

3^{ème} PARTIE

L'ÉVOLUTION DE L'ESPACE RIZICOLE

De 1952 à 2015.

**La riziculture inondée (1952,1975,1989, 2015) :
ses relations avec les formations végétales, les sols et
les crues**

1 - INTRODUCTION

1.1 - Objectifs

Notre but n'est pas d'étudier en détail les systèmes de production agricole du Delta intérieur du Niger. Une telle étude supposerait que l'on dispose d'informations précises sur les exploitations agricoles et que l'on puisse notamment en évaluer le nombre, en proposer un échantillonnage et en donner une description et une typologie. Notre objectif, plus modeste, est de cerner l'emprise des surfaces cultivées en riz pluvio-fluvial sur le temps long (de 1952 à 2015), d'en analyser la répartition spatiale, d'essayer de comprendre les relations que ces rizières entretiennent avec des paramètres humains – répartition de la population, limites territoriales... – et des paramètres physiques – quelles formations végétales sont défrichées ? quelles relations ces défrichements ont-ils avec les crues ? afin de tenter d'analyser les stratégies des riziculteurs.

1.2 - Les sources

Nous disposons pour mener cette analyse de trois sources principales de données :

- L'étude intitulée *Evolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne* du projet CIPEA au Mali réalisée par Mark Haywood et publiée par le CIPEA en 1981¹.
- La *Carte de l'occupation agricole des terres du projet P.I.R.L* – Projet d'Inventaire par Télédétection des Ressources Ligneuses – publiée en 1990 en République du Mali par le Ministère de l'Environnement et de l'Elevage.
- *Les données numériques des surfaces cultivées en riz* (irrigué et pluvio-fluvial) en 2015, étude réalisée par Léo Zwarts et qu'il nous a aimablement communiquée.

1.2.1 - L'étude de Mark Haywood (1952 & 1975)

La zone étudiée par Mark Haywood dans "Évolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne du projet CIPEA au Mali" couvre 46 000 km², compris entre 13°55 et 16° de latitude nord, 6°40 et 4°30 de longitude ouest (à l'exclusion de la partie nord-ouest située à l'intérieur du territoire mauritanien).

L'étude porte donc sur une partie des bas-plateaux à l'ouest de l'Office du Niger, sur l'ensemble du Delta mort et sur la partie occidentale du Delta intérieur, ce qui représente environ le tiers du Delta.

En latitude, elle couvre un gradient pluviométrique compris, en 1980, entre les isohyètes 600-700mm au sud et 300mm au nord.

Les thèmes étudiés et cartographiés portent sur la localisation des villages, sur celle des sites archéologiques (tumulus recouvrant d'anciens villages), sur les ressources en eau, les marques de dégradation des terres, et les surfaces cultivées.

¹M. Haywood, *Évolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne du projet CIPEA au Mali*. Document de travail n° 3, Addis Abéba, CIPEA, 1981, 187 p.

Cette étude diachronique s'appuie sur deux couvertures aériennes IGN :

- La mission 75 MAL 32/500 P - IRC (1:50 000, clichés panchromatiques et infrarouge couleur)
- La mission AOF 019 - 1952 (1:50 000, clichés panchromatiques)

Pour les surfaces cultivées, Mark Haywood distingue principalement les thèmes suivants :

Tableau n° 1 : Classification des thèmes de l'étude CIPEA

Classification de M. Haywood	Classes Delmasig
Culture sèche	1
Casiers rizicoles (Office du Niger et Opérations Riz)	3
Cultures irriguées privées (<i>private</i>)	Non saisie
Végétation naturelle dégradée	Non saisie
Riziculture pluvio-fluviale	4
Jachère de riziculture pluvio-fluviale	6

Les cultures irriguées privées se localisent à la périphérie de l'Office du Niger. Le terme désigne les cultures de riz situées en dehors des périmètres officiels et irriguées par détournement de l'eau des drains.

Les résultats de la photo-interprétation, après vérifications de terrain pour 1975, ont été cartographiés par carrés de 10' d'arc, correspondant au carroyage de base du fond IGN 1: 200 000. Le recalage des photos s'est effectué sur les villages et le réseau hydrographique. Chaque page du travail de M. Haywood met en regard la situation en 1952 avec celle de 1975. Les carrés sont repérés par une lettre de A à M désignant la latitude (de 16° à 14° nord) et un numéro désignant la position en longitude (de 6° 40 à 4° 30 ouest).

Nous n'utilisons dans ce travail que la partie est de la grille, (entre 14° et 15°50 nord en latitude, 5°40 et 4°30 ouest en longitude), qui couvre approximativement la partie occidentale du Delta intérieur et sa marge ouest au contact du Delta mort. Le reste de l'étude, couvrant le Delta mort et la zone de l'Office du Niger, se situe en effet en dehors de notre périmètre de travail.

1.2.2 - La carte de l'occupation agricole des terres. (PIRL 1989)

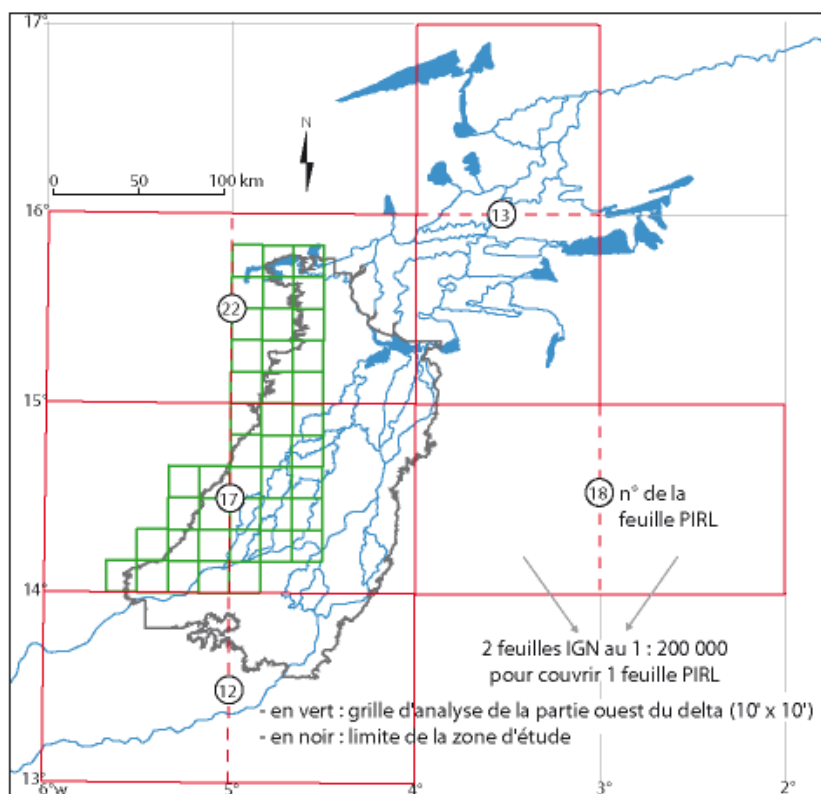
Il s'agit d'une cartographie au 1 : 200 000 publiée en République du Mali en novembre 1990, dans le cadre du projet P.I.R.L. Les travaux ont été effectués par un ensemble d'institutions de recherche et de bureaux d'études (SYSAME - BDPA - SCET AGRI - CTFT²). Cette carte, qui utilise le fonds topographique IGN au 1: 200 000 sur des coupures associant deux cartes IGN contiguës, propose une représentation de l'occupation des terres tirée d'images SPOT datant, selon l'endroit, de 1987, 1988, ou 1989 (mois d'octobre à décembre).

Les analyses des images ont été effectuées visuellement à partir de tirages papier de compositions colorées. Il ne s'agit donc pas d'analyses numériques. Le calque des thèmes reconnus sur les images SPOT a ensuite été reporté sur un fond IGN.

² C.T.F.T. Centre Technique Forestier Tropical, devenu, entre-temps, le CIRAD Forêt

Le Delta intérieur et ses marges sont couverts par l'assemblage de 5 coupures, soit 10 feuilles IGN au 1: 200 000 :

Figure n° 1 : Cartes du PIRL et zone d'étude



Les parcelles ou blocs de parcelles cultivées sont classées en 5 catégories

Tableau n° 2 : Classification des systèmes agricoles (projet P.I.R.L)

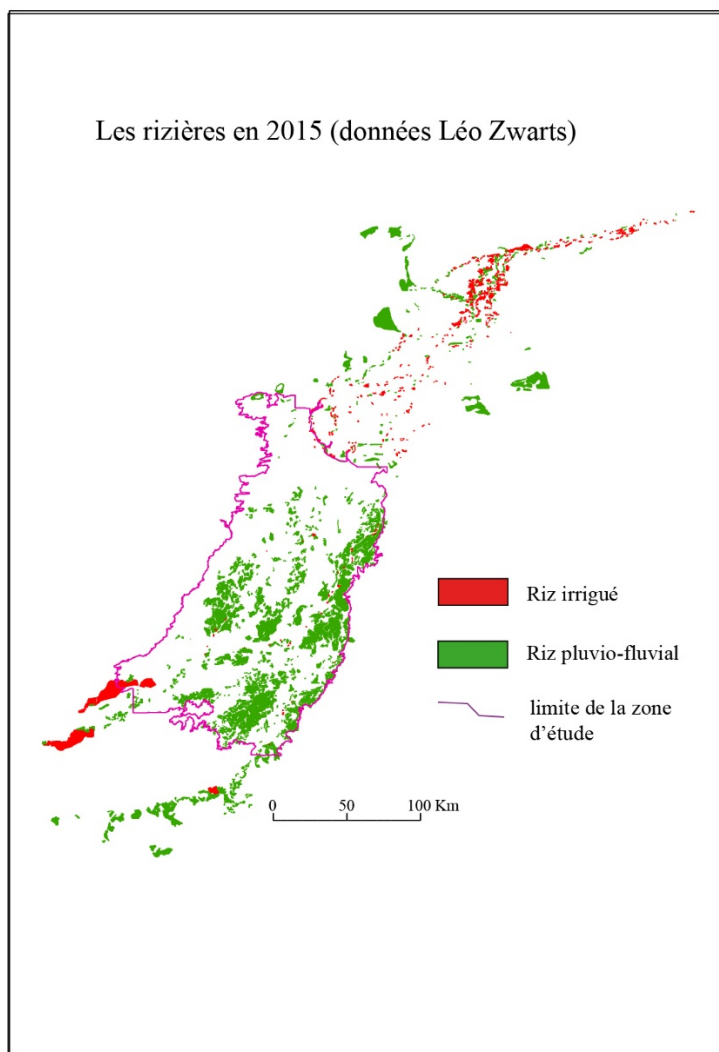
Classes du P.I.R.L.	Définition de chaque classe
C6	Système de cultures permanentes en sec ou à jachères de courte durée
C7	Système de cultures itinérantes en sec ou à jachères de longue durée
C9	Riziculture avec aménagements hydrauliques (casiers rizicoles de l'Office du Niger et des Opérations Riz)
C10	Riziculture de décrue ³
C10'	Zone susceptible d'être partiellement cultivée en riz à la date des images satellites utilisées.

³ Il s'agit d'une appellation impropre désignant ici le système rizicole pluvio-fluvial tel qu'il est pratiqué dans le Delta intérieur. (voir page 11 & 12 la définition de la riziculture de décrue et de la riziculture pluvio-fluviale)

1.2.3. Les données de Léo Zwarts (2015) :

L'auteur a cartographié à partir des images Google Earth le parcellaire des cultures dans la vallée du Niger et le Delta intérieur de San à Tombouctou. Il indique pour chaque bloc de culture s'il s'agit de riz irrigué (valeur 1 de l'item riz) ou de riz pluvio-fluvial à submersion non contrôlée (valeur 0 de l'item riz). Le fichier comprend 2687 blocs de culture pour un total de 526 281 ha. **(Figure 2).**

Figure n° 2 : Les rizières en 2015



2 - MÉTHODOLOGIE ET PROBLÈME DE QUALITÉ DES DONNÉES

2.1 - La saisie et le traitement des données

Pour les données de 1989, extraites des cartes du P.I.R.L., seul le parcellaire concernant le Delta et une partie de ses marges sèches a été saisi. Ce travail s'est effectué à la table à digitaliser, de format A0, planche par planche, chaque planche couvrant 1° x 1°, soit une demie-carte. Les couvertures de base sous ArcInfo, référencées en latitude / longitude, portent le nom de la coupure IGN correspondante (Mopti, San, Niono, Sa, Niafunké, etc.). Les couvertures sont ensuite assemblées en une couverture unique qui est projetée en système

UTM fuseau 30, baptisée SAU90 après projection, de manière à se superposer avec les autres couvertures du SIG et de disposer d'une métrique permettant le calcul des surfaces. Les parcelles ou blocs de parcelles sont classées en 5 catégories, représentées dans la base de données associée par la valeur d'un item nommé "culture__89" pour la couverture générale tirée des travaux précités.

Tableau n° 3 : Correspondance entre la classification du P.I.R.L et l'item culture_89 de la couverture SAU90

Culture_89	Classe d'origine	Définition de la carte d'origine
1	C6	Système de cultures permanentes en sec ou à jachères de courte durée
2	C7	Système de cultures itinérantes en sec ou à jachères de longue durée
3	C9	Riziculture avec aménagements hydrauliques (casiers rizicoles de l'Office du Niger et des Opérations Riz)
4	C10	Riziculture de décrue ⁴
5	C10'	Zone susceptible d'être partiellement cultivée en riz à la date des images satellites utilisées.

Nous conservons les cinq classes définies sur les cartes du P.I.R.L. pour certaines de nos représentations cartographiques. Cependant, dans les calculs ultérieurs, nous ne conservons que trois classes en procédant aux regroupements suivants :

1 + 2 (C6 + C7) : cultures sèches

3 (C9) : riziculture à submersion contrôlée (casiers)

4 + 5 (C10 + C10') : riziculture pluvio-fluviale (en assimilant les surfaces "susceptibles d'être en riz" à des surfaces effectivement en riziculture)⁵

Pour les données de 1952 et de 1975, la procédure de saisie est simple : chaque carré de 10' x 10' est soigneusement référencé en latitude/longitude. Les différents thèmes sont ensuite numérisés (à la table ou à l'écran, via un scanner). Chaque couverture représente un carré de base. Les 42 couvertures – pour chaque période – sont ensuite assemblées puis projetées en UTM, ce qui donne deux couvertures de base dénommées SAU75 et SAU52 après projection en UTM fuseau 30.

Tableau n° 4 : Correspondance entre la classification du CIPEA et l'item culture_75 et culture_52 des couvertures SAU_75 et SAU_52

Item culture_75	Classes distinguées par Mark Haywood
1	Culture sèche
3	Casiers rizicoles (Office du Niger et Opérations Riz)
4	Riziculture pluvio-fluviale
6	Jachère de riziculture pluvio-fluviale

Pour les données de 2015, nous avons extrait les informations correspondant strictement à la zone d'étude de Delmasig (*Shape : Ricefield_zwarts_delta*). Ce shape comprend 1677 blocs pour une surface de 320 225 ha répartis entre 2 valeurs du champ *Ir* (Irrigué) : "0" pour le riz pluvio-fluvial (1614 blocs pour

⁴Ibid.

⁵ Voir *infra*, p. 16.

308 161ha) et "1" pour le riz irrigué (63 blocs pour 12 064 ha). 183 parcelles ont une surface inférieure à 1 ha (pour une surface cumulée de 13,3 ha). Ces très petites parcelles ont été supprimées du fichier.

La comparaison des données de Mark Haywood (1952 et 1975) avec celles du P.I.R.L. et celles de Leo Zwarts 2015 est ensuite effectuée pour le riz pluvio-fluvial, entre 1952⁶, 1975, 1989, 2015 en utilisant les quatre shapes : Ricefield _2015_Veg7, SAU90, SAU75 et SAU52, et en tenant compte du fait que les shapes SAU90 et Ricefield _2015_Veg7 couvrent tout le Delta, alors que les shapes SAU75 et SAU52 ne couvrent que la partie occidentale.

2.2 - Le problème de qualité des données

Avant d'exposer les principaux résultats de nos analyses, nous devons émettre des réserves prudentes sur nos comparaisons, et ce pour des raisons qui tiennent autant à la définition des thèmes qu'à la précision spatiale des données.

2.2.1 - Définition des thèmes et des médias

Les données pour 1952, 1975, 1989 et 2015 ne proviennent pas des mêmes sources et les médias utilisés ne sont pas les mêmes : photos aériennes panchromatiques pour 1952, infrarouge couleur pour 1975, images SPOT pour 1989, Google Earth pour 2015. La définition des thèmes est aussi quelque peu différente, notamment pour le riz pluvio-fluvial, puisque Mark Haywood représente les surfaces cultivées en riz et les jachères de riz, alors que l'équipe du projet P.I.R.L. ne prend en compte que les surfaces cultivées. Si l'on se fie à l'analyse des données, les surfaces cultivées en riz auraient diminué entre 1975 et 1989, au moins dans la partie occidentale. En première hypothèse, on pourrait suggérer que l'analyse tirée des images SPOT minimise les surfaces cultivées en riz, alors que les photos aériennes auraient au contraire tendance à les maximiser. L'infrarouge couleur, en particulier, fait notamment ressortir avec une très grande netteté des formes géométriques évoquant un parcellaire, alors que l'existence de ces parcelles n'a pas toujours été confirmée lors des vérifications de terrain effectuées par Mark Haywood et Pierre Hiernaux. Des confusions entre rizières actuelles et jachères, même très anciennes, sont donc possibles sur photo. Nous verrons cependant par la suite que cette hypothèse méthodologique n'est sans doute pas la seule qui puisse être avancée pour expliquer les différences enregistrées entre 1975 et 1989.

2.2.2 - La précision des données

Le recours aux opérateurs spatiaux permet d'analyser les formations végétales coïncidant avec des surfaces cultivées et d'en déduire les formations défrichées. La méthode a cependant ses limites : celles de la précision spatiale des données et donc de la validité des intersections proposées. Comme nous l'avons exposé dans la partie 1, la précision de la localisation des formations végétales est de l'ordre de 200 à 300 mètres sur le terrain, ces valeurs constituant un maximum plutôt qu'une moyenne, les erreurs de positionnement de VEG4 vs VEG7 ne se cumulant pas. La précision des données spatiales des couvertures des surfaces cultivées en 1975 serait du même ordre de grandeur, ces données ayant été cartographiées à partir de la même couverture photographique, sur le même fond et par la même personne – Mark Haywood – ce qui limite l'imprécision relative. Nous sommes plus réservés sur la précision spatiale des données de 1952 tirées d'une couverture aérienne ancienne et de moins bonne qualité que les clichés infrarouge couleur dont nous disposons pour 1975. Les données de 1989 sont issues d'une analyse d'images SPOT reportées sur le fond IGN 1 : 200 000. A priori, la précision dans la localisation des surfaces cultivées en 1989 devrait être au moins aussi bonne que celle obtenue par photo-interprétation. La comparaison visuelle – et celle des mesures – montre en effet, quelles que soient

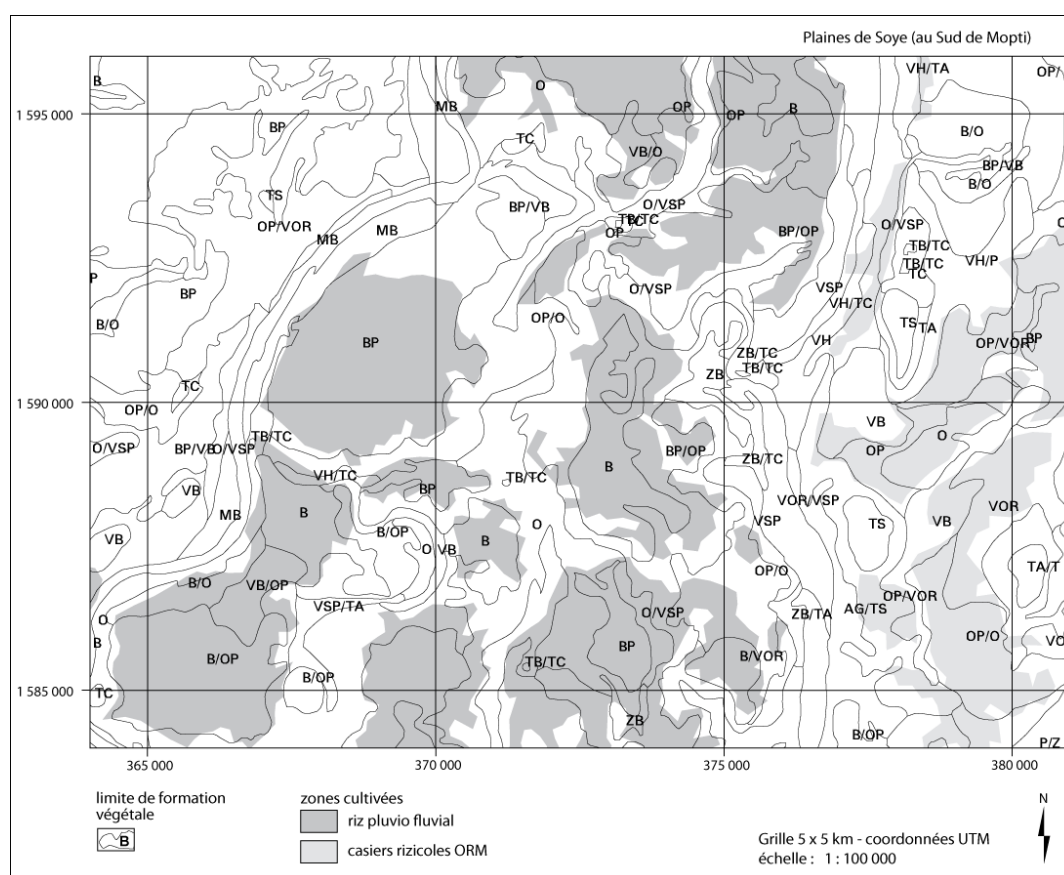
⁶ Pour 1952, les surfaces cultivées sont directement tirées des tableaux de Mark Haywood.

les couvertures utilisées (SAU52, SAU75, SAU90), une très grande similitude de tracés et de formes entre des blocs de culture et des limites d'agrégats de zones de végétation. Le décalage, qui n'est pas uniforme, mesuré sur le SIG, n'excède pas 300 mètres, ce qui nous replace dans les précisions de la couverture VEG4.

La figure 3 montre clairement l'inscription des rizières dans certaines formations ou groupes de formations végétales. La rizière inscrite dans la formation BP au centre gauche de l'image, ou celle au sud, inscrite dans le groupe B, B/O, VB/OP et B/OP, épouse bien les limites des formations végétales.

L'imprécision spatiale des données entre Veg4 et les données de 1989 issues de SPOT apparaît toute relative (de l'ordre de 200 m sur 200 km). On peut cependant trouver, lorsque l'on analyse l'ensemble des données, des résultats parfois aberrants : des rizières placées sur un *toggere*, butte portant une formation sèche par exemple. Cependant, la plus forte de ces aberrations, pour 1989, ne dépasse pas en valeur relative 0,2 % des surfaces cultivées totales. Si on liste les tableaux des formations végétales défrichées, la première aberration patente – pour VEG4 et SAU90_DELTA – ne se manifeste de façon évidente (rizière sur une formation sèche) qu'en 37^{ème} rang du tableau par ordre décroissant, c'est-à-dire lorsque le cumul des surfaces cultivées dépasse 97,5 %.

Figure N° 3 : Exemple de décalage entre les limites des formations végétales et celles des surfaces cultivées en 1989



À titre d'illustration, la formation végétale la plus recherchée en 1989 est la formation BP/OP, dont 19 386 ha sont défrichés. Les plus fortes aberrations décelées dans le tableau occupent **une surface cumulée** de 312 ha. L'exemple de 1952 aidera à mieux comprendre. Parce que la précision des données semble moins bonne en 1952, la première aberration apparaît plus tôt, en 18^{ème} rang, alors que le cumul des surfaces cultivées en riz dépasse 80 %. Il s'agit de la formation TC dont 698 ha seraient défrichés en riz, ce qui est manifestement une

erreur. Ces erreurs cumulées (on en dénombre 142) représentent 1,2 % des surfaces cultivées totales. L'erreur individuelle la plus forte est de 37 ha, la vingtième est de 9 ha et la dernière est de l'ordre de 1,5 m² !

Le traitement des données de 2015 pose par contre d'autres problèmes et il faut distinguer les possibles erreurs de localisation spatiale des erreurs thématiques. En effet, si Google Earth renseigne sur la présence d'un parcellaire, il ne permet pas de savoir si les parcelles cartographiées concernent exclusivement des cultures de riz ou si d'autres types de culture sont également présents, ni de faire une différence entre culture de l'année et jachère récente. Afin de pouvoir différencier avec une bonne probabilité les cultures de riz d'autres types de cultures (cultures sèches, jardins...), nous avons comparé le parcellaire proposé par Léo Zwarts à la couverture Veg7 des formations végétales portant également les profondeurs d'eau (*shape Ricefield_2015_Veg7*). Une partie du parcellaire cartographié pose problème avec une inclusion dans les parcelles de riz de fragments de formations végétales "exondées" et/ou de formations inondables mais très peu profondes.

Figure n° 4 : parcellaire 2015 et formations végétales

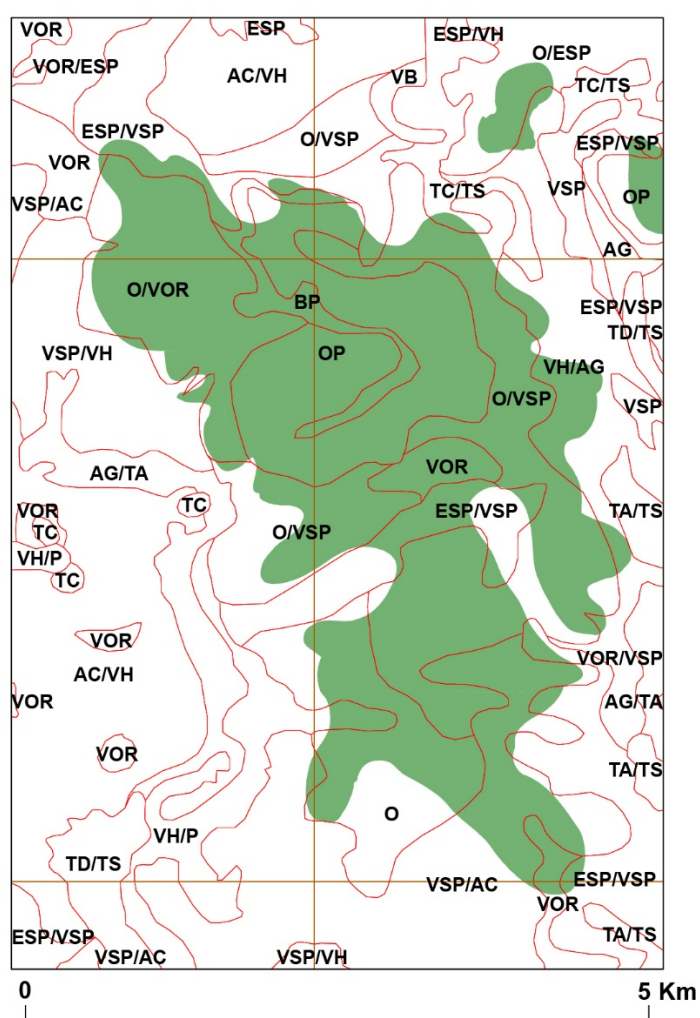
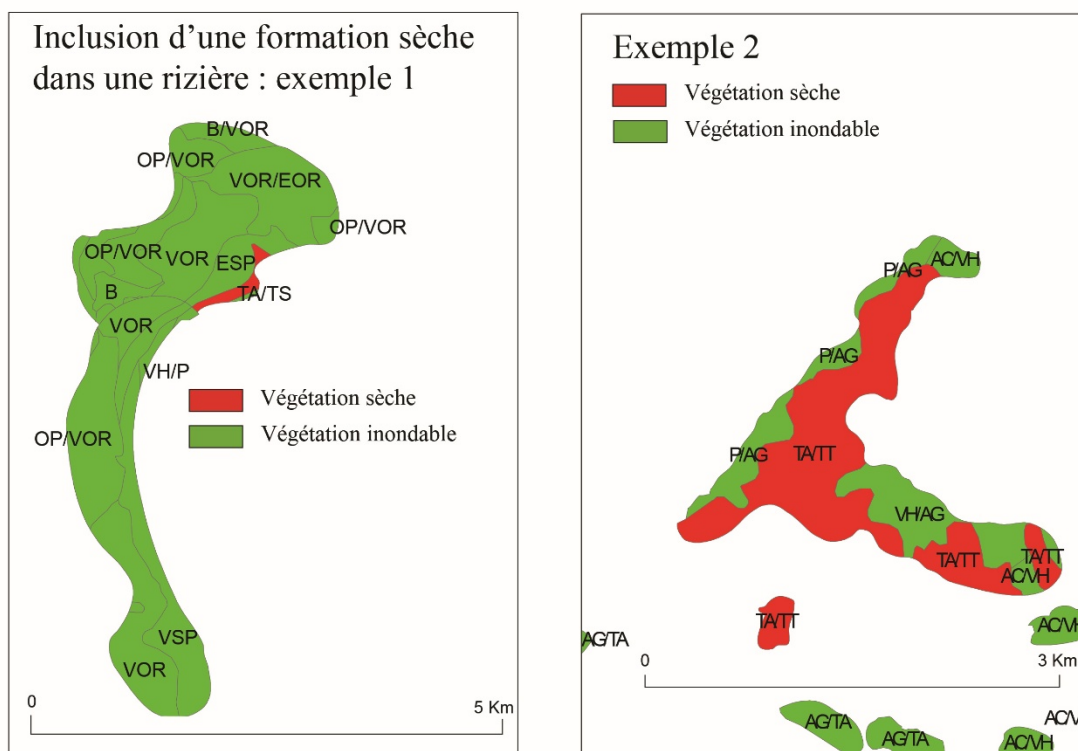


Figure n°5 : inclusion de *togere* dans les surfaces définies comme portant du riz pluvio-fluvial.



L'exemple de la figure n° 4 montre que la précision géométrique entre une rizière et les formations végétales dans lesquelles elle a été défrichée est acceptable. Cependant nous rencontrons avec les données 2015 un problème de définition thématique comme le montrent les exemples de la figures 5. Dans l'exemple 1, l'inclusion de TA/TS dans la rizière ne concerne qu'une surface très faible (9 ha et 100 m de large). Cette situation provient sans doute de la relative imprécision de Veg7 qui admet, comme écrit plus haut, des décalages de 200 à 300 m par rapport à de l'imagerie satellitaire.

Dans l'exemple 2, nous sommes devant un autre cas de figure : la formation sèche TA/TT est de grande taille (215 ha). Il apparaît difficile de classer cette parcelle en rizière. Nous proposons de supprimer des surfaces "en riz" les parcelles se localisant sur des formations sèches (niveau 11) ou sur des mosaïques associant une formation sèche avec une formation inondable qui, dans la majorité des cas est une formation inondable par ruissellement (niveau 21, 31, 41, 61, formations PAM, PAN, PAR, PAS). Nous distinguerons ainsi une surface cultivée "brute" correspondant à la saisie des données d'une surface "nette" après élimination des parcelles situées sur des formations végétales improbables.

En appliquant ce principe à l'ensemble des données, nous pourrions ainsi proposer un niveau de confiance dans les données, rapport de la surface nette à la surface brute.

Nous avons par contre conservé, comme rizière "possible", des surfaces en riz se localisant sur des formations végétales très faiblement inondées (entre 10 cm et 30 cm d'eau par rapport à la crue de référence). Nous verrons plus avant que si ce choix apparaît improbable en 1975, 1989 et 2015, il est, en revanche

parfaitement compréhensible en 1952, raison pour laquelle nous n'avons pas exclu ces formations peu profondes dans la définition des surfaces nettes des rizières. Nous reviendrons sur ce choix au cas par cas.

Tableau n° 5 : La précision des surfaces en riz en 1952,1975,1989 et 2015

Année	Surface brute (ha)	Surface nette (ha)	Confiance
1952 (ouest Delta)	56 960	53 812	94.5 %
1975 (ouest Delta)	98 644	95 656	97.0 %
1989 (ouest Delta)	77 042	76 308	99.0 %
2015 (ouest Delta)	84 824	82 071	96.8 %
1989 (tout Delta)	158 767	156 961	98.8 %
2015 (tout Delta)	304 660	281 778	92.5 %

Surface nette obtenue en supprimant les parcelles non inondables ou inondables par ruissellement.

La confiance que l'on peut avoir dans les données sur les surfaces en riz pluvio-fluvial varie, selon les cas, entre 92,5 % et 99 %. Cette confiance est très bonne pour les données de 1989 (image satellite SPOT) et 1975 (photo aérienne IFR). Elle est moins bonne pour 1952 (photo aérienne panchromatique ancienne). Les données de 2015 pose question : elles apparaissent bonnes dans l'ouest du Delta (96,8 %) et assez mauvaise sur l'ensemble du Delta (92,5 %). Nous traiterons cette apparente contradiction plus avant. Nous utiliserons, dans la suite de ces analyses, les valeurs des surfaces nettes qui nous paraissent mieux représenter la réalité de la riziculture deltaïque considérant les erreurs liées à l'imprécision spatiale comme un "bruit de fond" acceptable.

3 - LA RIZICULTURE DANS LE DELTA INTÉRIEUR

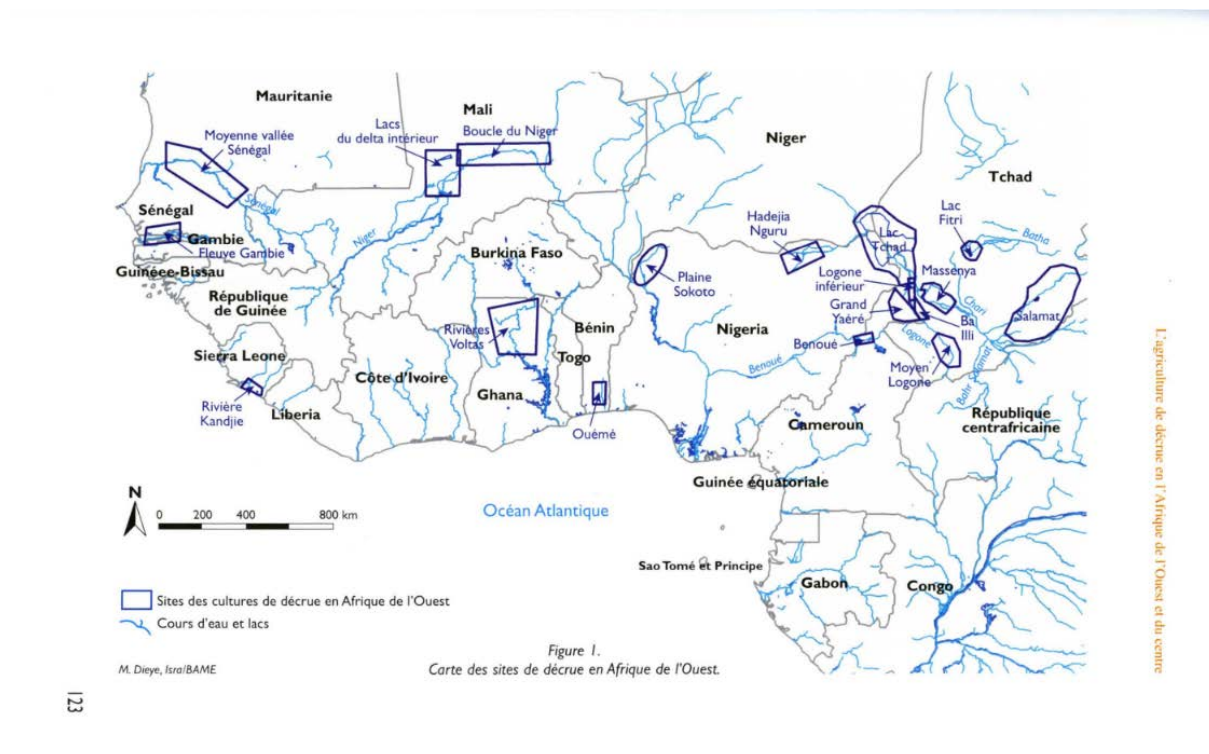
Le riz est l'aliment de base de 4 milliards de personnes dans le monde. Il demande des étés chauds et une importante quantité d'eau (environ 5 000 litres par kg de riz). Il existe un très grand nombre de variétés de riz et de systèmes de culture rizicole. Le riz peut être cultivé sous pluie (2 m de précipitations) en plein champ même sur de fortes pentes (montagnes du nord de la Thaïlande par ex.). Le plus souvent il est cultivé par irrigation mais également être plus simplement inondé. Deux systèmes inondés co-existent : la culture de décrue et la culture pluvio-fluviale qui recourt à des riz flottants. La riziculture de décrue utilise des variétés de riz dressé comme c'est le cas dans le Delta de la Tsiribihina à Madagascar (*Agricultures singulières* – Eric Mollard- Annie Walter - IRD – 2008). Les semis, très denses, sont pratiqués à la volée sur une parcelle encore mouillée lors de la décrue. Trois semaines plus tard, le riz est repiqué dans l'eau qui se retire lentement. Si nécessaire, un second repiquage est effectué, accompagnant ainsi la décrue. Les rendements sont de l'ordre de 2 tonnes/ha.



Riziculture de décrue (Photo tirée de l'ouvrage cité)

Au Mali, les cultures de décrue occupent 60 000 ha localisés autour des lacs au nord du lac Débo jusqu'au lac Faguibine et dans la boucle du Niger. Ce peut être du sorgho, souvent accompagné de niébé ou du riz. (*Risques climatiques et agriculture en Afrique de l'ouest* – dir. B. Sultan, A.Y. Bossa, S. Salack, M. Sanon – CIRAD – 2020) comme le montre la carte ci-dessous.

Figure n° 6 : les cultures de décrue en Afrique de l'ouest



Carte tirée de l'ouvrage cité (chapitre 8)

Dans le Delta intérieur, la riziculture est principalement de type pluvio-fluvial. Elle recourt à des espèces de riz flottant. La tige, qui contient de l'air permettant à l'épi de se tenir hors d'eau, se développe avec la montée de la crue (jusque 5 m pour certaines espèces). Les semis se font au début de la saison des pluies et la crue prend ensuite le relais. C'est un système extensif, très simple et sans aucun contrôle de l'eau, mais avec de très faibles rendements comme nous allons le constater plus avant.

3.1- Trois systèmes de riziculture coexistent dans le Delta :

3.1.1 - La riziculture irriguée

La riziculture irriguée se pratique de façon importante dans l'Office du Niger situé à l'ouest du Delta, dans un ancien Delta mort du fleuve. L'irrigation s'effectue par gravité à partir du barrage de Markala situé juste en amont du Delta intérieur. La surface totale aménagée (campagne 2022/2023) atteint 115 000 ha pour une production de riz de 800 000 t., à laquelle s'ajoute une production de 400 000 t. de produits maraichers. L'extension de l'Office du Niger, qui donne lieu depuis l'époque coloniale à de multiples projets de grandes tailles, est cependant limité par les débits d'étiage très faible du Niger en fin de saison sèche, ce qui conditionne les capacités d'irrigation en début de saison.

L'introduction de l'irrigation dans le Delta intérieur est plus récente et date des années 1990. Ces PPIV « Petits Périmètres Irrigués Villageois » se localisent le long des cours d'eau principaux du Delta (Niger, Bani, Diaka).

Ces petits périmètres irrigués villageois (PPIV) étaient, en 1998, au nombre de 154 pour une surface totale d'environ 1 400 ha. Ces aménagements sont relativement simples. Le PPIV est un polder protégé de l'inondation par des digues. L'irrigation s'effectue au moyen d'une moto-pompe, généralement à moteur diesel, qui alimente un bassin de retenue suivi de canaux répartissant l'eau par gravité. Les semis se font en fin de saison sèche grâce à l'irrigation. Le riz est ensuite repiqué et la récolte se fait en septembre-octobre. Avec des doses d'engrais minéraux (100kg/ha d'urée et 50kg/ha de phosphate) (Kadidia N. Bouaré- 2012), les résultats agronomiques sont bons, avec des rendements dépassant généralement 6 t./ha en saison des pluies et pouvant atteindre 9 t./ha en saison sèche (Ducrot R., Zaslavsky, J. Magassa H. 2002)



Photos Kadidia N. Bouaré (moto-pompe diesel et canaux répartiteurs)

En 2015, Leo Zwarts distingue 63 périmètres irrigués pour une superficie de 12 064 ha. Deux périmètres de grande taille (5 133 et 4 433 ha) sont les casiers ORS – Opération Riz Segou - alimentés par gravité à partir de Markala sur les communes de Kokry Centre et de Macina. Les 61 autres périmètres regroupent des PPIV irrigués par pompage pour une surface totale de 2 498 ha. Deux d'entre eux sont de grande taille avec respectivement 308 ha – au nord de Diabozo– et 157 ha – au sud de Kakagnan. Tous les autres ont une superficie comprise entre 90 ha et 1,6 ha., la grande majorité étant comprise entre 20 et 40 ha.

Tableau n° 6 : Évolution de la production sur les PPIV de 1994 à 2004

Campagnes agricoles	Cultures de saison				Culture de contre-saison			
	Repiquage ha	Récolte ha	Rendement Kg/ha	Production Tonnes	Repiquage ha	Récolte ha	Rendement Kg/ha	Production Tonnes
1994 – 95	57,89	57,89	4538	262	20	20	5277	105
1995 – 96	22	22	4591	101	0	0	0	0
1996 – 97	45,75	45,25	5380	243	20	20	5318	106
1997 – 98	62,4	61	5566	339	40	40,975	6001	246
1998 – 99	193,25	193,25	6200	1198	00,53	100,53	5844	587
1999 – 00	167,6	167,6	6500	1089	86,825	85,825	6183	530
2000 – 01	214,28	209,01	6625	1384	11,05	110,80	5965	656
2001 – 02	98,7	98,7	7393	716	20,50	20,50	6692	137
2002 - 03	252,59	251,66	6870	1728	217,45	217,15	7068	1513
2003 - 04	204,31	164,24	6662	1094	40	40	7082	283

Source : Ducrot R., Zaslavsky J., Magassa H.

3.1.2- La riziculture en casiers

La riziculture en casiers (en 1989) est le résultat de deux anciens aménagements par la puissance publique : l'Opération Riz Segou (ORS) et l'Opération Riz Mopti (ORM) qui se localisent, respectivement sur la rive gauche du Niger en amont de Ké Macina et à l'est de Mopti avec un prolongement plus au sud sur la commune de Sio.

Selon P-A Gosseye et M. Van Duiven-Booden⁷ (1990), les 15 casiers ORM occupent 44 140 ha, dont 33 156 ha utilisés par la riziculture, et ceux de l'ORS 34 000 ha. M. Kuper et H. Maïga⁸, s'appuyant sur la littérature disponible⁹, relèvent, en 1999, que les surfaces récoltées ne dépassent pas 12 000 à 15 000 ha pour les casiers ORM. Les estimations sur lesquelles nous nous appuyons, fondées sur une cartographie de 1989, nous indiquent un total d'un peu plus de 33 000 ha pour l'ensemble des casiers ORS (16 774 ha) et ORM (16 620 ha). Il s'agit là très probablement d'une superficie minimum récoltée, à mettre en rapport avec les crues de la fin des années 1980.

Ces casiers ont une efficacité technique très limitée et ne permettent pas la pratique d'une véritable riziculture irriguée. En particulier, il semblerait que ces ouvrages conçus à une époque où les crues étaient plus fortes et plus régulières aient révélé toutes leurs insuffisances à partir de leur mise en service, qui correspond également à la série de crues faibles qui prédominent entre le début des années soixante-dix et le milieu des années quatre-vingt-dix. Ils ne sont pas planés, la hauteur de la lame d'eau – et son efficacité – variant sur un même casier, à condition toutefois qu'il soit effectivement atteint par la crue. La submersion est contrôlée au moyen de prises d'eau et de diguettes qui permettent "de retarder la montée de l'eau pendant la crue et de bloquer l'eau pendant la décrue."¹⁰ Un niveau trop faible, une submersion trop tardive ou trop courte obèrent fortement les résultats, qui restent très médiocres. Lorsque la crue est insuffisante, les cultures échouent, faute d'eau.

Selon ces mêmes auteurs, les variétés cultivées sont des riz flottants d'origine asiatique (*Kao Ghew*) ou des variétés dressées comme l'IR8, développé par l'IRRI. *Oryza glaberrima*, à cause de sa plasticité et de sa faculté à "contaminer" les autres variétés, y est interdit. En 2015, Leo Zwartz classe les casiers ORS en irrigué et les casiers ORM dans les cuvettes Mopti-nord et Mopti-sud en riziculture pluvio-fluviale, donc sans maîtrise de l'eau, ce qui semble indiquer une mutation des périmètres concernés, soit en irrigué (O.R.S), soit en riziculture pluvio-fluviale, par dégradation des équipements (O.R.M-Mopti).

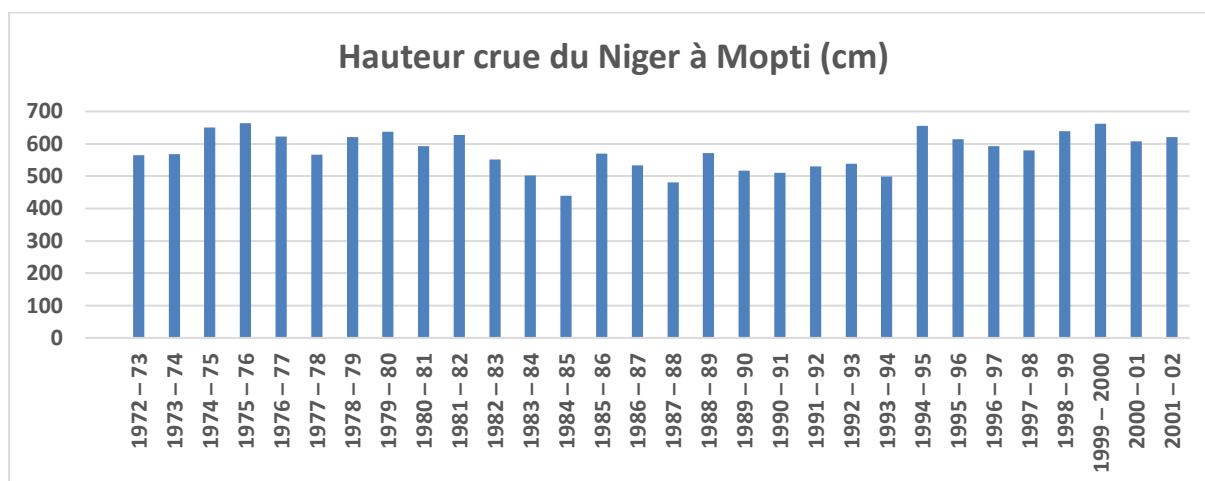
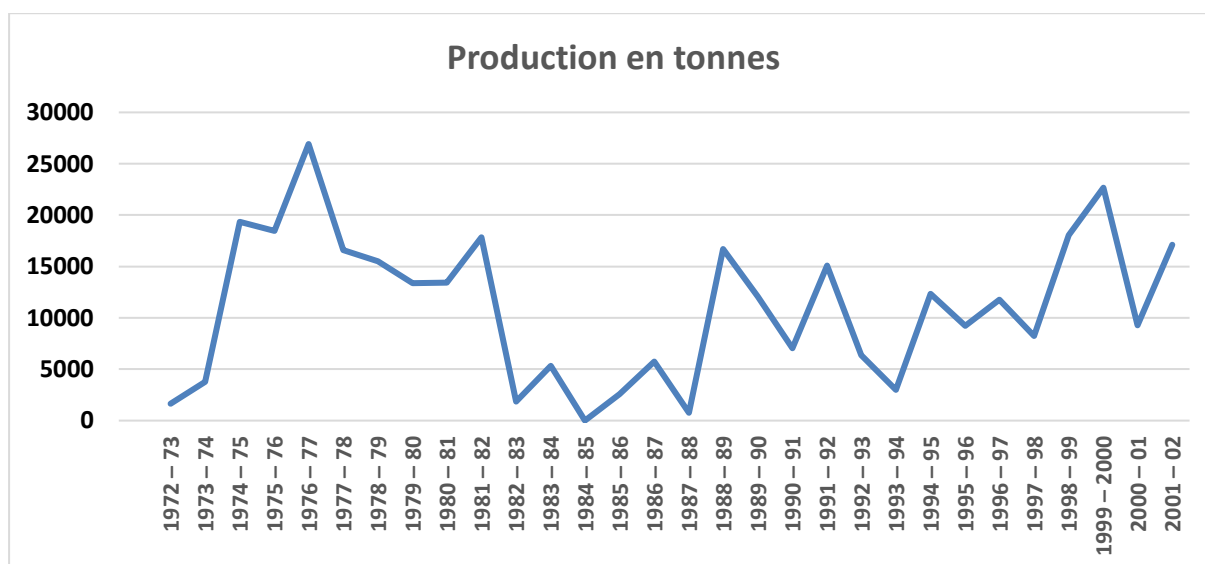
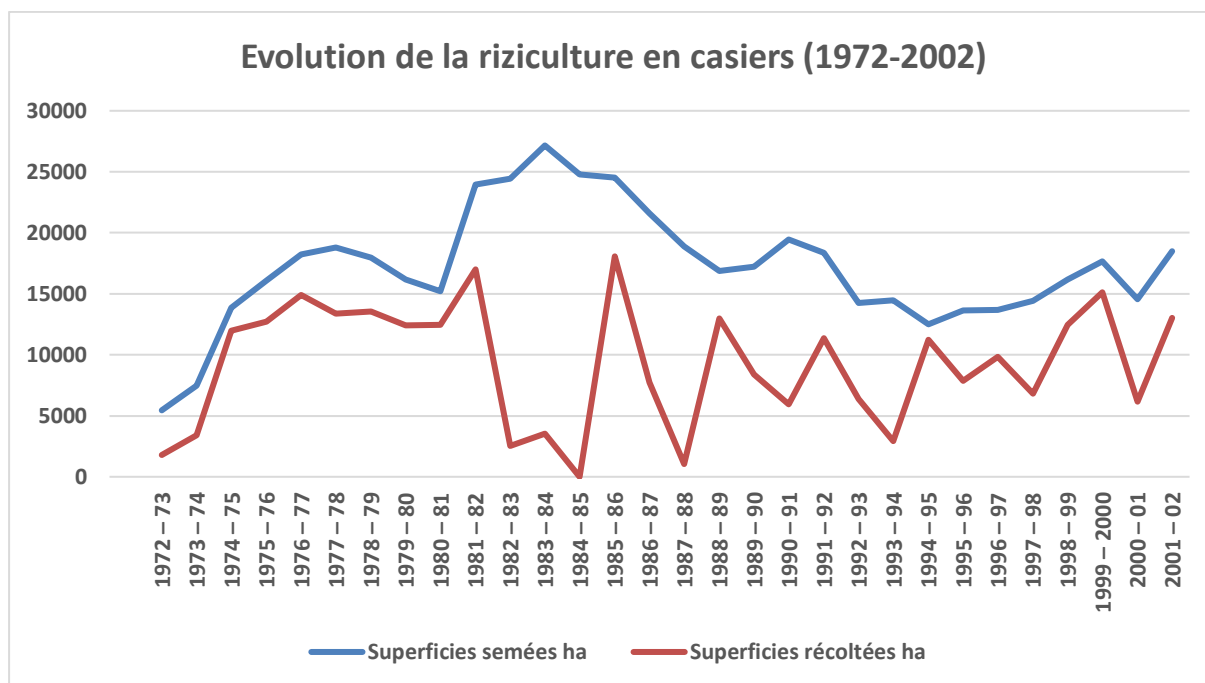
Les graphiques ci-dessous tirés des tableaux, que nous devons à l'obligeance du Directeur de l'O.R.M, montrent que les rendements restent très faibles mêmes les années de bonnes crues comme en 1974-75 (1475 kg/ha) ou 1999-2000 (1500 kg/ha). Les mauvaises années, les récoltes peuvent être nulles, comme ce fut le cas en 1984-85. Outre de très mauvais rendements (moyenne sur 30 ans : 1 100 kg/ha), guère différents de ceux de la riziculture traditionnelle pluvio-fluviale, les écarts considérables existant entre les surfaces semées et les surfaces effectivement récoltées (54 %) attestent de la vulnérabilité de ces équipements. Un classement des années selon le ratio surface récoltée/surface semée montre que pour des crues faibles ou très faibles (inférieures à 5,50 m à Mopti), on constate presque toujours un ratio inférieur au tiers. Les surfaces récoltées ne dépassent les trois-quarts de la surface semée que les bonnes années, avec des crues atteignant ou dépassant 6,20 m. à Mopti (1980-81 et 1988-89 faisant figure d'exception, avec des hauteurs d'eau légèrement inférieures à 6 m).

⁷ M. Van Duiven-Booden et P-A Gosseye, (eds), *Compétition pour des ressources limitées : le cas de la cinquième région du Mali. Rapport 2 : Productions végétales, animales et halieutiques*. Wageningen (Pays-Bas) : CABO et Mopti (Mali) : ESPR, 1990, 266p. + annexes.

⁸ M. Kuper et H. Maïga, "Commercialisation du riz traditionnel dans le delta intérieur du Niger", Bamako, avril 2000, 33p.

⁹ K. Denon (et al.), "Rizicultures sans maîtrise de l'eau dans le delta central du fleuve Niger", Communication au colloque CNRS / CIRAD, *Quel avenir pour la riziculture d'Afrique occidentale ?* Bordeaux, 1995.

¹⁰ M. Kuper et H. Maïga, *Ibid.*



3.1.3- La riziculture pluvio-fluviale ou à submersion non contrôlée

La riziculture pluvio-fluviale est un système de culture très simple sans maîtrise de l'eau, la submersion par la crue n'étant pas contrôlée. Il occupe toujours la première place dans le Delta intérieur.

L'étude des formations végétales du Delta a montré l'importance des formations à riz sauvage, *Oryza barthii* et *Oryza longistaminata*, dans les paysages aquatiques du Delta. Jean Gallais, citant P. Viguier (1939), rappelle l'ancienneté de la riziculture dans le Delta, fondée sur un riz flottant, *Oryza glaberrima* descendant de la domestication d'*Oryza Barthii* vers 500 avant JC probablement dans le Delta intérieur. Des recherches récentes sur le site archéologique de Djenné-Djeno, située à 3 km au sud-est de l'actuelle ville de Djenné ont mis à jour les vestiges très importants d'une ville fondée vers 250 avant JC et qui comptait 10 000 habitants vers l'an 800. Djenné-Djeno commerçait notamment du sel du Sahara, produisait de la poterie et pratiquait la riziculture. *Oryza glaberrima*, très plastique, comprend un grand nombre de variétés¹¹, certaines hâtives, avec des cycles courts compris entre 90 et 130 jours, d'autres tardives avec des cycles s'étalant de 150 à 210 jours. La croissance de ces riz flottants commence avec la pluie et se poursuit avec la crue, d'où le qualificatif de pluvio-fluvial attaché à cette forme de riziculture sans maîtrise de l'eau. Ces riz acceptent des submersions de trois mètres et supportent des vitesses de montée de l'eau de l'ordre de 5 cm/jour.

Cette espèce locale n'est pas la seule cultivée par les riziculteurs du Delta. Dès 1914 des variétés flottantes d'*Oryza sativa*, d'origine indochinoise, furent introduites à Mopti. À partir de 1920, des variétés dressées également d'*Oryza sativa* furent introduites. Donnant des rendements très supérieurs aux variétés flottantes, elles se révélèrent néanmoins mal adaptées aux variations des crues. En 1999, l'étude menée par M. Kuper et H. Maïga montre qu'*Oryza glaberrima*, malgré ses défauts (faible rendement, caractère déhiscent de l'épi qui s'égrène facilement à maturité), est toujours le riz le plus cultivé dans le Delta Intérieur. Ce riz rouge est également recherché par les consommateurs pour ses qualités gustatives.

Tableau n° 8 : Les rendements en riz pluvio-fluvial (1987-1999)

Années	Rendements			
	≤ 600 Kg/an	De 600 à 700 kg/an	De 700 à 800 kg/an	> 800 kg/an
1990-91		1987-88	1988-89	1996-97
		1989-90	1991-92	1998-99
		1993-94	1992-93	
		1997-98	1994-95	
			1995-96	

Jean Gallais situe les rendements d'*Oryza glaberrima* pour l'année 1958 à 700 kg/ha, avec des valeurs pouvant exceptionnellement atteindre 1200-1300 kg, mais aussi être inférieures à 600 kg. En 1958, il rapporte, pour une exploitation, un rendement brut de 630 kg/ha soit un rendement net de 540 kg/ha, semence déduite. Les résultats plus récents, communiqués par M. Kuper selon des informations provenant de la DRAMR, montrent des rendements qui oscillent, selon les années, entre 550 et 900 kg/ha, ce qui en fait l'une des rizicultures les moins efficaces au monde.

¹¹ Ces espèces seraient au nombre de 41 selon P. Viguier, *Les emblavures de 1935*. (1939), cité par J. Gallais, *Le Delta intérieur du Niger, étude de géographie régionale*, Dakar : Mémoire de l'IFAN n°79, 2 vol., p.247.

Le système de culture est simple : la préparation d'une nouvelle rizière commence pendant la crue de l'année précédente par un faucardage de la végétation naturelle qui ne repousse alors pas. L'herbe est laissée sur place et sera brûlée après la décrue lorsqu'elle sera sèche. Les parcelles sont labourées soit en fin de cycle (février, mars ou avril), après la récolte précédente, soit en début de saison des pluies (juin, juillet, plus rarement août). Le mois de mai marque une pause dans les travaux de préparation du sol (fortes chaleurs, sols durcis, fatigue des bœufs de labour mal alimentés en cette période de l'année). Les labours précoces sont souvent suivis d'un labour de reprise en début de saison des pluies, juste avant les semis effectués à la volée (60 à 80 kg/ha). Les rizières basses sont semées avant les rizières situées en position plus haute entre la mi-juillet et août pour les rizières les plus hautes. Le désherbage de la rizière a lieu le plus souvent début septembre, avant l'arrivée de la crue alors que le riz mesure de 20 à 30 cm de haut. Le riz démarre avec la pluie et la crue doit prendre ensuite le relais au plus tard 15 jours après la dernière pluie « utile » (pluie d'au moins 3 mm). La récolte qui s'effectue dans l'eau, débute en octobre-novembre pour les variétés les plus hâtives et s'étale sur décembre-janvier pour les variétés tardives. L'abandon d'une rizière alors mise en jachère n'est pas liée à une perte de la fertilité du sol mais à la prolifération des graminées sauvages qui reconstituent la formation végétale d'origine. *Oryza Barthii*, dont la présence, comme nous le verrons plus avant, guide souvent le choix de la formation végétale à défricher, possède des rhizomes profonds particulièrement difficile à éliminer polluant ainsi très rapidement la rizière qui est alors abandonnée.

Jean Gallais indique (page 219) le nombre de journées de travail nécessaires à l'hectare :

Défrichement par Balagou (faucardage)	12 jours
Labour	20 à 80 jours selon le sol
Semis	½ journée
Désherbage- sarclage	7 jours
Sarclage d'arrière-saison	3 jours
Récolte	7 jours
Battage	6 jours

Un hectare de rizière réclame entre 44 et 104 jours de travail ; une rizière nouvelle en nécessite entre 56 et 126. Jean Gallais remarque que cela en fait un système très extensif si on le compare au calendrier des riziculteurs asiatiques travaillant en système irrigué.

3.2 - L'évolution des surfaces cultivées en riz pluvio-fluvial de 1952 à 2015

La riziculture pluvio-fluviale ou à submersion non contrôlée, souvent décrite comme archaïque, occupe toujours la première place dans le Delta, tant par les surfaces cultivées que par le volume de sa production. Sa mobilité l'amène à entrer en concurrence avec d'autres systèmes de production, notamment le système pastoral, pour l'utilisation de l'espace deltaïque. Afin de tenter de mieux comprendre ces enjeux, nous analyserons donc ce système de production rizicole selon deux axes de réflexion :

1 - L'évolution des surfaces rizicoles par rapport à celle de la population, mais également la répartition spatiale des rizières dans le Delta en 1989 et 2015, avec un focus sur la partie occidentale du Delta où nous disposons de données pour 1952 et 1975, donc sur une période de plus de 60 ans (1952-2015), posant ainsi le problème du nomadisme agricole déjà décrit par Jean Gallais.

2 -Les relations complexes entre le champ de riz, les formations végétales et la crue. Que défriche-t-on quand on est riziculteur dans le Delta ? Quelles formations végétales sont les plus recherchées par les paysans ? Quels enseignements peut-on tirer de l'évolution de ces choix entre 1952, 1975, 1989 et 2015, en termes de stratégie des riziculteurs comme en termes d'enjeux vis-à-vis des autres formes d'occupation de l'espace ?

Entre 1935 et 2015, la superficie des rizières pluvio-fluviales seraient passées de 64 500 ha à 282 000 ha, soit un **taux multiplicateur de presque 4,4**.

Quelle a été l'évolution de la population pendant cette même période ? La riziculture du Delta étant, pour l'essentiel, une agriculture vivrière, le disponible par tête a-t-il évolué entre 1957 et 2015 ? En d'autres termes, mange-t-on mieux ou moins bien maintenant qu'il y a 60 ans ?

Tableau n° 9: Évolution des surfaces en riz dans le Delta de 1920 à 2015.¹²

Période	Surface en riz (en ha)	Observations
Vers 1920	16 000	De Diafarabé au lac Debo
1935	64 500	30 000 ha (Cercle de Macina) 32 000 ha (Cercle de Mopti) 2 500 ha (Cercle de San)
1957-58	79 000	40 000 ha (Cercle de Macina) 35 000 ha (Cercle de Mopti) 4 000 ha (Cercle de San)
1989	157 000	83 000 ha (Cercle de Tenenkou : Macina) 47 000 ha (Cercle de Mopti) 27 000 ha (Cercle de Djenné)
2015	282 000	63 000 ha (Cercle de Tenenkou) 108 000 ha (Cercle de Mopti) 94 000 ha (Cercle de Djenné) 17 000 ha (cercle de Macina et de Youvarou)

Pour la période 1957-58, Jean Gallais, rapportant les 79 000 hectares de rizières aux 170 000 habitants des plaines du Delta à cette époque, dont 63 000 riziculteurs, faisait les constatations suivantes : les 79 000 hectares de surfaces cultivées en riz représentaient 10% des 800 000 ha rizicultivables du Delta. **La surface cultivée en rizière en 1957-58 était de l'ordre de 0,47 ha par habitant (donc par bouche à nourrir)**, et de près de 2,5 ha par travailleur. Il ajoutait les observations suivantes : le quotient de surface cultivée par habitant avait tendance à baisser et les surfaces cultivées n'étaient pas significativement augmentées par le labour à la charrue.

¹² Les sources utilisées pour la construction de ce tableau sont les suivantes :

Pour 1920, *Archives du service de l'agriculture du Mali* (Rapport anonyme), date approximative 1920, in J. Gallais, *Le Delta intérieur du Niger, étude de géographie régionale*, Dakar : Mémoire de l'IFAN n°79, 2 vol., p.247.

Pour 1935, P. Viguier, *Les emblavures de 1935* (1939) p.3, in J. Gallais, *Ibid.*

Pour 1957-58, J. Gallais, *Ibid.*

Pour 1989 et 2015, les cartes du P.I.R.L. et les données de Léo Zwarts

En moyenne dans le Delta, la surface cultivée par travailleur était de 2,46 ha dans le cas d'un labour à la houe, et de 2,79 ha dans celui d'un labour à la charrue, qui commençait de se répandre.

En 1989, la carte de l'utilisation agricole des terres à laquelle nous nous référons estime les surfaces cultivées en rizières pluvio-fluviales à 136 000 ha, auxquels on peut ajouter 23 000 ha classés comme "susceptibles d'être cultivés en riz" à la date des images satellites. Ces 23 000 ha se localisent en trois endroits précis : sur le territoire de Diondori, sur Togoro Kotia et Toguere Coumbe, enfin sur le territoire de Konna. Des entretiens avec des chercheurs maliens¹³, tout comme l'étude de M. Kuper et H. Maïga, nous amènent à assimiler ces surfaces "possibles" à des surfaces effectivement cultivées en riz qui couvriraient donc 159 000 ha (surface brute - 157 000 ha de surface nette), valeur un peu supérieure aux estimations de M. Kuper et H. Maïga, pour qui les surfaces en riz dans les années 90 seraient comprises entre 115 000 et 130 000 ha.¹⁴

On constate que de 1958-59 à 1989, les surfaces cultivées en riz pluvio-fluvial ont été multipliées par 2. Qu'en est-il de la surface cultivée en riz par habitant ? Sur la base du recensement de 1987, Herry¹⁵ estime la population du Delta à 400 000 personnes et à 70,2% la fraction de cette population pratiquant la riziculture en tant qu'activité principale ou secondaire. D'autre part les travailleurs (hommes de 10 à 65 ans) représenteraient 32,8% de la population du Delta, qui compterait donc 92 000 riziculteurs.

Nos propres estimations, également fondées sur le recensement de 1987, sont plus restrictives que celles avancées par Herry. La population rurale des plaines du Delta a été comptabilisée à l'aide d'opérateurs spatiaux selon trois méthodes. La population rurale vivant dans les limites de la crue de référence de 6,60 m à Mopti ne dépassait pas 328 000 personnes en 1987, 337 000 si l'on prend comme limites celles de l'étude écologique qui inclut les marges sèches au sud et vers l'ouest (ainsi qu'une partie de Farimaké), 382 000 habitants enfin, si l'on inclut une marche de 500 mètres autour de la limite écologique, la seconde estimation semblant la plus proche de la réalité.

Nous pensons donc que la population rurale vivant dans les limites du Delta Intérieur atteignait au maximum 340 000 personnes en 1987 pour une surface cultivée en riz de 157 000 hectares en 1989 (estimation maximum). En d'autres termes, si l'on compare la situation de 1958-59 avec celle de 1989, on constate que les surfaces en riz ont été multipliées par deux en trente ans, alors que le **disponible par tête, dans le meilleur des cas¹⁶, serait resté à peu près constant (0,45 ha/personne en 1989 contre 0,47 ha/personne en 1957-58)**. Si on reprend les données démographiques de C. Herry, les riziculteurs représenteraient environ 78 000 travailleurs (70,2% de la population comprenant 32,8% d'hommes âgés de 10 à 65 ans). La surface cultivée par travailleur serait donc, en 1989, à peine supérieure à 2,1 ha.

En 2015, en nous appuyant sur le recensement de population de 2009, nous estimons la population rurale du Delta à 620 000 habitants et la surface en riz pluvio-fluvial à 282 000 ha. Le disponible par personne serait alors de **0,45 ha/personne**.

Deux points essentiels ressortent de ces estimations : Entre 1958 et 2015, la population du Delta a été multipliée par 3,6 en près de 60 ans, la superficie des rizières a suivi la même tendance avec une multiplication par 3,6. La surface cultivée par habitant, c'est-à-dire, en définitive, par bouche à nourrir, serait, **dans le meilleur des cas**, restée stable autour de **0,45 ha** soit, en moyenne, 300 à 310 kg par personne et par an (riz brut dont il faut également retirer les réserves pour les semences). Malgré les déclarations des habitants du Delta,

¹³ Notamment Brehina Kassibo, membre du GREDEF, qui travaille sur les communes citées.

¹⁴ M. Kuper & H. Maïga, *op. cit.*, p. 3

¹⁵ C. Herry, "Démographie des pêcheurs" in QUENSIERE J. (ed.), *La pêche dans le Delta Central du Niger. Volume 1*. Paris : ORSTOM/Karthala, 1994, 495p.

¹⁶ Nos estimations sont minima pour la population et maxima pour les surfaces cultivées.

rapportées par M. Kuper, qui affirment "cultiver avec la charrue cinq fois plus de riz que leurs parents"¹⁷, la réalité semble quelque peu différente, avec un net recul de la surface cultivée par travailleur, qui serait passée de 2,7 ha à 2,1 ha entre 1958 et 1989.

Ces données dessinent le tableau d'une riziculture strictement vivrière et de plus en plus consommatrice d'espace, mais dont les résultats, en termes de disponible par habitant, évoquent une stagnation. Stagnation technique d'abord, avec le maintien d'*Oryza glaberrima* liée aux pluies et à la crue de l'année, mais qui se traduit également dans les rendements qui n'ont guère évolué depuis 60 ans. Ces mêmes conclusions ressortent de la minutieuse étude de M. Kuper et de H. Maïga sur le commerce du riz dans le Delta. Les bonnes années, la quantité commercialisée ne dépasse pas 10 000 t, soit 10% de la production maximum. Les mauvaises années, le Delta est déficitaire en riz. En 1957-58, Jean Gallais dressait discrètement le tableau d'une riziculture dont il présentait qu'elle suivait une évolution régressive. Soixante ans plus tard, aucun argument ne vient infirmer son jugement.

Le développement encore limité des PPIV bénéficiant de l'irrigation vient à peine nuancer ce tableau. La superficie irriguée dans le Delta (les grands périmètres étant exclus car produisant du riz surtout destiné à la vente dans la capitale) n'est que de 2 498 ha en 2015. Avec des rendements atteignant 6t/ha la production totale est d'environ 15 000 tonnes par an, ce qui représente encore peu de choses par rapport à une production en pluvio-fluvial d'environ 200 000 tonnes par an en 2015 (avec un rendement moyen de 700 kg/ha). Les PPIV, lorsqu'ils sont rentables (ce qui n'est pas toujours le cas), ne profitent qu'à un nombre limité d'agriculteurs et ne peuvent que modifier marginalement la situation de la population du Delta.

3.3 - Une riziculture toujours nomade.

Dans les années 1957-1958, Jean Gallais insistait particulièrement sur la mobilité de la riziculture : "Déplaçant continuellement la strate rizicole du haut en bas des plaines selon les crues, le riziculteur du Delta est un cultivateur itinérant"¹⁸. Il concluait en écrivant : "La riziculture du Delta est plus nomade que la céréaliculture soudanienne pratiquée sur les bordures sèches."¹⁹

Qu'en est-il de ce nomadisme agricole en l'an 2015 ? Pour tenter de répondre à cette question, nous allons comparer les localisations des rizières entre 1989 et 2015 sur l'ensemble du Delta ainsi que sur une période de 60 ans dans la partie ouest (à l'ouest de 4°30'), en proposant une comparaison diachronique (1952, 1975, 1989 et 2015) de l'emprise spatiale des surfaces en rizières pluvio-fluviales, ce qui permettra de mieux appréhender le nomadisme de ce système agricole.

À une autre échelle, on s'interrogera sur la répartition des surfaces cultivées par commune. Cette interrogation est double : la conciliation population/riziculture se réalise-t-elle dans le cadre communal ? Et si la réponse est négative, la commune, nouveau cadre territorial et entité socio-politique en charge du développement, constitue-t-elle l'espace adéquat à l'analyse des problèmes si particuliers que pose la riziculture pluvio-fluviale du Delta ?

En 1989, cinq bassins rizicoles se détachent : (figure 7)

- D'abord, les rizières de la région de Tenenkou, situées de part et d'autre du Diaka, défluent principal du Niger. Elles débutent au nord du gros bourg de Dia et s'étendent jusqu'à Kamaka Debere au nord de Diondori. Ce premier grand bassin rizicole se prolonge au nord par le bassin de Toguere Coumbe qui atteint 15°10 de latitude nord.

¹⁷ M. Kuper & H. Maïga, *op. cit.*, p.9

¹⁸ Jean Gallais, *Le Delta intérieur du Niger, étude de géographie régionale*, Dakar : Mémoire de l'IFAN n°79, 2 vol., p.228

¹⁹ *Ibid.*

- Le deuxième bassin rizicole se localise sur l'axe central du Delta, le long du Mayo Kootya. Il commence au sud près d'Ouro Modi sur la rive gauche du Niger et forme un chapelet de bassins secondaires autour de Mourrah (d'Ouro Modi à Sare Hamadou), autour de Kadiat et, dans la partie nord, de Sare Faba à Sormé
- Le troisième bassin se situe au nord et au sud-ouest de Mopti, dans la mésopotamie Bani-Niger, sur le territoire de la commune de Soye (ancien leyde Sebera) et dans la cuvette nord de Mopti.
- Le quatrième grand bassin se localise dans la partie centrale sud du Delta, entre la rive droite du Niger et la latitude de Djenné au sud. Il comprend les cuvettes du Yongari Mangari et du Pondori,
- Enfin, un cinquième ensemble de rizières se localisent dans la région de Konna, le long du Niger et du Mayo Ranéo.

En 2015, (figure 8) les grands bassins rizicoles occupent toute la rive droite du Niger du sud de Mopti (bassin de Sebera) jusqu'à Konna, le Pondori (Djenné), le bassin de Tenenkou et celui de Mourrah. Alors qu'en 1989, les rizières occupaient de grandes surfaces au nord de Tenenkou et de Mourrah, ce n'est plus le cas en 2015, où d'une manière générale le riz occupe surtout la moitié sud du Delta alors qu'en 1989, la majorité des rizières se groupaient au centre du Delta intérieur.

L'analyse de la carte de synthèse (figure 9) met en évidence les changements intervenus entre ces deux dates. On aurait pu s'attendre à une simple expansion des surfaces rizicoles autour des noyaux existant en 1989, suivant simplement la croissance des surfaces en riz qui passent de 157 000 ha en 1989 à 282 000 ha en 2015. L'analyse de la carte montre qu'il n'en est rien : la croissance des surfaces rizicoles s'accompagne de changements très importants dans la localisation des rizières. La surface commune à 1989 et 2015 n'est que de 58 600 ha, 38 % seulement des rizières cultivées en 1989 le sont en 2015. Ces rizières communes aux deux dates ne représentent que 21 % des surfaces cultivées en 2015.

Figures 7 & 8 : Les rizières en 1989 et 2015

Les Rizières dans le Delta Intérieur

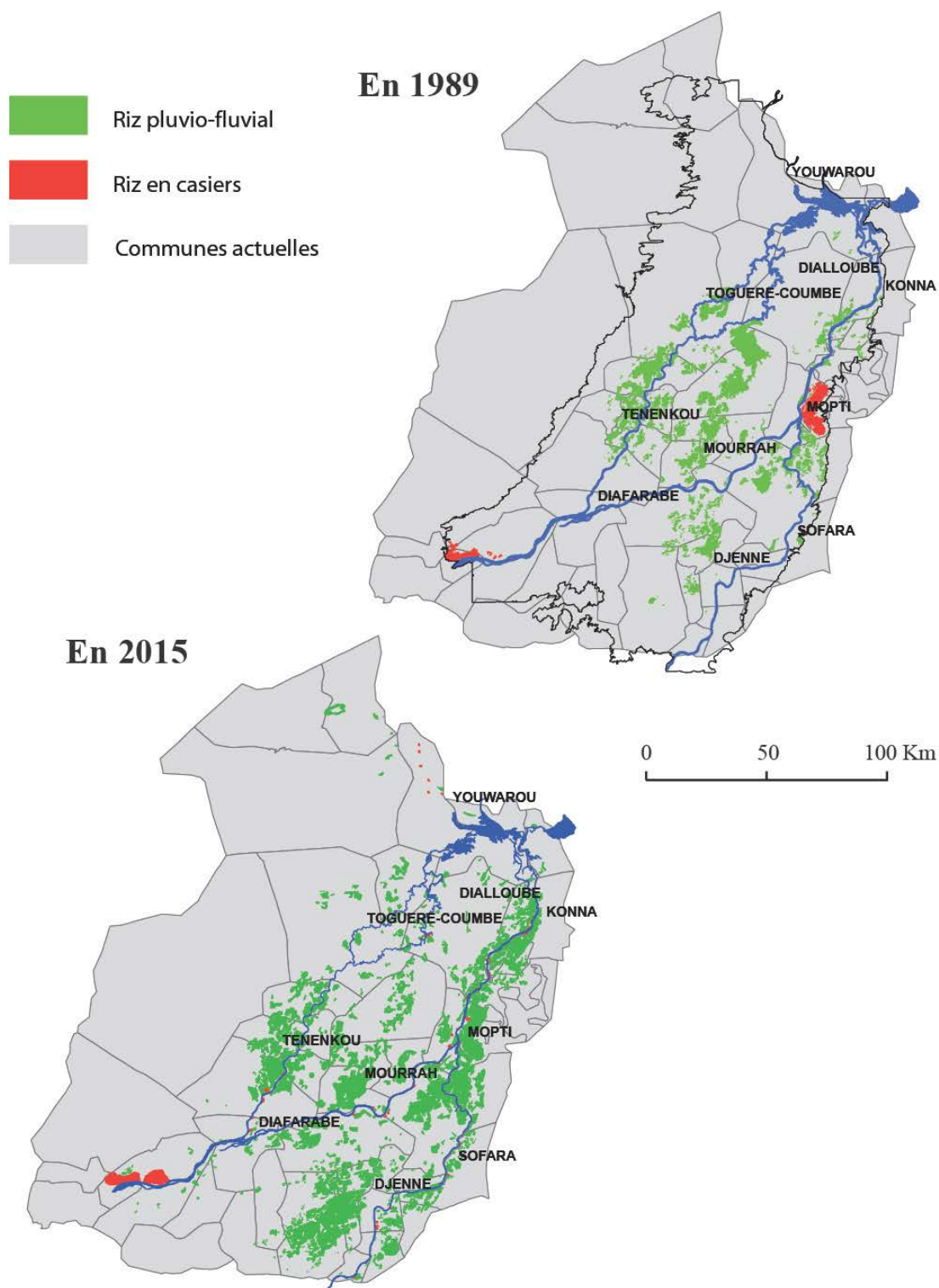
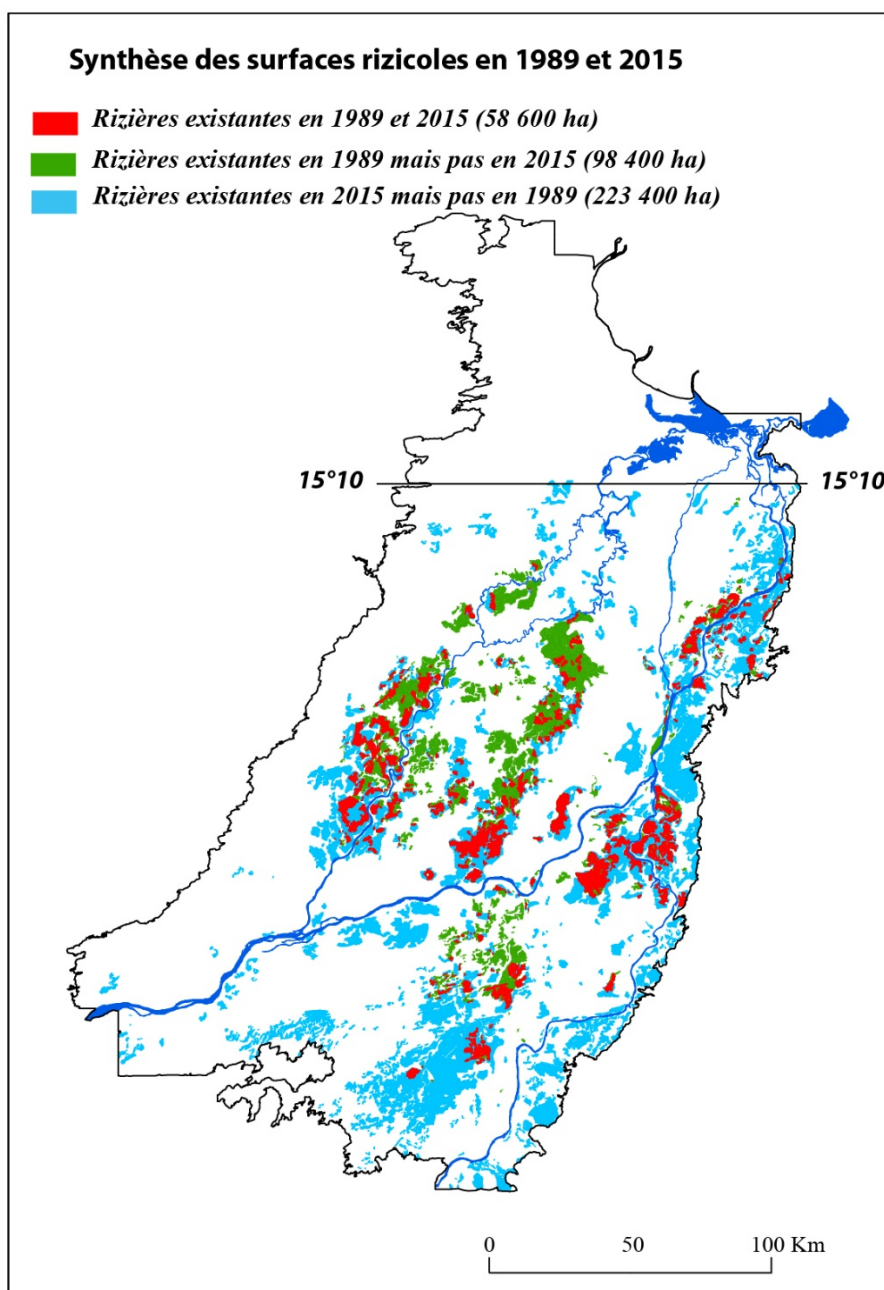


Tableau n° 10 : Évolution de la localisation des rizières 1989-2015

Année	Superficie des rizières(ha)	Commun 1989/2015 (ha)	Fraction commune %
1989	157 000	58 600	38 %
2015	282 000	58 600	21 %

Figure n° 9 : Les rizières en 1989 et en 2015



3.3.1 - Surfaces cultivées par commune et par habitant

La mobilité des rizières se résout-elle dans le cadre des nouvelles communes instituées par la loi de décentralisation ? En d'autres termes, les déplacements observés s'effectuent-ils sur des distances relativement courtes, compatibles avec la taille des territoires communaux, ou bien échappent-ils à cette nouvelle logique territoriale ?

Tableau n° 11 : Surfaces en riz pluvio-fluvial par communes et par habitant en 1989 et 2015

Nom	Population	Population	Rizières	Rizières	Quotient rizières	Quotient rizières
Commune	1987	2009	1989 (ha)	2015 (ha)	ha/pers (1989)	ha/pers (2015)
BIMBERE TAMA	5316	8239	603	3278	0,11	0,4
BORONDOUGOU	6424	8070	917	4703	0,14	0,58
DANDOUGOU FAKALA	7420	9410	23	4861	0	0,52
DEBOYE	16180	23152	118	778	0,01	0,03
DERRARY	5413	6962	558	2176	0,1	0,31
DIAFARABE	10945	14907	0	3556	0	0,24
DIAKA	14321	19480	1466	11524	0,1	0,59
DIALLOUBE	22155	30948	4884	9946	0,22	0,32
DIANKE	5013	10447	0	0	0	0
DIONDORI	15756	20492	15296	10191	0,97	0,5
DJENNE	18037	26267	96	4087	0,01	0,16
FAKALA	20200	33714	1	6068	0	0,18
FARIMAKE	7024	11916	0	0	0	0
FATOMA	9953	14910	0	2036	0	0,14
FEMAYE	10495	16324	0	1056	0	0,06
KEWA	12831	22025	11727	13478	0,91	0,61
KOKRY CENTRE	9139	17484	0	62	0	0
KONNA	30442	36790	3512	12998	0,12	0,35
KOUBAYE	4268	6571	3108	5413	0,73	0,82
KOUNARI	11245	15487	1520	5712	0,14	0,37
LERE	5347	17432	0	0	0	0
MACINA	22195	36272	0	2308	0	0,06
MADIAMA	5350	11833	0	1864	0	0,16
MATOMO	9384	15027	0	2329	0	0,15
NEMA BADENYAKAFO	22805	46399	1295	34380	0,06	0,74
NIANSANARI	3907	4743	0	172	0	0,04
OURO ALI	7938	10826	5056	5798	0,64	0,54
OURO ARDO	9798	10341	12445	5057	1,27	0,49
OURO GUIRE	6550	8142	5326	8945	0,81	1,1
OURO MODI	2392	3228	607	1982	0,25	0,61
OUROUBE DOUDE	9844	12224	0	153	0	0,01
PONDORI	5688	9991	2286	8956	0,4	0,9
SANA	14590	23342	0	2606	0	0,11
SASALBE	4675	5996	10945	8677	2,34	1,45
SIO	15710	24130	6257	13209	0,4	0,55
SOCOURA	24821	36983	3443	20422	0,14	0,55

SOUGOULBE	5979	9255	2386	6823	0,4	0,74
SOULEYE	6691	9867	0	2364	0	0,24
SOYE	16312	21223	11389	22530	0,7	1,06
TENENKOU	7313	11274	384	241	0,05	0,02
TOGORO KOTIA	9045	13655	25907	10191	2,86	0,75
TOGUE MOURARI	5481	9919	5981	11467	1,09	1,16
TOGUERE COUMBE	23961	27575	19416	5909	0,81	0,21

L'examen de la répartition des surfaces cultivées par communes et l'analyse des quotients surface cultivée/habitant vont confirmer et préciser ce point. Rappelons que si les communes rurales sont des découpages territoriaux récents²⁰, leur création ne découle pas d'un arbitraire administratif, mais du choix qu'ont fait les villages de se regrouper sous une même bannière politique et territoriale. Rappelons aussi que la gestion du foncier, c'est-à-dire de la terre et des ressources naturelles, fait partie des prérogatives des municipalités, ce qui justifie d'examiner les relations population/surfaces cultivées, dans le cadre de ce nouveau découpage.

L'analyse du rapport entre riziculture et population est obtenue en rapportant, pour 1989, la surface rizicole à la population de 1987 et, pour 2015, à la population de 2009. Le quotient de la surface cultivée en rizière par habitant que l'on compare à la moyenne du Delta aux deux dates (environ 0,45 ha/hab.) présente des résultats très différents entre les deux dates (tableau n° 7 et figures 10 & 11). Une lecture, ligne à ligne, des deux colonnes montre de très fortes fluctuations allant, tantôt dans le sens d'une forte croissance de la riziculture, tantôt dans celui d'une forte diminution.

En 1989, 20 communes sur 43 n'ont pas de rizières ou très peu de surfaces en riz (quotient allant de 0,00 ha jusqu'à 0,06 ha par habitant). 9 communes ont des taux très faibles, compris entre 0,07 ha/hab. et 0,35 ha/hab. et seulement 3 communes (Pondori, Sougoulbe, et Sio) ont un taux proche de la moyenne (0,36 ha/hab. à 0,59 ha/hab. À l'opposé, 11 communes présentent des taux très largement supérieurs à la moyenne avec des valeurs comprises entre 0,60 et 2,86 ha/hab. Parmi elles, 3 communes, localisées au centre du Delta, présentent des taux particulièrement élevés : Togoro Kotia avec 2,86 ha/hab, Salsalbe avec 2,34 ha/hab, Ouro Ardo avec 1,27 ha/hab (figure 10).

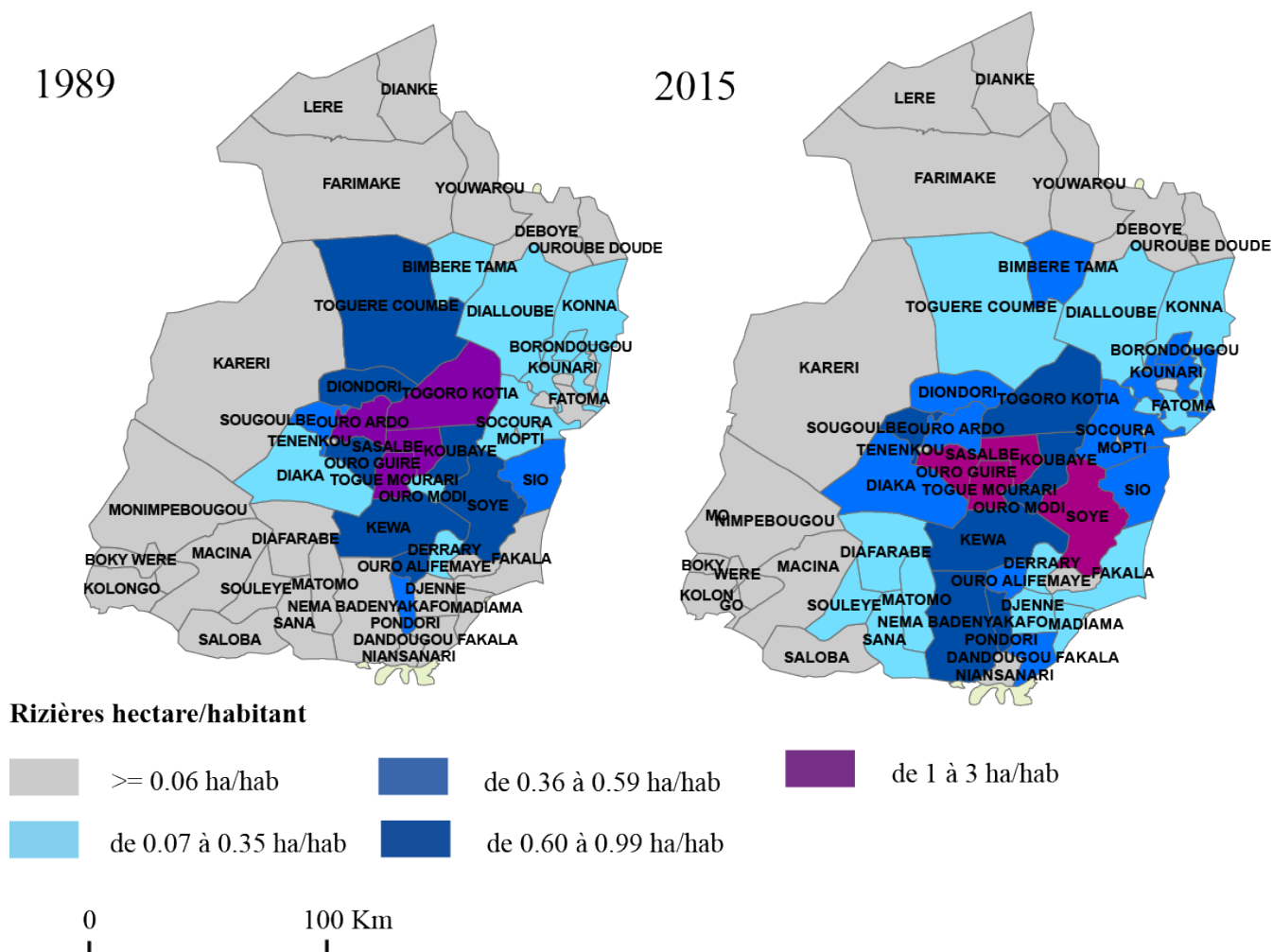
En 2015, 10 communes sur 43 ont un taux nul ou très faible ($\leq 0,06$ ha/hab.) ; 12 ont un taux faible (entre 0,06 et 0,35) ; 10 communes présentent un taux moyen (entre 0,36 et 0,59 ha/hab.) et 11 communes présentent des taux élevés compris entre 0,69 et 1,45.

Ces résultats, comme la figure 10, montrent une riziculture beaucoup plus étalée en 2015 et les quotients les plus forts en 2015 (1,45 ha/hab.) sont beaucoup plus faibles que ceux de 1989 (2,86 ha/hab. pour le maximum).

Enfin, si l'on suit plus particulièrement les communes de Salsalbé, de Togoro Kotia et de Ouro Ardo qui avaient des taux très élevés en 1989, on constate une situation complètement différente en 2015 : Salsalbe passe de 2,34 à 1,45 mais surtout Togoro Kotia passe de 2,86 à 0,75 et Ouro Ardo de 1,27 à 0,49.

²⁰ Elles n'entrent réellement en application qu'avec la mise en place des conseils municipaux en septembre-octobre 1999

Figure n° 10 : Quotient des surfaces cultivées par commune et par habitant



Ces analyses montrent une riziculture qui n'est pas fixée dans les territoires communaux. La localisation des rizières ne correspond pas à celle de la population mais semble se déplacer sur de grandes distances selon les périodes. La mobilité des rizières peut-elle s'expliquer en rapportant leur position aux grandes cuvettes hydrologiques ?

3.3.2 – Bassins rizicoles et cuvettes hydrologique (figure 11)

La mobilité des rizières ne peut se comprendre dans le cadre des nouvelles communes rurales. Peut-elle trouver son explication dans la comparaison avec les grandes cuvettes hydrologiques du Delta ? (Voir www.Delmasig.com - partie 1 - page 21)

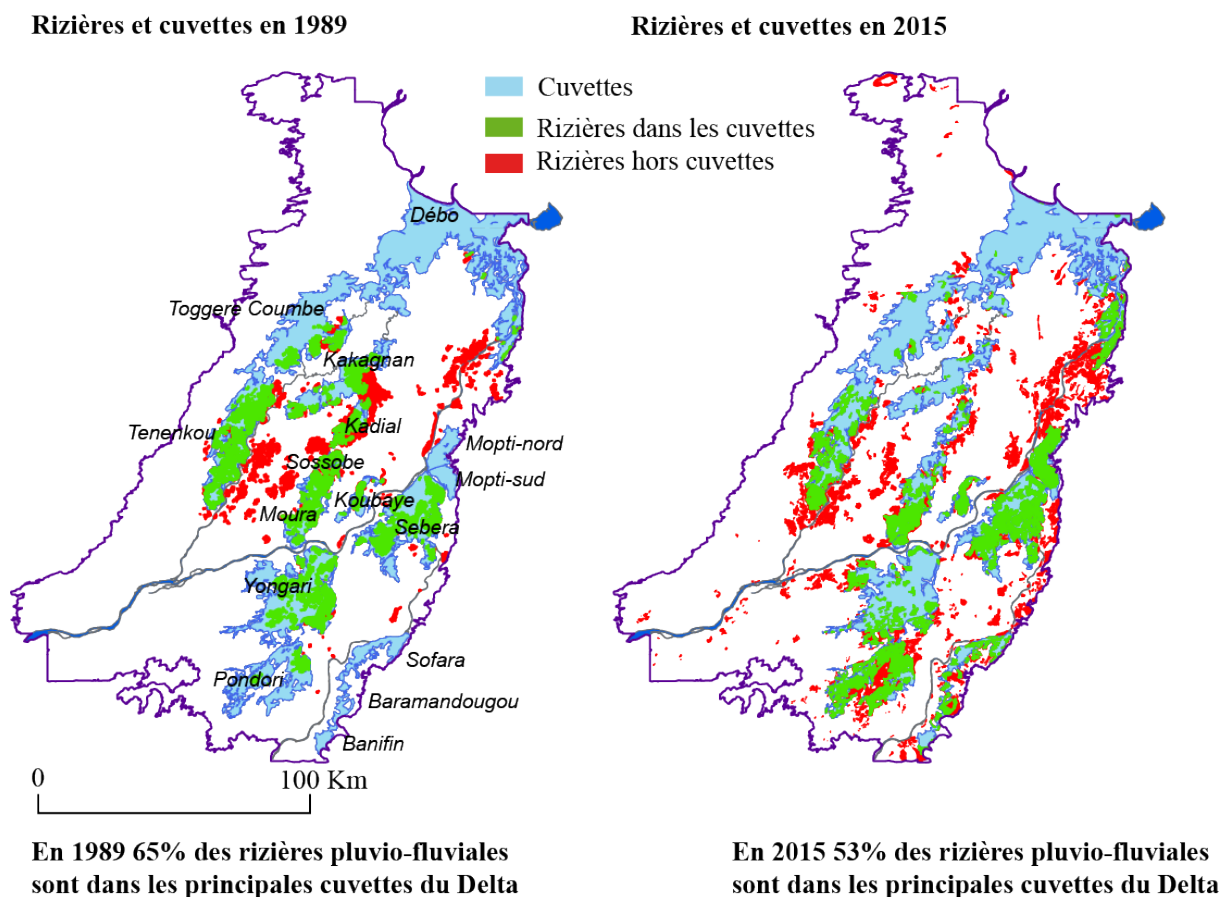
Tableau n° 12 : Taux de défrichement des principales cuvettes hydrologiques

N°	Nom de la cuvette	Surface totale (en ha)	Surface en riz en 1989 (ha)	% de la cuvette en riz en 1989	Surface en riz en 2015 (ha)	% de la cuvette en riz en 2015
1	Debo Walado	120 358	721	0,6	6 838	5,7
2	Togguere Coumbe	51 995	7 482	14,4	2 353	4,5
3	Kakagnan	28 467	9 877	34,7	1 595	5,6
4	Tenenkou	48 357	24 007	49,6	18 241	37,7
5	Kadial	7 227	4 993	66,3	1 417	19,6
6	Sossobe	4 885	3 578	73,2	412	8,4
7	Koubaye	6 815	2 494	36,6	4 277	62,8
8	Mopti nord *	8 797	0		7 178	81,6
9	Mopti sud *	5 934	0		4 456	75,1
10	Moura	22 242	12 189	54,8	13 829	62,2
11	Sebera	52 357	17 998	34,4	28 487	54,4
11	Yongari Mangari	67 568	17 142	25,4	14 911	22,1
12	Sofara	10 688	0	0,0	3 418	32,0
13	Pondori	33 620	2 800	8,3	22 788	67,8
14	Baramandougou	4 857	0	0,0	2 712	55,8
15	Banifin	3 585	0	0,0	519	14,5
	TOTAL	477 753	103 081	21,6	133 431	27,9

* Mopti nord et Mopti sud sont cultivés en casiers aménagés en 1989.

Les quinze cuvettes principales du Delta occupent près de 478 000 ha. En 1989, 65% des rizières pluvio-fluviales (103 000 ha sur 157 000 ha) se localisent dans ces cuvettes dont le taux moyen de défrichement atteint 21,6 %. En 2015, le taux des rizières dans les cuvettes n'est plus que de 53 % par rapport à l'ensemble du Delta. Dans le même temps, le taux de défrichement des cuvettes est passé de 21,6 % à 27,9 %, la majorité de la croissance de la riziculture se faisant en dehors des cuvettes hydrologiques.

Figure n° 11 : Rizières et cuvettes hydrologiques



Ceci amène deux commentaires : entre 1989 et 2015, la surface des rizières "traditionnelles" (sans contrôle de l'eau) a quasiment doublé, en accord avec la croissance de la population, mais la localisation de ces rizières a également fortement évolué. Si les grandes cuvettes du Delta sont davantage sollicitées en 2015, elles le sont à un degré moindre que l'ensemble du Delta : entre 1989 et 2015, la pression sur les grandes cuvettes a augmenté de 30 % alors que la pression sur l'ensemble du Delta augmentait de 82 %.

Le second commentaire porte sur les différences qui se manifestent entre les cuvettes : en 1989, au sud de 14°N, la cuvette du Pondori est peu cultivée et celles du Bani, (Sofara, Baramandougou et Banifin) ne le sont quasiment pas. Au nord de 15°10', les défrichements sont quasiment absents et la cuvette du Débo-Walado, la plus vaste de toutes, n'est pas défrichée. La totalité des rizières se situent entre les latitudes 14° et 15°10' N. Dans cette bande centrale, les cuvettes sont très fortement défrichées, 73% pour Sossobé, 66 % pour Kadiak, qui sont cependant d'assez petite taille, 55 % pour Mourra sur une cuvette de 22 000 ha et 50 % pour Tenenkou sur une cuvette de 48 000 ha.

Les cuvettes de Mopti sont également très fortement cultivées. Les casiers aménagés occupent 44 % de la cuvette nord, et débordent de la cuvette très largement vers l'est, ce qui explique sans doute leur médiocre alimentation en eau²¹. La cuvette de Sébéra est cultivée à 35% en rizières pluvio-fluviales (39 % avec les casiers aménagés) et au sud de Kouakourou, la cuvette du Yongari-Mangari est défrichée sur plus du quart de sa surface.

²¹ Ce qui explique qu'une partie des casiers de Mopti, dont les limites sont saisies dans SAU90, soit coupée par LIMITE2 et n'apparaissent donc que partiellement sur SAU90_DELTA.

Les trente-cinq pour cent de rizières qui ne se localisent pas dans ces cuvettes principales se situent, pour la plus grande part, en trois endroits : dans les plaines de profondeurs moyennes entre la cuvette de Ténenkou et celle de Mourrah, dans celles reliant la cuvette de Kadiak à la partie nord-est de Kakagnan, enfin dans des cuvettes plus petites situées dans la région de Konna, le long du Niger et du Mayo Ranéo. A contrario, les cuvettes du Sud apparaissent peu cultivées (8 % pour le Pondori), voire pas cultivées du tout (Sofara, Baramandougou et Banifin).

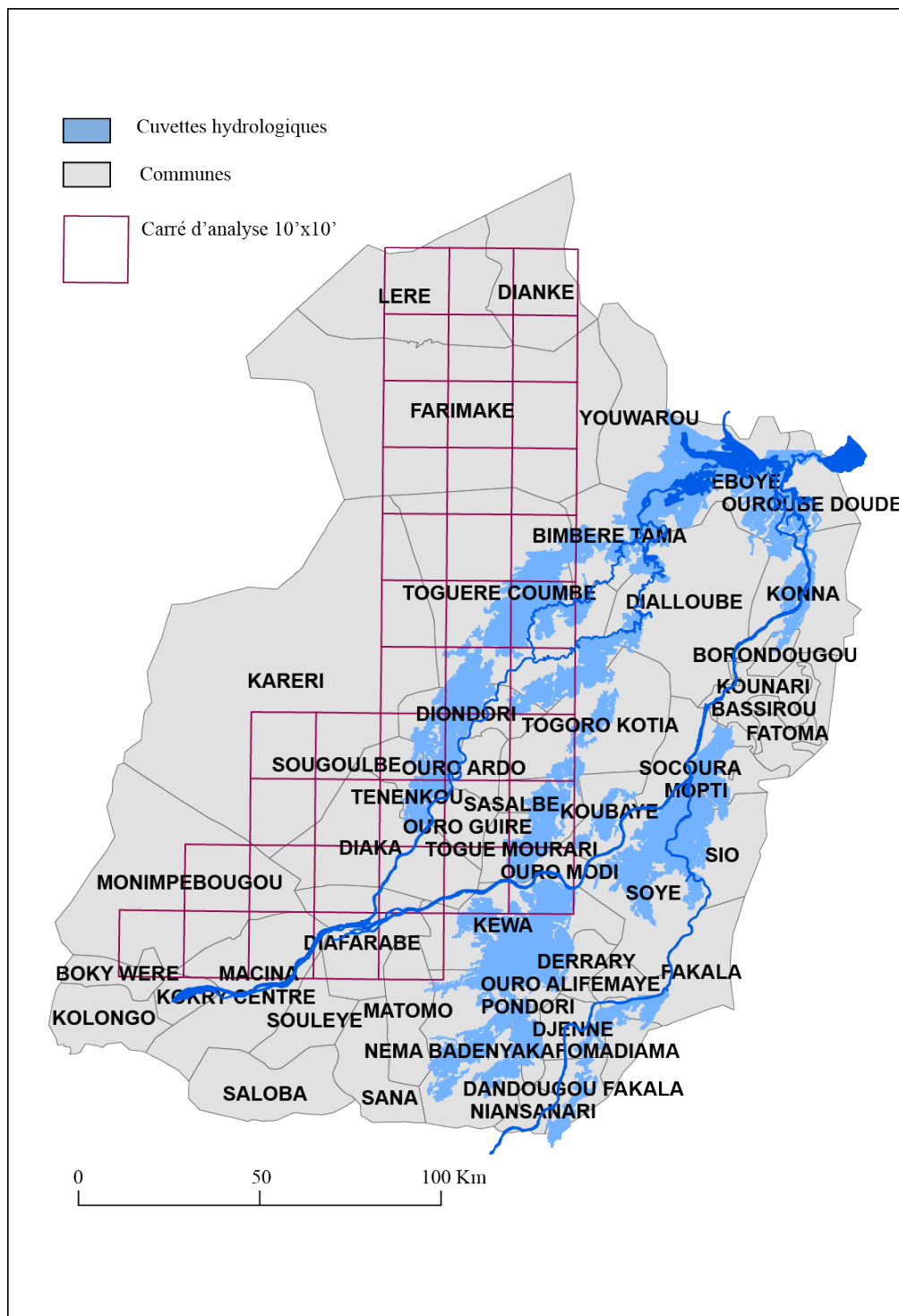
En 2015, la situation est très différente : si la pression sur l'ensemble des cuvettes a augmenté, passant de 21,6 % à près de 28 %, en relation directe avec la croissance des surfaces cultivées dans le Delta, sa répartition entre le nord et le sud du Delta a varié considérablement. On constate un recul parfois très important des surfaces cultivées dans les cuvettes nord – les plus profondes – et une augmentation très forte des cuvettes sud – les moins profondes. Ainsi le Pondori, le plus au sud, que Jean Gallais qualifiait de "cuvette perchée", voit sa surface cultivée en riz passer de 8 % en 1989 à 68 % en 2015, où il retrouve son statut de grenier à riz du sud du Delta. Les rizières dans les cuvettes sur la rive droite du Bani passent de 0 % à 32 % pour Sofara et de 0 % à 56 % pour Baramandougou. Sur la rive gauche du Niger, les cuvettes de Mourrah et de Koubaye voient également la pression rizicole augmenter. A contrario, Tenenkou, grenier à riz de l'ouest du Delta, voit la pression rizicole diminuer et se reporter sur ses marges extérieures. L'évolution des cuvettes centrales est spectaculaire : Sossobé passe de 73 % à 8,5 %, Kadiak de 66 % à moins de 20 %, Kakagnan de 35 % à moins de 6 %.

Ainsi se dessine un double mouvement : en comparant la mobilité des rizières entre 1989 et 2015 sur la totalité du Delta, nous constatons que la disposition géographique des principales cuvettes fait du Delta un espace polycentrique. Les riziculteurs tentent de s'adapter aux variations très importantes des crues depuis une cinquantaine d'années, en créant de véritables "fronts pionniers" vers les cuvettes les plus profondes, qui sont ensuite abandonnées lors du retour de crues plus abondantes. Ces évolutions très importantes ne se résolvent pas uniquement par des déplacements des rizières entre les cuvettes du Delta et leurs périphéries moins profondes. Elles se traduisent également par un abandon des cuvettes les moins profondes, localisées entre Niger et Bani, au profit des cuvettes plus profondes et très peu cultivées situées entre Niger et Diaka. Lors du retour de bonnes crues, on observe le mouvement inverse, avec un délaissement des cuvettes les plus profondes et un réinvestissement des cuvettes moins profondes, en particulier, celles situées entre Niger et Bani. Ces mouvements, de grande ampleur, s'effectuent au détriment de l'espace pastoral et contribuent à exacerber les conflits fonciers

3.3.3. Un nomadisme agricole très ancien et toujours d'actualité...

Les pratiques de l'année 1989 sont encore conditionnées par la crue de 1984, la plus faible du siècle. Les déplacements très importants des rizières dans le Delta, constatés entre 1989 et 2015 traduisent-ils cette séquence catastrophique ou bien se retrouvent-ils lors de périodes plus anciennes ? Une comparaison sur la partie ouest du Delta à partir de 1952 va permettre de mieux appréhender le problème de la mobilité de la riziculture sur le temps long. (figure 12)

Figure 12 : La grille d'analyse de la riziculture dans le Delta depuis 1952



L'analyse des surfaces cultivées dans la partie occidentale du Delta a été réalisée sur une grille de 10' x 10' d'arc, au nord de 14° et à l'ouest de 4°30'. Cette grille recouvre en totalité les territoires communaux actuels de Diaka, Sougoulbé, Diondiori, Togue Mourari, en partie ceux de Diafarabé, Macina, Monimpébougou, Boky Wéré au sud, de Toquere Coumbé, Farimaké, Léré et Dianké au nord, et en partie seulement aussi ceux d'Ouro Modi, de Salsalbé, et de Togoro Kotia au centre du Delta. La limite des terres inondées du Delta couvre environ les deux tiers de la grille. Les cultures sèches forment une frange qui s'étend de Léré au nord (15° 50' N) jusqu'à

Monimpébougou au sud (14°N). L'espace situé dans les limites du Delta vif correspond aux bassins rizicoles de Ténenkou, de Toggere Coumbe, de Mourrah et à la partie ouest du bassin de Kakagnan.

Une première comparaison avec l'évolution des cultures sèches éclairera : de 1952 à 1975, sur la marge ouest du Delta, les surfaces en cultures sèches (mils et sorghos) passent de 37 860 ha à 77 070 ha, soit un accroissement de 103 %, ce qui correspond à un doublement des surfaces cultivées. Le taux d'accroissement annuel des surfaces cultivées est donc de 4,5 %. Une population qui double dans ce même laps de temps – en 23 ans – a un taux d'accroissement de 3 % (rappelons que les modes de calcul ne sont pas les mêmes, le premier – les surfaces cultivées – est arithmétique, le second – les populations – est exponentiel). Mamadou Nadio (1984)²² indique un taux d'accroissement naturel des populations de la marge occidentale du Delta de 0,43 % par an durant cette période. On peut donc supposer que le fort accroissement des surfaces cultivées est lié, pour une part importante, à un afflux de populations non recensées provenant du nord, à la suite de la période de sécheresse dans le Sahel qui débute en 1969. Entre 1975 (77 070 ha) et 1989 (90 398 ha), l'accroissement des surfaces cultivées n'est plus que de 1,35 % par an, ce qui semble plus proche de l'accroissement de la population sur cette marge peu accueillante. L'année 1984, la plus sèche du siècle, nous permet également de supposer que cette marge a connu une évolution complexe, avec à la fois des arrivées et des départs de population.

L'évolution des surfaces en riz pluvio-fluvial se présente sous un jour très différent comme le montre le tableau suivant :

Tableau n° 13 : L'évolution des surfaces cultivées en riz pluvio-fluvial dans la partie occidentale du Delta.

Dates	Surfaces cultivées en riz (en ha)
1952	56 960
1975	98 644
1989	76 334
2015	82 352

Alors que les surfaces en cultures sèches augmentent sur les périodes considérées, suivant en cela l'évolution de la population, on constate une évolution plus chaotique des surfaces rizicoles. De 1952 à 1975, les surfaces en riz passent de 56 960 ha à 98 644 ha, augmentant de 73 % pour régresser ensuite de 23 % entre 1975 et 1989 (76 334 ha) et augmenter faiblement (8 %) entre 1989 et 2015, alors que l'augmentation est très forte sur l'ensemble du Delta. Sur la période 1952-2015, l'augmentation nette n'est que de 45 % sur cette marge ouest, alors que sur l'ensemble du Delta, la surface des rizières, comme la population, ont été multipliées par trois pendant cette période de plus de 60 ans. L'analyse des surfaces cultivées, carré par carré, précisera cette évolution.

²² M. Nadio, *L'évolution du delta intérieur du Niger (Mali) 1956 – 1980. D'une région sous-peuplée à une région surexploitée ?* Thèse de III^{ème} cycle, ROUEN, 1984, 220 p.

Tableau n°14 : Les surfaces cultivées par carré en 1952, 1975, 1989 et 2015

Nom du carré	Cultures sèches en 1952 (ha)	Cultures sèches en 1975 (ha)	Cultures sèches en 1989 (ha)	Riz en 1952 (ha)	Riz en 1975 (ha)	Riz en 1989 (ha)	Riz en 2015 (ha)
F14	450	450	947	494	1 466	0	664
F15	100	660	583	798	1 182	0	1053
G13	260	850	976	107	0	0	0
G14	0	0	0	1834	265	778	0
G15	0	0	0	3503	4 299	7 099	1362
H13	390	2 370	768	1022	562	374	432
H14	0	0	0	3780	7 703	9 987	4703
H15	0	0	0	2439	991	4 022	766
I11	1 050	4 600	8 342	0	0	0	0
I12	3 290	8 550	4 195	100	54	0	92
I13	390	2 100	0	9004	13 796	7 306	9070
I14	0	0	249	9022	8 699	9 987	6030
I15	0	0	0	1410	2 978	6 563	2687
J11	1 300	4 600	5 788	0	0	0	0
J12	1 580	3 680	4 627	184	367	0	247
J13	150	200	318	8978	20 988	6 286	17063
J14	0	0	0	2542	6 006	5 497	5465
J15	0	0	0	1942	10 662	12 711	12490
K10	6 050	9 080	13 402	0	0	0	0
K11	1 810	2 750	8 703	0	0	0	85
K12	530	1 970	4 638	329	242	0	215
K13	0	0	0	667	3 865	92	3085
K14	0	0	110	761	3 661	362	3757
K15	0	0	0	3990	10 229	5 269	7932
L9	9 470	15 000	18 876	0	0	0	0
L10	3 160	5 130	3 398	0	0	0	547
L11	230	620	0	1292	0	0	475
L12	80	0	0	2654	448	0	955
L13	0	0	0	74	179	0	3175
TOTAL	37 860	77 070	90 398	56 926*	98 642**	76 333**	82 350**

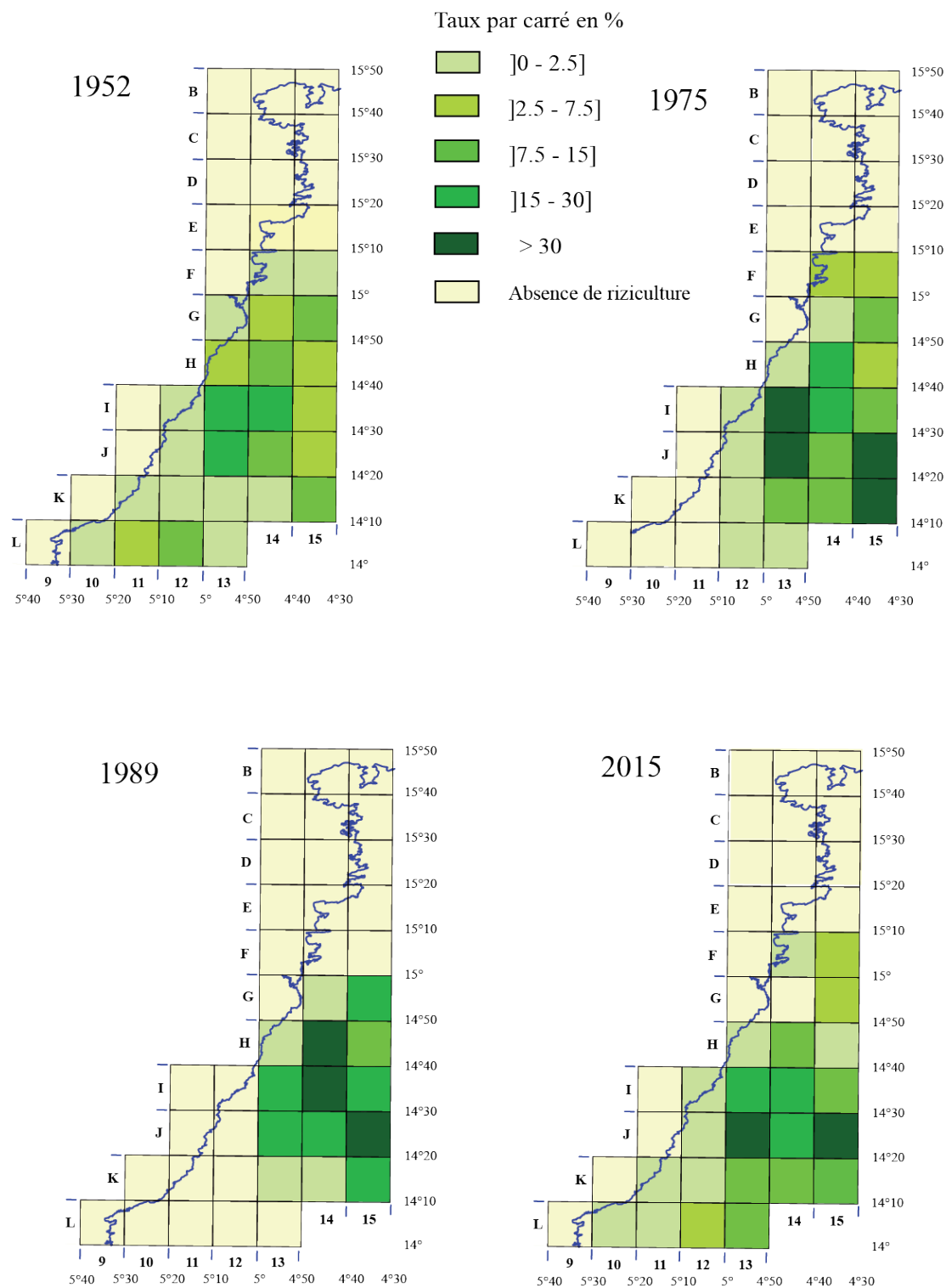
* 34 ha se localise en dehors des carrés

** la légère différence sur le total provient des arrondis

Les quatre cartons suivants représentent les taux d'occupation du sol par la riziculture par carré de 10 minutes d'arc selon le tableau précédent.

Figure n° 13 : Taux d'occupation du sol par les rizières en % par carré de 10'

Taux d'occupation du sol par les rizières pluvio-fluviales par carré de 10'



De 1952 à 1975, on assiste à l'abandon de la riziculture dans quatre carrés périphériques : G13, K11, I10 et I11. Dans le même temps, les taux d'occupation du sol par carré augmentent fortement, en particulier dans les carrés H14, I13, I14, J13, J14, correspondant au bassin de Ténenkou, ainsi que dans les carrés J15 et K15 (bassin de Mourrah et nord du Yongari). Cette croissance accompagne celle de la population, selon un processus très classique.

L'évolution entre 1975 et 1989 offre par contre un contraste saisissant avec la période précédente : les surfaces en riz diminuent fortement (perte de 22 000 ha), avec une concentration des rizières sur 14 carrés seulement (contre 22 carrés en 1975), étroitement liés au bassin de Ténenkou. La riziculture semble disparaître des carrés sud qui correspondent à la rive droite du Niger au droit de la défluence Niger-Diaka.

Entre 1989 et 2015, les surfaces rizicoles augmentent faiblement, de 76 000 ha à 82 000 ha, en discordance avec la croissance de la population. Par contre les rizières s'étalent sur un plus grand nombre de carrés (23), rapprochant cette situation de celle de 1952, avec cependant des taux d'occupation du sol plus forts en 2015.

Entre 1952 et 2015, on assiste à de très fortes évolutions du bassin rizicole, avec tantôt l'abandon de carrés marquant une forte rétractation de la riziculture, tantôt une évolution contraire avec une expansion de l'espace rizicole. Dans le même temps, le taux d'occupation du sol augmente dans certains carrés pour diminuer ensuite, en discordance avec la croissance de la population. C'est le cas, par exemple, du carré K15 dont le taux d'occupation du sol passe respectivement entre 1952 et 2015, de 12 % en 1952, à 31 % en 1975, 16 % en 1989 et 24 % en 2015.

Afin de mieux cerner cette évolution contrastée, nous avons calculé un indice d'accroissement des surfaces cultivées en riz, par période et par carré²³, qui a ensuite été normé de la manière suivante :

$$\text{Indice d'accroissement Normé (1952 1975)} = \frac{\text{Surface en riz carré 'A' 1975}}{\text{Surface en riz carré 'A' 1952}} \times \frac{\text{Surface en riz totale 1952}}{\text{Surface en riz totale 1975}}$$

En d'autres termes, l'accroissement constaté entre 1952 et 1975 (+65%), qui équivaut à un coefficient multiplicateur de 1,65, est ramené à 1 par le deuxième terme de la formule de calcul de l'indice normé. Le but est de déterminer quels carrés s'écartent sensiblement de la norme dont la valeur est 1. Le même calcul est effectué pour les périodes 1975-1989 et 1989-2015.

²³ Rappelons que chaque carré de 10' x 10' d'arc représente une superficie d'environ 33 000 ha (précisément de 32 936 ha à 33 226 ha selon la position géographique), soit des dimensions approximatives de 18 x 18 km.











Tableau n°15 : Surfaces cultivées en riz pluvio-fluvial par carré et indice normé pour les périodes 1952-1975 et 1975-1989.

Carré	Riz_52 (ha)	Riz_75 (ha)	Riz_89 (ha)	Riz_2015 (ha)	Indice normé 1952 - 1975	Indice normé 1975 - 1989	Indice normé 1989 - 2015
F14	494	1466	0	664	1,71	0	NC
F15	798	1 182	0	1053	0,85	0	NC
G13	107	0	0	0	0	0	0
G14	1834	265	778	0	0,08	3,79	0
G15	3503	4 299	7 099	1362	0,71	2,13	0,18
H13	1022	562	374	432	0,32	0,86	1,07
H14	3780	7 703	9 987	4703	1,18	1,68	0,44
H15	2439	991	4 022	766	0,23	5,24	0,18
I11	0	0	0	0	0	0	0
I12	100	54	0	92	0,31	0	NC
I13	9004	13 796	7 306	9070	0,88	0,68	1,15
I14	9022	8 699	9 987	6030	0,56	1,48	0,56
I15	1410	2 978	6 563	2687	1,22	2,85	0,38
J11	0	0	0	0	0	0	0
J12	184	367	0	247	1,15	0	NC
J13	8978	20 988	6 286	17063	1,35	0,39	2,52
J14	2542	6 006	5 497	5465	1,36	1,18	0,92
J15	1942	10 662	12 711	12490	3,17	1,54	0,91
K10	0	0	0	0	0	0	0
K11	0	0	0	0	0	0	0
K12	329	242	0	215	0,42	0,00	NC
K13	667	3 865	92	3085	3,34	0,03	31,08
K14	761	3 661	362	3757	2,78	0,13	9,62
K15	3990	10 229	5 269	7932	1,48	0,67	1,40
L9	0	0	0	0	0	0	0
L10	0	0	0	547	0	0	NC
L11	1292	0	0	475	0	0	NC
L12	2654	448	0	955	0,10	0	NC
L13	74	179	0	3175	1,40	0	NC
TOTAL	56 926	98 642	76 333	82 350	1	1	1

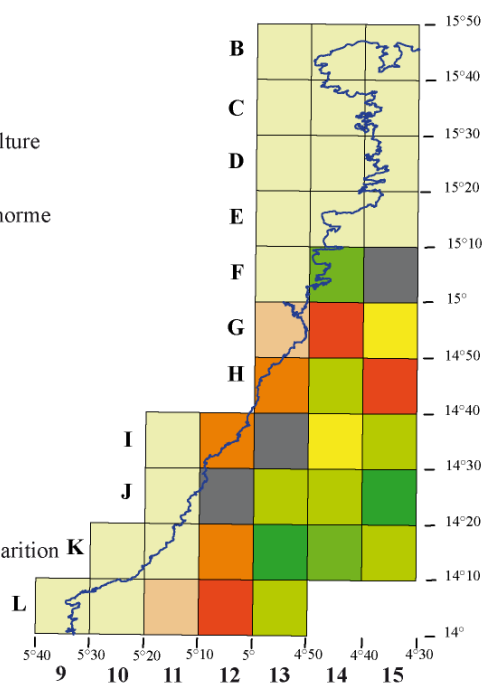
Figure 14 : Indice normé de la variation des surfaces en riz pluvial par carré de 10' (ouest du Delta) sur trois périodes

Indice normé de l'évolution des surfaces des rizières sur trois périodes

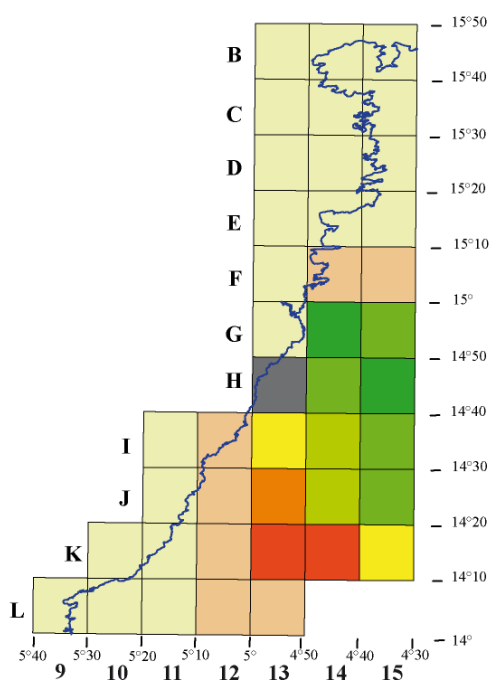
Légende

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 1 Indice normé = N.C
Apparition de la riziculture en année 2 |
|  | 2 $I.N. \geq 3$
Augmentation extrêmement forte de la riziculture |
|  | 3 $1.5 < I.N. < 3$
Evolution positive très forte par rapport à la norme |
|  | 4 $1.15 < I.N. \leq 1.5$
Evolution positive plus forte que la norme |
|  | 5 $0.85 < I.N. \leq 1.15$
Situation dans la norme |
|  | 6 $0.50 < I.N. \leq 0.85$
Riziculture en régression modérée |
|  | 7 $0.25 < I.N. \leq 0.5$
Forte régression de la riziculture |
|  | 8 $0.01 \leq I.N. \leq 0.25$
Régression de la riziculture jusque quasi disparition |
|  | 9 $I.N. = 0$
Disparition de la riziculture en année 2 |
|  | 10 $I.N. = 0$
Absence de riziculture aux deux dates |

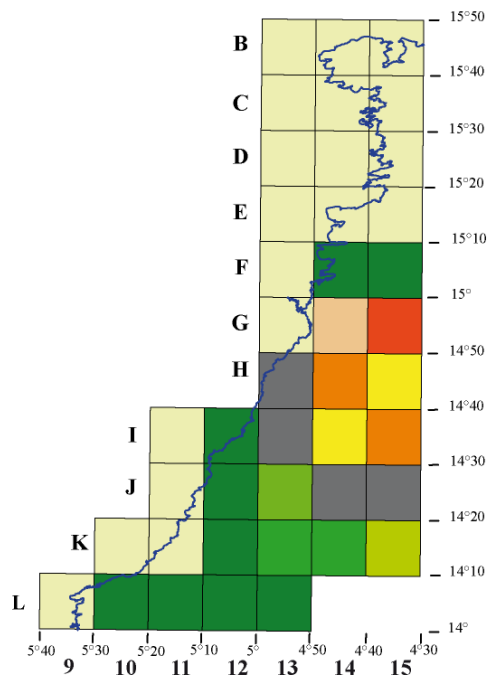
Évolution 1952-1975



Évolution 1975-1989



Évolution 1989-2015



NB :

- La valeur 1 de l'indice normé, que l'on retrouve dans les **surfaces totales** pour les années considérées, signifie que la riziculture, dans un carré donné, a évolué comme l'ensemble de la zone.
- La valeur 0, selon le cas, signifie qu'il n'y a pas de riziculture dans le carré aux deux dates ou bien que la riziculture a disparu du carré en année 2. Nous distinguons les deux cas dans la légende.
- NC : Non calculé car division par zéro : apparition de la riziculture dans le carré considéré en année 2 alors qu'il n'y en avait pas en année 1.

Durant la période 1952-1975, dans un contexte général de fort accroissement des surfaces cultivées, la carte donne l'image d'une rétractation de l'espace rizicole. Dix carrés sur 23 présentent une évolution régressive avec, pour deux d'entre eux, une disparition de la riziculture (G13, L11) et pour les huit autres (G14, G15, H13, H15, I12, I14, K12 et L12) une régression plus ou moins forte. La plupart de ces carrés sont situés en périphérie du Delta, et deux d'entre eux se localisent vers le centre, l'un au sud du territoire actuel de Toguéré Coumbé (H15), l'autre sur le territoire de Diondiori (I14). Les carrés en fort accroissement sont situés vers le centre-sud de la zone, à l'exception de l'un d'entre eux (F14), situé dans la partie nord-est de la cuvette de Toguéré Coumbé.

Pendant la période 1975-1989, l'évolution précédente se confirme et se renforce offrant l'image d'une forte contraction de l'espace rizicole. On constate en effet l'abandon de la riziculture dans 7 carrés périphériques dont certains étaient déjà en déclin pour la période en 1952-1975. Inversement, 8 carrés sur 23 sont en forte progression (G14, G15, H14, H15, I14, I15, J14, J15). Ils constituent un bloc au centre-sud de la zone, amarré aux cuvettes de Ténenkou, de Toguere Coumbé et, à l'est, aux cuvettes de Mourrah et de Salsalbé. Outre l'abandon des marges occidentales du Delta, le fait majeur est l'abandon des carrés du sud, vers 14° / 14°10 de latitude, situés sur la défluence Niger - Diaka. C'est, semble-t-il, la région de Diafarabé et le haut Diaka qui sont délaissés en cette seconde période.

La période 1989-2015 est presque un négatif de la période précédente. Elle se marque par une forte décroissance du noyau central (G14, G15, H14, H15, I14, I15 et J15) qui avait enregistré la plus forte croissance entre 1975 et 1989 et quatre carrés (H13, I13, J14, J15) situés à la périphérie du noyau précédent sont quasi stables. A contrario, on constate l'installation – ou la réinstallation – des rizières dans 9 carrés (F14, F15) au nord et de (J12, K12, L10, L11, L12, L13) à l'ouest et au sud. Nous constatons une forte croissance de la riziculture à la périphérie au détriment du centre, croissance qui s'accompagne d'un fort étalement de l'espace rizicole. En effet, en 1989 par rapport à 1975, 14 carrés (environ 462 000 ha) portent des rizières alors qu'en 2015 par rapport à 1989, 22 carrés (environ 726 000 ha) en portent.

Les années cinquante constituent une période de très bonnes crues, supérieures à la crue de référence de l'étude écologique (660 cm), avec trois années dépassant les 700 cm (1950 - 1951 - 1952). Si en 1975, la crue de l'année correspond à la crue de référence, la moyenne sur les 5 années précédentes (1971-1975) est nettement plus basse, avec deux années très faibles (565 cm en 1972 et 568 cm en 1973). La crue de 1989 est très faible (517 cm), avec une moyenne quinquennale (1985-1989) de 535 cm qui n'est guère meilleure. Elle fait suite à l'année 1984, qui avec 440 cm est la pire enregistrée depuis le début du suivi du Niger dans les années 1920. Ces variations brutales du régime du fleuve commandent les réactions des riziculteurs qui tentent de s'adapter en déplaçant leurs rizières. L'analyse de la localisation des rizières en 1989 et en 2015 par rapport aux cuvettes hydrologiques l'explique clairement.

Tableau n° 16 : les crues à Mopti en 1952,1975,1989 et 2015

Périodes	1952	1975	1989	2015
Crue à Mopti (cm)	719	663	517	618
Moyenne des 5 années précédentes	688	619	535	618*

* La moyenne est calculée sur 2009-2013

L'analyse de l'évolution de la riziculture sur 63 ans dans l'ouest du Delta montre une grande instabilité de l'espace rizicole qui se contracte ou se dilate fortement selon les périodes, évoquant bien le "nomadisme rizicole" mentionné par plusieurs auteurs.

Comme constaté précédemment pour les années 1989 et 2015 sur l'ensemble du Delta, la localisation des rizières ne peut se comprendre dans le cadre communal. À l'exception des communes de Dioniéri et de Ouro Ardo, la carte des quotients de surfaces en riz par habitants en 1989 est presque l'image en creux de celle des densités de population en 1987 (voir partie « population »). Les communes où l'indice est le plus fort présentent toutes de très faibles ou de faibles densités de population. Ces discordances très fortes pour les communes de Togoro Kotia, Salsalbe, Togue Mourari, Koubaye, Kewa, toutes fortement cultivées et faiblement, voire très faiblement, peuplées, montrent qu'il n'y a pas de concordance à l'échelle de la commune entre densité de population et occupation du sol. Ces phénomènes, qui illustrent la mobilité de la riziculture pluvio-fluviale, mal fixée dans des cadres territoriaux, sont bien décrits dans l'article de M. Kuper et H. Maïga, qui s'appuie sur des observations effectuées notamment par Kelly (*et al*)²⁴ :

"Les principales zones de production sont traditionnellement le Djeneri, le Macina, le Mourari et le Raneo. Le Kotia présente un intérêt particulier : C'était pendant la sécheresse un "grenier" ou un "refuge" pour les paysans grâce à la présence de zones basses. Les paysans des terroirs voisins (e.g. le Raneo, le Mourari et même Mopti) s'y déplaçaient pendant la saison des cultures pour cultiver le riz. Cette colonisation est souvent restreinte dans le temps, i.e. des déplacements temporaires pendant la saison de culture, et les paysans auraient continué à habiter leurs villages d'origine [...]. Il est très intéressant de constater qu'actuellement les paysans se sont apparemment repliés sur leurs anciennes zones de culture après les crues abondantes de 1994 et 1995".²⁵

Nous partageons pleinement ce point de vue en y ajoutant cependant quelques remarques : les déplacements temporaires de riziculteurs tentant de s'adapter aux conditions des crues n'échappent pas complètement aux recensements de population. La commune de Togoro Kotia, où la riziculture se développe très vite avant 1989, est aussi – avec Salsalbé – le territoire dans le Delta qui, tout en conservant des densités basses de population, en discordance avec son taux d'occupation des sols, connaît l'un des plus forts taux d'accroissement de la population entre 1975 et 1989 (+4,73% pour Togoro Kotia, +3,50% pour Salsalbé), croissance sans rapport avec l'accroissement naturel. Après la crue de 1994 qui noya les hameaux de culture localisés sur des zones trop basses²⁶, une grande partie de ces paysans repartirent. Le recensement de 1998 laisse apparaître pour le période 1987-1998 des taux d'accroissement de ces deux territoires au-dessous de la moyenne régionale.

La localisation des rizières dans le Delta sur le temps long ne peut donc s'expliquer par la localisation de la population. Elle ne s'explique que très partiellement par celle des grandes cuvettes hydrologiques. En particulier, l'expansion des rizières corrélée à la croissance de la population (le disponible par tête reste constant à 0,45 ha/hab. sur 60 ans !) ne s'effectue pas par une croissance de l'occupation du sol en périphérie des cuvettes

²⁴ S. Kelly (*et al.*), *Delta intérieur du Niger*. Rapport de mission 10-23 novembre 1998. Bamako : IRD, 1998

²⁵ M. Kuper & H. Maïga, *op. cit.*, p.9

²⁶ Il y a peu de *taggere* propices à une installation permanente dans ces régions centrales.

hydrologiques. On assiste en fait à un véritable ballet entre les cuvettes nord, les plus profondes, et les cuvettes sud, moins bien alimentées en fonction de l'évolution des crues.

En 1957-58, dans une période de crues fortes et très stables, Jean Gallais assignait une dizaine de kilomètres aux déplacements des rizières, donnant ainsi l'image de "*terroirs villageois brouillés par une recherche incessante de la meilleure position possible des rizières, glissant de haut en bas et de bas en haut de la plaine, afin d'être en adéquation avec la crue espérée*". Les déplacements rapportés par M. Kuper et H. Maïga, ainsi que l'analyse que nous en faisons, sont d'une autre ampleur, puisqu'ils supposent un véritable nomadisme agricole. La comparaison de la localisation des rizières entre 1989 et 2015, et l'analyse de l'évolution de la bordure occidentale du Delta depuis 1952, correspondent à des régimes de crue très contrastés qui commandent ce nomadisme des rizières. **Nous sommes ainsi amenés à nous demander si la notion même de terroir rizicole a un sens, ou si l'on ne doit pas plutôt considérer le Delta, dans son ensemble, comme un seul espace migratoire agricole.**

Pour autant, les déplacements incessants des rizières dans le Delta ne se font pas au hasard : nous nous posons donc la question de comprendre les stratégies des riziculteurs avec, en premier lieu, les relations entretenues avec le milieu naturel.

4 - LES STRATÉGIES DES RIZICULTEURS : RIZIÈRES ET FORMATIONS VÉGÉTALES.

Les riziculteurs du Delta intérieur déplacent leurs rizières, parfois sur de longues distances, en espérant de la sorte s'adapter aux variations des crues. Cependant le choix de l'implantation d'une nouvelle rizière ne se fait pas au hasard. En bref, sur quels critères s'appuie un riziculteur pour choisir l'emplacement lui semblant le plus adéquat ? Nous postulons que deux grands facteurs nous semblent devoir être pris en compte : les formations végétales et les sols qui leur sont associés constituent le premier critère orientant les choix. Le second, plus conjectural, est la hauteur espérée de la crue.

Les informations traitées dans ce chapitre sont dérivées des shapes portant les surfaces des rizières pluvio-fluviales Riz52, Riz75, Riz89_ouest, Riz2015_ouest pour la partie occidentale du Delta, ainsi que Riz_89 et Riz_2015 pour tout le Delta. La mise en relation des rizières avec la végétation est obtenue en croisant, à l'aide d'opérateurs spatiaux, les surfaces cultivées en riz avec Veg7_ouest pour la partie occidentale ou toutes les surfaces cultivées du Delta dans le cas de Riz_89 et Riz_2015 avec Veg7_15°10 portant les formations végétales. Cette opération permet de "lire" les formations végétales incluses dans les limites des rizières, c'est-à-dire les formations qui préexistaient en cet endroit avant qu'elles ne soient défrichées et ne deviennent des rizières temporaires, suivies de jachères qui voient les formations végétales d'origine réapparaître. D'autre part, nous limitons notre analyse à la latitude 15°10. En 1989, à une exception près, nous ne trouvons pas de rizières pluvio-fluviales établies au nord de 15°10. Cette limite est également confirmée en 2015 : les rares rizières cartographiées au nord du Farimaké ne sont pas des rizières pluvio-fluviales mais des rizières de décrue en bordure d'un lac. Nous expliciterons ce choix plus avant. Acceptons provisoirement cette limite comme un fait constaté à partir des données de terrain. Les données résultant de l'intersection entre les surfaces en riz et les formations végétales ont ensuite été traitées de la manière suivante : les surfaces résultantes inférieures à 1 ha ont été supprimées puis les intersections entre les rizières et les formations végétales correspondant aux "Togge" buttes non inondables (formations en T - niveau 1) ou associant une formation inondable avec une formation non inondable (ex : PAN/TA) qui correspondent aux niveaux 21,31,41 et 61 ont également été supprimées. Le résultat de ces simplifications est présenté dans le **tableau n° 17 reprenant le tableau n°5 page 13.**

Tableau n° 17 : La précision de surfaces en riz de 1952 à 2015

OUEST DELTA	Surface brute	Moins S<1ha	Moins surfaces non inondables	Pourcentage de confiance
Riz52_Veg7	56 960	56 840	53 812	94.5
Riz75_Veg7	98 644	98 585	95 656	97.0
Riz89_ouest_Veg7	77 042	76 990	76 308	99.0
Riz2015_ouest_Veg7	84 824	84 718	82 071	96.8
DELTA 15°10				
Riz_1989	158 767	158 683	156 961	98.6
Riz_2015	304 660	304 277	281 778	92.5 %

Les données tirées de sources différentes entraînent un problème de qualité des données, comme expliqué au paragraphe 2.2 page 8. Ces erreurs peuvent provenir de l'imprécision de la couverture Veg7 qui admet des erreurs qui peuvent atteindre 300 m ou bien d'erreurs dans la saisie des rizières. Le pourcentage retenu pour le rapport entre surface brute et surface nette (*Moins surfaces non inondables*) dans le tableau précédent, indique la confiance que l'on peut avoir dans la qualité des données traitées. Bonne pour 1975, 1989 et 2015 (ouest du Delta), elle est plus médiocre pour 1952 et 2015 (Delta 15°10). En 1952, les rizières ont été cartographiées à partir d'une couverture photo IGN moins précise que les données de 1975 et 1989 (photo aérienne IFR ou données satellitaires) et sans possibilité de contrôle sur le terrain, comme cela a été fait systématiquement pour 1975. En 2015, les données sont issues d'une cartographie de Google Earth, média sur lequel il est difficile de faire une distinction entre une rizière pluvio-fluviale, une culture sèche située sur un *Toggere* ou un jardin. Les "rizières" situées sur des formations sèches sont peu nombreuses en 1975 et 1989 mais relativement plus importantes en 2015, ce qui explique la confiance plus faible (92,5 %) dans la qualité des données.

4.1. - Le choix des riziculteurs dans l'ouest du Delta de 1952 à 2015

L'analyse des choix des riziculteurs s'effectue ici sur une période de 63 ans qui voit deux changements majeurs entremêler leurs effets : la croissance démographique d'une part et, d'autre part, les variations très importantes du régime des pluies et des crues qui conditionnent étroitement, chaque année, la réussite ou l'échec de la riziculture pluvio-fluviale.

Cette analyse s'effectue sur l'espace délimité par le shape Grille_agri1 utilisée pour saisir les rizières en 1952 et 1975. Les formations végétales incluses dans les limites de cette grille totalisent une superficie de 772 665 ha. (Shape Veg7_ouest). Cela signifie que l'analyse diachronique porte sur près de 40 % de la superficie du Delta (Farimaké exclu). Si l'on rapporte l'emprise des rizières à la superficie des formations végétales inondables (590 100 ha sur 772 665 ha de surface totale) on peut définir une pression "brute" de la riziculture sur cette partie du Delta intérieur. En 1952, la pression « brute » est de 9,6 %, elle atteint 16,7 % en 1975 pour redescendre à 13,1 % en 1989 puis augmenter légèrement à 14,4 % en 2015.

Nous définirons plus avant une pression que l'on pourra qualifier de pression "nette" qui nous semble plus réaliste, en rapportant la superficie des rizières à celle des formations végétales défrichées par les riziculteurs.

4.1.1 - Les choix des riziculteurs en 1952 dans l'ouest du Delta

Tableau n° 18 : Contribution des principales formations végétales aux rizières et taux de défrichement de ces formations en 1952 (partie occidentale du Delta)

Rang de la contribution aux rizières	Formations végétales défrichées	Somme des surfaces cultivées dans la formation (ha)	Contribution de la formation végétale aux surfaces cultivées en riz (en %)	Pourcentages cumulés des surfaces cultivées en riz	Surface totale occupée par la formation	Taux de défrichement de la formation en %	Rang du taux de défrichement
1	O	11 503	21,4	21,4	36 148	31,8	1
2	OP	4 613	8,6	29,9	28 981	15,9	6
3	O/VSP	3 573	6,6	36,6	19 372	18,4	3
4	OP/VOR	3 285	6,1	42,7	30 622	10,7	10
5	B/OP	3 258	6,1	48,7	31 381	10,4	11
6	ESP/VSP	2 714	5,0	53,8	32 162	8,4	15
7	VSP	2 600	4,8	58,6	19 604	13,3	8
8	OP/O	2 539	4,7	63,3	14 449	17,6	4
9	VOR	2 012	3,7	67,1	32 085	6,3	19
10	EOR	1 771	3,3	70,4	12 829	13,8	7
11	ESP	1 325	2,5	72,8	11 007	12,0	9
12	O/ESP	960	1,8	74,6	4 773	20,1	2
13	VH	958	1,8	76,4	9 511	10,1	12
14	VOR/VSP	789	1,5	77,9	16 917	4,7	21
15	AC/VH	771	1,4	79,3	33 434	2,3	25
16	B	734	1,4	80,7	7 845	9,4	14
17	VSP/VH	708	1,3	82,0	14 141	5,0	20
18	MB1	689	1,3	83,3	10 120	6,8	17
19	VH/ZB	655	1,2	84,5	6 794	9,6	13
20	VH/AG	614	1,1	85,6	14 147	4,3	22
21	ESP/VH	595	1,1	86,7	8 255	7,2	16
22	VH/P	585	1,1	87,8	23 201	2,5	24
23	ZB	578	1,1	88,9	3 623	16,0	5
24	VB/O	553	1,0	89,9	8 180	6,8	17
25	MB2	519	1,0	90,9	14 469	3,6	23

Nous arrêtons le cumul de la surface cultivée à 90 % de la superficie des rizières. Les 10 % restant se localisent sur des formations végétales qui portent des pourcentages très faibles des rizières (<1 %) et dont le taux d'occupation est également toujours très faible. Il peut, dans ce cas s'agir de choix très marginaux des riziculteurs ou.... d'imprécision des données.

Ces formations sont classées selon l'ordre de leur contribution aux surfaces cultivées, en valeur absolue (en ha) et en valeur relative (%). La colonne 5 cumule les pourcentages des surfaces cultivées en riz. Les colonnes 6 à 8 portent une autre information qu'il était intéressant de mettre en regard de la précédente. La colonne 6 rappelle la surface totale occupée par la formation végétale dans la partie du Delta considérée et la colonne 7 indique son taux de défrichement. Quant à la colonne 8, elle indique le rang qu'occupe la formation végétale en termes de taux de défrichement. Ainsi, la formation O classée en numéro 1 (colonne 1 du tableau) est celle qui

contribue le plus aux rizières, à hauteur de 11 503 ha, ce qui représente 21.4 % des rizières en 1952. Cette même formation arrive également au 1er rang pour le taux de défrichement (colonne 8), puisqu'elle est défrichée à 31.8 %.

Ainsi une formation comme O peut contribuer fortement aux rizières (1^{er} rang de la contribution) et être fortement défrichée. Une autre formation – cas de O/ESP, peu abondante – peut n'être qu'au 12^{ème} rang pour la contribution aux rizières (1,8 %) mais occuper le 2^{ème} rang pour le taux de défrichement. On voit aisément que la première partie du tableau renseigne sur les choix opérés par les riziculteurs, en matière de défrichement à une certaine période. Une formation végétale peut fortement contribuer à la création de rizières lorsqu'elle est défrichée. Elle est, dans ce cas, considérée comme une ressource en terre. La seconde partie du tableau donne des indications sur la concurrence à propos de l'utilisation de cette formation végétale, entre riziculteurs bien sûr, si la formation est très défrichée, mais également entre les riziculteurs et d'autres utilisateurs du milieu naturel, les éleveurs notamment, lorsque ces formations sont également des pâturages recherchés. Et dans ce cas, la compétition ne s'exerce plus à propos d'une ressource en terre mais à propos du choix qui est fait sur l'usage de la ressource naturelle : devenir pour un temps une terre agricole ou rester un pâturage.

En 1952, les rizières occupent 56 960 ha dans la partie ouest du Delta. 6% de ces rizières se localisent dans des positions "improbables". En définitive, nous retenons pour 1952, une superficie des rizières de 53 812 ha. Dans ce cas, 25 formations végétales contribuent à 90,9 % des rizières et les formations qui contribuent le plus sont O, OP, O/VSP, OP/VOR, B/OP et ESP/VSP qui supportent 50 % des rizières (partie 1 du tableau). Ces six formations incluent, pour les cinq premières, des orizaies à *Oriza longistaminata* et *Oriza barthii*, montrant ainsi l'importance de la présence des riz sauvages dans le choix de l'emplacement des rizières. Cependant, la partie 2 apporte d'autres informations, indiquant, en particulier, le taux de défrichement, donc la pression exercée sur chaque formation végétale concernée. Le classement, dans ce cas, donne O en rang 1, défriché à plus de 30 %, suivi de O/ESP (20%), O/VSP (18 %), OP/O (17%). Ces deux parties du tableau peuvent porter des informations contradictoires : si la bourgoutière "B", le meilleur pâturage du Delta, contribue peu aux rizières (1,4 %), elle est impactée à hauteur de 9 %, ce qui n'est pas sans importance pour les éleveurs. La présence assez marginale de formations peu inondables comme AC/VH, VSP/VH (entre 30 et 60 cm d'eau) ou VH, VH/P ou VH/AG (entre 10 et 30 cm) ou ZB (entre 0 et 10 cm), dont 16 % sont défrichés, peut sembler curieuse. Les lames d'eau où se situent les formations végétales ont été définies par Pierre Hiernaux par rapport à une crue de référence de 6,60 m à Mopti. En 1952, la crue fut de 7,19 m (7,07 en 1950, 7,12 en 1951, 7,31 en 1953, 1954, 1955). Ce long épisode "humide" dura de 1950 à 1967. Ces formations hautes se trouvaient alors dans une lame d'eau exceptionnelle de 70 à 90 cm par rapport à la crue de référence. Ces formations, peu profondes, étaient à cette époque tout à fait compatibles avec une rizière. A contrario et, pour la même raison, les formations les plus inondables (VB/OP et B/VB et, a fortiori BP/VB) n'étaient pas utilisées car trop profondes.

Nous avons indiqué, en début de chapitre, une **pression "brute"** de la riziculture sur le milieu de 9,6 %. Si l'on rapporte maintenant 90% des rizières aux 25 formations végétales concernées (S = 444 050 ha), la pression, que l'on peut définir comme une **pression "nette"**, s'établit alors à 11,0 % (au lieu de 9,6 %), pression encore très modérée et peu différente de la pression estimée par Jean Gallais (10%) à la fin des années cinquante sur l'ensemble du Delta.

4.1.2 – La situation en 1975 dans l'ouest du Delta

Tableau n° 19 : Contribution des principales formations végétales aux rizières et taux de défrichement de ces formations en 1975 (partie occidentale du Delta)

Rang de la contribution aux rizières	Formations végétales défrichées	Somme des surfaces cultivées dans la formation (ha)	Contribution de la formation végétale aux surfaces en riz (en %)	Pourcentages cumulés des surfaces cultivées en riz	Surface totale occupée par la formation	Taux de défrichement de la formation (en %)	Rang du taux de défrichement
1	O	21 989	23,0	23,0	36 148	60,8	1
2	OP	12 060	12,6	35,6	28 981	41,6	2
3	B/OP	8 949	9,4	45,0	31 381	28,5	6
4	O/VSP	7 548	7,9	52,8	19 372	39,0	3
5	OP/VOR	7 400	7,7	60,6	30 622	24,2	8
6	ESP/VSP	4 514	4,7	65,3	32 162	14,0	10
7	VOR	3 811	4,0	69,3	32 085	11,9	12
8	OP/O	3 704	3,9	73,2	14 449	25,6	7
9	VSP	3 461	3,6	76,8	19 604	17,7	9
10	B	2 315	2,4	79,2	7 845	29,5	5
11	VOR/VSP	1 892	2,0	81,2	16 917	11,2	14
12	ESP	1 439	1,5	82,7	11 007	13,1	11
13	VSP/VH	1 372	1,4	84,1	14 141	9,7	15
14	OP/EOR	968	1,0	85,1	10 560	9,2	16
15	ESP/VH	963	1,0	86,1	8 255	11,7	13
16	O/VOR	896	0,9	87,1	2 946	30,4	4
17	EOR	874	0,9	88,0	12 829	6,8	19
18	VH/AG	852	0,9	88,9	14 147	6,0	20
19	VH	836	0,9	89,7	9 511	8,8	17
20	MB1	832	0,9	90,6	10 120	8,2	18

En 1975, les rizières occupent une superficie de 98 644 ha, (et les jachères de riz 94 210 ha). Après suppression des surfaces inférieures à 1 ha et des parcelles se situant sur des formations non inondables, les rizières occupent 95 656 ha. 20 formations contribuent à 90 % des rizières (86 675 ha), pour un pourcentage allant de 23,0 % à 0,9 % des rizières (pour un cumul de 90,6 %).

En 1952, 25 formations végétales participaient à 90 % des rizières. En 1975 Les formations à *Oryza* (contenant O ou OP) portent les 2/3 des rizières et les 5 premières (O, OP, B/OP, O/VSP et OP/VOR) portent 60 % des rizières. Si la présence des riz sauvages guide toujours le choix des riziculteurs, on voit également apparaître le défrichement de formations (B et B/OP) à *Echinochloa stagnina*, le *Bourgou* des pasteurs, pâturage le plus recherché du Delta. D'autre part, les taux de défrichement des orizaies (O et OP) atteignent un niveau remarquablement élevé avec respectivement 60,8 % et 41,6 %. O/VSP en 3^{ème} position est défriché à 39 % et B, la bourgoutière, au 5^{ème} rang, l'est à près de 30 % !

La situation apparaît donc très différente des conditions qui prévalaient en 1952. En 1975, l'espace "rizicultivable" sur lequel s'implantent les rizières se resserre sur 363 082 ha (contre 444 050 ha en 1952), avec un taux d'occupation des sols atteignant 23,9 % contre seulement 11,0 % en 1952. D'autre part, la pression sur les milieux les plus recherchés atteint des valeurs extrêmement fortes, tandis que le choix possible des riziculteurs se réduit avec, notamment, l'abandon des formations végétales les moins inondables, ce qui illustre bien la contraction de l'espace rizicole constatée dans l'analyse de la position des rizières par carré. Deux causes s'ajoutent : d'une part, l'augmentation de la population par croissance naturelle sur près d'un quart de siècle, mais également par immigration temporaire liée à la sécheresse touchant le Sahel qui subit deux années catastrophiques en 1973 et 1974, période où le Delta a pu servir de "zone refuge", et, d'autre part, les variations de la crue. En effet, si en 1975, la crue atteint 663 cm, la moyenne de la période 1971-1976 n'est que de 626 cm, avec deux années très mauvaises (565 cm et 568 cm en 1972 et 1973), valeurs très éloignées des très fortes crues des années cinquante. Dans les années soixante-dix, comme nous le verrons plus avant, l'incertitude sur les crues a restreint les choix des riziculteurs contraints à la prudence.

4.1.3 – La situation en 1989 dans l'ouest du Delta

En 1989, les rizières occupent 77 042 ha, dont nous retenons 76 308 ha, après suppression des surfaces inférieures à 1 ha ou situées sur les formations non inondables. Cette superficie est inférieure à celle de 1975, illustrant la fonction de refuge de Delta, liée à la crise sahélienne des années soixante-dix. Ce ne fut pas le cas dans la décennie suivante, qui voit en 1984 la plus forte sécheresse du Sahel accompagnant la crue la plus faible du siècle (440 cm), avec une moyenne des crues de 538 cm pour la décennie.

Tableau n° 20 : Contribution des principales formations végétales aux rizières et taux de défrichement de ces formations en 1989 (partie occidentale du Delta)

Rang de la contribution aux rizières	Formations végétales défrichées	surfaces cultivées dans la formation (ha)	Contribution de la formation végétale aux surfaces cultivées en riz (en %)	Pourcentages cumulés des surfaces cultivées en riz	Surface totale occupée par la formation	Taux de défrichement de la formation (en %)	Rang du taux de défrichement
1	B/OP	12 241	16,0	16,0	31 381	39,0	4
2	OP	9 297	12,2	28,2	28 981	32,1	6
3	O	9 116	11,9	40,2	36 148	25,2	9
4	OP/VOR	6 762	8,9	49,0	30 622	22,1	11
5	VB/OP	5 295	6,9	56,0	10 036	52,8	1
6	OP/O	4 389	5,8	61,7	14 449	30,4	7
7	VOR	3 781	5,0	66,7	32 085	11,8	15
8	B	2 769	3,6	70,3	7 845	35,3	5
9	O/VSP	2 457	3,2	73,5	19 372	12,7	14
10	VB/O	2 382	3,1	76,6	8 180	29,1	8
11	OP/EOR	2 311	3,0	79,7	10 560	21,9	12
12	ESP/VSP	1 703	2,2	81,9	32 162	5,3	17
13	B/O	1 549	2,0	83,9	6 344	24,4	10
14	O/VOR	1 332	1,7	85,7	2 946	45,2	2
15	ESP	1 280	1,7	87,4	11 007	11,6	16
16	B/VB	1 141	1,5	88,9	6 582	17,3	13
17	B/VOR	1 102	1,4	90,3	2 791	39,5	3

En 1989, 17 formations seulement participent à 90 % des rizières. Les 6 formations B/OP, OP, O, OP/VOR, VB/OP, OP/O contribuent à plus de 60 % des rizières, confirmant ainsi que le premier critère de choix des riziculteurs est toujours la présence de riz sauvage dans la végétation. Les taux de défrichement des formations végétales dépassent 50 % pour la formation VB/OP, avec dans l'ordre O/VOR (45,2 %), B/VOR (39,5 %), B/OP (39,0 %), B (35,3 %). Les formations à *Echinochloa stagnina*, le *Bourgou* des éleveurs, apparaissent donc très impactées par la riziculture, situation qui est source de conflits parfois très violents entre éleveurs et riziculteurs.

Les surfaces en riz – 90,3 % des rizières soit 68 907 ha - se situent sur un espace rizicole de 291 491 ha, entraînant une pression nette de 23,6 %, pression forte et peu différente de celle de 1975, malgré une forte réduction des surfaces cultivées. Dans le même temps, l'espace rizicultivable se rétracte, passant de 444 000 ha en 1952 à 363 000 ha en 1975, puis à 292 000 ha en 1989, contraignant fortement les choix possibles des riziculteurs. Cette contraction de l'espace rizicole est à mettre en relation avec la faiblesse des crues de la décennie quatre-vingt : 5,16 m en 1989 venant après les 4,40 m de 1984, la crue la plus faible du siècle.

4.1.4 – La situation en 2015 dans l'ouest du Delta

En 2015, les rizières occupent 84 825 ha dans l'ouest du Delta. Après élimination des surfaces inférieures à 1 ha et des parcelles se situant sur des formations non inondables, nous retiendrons une surface cultivée en riz pluvio-fluvial de 82 096 ha

Tableau n° 21 : Contribution des principales formations végétales aux rizières et taux de défrichement de ces formations en 2015 (partie occidentale du Delta)

Rang de la contribution aux rizières	Formations végétales défrichées	Surfaces cultivées dans la formation (ha)	Contribution de la formation végétale aux surfaces cultivées en riz (en %)	Pourcentages cumulés des surfaces cultivées en riz	Surface totale occupée par la formation	Taux de défrichement de la formation (en %)	Rang du taux de défrichement
1	O	17 503	21,3	21,3	36 148	48,4	1
2	OP	8 099	9,9	31,2	28 981	27,9	4
3	B/OP	7 970	9,7	40,9	31 381	25,4	6
4	O/VSP	6 568	8	48,9	19 372	33,9	3
5	OP/VOR	6 016	7,3	56,2	30 662	19,6	7
6	VOR	4 034	4,9	61,1	32 085	12,6	10
7	ESP/VSP	3 716	4,5	65,7	32 162	11,6	11
8	OP/O	2 793	3,4	69,1	14 449	19,3	8
9	VOR/VSP	2 453	3	72,1	16 917	14,5	9
10	VSP	2 238	2,7	74,8	19 604	11,4	13
11	B	2 037	2,5	77,3	7 845	26,0	5
12	AC/VH	1 790	2,2	79,4	33 434	5,4	21
13	ESP	1 233	1,5	80,9	11 007	11,2	14
14	O/VOR	1 210	1,5	82,4	2 946	41,1	2
15	OP/EOR	1 174	1,4	83,8	10 560	11,1	15
16	EOR	1 151	1,4	85,2	12 829	9,0	17
17	VSP/VH	1 063	1,3	86,5	14 141	7,5	18
18	VOR/EOR	917	1,1	87,7	7 924	11,6	11

19	VH/AG	886	1,1	88,7	14 147	6,3	20
20	VH/ZB	616	0,8	89,5	6 794	9,1	16
21	VB/O	601	0,7	90,2	8 130	7,4	19

En 2015, près d'une rizière sur 3 se situe sur O ou OP et les 5 premières formations qui portent le plus de rizières contiennent toutes O ou OP. Au total 90 % des rizières (74 068 ha) se localisent dans 21 formations végétales sur une surface "rizicultivable" de 391 518 ha. La pression nette sur le milieu naturel atteint 18,9 %. Très variable selon la formation végétale considérée, elle dépasse 48 % sur O, 41 % sur O/VOR, formation peu abondante, 34 % sur O/VSP, et plus de 25 % sur B, OP et B/OP, qui jouent également un grand rôle comme pâturage.

4.2. - Le choix des riziculteurs dans l'ensemble du Delta en 1989 et 2015

4.2.1 – L'année 1989 dans le Delta

Tableau n° 22 : Contribution des principales formations végétales aux rizières en 1989

Rang de la contribution aux rizières	Formations végétales défrichées	Somme des surfaces cultivées dans la formation (ha)	Contribution de la formation végétale aux surfaces cultivées en riz (en %)	Pourcentage cumulé des surfaces cultivées en riz	Surface totale occupée par la formation Au sud de 15°10	Taux de défrichement de la formation (en %)	Rang du taux de défrichement
1	B/OP	20 887	13,3	13,3	75 008	27,8	6
2	OP/VOR	19 229	12,3	25,6	93 518	20,6	11
3	OP	14 092	9,0	34,5	52 295	26,9	8
4	O	13 063	8,3	42,9	64 650	20,2	12
5	VOR	8 447	5,4	48,2	72 335	11,7	15
6	OP/O	8 344	5,3	53,6	37 226	22,4	9
7	VB/OP	7 932	5,1	58,6	24 408	32,5	3
8	B	6 666	4,2	62,9	31 497	21,2	10
9	BP	5 408	3,4	66,3	19 858	27,2	7
10	O/VSP	5 000	3,2	69,5	51 170	9,8	18
11	VB/O	4 716	3,0	72,5	15 460	30,5	4
12	B/O	4 599	2,9	75,4	13 575	33,9	1
13	OP/EOR	4 331	2,8	78,2	25 360	17,1	14
14	VOR/EOR	4 100	2,6	80,8	22 093	18,6	13
15	ESP/VSP	3 474	2,2	83,0	68 504	5,1	20
16	O/VOR	2 649	1,7	84,7	8 847	29,9	5
17	BP/OP	2 241	1,4	86,1	6 638	33,8	2
18	ESP	2 115	1,3	87,5	20 868	10,1	17
19	EOR	1 988	1,3	88,7	18 392	10,8	16
20	VSP	1 877	1,2	89,9	51 885	3,6	21
21	MB1	1 840	1,2	91,1	32 452	5,7	19

En 1989, 90% des rizières sont localisées sur 21 formations végétales parmi les 120 identifiées dans le Delta. Nous retrouvons les formations déjà relevées dans l'ouest, à l'exception de B/VB et B/VOR (16^{ème} et 17^{ème} position) qui n'apparaissent sur l'ensemble du Delta qu'en 22^{ème} et 23^{ème} position. Les 15 premières formations contribuant à 87,4 % des rizières dans l'ouest apparaissent également dans le Delta en général, où elles cumulent 80 % des rizières. S'y ajoutent BP (9^{ème} – 3,4 %), BP/OP (17^{ème} et 1,4 %), formations très profondes et très peu abondantes dans l'ouest du Delta. On trouve également VOR/EOR (2,6 %) et, en fin de tableau, EOR, VSP et MB1, avec des contributions très faibles (<1,3%) et qui apparaissent dans l'ouest à des rangs compris entre le 18^{ème} et le 23^{ème} rang, avec des contributions inférieures à 1,4 % et qui ne figurent pas dans le tableau n° 17 portant sur l'ouest du Delta.

En première approximation, on peut donc conclure que les choix des riziculteurs sur l'ensemble du Delta ne diffèrent pas sensiblement de ceux dans l'ouest. Ils apparaissent simplement un peu plus larges, tout en conservant les mêmes fondamentaux. Les taux de défrichement des formations les plus sollicitées, inférieurs aux taux relevés dans la partie occidentale, dépassent cependant 30 % avec des formations à *Bourgou* (B/O et B/OP) aux deux premiers rangs.

Les formations inondables au sud de 15°10 occupent 1 423 680 ha, soit une pression **brute** de 11,2 %. Cependant, si l'on rapporte la superficie des rizières à celle des formations végétales utilisées par les riziculteurs on constate que 90 % des rizières (142 998 ha) se localisent sur un espace utile de 806 039 ha. Dans ce cas, la pression **nette** atteint 17,7 %, valeur forte mais cependant inférieure à la pression de la riziculture dans la partie occidentale (26 %), liée à l'importance du bassin de Ténenkou.

4.2.2 – L'année 2015 dans le Delta

Tableau n° 23 : Contribution des principales formations végétales aux rizières en 2015 au sud de 15°10

Rang de la contribution aux rizières	Formations végétales défrichées	Somme des surfaces cultivées dans la formation (ha)	Contribution de la formation végétale aux surfaces cultivées en riz (en %)	Pourcentage cumulé des surfaces cultivées en riz	Surface totale occupée par la formation au sud de 15°10	Taux de défrichement de la formation (en %)	Rang du taux de défrichement
1	O	31175	11,1	11,1	64 650	48,2	1
2	OP/VOR	28095	10,0	21,0	93 518	30,0	9
3	B/OP	26402	9,4	30,4	75 008	35,2	5
4	OP	18020	6,4	36,8	52 295	34,5	7
5	O/VSP	17831	6,3	43,1	51 170	34,8	6
6	OP/O	15942	5,7	48,8	37 226	42,8	3
7	VOR	13594	4,8	53,6	72 335	18,8	17
8	ESP/VSP	11116	3,9	57,6	68 504	16,2	18
9	OP/EOR	7971	2,8	60,4	25 360	31,4	8
10	VSP/VH	7760	2,8	63,1	51046	15,2	20
11	VOR/VSP	7496	2,7	65,8	46201	16,2	18
12	VSP	6873	2,4	68,2	51885	13,2	24
13	B	6168	2,2	70,4	31 497	19,6	16
14	VOR/EOR	5723	2,0	72,5	22 093	25,9	11
15	VB/OP	5670	2,0	74,5	24 408	23,2	14
16	AC/VH	5337	1,9	76,4	53696	9,9	26
17	BP	4726	1,7	78,0	19 858	23,8	12

18	VOR/ESP	4258	1,5	79,5	9171	46,4	2
19	O/ESP	4233	1,5	81,0	15740	26,9	10
20	ESP	3126	1,1	82,2	20 868	15,0	21
21	ESP/ZB	3032	1,1	83,2	15415	19,7	15
22	BP/OP	2814	1,0	84,2	6 638	42,4	4
23	VB	2722	1,0	85,2	32298	8,4	27
24	VSP/ZB	2701	1,0	86,2	11338	23,8	12
25	ESP/VH	2610	0,9	87,1	17537	14,9	22
26	VH/P	2404	0,9	87,9	48843	4,9	29
27	VH/AG	2344	0,8	88,8	22781	10,3	25
28	MB1	2251	0,8	89,6	32 452	6,9	28
29	VB/O	2163	0,8	90,3	15 460	14,0	23

90 % des rizières se répartissent sur 29 formations végétales (contre 21 dans la seule partie occidentale), confirmant les choix plus larges que les riziculteurs opèrent sur l'ensemble du Delta, situation déjà constatés en 1989. Les six formations qui concourent le plus aux rizières sont O, B/OP, OP/VOR, OP, O/VSP, OP/O, formations qui contiennent toutes *Oryza longistaminata* ou *Oryza barthii*. La présence des riz sauvages guide toujours les choix des riziculteurs, conformément aux années 1952 et 1975, rôle en partie perdu en 1989. Si l'on compare les choix opérés sur l'ensemble du Delta par rapport à ceux dans la partie occidentale, on constate que les 13 premières formations sont les mêmes (dans un ordre légèrement différent) pour un cumul des rizières de plus de 70 %. Neuf formations recherchées dans le Delta en général ne le sont pas dans l'ouest : chacune d'entre elles concourt faiblement aux rizières avec des taux compris entre 1,5 % et 0,8 %. Enfin, trois formations faiblement utilisées dans l'ouest n'apparaissent qu'au-delà du 29^{ème} rang.

Les formations végétales les plus défrichées le sont avec des taux très forts (entre 42 % et 48 % de la formation végétale) pour les quatre premières (O, VOR/ESP, OP/O, BP/OP). Si VOR/VSP n'est pas un pâturage très recherché, ce n'est pas le cas de BP/OP (42,4 %) et, d'une façon plus générale, des formations à *Echinochloa stagnina* - le *Bourgou*- très impactées (B/OP 35,2 %, BP 23,8 %, B 19,6 %), laissant entrevoir des conflits d'usage, potentiellement violents, entre éleveurs et cultivateurs.

90 % des rizières (254 557 ha) se localisent sur les formations végétales qui constituent l'espace agricole utile en 2015 (1 089 291 ha). La pression nette sur le milieu atteint 23,4 %, valeur supérieure aux 18,9 % sur la partie occidentale et très forte pour un système de culture avec jachères qui représentent une superficie équivalente à la superficie mise en culture pour une année donnée.

4.3. Conclusion : les choix des riziculteurs

La comparaison des choix des riziculteurs dans l'ouest du Delta en 1989 et 2015 avec ceux sur l'ensemble du Delta aux mêmes périodes montre que les résultats obtenus pour une année ne sont pas très différents selon que l'analyse porte sur une partie du Delta ou sur sa totalité. Par contre, de fortes différences apparaissent d'une année sur l'autre. Le choix le plus restreint se situe en 1989 avec 17 formations végétales seulement et le plus large en 2015 avec 29 formations, situation en apparence très comparable à 1952, avec 26 formations.

Entre ces quatre époques, un certain nombre de points communs apparaissent dans les stratégies des riziculteurs. Quelle que soit la période, 10 formations sont recherchées et utilisées systématiquement : O, OP, O/VSP, OP/VOR, OP/O, B/OP, B, ESP/VSP, VOR, ESP. Parmi celles-ci les formations qui contribuent le plus aux rizières sont celles contenant O ou OP, les orizaies naturelles, confirmant ainsi que le premier critère de choix des paysans est la présence de riz sauvage dont les caractéristiques sont très proches d'*Oryza glaberrima*, l'espèce cultivée. Ces 10 formations qui couvrent 567 000 ha constituent le "cœur" du système rizicole pluvio-

fluvial du Delta intérieur. S'y ajoutent 6 formations – VB/O, OP/EOR, O/VOR, VOR/VSP, VSP/VH, VH/AG (170 000 ha) – qui apparaissent dans les choix trois années sur quatre. Au total, ces 16 formations végétales occupent 737 000 ha et forment l'assise de la riziculture dans le Delta intérieur.

D'autres formations apparaissent moins souvent et viennent s'agréger aux précédentes : VB/OP ou BP/OP ne sont utilisées qu'à partir de 1989 et certaines ne sont utilisées que pendant une seule des quatre années, telles B/O, B/VB, B/VOR en 1989, ZB, VOR/VSP, ESP/ZB, VB, VSP/ZB en 1952. Ces formations rarement utilisées sont soit très profondes soit, au contraire, peu profondes. L'analyse des relations des rizières avec les crues précisera ce point.

Une des questions que l'on peut également se poser est de savoir à quels types de sols correspondent les choix des formations végétales par les riziculteurs.

Tableau n° 24 : Rizières et sols (Horizon1)

Horizon 1 (%)	Partie ouest du Delta			Totalité du Delta	
	1952	1975	1989	1989	2015
LA	61,3	66,1	55,1	57,8	68,5
A	17,7	27,2	35,0	27,3	21,9
ALS	17,2	6,7	9,9	14,9	9,6
LAS	3,7				

La majorité des rizières sont sur un horizon1 limono-argileux – LA – et cette proportion reste toujours comprise entre 55 et 69 %. Viennent ensuite des sols argileux – A – pour à peu près 30 % des rizières en 1975 et 1989. En 1952, en accord avec le choix élargi des formations végétales, les sols argileux sont en concurrence avec les sols argilo-limono-sableux – ALS – moins lourds que les précédents. La répartition des sols des rizières ne correspond donc pas à celle des grands types de sols dans le Delta (horizon1) (**Voir partie "Ecologie/sols"**) où les sols ALS – Argilo-limono-sableux – et LA – Limono-argileux – prédominent, représentant respectivement 38,9 % et 33,6 % des sols du Delta, alors que les sols A – Argileux – n'arrivent qu'en 4^{ème} rang seulement, avec 6,4 % de la surface du Delta.

Il est par contre difficile de savoir si le choix des riziculteurs s'effectue sur le type de sols ou si ce choix n'est qu'une conséquence indirecte du choix de la formation végétale à défricher. Nous pouvons cependant ajouter que le choix de sols limono-argileux et argileux correspond aussi au choix des sols les plus fins du Delta, c'est-à-dire à un horizon1 mis en place dans des cuvettes où les courants sont les plus faibles. Cette faiblesse du courant est, pour le riziculteur, l'espoir d'une submersion lente, ne risquant pas – ou risquant peu – de noyer les plants de riz au cours de leur croissance, qui supporte une vitesse de submersion maximum de 5cm/jour. En conclusion, le riziculteur choisit d'implanter sa rizière sur les sols les plus fins – les plus argileux – en raison de leur fertilité mais aussi parce qu'ils sont, comme les formations végétales à riz sauvages qu'ils portent, les témoins d'une submersion lente menaçant moins les jeunes plants de riz.

La comparaison des espaces rizicoles sur une période de 63 années montre que cet espace rizicole varie fortement d'une année sur l'autre :

Tableau n° 25 : Les espaces rizicoles sur 63 ans

	Partie Ouest du Delta				Ensemble du Delta	
	1952	1975	1989	2015	1989	2015
Espace rizicole (ha)	444 050	363 082	291 491	391 518	806 039	1 089 291
Pression agricole (%)	11,0	23,9	23,6	18,9	17,7	23,4

En 1989, année où les choix sont les plus restrictifs, l'espace rizicole n'atteint pas les deux tiers de son extension en 1952 (partie ouest). Sur l'ensemble du Delta, l'espace utilisé en 1989 ne représente que 74 % de celui utilisé en 2015.



Les quatre cartes suivantes mettent en évidence les points suivants :

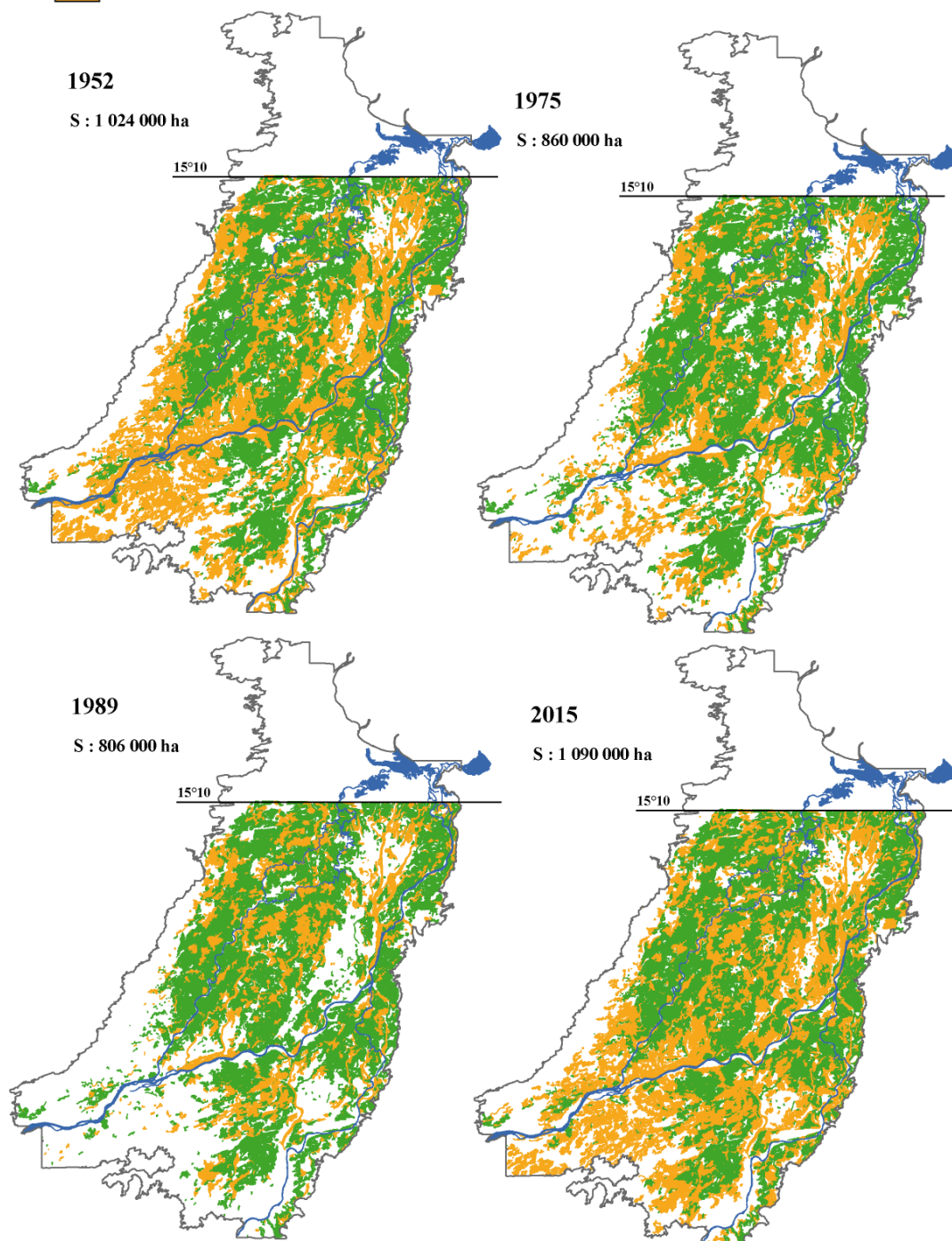
1/ L'espace commun aux quatre années (en vert) s'articule autour de cinq grands espaces rizicoles, composés chacun de plaines inondables et de cuvettes plus profondes. Ces cinq zones sont composées de formations végétales recherchées par les riziculteurs aux quatre époques de l'analyse diachronique (1952, 1975, 1989 et 2015) et peuvent être considérées comme l'assise de l'espace des riziculteurs du Delta. Cet espace, qui occupe 567 000 ha se partage entre :

- Le bassin occidental du Delta, le plus vaste des quatre. Appuyé sur le Diaka, il s'étend du sud de Tenenkou jusqu'au sud du Walado, et s'appuie sur les cuvettes de Tenenkou et de Touguere Coumbé
- Un bassin central le long du Mayo Kotya s'articulant autour des cuvettes de Mourrah, Sossobé, Kadiak et Kakagnan.
- Le bassin sud qui comprend les cuvettes du Yongari, du Mangari et du Pondori. Il s'étend de Kouakourou au nord jusqu'au sud de Djenné.
- La Mésopotamie Bani-Niger, largement développée au sud de Mopti, et englobant la cuvette de Mopti nord.
- Au nord-est du Delta, les plaines et cuvettes de la région de Konna, entre la bordure orientale et le Pérou Diallobé.

Figure n ° 15 : Evolution de l'espace rizicole de 1952 à 2015

ÉVOLUTION DE L'ESPACE RIZICOLE DE 1952 À 2015

-  Espace commun aux 4 années
-  Espace complémentaire pour l'année considérée



0 100 Km

2/ À ces cinq bassins s'ajoutent, selon les périodes, des espaces complémentaires qui ajoutent à la mobilité de la riziculture deltaïque.

- Après 1952, d'importantes surfaces rizicultivables sont abandonnées : ces espaces se localisaient principalement dans le sud-ouest du Delta, de Ke Macina à Koa. Il s'agit essentiellement des hautes plaines de Diafarabé. Sont également abandonnés des périphéries de bassins, le plus important se situant à l'ouest du Delta, vers 15°N (plaines d'Ouro N'Dia).
- En 1975, les mosaïques de berges le long du Niger, du Bani, et des principaux défluent, sont sollicitées. Elles le seront beaucoup moins ensuite.
- En 1989, on constate que de nouveaux espaces sont défrichés. Ils se localisent tous dans les cuvettes profondes du Delta, notamment dans les cuvettes centrales, et dans le Yongari-Mangari alors que les plaines d'inondation moyenne sont abandonnées
- En 2015, de nouveaux espaces sont utilisés par les riziculteurs. Ils se localisent à la périphérie des grands bassins et aux limites du Pérou Dialloubé. La carte de 2015 ressemble fortement à celle de 1952 avec, en particulier, un réinvestissement des hautes plaines de Diafarabé au sud-est du Niger et ce, bien que les conditions de crue entre 1952 et 2015 soient très différentes. Nous verrons plus avant que des parcelles saisies sur Google Earth et classées comme rizières pluvio-fluviales n'en sont probablement pas.

Cette forte mobilité des rizières constatée précédemment et confirmée par l'analyse des espaces « rizicultivables » nous amène à poser la question de la relation entre les rizières et les crues.

5 - STRATÉGIES ET CONTRAINTES : LE RÔLE DE LA CRUE.

Les relations entre les rizières et les formations végétales nous ont permis de mettre en évidence les choix des riziculteurs lorsqu'ils décident de l'emplacement de leurs parcelles. Le succès de ces stratégies repose cependant sur les paris que font les riziculteurs sur la hauteur espérée de la crue. Si la crue est plus faible ou plus forte qu'attendue, les cultures pourraient se traduire par un échec. Plus faible, les rizières se seront pas atteintes par la crue ou bien seront dans l'eau moins de 60 jours. Trop forte, la rizière sera noyée. Il convient donc d'examiner les relations des rizières aux différentes périodes avec le niveau des crues correspondant. Nous nous interrogerons aussi sur la validité de la notion d'espace rizicultivable défini précédemment, confronté à la variabilité des crues durant cette longue période de plus de 60 ans.

Figure 16 : le réseau hydrographique principal

Le réseau hydrographique principal du Delta intérieur du Niger

● Stations principales

Les hydrogrammes vont de juin (6) à mai (5) ils sont calculés à partir des moyennes mensuelles sur 53 ans (1955-2007)

La crue maximum est la moyenne des hauteurs des maxima des crues sur 53 ans avec la date moyenne de ce maximum.

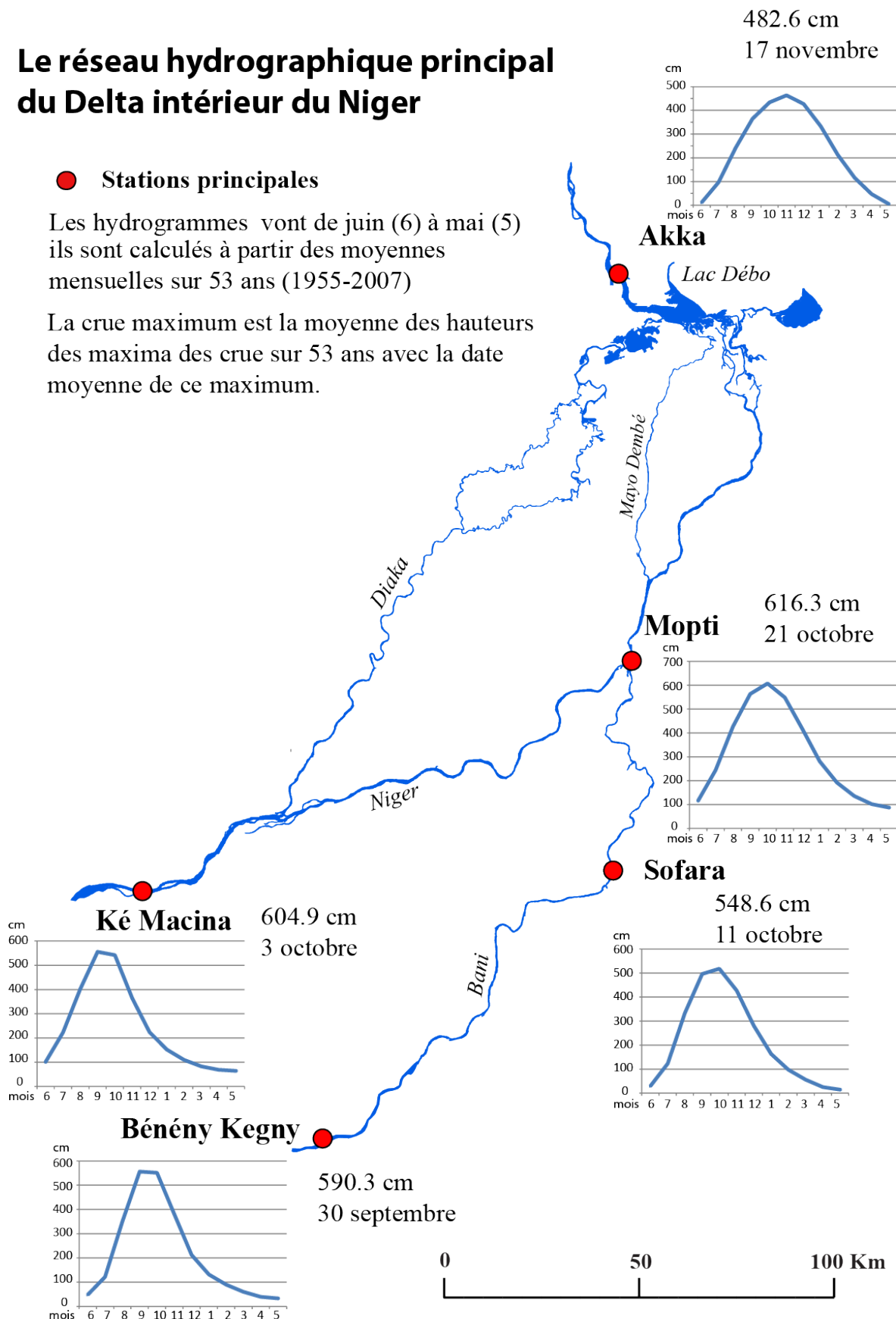


Tableau n° 26 : Correspondances moyennes des crues sur 50 ans (1955-2005) (Biefs Ké Macina, Mopti, Akka)

KE MACINA		MOPTI		Durée (jours)	AKKA		Durée (jours)	
H (cm)	Date	H(cm)	Date		H (cm)	Date		
699.6	12/10	721.0	8/11	27	602.2	7/12	29	
694.2	1/10	692.8	1/11	31	568.6	4/12	33	
683	6/10	680.0	4/11	29	552.2	4/12	30	
651.6	3/10	656.4	25/10	22	521.2	25/11	31	
636.6	26/9	640.8	16/10	20	494.8	16/11	31	
641.8	11/10	614.6	27/10	16	477.6	22/11	26	
564.6	29/9	576.8	13/10	14	436.4	3/11	21	
548.6	26/9	562.2	8/10	12	421.6	31/10	23	
492	30/9	531.4	7/10	7	394.2	30/10	23	
Moyenne	623.6	3/10	630.7	22/10	20	496.5	19/11	27
Ecart Type	72.5		64.1		8	70.8		4

Tableau n° 27 : Correspondances moyennes des crues sur 50 ans (1955-2005) (Biefs Bénégny Kegny, Sofara, Mopti)

BENENY KEGNY		SOFARA		Durée (jours)	MOPTI		Durée (jours)	
H (cm)	Date	H (cm)	Date		H (cm)	Date		
838.4	12/10	693.2	30/10	18	721.0	8/11	9	
794.2	10/10	667.2	3/11	18	692.8	1/11	4	
763.4	11/10	646.4	24/10	13	680.0	4/11	11	
678.6	28/9	601.2	10/10	12	656.4	25/10	15	
630.8	28/9	581.8	5/10	7	640.8	16/10	11	
490.6	7/10	509.6	17/10	10	614.6	27/10	10	
490.2	22/9	490.6	27/9	5	576.8	13/10	4	
451.6	17/9	462.6	1/10	14	562.2	8/10	7	
433.6	21/9	457.4	27/9	6	531.4	7/10	10	
Moyenne	619.0	1/10	567.8	12/10	11	630.7	22/10	10
Ecart type	157.7		90.6		5	64.1		4

Les tableaux 26 et 27 présentent la synthèse (moyennes sur 5 ans) des hauteurs de crues sur 50 ans (1955-2005), classées de la plus forte à la plus faible à la station de Mopti. H (cm) représente la moyenne des hauteurs de crue sur 5 ans par ordre décroissant, Date, la date moyenne correspondant à cette série quinquennale de crues et Durée (jours), la durée de propagation de la crue sur le bief considéré. Ainsi la moyenne quinquennale des 5 plus fortes crues à Mopti sur la période 1955-2005 est de 721.0 mm, atteinte le 8/11. Cette

moyenne correspond à une hauteur de crue de 699.6 mm à Ké Macina, atteinte le 12/10, et qui atteint Akka le 7/12 avec une crue de 602.2 cm.

Pour les crues fortes, la durée de propagation est de 27 jours pour le bief Ké Macina, Mopti et de 29 jours pour le bief Mopti Akka. On constate, pour le bief Ké Macina Mopti, que la durée de propagation est d'environ 30 jours, avec une date moyenne à Mopti se situant dans la première quinzaine de novembre, pour des hauteurs de crues fortes, supérieures à la crue de référence de 6.60 m. Pour des crues moyennes, comprises entre 6.50 m et 6.20 m, la durée de propagation est d'environ 20 jours avec une date se situant dans la deuxième quinzaine d'octobre. Pour des crues faibles, inférieures à 6.15 m à Mopti, la durée de propagation depuis Ké Macina est de l'ordre de 15 jours avec une date moyenne, à Mopti se situant dans la première quinzaine d'Octobre. Pour des crues très faibles (5.35 m) la propagation est très rapide (7 jours) avec une date dans la première semaine d'octobre. On retrouve ce schéma pour tous les biefs avec des variantes : sur le bief Mopti Akka, la durée de propagation d'un mois se maintient jusque pour des crues moyennes, à Mopti de 6.35 m.

Les biefs Bénény Kegny - Sofara et Sofara – Mopti (tableau n° 27) présentent des irrégularités par rapport à ce schéma. La durée de propagation de la crue entre Bénény Kegny et Sofara obéit au schéma général pour les crues fortes (entre 8.38 m et 6.79 m à Bénény Kegny). On observe ensuite de fortes irrégularités pour les crues moyennes et faibles. Des irrégularités comparables s'observent également lors de la propagation Sofara-Mopti. Elles semblent liées aux conditions de vidange et d'étalement de la crue dans les plaines, rendues complexes par les interconnexions entre le Niger et le Bani, notamment les défluent de Lonirdé et du Konguéné-Parana (voir carte de l'hydrographie page 13).

5.1 - Rizières et niveaux d'eau

Nous avons, pour chaque date, calculé la surface de rizières se localisant dans les principaux niveaux d'eau définis dans l'étude écologique, ce qui nous donne le tableau suivant, où le niveau moyen des rizières est obtenu en effectuant la moyenne des profondeurs pondérée par la surface occupée par les rizières dans le niveau considéré.

Tableau n° 28 : Rizières et niveaux d'eau

Niveau	Hauteurs d'eau	Hauteurs	Pourcentage des rizières dans le niveau			
			En 1952	En 1975	En 1989	En 2015
2	6,60 m - 6,50 m	6,55 m	0,76	0,0	0,0	0,0
3	6,50 m - 6,30 m	6,40 m	3,78	0,0	0,0	0,0
4	6,30 m - 6 m	6,15 m	20,98	16,35	4,97	9.0
5	6m - 5,10 m	5,55 m	48,05	46,13	36,27	38.1
6	5,10 m - 3,80 m	4,20 m	26,43	37,52	53,78	49.1
7	3,80 m - 2,60 m	3,20 m			4,98	3.8
		Niveau moyen	5,36 m	5,14 m	4,74 m	4.85 m

Entre 1952 et 1989, les rizières occupent des niveaux d'eau de plus en plus bas. Par rapport à l'échelle de Mopti qui nous sert de référence²⁷, le niveau moyen des rizières passe de 5,36 m en 1952 à 4,74 m en 1989

²⁷ C'est, rappelons-le, par rapport à l'échelle de Mopti que sont calculés les niveaux d'eau où sont situées toutes les formations végétales. Si les niveaux d'eau varient localement en fonction des échelles de crue, les profondeurs d'eau des différentes formations végétales sont constantes dans tout le Delta.

pour remonter légèrement en 2015 (4,85 m). Si près de 50 % des rizières en 1952 et en 1975 se situent en niveau 5 (hauteurs d'eau comprises entre 5,10 m et 6 m à l'échelle de Mopti), la majorité se situent en niveau 6 (de 3,80 m à 5,10 m à Mopti) en 1989. Ce niveau 6, qui ne concernait que 26,5 % des rizières en 1952, en caractérisait déjà 37,5 % en 1975. En d'autres termes, de 1952 à 1989, les rizières s'enfoncent par rapport à la crue de référence de 6,60 m avant de remonter légèrement en 2015.

5.2 - Rizières et crues

La relation entre rizières et crues a été longuement étudiée par Jean Gallais. Les riz flottants se développent dans des régimes de submersion qui doivent satisfaire les conditions suivantes :

- Une submersion maximale de 3m, ce qui place la limite basse de la rizière à une cote équivalente à la crue – 3m.
- Une vitesse de montée de l'eau inférieure à 5cm/jour.
- Une durée de submersion minimum supérieure à 2 mois, condition qui détermine la position haute de la rizière²⁸
- La rizière doit être inondée au plus tard 15 jours après la dernière pluie utile de la saison.

En appliquant les trois premiers critères aux crues à Mopti depuis 1950, nous obtenons le tableau suivant, dans lequel la "Hauteur max" est celle du maximum de la crue, et la "date max", le jour où cette hauteur est atteinte pour la première fois. Nous avons ensuite déterminé, à partir de la base de données sur les crues journalières, la hauteur correspondant à une submersion de 60 jours minimum ($H \geq 60$) ainsi que la date où cette cote est atteinte pour la première fois. La cote minimum correspond à la cote maximum de la crue moins trois mètres et ce minimum est limité, en principe, par les formations les plus profondes qui sont à -4 m par rapport à la crue de référence de 6,60 m. La cote minimum ne saurait donc être inférieure à 2,60 m. On peut ainsi définir une lame d'eau de sécurité comprise entre ($H \geq 60$ jours et Cote mini).

Tableau n° 29 : Conditions de crue et lames d'eau de sécurité à Mopti de 1950 à 2010

	Hauteur	Date max	$H \geq 60$ jours	Date début	Cote mini	Lame de sécurité
1950	707	10-nov	668	4-oct	407	261
1951	712	3-déc	687	23-oct	412	275
1952	719	18-nov	684	11-oct	419	265
1953	731	31-oct	685	30-sept	431	254
1954	731	4-nov	701	8-oct	431	270
1955	731	6-nov	692	3-oct	431	261
1956	686	29-oct	638	28-sept	386	252
1957	730	17-nov	687	13-oct	430	257
1958	703	2-nov	665	5-oct	403	262
1959	697	31-oct	650	29-sept	397	253
1960	697	2-nov	657	1-oct	397	260
1961	699	23-oct	646	22-sept	399	247
1962	706	7-nov	664	7-oct	406	258
1963	685	15-nov	646	7-oct	385	261
1964	716	1-nov	681	1-oct	416	265
1965	684	1-nov	638	28-sept	384	254
1966	686	9-nov	639	6-oct	386	253
1967	720	11-nov	679	7-oct	420	259

²⁸ La différence entre les conditions 1 et 3 définit la strate de sécurité.

1968	651	25-oct	610	21-sept	351	259
1969	684	2-nov	658	6-oct	384	274
1970	666	22-oct	600	19-sept	366	234
1971	650	16-oct	593	13-sept	350	243
1972	565	7-oct	505	9-sept	265	240
1973	568	3-oct	489	28-août	268	221
1974	650	18-oct	602	13-sept	350	252
1975	663	26-oct	605	22-sept	363	242
1976	623	21-nov	567	14-oct	323	244
1977	566	10-oct	468	11-sept	266	202
1978	620	22-oct	566	18-sept	320	246
1979	645	19-oct	599	15-sept	345	254
1980	592	7-oct	487	2-sept	292	195
1981	628	14-oct	564	7-sept	328	236
1982	551	29-sept	463	31-août	260	203
1983	502	10-oct	425	31-août	260	165
1984	440	19-oct	388	2-sept	260	128
1985	570	10-oct	484	4-sept	260	224
1986	534	8-oct	409	5-sept	260	149
1987	481	17-oct	410	10-sept	260	150
1988	571	8-oct	478	31-août	271	207
1989	516	29-sept	451	5-sept	260	191
1990	510	9-oct	449	28-août	260	189
1991	530	5-oct	474	3-sept	260	214
1992	538	7-oct	415	6-sept	260	155
1993	498	6-oct	429	2-sept	260	169
1994	642	29-oct	613	3-oct	342	271
1995	599	28-oct	553	27-sept	299	254
1996	593	19-oct	543	18-sept	293	250
1997	577	12-oct	529	9-sept	277	252
1998	639	25-oct	580	17-sept	339	241
1999	662	26-oct	625	21-sept	362	263
2000	608	23-oct	567	22-sept	308	259
2001	621	18-oct	557	10-sept	321	236
2002	538	8-oct	475	11-sept	260	215
2003	649	15-oct	600	14-sept	349	251
2004	560	13-oct	470	6-sept	260	210
2005	571	24-oct	544	7-sept	271	273
2006	597	31-oct	553	18-sept	297	256
2007	644	15-oct	594	13-sept	344	250
2008	633	23-oct	594	13-sept	333	261
2009	631	17-oct	582	19-sept	331	251
2010	645	1-nov	614	27-sept	345	269

Le tableau précédent définit une lame d'eau de sécurité caractérisée par sa profondeur plus ou moins forte mais aussi par sa position par rapport au niveau de la crue. Si le riziculteur a placé sa rizière dans cette lame d'eau, il a de fortes chances de réussir sa saison. En revanche, placer ses rizières en dehors de la lame de sécurité de l'année revient à faire un mauvais pari sur la crue et entraîne l'échec quasi assuré de la récolte. Il est évident que d'autres facteurs, sur lesquels nous n'avons pas de données précises, entrent également en compte. C'est le cas de la vitesse de montée de l'eau, qui ne doit pas excéder 5 cm/jour. La base de données sur les crues journalières nous montre que cette condition est presque toujours remplie à Mopti pour les crues moyennes ou fortes. Pour les années de crues très faibles, les vitesses de submersion peuvent être, dans certains cas,

supérieures à 5 cm/jour. Les années très déficitaires, au cours desquelles le paysan manque d'eau et n'a d'autre choix que d'enfoncer au maximum ses rizières, sont aussi des années où il court le plus le risque de voir ses rizières noyées par une montée trop brutale de l'eau.

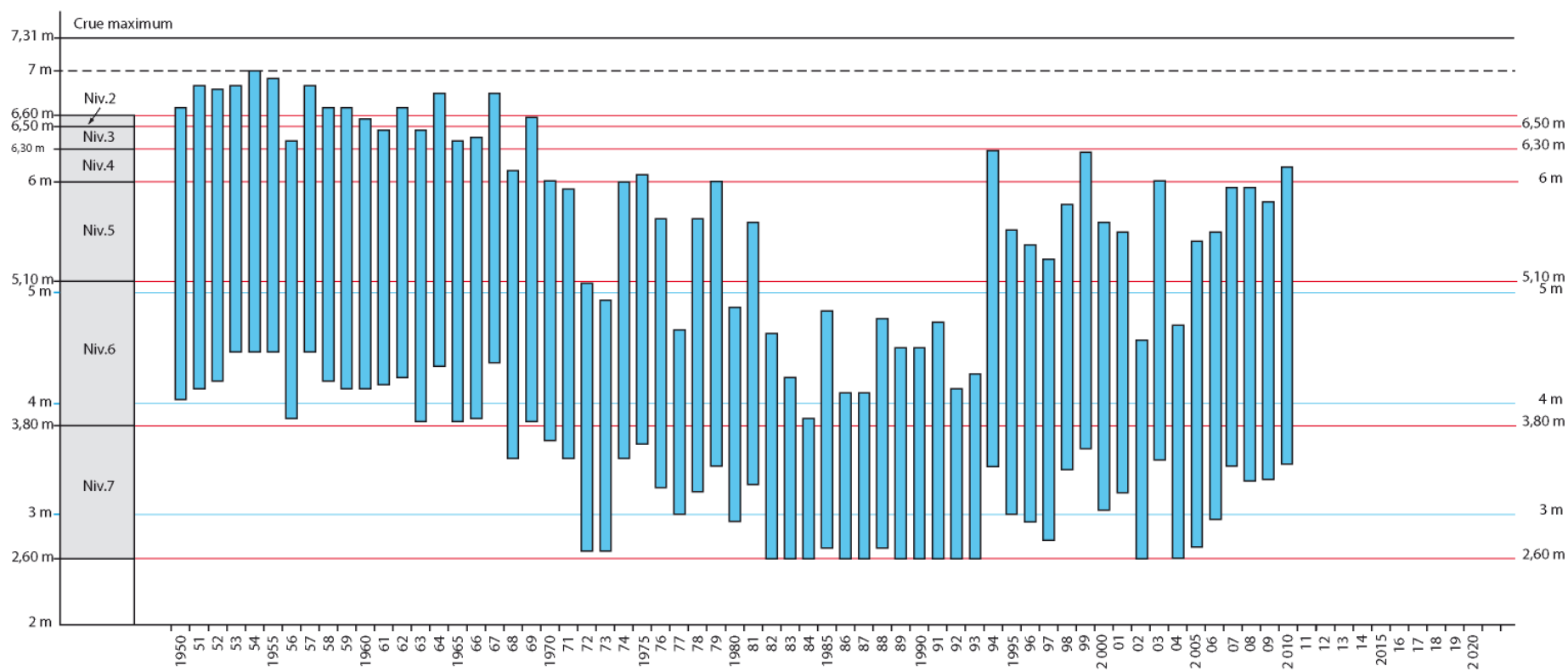
La figure n° 17 : "Évolution de la lame d'eau utile en riziculture à submersion non-contrôlée de 1950 à 2010 (rapportée à l'échelle de Mopti)" montre la position et l'étendue de ces lames de sécurité à Mopti entre 1950 et 2010 et permet de dégager six périodes :

Tableau n° 30 : Lames de sécurité moyennes pour six périodes décennales.

Périodes	Moy_H_ max	Ecart type Sur H_Max	Moy_H_min	H_Submersion >= 60 jours	Lame utile moyenne	Niveaux d'eau utilisables
1950 -1959	715	16,3	415	676	261	2-3-4-5-6*
1960 -1969	693	19,8	393	652	259	3-4-5-6
1970 -1979	622	40,8	322	559	237	5-6-7*
1980 -1989	538	55,7	271	456	185	6-7
1990-1999	579	58,2	295	521	226	5*-6-7
2000 - 2009	605	37,9	307	554	247	5-6-7

**Niveaux à risques en fonction de la position de la rizière dans la lame.*

Figure n° 17 : Evolution de la lame d'eau utile en riziculture pluvio-fluviale de 1950 à 2010 à Mopti



De 1950 à 1959, les rizières peuvent être placées en position haute, entre 4,15 m à 6,75 m, et la lame de sécurité est maximum avec 261 cm. Le risque de voir les rizières noyées porte sur le niveau 6 et concernait 26 % des rizières. En réalité, le risque était faible et se limitait aux rizières les plus basses, situées entre 4,15 m et 3,80 m. Pendant la période suivante, de 1960 à 1969, les conditions demeurent excellentes, avec une lame de sécurité maximum (259 cm). La décennie suivante (1970-79) voit des conditions hydrauliques moins favorables, avec une lame de sécurité de 237 cm. Dans l'ouest du Delta, 16 % des rizières se situaient en niveau 4, ce qui a pu entraîner l'échec de la récolte. Dans la décennie 1980-1989, les conditions hydrauliques deviennent très mauvaises : les rizières, pour réussir, doivent être placées en positions basse (niveaux 6 et 7), avec une cote correspondant à une durée de submersion d'au moins 60 jours à 4,5 m, soit 2,20 m en dessous de la cote de la décennie 1950. La lame de sécurité de 261 cm se réduit à 185 cm. 41 % des rizières se localisaient en situation d'échec en niveaux 4 et 5. La situation commence de s'améliorer lors de la décennie suivante, le retour à des conditions proches de la "normale" s'effectuant lors de la décennie 2000-2009, sans atteindre toutefois les valeurs enregistrées 50 ans plus tôt. Rappelons cependant que les conditions hydrologiques des années 1950 étaient exceptionnelles et correspondaient à une période anormalement humide en Afrique de l'ouest.

Les conditions de la crue ne sont pas les seuls paramètres qui conditionnent la riziculture pluvio-fluviale. Jean Gallais²⁹ nous rappelle que "la riziculture deltaïque de type pluvio-fluvial est possible là où les pluies sont bien relayées par la crue" et que "la rizière doit être inondée au plus tard deux semaines après la dernière pluie utile."³⁰ La condition portant sur la date de la dernière pluie utile de la saison nous permet de comprendre la signification de la quasi absence de rizières au-delà de 15°10 nord. Cette latitude correspond à celle de Dogo. Selon Jean Gallais, pendant les années 1950-1956, qui sont fort pluvieuses, Dogo reçoit en moyenne 625 mm de pluies (contre 671 mm à Mopti pour la même période) et la date de la fin des pluies utiles se situe, le plus fréquemment, entre le 1^{er} et le 15 septembre.

D'après P.A. Gosseye, dans les années 1980, la station de Dogo ne reçoit plus, en moyenne, que 310 mm de pluies totales³¹. Selon les gradients calculés par P. Hiernaux³², les pluies utiles correspondant à une moyenne de 310 mm ne dépassent pas 220 à 230 mm et, d'autre part, la date de la fin des pluies utiles se situe début septembre.

Deux explications peuvent concourir au fait que la riziculture pluvio-fluviale ne s'aventure guère au-delà de la latitude de Dogo. D'une part, dans les conditions de pluviométrie des années quatre-vingts, nous sommes à la limite de la pluviométrie minimum nécessaire au riz pour démarrer sa croissance (entre 200 et 250 mm de pluies utiles). D'autre part, il faudrait que la crue prenne le relais des pluies à partir du 15 septembre au plus tard. Nous ne disposons pas de données sur les crues (hauteurs et dates) pour cette latitude. Nous pouvons cependant nous appuyer sur la station de Mopti et tenter d'extrapoler pour un espace compris entre 15° et 15°15 de latitude nord. De 1955 à 2005, à Mopti, la date de la crue maximum est en moyenne le 22 octobre avec une durée de propagation de la crue entre Mopti et Akka (15° 24' nord), de 27 jours. Pour des espaces situés en amont du Débo, entre 15° et 15°15, la durée minimum de propagation de la crue serait de l'ordre de 15 à 20 jours, soit pendant la première semaine de Novembre. Le risque est très grand de voir arriver la crue trop tard pour prendre le relais des dernières pluies qui doit se situer, au plus tard, dans les premiers jours d'Octobre, donc pour des hauteurs d'eau à Dogo, correspondant aux hauteurs atteintes à Mopti vers la mi-septembre. Dans ces conditions,

²⁹ J. Gallais, *op.cit.*, p.333

³⁰ J. Gallais, *op.cit.*, p. 220

³¹ Voir à ce sujet J. Marie, *Le territoire de mare d'Ossolo*, Talence : CEGET Espaces tropicaux n° 11, 1993, pp. 25 et suivantes.

³² P. Hiernaux, Recherche d'une solution aux problèmes de l'élevage dans le Delta intérieur du Niger – Vol 1 : Les pâturages de la zone d'étude, pp.24-26.

Jean Gallais (p 224) estime la « strate de sécurité » que nous appelons lame d'eau utile à 0.59 m pour Dogo. Nos propres estimations lui assigne des valeurs comprises entre 0.35 m et 0.96 m, selon la crue de l'année.

Conditions de pluviosité à la limite et relais par la crue ne laissant qu'une lame d'eau utile très faible sont autant de facteurs qui aggravent les risques d'échec à un niveau tel que le riziculteur peut les juger inacceptables. Ces remarques ne prétendent pas régler le problème de la limite nord du système pluvio-fluvial, mais permettent de proposer quelques pistes de réflexion. On peut supposer que cette limite est variable et dépend à la fois des pluies de l'année – en particulier du calendrier des chutes de pluie – et de la crue de l'année. Pour de faibles crues, il semble bien qu'au-delà de 15°10 à 15°15, les risques d'échec deviennent trop grands, et qu'ils augmentent très vite avec le gradient latitudinal. Pour de bonnes crues et de bonnes pluies, nous n'avons pas fait d'estimation du risque. Quelques réflexions néanmoins : si les pluies sont meilleures, la date de fin de saison des pluies utiles sera un peu décalée, mais ce décalage ne sera pas très important. L'arrêt des pluies lié au retrait des masses d'air humide vers le sud est toujours relativement rapide. Les bonnes crues sont aussi des crues généralement plus tardives retardant ainsi l'arrivée de la crue à la latitude considérée. Enfin, et ce n'est pas là le moindre argument, les espaces accessibles aux riziculteurs au nord de 15°10 appartiennent pour l'essentiel aux cuvettes les plus profondes du Delta. Lors d'années de bonnes crues, le risque de voir les rizières noyées par une lame d'eau trop forte y serait donc grand.

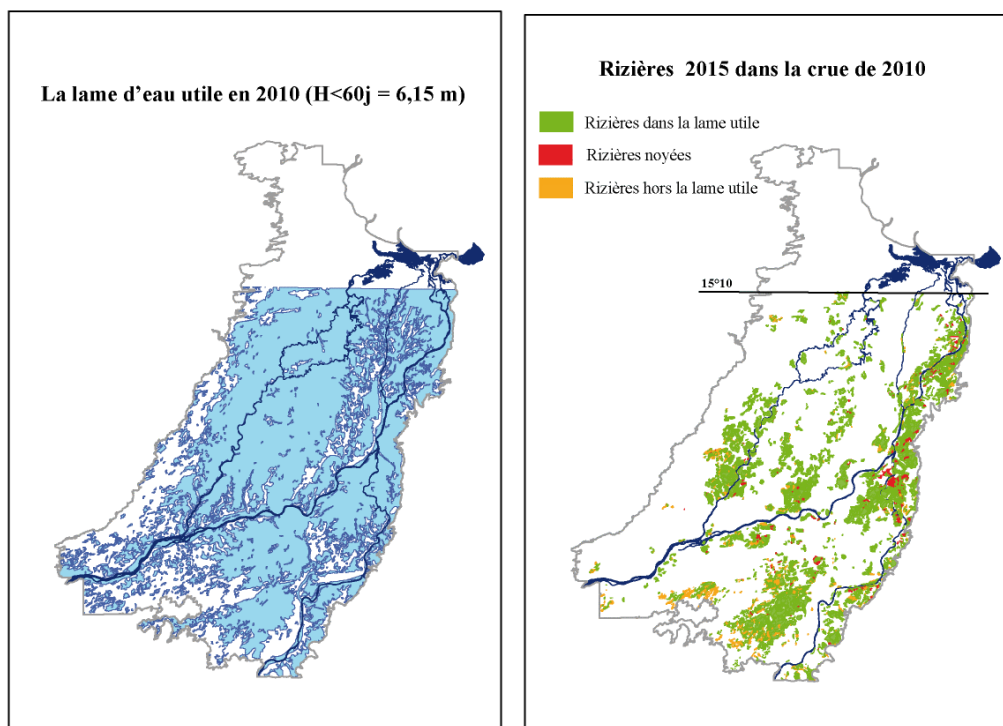
6- CONCLUSION

Le tableau n° 25 et la figure n° 18 montrent l'évolution des lames d'eau utiles à Mopti entre 1950 et 2010. Cette longue période débute par une série de très bonnes crues (1950-1970), suivie par les crues les plus faibles depuis le début des enregistrements du Niger à Mopti (1922) avec notamment l'année 1984 (440 cm). À partir du milieu des années 90, les crues tendent à redevenir meilleures. L'utilisation du modèle des profondeurs de submersion en isolignes développé dans la première partie de Delmasig nous permet de visualiser les espaces correspondant à différents types de crues. L'analyse des formations végétales recherchées par les agriculteurs pour installer leurs rizières était une première approche de "l'espace des riziculteurs", mais il n'indique qu'un "espace potentiel" que nous avons défini comme « espace rizicultivable ». L'approche par isolignes permet de visualiser la nappe d'eau utile pour chaque année. Le croisement de « l'espace rizicultivable » avec la lame d'eau utile permet de mieux cerner les stratégies des riziculteurs confrontés aux risques liés à l'imprévisibilité de la crue. Pour illustrer cette méthode, nous avons choisi trois années avec des crues très différentes : 2010, une bonne année, 1972, une année médiocre et 1989, une mauvaise année (*figures 18, 19 et 20*).

6.1 - 2010, une bonne année.

La crue de 2010 est de 6,45 m à Mopti, légèrement inférieure à la crue de référence de 6,60 m. Cependant, la hauteur $H_{\leq 60 \text{ jours}}$ est de 6,15 m. La différence entre la crue et $H_{\leq 60 \text{ j}}$ n'est que de 30 cm alors qu'elle est en moyenne proche de 60 cm. Le sommet de la courbe de la crue en 2010 est très aplati, ce qui contribue à en faire une bonne année. Si l'on croise l'espace de la lame d'eau utile avec l'espace rizicultivable tel que défini en 2015, on constate que l'espace de sécurité pour les riziculteurs atteint 900 000 ha en 2010.

Figure n° 18 : Rizières et crue en 2010



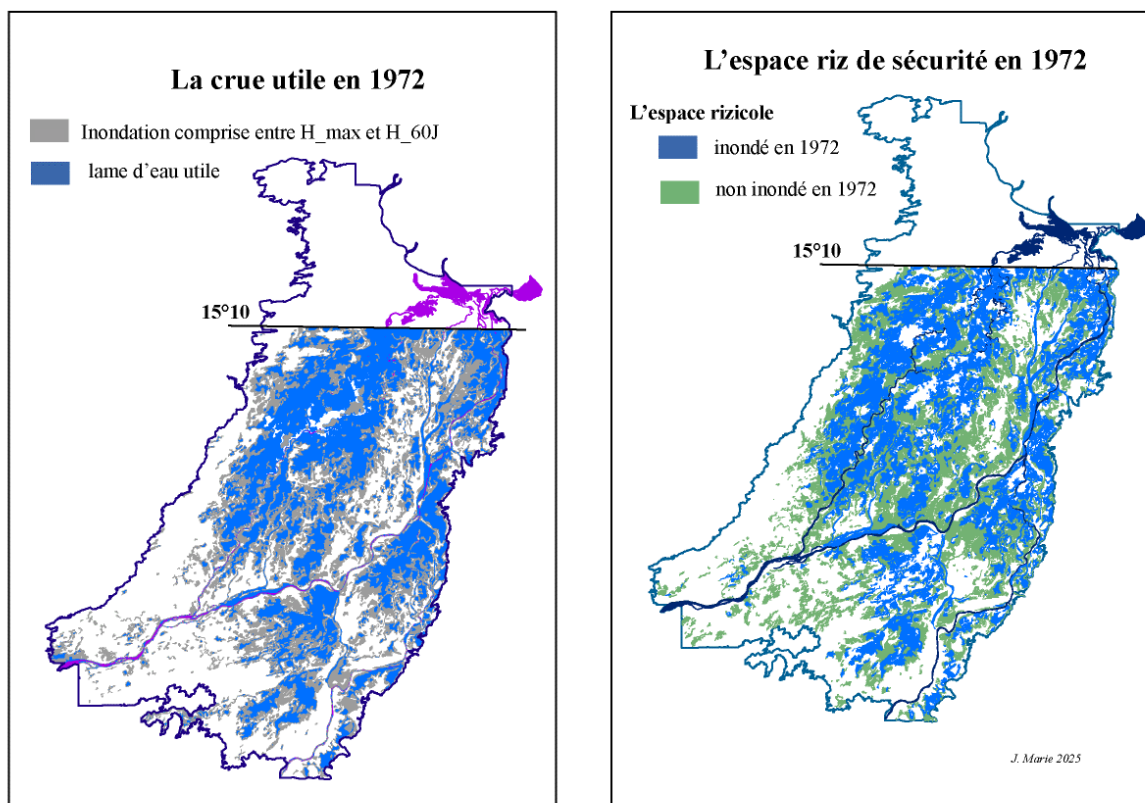
Une simulation basée sur la position des rizières en 2015 avec la lame d'eau utile de 2010 montre un taux d'échec de rizières réduit à 9,6 %, (environ 27 000 ha sur 280 000 ha), une partie se localisant dans un niveau d'eau trop peu profond et une autre partie risquant d'être noyée dans un niveau trop profond. Les rizières situées en dehors de la lame d'eau utile (en jaune) illustrent également le fait que la cartographie des rizières effectuée par Leo Zwarts inclut probablement des parcelles qui ne sont pas des rizières pluvio-fluviales (voir remarques page 12 à propos de la qualité des données). Nous avons conservé comme rizières des parcelles pouvant se localiser sur des formations végétales se trouvant dans des niveaux d'eau d'une profondeur inférieure ou égale à 30 cm. Ceci était justifié en 1952, avec des crues très supérieures à la crue de référence (6,60m) mais ne semble plus l'être en 2015, avec des crues proches de la crue de référence, ce qui est le cas des parcelles en jaune.

6.2 - L'année 1972 : une année médiocre.

La crue atteint 565 cm le 7 octobre, soit presque un mètre en dessous de la crue de référence. La hauteur de crue se maintenant au moins 60 jours (H_{60j}) est de 505 cm, cote atteinte dès le 9 septembre. La hauteur minimum (H_{min}) permettant d'implanter une rizière sans qu'elle soit noyée est de 265 cm à l'échelle de Mopti, ce qui correspond aux formations les plus profondes du Delta (-4m) soit 260 cm à l'échelle.

La carte n° 20 montre la surface occupée par la lame d'eau utile en bleu, entourée par la frange de l'inondation comprise entre H_{max} et H_{60j} . La superficie totale des terres inondées au sud de 15°10' atteint 936 000 ha et la superficie occupée par H_{60j} de 629 000 ha. L'espace rizicultivable était estimé à 860 000 ha dans les années soixante-dix. L'intersection de l'espace rizicultivable de 1975 avec la lame d'eau utile de 1972 montre que 410 000 ha seulement étaient inondés. En d'autres termes, un peu moins de 50 % de l'espace rizicultivable aurait présenté de bonnes conditions de sécurité en 1972, comme le montre la carte « L'espace riz de sécurité en 1972 », qui différencie l'espace rizicultivable inondé en 1972, en bleu, de l'espace rizicultivable non inondé, en vert.

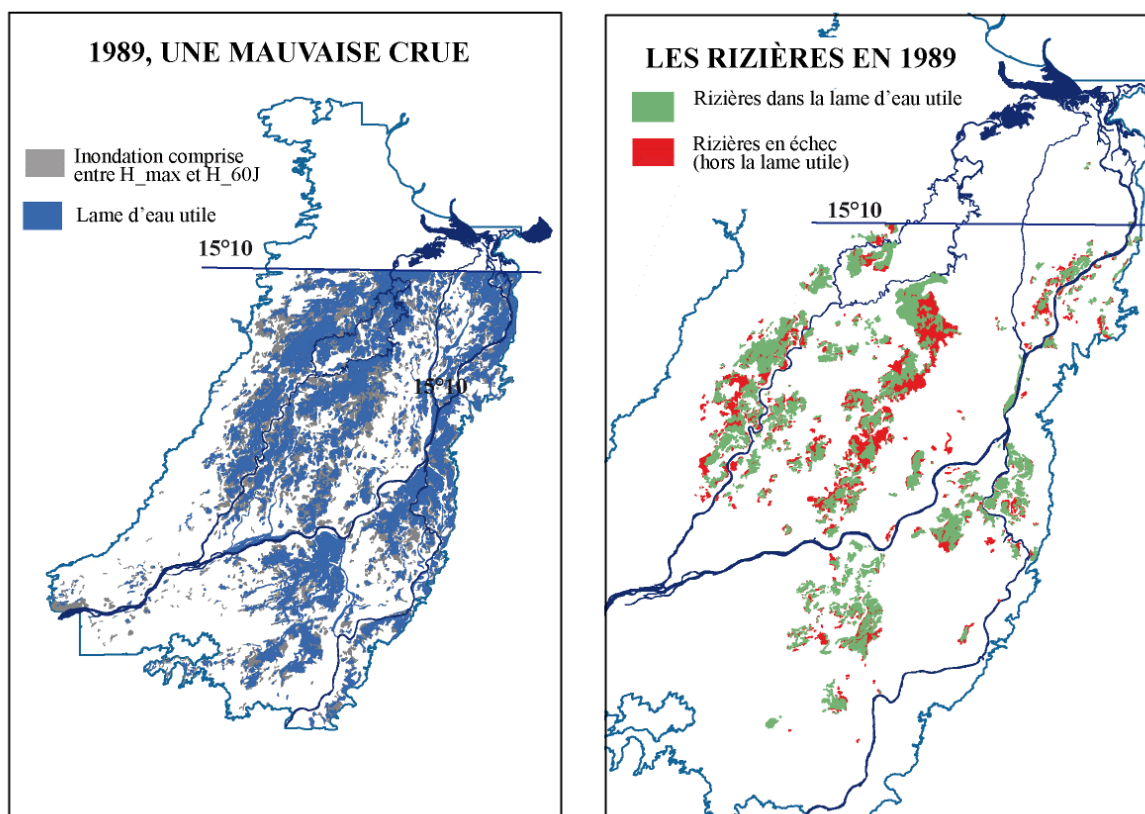
Figure n° 19 : Crue utile et espace de sécurité en 1972



6.3 - L'année 1989 : une mauvaise année

La crue de 1989 atteint 516 cm à Mopti le et H_{60J} n'est que de 451 cm, avec H_{min} limité à 260 cm, cote des formations végétales les plus profondes du Delta. La superficie inondée au sud de 15°10 est de 701 000 ha et la lame d'eau utile est réduite à 462 000 ha seulement. L'intersection de la lame d'eau utile avec l'espace rizicultivable se réduit à 370 000 ha, qu'il faut comparer avec la superficie des rizières en 1989 (158 761 ha). Le choix des riziculteurs se trouve donc fortement contraint et le risque d'échec apparait très élevé, comme le montre la comparaison plus précise des rizières en 1989 avec la lame d'eau utile : 104 285 ha de rizières se sont localisés dans la lame d'eau utile, 34 % des rizières ont été très probablement en échec.

Figure n° 20 : La mauvaise crue de 1989



6.4 – Quel avenir pour la riziculture pluvio-fluviale ?

Le Delta intérieur du Niger est la 3^{ème} plus grande zone humide de la planète, après le Pantanal sur le rio Paraguay et le Sudd sur le Nil blanc dans le sud du Soudan. Le Delta Intérieur est un des centres de domestication du riz fondée sur l'utilisation d'un riz flottant, *Oryza Glaberrima* d'origine locale. Les habitants du Delta pratiquent une riziculture très ancienne et techniquement très éloignée de la sophistication des rizicultures asiatiques. Les pratiques culturelles sont simples : un labour suivi d'un semis à la volée avec un démarrage de la croissance du riz avec la pluie. La crue prend ensuite le relais, l'appareil flottant qui soutient l'épi montant au rythme du développement de la crue. Un désherbage à lieu pendant la croissance, la récolte survenant à maturité. La culture de l'année est souvent suivie d'une courte jachère. Cette riziculture sans aucune maîtrise de l'eau se caractérise par des rendements de l'ordre de 700 kg/ha qui sont sans doute les plus bas du monde. Son objectif est avant tout de nourrir la population du Delta, qui dispose également des ressources de la pêche et de l'élevage bovin. Le caractère vivrier de cette riziculture se marque notamment par la surface cultivée par habitant – 0,45 ha/hab. soit 300 kg de riz par personne et par an – qui ne semble pas avoir varié depuis soixante ans.

Cette riziculture se caractérise également par un nomadisme que dénonçait déjà Jean Gallais en 1957/58 : il mettait en évidence des déplacements de l'ordre de la dizaine de kilomètres, qui l'amenaient à qualifier la riziculture deltaïque de "riziculture errante dans un finage imprécis".³³ Des études ultérieures ont montré des mouvements de plus grande amplitude, qui se sont révélés sur le temps long. Notre propre travail montre que ce nomadisme agricole ne peut se résoudre ni dans les limites des nouvelles communes rurales ni même dans l'organisation des grandes cuvettes hydrologiques du Delta Intérieur. Certes, ces cuvettes organisent

³³ Jean Gallais, *op. cit.* p.233.

le Delta intérieur en un espace polycentrique et l'on aurait pu s'attendre à ce que les déplacements des rizières se jouent entre les cuvettes et les plaines de moyenne inondation qui les bordent, ce qui est le cas lorsque la variation des crues reste modérée. Lorsque les variations sont fortes comme dans la décennie 1980-90, l'étude montre que ce n'est plus le cas. Le déplacement des rizières s'opère alors entre les cuvettes du centre nord du Delta – entre Niger et Diaka - et les cuvettes du sud du Delta, entre Niger et Bani.

Ce nomadisme de grande ampleur nous amène à considérer le Delta intérieur comme un seul espace migratoire avec, selon les périodes et les crues, des déprises locales voire régionales et l'ouverture de « fronts pionniers » suivi de mouvements de retour lorsque les crues redeviennent plus favorables.

Jean Gallais identifiait la mobilité de la riziculture comme un fait entravant le développement technique de ce système agricole, préalable à l'augmentation des rendements et au passage, fortement souhaitable, d'une riziculture de subsistance archaïque à une riziculture moderne, base économique des exploitations agricoles dans le Delta.

Il estimait, en 1957-58, la surface rizicultivable du Delta à 800 000 ha et à 10 % la surface réellement cultivée en riz³⁴ et pensait également que le manque d'espace n'était pas une contrainte pour l'extension de ce type de riziculture : *"Les habitants du delta peuvent continuer à vivre d'une agriculture extensive et flottante, l'espace ne leur est pas marchandé..."*³⁵ Si cette affirmation ne peut être contestée dans les années cinquante du vingtième siècle, le fait ne paraît plus aussi avéré soixante-trois ans plus tard. Notre propre analyse de « l'espace rizicultivable », croisée avec celle des surfaces inondées en fonction des crues, nous permet de préciser ce point mais également de le nuancer fortement. Nous avons défini « l'espace rizicultivable » comme celui qui accueille 90 % des rizières et révèle les stratégies des riziculteurs choisissant les formations végétales à défricher. « L'espace rizicultivable » s'organise autour d'un noyau de 570 000 ha, qui s'appuie sur une dizaine de formation végétales. Il s'étend selon les périodes entre 800 000 ha et 1 000 000 d'ha. Au maximum lors des années cinquante du 20^{ème} siècle, il se réduit à 800 000 ha lors de la crise hydraulique des années quatre-vingt pour revenir à son maximum dans les années 2 000. Cependant, « l'espace rizicultivable » n'est qu'un espace potentiel dont l'efficacité dépend entièrement de la crue espérée par les riziculteurs. L'exemple de trois années présentant des crues très différentes montre que cet espace potentiel peut se réduire très fortement, limitant ainsi les possibilités réelles des riziculteurs et faisant peser sur les exploitations un risque d'échec élevé.

Tableau n° 32 : L'espace utile des riziculteurs en 1972, 1989 et 2010

Surfaces	1989 crue = 5.16 m	1972 crue = 5.65 m	2010 crue = 6.45 m
Espace rizicultivable potentiel	806 000	860 000	1 089 000
Lame d'eau utile	460 000	629 000	927 000
Espace rizicultivable inondé	370 000	418 000	900 000
Espace rizicultivable inondé/surface rizières	2.3	3.0	3.2

³⁴ Jean Gallais, *op. cit.* p.247

³⁵ Jean Gallais, *op. cit.* p.253.

Si, lors d'une bonne année comme en 2010, « l'espace rizicultivable inondé » – l'espace utile pour les riziculteurs - atteint plus de 80 % de l'espace rizicultivable potentiel, ce pourcentage chute à moins de 50 % lors d'une année médiocre, et à 45 % lors d'une mauvaise année, alors que, dans le même temps, des contraintes fortes s'exercent sur cet espace rizicultivable qui se réduit lui-même à moins de 80 % de son extension maximum. En 1989, l'espace réellement utilisable avec 370 000 ha ne représente plus que 40 % de ce qu'il était en 2010.

En 1989 l'espace utile est un peu plus de deux fois (2,3) plus grand que la superficie des rizières mises en culture cette année-là. La possibilité de bien choisir l'emplacement de sa rizière était donc très fortement contrainte, comme le montre le taux d'échec des rizières dépassant le tiers de la superficie mise en culture. En 1972, lors d'une année médiocre, les riziculteurs disposaient d'une surface 3 fois supérieure à celle effectivement semée, ce qui desserrait un peu les contraintes. Ce ratio espace inondé/espace cultivé de 3 se retrouve en 2010 mais dans un tout autre contexte : l'année 2010 était une bonne année. Replacer les surfaces cultivées en 2015 dans une année simplement médiocre signerait une année catastrophique avec un ratio inférieur à 1,5 !

En 1960, Jean Gallais pensait, à juste titre, que la riziculture extensive et flottante pratiquée dans le Delta intérieur n'était pas entravée par le manque d'espace. En 2015, alors que l'extension des surfaces cultivées a suivi la croissance de la population, la situation n'est plus la même. Cette riziculture restée vivrière avec un ratio de 0,45ha/hab. semble proche des limites possibles de son extension. Elle ne conserve une certaine sécurité que lors des bonnes années et peut engendrer des déficits alimentaires dès lors que les conditions hydrauliques ne seraient plus optimales. Certes, le réchauffement climatique en cours pourrait se traduire par une augmentation de la pluviométrie en Afrique de l'ouest et donc des crues du Niger. Mais ceci ne met pas les habitants à l'abri de fluctuations brutales qui semblent également être la marque de ce changement.

L'emprise toujours croissante de la riziculture entraîne depuis les années quatre-vingt une augmentation très rapide des conflits fonciers pour l'usage des ressources, en particulier avec les éleveurs peuls. L'importance de ces conflits était à l'origine du projet CIPEA/ODEM qui devait proposer une nouvelle approche de la gestion du foncier agricole et pastoral dont notre propre travail Delmasig est le prolongement. Malgré la réussite de deux sites expérimentaux, les résultats de ce travail ne connurent aucune application. Les conflits ont perduré : cet état de fait n'est pas totalement étranger à la guerre civile sur fond de djihadisme qui déchire le Delta depuis des années.

Dépasser le stade d'une riziculture nomade à faible productivité, aux résultats incertains, une riziculture qui apparaît à la fois prédatrice d'espace et mal assurée de ses emprises avec toutes les conséquences que l'on peut en tirer en termes de pauvreté, comme en termes de conflits pour l'utilisation de l'espace entre riziculteurs, mais aussi et surtout entre riziculteurs et éleveurs, apparaît comme une urgente nécessité.

Les différentes tentatives initiées dès le début de l'époque coloniale ont échoué, que ce soit par l'introduction de nouvelles variétés plus productives mais aussi plus exigeantes pour le contrôle de l'eau, ou bien par l'aménagement de casiers toujours dépendants des caprices de la crue. La création récente des P.P.I.V. pourrait apporter un début de solution mais ils sont étroitement inféodés au cours du Niger et du Bani et ne peuvent se généraliser. L'aménagement souhaitable des plaines inondables reste, pour l'instant, un défi.

BIBLIOGRAPHIE

Bouaré K. N. , *L'irrigation des périmètres villageois face à la réduction des réserves hydro-pluviométriques dans la commune de Konna (Delta intérieur du fleuve Niger, Mali)* In « Les cahiers d'Outre-Mer 2012/4 n°260, pp 519-536

Denon K. (et al), *Rizicultures sans maîtrise de l'eau dans le delta central du fleuve Niger*, Communication au colloque CNRS / CIRAD, « Quel avenir pour la riziculture d'Afrique occidentale ? » Bordeaux, 1995.

Ducrot R., Zaslavsky, J. Magassa H., *Dynamismes et contraintes du développement de la petite irrigation : cas du Delta intérieur du Niger au Mali*. In « Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales », Orange D., Arfi R., Kuper M. Morand P., Poncet Y., IRD, 2002

Haywood M., *Évolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne du projet CIPEA au Mali*, Document de travail n° 3, Addis Abéba, CIPEA, 1981

M. Kuper M., Maïga, H., *Commercialisation du riz traditionnel dans le delta intérieur du Niger* In « Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales », Orange D., Arfi R., Kuper M. Morand P., Poncet Y., IRD, 2002

Gallais J., *Le Delta intérieur du Niger, étude de géographie régionale*, Dakar : Mémoire de l'IFAN n°79, 2 vol., 1967.

Herry C., *Démographie des pêcheurs* in QUENSIERE J. (ed.), « La pêche dans le Delta Central du Niger ». Volume 1. Paris : ORSTOM/Karthala, 1994, 495p

Hiernaux, P., *Recherche d'une solution aux problèmes de l'élevage dans le Delta intérieur du Niger – Vol 1 : Les pâturages de la zone d'étude*, 27 cartes au 1/50 000. CIPEA/ODEM, Bamako, 1983

Kelly S., (et al.), *Delta intérieur du Niger*. Rapport de mission 10-23 novembre 1998. Bamako : IRD, 1998

Marie, J., *Recherche d'une solution aux problèmes de l'élevage dans le Delta intérieur*. ILCA/CIPEA – ODEM - Volume V (synthèse). 151 pages, multigraphié - Volume 3 : *Les Leyde du delta intérieur du Niger : étude socio-économique et foncière pastorale*. 390 p. 1983,- cartographie foncière pastorale : 27 cartes au 1/50 000. Bamako, 1983

Marie J., *Le territoire de mare d'Ossolo*, Talence : CEGET Espaces tropicaux n° 11, 1993

Marie J., DELMASIG : *Hommes, milieux, enjeux spatiaux et fonciers dans le Delta Intérieur du Niger (Mali)*, 2 tomes (291p & 129 p) atlas : 63 cartes. H.D.R. Université de Paris X Nanterre, 2000

Marie J., *Enjeux spatiaux et fonciers dans le Delta intérieur du Niger (Mali)*. In Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, D. Orange et al, IRD, Paris, 2002.

Mollard E., Walter A., *Agricultures singulières*, IRD, 2008.

Nadio M., *L'évolution du delta intérieur du Niger (Mali) 1956 – 1980. D'une région sous-peuplée à une région surexploitée ?* Thèse de III^{ème} cycle, ROUEN, 1984, 220 p.

Sultan B., Bossa A.Y., Salack S., Sanon M., *Risques climatiques et agriculture en Afrique de l'ouest*. CIRAD, 2020

Van Duiven-Booden M., Gosseye P-A, (eds), *Compétition pour des ressources limitées : le cas de la cinquième région du Mali*. Rapport 2 : Productions végétales, animales et halieutiques. Wageningen (Pays-Bas) : CABO et Mopti (Mali) : ESPR, 1990, 266p. + annexes.

Viguié P., *Les emblavures de 1935*. (1939), cité J. Gallais - 1967

La carte de l'occupation agricole des terres. (PIRL 1989) C.T.F.T. Centre Technique Forestier Tropical, CIRAD Forêt

Archives du service de l'agriculture du Mali (Rapport anonyme), 1920.