



R A P P O R T

PROJET PERSONNEL

Master Spécialisé
Gestion Intégrée des Ressources en Eau

2007 – 2008

Etudiante

BONKOUNGOU Tongnoma Alice
Master Spécialisé GIRE

Encadreur

KEITA Amadou
UTER Gestion et Valorisation de l'Eau
et l'Assainissement

*Analyse des impacts des changements
climatiques sur la ressource en eau du
barrage de Kompienga (Burkina Faso)
à l'horizon 2025*



REMERCIEMENTS

Au terme de cette formation ; je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les bonnes volontés, qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à la bonne réalisation du présent travail.

J'exprime ma gratitude au Dr Yacouba HAMMA ; responsable des Master spécialisées ainsi qu'au Dr Harouna KARAMBIRI, responsable du Master GIRE, qui ont bien voulu m'accepter dans cette filière.

Je remercie particulièrement le Dr Amadou KEITA qui a accepté de m'encadrer malgré ses nombreuses occupations.

Je tiens également à remercier le Dr BARBIER qui m'a beaucoup aidé pour ce rapport.

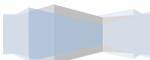
Je profite de l'occasion pour dire merci à mes frères et sœurs (Léon, Hermann, Rodrigue, Jacques, Sylvie, Angèle et Anicet) ; ma belle sœur Joséphine ; mes cousins et cousines particulièrement mon cousin Jules Zongo pour leur soutien morale et financier tout au long de mes études.

J'adresse particulièrement mes remerciements à mon père Théodore BONKOUNGOU et ma mère Esther KABRE qui ont placés mes études au premier rang de leur priorité.

Je ne serai tourner cette page sans dire merci à Martial AMOUSSOU qui par ses encouragements, son soutien et surtout son affection, a efficacement contribué à la bonne marche de cette formation.

J'adresse mes remerciements aux étudiants des Masters Spécialisées GIRE, HSI, et GSE ainsi qu'à tous mes amis en particulier ceux les plus proches : Clarisse, Estelle, Mamounata, Patricia, Marcelin, Marc, Jean Paul et Romaric qui n'ont ménagés aucun effort pour me soutenir.

Mes remerciements vont enfin à l'endroit de tous ceux qui de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ont, discrètement mais, efficacement contribué à la réalisation de cette formation.



RESUME

Le Delta Intérieur du Niger (DIN) est une vaste plaine inondable situé au centre d'un paysage sahélien. C'est un écosystème d'une grande importance écologique et économique car présente un vaste système agro-sylvo-pastoral et halieutique mis en valeur par la population et dont les fruits sont partagés dans tout le pays.

Le riz, plante des zones humides, aliment de base de la population et qui connaît aujourd'hui une crise généralisée y est cultivée. La disponibilité de l'eau et des surfaces inondables dans le DIN est d'un grand avantage pour la culture de cette plante. Mais, du fait de la diminution de la pluviométrie et de la durée de la crue, conséquences des aléas climatiques et des activités anthropiques, ces surfaces inondées se font de plus en plus rare. Ce qui a un impact non moins important sur le rendement du riz cultivé dans cette zone. En effet, le riz est une culture qui à besoin de beaucoup d'eau pour croître, ce qui la rend vulnérable à la diminution de cette ressource. Des propositions faites quant à l'utilisation de variétés nouvelles capable d'adaptation ainsi qu'à l'introduction de nouvelles techniques utilisant l'eau de manière efficiente ce qui contribuera à la fois à l'augmentation du rendement de cette denrée tant apprécié par la population et à la préservation de cette zone humide.

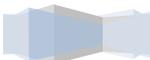
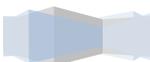
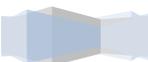


TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
TABLE DES MATIERES	IV
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	VI
SIGLES ET ABBREVIATIONS	VII
CHAPITRE I : GENERALITES	3
1.1. GENERALITES SUR LE DELTA INTERIEUR DU NIGER	4
1.1.1. Situation géographique	4
1.1.2. Démographie	5
1.1.3. Climat et végétation	5
1.1.4. Sols	7
1.1.5. La crue dans le temps et dans l'espace	8
1.2. GENERALITES SUR LE RIZ	11
1.2.1. Botanique et systématique du riz	12
1.2.2. Description de la semence de riz	14
CHAPITRE II : LES RESSOURCES EN EAUX ET LEURS UTILISATIONS	16
2.1. ETAT DES RESSOURCES EN EAU	17
2.2. LES USAGES	17
2.2.1. L'élevage	18
2.2.2. La pêche	18
2.2.3. L'agriculture	19



CHAPITRE 3 : LA CULTURE DU RIZ DANS LE DIN -----	20
3.1. LES BESOINS EN EAU DE LA PLANTE -----	21
3.2. LES DIFFERENTS TYPES DE RIZICULTURES DANS LE DELTA INTERIEUR DU NIGER -----	23
3.2.1. La riziculture dans les aménagements hydro agricoles ou périmètres irrigués-----	23
3.2.2. La riziculture traditionnelle sous forte inondation (submersion libre) -----	24
3.2.3. La riziculture de bas fonds -----	24
3.3. LA PLACE DU RIZ DANS L'ECONOMIE DU MALI -----	25
3.3.1. Les exportation du riz-----	26
3.3.2. Les importation du riz-----	26
CHAPITRE IV. DECRUE ET CULTURE DU RIZ PLUVIALE -----	28
4.1. IMPACTS DES ALEAS CLIMATIQUES ET ANTHROPIQUES SUR LES RESSOURCES EN EAUX -----	29
4.2. IMPACT DE LA DECRUE SUR LA CULTURE DU RIZ -----	30
CONCLUSION -----	33
RECOMMANDATIONS -----	33
BIBLIOGRAPHIE -----	35



LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1- Besoins en eau du riz en fonction des types de sol

Tableau 1 : Contrainte suivant les types de rizicultures

Figure 1. Le delta intérieur du fleuve Niger

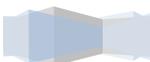
Figures 2 : Répartition des zones climatiques et agricoles du Mali

Figure 3a: Le Delta en Hivernage

Figure 3b: Le delta en Mai

Figure 4 : Zone de Production Rizicole au Mali

Figure 4 : Les importations du riz au Mali



SIGLES ET ABREVIATIONS

DIN : Delta Intérieur du Niger

DNCN : Direction Nationale de la Conservation de la Nature

UICN : Union International pour la Conservation de la Nature

ADRAO : Centre du Riz pour l'Afrique

PPIV : Périmètres Irrigué Villageois

INSAH : Institut du Sahel

RGA : Recensement Général de l'Agriculture

DNCC : Direction Nationale du Commerce et de la Concurrence

UICN-BRAO : Bureau de l'Union mondial pour la nature en Afrique de l'Ouest

GWP-WAWP : Partenariat Ouest Africain de l'Eau

CILSS : Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

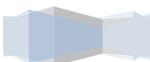
ETP : Evapotranspiration

FAO : Organisation des Nations unis pour l'Alimentation et l'Agriculture

NERICA : Nouveau riz pour l'Afrique

SRI : Système de Riziculture Intensive

IERM : Institut d'Economie Rural du Mali



INTRODUCTION

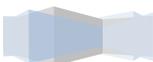
Le Mali est un pays à vocation agro - sylvo - pastorale où la majorité de la population vit de l'exploitation de la terre et des autres ressources naturelles (eaux, forêts, pâturage). L'agriculture qui constitue le principal secteur productif de l'économie est avant tout une agriculture de subsistance et dominée par les petites exploitations familiales. Cette agriculture est basée sur les céréales dont principalement le mil, le maïs, le sorgho mais également le riz qui occupe une place importante dans l'alimentation des populations.

Le pays est situé dans l'aire climatique dite sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, connue pour l'irrégularité de sa pluviométrie et l'insuffisance de ses ressources en eau face aux besoins d'une population fortement croissante et aux nécessités du développement. Le Delta intérieur du Niger, vaste plaine inondable située au cœur du Mali, où l'eau est présente sous forme d'écoulements et de stockages, est donc un facteur important des stratégies de développement rural au niveau de l'État malien et au niveau des communautés territoriales décentralisées.

Au delà des innombrables ressources de ces zones humides, la disponibilité de l'eau et l'existence de terre à haut potentiel agricole est d'une importance capitale pour l'agriculture. Ainsi le riz, plante des zones humides et aliment de base de plus de 3 milliards de personnes y est cultivé. Cependant, les pressions environnementales, humaines et climatiques que subit le DIN depuis quelques décennies, ont considérablement affecté le régime hydrologique du fleuve Niger avec pour conséquence une forte diminution de la quantité d'eau dans le DIN. La crue dure moins longtemps ; l'eau monte moins haut et se retire plus rapidement qu'avant. La culture du riz qui nécessite beaucoup d'eau pour sa croissance y est donc menacée. Pour optimiser la culture du riz, il serait donc nécessaire d'évaluer l'impact de la diminution de l'eau dans le DIN sur cette culture en vue de trouver des solutions.

Le présent travail a donc pour objectifs d'évaluer les impacts de la décrue sur la culture du riz dans le DIN et de proposer des mesures pouvant contribuer à augmenter le rendement de cette denrée qui connaît actuellement une crise en Afrique.

Ce travail s'articule ainsi autour de cinq parties :



- la première partie concerne la généralité sur le Delta Intérieur du Niger et sur le plan du riz ;
- la seconde partie traitera des ressources en eau au Mali et leur utilisation dans le DIN ;
- la troisième partie s'attardera sur les différentes sortes de rizicultures rencontrées dans le DIN ;
- puis la quatrième partie sera consacrée à l'impact proprement dit de la décrue sur la culture du riz dans le DIN ;
- et enfin nous aborderons la conclusion et les recommandations.



CHAPITRE I : GENERALITES



1.1. Généralités sur le Delta Intérieur du Niger

1.1.1. Situation géographique

Le Delta Intérieur du Niger avec une superficie de **50000 km²** (DNCN, 2004) ; est la plus vaste zone humide continentale d'Afrique de l'Ouest, et par la taille la seconde pour l'Afrique après le delta de l'Okavango au Botswana. Il est situé au centre du Mali où il désigne un ensemble de plaines inondables, de lacs, de mares et de chenaux alimentés par le fleuve Niger. C'est un écosystème complexe couvrant en partie la région de Ségou, les quatre cercles de la zone inondée de celle de Mopti et partiellement la région de Tombouctou. Géographiquement, les limites du delta sont définies par l'extension des eaux de crue. Cette extension est toutefois limitée à l'est, par les reliefs du plateau de Bandiagara, dont l'altitude moyenne est de 700 m, soit à 400 m au dessus du delta ; à l'ouest, par le "delta mort", zone de dépôts anciens au dessus de l'actuel delta et enfin au nord, par une série de dunes orientées est-ouest (Gallais, 1967)

Le Delta Central du Niger est situé entre les 4^{ème} et 6^{ème} degrés Ouest et les 13^{ème} et 16^{ème} degrés Nord ; Les coordonnées géographiques du centre approximatif du site sont : 13°34 ' – 16 °51 'N et 2°28' – 5°45' O (DNCN, 2004).

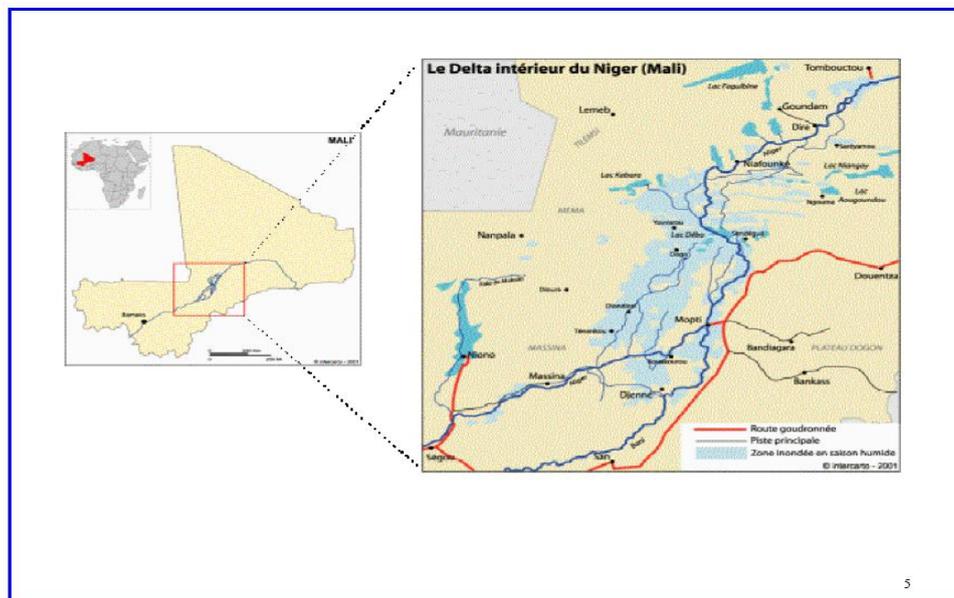


Figure 1. Le delta intérieur du fleuve Niger (source : la revue en science de l'environnement sur le web, vol4 N°3)

1.1.2. Démographie

Les populations de différentes régions administratives du Delta Intérieur du Niger sont :

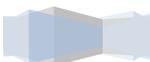
- Ségou : 1.328.500 habitants
- Mopti : 1.261.383 habitants
- Tombouctou : 453.032 habitants

Le centre du site est localisé dans le cercle de Yourarou dont la population est d'environ 76.186 habitants (DNCN, 2004).

1.1.3. Climat et végétation

Le climat du Delta Intérieur du Niger est de type soudano-sahélien. Ce climat est caractérisé par des températures moyennes très élevées et par l'alternance d'une saison humide pluvieuse qui va de juin à septembre et d'une saison sèche variant entre cinq et neuf mois d'octobre-novembre à mai- juin. Les précipitations moyennes (280 mm/an) décroissent du sud vers le nord, ce qui permet de diviser le pays en quatre grandes zones agro-climatiques présentés dans la figure 2:

- la zone soudano-guinéenne ou subhumide, couvrant 6% de la superficie totale du Mali au sud. Cette zone est caractérisée par une savane boisée et des forêts; les précipitations y dépassent 1 200 mm;
- la zone soudanienne, s'étendant sur 17% du territoire national au centre, se caractérise par un couvert végétal plus ou moins dense et varié (savane soudanienne); les précipitations y varient de 600 à 1 200 mm;
- la zone sahélienne occupe l'essentiel du delta intérieur du Niger (constitue une zone agro-écologique séparée), et couvre 26% du territoire dans le nord. Les précipitations y varient de 200 à 600 mm avec de nombreuses zones inondées une partie de l'année et des zones d'agriculture pluviale ;



elles constituent aussi un excellent fourrage, apprécié par le bétail pendant la saison sèche de Novembre à Juillet.

- ✓ Les mares à nénuphars se développent sur de petites surfaces, pour des hauteurs d'eau maximum de 1,2 et 1,8 m pour des durées d'inondation d'environ 5 mois.
- ✓ une zone inondée sur 0 à 1m de profondeur, pendant 4 mois environ. C'est la zone des Oryzaies où le riz sauvage vivace domine largement avec un recouvrement toujours supérieur à 75%. D'autres héliophytes sont présentes de manière diffuse. Cette zone est le domaine des grandes graminées servant également de pâturage en saison sèche, mais aussi favorable à l'aménagement des casiers rizicoles.
- ✓ une zone rarement inondée mais qui reçoit l'influence de la zone inondée avec une hauteur d'eau comprise entre 0 et 0,6 m et une durée d'inondation allant jusqu'à 2 mois. C'est la zone des Vétiveraies qui se développent et forment des touffes plus ou moins denses dont le recouvrement varie entre 50 et 100%. D'autres graminées s'associent à cette phytocénose.

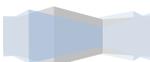
Le delta renferme également les forêts inondables d'*Acacia kiirki* (espèce endémique), qui constituent le dernier refuge des rares hippopotames et lamantins qui subsistent dans le Delta (IUCN, 2002).

La sécheresse qui sévit en Afrique de l'Ouest s'est traduite par des bouleversements au niveau des phytocénoses aquatiques du delta intérieur du Niger. Ces changements sont dus à une diminution des apports en eau et des effets secondaires qu'elle a induits (diminution de la hauteur d'eau maximum, de la durée...) (Wuillot, 1994 ; Chamard *et al.* 1997).

1.1.4. Sols

Les principaux types de sol rencontrés au Mali sont :

- les sols faiblement ferrallitiques qui occupent près de 2 millions d'ha dans l'extrême sud du pays ;



- les sols ferrugineux tropicaux qui couvrent environ plus de 17 millions d'ha dans la zone soudanienne nord et la zone sahélienne sud; leur potentiel de fertilité est assez élevé;
- les sols arides qui se rencontrent dans les mêmes zones soudanienne nord et sahélienne sud ;
- les sols peu évolués du climat très sec, caractérisés par leur état de dénudation, qui couvrent environ 43 millions d'ha où 35% du territoire national ;
- les sols hydromorphes et les vertisols caractérisés par l'excès d'eau lié à l'engorgement temporaire ou permanent d'une partie de leur profil ; ils sont dominants dans les dépressions et cuvettes, surtout dans la zone deltaïque du Niger.

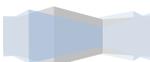
Au niveau du Delta, hormis, les plaines alluviales et les bas –fonds, les sols sont en majorité latéritiques avec une induration par endroit. On distingue des zones les plus hautes aux zones les plus basses les sols suivants :

- sols à minéraux bruts ;
- sols sablo - limoneux battants en saison pluvieuse et très dur en saison sèche (sols ferrugineux ;
- sols argilo-limoneux ; sols argileux de couleur noire (vertisols).

1.1.5. La crue dans le temps et dans l'espace

La région du Delta Intérieur est drainée par le fleuve Niger, le Bani et le réseau hydraulique de l'Office du Niger. Le DIN commence en amont, dans les plaines et dépressions où les crues du Niger et du Bani communiquent (au sud de Mopti), et se termine en aval à Korioumé où tous les écoulements se sont rejoints. La surface de son "pseudo bassin versant" a été estimée à 80 000 km² par Brunet-Moret (1986) et plus récemment à 74 000 km² par Bamba *et al.* (1997).

Le DIN est constitué de deux grandes unités hydrographiques basées sur des différenciations morphologiques :



- une partie amont et centrale en aval de Ké-Macina et Douna avec constitution de deux branches majeures ; elle s'étend jusqu'aux lacs centraux (lac Débo, lac Wallado, lac Korientze) et est composée de vastes zones d'épandages encore largement inondées par la crue annuelle.
- une partie aval qui s'étend des sorties des lacs centraux, avec trois axes drainants principaux (Issa Ber, Barra Issa, Koli Koli) jusqu'à Diré, où une géomorphologie très différente caractérisée par une surimposition aux formes deltaïques antérieures d'un erg holocène orienté est-ouest, conduit à observer un réseau hydrologique très diffus, avec des zones d'inondations plus réduites. (Picouet, 1999)

Les superficies inondées ne sont pas les mêmes sur les différentes parties du Delta. L'inondation en amont de Mopti ou « haut delta » était estimée par Gallais (1967) à 7200 km² dont 684 km² exondés en permanence. Avec le contexte hydroclimatique de ces dernières années, Poncet (1994) évalue les surfaces régulièrement inondées à seulement 1500 km². Le "delta moyen" (zones des grandes plaines), et le "bas delta" (zone des dépôts alluviaux et de colmatage à proximité des lacs centraux) représente la majeure partie des surfaces inondées : elles sont estimées à 19 400 km² par Gallais (1967), et à 8750 km² (Poncet, 1994) pour la période récente d'inondation restreinte. Une estimation de 14 000 km² pour le seul delta des plaines est également avancée par Chamard *et al.* (1997). Le rôle de cette zone va donc être prédominant dans le bilan global. Aucune valeur n'est donnée pour la deuxième partie du delta en aval des grands lacs.

Cette zone inondée ne représente qu'une faible part de l'inondation annuelle.

Le cycle hydrologique du Delta Intérieur du Niger s'étend de juillet à juin. Entre juillet et octobre, la crue monte en amont pour atteindre son maximum en novembre-décembre (figure 3, a). La décrue s'étend de janvier à avril et c'est en mai - juin que se trouve le niveau d'eau à son plus bas stade : l'étiage (figure 3, b).

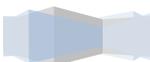




Figure 3a : Le Delta en Hivernage



Figure3b : Le delta en Mai

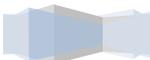
Source : l'OMD7, le Delta Intérieure du Niger

L'hydrologie du DIN est fortement influencée par les crues du fleuve Niger qui varient d'année en année (Poncet, 1994). Avec la sécheresse, les aires inondées sont devenues discontinues, inégalement réparties dans l'espace et variables dans le temps.

La hauteur de la crue a une incidence d'une part sur les productions primaires et secondaires du DIN et d'autre part sur sa superficie inondable.

Les précipitations jouent un rôle déterminant dans la crue. Dans le Delta Intérieur du Niger, l'importance des pluies décroît du sud vers le nord, 550 mm à Mopti pour 320 mm à Niafunké. La saison des pluies dure de juin à septembre et la variabilité interannuelle du volume des pluies est très élevée. L'inondation est le phénomène majeur du delta, l'eau est déversée par le Niger et le Bani avec un module moyen de 1 500 m³/s au début d'Octobre. Les eaux proviennent des grands bassins versants situés en amont dans les zones soudaniennes. Sur les 70 milliards de m³ annuels en transit dans le delta, il a été calculé qu'il n'en ressort que 50%. Ce phénomène est du à l'évaporation, à l'évapotranspiration des végétaux et à l'infiltration (DNCN, 2004).

Les précipitations annuelles le long des réservoirs du Niger sont assez variables et influent sur le débit d'eau qui peut osciller entre 2.000 et 10.000 m³ par seconde durant le mois le plus pluvieux. Le niveau d'eau dans le Delta varie donc lui aussi, entre 4,5 et 7 mètres suivant les



années. La superficie du Delta inondée varie alors suivant les années entre 10.000 et 45.000 Km² (DNCN, 2004).

1.2. Généralités sur le riz

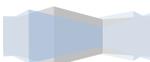
Le riz est l'une des plus importantes cultures vivrières au monde du fait qu'elle constitue la principale source d'alimentation pour environ 40 % de la population mondiale. Il est produit dans environ 110 pays (ADRAO, 1995).

Le riz est produit dans presque toutes les régions du Mali avec des systèmes de culture très différents : pluvial, submersion libre, submersion contrôlée, maîtrise totale.

Le delta central du Niger constitue un important foyer de diversité et même un centre de domestication selon de nombreux auteurs, de l'espèce de riz africain (*Oryza glaberrima* Steud). On note une très grande variabilité dans les espèces et formes de riz cultivé et sauvage.

Dans le delta, le riz se cultive sous forme de submersion contrôlée dans les casiers de l'Opération Riz Mopti et dans de petits périmètres irrigués villageois (PPIV) à l'aide de motopompes. Les surfaces cultivables en riz sont variables d'une année à l'autre.

La plus grande région de production du riz au Mali est la région de Ségou qui produit plus de la moitié de la production nationale de riz. Elle est suivie de la Région de Mopti dont la contribution à la production locale oscille entre 15 et 20%.



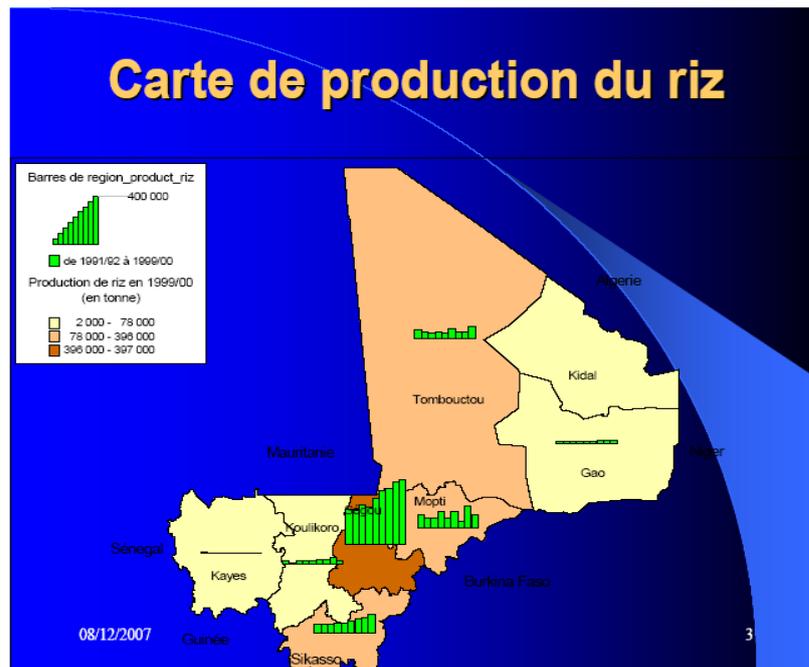


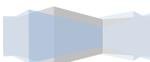
Figure 4 : Zone de Production Rizicole au Mali (Source : INSAH ; 2007)

1.2.1. Botanique et systématique du riz

Le riz cultivé est une plante annuelle qui provient des tropiques et d'Afrique de l'ouest. Le genre *Oryza* appartient à la tribu des Oryzea de la famille des graminées. Ce genre comprend une vingtaine d'espèces dont deux sont couramment utilisées en Afrique. Il s'agit de :

Oryza glaberrima Steud : elle a été sélectionnée et cultivée dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest depuis plus de 3500 ans. Elle s'est répandue successivement dans le delta du fleuve Niger, dans la partie en amont de la vallée du fleuve Sénégal et en Casamance (ADRAO, 1995).

Oryza sativa L. : est une espèce d'origine asiatique qui est connue aujourd'hui en Inde, en Grèce, en Amérique et en Madagascar. Elle est introduite en Afrique depuis plus de 500 ans. Cette introduction a eu lieu en Afrique à travers les échanges commerciaux qui existaient entre les autres continents et l'Afrique prospère.



➤ **Caractère botanique**

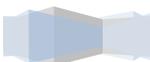
Le riz est une plante annuelle à chaume rond, creux et articulé, à limbe sessile et à panicule terminale. Le plant de riz comprend des racines, un chaume ou tige et des feuilles.

-Les racines : Elles sont fibreuses et comportent des radicules et des poils absorbants. Les racines embryonnaires qui émergent de la semence (graine) au moment de sa germination ont peu de branches. Au fur et à mesure que le plant croît des racines adventices rugueuses se forment à partir des nœuds au-dessous du sol. Elles se ramifient et vont en profondeur jusqu'à 40 cm et plus dans le sol (ADRAO, 1995).

- La tige : La tige ou chaume est épaisse et creuse. Elle comprend une série de nœuds et d'entrenœuds de manière alternée. Le nœud porte une feuille et un bourgeon. Ce nœud a la capacité de se transformer en une talle ou pousse durant sa croissance. Les talles primaires se développent à partir des derniers nœuds basaux et donnent naissance à d'autres talles dites secondaires. Celles-ci, à leur tour émergent et donnent des tertiaires. Le nombre de talles du plant de riz détermine la densité de repiquage et les caractères de la variété. Entre deux nœuds se trouve un entrenœud.

- Les feuilles : Plus érigées à la base ou souvent obliques, raides ou retombantes, les feuilles du riz sont portées à deux niveaux et à un angle donné sur le chaume, une au niveau de chaque nœud. Elles se développent alternativement sur le chaume. Les feuilles comprennent une gaine-limbe. La gaine foliaire recouvre l'entrenœud. La dernière feuille située au-dessous de la panicule est appelée « drapeau » chez les paysans ou feuille paniculaire pour les initiés.

- La panicule : elle est un groupement d'épillets porté sur le dernier nœud supérieur du chaume. La branche paniculaire reste érigée à la floraison mais d'habitude devient retombante au fur et à mesure que les épillets se remplissent, mûrissent et se développent en grains.



➤ Le développement de la plante

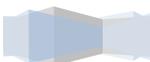
Trois phases sont observées dans le développement ou la vie d'une plante de riz, quel que soit le type de riziculture : une phase végétative, une phase reproductive et une phase de maturation.

- La phase végétative : Elle démarre à partir de la germination de la semence et se termine par le développement des bourgeons paniculaires.
La germination a lieu quand les conditions d'humidité permettent à la graine d'absorber le quart de son poids en eau et donne lieu à des racines embryonnaires. Le développement se poursuit avec l'émergence d'une plantule à une tige (tige principale) qui va croître en développant des feuilles et des talles. La phase est encore appelée, phase de différenciation paniculaire ou phase de montaison.
- La phase reproductive : Elle commence au moment de la différenciation paniculaire et comporte l'épiaison, la floraison et se termine par la pollinisation. Indépendamment de la variété, la durée de cette phase est constante.
- La phase de maturation : Elle débute au moment où l'ovaire se gonfle très rapidement, c'est-à-dire après la fécondation et le caryopse ou grain du riz atteint sa longueur maximum en 7 jours ; elle se termine par l'aspect coriace, dur et craquant du grain. Elle dure environ 35 jours et est atteinte quand 80 % des grains ont une coloration dorée.

1.2.2. Description de la semence de riz

Le terme « semence » est appliqué à tout organe ou partie de plante susceptible de produire ou de reproduire un ou plusieurs individus nouveaux.

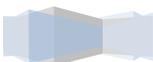
La semence de riz entre dans la catégorie de celles qui ne se distinguent pas du produit de consommation. Dans une semence, on distingue :



- L'amande qui comprend : L'embryon provenant du développement de l'œuf principal. Il comporte l'ébauche de la plantule (radicule, tigelle, gemmule) et les cotylédons. L'albumen qui provient du développement de l'œuf accessoire. Il résulte de la fécondation du noyau secondaire.
- Les enveloppes qui comprennent : L'amande est protégée par des enveloppes qui constituent la partie externe de la semence. Les enveloppes sont formées de deux glumes ou plus précisément des lemmas stériles et de deux glumelles, la supérieure (lemma) et l'inférieure (palea). La nervure dorsale de la glumelle supérieure peut se prolonger par une pointe ou par un long poil : la barbe ou arête ; les pointes des deux nervures dorsales s'appliquent l'une contre l'autre et forment l'apex (Vandevenne, 1987). L'utilisation de semences de qualité est un facteur de réussite en agriculture.



CHAPITRE II : LES RESSOURCES EN EAUX ET LEURS UTILISATIONS



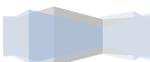
2.1. Etat des ressources en eau

Environ 47% de la superficie totale du Mali se trouvent dans le bassin versant du fleuve Niger et 11% dans le bassin versant du fleuve Sénégal ; 41% de la superficie du pays font partie du bassin intérieur du désert de Sahara, et seulement 1% se trouve dans le bassin versant du fleuve Volta. Les fleuves Sénégal et Niger et leurs affluents fournissent l'essentiel des ressources en eau de surface pérennes dont l'écoulement moyen est estimé à 50 km³/an. Le fleuve Niger est l'un des plus grands fleuves d'Afrique avec une longueur de 4 200 km, dont 1 700 km se trouvent au Mali. Les volumes écoulés par le Niger et son affluent le Bani à l'intérieur du Mali sont de l'ordre de 35 km³ dont un bon tiers est perdu par évaporation dans le delta central et la zone lacustre. Les ressources en eau souterraine renouvelables sont estimées à 20 km³/an. La partie commune entre l'eau de surface et l'eau souterraine est évaluée à 10 km³/an, ce qui donne un total des ressources en eau renouvelables annuelles de 60 km³. Environ 40 km³/an d'eau de surface entrent dans le pays, principalement en provenance de la Guinée et de la Côte d'Ivoire, ce qui porte le total à 100 km³/an de ressources en eau renouvelables (UICN, 2002).

Le Delta Intérieur du Niger par contre est arrosée par le fleuve Niger et son affluent le Bani ainsi que par le Canal du Sahel. De nombreux lacs sont présents dans la région : Lac Korientzé, Lac Débo, Lac Niangay, Lac Dô, Lac Haribongo, Lac Kabara, Lac Tanda, Lac Fati, Lac Horo, Lac Faguibine.

2.2. Les usages

En fonction de ses caractéristiques de zone inondable, le delta intérieur du fleuve Niger a vu se développer une activité humaine calée sur le rythme de la crue. Activité organisée autour des trois systèmes de production : pêche, élevage, agriculture. Pêche quand l'eau est présente, agriculture et élevage quand l'eau se retire et fait place à des sols fertiles et longtemps humides.



2.2.1. L'élevage

Dans le DIN, l'élevage est pratiqué par des pasteurs transhumants composés de Peul, Tamasheq et Maures, qui utilisent à la fois la zone exondée en saison des pluies et en crue et les zones inondées en décrue.

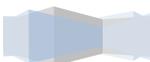
Les vallées des fleuves et leurs affluents dans le delta servent de zones de repli pour la majorité du cheptel malien en saison sèche où de vastes superficies sont couvertes de végétation abondante (bourgoutières). Au fur et à mesure que l'eau se retire, les Peul viennent avec leur troupeaux séjourner dans les lieux de pâturage, appelés la « grande bourgoutière », où l'herbe est riche et abondante. Deux fois par an, entre novembre et avril, un million de bétails traversent et retraversent les eaux du Delta.

Les pâturages stricts représentent 21% de la zone et sont essentiellement des pâturages sur sols hydromorphes. De plus en plus dans le Delta et tout au long des affluents et des défluent, les populations s'adonnent à la culture du bourgou, qui du reste est très rentable économiquement, car nourriture de base du bétail. Dans la zone de Youwarou à Débaré (561 ha), la production du bourgou est évaluée à environ 492 tonne /an. En termes de coût, cette production est estimée à 29 à 34 millions de F CFA (UICN, 2002). Lorsque les pluies reviennent, les Peul reprennent le chemin de la transhumance. Il ne reste plus rien de cette herbe généreuse et le Delta bientôt inondé va permettre aux pêcheurs de profiter seuls de la richesse des lieux. La transhumance traduit aussi un mode de gestion des pâturages et de l'environnement : la montée des troupeaux vers les campements du Nord permet la régénération du *bourgou*.

L'importance de ces pâturages dépend du niveau et de la durée des crues.

2.2.2. La pêche

La pêche est pratiquée partout dans le Delta, mais les surfaces halieutiques d'eau permanente représentent 3, 5% de la zone. La production varie de moins de 40 000 tonnes en année sèche comme 1984 à plus de 100 000 tonnes en année moyenne (1994) ou humide (1970). La valeur ajoutée brute de la production halieutique est estimée à 30 Milliards de Francs CFA (Source : Schéma Directeur du Développement de la Pêche et de la Pisciculture).



La pêche est essentiellement le domaine des Bozos. Maîtres des eaux incontestés et gardiens des traditions, ils connaissent les secrets nécessaires à l'obtention de pêches fructueuses, permettant la consommation personnelle et le commerce. Ils sont reconnus comme les premiers habitants de la région. Les Somonos vivent également de cette activité. Certains Bozos vivent en semi-nomadisme, se déplaçant en pirogue au fil de la saison sèche. La décrue les encourage à migrer vers les terres découvertes. Ils sont alors des milliers à s'installer autour d'un village immuable et à venir pêché pendant une saison entière. Pendant ce temps, ils cohabitent avec les Peul, attirés également par ces terres fraîchement fertilisées. Et cela, jusqu'à ce que les eaux viennent à nouveau engloutir ces basses terres.

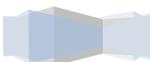
Le delta est une zone où l'on rencontre plusieurs espèces de poissons ; mais la répartition de ces espèces s'adapte à la variation saisonnière du fleuve et la profondeur de la lame d'eau. Par ailleurs on sait que la faiblesse des crues des dernières années et la prolifération des barrages ou des digues piscicoles ou agricoles, ont un impact très négatif sur plusieurs espèces qui sont devenues rares, voire ont disparu.

2.2.3. L'agriculture

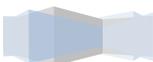
Le delta constitue une zone de grande production agricole. Les cultures sont réparties sur l'espace selon leur nature : riz dressé et riz flottant dans les mares et les bas fonds ; mil, sur les hautes terres ; arachides, patates douces et sorgho à la décrue. Bien que rizicole par excellence, le delta connaît des pratiques de cultures pluviales. Celles –ci occupent 49, 4% des champs du delta, dont 37, 7% pour le petit mil.

Le Delta permet en effet la culture du riz : le riz rouge, consommé quotidiennement. Cette céréale est une particularité de la région. On la trouve très peu dans le reste du pays et encore moins dans d'autres régions du monde. Cultivée sur 100 000 hectares, elle permet un apport non négligeable pour l'alimentation de base.

Les cultures maraîchères, notamment celles de contre saison sont aussi pratiquées dans le Delta. Mais ces cultures nécessitent des apports d'eau par l'irrigation. Elles sont pratiquées sur des surfaces restreintes.



CHAPITRE 3 : LA CULTURE DU RIZ DANS LE DIN



3.1. Les besoins en eau de la plante

L'eau joue un rôle primordial dans la production de riz. À la différence de la plupart des techniques agricoles qui utilisent l'eau essentiellement dans un but de production, la culture du riz a besoin d'eau non seulement pour assurer la croissance de la plante, mais aussi pour préparer et entretenir les terrains et pour y maintenir un niveau d'eau et un taux d'infiltration suffisants.

Pour se développer, les plants de riz doivent pratiquement avoir en permanence "les pieds dans l'eau mais la tête hors de l'eau". C'est d'ailleurs l'unique céréale capable de subsister sans dommage à l'inondation. Grâce au processus de sélection naturelle qu'il a connu au cours des millénaires, ce végétal s'adapte aujourd'hui à des situations extrêmes : quand le niveau d'eau monte très haut, ses tiges s'allongent pour trouver l'oxygène nécessaire (riz flottant) ; à l'inverse, il montre une grande résistance à la sécheresse. (<http://www.aqueduc.info/spip.php;article535>).

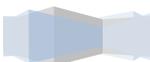
Le riz est la seule céréale qui peut survivre en conditions d'inondation, ceci suffit à expliquer les relations complexes qui existent entre le riz et l'eau.

L'eau joue un rôle primordial dans la production de riz. Tandis que beaucoup d'autres systèmes de culture emploient l'eau principalement dans un but productif (transpiration), la riziculture a besoin d'eau pour 3 raisons principales :

- i) l'évapotranspiration ;
- ii) l'infiltration et drainage ;
- iii) la gestion de l'eau spécifique avant travail du sol et le drainage avant tallage (FAO, 2004).

Le riz est une plante spéciale qui a besoin de beaucoup d'eau pour sa croissance. Durant les différentes phases de sa croissance l'eau intervient grandement.

Pendant la première phase qui est celle de germination et de levée, la graine de riz doit se gorger d'eau pour germer. Elle a donc besoin d'une quantité d'eau importante. Toutefois, après s'être gorgée d'eau, pour que la germination et le tout début de sa levée se fassent dans de bonnes conditions, la graine a besoin d'oxygène et donc de se retrouver en conditions aérobies.



Durant la deuxième phase qui est celle du tallage ; le riz est relativement résistant à un stress hydrique. Une mise en à sec prolongé de la rizière n'aura pas d'effet direct très marqué sur le rendement. Toutefois, un tel à sec prolongé est à éviter car il favorisera fortement une infestation massive par les adventices en terrain salé et créera une concentration des sels dans la solution du sol. Ce qui est néfaste pour le plan de riz.

Par contre ; pendant la phase de production le plant de riz est très sensible au moindre stress hydrique. Aucun à sec ne doit survenir pendant cette période. Le niveau de la lame d'eau doit être maintenu en permanence autour de 8 à 10 cm.

Enfin, durant la phase de formation du grain ; surtout au début de cette phase, il convient de s'assurer d'avoir de l'eau en permanence autour de 8-10 cm (Lacharme ; 2001).

Un à sec risque d'engendrer des problèmes d'échaudage : mauvais remplissage du grain.

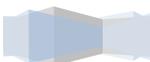
Une lame top élevée rendra le riz plus sensible à la verse.

Un des avantages d'avoir de l'eau en permanence dans les parcelles de riz favorise l'infiltration et la recharge des nappes, au bénéfice d'autres usages de l'eau. Un avantage majeur de la présence d'eau dans la rizière est qu'elle empêche le développement des mauvaises herbes, évitant l'utilisation des herbicides ou réduisant de ce fait la quantité de travail exigée. La submersion d'eau des rizières empêche aussi l'érosion du sol et les glissements de terrain.

Wellens *et al* en 2004, ont estimé les besoins en eau du riz sur différents types de sol à la vallée du Kou au Burkina Faso et les données sont consignées dans le tableau ci après.

Tableau 1- Besoins en eau du riz en fonction des types de sol

Culture	Sol	Besoins en eau (mm)
Riz	argileux	776
	Limoneux	879
	argilo limoneux	981
	sablo argileux limoneux	1083
	sablo argileux	1216
	limoneux	1349



La vallée du Kou étant située dans le même contexte climatique que le Delta Intérieur du Niger, on peut estimer que les besoins en eau du riz dans le DIN sont compris entre 981mm et 1083mm selon le type de sols rencontrés.

3.2. Les différents types de rizicultures dans le Delta Intérieur du Niger

Au Mali en général, et dans le DIN en particulier, la riziculture est pratiquée de différentes manières, soit par la taille des Aménagements Hydro Agricoles, soit par le niveau de maîtrise de l'eau.

Ainsi les différents modes de production rizicole rencontrés peuvent être classés selon les grands types suivants :

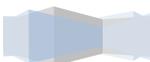
- La riziculture sur aménagements hydro agricoles qui regroupe selon le degré de maîtrise de l'eau la riziculture en submersion contrôlée surtout dans les régions de Ségou et Mopti.
- La riziculture traditionnelle regroupant la riziculture d'immersion profonde par inondation, la riziculture dans les bas-fonds et plaines inondables et la riziculture pluviale. Souvent les bas-fonds sont aménagés pour améliorer la disponibilité de l'eau en réduisant les fluctuations.

3.2.1. La riziculture dans les aménagements hydro agricoles ou périmètres irrigués

- **En submersion contrôlée**

Le contrôle de l'eau à l'échelle de la parcelle pour la culture du riz en conditions inondées, s'est développé aux travers des siècles pour arriver à une gestion de l'eau et à des techniques culturelles spécifiques qui présentent des avantages particuliers.

L'aménagement est relativement simple et constitué le plus souvent d'un canal d'amenée d'eau à partir du fleuve, d'un ouvrage de régulation (vanne) et d'une digue qui entoure partiellement ou totalement le périmètre cultivé. On contrôle l'inondation (l'entrée d'eau dans le périmètre) et on peut maintenir l'eau dans le périmètre. Les aménagements hydrauliques des années 1970, permettent de retarder la montée de l'eau pendant la crue et de bloquer l'eau



pendant la décrue (Kuper et Maiga, 2000). Mais, la vidange totale de l'eau n'est pas très souvent possible. Le riz est semé sous régime pluviométrique en début d'hivernage, puis quand la crue du fleuve le permet, l'eau entre dans le périmètre par l'ouvrage principal et inonde progressivement les terres. La culture est donc tributaire des pluies pour l'installation du riz et du volume l'intensité et de la durée de la crue (hauteur d'eau et durée) pour la submersion.

Les superficies cultivées sont de l'ordre de 45 000 ha essentiellement dans les régions de Ségou et de Mopti sur des surfaces aménagées de plus de 60000 hectares. Les rendements varient de 0.8 à 2,5 t/ha (INSAH, 2007).

3.2.2. La riziculture traditionnelle sous forte inondation (submersion libre)

Elle est pratiquée dans le delta intérieur du Niger et le long du fleuve dans la boucle du Niger. Les variétés utilisées sont de type *Glaberrima* et ont la particularité de croître très rapidement pour suivre la crue du fleuve qui peut être de 5 cm par jour. Le semis a lieu avec les pluies, puis la crue survient et inonde les rizières, l'eau monte de plusieurs mètres par endroits et le riz se développe de manière à avoir épis et feuilles hors de l'eau (d'où son appellation de riz flottant). Ce type de riziculture est pratiquée presque sans contrôle sur la montée et la descente de l'eau dans les parcelles. Le plus souvent la récolte doit être faite en pirogue. la production est très variable et les rendements dépassent rarement 1 t/ha. La superficie concernée est de l'ordre de 300 000 ha (INSAH, 2007).

3.2.3. La riziculture de bas fonds

Elle est caractérisée par une grande diversité des situations et des pratiques. Selon le type de bas fonds, la partie concernée et la position topographique de la parcelle, le riz est en submersion temporaire ou permanente due à la remontée de la nappe phréatique, à l'accumulation de l'eau de ruissellement et à la crue de la rivière ou du marigot. Le riz est semé sous régime pluviométrique du début d'hivernage avant l'inondation. L'eau se retire lentement et a en général libéré la parcelle au moment de la récolte. Cette culture est fortement dépendante de la pluviométrie ; les années où les pluies ne sont pas abondantes, les



superficiés récoltées et les productions sont faibles. Les améliorations portent notamment sur la maîtrise de l'eau avec l'aménagement du bas fonds selon différents types : réalisation de diguettes en courbe de niveau, digues déversantes, ouvrage de diversion avec réseau d'irrigation, etc. Selon le niveau de maîtrise de l'eau la riziculture pratiquée peut être plus ou moins intensive.

Sur un potentiel de 300 000 hectares, environ 80 000 ha de riz sont cultivés par an dans les bas fonds non aménagés le plus souvent par les femmes dans les régions de Ségou, Sikasso et Kayes. Les rendements varient de 0,8 à 2 t/ha. Les bas fonds aménagés représentent 5 000 ha dans la région de Sikasso avec des rendements souvent supérieurs à 2 t/ha (INSAH, 2007).

3.3. La place du riz dans l'économie du Mali

Au Mali, le riz contribue à environ 5 % du PIB du pays. Il se classe ainsi juste derrière l'élevage et le coton. Par rapport aux filières élevage et coton, dont le développement dépend des exportations, la filière riz à l'avantage d'avoir un marché national en pleine expansion. L'Office du Niger occupe une place prépondérante dans la production nationale avec environ 77 % des superficies en maîtrise totale de l'eau et environ 43% de la production totale de paddy (Diakité e al ; 2007).

Selon le Recensement Général de l'Agriculture (RGA) en 2004 (CPS, 2006), la riziculture était pratiquée par 170 000 exploitations agricoles familiales, soit 21% des 805 000 exploitations agricoles que comptait le pays cette année là, pour une superficie totale cultivée d'environ 315 000 ha, soit une superficie moyenne de 1,8 ha par exploitation. Par ailleurs, le riz est la principale culture irriguée en saison des pluies avec 90 % des superficies irriguées durant cette saison pour environ 115 000 exploitations agricoles concernées.

La zone de l'Office du Niger, sur une superficie aménagée d'environ 60000 ha est souvent présentée comme le « grenier à riz » du Mali. Avec ses 20000 exploitations familiales, la zone de l'office assure en effet 40 % de la production totale du riz du Mali (700000 à 900000 selon les années) et correspond à plus de 80 % des besoins de consommations nationaux en riz.

Le système de riziculture pluviale y compris les bas-fonds représente environ 57 % des surfaces rizicoles totales (465898 ha) avec seulement 24 % de la production totale en riz



(717116 tonnes). Le faible rendement de 693 kg/ha est surtout lié au manque de variétés performantes et aux techniques de production inadaptées. Il convient de signaler que les aménagements de bas-fonds sont beaucoup plus limités et ne dépassent pas 5000 ha (Desgain, 2004).

Ainsi, en croisant ces deux informations, les exploitations agricoles qui pratiquent la riziculture traditionnelle (de bas fonds, pluviale, ou de submersion libre) seraient environ 55 000.

3.3.1. Les exportation du riz

Malgré l'augmentation croissante de la production, le Mali n'est pas encore un exportateur net de riz. Les échanges transfrontaliers constituent la source principale des exportations de riz. Il n'existe pas une exportation organisée en tant que telle du riz. Les exportations actuelles relèvent du commerce informel. Le commerce frontalier de riz se fait principalement avec la Mauritanie. Cela s'explique par la proximité de ce pays avec la principale zone de production qu'est l'Office du Niger au Mali.

3.3.2. Les importation du riz

Le riz est la céréale la plus consommée dans tout le Mali. L'augmentation de la population, de l'exode rurale et de l'urbanisation influencent fortement la consommation de riz comme en témoigne la fréquentation de plus en plus élevée des restaurants et des gargotes par les travailleurs. La consommation augmente de 7,5 % par an en moyenne depuis 1995 sous le double effet de la croissance urbaine et des augmentations de consommation par tête, etc. En 2003, le riz importé représentait 30 % des consommations, contre moins de 10 % dans les années 1990. Le riz commercialisé (400 000 tonnes) au Mali provient à 45% du riz importé soit 180000 tonnes en 2006. Ce taux, qui était de l'ordre de 20 % il y a dix ans, a fortement augmenté ces trois dernières années à la suite de l'insuffisance de l'offre locale. On retiendra qu'actuellement la moitié de la consommation de Bamako est alimentée par des importations, mais aussi que les populations rurales se nourrissent de plus en plus avec du riz importé. D'une manière générale la demande intérieure n'est pas totalement couverte par la production



locale. Le pays importe en moyenne 20 000 à 30 000 tonnes de riz par an (Diakité et al ; 2007).

Les importations de riz y ont doublé sur une période de quatre ans, entraînant une augmentation de 51 969 tonnes en 2000, à 105 390 tonnes en 2004. (www.casafree.com/modules/news/article.)

Les importations maliennes viennent surtout d'Asie et principalement de l'Inde, de la Thaïlande, du Vietnam et de Chine (DNCC, 2002).

Dans le bulletin d'information «Réseau Riz» publié en décembre 2004, le chercheur Lamissa Diakite (Ecofil/IER) analyse les échanges extérieurs de riz. Si l'on a noté une régression des importations de riz d'Asie de 1991 à 1993, plusieurs autorisations ont ensuite été accordées aux importateurs pour éviter les ruptures de riz, avec en 2002, une importation record de 117 000 tonnes et qui monte jusqu'à 180000 en 2007. Ceci est illustré dans la figure 4.

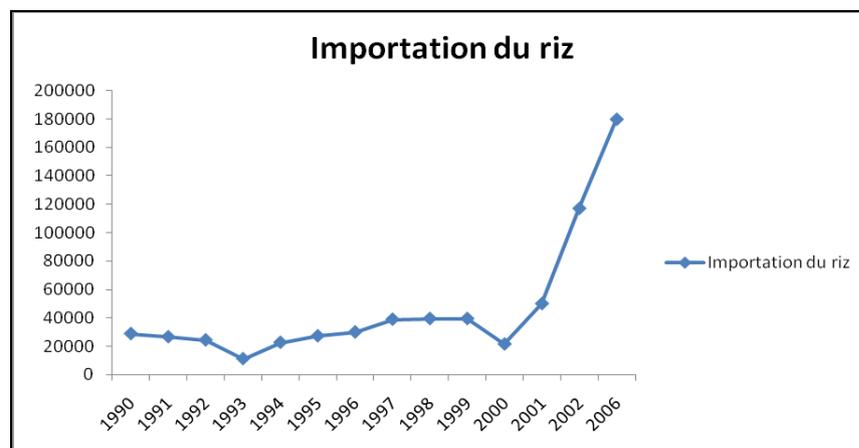


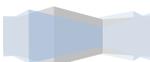
Figure 5: Les importations du riz au Mali

La moyenne des données chiffrées de 1990 à 2002 place le riz en première position des céréales importées par le Mali, avec 66%, devant le blé (21%) et la farine de blé (13%).

Depuis quelques temps ; les différents pays de l'Afrique dépendant des importations du riz, ne reçoivent plus le riz en provenance de ces pays asiatiques. C'est ce qui est à la base de la flambée des prix. Actuellement les pays de la sous régions vivent une énorme crise due au manque de riz.



CHAPITRE IV. DECRUE ET CULTURE DU RIZ PLUVIALE



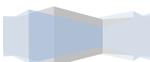
4.1. Impacts des aléas climatiques et anthropiques sur les ressources en eaux

Les conditions climatiques de l'Afrique de l'Ouest, de sa partie sahélienne en particulier, connaissent des variations chroniques surtout depuis le début des années 1970. La région a connu une rupture nette des séries pluviométriques et hydrométriques autour des années 1968-1972, avec 1970 comme année charnière. La baisse de la pluviométrie moyenne avant et après 1970 varie d'environ 15% à plus de 30% selon la zone. Les débits moyens des grands fleuves de la région ont connu des variations concomitantes et plus prononcées comparées à celles de la pluviométrie. On a ainsi noté une baisse moyenne de 40 à 60 % des débits depuis le début des années 70. La baisse des débits s'est traduite par la réduction significative de la superficie des principales zones humides naturelles dont celle du delta intérieur dont la superficie a fortement baissé : d'environ 37.000km² au début des années 1950 à approximativement 15.000km² depuis 1990 (UICN-BRAO ; GWP-WAWP ; CILSS ; 2003).

Les changements climatiques ont donc entraîné des perturbations de la pluviométrie avec une tendance à la baisse. L'élévation de l'ETP, entraîne l'aggravation de l'évaporation des plans d'eau, le tarissement précoce des plans des eaux de surface, l'assèchement précoce des puits et puisards, l'insuffisance de l'eau pour les différentes utilisations. Cela se traduit par une réduction du volume et de la durée des crues ; des zones entières qui sont peu ou plus inondées ; en particulier les lacs périphériques.

Les terres de la zone inondée sont soumises également à l'action néfaste de : l'érosion hydrique et éolienne, un ensablement accélérés de certaines portion du lit, la mauvaise pratique d'irrigation, etc. Les signes annonciateurs de la dégradation des terres de culture de la zone sont constitués par des phénomènes visibles qui sont : la baisse de la fertilité, la diminution du couvert végétal, la formation de glacis, la réduction des superficies irrigables, le faible rendement des cultures.

Aussi, la construction des barrages en amont du Delta Intérieure du Niger et les différents aménagements hydro agricoles contribuent fortement à la dégradation et à la réduction des surfaces inondées. Chaque prélèvement d'eau, et tous les aménagements humains modifient l'hydrologie du fleuve. Le barrage de Sélingué ayant 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 réduit considérablement la



hauteur maximale de crue, ce qui a pour effet négatif de réduire les surfaces inondées (Mahé, 2004).

Un modèle de bilan hydrique et une analyse statistique ont révélé que le niveau de l'eau dans le delta intérieur entre août et octobre fait l'objet d'une baisse de 8 cm en raison de l'irrigation réalisée par l'Office du Niger, et d'une baisse ultérieure de 15 cm du fait de la gestion du réservoir de Sélingué. Le barrage de Fomi réduit le niveau du débit de pointe de 45 cm encore d'où une diminution de la surface inondée d'environ 10 à 14% entre 1966 et 1988 (voir figure 6).

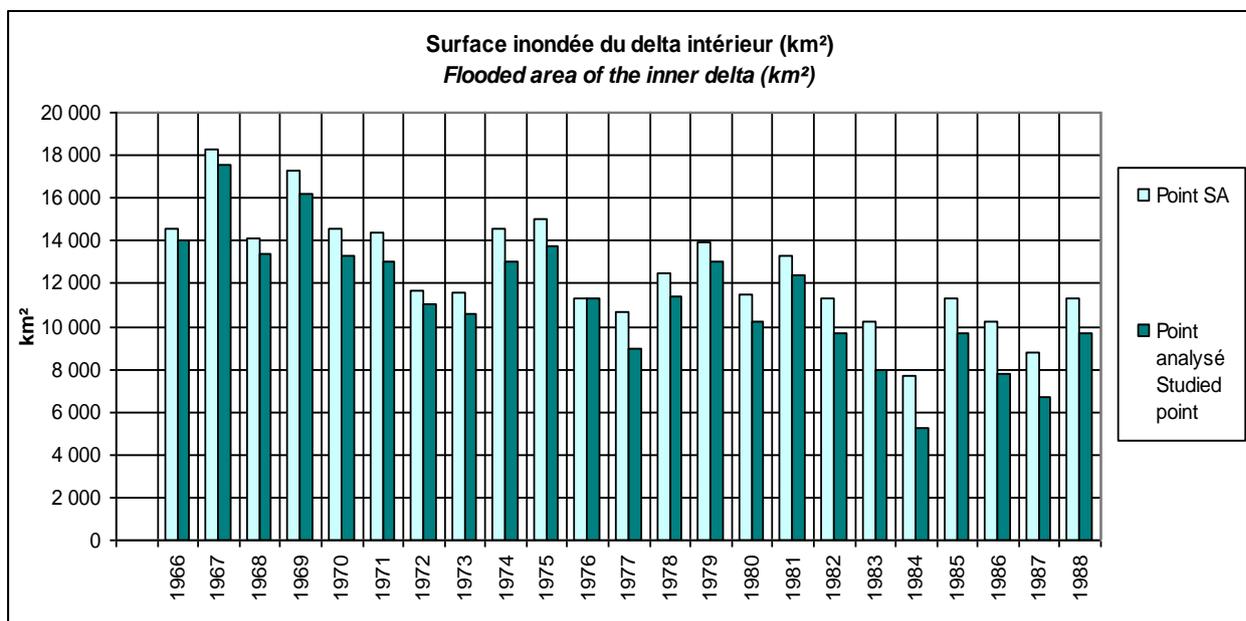


Figure 6 :

4.2. Impact de la décrue sur la culture du riz

La production de riz dans le delta intérieur varie d'une année à l'autre. Cette variation est attribuable à l'ampleur de la crue et, dans une moindre mesure, aux précipitations. La culture du riz pluviale surtout, est étroitement liée à la crue. La rupture climatique des années 1970 a considérablement affecté le fleuve Niger avec pour conséquence une forte diminution des quantités d'eau dans le Delta dû à l'irrégularité des pluies. L'eau monte moins haut qu'avant et se retire plus rapidement. L'inondation couvre donc des superficies moins importantes, ce qui provoque une diminution de la production du riz. Au total, la production moyenne s'élève

à 83 000 tonnes. Lorsque la crue est faible, ce chiffre tombe à 10 000 tonnes mais lorsqu'elle est forte la production peut atteindre 120 000 tonnes.

Compte tenu de la forte corrélation entre la production de riz et la pointe de crue, il a été estimé que, du fait du barrage de Sélingué, les riziculteurs produisent 4,9% de moins en moyenne. Sans l'irrigation de l'Office du Niger, la production de riz dans le delta intérieur aurait été supérieure de 10,4%.

La figure 7 nous montre l'impact de la diminution de la surface inondée du DIN dû à la construction du barrage de Fomi sur la production du riz ; on constate une réduction de cette production d'environ 22% entre 1966 et 1988.

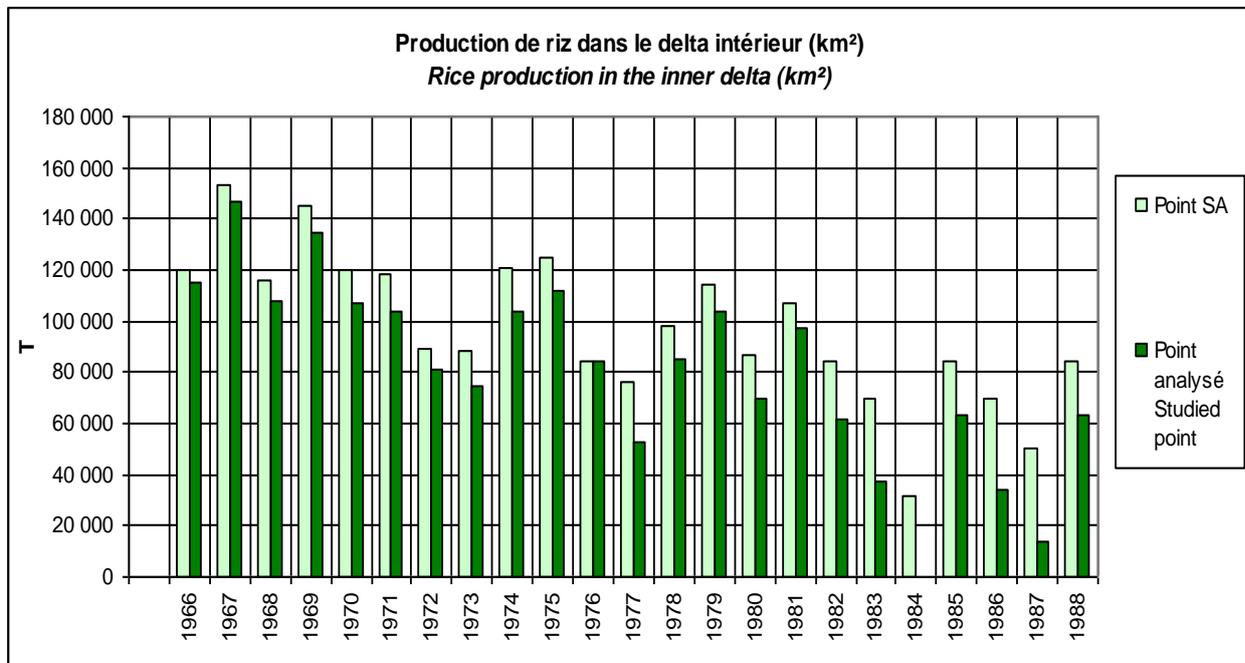


Figure 7 :

Le barrage de Fomi a eu et continue d'avoir un impact encore plus important, soit une baisse de 40% ces dernières années (Zwarts et al ; FAO).

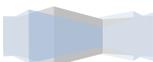
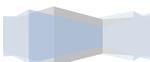


Tableau 1 : Contrainte suivant les types de rizicultures

Contraintes	Bas-fond	Submersion libre	Submersion contrôlée	Maîtrise totale grands périmètres ^Λ
Irrégularité des pluies	Retard dans la mise en place, faible productivité	Faible productivité souvent perte totale de la production	Retard dans la mise en place, faible productivité	Peu d'impact direct
Variabilité des crues		Faible productivité souvent perte totale de la production	Faible productivité souvent perte totale de la production	Peu d'impact direct

Le tableau 1 nous montre les contraintes dues à l'irrégularité des pluies et à la variabilité des crues sur les différents types de rizicultures. On constate que la riziculture traditionnelle qui utilise la technique de submersion libre est la plus vulnérable entre ces différentes techniques. En effet la culture traditionnelle se fait sous forte inondation. Le semis a lieu avec les pluies, puis la crue survient et inonde les rizières, l'eau monte de plusieurs mètres par endroits et le riz se développe de manière à avoir épis et feuilles hors de l'eau. De ce fait les semis de riz doivent lever avec les pluies, mais lorsque les pluies diminuent en fin d'hivernage, il importe que les crues viennent inonder les jeunes pousses pour permettre leur maturation. Or le retard de la crue occasionné par le remplissage des barrages et par l'arrivée tardive des pluies fait craindre qu'en certains endroit les pousses ne flétrissent ou se dessèchent avant que la crue n'arrive.

De façon générale, l'effet des changements climatiques qui se traduit par l'aggravation de l'évaporation des plans d'eau, à un impact considérable sur les rendements des autres types rizicultures. Cet effet est même ressenti en riziculture avec maîtrise totale de l'eau. En effet l'évaporation accélérée des plans d'eau est fortement impliqué dans le processus de décrue. On constate dans ce cas que l'inondation des parcelles n'est plus assez durable, la probabilité est donc plus élevée pour que les plantes n'atteignent pas la maturité et les récoltes seront affectées ou même parfois totalement perdues.



CONCLUSION

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'impact de la décrue sur la culture du riz pluviale dans le Delta Intérieur du Niger. En effet le DIN qui présente de nombreuses opportunités telles que la présence de l'eau et de surface inondable pour la culture de cette denrée, se trouve menacée par les aléas climatiques et anthropiques réduisant ainsi la durée et le volume de l'eau. Les populations du DIN tirent leur existence de l'agriculture, de la pêche et de l'élevage. La présence de l'eau et de surface inondable dans le DIN constitue une opportunité non moins importante pour ces différents usages. Ainsi la culture du riz ; grande consommatrice d'eau y est pratiquée. Cependant sa production est très dépendante de la pluviosité et de l'ampleur de la crue, et varie d'une année à l'autre. Or depuis quelques temps, l'on vit la crise généralisée du riz. La production locale du riz n'arrivant pas à couvrir les besoins nationaux (près de la moitié étant importée) ; il serait judicieux de trouver des systèmes pour intensifier cette culture dans le DIN dans le but de satisfaire les besoins nationaux en riz et aussi ceux de la sous région.

RECOMMANDATIONS

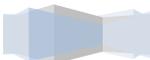
La décrue affecte négativement la culture du riz qui se traduit par une baisse de la production. Il est donc impératif de développer des mesures d'adaptation face à la situation allant dans le sens de l'amélioration de la productivité et de la durabilité des techniques des systèmes de cultures pluviaux. Ces mesures vont de l'introduction de nouvelles variétés aux nouvelles techniques plus adaptées.

Des variétés interspécifiques (NERICA) mises au point par la recherche à travers l'ADRAO, pourraient être utilisées. En effet, cette variété est adaptée à la culture pluviale, et présente un haut potentiel de rendement.

Il faut développer des systèmes de culture viable permettant d'utiliser l'eau de manière efficiente et produisant de très bon rendement. Le Système de Riziculture Intensive (SRI) actuellement en expérimentation et qui déjà fait ses preuves peut contribuer à améliorer

l'efficience de l'eau. Ce système préconise une diminution de la densité des plants (un plant par poquet) et l'espacement des apports d'eau afin de permettre aux plantes d'absorber toute la quantité apportée.

Il faut également explorer dans les pays asiatiques les technologies et matériels agricoles facilement maitrisable et adapter à nos pays pour engager un véritable programme d'équipement de la riziculture. Toutes ces propositions permettront de réduire la faim et la pauvreté dans la sous région, tout en conservant l'environnement et assurer une vie meilleure aux générations présentes et future pour qui « le riz c'est la vie ».



BIBLIOGRAPHIE

1. ADRAO, 1995. Formation en Production rizicole: manuel du formateur. Saye Publishing. Royaume Uni.305
2. ADRAO, 2007 ; concertation pour le renforcement de l'échange des données statistiques et des informations sur l'économie du riz.
3. BAMBA F., MAHE G., BRICQUET J. P. et OLIVRY J. C., 1996 : Changement climatiques et variabilité des ressources en eau des bassins du Haut Niger et de la cuvette lacustre. In : Réseau Hydrométriques, réseaux télématiques, réseau scientifiques : nouveaux visages de l'hydrologie Régionale en Afrique. XIIème journées hydrologique de LORSTOM
4. BRUNET-MORET Y., CHAPERON P., LAMAGAT J. P. et MOLINIER M. 1986 : Monographie hydrologique du fleuve Niger. Coll. Monog. Hydrol. N° 8, ORSTOM, Paris, Tome I: Niger supérieur 396p; Tom II: cuvette lacustre et Niger moyen 506P.
5. CHAMARD P., COUREL M.F., ADESIR, SCHILLING M., 1997: L'inondation des plaines du delta intérieur du Niger (Mali). Tentatives de contrôle : la réalité et les risques
6. DESGAIN S. ,2004 : Des stratégies économiques gagnantes pour les pays africains.
7. DIAKITE L., 2004 ; Bulletin d'information sur la filière riz au Mali, n° 3.
8. DIAKITE L., CISSE Y., COULIBALY S., 2007. Communication de l'INSAH; Concertation pour le renforcement de l'échange des données statistiques et des informations sur l'économie du riz. Cotonou, Benin.
9. DNCN , 2004 ; Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar.
10. FAO, 2004 ; Riz et Eau : une longue et riche histoire
11. GALAIS J., 1967 ; Le delta intérieur du Niger et ses bordures. Etude morphologique. Mémoires et documents.
12. KUPER M., MAIGA H., 2000. Commercialisation du riz traditionnelle dans le delta intérieur du Niger au Mali. Etudes et rapports Girhex, ER52,IRD, Bamako, Mali.39p.
13. Lacharme. M.,2001 ; La gestion de l'irrigation des rizières « Fascicule »
14. MAHE G., Fleuve Niger face au changement climatiques et aux aménagements Humains

15. PICOUET C., 1999 ; Géodynamique d'un hydrosystème tropical peu anthropique : Le bassin supérieure du Niger et son Delta Intérieur.
16. PONCET Y., 1999. « Les milieux du delta centrale » In Quensière J. (éd.)/ La pêche dans le delta centrale du Niger, Paris,IER-orstom-Karthala :58-66.
17. UICN, 2002. « La conservation au service du developpement durable : Restauration et gestion des ressources naturelles du delta intérieur du Niger- Youwarou ». UICN Programme Zones Humides et Ressources en Eau, 4p
18. UICN-BRAO, GWP-WAWP, CILSS ; 2003 ; Eau, changement climatique et désertification en Afrique de l'Ouest : Stratégie régionale de préparation et d'adaptation
19. VANDEVENNE R., 1987. Production et contrôle des semences du riz en zone tropicale. Institut de rechechs Agronomiques Tropicales, Burkina Faso.
20. WUILLOT J., 1994 : Les phytocenoses aquatiques. In : La pêche dans le Delta Central du Niger :approche pluridisciplinaire d'un système de production halieutique, ORSTOM , Karthala.
21. Zwartts L., BEUKERIN P. V., KONE. B, WYMENGA. E.; Le Niger , un cable de sauvetage : résultats économiques et cologiques de la gestion efficace dans le bassin du haut Niger. Conférence FAO/Pays-Bas sur "L'eau pour l'alimentation et les écosystèmes:Pour une action concrète"

SITES WEB

1. www.casafree.com/modules/news/article.
2. <http://www.aqueduc.info/spip.php;article535>.

