

# **Analyse diachronique d'images satellitaires Landsat et dynamique socioéconomique dans un contexte de pression anthropique et de variabilité climatique en milieu soudano sahélien : Cas de la Commune rurale de Nyamina, région de Koulikoro, Mali.**

Diachronic analysis of Landsat satellite images and socioeconomic dynamics in a context of anthropogenic pressure and climatic variability in the Sudano Sahelian environment: case of the rural commune of Nyamina, region of Koulikoro, Mali.

**Auteur 1** : DAOU Ibrahima,

**Auteur 2** : KEITA Mahamadou Moussa,

**Auteur 3** : SIDIBE, Amadou,

**Auteur 4** : SANGARE Habibatou,

**Auteur 5** : KEITA Issiaka,

**Auteur 6** : COULIBALY Alou,

**DAOU Ibrahima , PhD** Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), de Katibougou Koulikoro, Mali,

**KEITA Mahamadou Moussa , PhD** Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), de Katibougou Koulikoro, Mali,

**SIDIBE, Amadou ,** Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), de Katibougou Koulikoro, Mali,

**SANGARE Habibatou ,** Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), de Katibougou Koulikoro, Mali,

**KEITA Issiaka ,** Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), de Katibougou Koulikoro, Mali,

**COULIBALY Alou ,** Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), de Katibougou Koulikoro, Mali,

**Déclaration de divulgation :** L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

**Conflit d'intérêts :** L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

**Pour citer cet article :** SANGARE, Y. , TANGARA, M B, DIALLO .F & SIDIBE .Y (2023) « Déterminants de l'adoption des variétés de semences améliorées de riz Gambiaka Suruni en zone Office du Niger au Mali », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 17 » pp: 564 – 579.

**Date de soumission** : Février 2023

**Date de publication** : Avril 2023



DOI : 10.5281/zenodo.7948388

Copyright © 2023 – ASJ



## RESUME :

Dans un contexte de forte variabilité climatique couplée à de nombreuses pressions anthropiques, les ressources naturelles et l'environnement sont confrontés à plusieurs défis, parmi lesquels, la dégradation du couvert végétal, la baisse de la fertilité des sols, la réduction de la durée de la jachère, le surpâturage, la diminution des rendements agricoles, etc. Pour faire face à ces multiples défis, l'adoption de nouvelles stratégies et itinéraires techniques innovants, et l'utilisation des données satellitaires issues des plateformes d'observation de la terre dans le suivi des écosystèmes apparaissent importantes. Cette étude qui combine des données satellitaires et celles obtenues à partir d'enquêtes sur terrain, des mesures in situ, vise à analyser la dynamique d'occupation des sols entre deux dates, au prisme de la situation socioéconomique de la commune rurale de Nyamina. Elle a consisté à cartographier l'occupation des sols à l'aide des images satellitaires Landsat en 1985 et 2018, ensuite à procéder à des enquêtes socioéconomiques et des mesures in situ pour la validation des résultats obtenus. Les résultats du suivi de la dynamique environnementale dans la commune rurale de Nyamina sur 33 ans (de 1985 à 2018) ont montré une forte dégradation de la savane arborée et savane arborée dégradée au profit de la savane arbuste, des sols nus et les cultures. La même étude, dans la même lignée que d'autres, lie principalement cette dégradation à la pression anthropique et à la variabilité climatique. Ces résultats sont en effet confirmés par les données d'enquêtes socioéconomiques, où, l'agriculture est l'activité dans laquelle presque 90% des enquêtés sont impliqués dans les trois secteurs, suivie par l'élevage, l'exploitation forestière et la pêche.

**Mots Clés :** variabilité climatique, anthropiques, images satellitaires, socioéconomiques.

**Abstract:**

In a context of high climatic variability coupled with many anthropogenic pressures, natural resources and the environment face several challenges, including the degradation of plant cover, the decrease in soil fertility, the reduction in the duration of fallow, overgrazing, decrease in agricultural yields, etc. To deal with these multiple challenges, the adoption of new innovative technical strategies and routes, and the use of satellite data from earth observation platforms in the monitoring of ecosystems appear important. This study which combines satellite data and those obtained from field surveys, in situ measures, aims to analyze the dynamics of land use between two periods, in the prism of the socioeconomic situation of the rural commune of Nyamina. It consisted in mapping the land use using Landsat satellite images in 1985 and 2018, then carrying out socioeconomic surveys and in situ measures for the validation of the results obtained. The results of monitoring environmental dynamics in the rural commune of Nyamina over 33 years (from 1985 to 2018) showed a strong degradation of the with a degraded tree - lined savannah and savannah for the benefit of the shrub savannah, bar soils and cultures. The same study, in the same line as others, mainly links this degradation to anthropogenic pressure and climatic variability. These results are indeed confirmed by the data of socioeconomic surveys, where, agriculture is the activity in which almost 90% of respondents are involved in the three sectors, followed by farming, logging and fishing.

**Keywords:** climatic variability, anthropogenic, satellite images, socioeconomic.

## 1. INTRODUCTION

Les régions soudano sahéliennes d’Afrique de l’Ouest sont confrontées depuis plus de 30 ans à une forte variabilité hydro climatique dont les conséquences sur les écosystèmes et les communautés qui y vivent ont été signalées par de nombreux travaux scientifiques [1, 2, 3]. A cette forte fluctuation climatique, se sont grevés les impacts anthropiques d’une croissance démographique galopante.

En effet, les ressources naturelles de cette région font face à de nombreuses pressions anthropiques entraînant des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et des pertes de biodiversité. Des systèmes d’exploitation et d’utilisation inappropriés de ces ressources contribuent à leur fragilisation, d’où, la nécessité de mener des recherches combinant les outils d’observation à distances des ressources naturelles et les données in situ. A ces causes anthropiques, s’ajoutent celles de la variabilité et les changements climatiques à plus grande échelle.

De façon plus précise, et à une échelle plus réduite, le couplage des aléas climatiques avec la croissance démographique et la pression anthropique a des conséquences multiples parmi lesquelles la dégradation des écosystèmes et la baisse conséquente de leur productivité, la diminution des rendements agricoles, la multiplication des conflits d’utilisation des ressources naturelles [4].

La grande vulnérabilité des systèmes de production agropastorale est désormais affichée de façon claire. Les défis du développement de façon générale et de résilience des communautés et des systèmes en particulier sont dès lors analysés au prisme de «l’urgence environnementale» liée à ces changements environnementaux récurrents dans beaucoup de régions [1, 5]. Aujourd’hui, l’amélioration de la productivité des écosystèmes (cultivés et autres) et des conditions de vie des populations rurales est une préoccupation majeure dans les pays soudano-sahéliens d’Afrique de l’Ouest. Cette amélioration exige le développement de stratégies d’adaptation innovantes et appropriées. Ces stratégies doivent largement prendre en compte les variabilités climatiques et leurs conséquences observées, en plus de la dimension humaine. Ce travail, pour être efficace, ne doit pas être conçu pour les seules échelles globale et régionale. Il doit être également pensé et mis en œuvre aux échelles locales (commune, petit bassin versant agricole, etc.) où l’implication des populations peut être forte pour garantir les améliorations souhaitées. Ces considérations ont conduit au choix d’une commune rurale de Nyamina (1 297,4km<sup>2</sup> ; 46 495habitants ; 50 villages) pour la présente étude.

C'est dans ce contexte multifactoriel que s'est inscrite cette étude qui combine des données satellitaires Landsat, et celles issues d'enquêtes socioéconomique sur le terrain, et des mesures in situ. L'objectif général de la présente étude est d'analyser l'évolution de l'occupation des sols entre deux dates (1985 et 2018) à l'aide des images satellitaires Landsat validée par des enquêtes socioéconomiques et des mesures in situ. Spécifiquement, l'étude visait : établir le phénomène de l'évolution de l'occupation des sols entre 1985 et 2018 dans la commune de Nyamina ; Comprendre le contexte socio-économique et institutionnel de la commune de Nyamina ; dégager la tendance actuelle de l'évolution environnementale dans la commune de Nyamina ; déterminer les causes de l'évolution environnementale dans la commune de Nyamina.

Cet article aborde dans un premier temps, la problématique des changements environnementaux intervenus dans la commune rurale de Nyamina, avant de montrer la méthodologie adoptée pour traiter la problématique, les résultats obtenus, et se termine par une conclusion et des perspectives de solutions d'amélioration du contexte des changements environnementaux intervenus durant les 33ans d'études

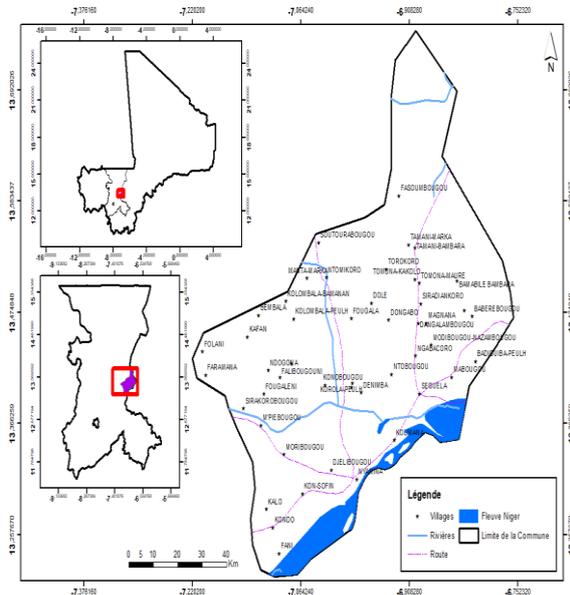
## **2. MILIEU D'ETUDE**

La commune rurale de Nyamina composée de 50 villages officiels, couvre une superficie de 1 431 km<sup>2</sup>. Elle est située sur la rive gauche du fleuve Niger et à une distance d'environ 130 km par route du chef-lieu de cercle (Koulikoro). La commune rurale de Nyamina est à égale distance de Ségou et de Koulikoro par voie fluviale (90 km).

Géographiquement, limitée au Nord par la commune de Toukoroba (Banamba), à l'Est par la commune de Souba, à l'Ouest par la commune de Tougouni, au sud par la limite naturelle du fleuve Niger (figure1). Son relief est essentiellement constitué de quelques plateaux s'élevant au-dessus d'une vaste plaine. Du point de vue hydrographique, la commune est arrosée par le fleuve Niger et quelques mares qui servent de lieux de pêche ou de points d'abreuvement des animaux. Située à la porte du Sahel, la commune de Nyamina connaît un climat de type sahélien où, la pluviométrie moyenne annuelle est inférieure à 800mm/an, avec un régime unimodal de juin à octobre. L'harmattan souffle toute la saison sèche. C'est le domaine de la steppe avec une prédominance d'arbres épineux. Les sols ferrugineux tropicaux restent les plus dominants, développés sur des matériaux géologiques majoritairement gréseux. La principale activité génératrice de revenus demeure l'agriculture dominée par les cultures céréalières pluviales. La figure 1 présente la

commune de Nyamina.

**Figure1 : Présentation de la commune de Nyamina**



Source : Projet FASAM

### 3. METHODOLOGIE

#### 3.1. Matériel

##### 3.1.1. Matériels Cartographiques

##### a) Données Images

Dans cette étude, les images Landsat ont été utilisées. Le choix porté sur ces images se justifie par leur large couverture zonale (scène de 180 x 180 km), résolution spatiale et gratuité. Les images satellitaires Landsat de différentes dates (1985, 2018) ont été utilisées dans ce travail. Elles ont été téléchargées sur le site (<http://glovis.usgs.gov/>) au format Geotiff. Il est à signaler que ces images sont déjà géo référencées sous le système de projection (UTM, WGS 1984), avec les différentes corrections radiométriques nécessaires. La commune rurale de Nyamina qui constitue la zone d'étude est couverte par une seule scène Landsat pour les images de 2018 dont les caractéristiques (path and row) sont 199-051 et deux scènes pour les images de 1985 (199-050, 199-051).

##### b) Données Vecteurs

Les fichiers vecteurs (limites de la commune, le réseau de pistes, les villages, le réseau hydrographique, etc.) ont été utilisés pour l'étude. Ils ont été obtenus auprès de l'Institut

Géographique du Mali.

### **c) Logiciels**

Deux logiciels ont permis de faire ce travail: ENVI 4.8 (un logiciel de traitement d'images satellitaires, télédétection) et Arc GIS 10.3 (un logiciel de Système d'Information Géographique, SIG). Les traitements d'images ont été faits à l'aide du logiciel ENVI, tandis que la production des cartes ont été assurée à l'aide du logiciel ArcGIS (version 10.5.4).

#### **3.1.2 Matériel d'enquêtes socioéconomiques**

Des fiches d'enquêtes ont été élaborées pour collecter les données socioéconomiques. Ces fiches contiennent des questions relatives à la taille des ménages, les activités génératrices de revenus, les contraintes liées à la pratique de ces activités, etc. Elles ont été menées dans trois secteurs de développement sur cinq que compte la commune. Ces trois se présentent comme suit :

Djélibougou est situé à 3 km au Nord de Nyamina le chef-lieu de commune. Il comptait 214 habitants dont 114 femmes selon le 4<sup>e</sup> recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) [6]. Il est constitué de peulh majoritairement. L'agriculture, l'élevage et l'exploitation forestière sont les activités socioéconomiques dominantes dans le secteur ;

Fougala est situé à 18 km au Nord de Nyamina. Le village comptait 698 habitants dont 357 femmes selon le 4<sup>e</sup> RGPH (INSAT, 2013). Il est également constitué de peulh dont l'activité principale est l'agriculture et l'élevage ;

Seguela est situé à 15 km au Nord-Est du chef-lieu de commune. Il comptait 1808 habitants dont 908 femmes selon le 4<sup>e</sup> RGPH [6]. Il est constitué de Sarakolé dont l'activité principale est l'agriculture.

### **3.2. Méthodes**

Deux approches de travail ont été retenues pour l'atteinte des résultats de cette étude. Dans un premier temps, la méthode de classification numérique, supervisée, algorithme de maximum de vraisemblance a permis de réaliser les cartes d'occupation des sols à l'aide des données satellitaires Landsat à deux dates (1985 et 2018). Dans un second temps, les données socioéconomiques ont été collectées à l'aide de questionnaires élaborés à cet effet. En somme, la méthodologie utilisée s'inspire des principes de l'évaluation réaliste [7] pour

comprendre l'influence du contexte agro écologique et socioéconomique, les mécanismes sous-jacents, les effets sur les pratiques actuelles et les perspectives de changement. Elle consiste à comprendre l'évolution environnementale de la zone à travers la dynamique d'occupation du sol, les observations empiriques dans des villages, et l'évolution des activités menées dans les domaines de l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'artisanat, et gestion des ressources naturelles. Une attention particulière a été accordée à l'environnement institutionnel local et national.

Les cartographies de l'occupation des sols de 1985 et de 2018 sont utilisées pour analyser l'évolution des changements environnementaux (dynamique d'occupation des sols) dans la commune rurale de Nyamina au cours des 33 dernières années. Cette évolution environnementale est analysée au prisme des activités socioéconomiques dans les 3 secteurs dans lesquels des enquêtes socioéconomiques et des échanges focus groupe ont été menées. Les enquêtes socioéconomiques ont été menées auprès de 393 producteurs dont 201 femmes et 192 hommes dans 3 secteurs de développement de la commune (Nyamina-Djelibougou, Fougala et Segala) sur cinq (5) secteurs que compte la commune (Nyamina = 13 villages ; Tamani = 11 villages ; Séguela = 9 villages ; Sirakorobougou = 9 villages et Fougala = 8 villages. Le choix de ce triangle a été motivé par le souci de couverture de la diversité géographique et ethnique de la commune. Il s'agissait de couvrir 3 secteurs de développement sur les 5 que compte la commune de Nyamina.

L'analyse croisée de ces données cartographiques et des données socioéconomiques a permis de dégager des hypothèses sur les facteurs qui pourraient expliquer l'évolution environnementale à Nyamina. La compréhension de ces facteurs était le préalable pour suggérer des pistes de réflexion sur les stratégies à mettre en œuvre pour minimiser les effets pervers de cette évolution environnementale voire inverser les tendances à long terme.

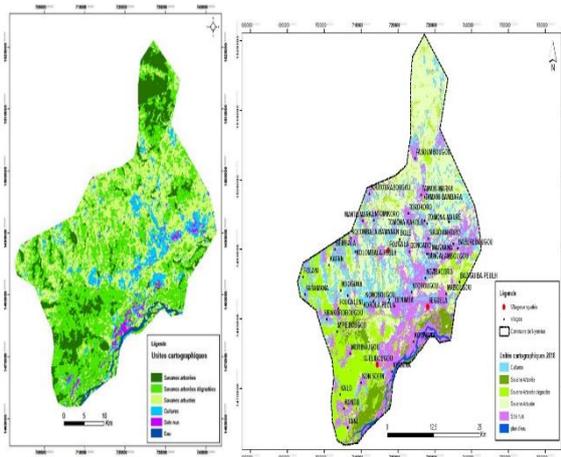
## **4. RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### **4.1. Cartographie de l'occupation des sols de la commune rurale de Nyamina de 1985 et de 2018**

Les deux cartes ci-dessous (a) et (b) de la figure 3 donnent la situation de l'occupation des sols de la commune de Nyamina en 1985 et en 2018

**Figure 3 : Cartes d'occupation des sols de la commune rurale de Nyamina en 1985 (a)**

et en 2018 (b)



a: 1985

b : 2018

### Source : Projet FASAM

Des deux cartes, il est visible clairement, l'augmentation des superficies des savanes arbustes et des sols dénudés de 1985 à 2018. Ces sols nus visibles de façon sporadique en 1985 ont couvert presque tout le territoire de la commune en 2018.

Pour ce qui concerne les villages enquêtés, les sols dénudés sont plus accentués et quelques peu continus entre Djelibougou et Séguéla au Sud-Est et discontinus autour de Fougala au centre Nord de la commune.

### 5.2. Evolution des unités cartographiques entre 1985 et 2018

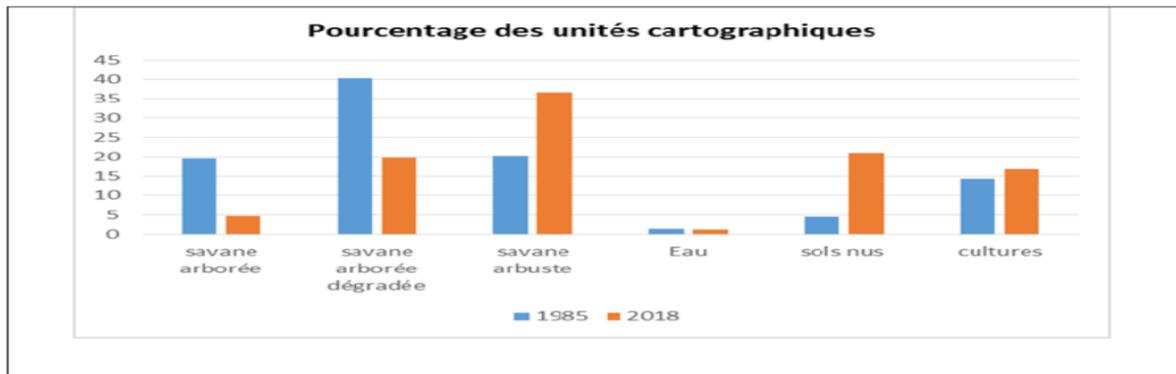
Dans le tableau 1 est donné la situation de l'évolution de l'occupation des superficies des unités cartographiques de la commune de Nyamina entre 1985 et 2018.

**Tableau 1** : Évolution des superficies des unités cartographiques (1985 et 2018)

Unités cartographiques	Surface (km <sup>2</sup> )				Evolution des superficies (33ans)	Taux annuel
	1985	%	2018	%		
<b>savane arborée</b>	251,84	19,42	60,14	4,64	-191,70	-5,81
<b>savane arborée dégradée</b>	523,27	40,36	256,67	19,79	-266,60	-8,08
<b>savane arbuste</b>	261,47	20,16	474,3	36,57	212,83	6,45
<b>Eau</b>	16,78	1,29	15,38	1,18	-1,4	-0,04
<b>sols nus</b>	58,252	4,49	272,13	20,98	213,88	6,48
<b>Cultures</b>	185,05	14,27	218,26	16,83	33,21	1,01

Source : Projet FASAM

**Figure 2 : Évolution des unités cartographiques entre 1985 et 2018**



**Source :** Projet FASAM

Les données du tableau 1 montrent une augmentation de la savane arbuste au détriment des savanes arborées qui se sont rétrécies de 1985 à 2018. Elles montrent également une augmentation de la superficie des sols nus et un léger rétrécissement de la superficie des eaux sur la période des 33 ans. Cependant, le faible taux d'augmentation annuel (1ha par an) des superficies cultivées dans la commune, suscite des questions sur la disponibilité des terres cultivables par rapport à la croissance démographique.

### 5.3. Présentation des activités socioéconomiques des trois secteurs enquêtés

Le tableau 2 ci-dessous donne une idée de l'importance des activités socioéconomiques dans ces secteurs.

L'agriculture est l'activité dans laquelle presque 90% des enquêtés sont impliqués dans les trois secteurs (Tableau2). La couverture de presque toute la commune par l'unité cartographique – cultures, confirme l'importance de la production agricole dans la commune. Pendant que l'élevage est plus pratiqué à Djelibougou et à Fougala. L'exploitation forestière et la pêche semblent très marginales dans les trois villages enquêtés.

Les résultats des enquêtes ont montré que 45% des personnes interviewées ont répondu être impliquées dans ces activités depuis plus de 30 ans. Il est également ressorti que le mode d'accès à la terre le plus fréquent dans la zone reste l'héritage selon 73% des répondants. Ce qui suggère que les activités sur ces terres héritées remontent à plusieurs générations dans le temps.

Le tableau 3 ci-dessous décompose ces activités socioéconomiques en des activités plus spécifiques qui constituent des sources de revenus pour les producteurs. Ce qui permettra

de faire ressortir le poids des activités et l'effet probable sur la dynamique environnementale à Nyamina.

**Tableau 3 : Répartition de la population selon les sources de revenu %**

Activités socioéconomiques	Producteurs impliqués dans l'activité (%)			Pourcentage moyen des 393 répondants
	Djelibougou	Fougala	Seguela	
<b>Production agricole</b>				
Production de céréales	98	86	95	92
Production maraîchère	2	45	3	18
Production de fourrage	15	1	0	3
Production de sésame	8	1	1	2
<b>Production animale</b>				
Elevage de bovins	58	53	4	31
Elevage de caprins	73	45	1	28
Elevage d'ovins	52	66	1	33
Production de lait et dérivés	24	6	0	6
Commerce de peau	0	1	0	1
Compostage élevage	0	3	0	3
<b>Production halieutique</b>				
Pêche traditionnelle	18	1	0	3
Pisciculture	2	3	0	1
<b>Exploitation forestière</b>				
Production de bois énergie	40	1	0	7
Production de bois de construction	15	1	0	1
Production de charbon	8	1	0	2
Chasse	10	2	0	2
Production de miel	24	1	0	4
Médecine traditionnelle	8	1	0	2

**Source :** Projet FASAM

La production des céréales est la principale activité dans les 3 secteurs avec 98% des répondants à Djelibougou, 86% à Fougala et 95% Séguéla qui y sont impliqués (tableau3). Cependant, les activités d'élevage des bovins, ovins et caprins sont plus concentrées à Djélibougou et Fougala. Si plus de 50% des répondants sont des éleveurs de bovins à Djelibougou et Fougala, le caprins dominant à Djelibougou avec 73% de répondants contre 45% à Fougala. En revanche, Fougala semble plus orienté vers les ovins avec 66% des répondants contre 52% pour Djélibougou. Cependant, ces activités ne sont pas mutuellement exclusives et les mêmes producteurs sont généralement non seulement des agriculteurs mais aussi des éleveurs de bovins, ovins et caprins.

L'exploitation forestière à travers la production de bois de chauffe, de bois de construction et de charbon est plus intense à Djelibougou avec respectivement 40%, 15% et 8% des répondants tirant des revenus de ces activités. Elle est très peu pratiquée à Fougala avec

seulement 1% des répondants. L'exploitation forestière ne semble pas être une source de revenus à Seguela.

Le tableau 4 met l'accent sur le mode d'élevage pratiqué dans les trois secteurs.

**Tableau 4 : Mode d'élevage**

Mode d'élevage	Pratiquants (%)			Pourcentage moyen des 393 répondants
	Djelibougou	Fougala	Seguela	
Enclos maison	53	22	77	53
Enclos champ	21	63	18	35
Pastoralisme	85	59	92	79

**Source :** Projet FASAM

Ces résultats montrent que les enclos sont généralement proches des habitations à Djelibougou et à Seguela avec respectivement 53% et 77% des répondants ayant confirmé cette tendance. A Fougala, les enclos sont généralement dans les champs avec 63% de répondants ayant répondu oui à cette question.

Le mode d'élevage dominant que les 3 secteurs ont en commun reste le pastoralisme pratiqué par plus de 79% des 393 répondants (tableau4). 5.4. Analyse des causes sous-jacentes de l'évolution environnementale de la commune de Nyamina

Les implications des activités socioéconomiques sur la dynamique environnementale à Nyamina sont analysées dans cette section. Il ressort aussi bien des échanges en groupe d'entretien avec les populations que des résultats du diagnostic mené dans le cadre de l'élaboration du plan de développement économique social et culturel (PDSEC) que l'enclavement est l'une des principales contraintes de la commune. Cet enclavement s'explique non seulement par la distance par rapport au chef-lieu de cercle mais, surtout par l'état défectueux de la route. Aussi bien les sources que nos propres observations pendant le voyage sur le terrain montrent que la route est difficilement praticable surtout en saison des pluies. Ce qui fait de la commune non seulement la plus éloignée du chef-

lieu de cercle mais la moins accessible. Le regret exprimé par les populations, pendant les groupes d'entretien, est d'être administrativement rattachés à Koulikoro plutôt qu'à Ségou à 90 km de l'autre côté du fleuve, et cela illustre l'importance que les populations accordent à l'enclavement comme trame de fond de l'analyse des activités socioéconomiques de la commune de Nyamina.

Les pratiques des activités socioéconomiques dont les principales sont l'agriculture, l'élevage, la production halieutique et l'exploitation forestière seront analysées en tenant compte de ce contexte.

Le dénominateur commun entre ces pratiques réside dans le fait qu'elles s'exercent sur des ressources héritées des parents. Elles sont héritées des parents et se transmettent d'une génération à une autre. L'accès à la terre par héritage est, par exemple, le mode d'accès le plus répandu dans les trois secteurs enquêtés. La pratique de ces activités depuis plus de 30 ans par 45% des répondants et la dominance de l'élevage dans les milieux peulh de Djelibougou et Fougala comparativement au milieu sarakolé de Seguela en sont une illustration. Selon [8], ces pratiques dénotent une dépendance du passé qui stipule que l'héritage du passé impose aux acteurs des comportements et des activités préétablies qui s'institutionnalisent et qui résistent au changement.

Cependant, la croissance démographique n'est pas sans conséquences sur ces activités. Il est ressorti de tous les entretiens de groupe que les jachères sont de plus en plus rares dans la commune. Selon les producteurs, les mêmes champs sont exploités sans discontinuer pour la production de cultures sur plusieurs années. Le faible taux d'augmentation des terres cultivées (1ha par an de 1985 à 2018) confirme ces allégations des populations. L'appauvrissement des terres maintes fois mentionnés par différentes sources avec comme conséquence la baisse des rendements des cultures pourrait s'expliquer en partie par ce phénomène.

Il est également ressorti des échanges que l'enclavement de la commune ne lui permet pas de bénéficier de l'environnement institutionnel favorisant comme la subvention des engrais par exemple. L'état de la route et la faible capacité de transport des produits par la pirogue rendent difficile l'accès aux intrants en général et aux engrais minéraux, en particuliers, en dépit de la subvention. Ce qui est perçu par les populations comme facteur aggravant de la faiblesse des rendements des cultures. Les entretiens avec les populations de Nyamina ont également montré que l'état de la route dissuade les interventions des structures d'appui comme les ONGs et les agences de développement à Nyamina. La comparaison avec les

villages plus prospères de l'autre côté du fleuve, relevant de Ségou et ayant été appuyés dans le domaine du maraîchage, est faite pour appuyer cette perception.

L'agriculture est l'activité socioéconomique dominante dans la commune. Dans les secteurs de Djelibougou et de Fougala dominés par des peulhs, elle est combinée avec l'élevage des bovins, ovins et caprins. Cette combinaison de l'agriculture et de l'élevage des petits et gros ruminants pourrait être perçue comme une stratégie de réduction des risques. Certains auteurs aussi pensent qu'associer différentes espèces animales permet d'exploiter différentes niches et d'utiliser de manière efficace des ressources naturelles diversifiées [9]. En revanche, elle n'est pas sans conséquences sur l'évolution environnementale compte tenu de la capacité de charge.

En effet, cet élevage de prestige selon les PDSEC évoque des effectifs importants d'animaux et une pression accrue sur les ressources naturelles. Le faible taux d'augmentation des superficies cultivées 1% de 1985 à 2018, la diminution du pourcentage des savanes arborée, l'augmentation du pourcentage des sols nus et le léger rétrécissement de la superficie des eaux pourraient s'expliquer par ce mode d'élevage dans un contexte de changement climatique.

Le pastoralisme combine l'exploitation d'un pâturage donné (système sédentaire) avec le déplacement des animaux entre des endroits relativement fixes (transhumance), ou en suivant un schéma irrégulier (nomadisme) [9]. Dans un contexte de raréfaction des ressources naturelles comme celui de Nyamina, le pastoralisme comme pratique dominante pourrait accentuer la tendance actuelle de l'évolution environnementale à Nyamina. Il pourrait également expliquer le faible taux d'augmentation des superficies cultivées qui semble être la manifestation de la raréfaction des terres cultivables.

L'exploitation de bois énergie, de bois de construction et de charbon qui est plus pratiquée à Djelibougou pourrait s'expliquer par sa proximité avec Nyamina le chef-lieu de commune. Ainsi, bien qu'il soit le plus petit village des 3 avec 214 habitants, les activités socioéconomiques sont d'un côté la conséquence de la proximité avec le centre urbain de Nyamina mais aussi de la proximité avec la route (3km) principale qui relie la commune au chef-lieu de cercle. Ceci pourrait également expliquer le développement de l'élevage des caprins facilement transportables à Nyamina les jours de foire hebdomadaire pour abattage et vente comme viande grillée. De l'autre côté, ces activités s'ajoutent à la pression que les activités socioéconomiques de la ville de Nyamina pourraient exercer sur les ressources naturelles autour de Nyamina.

## 5. CONCLUSION

Cette étude diachronique a permis de cartographier les différents changements intervenus dans l'occupation des sols entre 1985 et 2018. Ces changements d'occupation des sols qu'a connus la commune rurale de Nyamina sont imputables à deux groupes de facteurs (climatiques et anthropiques). Ces constats sont confirmés par les résultats d'enquête sur le terrain et les mesures in situ. En effet, les analyses effectuées sur les données socioéconomiques collectées permettent de conclure que la tendance actuelle de l'évolution environnementale de Nyamina est fortement liée aux activités humaines, couplées à la variabilité climatique.

En fin cette tendance observée a de fortes chances de se poursuivre tant que la commune restera enclavée. Ce désenclavement de la commune, qui facilitera l'accès aux intrants et à d'autres appuis extérieurs créera certainement des conditions favorables aux populations de mener des activités alternatives qui contribueront graduellement à diminuer la pression sur les ressources naturelles et à ouvrir d'autres perspectives afin d'inverser la tendance actuelle de l'évolution environnementale à Nyamina sur le long terme.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Mariko.A., Mahé.G., Servat.E., (2003). Les surfaces inondées dans le Delta intérieur du Niger au Mali par NOAA/AVHRR. Bulletin SFPT, N° 172, 61-68.
- [2] Paturel., J. E., Servat. E., Delattre. M.O., Lubes-Niel. H., 1998. Analyse des séries pluviométrique de longue durée en Afrique de l’Ouest et Centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique Hydrol. Sci. J. 43 (6), 937-946.
- [3] Daou, I., Coulibaly, A., Sidibé, A., Sangaré, H., Keïta, I., Bolozogola, Y., Touré, A. et Mariko, A., (2019) Suivi de la dynamique environnementale de 19985 à 2018 en zone Soudano-Sahélienne par télédétection : cas de la commune rurale de Nyamina. Rev. Ivoir. Sci. Technol., 34 (2019) 13 – 24. ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>
- [4] Hilhorst, T. (2008) Le rôle des instances locales de gouvernance dans la gestion des ressources naturelles au Mali, au Burkina Faso et au Niger. KIT Working Papers Series G1. Amsterdam: KIT
- [5] Batterbury, S. and Warren, A. (2001) The African Sahel 25 Years after the Great Drought: Assessing Progress and Moving towards new Agendas and Approaches. Global Environmental Change, 11, 1-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-3780\(00\)00040-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00040-6)
- [6] INSTAT (2013) 4e recensement général de la population et de l’habitat du Mali (RGPH) résultats définitif répertoire des villages.
- [7] Pawson, R., Tilley, N. (1997). Realistic Evaluation. London, UK: Sage Publications.
- [8] Sydow, J., Windeler, A., Müller-Seitz, G., Lange, K. (2012): Path Constitution Analysis: A Methodology for Understanding Path Dependence and Path Creation, BuR - Business Research, ISSN 1866-8658, VHB - Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, German Academic Association of Business Research, Göttingen, Vol. 5, Iss. 2, pp. 155-176, <http://dx.doi.org/10.1007/BF03342736>
- [9] Jenet, A., Buono, N., Di Lello, S., Gomarasca M., Heine, C., Mason, S.; Nori, M.; Saavedra, R., (2016) Pour des pâturages encore plus verts. Pastoralisme : l’épine dorsale des zones arides dans le monde : Synthèse technique