



To cite : Dembele et al. (2025). Analyse des effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita. Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique, 7(1), 129-146. <https://doi.org/10.4314/rasp.v7i1.9>

Research

Analyse des effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita

Analysis of the harmful effects of cotton cultivation on the environment in the Kita district

Boubacar Sidiki DEMBELE^{1*}, Famagan-Oulé KONATE², Abdoulkadri Oumarou TOURE³, Mamadou S. DIALLO⁴

¹ Laboratoire de Recherche Espace Société et Développement « LaRESD » de l'Université DELTA-C Bamako, Mali,

² Responsable du Laboratoire de Recherche Espace Société et Développement « LaRESD » de l'Université DELTA-C Bamako, Mali,

³ Faculté d'Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB), Mali.

⁴ Laboratoire de Recherche Espace Société et Développement « LaRESD » de l'Université DELTA-C Bamako, Mali,

* Correspondance : boubacarsdembele@gmail.com, Tel : +223 66 73 15 38.

Résumé

Cette étude a examiné les effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita. La méthodologie s'est appuyée sur la revue de la littérature, l'analyse spatiale, la réalisation d'une enquête par questionnaire qui a porté sur un échantillon aléatoire de 320 chefs d'unité de production. L'étude a révélé que la production de coton est principalement masculine, représentant 98,8 % des producteurs, et elle est largement dominée par des individus âgés de 40 ans et plus. Entre 2002 et 2022, le paysage agricole a connu des transformations significatives : l'urbanisation a enregistré une progression notable, particulièrement à Senko, avec une augmentation de 137,2 %. Les points d'eau ont connu une réduction drastique, tant à Niantasso (-435,6 %) qu'à Sirakoro (-588,3 %). La végétation a également reculé dans trois communes, à l'exception de Senko qui a vu une hausse de 24,4 %. Concernant les surfaces agricoles, la croissance a été majoritaire dans trois communes sur quatre. Près de la moitié des agriculteurs, soit 47,5 %, constatent une diminution de la fertilité des sols. 68,1 % des ménages reconnaissent l'impact néfaste des produits chimiques sur cette fertilité. Les effets des produits chimiques portent également atteinte aux ressources en eau, affectant les eaux de surface pour 56,0 % des répondants et les eaux souterraines pour 45,0 %. Afin de réduire ces risques, il est bénéfique d'adopter des pratiques agroécologiques et de cultiver du coton biologique.

Mots clés : Cotonnier, Eaux et sol, Biodiversité, Environnement, Produits chimique, Kita

Abstract

This study examined the adverse effects of cotton growing on the environment in the Kita circle. The methodology was based on a literature review, spatial analysis and a questionnaire survey involving a random sample of 320 heads of production units. The study revealed that cotton

production is predominantly male, representing 98.8% of producers, and is largely dominated by individuals aged 40 and over. Between 2002 and 2022, the agricultural landscape underwent significant transformations: urbanization increased significantly, particularly in Senko, with an increase of 137.2%. Water points have been drastically reduced, both in Niantasso (-435.6%) and Sirakoro (-588.3%). Vegetation also declined in three communes, except for Senko, which saw an increase of 24.4%. As far as agricultural land is concerned, three out of four communes have seen growth. Nearly half of farmers (47.5%) report a decline in soil fertility. 68.1% of households recognize the harmful impact of chemicals on soil fertility. The effects of chemicals also affect water resources, affecting surface water for 56.0% of respondents and groundwater for 45.0%. To reduce these risks, adopting agroecological practices and growing organic cotton is beneficial.

Keywords: Cotton, Water and soil, Biodiversity, Environment, Chemicals, Kita.

1. Introduction

La culture du coton joue un rôle majeur dans l'économie du Mali, offrant un revenu essentiel à de nombreux foyers en milieu rural. Le Mali est l'un des principaux producteurs de coton en Afrique de l'Ouest, avec une augmentation constante de sa production chaque année. Le Mali est devenu le premier pays producteur de coton en Afrique en 2018. Le coton est la principale culture commerciale du pays et fournit des moyens de subsistance à plus de 4 millions de personnes. Il est cultivé essentiellement dans les régions du Sud et Sud-Est (Sikasso-Koutiala, Koulikoro). Pourtant, l'extension rapide de la production de coton depuis les années 1980 s'est accompagnée d'un déclin tout aussi rapide du prix du coton (le prix au kilo a diminué de 70% sur la même période). La pandémie du Covid-19 et ses répercussions économiques ont affecté la production mondiale de coton, et donc celle du Mali. La production de coton a chuté de 70%, passant de 710 000 tonnes en 2019/2020 à 200 000 l'année suivante et impactant de fait les revenus des ménages producteurs de coton, (OIT, 2022, p.2). Toutefois, cette forte production agricole entraîne des conséquences importantes sur l'environnement, notamment en ce qui concerne la détérioration du sol, la diminution de la biodiversité et la contamination des ressources en eau. D'après les recherches menées par A., Djibril, (2017, p.42-54), les techniques agricoles intensives et l'emploi de produits chimiques entraînent l'épuisement des terres et mettent en danger les écosystèmes locaux, qui sont déjà exposés aux changements climatiques et à la désertification croissante. D'après les recherches menées par M.M., Toure, *et al.*, (2024, p.9), la culture du coton au Bénin a un impact considérable sur l'environnement en épuisant les sols, en aggravant l'érosion et en accélérant la déforestation et la désertification, notamment à Kandi. L'utilisation d'engrais artificiels et la croissance des terres agricoles mettent en danger l'équilibre écologique, ce qui nécessite une révision immédiate des pratiques agricoles.

L'agriculture monoculture, c'est-à-dire la culture d'une seule espèce sur de vastes surfaces, a un effet important sur la biodiversité et les ressources naturelles. Cette diminution des habitats entraîne une réduction des espèces végétales et animales (Altieri, 1999, p.19-31). Les ravageurs et la dénutrition des sols sont causés par cette méthode (Tilman, D., *et al.*, 2002, p. 671-677 ; R., Lal, 2004, p. 1623–1627). L'absence de diversité végétale accentue l'érosion des sols et limite les ressources pour les pollinisateurs comme les abeilles (Potts, S. G, *et al.*, 2010).

Le coton est cultivé dans la partie méridionale du Mali (régions de Sikasso, Koutiala, Bougouni, etc.) ainsi que dans la partie sud-ouest (région de Kita). Il s'agit des régions où l'agriculture pluviale présente le plus grand potentiel du pays. O., De Bock, *et al.*, (2010, p.10).

Dans cette partie du Mali, les ressources naturelles qui sont à la base des systèmes de production sont exposées au stress hydrique (sécheresse ou humidité excessive), ainsi qu'à de fortes pressions anthropiques, ce qui entraîne leur dégradation. Dans le cercle de Kita, les communes de Koulou, Kokofata, Gadougou 1 et Gadougou 2 sont caractérisées par des forêts ouvertes avec des espèces

telles que *Bitupiresnum parkii*, *Parka biglobosa*, *Andasonia digitata*, *Nauclea esculenta*, *Terminalia macoptera* et *Ziziphus mauritiana*.

Plusieurs études ont souligné les conséquences environnementales de la culture du coton au Mali. Selon M., Dembélé, et al., (2019, p. 45-57), il est courant de rencontrer des problèmes d'érosion des sols et de réduction de la fertilité dans les zones de culture intensive du coton. Dans son rapport national sur les pesticides très dangereux, le PAN Mali, (2021, p.28-30), met en évidence les dangers de contamination des sols et des nappes souterraines par les pesticides utilisés dans la production de coton au Mali.

Les conséquences néfastes mentionnées précédemment ne font pas l'objet d'études approfondies dans le cercle de Kita. Nous présentons une étude intitulée : « Analyse des effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita ». La question générale de la recherche est : qu'en est-il des effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita ? Les questions opérationnelles sont :

- quel est le profil sociologique des producteurs de coton dans le cercle de Kita ?
- quelle est la dynamique du milieu des communes du cercle de Kita ciblées par l'étude entre 2002 et 2022 ?
- quels sont les effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'évolution de la fertilité des sols, les ressources en eau et la biodiversité végétale ?

L'objectif général de cette étude est d'analyser les effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita au Mali

Les objectifs opérationnels de la recherche visent à :

- caractériser le profil sociologique des producteurs de coton dans le cercle de Kita ;
- examiner la dynamique du milieu des communes du cercle de Kita ciblées par l'étude entre 2002 et 2022 ;
- analyser les effets néfastes de la culture du cotonnier sur l'évolution de la fertilité des sols, les ressources en eau et la biodiversité végétale .

L'hypothèse générale qui sous-tend cette recherche est que la culture du cotonnier a entraîné une transformation du paysage agricole et une dégradation des ressources environnementales dans le cercle de Kita.

Les hypothèses opérationnelles sont :

- les producteurs de coton des cercles de Kita et Koutiala appartiennent à différents profils sociologiques ;
- l'étude des photos satellitaires, de 2002 à 2022, montre la transformation du paysage agricole relative aux habitations, aux points d'eau, aux terres nues, à la végétation naturelle et superficie agricole ;
- l'utilisation abusive des engrains chimiques et des pesticides par les producteurs a entraîné la baisse de fertilité des sols, leur contamination, la dégradation des ressources en eau et la perte de la diversité végétale.

La première section de cette recherche aborde l'approche méthodologique, la deuxième rubrique traite des résultats et la dernière section est consacrée à la discussion de ces derniers.

2. Matériel et méthodes

La méthodologie est basée sur trois approches : le choix de la zone d'étude, l'analyse spatiale et l'enquête socioéconomique auprès des chefs d'unité de production agricole.

2.1. Zone d'étude

La zone géographique de cette étude est le cercle de Kita avec une superficie globale de 35 250 km² pour une population estimée à 681 671 habitants (Ministère de l'Economie et du Plan, (2023, p. 30) et composée majoritairement de : Malinké, mais on y trouve aussi des Peuls, Bambara, Soninké, Diawambé, Kakolo, Kassonkhé, Maure, Bozo etc.

Le Cercle est composé de 32 communes rurales, une commune urbaine et un conseil de cercle., Sur l'année, la température moyenne à Kita-cercle est de 28,5 °C. Le climat est de type soudanien, avec une pluviométrie dépassant les 800mm par an. Le relief est accidenté, parsemé de hauteurs résiduelles. La végétation est diversifiée lorsqu'on quitte le nord vers le sud du cercle. Elle est composée de savane arborée, boisée et de forêt galerie. La zone a une économie à vocation agro-sylvopastorale. Les systèmes de production reposent sur l'exploitation extensive des ressources naturelles par différentes techniques.

2.2. Analyse spatiale

L'analyse spatiale a consisté à exploiter des images satellitaires Landsat ETM+2002 et OLITIRS 2022 pour visualiser la dynamique du milieu par rapport à l'évolution des superficies des différentes formations végétales et celle de l'occupation des terres. Le protocole d'analyse se résume essentiellement en une différenciation des unités par une classification dirigée et une composition colorée à l'aide des logiciels Geomatica 8.2 de PCI. Ensuite, nous avons procédé à la numérisation et l'élaboration des cartes à partir de ArcGis 9.2.

La dynamique de chaque classe d'occupation du sol a été évaluée selon la méthode proposée par B. Bernier en 1992. Selon cette approche, il s'agit d'apprecier le pourcentage d'évolution E(i, k) des superficies des différentes unités d'occupation du sol. Si l'on considère la superficie d'une classe d'occupation pour l'année i, notée Sk, et celle de l'année k, où k est supérieur à i, le calcul de E(i, k) s'effectue de la manière suivante :

$$E(i, k) = \frac{Sk - Si}{Si} \times 100$$

Si $E(i, k) = 0$, alors cette unité d'occupation du sol est stable ;

Si $E(i, k) < 0$, on conclut qu'il y a régression de cette unité ;

Si $E(i, k) > 0$, alors il y a progression ou extension pour cette unité.

Afin de pouvoir apprécier l'évolution des différents types d'occupation du sol entre les deux dates, cet indice est calculé pour tous les types d'occupation du sol.

2.3. Enquête socioéconomique

L'enquête socioéconomique a porté sur le choix des communes, l'échantillonnage et la collecte des données.

2.3.1. Choix des communes enquêtées

Le choix des communes enquêtées a été fait par la méthode de l'approche participative (Participatory Rural Appraisal, PRA) de (Zaid, 2015, In M., Dembélé, et al., (2021, p. 1-19). Cette méthode participative consiste à avoir une information précise sur les communes à enquêter en raison des effets de la culture du cotonnier sur l'environnement. C'est ainsi que des sorties exploratoires avec l'apport des services techniques déconcentrés de l'Etat et les organisations des producteurs de coton ont été effectuées dans le cercle de Kita. Cette méthode participative a permis

d'identifier et d'apprécier quatre communes en raison des effets de la culture du cotonnier sur l'environnement. Les communes retenues Sirakoro, Senso, Niantasso et Djidjan. (Figure 1).

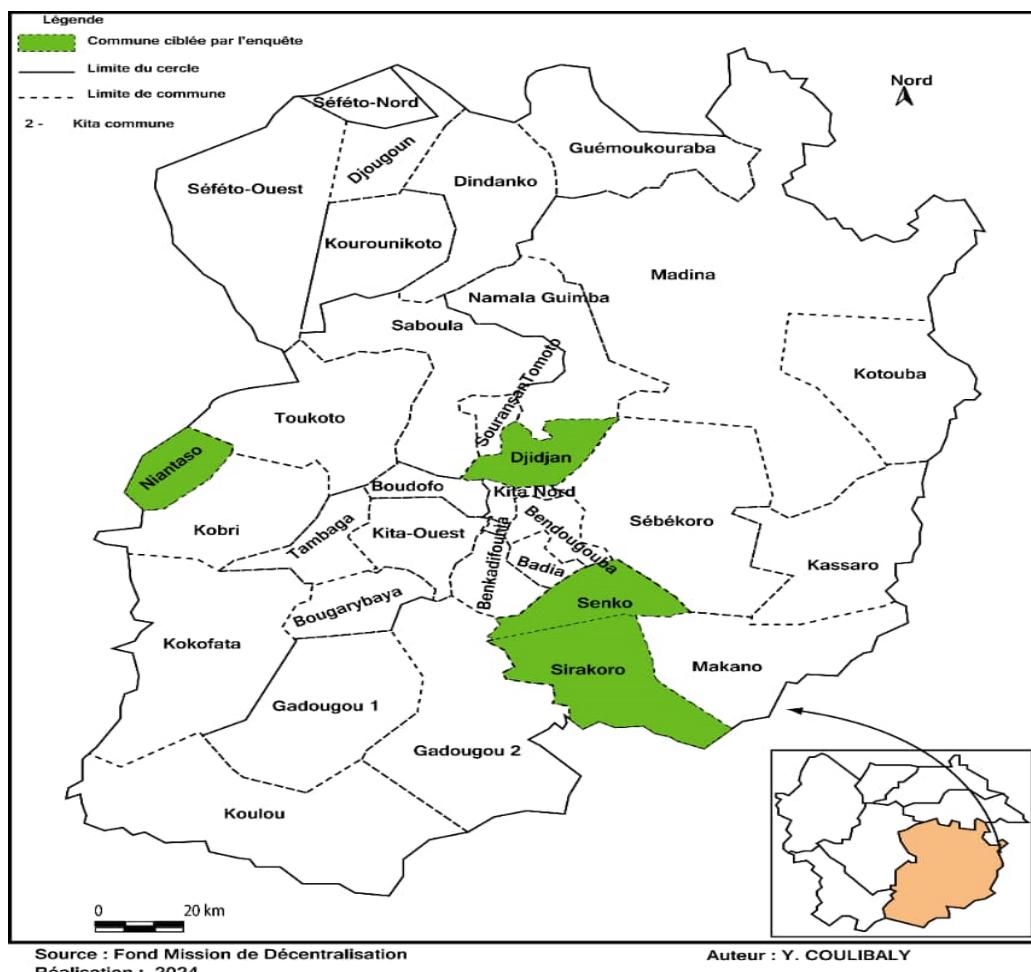


Figure 1 : Carte 1 de localisation des communes enquêtées

2.3.2. Échantillonnage et collecte des données

Le recensement exhaustif des producteurs de coton a été effectué dans un premier temps dans chacun des villages retenus. Ensuite un tirage aléatoire simple a été effectué en vue de retenir 20 concessions dans chaque village ou le chef de l'unité de production de la concession a été enquêté. Ce qui a permis d'avoir un échantillon de taille $N= 320$ producteurs à enquêter.

$$N=4 \times 4 \times 20 \times 1 = 320$$

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire préétabli, les entretiens ont été individuels et basés sur le consentement des enquêtés. Ce questionnaire semi-structuré prend en compte la situation socio-économique de l'enquêteur, son opinion sur les effets de la culture du coton sur le sol, les eaux et la biodiversité.

3. Résultats

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont regroupés et interprétés à trois niveaux : les caractéristiques sociodémographiques des producteurs, la transformation du paysage agricole, les effets de la culture du cotonnier sur l'évolution de la fertilité des sols, les ressources en eau et la biodiversité végétale.

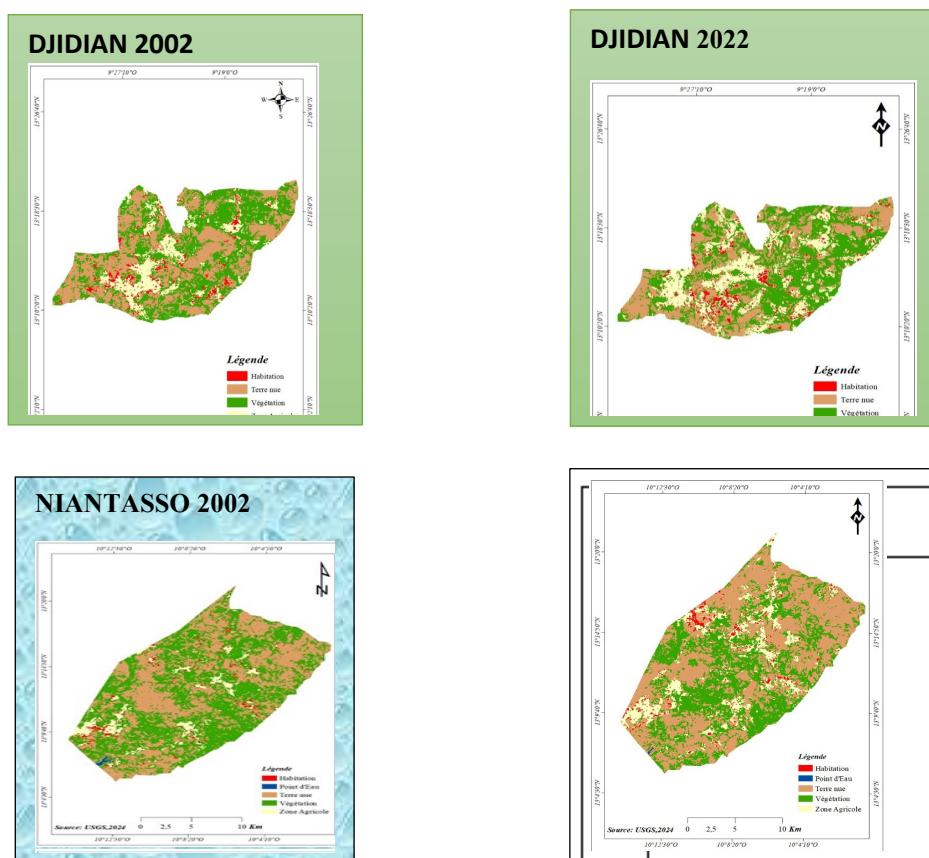
3.1. Caractéristiques sociodémographiques des chefs d'unité de production

La répartition des producteurs par sexe révèle ainsi une majorité masculine avec 316 sur 320, soit 98,8 %, tandis que la part des femmes dans la production de la culture du coton est très faible, avec seulement 1,2 %. En termes de répartition par âge, les producteurs de coton sont dominés par les personnes âgées de 40 ans et plus (62,8 %). Notamment, l'enquête n'a pas révélé la présence d'enfants dans les champs de coton des zones étudiées. Selon les résultats de l'enquête sur le niveau d'éducation, une forte proportion des producteurs (63,5%) sont analphabètes, alors que seulement 36,5% des producteurs sont alphabétisés.

3.2. Dynamique du milieu des communes ciblées par l'étude entre 2002 et 2022

Selon l'étude des photos satellitaires, (figures 2) et l'examen de la figure 3, de 2002 à 2022, la transformation du paysage agricole est fortement influencée par cinq facteurs : le développement des habitations, les points d'eau, les terres nues, la végétation naturelle et la superficie agricole. Entre 2002 et 2022, la superficie habitable a augmenté de 1 851,69 ha à 2 270,84 ha, de 758,41 ha à 767,07 ha, de 996,85 ha à 2 364,70 ha et de 3 010,19 ha à 3 047,81 ha à Djidian, Niantasso, Senko et Sirakoro.

Au cours de la même période, les communes de Niantasso et de Sirakoro ont connu une diminution des points d'eau, passant de 73,8 ha à 16,9 ha et de 761,4 ha à 129,4 ha. Par contre à Senko, ils ont augmenté de 31 ha à 48,5 ha. Aucun point d'eau n'a été identifié dans la commune de Djidian. En ce qui concerne les terres nues, elles ont diminué sur les sites de Djidian et Senko, passant respectivement de 18 038,53 ha à 14 155,48 ha et 17 579,63 ha à 9 053,09 ha.



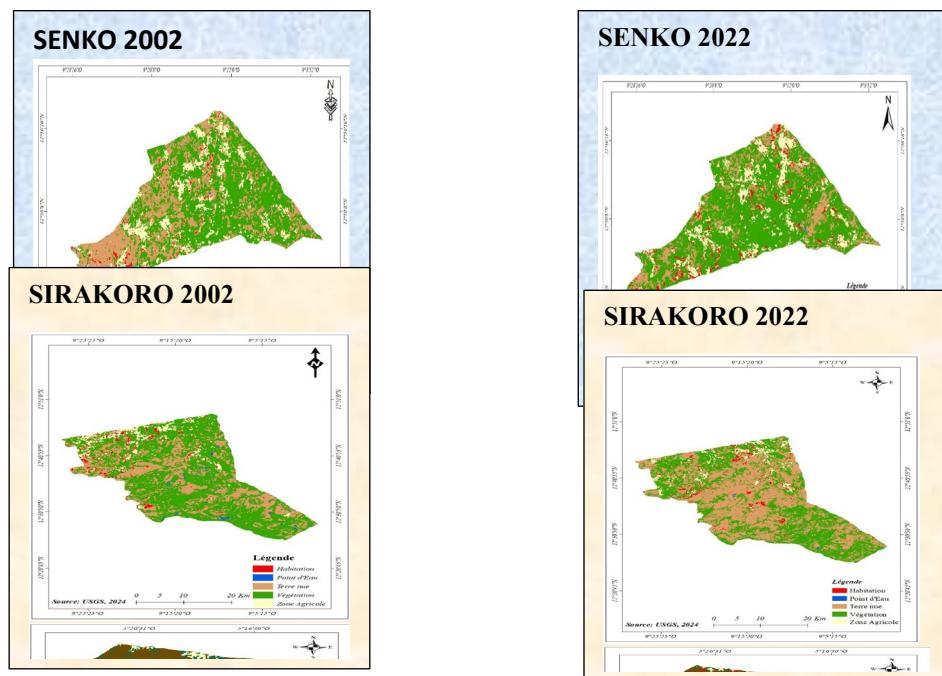


Figure 2 : Carte de dynamique d’occupation des terres dans les communes ciblées par l’enquête (entre 2002 et 2022)

Source : Equipe de recherche, 2024.

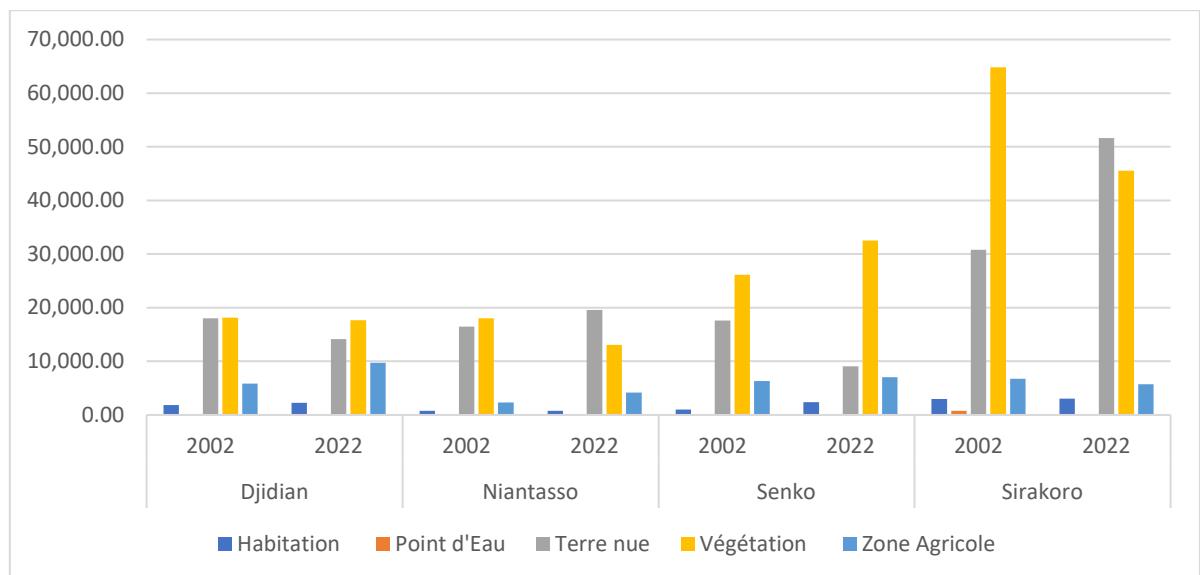


Figure 3 : Evolution des superficies (en ha) des unités ciblées entre 2002 et 2022

Source : Equipe de recherche, 2024

Cependant, elles ont augmenté sur les deux autres sites Niantasso et Sirakoro, avec des superficies variant de 16 448,44 ha à 19 599,07 ha et 30 774,39 ha à 51 631,79 ha.

Sur le plan végétation, les superficies ont diminué dans trois communes : Djidian, Niantasso et Sirakoro, avec des variations de 18 134,08 ha à 17 670,68 ha ; 18 021,06 ha à 13 052,82 ha et 64 807,17 ha à 45 550,17 ha respectifs. D'autre part, à Senko, la superficie végétale a augmenté de 26 152,11 hectares à 32 551,39 hectares.

Trois communes ont également enregistré une augmentation de leur superficie agricole : Djidian a passé de 5 822,44 hectares à 9 749,75 hectares ; Niantasso a passé de 2 312,21 hectares à 4

178,01 hectares et Senko a passé de 6 751,00 hectares à 7 063,69 hectares. Les surfaces agricoles à Sirakoro ont connu une baisse, passant de 6 751,00 hectares à 5 744,94 hectares. Les taux d'évolution des unités d'occupation du sol ont été représentés dans la figure 4 entre 2002 et 2022.

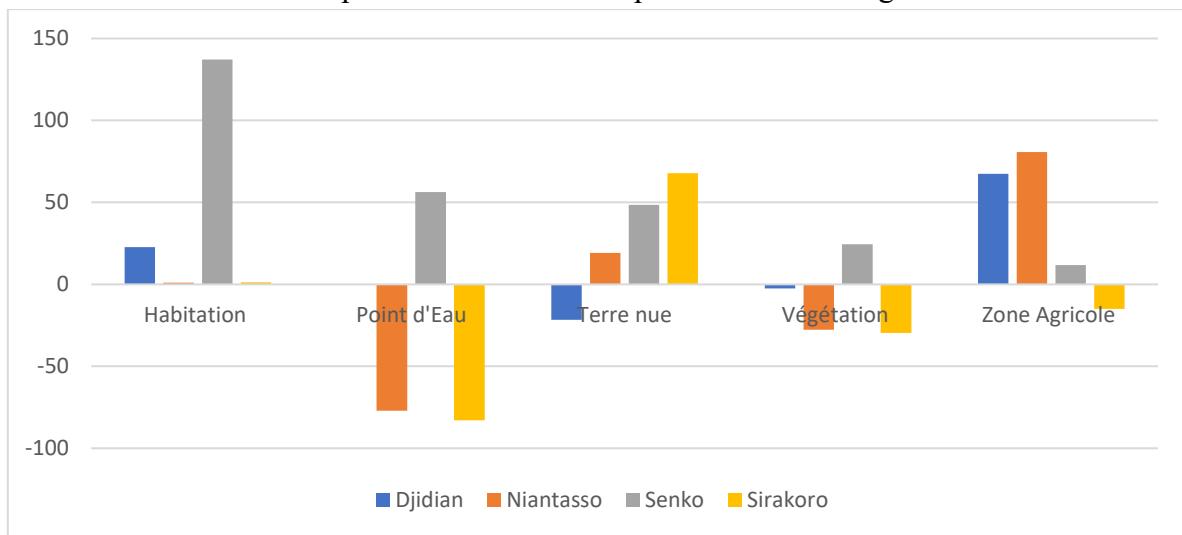


Figure 4 : Evolution des unités d'occupation du sol (en % : 2002- 2022)

Source : Equipe de recherche, 2024

En effet, pour le bâti, les communes de Djidian, Niantasso, Senko et Sirakoro ont connu une hausse de 22,6 %, 1,1%, 137,2% et 1,2 % respectivement. La commune de Niantasso a enregistré une baisse de points d'eau de 435,6 % et de 588,3 % pour la commune de Sirakoro. Par ailleurs, la commune de Senko a augmenté ses points d'eau (64,0 %). Des points d'eau n'ont pas été identifiés dans la commune de Djidian.

Entre 2002 et 2022, les terres nues ont diminué de -21,5%, avec une baisse de -48,5% pour les communes de Djidian et de Senko. Les communes de Niantasso et de Sirakoro ont augmenté de 19,1 %, tandis que celle de Sirakoro a augmenté de plus de 67,8 %.

Pour la végétation naturelle, les accroissements constatés ont été négatifs : - 2,6%, -27,5 %, - 29,7%, respectivement pour les communes de Djidian, de Niantasso et de Sirakoro. Seule la commune de Senko a présenté une tendance à la hausse (24,4 %).

Durant la même période, concernant les zones agricoles, les accroissements ont été de 67,4%, 80,7%, 11,7%, respectivement pour les communes de Djidian, Niantasso, Senko. On note que la commune de Sirakoro a présenté une croissance négative -14,9%).

3.3. Culture du cotonnier, fertilité des sols, leur contamination, dégradation des ressources en eau et perte de la diversité végétale

L'évolution de la fertilité des sols ~~éconçus pour cultiver le cotonnier~~ et celle de la biodiversité microbienne du sol ~~biodiversité~~ entre 2002 et 2022 est illustrée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Evolution de la fertilité des sols allouées à la culture du cotonnier (a) et celles de la biodiversité végétale (b) entre 2002 et 2022

Evolution	Réponse	Effectif (N)	Pourcentage
Evolution de la Fertilité des sols	En baisse	152	47,5
	Stable	101	31,6
	En hausse	67	20,9
	Total	320	100,0

Evolution de la biodiversité microbienne du sol	En baisse	114	35,6
	Stable	176	55,0
	En hausse	30	9,4
	Total	320	100,0

Source : Dembélé B.S. 2023

Il est observé que 47,5% des agriculteurs estiment que la fertilité du sol a baissé. L'analyse de l'évolution de la biodiversité microbienne du sol associée à la culture du cotonnier révèle nettement que 35,6 % des individus sondés ont observé une baisse.

Le tableau 2 présente les superficies emblavées pour les campagnes 2019-2020 et 2020-2021 dans le cercle de Kita lors des campagnes 2019-2020 et 2020-2021.

Tableau 2 : Superficies emblavées en coton dans le cercle de Kita lors des campagnes 2019-2020 et 2020-2021

Campagne	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Pourcentage
	Effectif		
2019 - 2020	90 248		49,3
2020-2021	92 970		50,7
Total	183 218		100,0

Source : Dembélé B.S. 2023

Ainsi, les surfaces cultivées en coton ont connu une augmentation, passant de 90 248 hectares en 2019-2020 à 92 970 hectares durant la saison agricole 2020-2021. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette augmentation, on peut citer autres les facteurs économiques, sociaux et environnementaux. En effet, une hausse des prix d'achat du coton par les producteurs peut favoriser l'expansion des terres cultivées. La possibilité d'obtenir des prêts pour l'achat d'intrants (engrais, semences) incite les agriculteurs à augmenter la production. Il est essentiel d'améliorer les infrastructures pour acheminer le coton vers les points de vente ou d'exportation. Une saison des pluies satisfaisante incite les agriculteurs à investir davantage de terres dans cette culture. Toutefois, il est essentiel de prendre en compte les défis liés à l'augmentation des surfaces emblavées en coton, tels que l'épuisement des sols, les pressions environnementales ou la fluctuation des prix sur le marché international. La coton-culture a entraîné la baisse de la fertilité des sols et celle de la biodiversité microbienne, ce qui a poussé les producteurs à mettre en place trois méthodes principales de restauration : la gestion des sols fertiles, l'agroforesterie et la réintroduction d'espèces locales. (Tableau 3).

Tableau 3 : Propositions de restauration des sols et de la biodiversité selon les producteurs

Propositions	Effectif (N)	Pourcentage
Gestion de la fertilité des sols	210	65,6
Agroforesterie	86	26,9
Réintroduction d'espèces locales	24	7,5
Total	320	100,0

Source : Dembélé B.S. 2023

Ainsi, 65,6% des producteurs sondés adoptent des techniques de préservation de la fertilité du sol, alors que 26,9% se consacrent à l'agroforesterie et 7,5 % introduisent des espèces locales en danger d'extinction. L'importance de la rotation des cultures, des associations agricoles, de

l'agroforesterie, du combat contre l'érosion des sols, de l'amendement organique, de l'usage du compost et de la formation continue des agriculteurs favorisant le partage des méthodes agricoles efficaces avec les autres et leur implication dans les réseaux agricoles ont été soulignées.

L'étude a révélé que 28,4 % des personnes enquêtées utilisent l'urée, 26,0 % le complexe coton, 25,3 % le triplet NPK et 1,9 % le phosphate. Cependant, il a été constaté que 18,4% n'utilisent pas d'engrais chimique.

Par rapport à l'usage des pesticides, 63,1% utilisent des herbicides contre 34,7% des insecticides. En ce qui concerne l'impact de l'utilisation des produits chimiques, 68,1 % des enquêtés affirment que les produits chimiques utilisés peuvent avoir des impacts sur les sols contre 31,9%. (Tableau 4).

On utilise principalement des engrains inorganiques (urée, complexe coton, etc.) pour renforcer la fertilisation du sol et fournir à la culture les nutriments dont elle a besoin pour se développer. Les organismes nuisibles à la culture sont principalement combattus par les producteurs à l'aide de pesticides (insecticides, fongicides, herbicides).

Tableau 4 : Impacts des produits chimiques sur le sol

Impacts	Effectif	Pourcentage
Oui	218	68,1
Non	102	31,9
Total	320	100,0

Source : Dembélé B.S. 2023

L'utilisation excessive d'engrais chimiques semble avoir un effet néfaste sur la nutrition du sol en modifiant les niveaux de nutriments dans le sol. Les pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) contiennent des substances chimiques toxiques qui peuvent s'infiltrer dans le sol en altérant sa structure et en tuant les micro-organismes présents dans le sol. L'utilisation d'herbicides entraîne l'érosion des sols.

La figure 5 représente l'impact des produits chimiques utilisés dans la culture du cotonnier sur les ressources en eau.

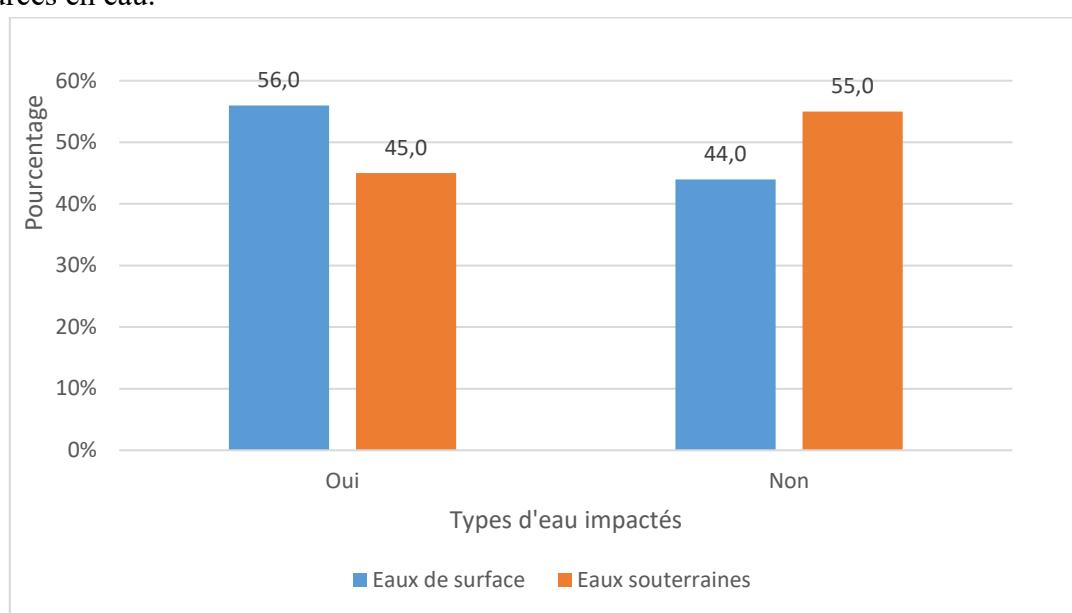


Figure 5 : Impacts des produits chimiques sur les ressources eau

Source : Dembélé B.S. 2023

Ainsi, l'étude a révélé que 56,0% et 45,0% des producteurs ont estimé que ces produits chimiques ont eu un impact respectivement sur les eaux de surfaces et les eaux souterraines.

Les pesticides et les engrains employés dans les cultures de cotonnier peuvent entrer dans le sol et contaminer la nappe phréatique. Elles peuvent aussi se déverser dans les cours d'eau et provoquer la prolifération d'algues, eutrophisant ainsi l'environnement et réduisant la faune et la flore aquatiques.

La figure 6 représente l'impact des produits chimiques sur la végétation naturelle. Il a été remarqué que 70,3% des producteurs sondés ont estimé que les produits chimiques utilisés dans la culture du cotonnier ont un impact négatif sur la végétation naturelle. Lors de notre étude exploratoire, nous avons observé que les savanes boisées et herbeuses sont souvent détruites pour cultiver le coton. Cela conduit à une réduction des espèces locales comme *Adansonia digitata* (Baobab), *Acacia albida* (Balanzan) et *Parkia biglobosa* (Néré). Ces dernières sont cruciales dans l'alimentation humaine et animale. Ces espèces jouent un rôle important dans la pharmacopée traditionnelle.

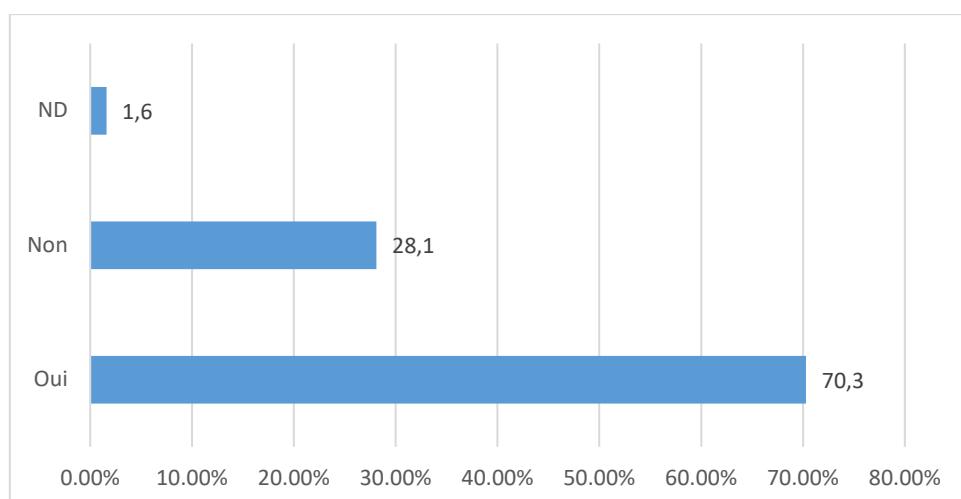


Figure 6 : Impacts des produits chimiques sur la végétation

Source : Dembélé B.S. 2023

La déforestation et l'usage abusif de substances chimiques pour cultiver le cotonnier mettent en péril la disparition de nombreuses plantes médicinales, en particulier le *Combretum micranthum* (quinquéliba). C'est une plante de la famille des combrétacées qui pousse dans les savanes du Mali, du Sénégal, du Niger et du Burkina-Faso. Ses feuilles sont utilisées comme tisane. Elle affecte également des espèces endémiques moins reconnues et moins analysées susceptibles de disparaître suite à la croissance des zones agricoles exploitées par le cotonnier, notamment : *Piliostigma thonningii*, *Anogeissus leiocarpa* et *Daniellia oliveri*.

Les herbicides employés ont la capacité de détruire des plantes non ciblées ainsi que leurs animaux associés, ce qui entraîne une diminution de la diversité biologique. Les mauvaises herbes résistantes sont souvent causées par leur utilisation répétée. Enfin, le vent transporte souvent les pesticides pulvérisés sur les cultures du cotonnier et ils peuvent avoir un impact sur les polliniseurs tels que les abeilles et les papillons.

4. Discussion

La discussion porte sur les résultats suivants : les caractéristiques sociodémographiques, la modification du paysage agraire, l'impact de la culture du cotonnier sur d'une part la qualité des sols, les ressources en eau et la biodiversité végétale d'autre part.

4.1. Des caractéristiques sociodémographiques variées

La répartition par sexe des producteurs montre donc une majorité masculine avec 319 sur 320, soit 98,8 %, tandis que la part des femmes dans la production de la culture du coton est très faible, avec seulement 1,2 %. En ce qui concerne la répartition par âge, les cotonniers sont majoritairement composés de 40 ans et plus (62,8 %). En particulier, l'étude n'a pas mis en évidence la présence d'enfants dans les champs de coton des localités étudiées. D'après les résultats de l'étude sur le niveau d'éducation, 63,5% des producteurs sont analphabètes, tandis que 36,5% des producteurs sont alphabétisés. Les études de C., Wade, (2003, p.7), confirment que la majorité des hommes parmi les cotonniers, avec une forte proportion (93,0 %) d'hommes dans la production de l'anacarde au Sénégal. Selon A., Samaké, *et al.*, (2017, p. 10), un résultat similaire a été obtenu : les chefs d'exploitation âgés de plus de 45 ans étaient les plus nombreux (60,0%). On a observé un résultat identique à Bamako, où 60,6 % des responsables d'unité de production interrogés avaient entre 40 et 49 ans, (Maiga, F., 2012, p. 55). Au Mali, il est observé que 91,0 % des chefs de ménage sont des hommes, (INSTAT, 2019, p. 47). Selon les informations du Ministère de l'économie et du plan au Mali, seulement 10,5 % des foyers sont dirigés par des femmes. Il s'agissait de 15,8 % à Mopti, tandis que cela était de 6,4 % dans la région de Bougouni. Le taux d'alphabétisation des adultes au Mali est le plus faible à l'échelle mondiale : 26,0 % en 2006 (50,0% en Afrique de l'Ouest, (PNUD, 2022). Ce phénomène témoigne clairement de l'échec actuel du système scolaire. Toutefois, à l'instar de nombreux pays en développement, l'éducation au Mali connaît une augmentation notable des indicateurs quantitatifs, mais l'évolution qualitative demeure faible.

4.2. Télédétection : un moyen d'illustration de la modification du paysage agraire

La télédétection, en utilisant à la fois des photos aériennes, des images satellitaires multi-sources et multi-dates a révélé une dégradation significative de la végétation, des habitations et des zones agricoles entre 2002 et 2022. En ce qui concerne cela, Te-C., Chang, *et al.*, (2023, p.2397-2412), ont examiné l'impact des changements climatiques sur la dégradation de la végétation dans différentes régions, en se basant sur des données provenant de différentes sources pour une période similaire. Les informations données par M. C., Hansen, *et al.*, (2013, p.850-853), portent sur la déforestation et les changements dans le couvert forestier, en particulier dans les régions tropicales. NASA Earth Observatory, (2021), utilise les images satellites pour illustrer la dégradation de la végétation à la suite des incendies en Australie. La télédétection a été utilisée pour comprendre et analyser les changements des formes environnementales qui se sont produits entre 1958 et 2005 dans la région de Tchago au nord-ouest de Gouré au Niger, (Tidjani, A., 2009, p. 73-77).

4.3. Des effets négatifs de la culture du cotonnier sur les sols, les ressources en eau et la diversité végétale

Il est observé que 47,5% des agriculteurs estiment que la fertilité du sol a baissé. Selon V., Hauchart, (2008, p. 95-102), il est mentionné que le climat dans la région cotonnière du Burkina Faso est caractérisé par des précipitations abondantes et irrégulières, ce qui entraîne une dégradation des sols. L'érosion est particulièrement active au début du cycle végétatif du coton, en mai et juin, car les sols, encore non couverts mais déjà meubles et profondément labourés, sont arrosés par des précipitations dévastatrices qui alimentent le ruissellement et provoquent la désagrégation du sol. Le substrat est dégradé par ces processus, ce qui entraîne l'érosion des sols et une baisse de la fertilité.

Selon l'enquête, 68,1 % des répondants, affirment que les produits chimiques utilisés peuvent avoir un impact sur les sols. A ce sujet, le cotonnier a un impact important sur la qualité et la structure des sols, notamment en raison de son niveau de production élevé. L'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) sont des nutriments essentiels consommés par le cotonnier. Selon M.A., Ali, *et al.*, (2020, p. 9-30) et I.H., Zonta, *et al.*, (2019, p. 293-300), cette demande excessive entraîne un épuisement rapide des nutriments du sol, ce qui réduit la fertilité du sol et nécessite des apports constants d'engrais chimiques pour maintenir les rendements, on note que le cotonnier a un impact important sur la qualité et la structure des sols, notamment en raison de son niveau de production élevé. Selon R., Lal, *et al.*, (2003, p. 1-12.), il a été démontré que les sols qui sont continuellement cultivés avec du coton perdent en matière organique, ce qui a un impact sur leur capacité à retenir l'eau et à maintenir une structure solide. Les labours fréquents utilisés pour préparer les champs de coton, associés à l'utilisation régulière de machines agricoles lourdes, entraînent une compaction plus importante du sol. Selon Zeleke, T., *et al.*, (2019, p. 23-34.), cela diminue la porosité et la perméabilité du sol, ce qui rend les sols plus vulnérables à l'érosion causée par l'eau et le vent. Selon H., Jamali, *et al.*, (2021, 11 p.), la compaction diminue également l'infiltration d'eau, ce qui accroît le risque de ruissellement et de perte de sol fertile.

L'analyse de l'évolution de la biodiversité associée à la culture du cotonnier révèle nettement que 35,6 % des individus sondés ont observé une baisse de la densité microbienne du sol, En effet, les pesticides utilisés de manière excessive pour la culture du coton ont un impact sur la diversité microbienne des sols. Selon T., Isha, Sridevi, *et al.*, (2022, p. 38-56), les pesticides ont la capacité de perturber les populations de bactéries bénéfiques et de champignons mycorhiziens, qui jouent un rôle essentiel dans le cycle des nutriments et la santé des végétaux. Dans les sols soumis à des traitements intensifs de pesticides et d'herbicides, il y a une baisse des microorganismes fixateurs d'azote et des champignons. D'après les résultats du Rapport National « NDT » Mali, (2020, 20 p.), les terres agricoles peuvent causer la perte de nutriments (perte de la fertilité du sol) et l'encroûtement des sols. Cela conduit également à une réduction de la biodiversité et à une diminution de la couverture végétale. En outre, il est possible de modifier la structure du sol, ce qui entraîne une érosion éolienne et hydrique qui se manifeste par la formation de dunes de sable et de glacis, ainsi que la baisse des eaux souterraines pendant la saison sèche.

L'étude a révélé que 56,0% et 45,0% des producteurs ont estimé que ces produits chimiques ont eu un impact respectivement sur les eaux de surfaces et les eaux souterraines. Selon J.M., Dépâma, *et al.*, (2009, P. 22), au Burkina Faso, la culture du coton joue un rôle essentiel dans l'économie, mais son développement met en péril les écosystèmes et la biodiversité des zones protégées telles que le parc national de Pô. En raison des pratiques agricoles intensives et des implantations humaines à proximité du parc, les ressources naturelles sont dégradées, notamment par des prélèvements illégaux sur la végétation, une augmentation de la pression sur le sol et une contamination chimique des eaux causée par l'utilisation excessive d'intrants agricoles, la faune locale étant menacée. En ce qui concerne la diminution de la diversité biologique, J.E., Belières, *et al.*, (2009, p. 15), ont mis en évidence que les défrichements, la réduction des jachères (allongement ou disparition) et les méthodes de culture (pesticides et herbicides à large spectre) ont eu un impact sur l'évolution de la biodiversité animale et végétale. Cependant, il existe peu de recherches scientifiques qui permettent de quantifier ces phénomènes à l'échelle du bassin cotonnier. Selon R., Bendjelloul, *et al.*, (2021, p. 55), une étude portant sur les conséquences des pesticides (insecticides) sur la biomasse des sols à court terme a révélé que les bactéries et les

champignons sont touchés par l'utilisation des produits phytosanitaires. Ils ont un effet néfaste sur la biomasse microbienne.

Il est remarqué que 70,3% des producteurs sondés ont estimé que les produits chimiques utilisés dans la culture du cotonnier ont un impact négatif sur la végétation naturelle. En effet, la culture du cotonnier substitue les écosystèmes naturels et a des conséquences néfastes sur la flore locale et la diversité biologique. De leur côté, M.A., Ali, *et al.*, (2020, p. 9-30), ont étudié les conséquences du changement climatique sur la production de coton et les méthodes d'adaptation du sol, en particulier le travail du sol. Ils ont repéré les causes d'un faible rendement du coton et ont suggéré des modifications du sol qui pourraient augmenter sa productivité. Selon, C. M., Benbrook, (2012, p. 24), la conversion de prairies en monocultures de coton réduit les espaces disponibles pour les espèces endémiques et entraîne une diminution de la diversité floristique. Les herbicides employés dans les champs de coton pour lutter contre les mauvaises herbes peuvent avoir un impact sur la végétation native, notamment dans les zones voisines. Selon des recherches, il est démontré que certains herbicides ont la capacité de se déplacer en dehors des zones de culture et de diminuer la croissance des plantes indigènes, ce qui met en péril la diversité des écosystèmes locaux (Ali, M.A., *et al.*, 2020, op.cit.). D'après N., Kaur, (2014, p. 279-286), les caractéristiques de l'agriculture intensive sont l'apport important de capital et de main-d'œuvre, l'utilisation massive de pesticides et d'engrais chimiques par rapport à la superficie des terres, ce qui a entraîné une contamination de l'environnement en accroissant l'érosion et en empoisonnant l'eau, etc. Les champs de coton peuvent être pollués par les pesticides, herbicides et engrains qui peuvent s'infiltrer dans les nappes phréatiques ou se déverser dans les cours d'eau. Selon diverses recherches, il a été démontré que les résidus de nitrates et de phosphates peuvent provoquer l'eutrophisation des eaux, ce qui entraîne une prolifération excessive d'algues qui altèrent la qualité de l'eau et perturbent les écosystèmes aquatiques (Gibbons, D., *et al.*, 2006, p.1-32).

5. Conclusion

Cette étude a analysé les impacts négatifs de la culture du cotonnier sur l'environnement dans le cercle de Kita. Cependant, elle a rencontré certaines limites. En effet, l'insécurité dans certains villages nous a souvent obligés à accélérer notre enquête et à rentrer à notre base plus tôt que prévu. De surcroît, des contraintes financières et un manque de temps ont freiné notre capacité à réaliser des entretiens approfondis. La méthodologie s'est appuyée sur la revue de la littérature, l'analyse spatiale, la réalisation d'une enquête par questionnaire qui a porté sur un échantillon aléatoire de 320 chefs d'unité de production.

La répartition par sexe des producteurs de coton révèle une nette dominance masculine, avec 319 hommes sur 320, soit 98,8 %. En comparaison, la proportion de femmes impliquées dans la culture du coton est très faible, à seulement 1,2 %. Concernant la répartition par âge, une majorité des producteurs de coton, soit 62,8 %, a 40 ans ou plus. Notons également que l'étude n'a pas observé de présence d'enfants travaillant dans les champs de coton des localités analysées. En ce qui concerne le niveau d'éducation, les résultats indiquent que 63,5 % des producteurs sont analphabètes, alors que 36,5 % ont reçu une éducation. Ces données confirment largement notre première hypothèse de travail : « *Les producteurs de coton des cercles de Kita appartiennent à différents profils sociologiques* ».

Entre 2002 et 2022, l'analyse des images satellitaires révèle que la transformation du paysage agricole a été influencée par cinq principaux facteurs : l'urbanisation, les points d'eau, les terres

nues, la végétation naturelle et les surfaces agricoles. L'urbanisation a connu une hausse dans toutes les communes, avec une croissance particulièrement marquée à Senko, qui a bondi de 137,2 %. Cependant, les points d'eau ont subi une diminution significative à Niantasso (-435,6 %) et Sirakoro (-588,3 %), tandis qu'à Senko, une légère augmentation de 64,0 % a été observée. Il est à noter que Djidian ne comptait aucun point d'eau. Les terres nues ont diminué à Djidian et Senko (-48,5 %), tandis qu'elles ont augmenté à Niantasso (+19,1 %) et Sirakoro (+67,8 %). En ce qui concerne la végétation, une régression a été constatée dans trois des communes (-2,6 % à Djidian, -27,5 % à Niantasso, -29,7 % à Sirakoro), à l'exception de Senko, où la végétation a progressé de 24,4 %. Les superficies agricoles ont également enregistré des variations : elles ont augmenté à Djidian (+67,4 %), Niantasso (+80,7 %) et Senko (+11,7 %), tout en reculant à Sirakoro (-14,9 %). Ces évolutions témoignent d'une dynamique territoriale marquée par l'essor urbain et la pression sur les ressources naturelles. Ces résultats viennent confirmer la deuxième hypothèse de travail : « *L'étude des photos satellitaires, de 2002 à 2022, montre la transformation du paysage agricole relative aux habitations, aux points d'eau, aux terres nues, à la végétation naturelle et superficie agricole* ».

Près de la moitié des agriculteurs, soit 47,5 %, ont observé une diminution de la fertilité des sols. Une large majorité, à hauteur de 68,1 %, admet l'impact des produits chimiques sur cette fertilité. Par ailleurs, 35,6 % des personnes interrogées font état d'une baisse de la densité microbienne dans le sol. Les conséquences de ces produits chimiques ne se limitent pas aux sols, elles touchent également les ressources en eau, affectant les eaux de surface pour 56,0 % des répondants et les eaux souterraines pour 45,0 %. Enfin, 70,3 % des producteurs estiment que ces substances nuisent à la végétation naturelle, validant ainsi la dernière hypothèse de l'étude : « *L'utilisation abusive des engrangements chimiques et des pesticides par les producteurs a entraîné la baisse de fertilité des sols, leur contamination la dégradation des ressources en eau et la perte de la diversité végétale* ».

La culture du cotonnier malgré qu'elle présente des avantages économiques évidentes dans le cercle de Kita, a aussi des effets néfastes sur la végétation, les sols ainsi que les ressources en eau. Pour atténuer ces effets néfastes et lutter contre la contamination, nous proposons plusieurs solutions, notamment l'agriculture biologique, la lutte biologique, y compris l'utilisation de pesticides naturels, ainsi que la promotion de pratiques agroécologiques. Afin d'atteindre ces objectifs, il est crucial d'acquérir un soutien technique et institutionnel, ce qui permettra de renforcer la résilience de la culture du coton face aux défis actuels, tout en continuant à soutenir le développement socio-économique du Mali.

Contribution des auteurs

M. Boubacar Sidiki DEMBELE a coordonné la collecte des données sur le terrain et il a participé à la rédaction de l'article.

M. Famagan-Oulé KONATE a supervisé toutes les étapes de la rédaction de cet article.

M. Abdoukkadri Oumarou TOURE participé à la rédaction de l'article.

M. Mamadou S. DIALLO a participé à la rédaction de l'article.

Conflit d'intérêt

Nous déclarons qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt.

Financement

Aucun financement n'a été reçu pour ce travail.

Considérations éthiques

Consentement éclairé des interviewés.

Références bibliographiques

- Ali, M., & Qureshi, R., (2008). Impact of intensive cotton farming on soil degradation and water resources in central Pakistan, *Environmental Management*, 37(4), 20 p.
- Ali, M.A., & Ahmed. N., (2020). Soil Management and Tillage Practices for Growing Cotton Crop. In: Ahmad, S., Hasanuzzaman, M. (eds) Cotton Production and Uses. Springer, Singapore, 22 p. Disponible sur https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_2. Consulté le 13 janvier 2025.
- Altieri, M. A., (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 74(1–3), 6 p.
- Baghdadli, I., & Raballand, G., (2007). *Le secteur du coton en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Les Éditions Saint-Martin, Québec, Canada. 131p.
- Belières, J-F., & Droy I. (2009). *Conflits de durabilités dans le bassin cotonnier au Mali*. In *Systèmes de production et durabilité dans les pays du Sud*, Thibaud, B. et François, A. Eds, Karthala, 27 p.
- Benbrook, C. M., (2012). Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S- the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe*, 24(1), p. 24. Disponible sur <https://doi.org/10.1186/2190-4715>. Consulté le 10 janvier 2025.
- Bendjelloul, R., & Telli, L. (2021). *Impact l'insecticides (Abamectine) sur la biomasse microbienne des sols oasisens. Cas de la région de Ouargla*. Université Kasdi merbah-ouargla, Faculté des Sciences de la nature et de la vie département des sciences agronomiques mémoire de fin d'études de master académique, 64 p.
- Bernier, B., (1992). Introduction à la microéconomie, *Dunod*, Paris 217 p
- Chang, C. T., & Dai, J. (2023). Remote Sensing of Climate-Vegetation Dynamics and Their Effects on Ecosystems. *Remote Sensing*, 15 (21), 5097, 7 p.
- Chang, Te-Chang, & Dai, J.; (2023). Remote Sensing of Climate-Vegetation Dynamics and Their Effects on Ecosystems. *Remote Sens*, 15(21), 5097. Disponible sur <https://doi.org/10.3390/rs15215097>. Consulté le 11 janvier 2025.
- De Bock, O., & Laaja, R., (2010). *Etude de faisabilité : Quels mécanismes de micro-assurance privilégier pour les producteurs de coton au Mali ?* Centre de Recherche en Economie du Développement FUNDP - Département de sciences économiques, Belgique, 37 p.
- Dembélé, M. & Diallo, S. (2019). Évaluation des effets environnementaux de la culture cotonnière au Mali, *Revue Africaine d'Agronomie*, 14(2), 13 p.
- Dembélé, M., & Samaké, I., (2021). Evaluation de la dynamique des rendements de la banane au sein des différentes catégories d'acteurs agricoles au Sud du Mali. *International Journal of Engineering and Techniques*, 7(4). 19 p. Disponible sur <https://doi.org/10.29126/23951303/IJET-V7I4>. Consulté le 5 janvier 2025.
- Dipama, J-M., (2009). Les risques de dégradation des écosystèmes liés à la culture du coton au Burkina Faso : le cas du parc national de Pô. *Revue de l'Université de Moncton*, 25 p.
- Djibril, A. (2017). Impact de la culture du coton sur l'environnement au Mali, *Université de Bamako*, 12 p.
- Hansen, M. C., & Townshend, R.G., (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover. *Change Science*, 342(6160), 4 p.
- Hauchart, V. (2008). Cotton cultivation, rainfall and soil degradation in Mouhoun (Burkina Faso). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 19 (2), 8 p.

Institut National de la Statistique, (2019). *Enquête démographique et de santé, 2018*, INSTAT. Bamako, 593 p.

Isha, Sridevi T., & Rajesh L., (2022). Effect of Pesticides on Crop, Soil Microbial Flora and Determination of Pesticide Residue in Agricultural Produce: A Review. *International Journal of Environment and Climate Change* 12 (12), 19 p. Disponible sur <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i121437>. Consulté le 14 janvier 2025.

Jamali, H., & Braunack, M., (2021). Soil compaction in a new light: Know the cost of doing nothing—A cotton case study. *Soil and Tillage Research*, 213, (105158), 11 p. Disponible sur <https://doi.org/j.still.2021.105158>. Consulté le 13 janvier 2025.

Kaur, N., (2014). Impact of intensive agriculture on natural resource base of Punjab- a review. *Agricultural Reviews*, 35(4), 8 p. Disponible sur <https://doi:10.5958/0976-0741.2014.00915.5>. Consulté le 12 janvier 2025.

Lal, R., (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 4 p.

Maiga, F. (2012). *Analyse des externalités négatives du développement urbain de Bamako et pollution du fleuve Niger*, Thèse de Doctorat unique en Géographie de l'environnement, Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée de Bamako (ISFRA), 190 p.

Montgomery, D. R., (2007). Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (33), 5 p.

Ministère de l'Economie et du Plan, (2023), Résultats provisoires du recensement général de la population et de l'habitat de 2022, Direction nationale de la statistique et de l'informatique (DNSI), Bamako, p. 30.

OIT. (2022). Activités du projet CLEAR Cotton au Mali. 4 route des Morillons, CH-1211 Genève 22, Suisse. Sur <https://www.ilo.org>. Consulté le 21 mars 2025.PAN Mali. (2021). *Rapport National sur les Pesticides Extrêmement Dangereux (HHP)*. Action pour la Conservation de l'Environnement et le Développement Durable 'ACEDD) / International Pollutant Elimination Network (IPEN), Sévaré-Mopti, (Mali), 52 p.

PNUD, (2022). Rapport sur le développement humain 2021/2022, 337 p. Disponible sur <http://hdr.undp.org>, Consulté le 14 janvier 2025.

Potts, S. G., & Kunin, W. E., (2010). Global pollinator declines: trends, impacts, and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 9 p.

Programme de Définition des Cibles nationales de la Neutralité de Dégradation des Terres (PDC/NDT), (2020). Rapport National « NDT » Mali, 20 p. Disponible sur <https://www.unccd.int>. Consulté le 25 décembre 2024.

Reddy, K. R., & Hodges, H. F., (2018). Crop Production and Soil Management for Cotton Farming. *Agricultural Science*, 52(2), 13 p.

Samaké, A., & Konaté F-O., (2017). Déterminants démographiques, économiques et contraintes d'adoption des innovations technologiques de fertilisation des sols dans les communes de Méguétan (cercle de Koulikoro) et de Kléla (cercle de Sikasso). *Revue du Laboratoire Leidi-ISSN0851-2515- N°09*, décembre 2017, Sénégal, 17 p.

Tidjani, A., & André, K. S., (2009). Apports de la télédétection dans l'étude de la dynamique environnementale de la région de Tchago (nord-ouest de Gouré, Niger), 5 p. Disponible sur <https://geoecotrop.bf.pdf>. Consulté le 10 janvier 2025.

- Tilman, D., & Polasky, S., (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 4 p.
- Toure M.M., & Nasser B M., (2024). Effet de la production cotonnière sur l'environnement physique dans un contexte de réformes institutionnelles dans la commune de Kandi au Nord Bénin. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 7(1), 10 p. Disponible sur <https://www.rafea-congo.com>. Consulté le 11 janvier 2025.
- Vaissayre, M., & Cretenet, M., (2008). Risques environnementaux liés à la culture du cotonnier en Afrique francophone : bilan et évolutions en cours, Ouagadougou. Technical Seminar, 20 novembre 2008. *ICAC*, 67, 5 p.
- Wade, C. S., (2003). *L'Utilisation des pesticides dans l'agriculture périurbaine et son impact sur l'environnement*. Thèse de docteur en pharmacie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, faculté de Médecine de Pharmacie et Ondoto-stomatologie, Département de Pharmacie, 55 p.
- Zeleke, T., & Kassa, B., (2019). Soil erosion risk assessment in cotton farming areas. *Soil & Water Conservation*, 9(1), 10 p.
- Zonta, J. H., & Rosa, R. S., (2020). Soil nutrient depletion in cotton monoculture systems. *Brazilian Journal of Agriculture*, 45(3), 8 p.

@ 2025 DEMBELE, Licensee *Bamako Institute for Research and Development Studies Press*. Ceci est un article en accès libre sous la licence the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

Note de l'éditeur

Bamako Institute for Research and Development Studies Press reste neutre en ce qui concerne les revendications juridictionnelles dans les publications des cartes/maps et affiliations institutionnelles.