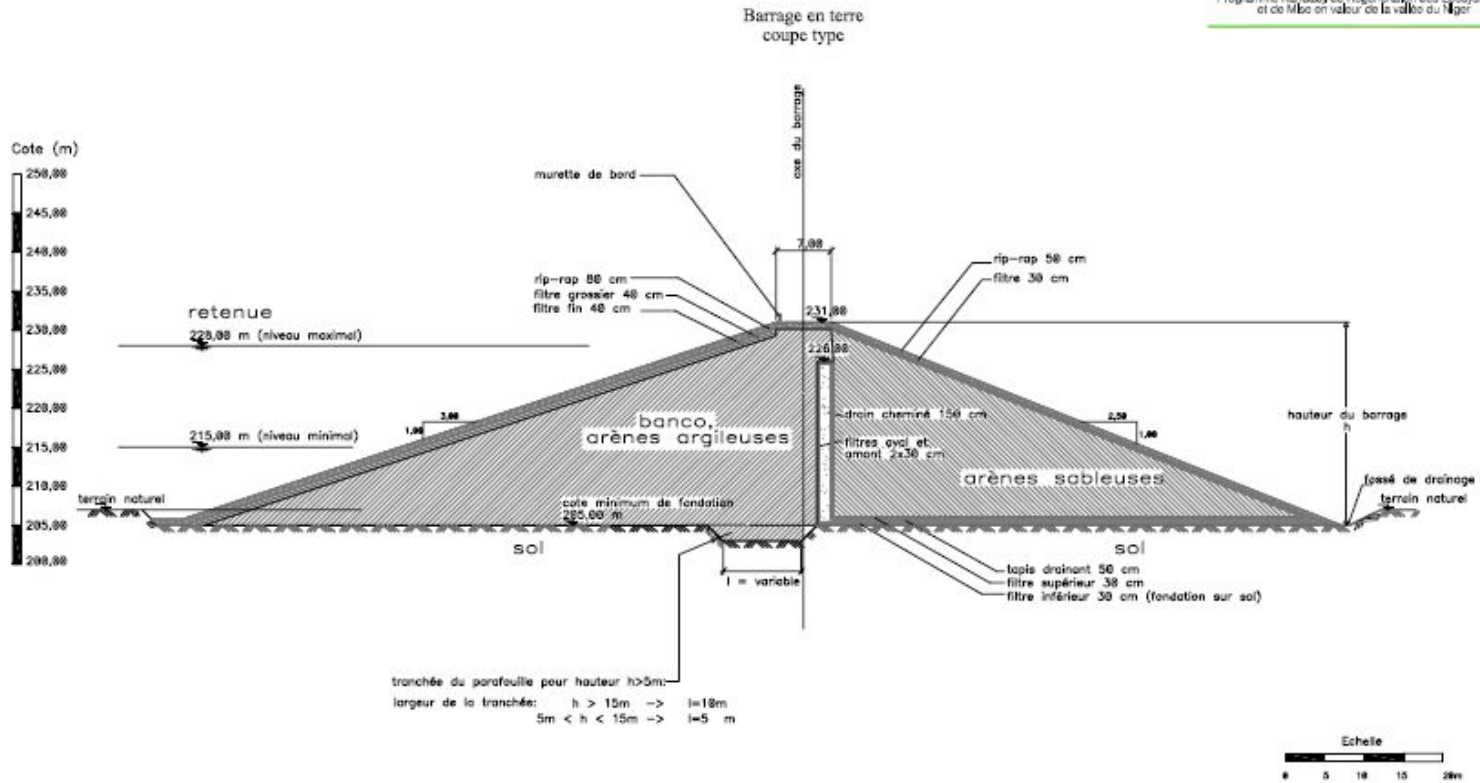
Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Présence du réservoir et fluctuation du niveau d'eau ; présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur des crues et de la vanne de fond	Régime sédimentaire	Accélération de l'envasement due au ralentissement des eaux à l'entrée du réservoir	Moyenne	Mineure
		Dépôt de sédiment sur la texture/structure des sols	Mineure positive	Mineure positive
		Réduction de la capacité effective du réservoir suite à l'accumulation des sédiments	Moyenne	Mineure
		Modification de la dynamique fluviale en aval du barrage	Indéterminée	Indéterminée
Présence du réservoir et fluctuation du niveau d'eau ; présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur des crues		Recharge constante des nappes alluviales à l'aval grâce à la régularisation des débits et une exploitation plus sécuritaire par les puits de surface	Mineure positive	Mineure positive
		Diminution des risques de contamination des ouvrages de captage en aval due au contrôle des crues	Mineure positive	Mineure positive
		Accroissement du taux de recharge des nappes souterraines dans l'environnement du réservoir	Mineure positive	Mineure positive
Présence du réservoir et fluctuation du niveau d'eau ; présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur des crues ; présence des sites d'accueil ; développement économique		Augmentation des concentrations de fertilisants dans les sols suite à l'utilisation inadéquate de produits phytosanitaires	Mineure	Négligeable
		Contamination des sols et effet indirect sur la faune suite à l'utilisation inadéquate de produits phytosanitaire	Mineure	Mineure à négligeable
Présence du réservoir	Qualité de l'eau	Libération du gaz carbonique, chute du pH et libération d'éléments nutritifs dans le réservoir	Indéterminée	Indéterminée
Présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur		Amélioration de la qualité de l'eau en aval durant l'étiage	Majeure positive	Majeure positive
		Risque d'écoulement d'huiles en provenance des équipements oléopneumatiques et des transformateurs	Indéterminée	Négligeable

Annexe 9

Impacts positifs et négatifs sur le milieu humain en phase d'exploitation

Source d'impact	composante	Impact	Importance Avant atténuation	Importance de l'impact résiduel
Présence du réservoir	Pêche et navigation	Augmentation des rendements de pêche dans le réservoir	Majeure positive	Majeure positive
Présence du réservoir et du barrage, présence de l'écluse à poissons		Réduction des rendements de pêche en aval du barrage	Moyenne	Mineure
Présence du réservoir et de l'écluse à poisson		Augmentation du nombre de segments de fleuve propices à la pêche en aval	Moyenne positive	Mineure positive
Présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur		Problème de sécurité des pirogues en aval suite aux lâchers d'eau	Moyenne	Mineure
Présence du barrage, de la centrale et de l'évacuateur ; utilisation du monte-charge à pirogues		Entrave à la libre circulation des unités de pêches malgré la présence du monte-charge à pirogues	Moyenne	Moyenne
Présence du réservoir		Problème de navigation des petites pirogues dans le réservoir en condition houleuse	Moyenne	Mineure
Présence de la route sur la crête du barrage		Meilleur écoulement des produits de la pêche	Mineure positive	Mineure positive
Présence du réservoir et du barrage	Autres activités économiques	Développement des secteurs secondaires et tertiaires grâce à l'accès permanent à l'eau	Majeure positive	Majeure positive
Développement économique		Diversification des activités économiques et des sources de revenus	Majeure positive	Majeure positive
Présence de la route sur la crête		Désenclavement et augmentation des échanges commerciaux	Majeure positive	Majeure positive
Production d'électricité		Développement économique lié à la production électrique et réduction de la dépendance énergétique	Majeure positive	Majeure positive

Annexe 10



Barrage Kandadji
Coupe type barrage en terre

Date: Juin 2006 Figure 2.5



Extrait de l'étude de faisabilité du barrage
de Kandadji (Lahmeyer et al., 2000)

LISTE DES ACRONYMES

ABN	Autorité du Bassin du Niger
AEPS	Adduction en Eau potable Simplifiée
ALG	Autorité du Liptako-Gourma
ANPIP	Agence Nigérienne pour la Promotion de l'Irrigation Privée
BAD	Banque Africaine de Développement
CI	Continental Intercalaire
CRS	Conservation et Restauration des Sols
CSI	Centre de Santé Infantile
CT	Continental Terminal
CMB	Commission Mondiale sur les Barrages
CNEDD	Commission Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
CUN	Communauté Urbaine de Niamey
DIN	Delta Intérieur du Niger
DFPP	Direction de la Faune, de la Pêche et de la Pisciculture
DRSP	Direction Régionale de La Santé Publique
DS	District Sanitaire
EIES	Etude d'Impact Environnemental et Social
FAO	Fonds Alimentaire Mondial
HCBK	Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji
HCAVN	Haut-Commissariat à l'Aménagement de la Vallée du Niger
IRD	Institut de Recherche et de Développement
IRSH	Institut de Recherche en Sciences Humaines
IST	Infection Sexuellement Transmissible
MDA	Ministère du Développement Agricole
MES	Matière En Suspension
MHE/LCD	Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification
MO	Matières Organiques
MRA	Ministère des ressources Animales
MSP/LCE	Ministère de la Santé Publique et de la Lutte Contre les Endémies
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONAHA	Office Nationale des Aménagements Hydroagricoles
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
PGES	Plan de Gestion Environnementale et Sociale
PDL	Plan de Développement Local
PEES	Politique d'Evaluation Environnementale et Sociale

PIB	Produit Intérieur Brut
PNLCP	Programme National de Lutte contre le Paludisme
PNEDD	Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RGP/H	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RN-1	Route Nationale 1
SEEN	Société d'Exploitation des Eaux du Niger
SPEN	Société du Patrimoine des Eaux du Niger
SRP	Stratégie de Réduction de la Pauvreté
TDS	Taux de Sels Dissous
UBT	Unité de Bétail Tropical
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des oiseaux

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux (sur l'Afrique, le Sahel, les fleuves tropicaux, le climat ...etc...)

Bethemont J. - *Les grands fleuves entre nature et société* - A. Colin, Paris, 1999.

Chorley R.J. (1969) - *Introduction to geographical hydrology* - Londres, Methuen.

Cosandey Cl. et Robinson M. (2000) - *Hydrologie continentale* - Armand Colin, Paris.

Delvert J. - *Cultures irriguées et cultures arrosées dans le monde tropical* - C.D.U.-S.D.E.S. - Paris 1977

Dezert b et Frecaut R - *L'économie des eaux continentales (Aménagement et environnement)* - S.E.D.E.S. - C.D.U., Paris 1978

F.A.O. - *Aménagement des bassins versants. Conservation des sols et des eaux* - 1986.

F.A.O. - *Annuaire statistique des pêches* (le plus récent)

F.A.O. - *L'influence de l'homme sur le cycle hydrologique* - 1974

F.A.O. - *L'eau en agriculture* - Bibliographie annotée - 1974

F.A.O. - *L'eau et l'environnement* - 1971.

F.A.O. - *Les besoins en eau des cultures* - 1976.

F.A.O. - *Méthodes d'analyse physique et chimique des sols et des eaux* - 1972.

F.A.O. - *Techniques de l'irrigation et gestion des eaux* - 1972

Frecaut R et Pagney P. (1983) - *Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial* - Masson, Paris.

Gauthier E. et Touchard L. (1999) - *Fleuves et lacs* - Armand Colin, Synthèses, Paris.

Giret A. (2007)- *Géographie de l'écoulement fluvial* - L'Harmattan, 354 p.

Giret A (2007) - *Hydrologie fluviale* - Ellipses, 260 p.

Gourou P. - *Riz et civilisation* - Fayard, Paris, 1984

Guilcher. A (1979) - *Précis d'hydrologie marine et continentale* - 2de édition, Masson, Paris .

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), 2005. *Eau et sécurité alimentaire*. Dossier de presse « *Les hydroaménagements permettent-ils d'améliorer la sécurité alimentaire et les situations nutritionnelles des populations ?* »

Lambert R. (1996) - *Géographie du cycle de l'eau* - PUM, Toulouse,

Lawrence Dingman S. (1993) - *Physical Hydrology* - MacMillan Publishing Company , New-York .

Loup J. (1974) - *Les eaux terrestres* - Masson, Paris.

Neuvzy G. - *L'homme et l'eau dans le domaine tropical* - Masson, Paris, 1991

Touchard L. (2003) - *Hydrologie : mers, fleuves et lacs* - Armand Colin, Campus, Paris

U.N.E.S.C.O. (1979) - *Débit de certains cours d'eau du monde* - Les presses de l'UNESCO - Paris

Vigneau J.P. (2000) - *Géoclimatologie* - Ellipse, Paris

Vigneau J.P. - *Climatologie* - Campus, A. Colin, Paris, 2005

Ouvrages et articles spécialisés

ABN, 2005 Processus de vision partagée pour l'élaboration du plan d'action pour le développement durable (PADD) dans le bassin du Niger. Rapport de synthèse régionale des études multisectorielles nationales (Rapport final) ; 93 p + annexes

ABN, 2002- Plan Quinquennal d'action (2003-2007). 21^{ème} Session du conseil des Ministres, 09-13 déc. 2002, Niamey, République du Niger ; 73 p.

ABN 2003 Projet Niger-HYCOS ; Document de projet provisoire, 36p, + Annexes

Abdoulaye H, 2003 - *Les lamantins du fleuve Niger : Conservation et culture, un double patrimoine ?* - Mimeo.11p.

Aboubacar, I., 1989. Rôle des combrétacées dans l'approvisionnement en bois de feu en Afrique Sahélienne et nord soudanienne : cas du Niger-INRAN/DRF, Niamey.65p

Amani A, Nguetora M., 2002. **Evidence d'une modification** du régime du fleuve Niger à Niamey. Procédings de la quatrième conférence Internationale FRIEND du PHI de l'UNESCO, cap town, IAHS Publ.n°274, pp.449-456.

Ardoin-Bardin S., 2004. Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. Thèse de doct.univ. Montpellier II.440 p.

Amogu Okechukwu (2009) : *La dégradation des espaces sahéliens et ses conséquences sur l'alluvionnement du Niger moyen*, thèse doct université Joseph Fourier Grenoble I

Anonyme, 2003. *La pêche au Niger : situation et actions envisageable en matière de réduction de la pauvreté dans la pêche au Niger*. PMEDP-FAO/DFID.

Bolozogola, Y., 2004. *Système de production et d'évaluation participative des préférences paysannes pour les variétés de mil*. Mémoire DESS CRESA, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey.89p

BRGM, 1987, *Actualisation de l'atlas des eaux souterraines du Niger*.

Brunet Moret Y, Chaperon P, Lamagat J.P, et Molinier M. (1986) : *Monographie hydrologique du fleuve Niger Cuvette lacustre et Niger Moyen* Tome II, Ministère des relations extérieures, secrétariat d'état à la coopération Paris France.

Colloque International Eau et Santé, 2000. *Impacts sanitaire et nutritionnel des hydro aménagements en Afrique. Les aménagements hydro-agricoles en questions. Comment concilier risques sanitaires et sécurité alimentaire.* Ouagadougou, Burkina Faso, 21-24 novembre.

Commission mondiale des barrages, 2000. *Barrages et développement : Un nouveau cadre pour la prise de décisions.* Tour d'horizon. Novembre

Daget, J., 1957. *Données récentes sur la biologie des poissons dans le delta central du Niger.* Hydrobiologia, 9 :321-47

Djariri, B., 2002. *Etude sur le bilan diagnostique de la commercialisation du mil et du sorgho au Niger.* Comité de concertation Initiative mil-sorgho, Ministère du Développement Rural.7 p.

FAO, 1998. *Lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et d'autres plantes aquatiques nuisibles.* TCP/MLI 66/13A (atelier Bamako, Mali, avril 1997) FAO Rome 1998

Gallair R., *Données sur le transport du Niger moyen Entre Kandadji et Niamey*, Grands bassins fluviaux, Paris, 22-24 novembre 1993

Gado, B., Maga, A., Idé O.A., Gaoh, I.I., Diori, M., Sindy, D., (1998) ; *Problèmes de protection du patrimoine archéologique dans le sud-ouest nigérien : Etude de cas du périmètre du permis de ETRUSCAN Ressources INC.* De Samira

Gado, B., Abdoulaye Maga, Oumarou Amadou Ide, (2001) : '*Pillage et protection du patrimoine archéologique au Niger*', dans '*Pillage des sites culturels et naturels au Niger*' UNESCO 2001, p.75-97.

Greigert, J., Pougnet, R., (1967) : *Essai de description des formations géologiques de la République du Niger.* B.R.G.M, Publication N° 3, Niger

Guerrier, P., 2004. *Evaluation des impacts sanitaires des microbarrages prévus dans le cadre du programme spécial du Président de la République du Niger.* Mission d'assistance technique. Rapport de mission. Association canadienne de santé publique, (ACSP/CPHA), Ottawa, Ontario.

Lahmeyer et al, 2000. *Etude de faisabilité du barrage de Kandadji, phase.II- Etude d'impact sur l'environnement, volume 4.*

Mahamane, L., 2005. *Détermination du degré d'aridité bioclimatique de sept localités du département de Tillabéri (sud-ouest du Niger) : Classement en zone bioclimatique.sécheresse* , vol.16, juin 2005, 22p.

Mahamane, L., 1999. - *Le bois-énergie au Niger : Connaissances actuelles et tendances. Collecte et analyse de données pour l'aménagement durable des forêts- joindre les efforts nationaux et internationaux.* Programme de partenariat CE-FAO

Mahé, G., 1993. Les écoulements fluviaux de la façade atlantique de l'Afrique. Etude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle. Analyse des situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes. Coll. Etudes et thèses. ORSTOM Paris, 348 p

Mahé G, *L'état des connaissances sur le fleuve Niger et le changement climatique, et les relations entre le fleuve Niger et les aménagements.* Salon International de l'Eau ; Bamako 2004 http://www.ifr-ilee.org/anim_sc/pdf_comdirection/mahe_niger.pdf

OLIVRY, J.C, 2002, Synthèse des connaissances hydrologiques et potentiel en ressources en eau du fleuve Niger. Banque mondiale-ABN ; 105 p. + annexes.

Oumarou A. et Boubacar R., (2001). *Bilan et analyse des aspects hydro-environnementaux, écologiques et socio-économiques du bassin du fleuve Niger au Niger.* Analyse diagnostique du bassin du fleuve Niger. Rapport final.112p.

Picouet Cecile (1999) : Géodynamique d'un système tropical peu anthropisé ; Le bassin supérieur du Niger et son delta intérieur, Thèse présentée à l'université de Montpellier II.

UICN, 2000. *Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes.* Ouvrage collectif publié par le groupe d'experts sur les plaines d'inondation sahéliennes (GEPIS). UICN-BRAO. 214 p.

SOFRELEC, (1980). Etude de factibilité du barrage de Kandadji

J. MARIE, P. MORAND, H.N'DJIM, *Avenir du fleuve Niger,* IRD (Institut de recherche pour le développement, Paris 2007.

J.P. RAISON et G. MAGRIN, *Des fleuves entre conflits et compromis.* Essai d'hydropolitique africaine, Khartala, Paris 2008.

B.NANTET , *histoire du Sahara et des sahariens,* Ibis Press , Paris , 2008.

D. T. NIANE, *Soundjata ou l'épopée mandingue,* presence africaine Paris 1960.

R. CAILLIE, Préface de J.BERQUE ? *Voyage à Tombouctou, la découverte,* 1966 (édition originale, imprimerie Royale, Paris, 1830).

A. KLOBB, O. MEYNIER, C. AHOUNOU : *A la recherche de Voulet : Sur les traces sanglante de la mission Afrique centrale (1889-1989) ,* Editions Cosmopole, Paris 2009.

D.ZIKA, *journal de route,* Editions Mille et une nuits, Paris , 2007.

M..HOUSSOUBA : *petites lumières de la boucle du Niger,* Atalante , Nantes , 2003.

P.A.UNIACK, B.GUIT, *Cheval du fleuve Niger,* Marionnettes Bozo et Bambara du Mali, Félix Torres, Paris, 2008

FIDH (2002), *Droit à l'eau potable au Niger. Enfant de Tibiri : Quand l'eau se transforme en poison. Privatisation de la distribution de l'eau : Un processus à surveiller, Rapport de la mission internationale d'enquête n° 341,* FIDH, Paris.

POYRY Environnement, (2007) Etude pour l'élaboration du schéma directeur de l'hydraulique urbaine au Niger, PÖRY Environnement, Niamey.

B.CARNAUX, M.MIETON et M.LAMOTTE : Le risque de pénurie en eau potable dans la ville de Niamey (Niger) , sécheresse, vol.10, 4, AUF et John Libbey et Eurotext, Paris. 1999

G.NICOLAS, Problème posé par l'introduction de techniques agricoles modernes au sein d'une société africaine, Faculté des lettres et sciences humaines Bordeaux. 1968.

Publications Officielles (NB - Les classer du plus récent au plus ancien et présenté comme suit))

République du Niger, (2008) *Projet de construction du second pont sur le fleuve Niger à Niamey, Etude d'impact environnemental et social*, volume I : Etat de référence p.74 -113

République du Niger (2006) : *Annuaire statistiques séries longues Ministère du plan direction de la statistique et de la démographie* - Niamey Niger.

République du Niger - *Étude des ressources en eau souterraines, Tecslut international limitée en collaboration avec Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2006,.

République du Niger - *Etude de la situation sanitaire, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2006,.

République du Niger - *Etude sur l'agriculture, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2006

République du Niger - *Etude sur le pastoralisme et la situation zoo-sanitaire, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2006

République du Niger *Etude des ressources culturelles, historiques et archéologiques, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2006

République du Niger - *Etude sur la faune et la jacinthe d'eau, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2005

République du Niger - *Etude sur la végétation, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2005

République du Niger - *Etude sur la pêche, Tecslut international limitée et Betas ingénierie* - Haut-Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger (HCAVN) 2005,

République du Niger. Etat des lieux et perspectives du secteur eau et assainissement, livre bleu, Secrétariat International de l'eau (SIE), Montréal

République du Niger - *Etude de faisabilité du barrage de Kandadji, actualisation des études climatologiques, hydrologiques, sédimentologiques* - Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HC/BK) 2004 : Volume I Phase I chapitre 3.

République du Niger - *Etude de faisabilité du barrage de Kandadji, diagnostic environnemental et social* - Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HC/BK) 2004: Phase I volume IV chapitre 2.

République du Niger - : *Etude de faisabilité, diagnostic environnemental et social* - Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HC/BK) 2004 - Phase I volume IV chapitre 04,.

République du Niger - *Etude de faisabilité, Actualisation des données socio-économiques* - Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HC/BK) 2004 : Phase I volume VII chapitre 3,

République du Niger - : *Analyse coût/avantage et justification du projet* - Haut-Commissariat au Barrage de Kandadji (HC/BK) 2004 Phase II volume V chapitre 3 et 4 .

République du Niger - *Stratégie de développement rural : Le secteur rural, principal moteur de la croissance économique* - Cabinet du premier ministre, 2003.. 63 p

République du Niger - *Recensement général de la population et de l'habitat* (RPG/H-2001). Bureau central du recensement

République du Niger (1999 a): *Schéma directeur de mise en valeur et de gestion des ressources en eau, le référentiel du secteur de l'eau et de l'assainissement au Niger* - MHE Niamey Niger.

République du Niger (1999 b) : *Cellules suivi évaluation, rapports semestriel (Juillet 1998-décembre 1998)* Programme grande irrigation Niamey – Niger.

République du Niger : *Synthèse des ressources en eaux du département de Tillabéri*. Projet PNUD/DCTD – NER 86 001- 1990.

Journal : Le Sahel Dimanche équivalent au JDD en France : Gestion des inondations dans la région de Niamey invité : Le gouverneur de la région de Niamey :

http://www.lesahel.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5308:colonel-soumana-djibo-gouverneur-de-niamey-un-travail-remarquable-est-entraîné-d'être-fait-dans-le-cadre-de-la-gestion-des-inondations-dans-la-region&catid=46:invite&Itemid=60

Une mousson peut en cacher un autre : Fiches d'actualité scientifique n° 164 novembre 2002

Le mil, aliment du futur au Sahel : Fiches d'actualités scientifiques n° 325 juillet 2009

Risque naturel et vulnérabilité : Inondation au Sahel : Concours de circonstances aggravantes Octobre 2007

www.ird.fr/fr/actualités/dossiers/eau/questions.htm

Bois-énergie au Niger : Connaissances actuelles et tendances : archives de document de la FAO produit par le département forêt.

<http://www.fao.org/docrep/004/x6798F/X6798F00.htm>

www.waternunc.com/fr/Ouaganov2000.htm

http://coddae.org/index.php?option=com_content&view=article&id=50:presentation-du-barrage-de-kandadji&catid=32:dossiers&Itemid=41

www.irenees.net/fr/fiches/acteurs/fiche-acteurs-55.html

A.Anyamba et CJ Tucker ,2005

<http://www.un.org/esa/sustdev/publications/trends2008/desertification.pdf>

<http://www.undp.org/annualreports/2005/francais/IAR05-French.pdf>

LISTE DES DOCUMENTS

PREMIERE PARTIE : CONCEPTS ET METHODES

- Document 1.1: Carte de la localisation du système de Kandadji
- Document 1.2: Projection du futur barrage de Kandadji sur Niger
- Document 1.3: Production hydro électrique prévue
- Document 1.4: Répartition du produit intérieur brute
- Document 1.5: Impact du projet sur le système Kandadji
- Document 1.6: Le bassin versant du fleuve Niger
- Document 1.7: Le bassin du Niger supérieur
- Document 1.8: Le Niger à Millo et Koulikoro
- Document 1.9 : Evolution des débits de la station de Koulikoro
- Document 1.10 : Le delta intérieur du Niger (DIN)
- Document 1.11 : Les modules du delta intérieur du Niger
- Document 1.12 : Analyse statistique des caractères hydrologiques du DIN
- Document 1.13 : Le parcours du Niger moyen et ses affluents de la rive droite P
- Document 1.14 : Les modules de trois stations du Niger inférieur
- Document 1.15 : Cumul pluviométrique 1981-2005
- Document 1.16 : Evolution des débits annuels de 1981 à 2008

DEUXIÈME PARTIE : LA PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE DU FLEUVE NIGER

- Document 2.1 : Carte de localisation des stations de mesures au Niger
- Document 2.2 : Carte agroclimatique climatologique du Niger
- Document 2.3 : Réseau d'observation climatographique
- Document 2.4 : Localisation géographiques de trois stations
- Document 2.5 : Circulation des vents en surface
- Document 2.6 : Vitesse moyenne interannuel des vents en km/h.
- Document 2.7 : Températures moyennes interannuelles
- Document 2.8 : Variations saisonnières de l'humidité relative du Niger moyen
- Document 2.9 : Variation saisonnières de l'évapotranspiration du Niger moyen ...
- Document 2.10 : Moyenne interannuelles des totaux mensuels des pluies
- Document 2.11 : Variation pluviométrique de janvier à mars
- Document 2.12 : Courbes d'illustration des pluies entre Avril et Juin
- Document 2.13 : Variation des pluies de Juillet à Septembre
- Document 2.14 : Courbes pluviométrique trimestre 4
- Document 2.15 : Précipitation du premier et deuxième trimestre.
- Document 2.16 : Variation interannuelle de la pluie moyenne annuelle
- Document 2.17 : Variation saisonnière de l'évapotranspiration du Niger moyen ..

Document 2.18 : Diagrammes ombrothermiques aux trois stations choisies

Document 2.19: Esquisse géologique de l'ouest de la République du Niger

Document 2.20 : Situation géologique du site du barrage de Kandadji

Document 2.21 : Série géologique

Document 2.22 : Esquisse pédologique du bassin du Niger

Document 2.23 : Paysage du bassin du Niger Document 2.24 : Récapitulatif des caractéristiques des nappes du CT

Document 2.25 : Cartes des systèmes aquifères du centre ouest du Niger

Document 2.26 : Situation géographique du SAO

Document 2.27 : Carte piézométrique du continental terminal

Document 2.28 : Carte piézométrique du continental intercalaire

Document 2.29 : Image du Satellites Landsat ETM

Document 2.30 : Caractéristiques des périodes hydrologiques

Document 2.31 : Données concernant la qualité de l'eau du fleuve à Tillabéry

Document 2.32 : Qualité de l'eau du fleuve Niger à Niamey juin 2004

Document 2.33 : Qualité de l'eau du fleuve Niger en Août 2004

Document 2.34 : Qualité de l'eau du fleuve Niger à Niamey décembre 2004

Document 2.35 : Quelques résultats sédimentométrique 2005/2006

Document 2.36 : Granulométrie moyenne répartie selon la profondeur

Document 2.37 : Charges solides en suspensions à Kandadji

Document 2.38 : Volume de dépôts accumulés (10^6 m^3)

Document 2.39 : Courbe des débits moyens mensuels de Niamey

Document 2.40 : Débits du Niger à Niamey années humides exceptionnelles

Document 2.41 : Evolution de la crue 2010.

Document 2.42 : images des terres agricoles inondées

Document 2.43: Carte de risque d'inondation de la ville de Niamey

Document 2.44 : Valeurs instantanées les plus basses

Document 2.45 : Statistiques annuelles des écoulements les plus bas

Document 2.46 : Pluviosité moyenne inter annuelle de diverses périodes

Document 2.47 : Isohyète annuel en (mm) 1968-1990

Document 2.48 : Variation des débits moyens annuel à Kandadji

Document 2.49 : Affluents de la rive droite au Niger

Document 2.50 : Détails hydrologiques du système fluvial régional

Document 2.51 : Bassin versant du Gorouol

Document 2.52 : Evolution de la population du Niger de 1977 à 2001

Document 2.53 : Taux d'accroissement naturel dans la région

Document 2.54 : Indicateurs de développement social au Niger et dans la région

Document 2.55 : Extension de Niamey au troisième tiers du XXe siècle

Document 2.56 : Schéma directeur d'urbanisme

Document 2.57 : Données des volumes d'eau traité à Goudel
Document 2.58 : Apports moyen du fleuve Niger et ses affluents
Document 2.59 : Récapitulatif des différents besoins en eau en 2000
Document 2.60 : Statistiques de la faune au Parc national du W
Document 2.61 : Groupement de végétaux dans le parc du W

TROISIEME PARTIE : LA QUESTION DES IMPACTS

Document 3.1 : Grille de détermination de l'importance des impacts
Document 3.2 : Impacts possibles pendant la phase de préparation
Document 3.3 : Impact possibles pendant la phase de construction
Document 3.4 : Impact possibles phases d'exploitation
Document 3.5 : Régions priorisées sur le parcours du fleuve
Document 3.6 : Epis de millet (espèce le plus cultivé)
Document 3.7 : Sorgho grain bicolore
Document 3.8 : Superficie de champs par zone et type de mil cultivé
Document 3.9 : Apport en fumure
Document 3.10 : Evolution comparée de la culture du mil et du sorgho
Document 3.11 : Evolution du bilan céréalier du Niger, 1980-1990
Document 3.12 :- Superficie de mil
Document 3.13: Rendement moyen du mil Kg/ha de 2000 à 2004
Document 3.14: Rendement du Sorgho.
Document 3.15 : Rendements et production du Niébé.
Document 3.16 : Production d'arachide
Document 3.17 : Périmètres irrigués type AHA réalisé par l'Etat nigérien
Document 3.18 : Comparaison des superficies emblavées.
Document 3.19 : Terres irrigables dans la vallée du Niger.
Document 3.20 : Rendement des cultures dans le projet AHA.
Document 3.21 : Cultures irriguées : Petites irrigation (ha).
Document 3.22 : Évolutions comparées de la production nationale.
Document 3.23 : exemple de Technique des « acadja ».
Document 3.24 : Cycle hydrologique du fleuve.
Document 3.25 : Pêcheur qui confectionne son filet..
Document 3.26 : Evolution des maladies hydriques transmissibles.
Document 3.27 : Incidence comparée du paludisme.
Document 3.28 : Répartition des cas de paludisme selon les tranches d'âges.
Document 3.29: Taux de mortalité du paludisme.
Document 3.30: Taux d'incidence de la bilharziose pour 100 000.
Document 3.31 : Répartition de cas cumulés de la bilharziose.
Document 3.32 : Incidence comparée du choléra à Tillabéri, Dosso et Niamey.
Document 3.33 : Evolution de la proportion des maladies diarrhéiques.

Document 3.34 : Incidence comparée (pour 1000) de diarrhée.
Document 3.35 - Evolution de la Dracunculose de 2000 à 2004.
Document 3.36 : La jacinthe d'eau.
Document 3.37 : Impacts potentiels de l'infestation de la jacinthe d'eau.
Document 3.38 : Barrage de Kandadji, coût d'investissement (prix financier).
Document 3.39 : Transformation des coûts d'investissement.
Document 3.40 : Coûts opérationnels et d'entretien et vie économiques.
Document 3.41 : Composition du personnel et salaires moyens.
Document 3.42 : Récapitulatif des coûts récurrents.
Document 3.43 : Coûts d'irrigation.
Document 3.44 : Agriculture, revenus par ha.
Document 3.45 : Pertes de la production dans la zone inondée.
Document 3.46 : Développement " sans " et " avec " projet.
Document 3.47 : Secteur de la pêche, bénéfices annuels totaux avec projet.
Document 3.48 : Dépenses évitées pour des mesures de sécurisation.
Document 3.49 : Bilan alimentaire.
Document 3.50 : Création d'emploi par le projet.
Document 3.51 : Supplément d'intrant nécessité par le projet.
Document 3.52 : Analyse comparative du développement.
Document 3.53 : Taux de change et taux d'inflation.
Document 3.54 : Taux interne de rentabilité par option p.
Document 3.55 : Résultats de l'analyse financière.
Document 3.56 : Résultats de l'analyse économique.
Document 3.57 : Analyse de sensibilité, valeurs financières.
Document 3.58 : Analyse de sensibilité, valeurs économiques.
Document 3.59 : Les besoins durant la saison sèche.
Document 3.60 : Débit minima pour satisfaire l'écosystème.

QUATRIEME PARTIE : GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

Document 4.1 : Pertes de bien privé par type de bien.
Document 4.2 : Pertes de biens capitaux par types de bien.
Document 4.3 : Quelques images du patrimoine culturel.
Document 4.4 : Nombre de ménage affecté par village et par tribu.
Document 4.5 : Principaux établissements humains de la zone d'étude détaillée
Document 4.6 : Formes d'indemnisations possibles.
Document 4.7 : Terres potentiellement récupérables pour.
Document 4.8 : Zones périphériques considérées pour compenser.

- Document 4.9 : Terres potentiellement disponible pour offrir.
- Document 4.10 : Zone d'accueil potentiel.
- Document 4.11 : Potentiel d'aménagement de la zone amont du barrage.
- Document 4.12 : Potentiel d'aménagement de la zone aval du barrage.
- Document 4.13 Les diguettes ou cordons de pierres.
- Document 4.14 : Construction d'une diguette au Niger.
- Document 4.15 : Exemple de seuil sur l'axe Niamey Tillabéri.
- Document 4.16 : Nombre et superficie des champs par mode d'acquisition.

TABLES DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	p.1
RESUMÉ	p.2
SOMMAIRE.....	p.4
INTRODUCTION.....	p.5
PREMIERE PARTIE : CONCEPTS ET METHODES.....	p.12
I - CONCEPT DE L’HYDROLOGIE SAHELIENNE	p.13
A : PRESENTATION DU PROJET : KANDADJI	p.15
1) Sa justification	p.15
a) historique du dossier Kandadji	p.15
b) Description sommaire du projet revue et corrigée	p.17
b.1) Conception du barrage	p.17
b. 2) Conception de la centrale hydroélectrique	p.19
b.3) Aménagements hydro-agricoles	p.20
2) Situation actuelle dans la zone du projet	p.20
3) La construction du barrage aura des impacts :	p.22
a) Impact sur le paysage	p.23
b) Impact sur l’hydrologie	p.23
c) Impact sur les eaux souterraines	p.24
d) Impact sur la santé	p.24
e) Impact sur la production halieutique	p.24
f) Impact sur les conflits liés à la gestion des ressources	P.24
g) Impact socio-économique	P.25
h) Impact sur la qualité de l’air	p.25
i) Impact sur le patrimoine ornithologique	p.25
j) Impact sur le patrimoine culturel et cultuel	p.25
B - L’HYDROLOGIE COMPLEXE DU NIGER	p.26
1)- Le « haut Niger » ou « Niger supérieur »	p.27
a) Le climat du bassin	p.27
b) Le Niger supérieur	p.28
c) L’évolution des modules de Koulikoro, Douna et Diré	p.30
2)- Le delta intérieur.....	p.32
3)- Le Niger moyen	p.33
4)- Le Niger inférieur	p.34

5)- Les effets de la nature du sol	p.34
II - LA METHODE DE TRAVAIL	p.35
A - CONTRÔLE ET CRITIQUE DES DONNÉES.	p.36
1°) Les institutions de gestion des eaux au Niger (Cadre institutionnel)	p.36
a) Le service hydrologique.	p.36
b) Le service des Inventaires des Ressources Hydrauliques (IRH)	p.37
c) Le service d'hydrogéologie :	p.37
2) Les institutions régionales dans les domaines de l'eau.	p.37
a) L'Autorité du Bassin du Fleuve Niger (A.B.N.),.....	p.38
b) L'Autorité du Liptako Gourma (ALG), ,	p.38
c) La Commission mixte Nigéro-Nigériane de Coopération (CMNNC)	p.38
d) Le centre régional AGRHYMET	p.38
B - OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	p.39
a) L'hydrologie du fleuve Niger	p.39
b) Les résultats de la rencontre.....	p.39
c) La justification de l'étude et les difficultés rencontrées	p.39

DEUXIÈME PARTIE : LA PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE DU FLEUVE NIGER

I - DES DONNÉES CLIMATIQUES INCONTOURNABLES	p.42
A - UN CLIMAT TROPICAL NUANCÉ, À DEUX SAISONS	p.42
B - LE VENT JOUE UN RÔLE TRÈS IMPORTANT	p.43
C - LE RÔLE DES TEMPÉRATURES	p.45
1°) Répartition des températures journalières extrêmes	p.45
2°) Variations saisonnières des températures maximales	p.46
3°) Rôle de la Mousson africaine	p.46
4°) Evapotranspiration Potentielle (ETP)	p.47
a) Variations saisonnières de l'évapotranspiration potentielle	p.47
b) Variations interannuelles de l'évapotranspiration potentielle.	p.48
D - LE RÔLE DE LA PLUVIOMÉTRIE	p.48
1°) Répartition des totaux mensuels dans le Niger	p.48
2) Variations saisonnières des pluies sur le Niger occidental	p.48
a) Etude des variations des pluies de la station de Niamey aéroport :	p.50
E - CONSÉQUENCE HYDROLOGIQUE DU CLIMAT :	p.52

1) La notion de bilan hydrique	p.53
2) Le recours à une évapotranspiration potentielle.	p.53
a) Variations saisonnières de l'évapotranspiration potentielle mesurée	p.54
b) Mais nous avons eu recours à un autre artifice.	p.55
II - LE SOUS-SOL ET LE SOL	p.56
A - CADRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN DU NIGER	p.56
1) Composition géologique	p.56
2) Les accidents géologiques	p.56
3) Situation géologique dans la zone du projet de barrage	p.58
B - CADRE PÉDOLOGIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE	p.59
1) Généralités	p.59
2) Caractéristique des Sols dans la zone du projet d'impact du barrage ...	p.61
C - LE CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE ET SA VÉGÉTATION	p.62
1) Une topographie variée	p.63
2) Relief et Formation du Sol	p.63
3) Erosion des Sols	p.65
a) Zone Pastorale	p.65
b) Zone Sahélienne	p.65
c) Zone Soudanaise	p.67
2) Une végétation adaptée	p.67
a) Caractérisation de la végétation suivant les zones bioclimatiques	p.68
b) Principales causes de la dégradation de la végétation	p.68
D - HYDROGÉOLOGIE DE LA VALLÉE DU FLEUVE.....	p.69
1°) Nappes Alluviales.	p.69
2°) Nappes du Continental Terminal (CT)	p.70
a) La nappe phréatique générale	p.70:
b) La nappe moyenne :	p.71
c) La nappe inférieure :	p.72
3°) Nappes du Continental Intercalaire / Hamadien	p.74
4°) Nappes Discontinues du Socle	p.75
E - GESTION INTÉGRÉE DES EAUX SOUTERRAINES	p.77
1°) Dynamique des écoulements souterrains dans le SAO	p.77
2°) Modèles mathématiques	p.77
III - HYDROGRAPHIE DU FLEUVE NIGER	p.77
A - MORPHOLOGIE DU LIT	p.77

B - QUALITÉ DES EAUX DU FLEUVE NIGER	p.80
C - DÉPÔTS SOLIDES ET SÉDIMENTATION	p.83
a) Dépôts solides	p.83
b) Réalisation de la nouvelle campagne sédimentométrique	p.83
c) Description des mesures de débits solides	p.84
d) Calculs des charges solides en suspension	p.84
e) Analyse granulométrique	p.85
f) Evolution et dynamique du transport solide	p.85
g) Evaluation des apports solides	p.86
h) Détermination des volumes des dépôts.....	p.86
D - LES EXTRÊMES HYDROLOGIQUES	p.87
2°) Les crues	p.87.
1°) Historique des crues au Niger	p.89
a) La crue locale 2010 et les inondations à Niamey	p.90
b) Pourquoi tous ces de dégâts ?	p.90
3°) L'étiage	p.91
E - DÉGRADATION DE L'ÉCOULEMENT INTERANNUEL	p.92
1) Etude des précipitations	p.93
2) Conséquences sur l'écoulement	p.94
F - RÔLE DES AFFLUENTS DE LA RIVE DROITE	p.94
1°) - Ressources hydrologiques de ces affluents.	p.95
2°) Quels sont ces affluents de la rive droite	p.96
a) Les affluents du groupe Burkinabé :	p.96
b) Les Affluents du groupe Béninois :	p.99
D - LES OUEDS DE LA RIVE GAUCHE	p.100
1°) Les affluents localisés en bordure de la vallée du Niger	p.101
2°) Le bassin de Tilemsi	p.101
3°) Le bassin de l'Attankarer	p.102
4°) Le bassin de L'Azaouak	p.102
5°) Les "Dallols" Bosso, Foga et Maouri	p.102
a) Le dallol Bosso	p.102
b) Le dallol Maouri	p.102
IV - CONTEXTE HUMAIN ET ÉCONOMIQUE	p.103
A - SITUATION DÉMOGRAPHIQUE ET CARACTÉRISTIQUE DE LA POPULATION	p.103

1°) Evolution démographique	p.103
a) Distribution et composition de la population	p.103
b) Principaux indicateurs démographiques	p.105
c) Organisation sociale	p.105
2°) Qualité de vie et pauvreté	p.106
B - ORIGINE ET HISTORIQUE DE LA VILLE DE NIAMEY	p.106
1°) L'expansion	p.107
2°) La ville de Niamey est divisée en deux par le fleuve.	p.108
C - BESOINS EN EAU DE LA POPULATION RIVERAINE	p.110
1°) Usages et besoins en eau	p.110
a) L'agriculture :	p.110
b) L'élevage	p.110
c) L'Hydraulique Urbaine	p.111
2°) Bilan hydrologique	p.111
V - DIVERSITE BIOLOGIQUE	p.113
A - LAFAUNE	p.114
1°) Gros Mammifères	p.114
a) Les hippopotames à Ayorou	p.114
b) Le lamantin	p.114
2°) Avifaune	p.114
a) Migrants inter-africains:	p.115
b) Migrants paléarctiques	p.115
c) Les populations locales	p.115
3°) Autres populations aquatiques	p.115
a) Reptiles	p.116
b) Amphibiens	p.116
c) Poissons	p.117
d) Invertébrés et Algues	p.117
4°) Insectes	p.117
a) La Sauterelle Sénégalaise	p.117
b) La Locuste du Désert	p.117
B - PARC NATIONAL DU « W » ET AUTRES RESERVES	p.118
1°) Parc National du W	p.118
2°) Les autres réserves et ZICO	p. 119
C - SYNTHESE DE LA PROBLEMATIQUE ENVIRONNEMENT	p.121

1°) Etat de l'Environnement et de la Dynamique Environnementale	p.121
2°) Faiblesses des Données	p. 121
a) Biodiversité	p.121
b) Le Système Fluvial et l'Utilisation des Ressources	p.122
c) Sédimentation	p.122
d) Etat des Terres Humides	p.122
e) Désertification et Changement Climatique	p.122
TROISIÈME PARTIE :	
PROJET AMBITIEUX ET IMPACTS ASSOCIES	
I - EVALUATION DES IMPACTS	p.124
A – LES METHODES ET LES CRITERES D'EVALUATION	p. 124
1) La durée de l'impact	p. 124
2) L'étendue de l'impact	p.124
3) L'intensité de l'impact	p.124
B – IDENTIFICATION DES IMPACTS	p.126
1) Phase de construction	p.127
a) Impact sur le milieu biophysique	p.127
b) Impact sur le milieu humain	p.127
2) Phase d'exploitation	p.128
a) Impact sur le milieu biophysique	p.128
b) Impact sur le milieu humain	p.129
II – DES IMPACTS POSITIFS OU NEGATIFS ?	p.131
A- QUESTIONS RELATIVES À L'AGRICULTURE	p.131
1°) Le cadre traditionnel	p.132
a) L'agriculture pluviale	P.132
b) Les cultures irriguées	p139
B - SYSTEME DE PRODUCTION ET DE CULTURES SOUS PLUIE	p.139
1°) Système de culture en sec-arable Mixte	p.140
2°) Culture de décrue et systèmes d'Ilots de sable	p.142
C - L'AGRICULTURE IRRIGUEE	p.143
D -QUESTIONS RELATIVES À LA PÊCHE	p.146
1°) La production halieutique	p.147
2°) Mesure traditionnelle d'aménagement des pêcheries	p.148

E - CONFLITS D'USAGE SUR LES RESSOURCES NATURELLES	p.148
1°) Importance du foncier au Niger et principales causes	p.150
2°) Typologie des conflits fonciers ruraux au Niger	p.151
a) Conflit agriculteurs-éleveur	p.151
b) Conflit éleveurs pêcheurs	p.151
c) Conflit pêcheurs-pêcheurs	p.152
d) Conflits Etats-Communautés	p.152
e) Cas des infrastructures publiques (ou conflit Etat-Etat)	p.152
F – SYNTHÈSE DES CONFLITS PORTANT SUR LES RESSOURCES NATURELLES DANS LA RÉGION D'ÉTUDE	p.152
1°) Conflits relatifs aux terres agricoles	p.153
2°) Conflits relatifs aux ressources pastorales (Pâturage)	p.153
3°) Gestion des conflits	p.153
a) Base Légale de Gestion des Conflits	p.153
b) Gestion des Conflits actuellement	p.155
4°) Tendances dans la Gestion des Conflits Fonciers	p.155
G - MALADIES HYDRIQUES TRANSMISSIBLES	p.156
1) Le paludisme	p.156
2) La bilharziose	p.157
3) Le choléra	p.158
4) Les maladies diarrhéiques	p.159
5) La dracunculose :	p.160
III - L'IMPACT ÉCOLOGIQUE DE LA JACINTHE D'EAU	p.162
A - QU'EST-CE QUE LA JACINTHE D'EAU ?	p.162
IV - COÛTS ET BÉNÉFICES DU PROJET	p.165
A – LES COÛTS DU PROJET	p.165
1°) Les coûts directs	p.165
a) Les coûts d'investissement	p.165
b) Coûts de renouvellement	p.168
2°) Les coûts indirect	p.168
a) Le Plan de Gestion Environnementale (P.G.E.)	p.168
b) Le relogement des populations déplacées,	p.168
c) La déviation de la route nationale	p.169
3°) Les charges récurrentes	p.169

a) Les coûts d'entretien	p.170
b) Les coûts opérationnels	p.170
c) Les coûts du personnel	p.170
d) Les coûts d'administration	p.171
4°) Les frais divers	p.172
a) La formation	p.172
b) Le fonds de roulement	p.172
B - BENEFICE DU PROJET	p.172
1°) Les bénéfices directs	p.173
a) La production agricole	p.173
b) Elevage.	p.175
c) La production d'énergie	p.177
d) La pêche	p.178
2°) Les bénéfices indirects	p.180
a) Les dépenses évitées :	p.180
b) Bilan alimentaire dans la zone du projet :	p.180
c) La création d'emplois.	p.181
d) Les effets sur la balance de paiement	p.181
3°) Des bénéfices intangibles	p.182
a) Amélioration écologique	p.184
b) Nécessité des services d'appui	p.185
c) La distribution des revenus	p.185
d) Le secteur secondaire	p.186
V - JUSTIFICATIF DU PROJET	p.186
A - SITUATION ACTUELLE DANS LA RÉGION DU PROJET	p.186
B - PERSPECTIVES DANS L'AVENIR	p.186
1°) Développement probable sans barrage	p.187
a) Dégradation continue de l'environnement	p.188
b) Ressources en eau.....	p.188
c)Ensablement du fleuve	p.188
d) Détérioration de la qualité des eaux	p.189
e) Agriculture	p.189
f) Pêche	p.190
g) Elevage	p.190
h) Alimentation en eau	p.191

i) Santé publique	p.192
2°) Perspectives avec barrages	p.193
C - ANALYSE COMPARATIVE DU DÉVELOPPEMENT « AVEC » ET « SANS » BARRAGE	p.193
D - EVALUATION DU PROJET	p.196
1°) Hypothèses de base	p.196
2°) Scénarios de l'aménagement	p.196
a) Option A: Barrage seul	p.197
b) Option B: Barrage + aménagements hydro-agricoles	p.197
c) Option C 1: Barrage + centrale hydroélectrique	p.197
d) Option C 2: Centrale hydroélectrique seule	p.197
e) Option D: Projet.....	p.198
3°) Résultats de l'analyse financière et économique	p.199
a) Analyse financière	p.199
b) Analyse économique	p.200
4°) Analyse de sensibilité	p.202
 VI - IMPACT DU PROGRAMME KANDADJI SUR LE DEBIT DU FLEUVE NIGER AU NIGERIA	 p.206
- LES IMPACTS CUMULATIFS	p.206
1°) Les eaux de surface	p.207
2°) Les milieux humides	p.207
3°) La navigation	p.207
4°) Les activités agricole et la pêche.	p.208
a) Pour ce relève de la production végétale,	p.208
b) Pour ce qui relève de l'élevage,	p.208
c) Pour ce qui relève de la pêche,	p.208
5°) La production d'hydroélectricité	p.209
6°) Les impacts transfrontaliers	p.209
a) Quelles sont les incidences négatives	p.210
b) Mais il existera aussi des incidences positives	210
 VII SYNTHÈSE BILAN SUR LES IMPACTS	 p.211

QUATRIEME PARTIE : GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE.

I – QUELQUES EXEMPLES REALISES	p.213
1 - Aménagement sur le Nil	p.213
2 - Le Colorado :	p.214
3- Le fleuve Sénégal :	p.215
A – PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE	p.215
1°) Quel est l’objectif du P.G.E.S.	p.215
2°) Les objectifs du plan de relocalisation (P.R.).	p.215
B - ATTÉNUATION ET BONIFICATION DES IMPACTS	p.216
1) Programme d’atténuation et de bonification des impacts liés à la conception	p.217
2) - Programme d’atténuation et de bonification des impacts liés à la gestion de la construction.	p.217
II - LE PLAN DE REINSTALLATION	p.217
A- LES OBJECTIFS	p.217
1°) <i>Patrimoine culturel et cultuel</i> :	p.219
2°) <i>Les pratiques nigériennes en matière d’expropriation et d’indemnisation</i>	p.220
3°) L’organisation du Plan de Réinstallation:	p.221
a) La première vague de déplacement	p.221
b) La deuxième vague	p.222
4°) Les études économiques et consultations	p.223
a) Quant aux consultations,	p.224
b) Les consultations	p.226
5°) Le recensement des populations	p.227
6°) Les principes d’indemnisation et de paiement	p.227
a) La législation nigérienne	p.228
b) L’indemnisation des PAP sera effectuée en espèces,	p.230
c) Perte et compensation des terres en milieu rural	p.230
d) Terres potentiellement récupérables	p.232
B - IDENTIFICATION ET SELECTION DES SITES D’ACCUEIL	p.233
1°) L’approche	p.234
2°) Identification préliminaire	p.234
III - LE PLAN DE DEVELOPPEMENT LOCAL (P.D.L.)	p.234

A- LES SECTEURS D'AMENAGEMENT	p.234
1°) La zone amont du barrage	p.234
a) Secteur de marnage à potentiel agricole du réservoir	p.235
b) Secteur du pourtour du réservoir	p.236
c) Secteurs d'aménagement spécifiques à proximité du réservoir	p.236
d) Secteur périphérique du réservoir	p.237
e) Secteur éloigné du réservoir	p.238
2°) La zone aval du barrage de Kandadji	p.238
a) Secteur d'aménagement hydroagricole :	p.238
b) Secteur contigu au fleuve Niger	p.239
c) Secteur périphérique du fleuve Niger	p.239
d) Secteur éloigné du fleuve Niger	p.239
B - LES DIFFERENTES PHASES DE REALISATION DU P.D.L.	p.239
1°) Le plan de développement local : phase 1	p.240
a) L'agriculture :	p.240
b) Elevage :	p.241
c) La pêche :	p.241
2°) Le plan de développement local : phase 2	p.243
a) Agriculture :	p.243
b) Elevage :	p.243
c) La Pêche	P.246
B - RÉDUCTION DE LA PROLIFÉRATION DE LA JACINTHE D'EAU	p.247
1°) La lutte physique	p.247
2°) Lutte chimique	p.248
3°) Lutte biologique	p.248
4°) Composante du plan de gestion	p.249
E - REVEGETALISATION ET TECHNIQUE DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION HYDRIQUE	p.249
1°) Les actions mécaniques	p.249
a) Travaux de banquettes	p.249
b) Les phases de travaux	p.249
c) Réduction du pouvoir érosif de l'eau.....	p.250
d) Un traitement biologique des koris est également envisagé.	p.251
2) Présentation des actions mécaniques réalisables :	p.251
a) Diguettes ou cordons de pierres.....	p.251

b) Les banquettes	p.252
c) Les seuils	P 253
VI : ENSABLEMENT ET CONTRAINTES EGLEMENTAIRE ...	p.254
A - RISQUE D'ENVASEMENT ET D'ENSABLEMENT DU FUTUR	
BARRAGE	p.255
1°) Caractérisation du processus d'érosion	p.255
2°) Une étude sédimentaire qui en dit long et interpelle ?	p.255
B-DUALITE ENTRE LOI COUTUMIERE ET MODERNE	p. 256
1°) En ce qui concerne la pêche	p.256
2°) En ce qui concerne l'agriculture :	p.257
a) Systèmes Traditionnels	p.257
b) Droits Traditionnels et Systèmes Coloniaux	p.258
b.1) Social : Abolition de l'Esclavage	p.258
b.2) Législation post-indépendance	p.258
3°) Code Rural et Systèmes Actuels	p.259
a) Textes Réglementaires	p.260
b) Modes d'Accès à la Terre	p.260
CONCLUSION	p.261
Annexes	p.267
Liste des abréviations	p.277
Tables des documents	p.279
Tables des matières	p.286

La zone sahélienne, à laquelle appartient le Niger, connaît depuis 1970 une sécheresse sévère avec des conséquences désastreuses. Les terres cultivables ne cessent de diminuer en superficie à cause du manque d'eau, de l'érosion des terres, de la disparition du couvert végétal et de l'explosion démographique. Cette diminution drastique des apports dont l'évolution future n'est pas prévisible, a des effets de plus en plus dégradants sur l'écosystème fluvial, la pérennité de l'irrigation, la santé publique et l'alimentation en eau de la population, du bétail et de l'industrie.

En 2002, le Gouvernement nigérien a adopté la Stratégie de Réduction de la Pauvreté (SRP). Il se traduit par la création d'un réservoir d'une capacité suffisante pour maintenir un débit d'étiage. Après avoir décrit les données de base de l'environnement, nous exposerons les impacts liés à la présence du futur barrage de Kandadji situé juste à l'entrée du Niger à la frontière malienne. Ces impacts positifs et négatifs englobent les aspects écologiques, socio-économiques, financiers, culturels et cultuels. Un plan de gestion environnementale et social est proposé afin d'atténuer les inconvénients de la réalisation de ce barrage en République du Niger

The Sahelian zone, to which Niger belongs, knows since 1970 a severe drought with disastrous consequences. Arables do not stop decreasing in surface because of the lack of water, the erosion of lands, some disappearance of the plant place setting and the demographic explosion. Nevertheless the republic of Niger is crossed by the river Niger.

This drastic decrease of the contributions the future evolution of which is not predictable has more and more degrading effects on the river ecosystem, the perpetuity of the irrigation, the public health and the water supply of the population, the cattle and the industry.

In 2002 government of Niger adopted the strategy of poverty reduction (SRP). It results in the creation of a reservoir of sufficient capacity to keep a low flow. After describing the basic data of the environment, we will present the impact associated with the presence of the coming dam Kandadji. These positive and negative impacts include the ecological, socioeconomic, financial, cultural and religious aspects. A social and environmental plan of management is proposed to limit the inconveniences of the realization of this dam in Republic of Niger

Mots Clés : Afrique, Sahel, Fleuve Niger, République du Niger, Dosso, Niamey , Tillabéri Barrage de Kandadji, Gorouol, Dallols, Koris, périmètres irriguées, impacts, dépôts solides, patrimoines cultuels, Plan de Réinstallation, déplacement involontaire , Plan de Développement Local, Sites d'accueil potentiels, Terres disponibles, dédommagement et compensation, Etudes socio-économiques, Inventaire des biens capitaux, ; principe d'indemnisation et de paie, analyse financière , secteurs d'aménagement amont et aval, parc du'' W '' , Harmattan, Mousson, pluie, crue locale, crue malienne, étiage, jacinthe d'eau, sécheresse, conflit agriculteur – éleveurs, évapotranspiration, dénudation des sols, système aquifères Oullimenden, Continental Intercalaire , continental terminale, érosion hydrique impacts, bilan hydrologique, maladies hydriques, paludisme, bilharziose, défense et restauration des sols, conservation des sols