



UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI

Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires
Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement

Revue scientifique thématique semestrielle
Environnement et Dynamique des Sociétés

*Evaluation de la dégradation des terres
dans la zone de cultures pluviales du Niger*

Sous la direction de :
Professeur BOUZOU MOUSSA Ibrahim



Numéro
Spécial
Juin
2026



ISSN



1859 - 5146

Presse Universitaire
Niamey



UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI (NIGER)

Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires
Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement

LERTESS - AD**Revue scientifique thématique semestrielle****E**nvironnement et **D**ynamique des **S**ociétés

FACTEUR D'IMPACT (SJIFactor.com)		INDEXATION EDS	
2024	4,9		https://sjifactor.com/passport.php?id=23616
2023	4,866		https://universiteabdoumoumouni.deniamy.academia.edu/EnvironnementetDynamiquedesSoci%C3%A9t%C3%A9sEDS
2022	4,497		https://portal.issn.org/resource/ISSN/1859-5146
2021	4,09		https://orcid.org/0009-0006-0118-2004
2020	3,752		

Photo de couverture :

A : Vue de la bordure du plateau de Tondi Kiboro (Commune rurale de Dantiandou, Département de Kollo, Région de Tillabéri Niger - (Source : Google Earth Pro)

B : Revers du plateau de Hamdalaye aménagé en demi-lunes pastorales (Source : Abdoulaye Boubacar Na-Allah, Août 2025)

C : Vue de la mare de Tondi Kiboro (Commune rurale de Dantiandou, Département de Kollo, Région de Tillabéri Niger - (Source : Abdoulaye Boubacar Na-Allah, Août 2025)

MAQUETTE & PAO: Dr MAMAN WAZIRI MATO Zaneidou, LERTESS/AD, UAM - Niamey**Numéro Spécial****ISSN****1859-5146****JUIN 2026**

Note aux auteurs

La revue « Environnement et Dynamique des Sociétés » du Laboratoire d'étude et de recherche sur les territoires sahélo-sahariens : aménagement, développement est une revue thématique semestrielle. Elle publie en français ou en anglais des articles originaux ou des ouvrages résultant des recherches effectuées dans l'école doctorale Lettres, Arts, Sciences de l'Homme et de la Société par des chercheurs extérieurs dans les domaines d'intérêt de la revue. Pour faciliter l'édition, les auteurs sont invités à suivre les recommandations suivantes :

- [1]. En principe aucun article ne doit occuper plus de 15 pages dans la revue, tout compris, sachant qu'une page de la revue contient environ 500 mots.
- [2]. Le manuscrit doit être soumis en version numérique. L'article doit répondre à la structure suivante :
 - a) Pour un article qui est une contribution théorique et fondamentale : le titre (il doit être concis mais complet et précis), le nom et prénoms de l'auteur ou les noms et prénoms des auteurs suivis de son titre ou de leurs titres académiques ou professionnels, le nom de l'institution ou les noms des institutions d'appartenance de l'auteur ou des auteurs et son adresse ou leurs adresses (y compris les adresses mail). Le plan du texte doit répondre au schéma suivant : Introduction (justification du thème, problématique, hypothèses/objectifs scientifiques, approche), Développement articulé, Conclusion, Bibliographie.
 - b) Pour un article qui résulte d'une recherche de terrain : le titre (il doit être concis mais complet et précis), le nom et prénoms de l'auteur ou les noms et prénoms des auteurs suivis de son titre ou de leurs titres académiques ou professionnels, le nom de l'institution ou les noms des institutions d'appartenance de l'auteur ou des auteurs et son adresse ou leurs adresses (y compris les adresses mail). Le plan du texte doit répondre au schéma suivant : Introduction, Méthodologie, Résultats et Discussion, Conclusion, Bibliographie.
- [3]. Le texte au format A4, doit être saisi en police Times New Roman, taille 12 pour le corps du texte et 14 pour les titres et avec un interligne de 1,5. Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction et de la conclusion et de la bibliographie doivent être titrées et numérotées par des chiffres (exemples : 1. 1.1. 1.2. ; 2. ; 2.1. ; 2.2.1. ; 2.2.2. ; 3. ; etc.).
- [4]. Les auteurs peuvent envoyer leurs textes qui doivent être traités en Word sur PC par Internet à EDS : revueeds@gmail.com.
- [5]. Tout article doit être accompagné d'un résumé n'excédant pas 200 mots avec indication des mots clés au maximum 5 en français et d'un Abstract et des Key words en anglais. Ces résumés doivent permettre au lecteur d'apprécier exactement l'intérêt de l'article, les problèmes posés, les méthodes employées et les résultats obtenus. Ils doivent être rédigés avec le plus grand soin, dans une langue claire.
- [6]. Les illustrations qui doivent être pertinentes (photos, croquis, graphiques, cartes et tableaux) se limiteront au minimum nécessaire.
- [7]. Les références bibliographiques : elles doivent être citées dans le texte de la manière suivante : (B. Yamba, 1975, p21). Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné suivi de : « et al. ». A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique croissant et de date pour un même auteur le tout numéroté. Pour chaque référence, inclure les noms complets de tous les auteurs. Une référence en ligne (Internet) est acceptable si elle s'avère fiable et crédible, on prend soin de mentionner le lien (la page web). Exemple : ANTHELME Fabien, BOISSIEU Dimitri, GIAZZI Franck et WAZIRI MATO Maman - (Page consultée le 30 mai 2011) *Dégradation des ressources végétales au contact des activités humaines et perspectives de conservation dans le massif de l'Air (Sahara, Niger)* - Vertigo, La revue électronique en sciences de l'environnement, Vol.7 no2, Adresse URL : <http://www.vertigo.uqam.ca/>.

Exemples :

- ▽ **Pour un article de journal ou revue** : Nom (s) suivi du prénom (s) de l'auteur (s); la date de parution de l'article : le titre de l'article, le titre du périodique en italique et précédé de « in » ; le volume et le numéro de la première et de la dernière page de l'article. Exemple : BOUZOU MOUSSA Ibrahim., 2003 - Les loupes d'érosion, formes majeures de dégradation des terres de glaciés à sols indurés : Cas de Bogodjotou (Niger). In *Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey*, Tome VII, pp. 220-228.
 - ▽ **Pour les ouvrages** : le nom de l'auteur précédé du prénom (s) ; la date de l'édition ; le titre complet de l'ouvrage en italique ; le nombre de volumes et le nombre total de page ; le nom de l'éditeur ; le lieu de l'édition. Exemple : KILANI Mondher et WAZIRI MATO Maman, 2000 - *Gomba Hausa : dynamique du changement dans un village sahélien du Niger*, éditions Payot, Lausanne, 175 pages.
 - ▽ **Pour un chapitre dans un ouvrage** : le nom de l'auteur précédé du prénom (s) ; la date de l'édition ; le titre complet du chapitre ; le titre de l'ouvrage en italique, le nom de l'éditeur entre parenthèse ; la maison d'édition ; le lieu de l'édition. Exemple : MOTCHO Henri Kokou, 2007 - Dynamique urbaine et intégration régionale en Afrique de l'Ouest. - In : *Les États-nations face à l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest : le cas du Niger*, (WAZIRI MATO, éd.), Karthala, Paris, pp. 121-137.
 - ▽ **Pour un article d'acte de colloque** : le nom de l'auteur précédé du prénom (s) ; la date de l'édition ; le titre de l'article, titre du colloque précédé de in, le nom de la revue, le lieu d'édition, le volume et le numéro de la première et de la dernière page de l'article. Exemple : BOUZOU MOUSSA Ibrahim, 1998 - Dégradation des terres et pauvreté au Niger : cas du terroir villageois de Windé - Bago (Dallol Bosso Sud). In: *Actes du Colloque du Département de Géographie FLSH/UAM Niamey 4-6 juillet 1996. Urbanisation et pauvreté en Afrique de l'Ouest*. Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, n° Hors-Série, pp.49-61.
 - ▽ **Pour une agence gouvernementale ou internationale considérée comme auteur** : Ministère de l'Aménagement du Territoire et du Développement Communautaire, 2006 - *Guide national d'élaboration d'un plan de développement communal*, Direction Générale du Développement Communautaire, 35 pages.
- [8]. Les notes : elles doivent être en bas de chaque page et mentionnées dans le texte par leur numéro respectif. La police est la même avec le texte mais de taille 10.
 - [9]. Les cartes, les graphiques et les figures : ils doivent être produits à l'échelle définitive avec des dimensions adaptées au format de la revue. Les titres sont placés en haut.
 - [10]. Les photographies : il faut fournir des tirages bien contrastés en couleurs ou en noir et blanc. Les titres sont placés en haut.
 - [11]. Les tableaux : ils sont numérotés en chiffre arabe et le titre doit être placé en bas.

UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI (NIGER)*Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement***Revue scientifique thématique semestrielle****Environnement et Dynamique des Sociétés****DIRECTEURS DE PUBLICATION****Directeur de publication** : Pr AMADOU Boureima**Directeur Adjoint de publication** : Pr WAZIRI MATO Maman**COMITE SCIENTIFIQUE**

Pr AMADOU Boureima, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr BOUZOU MOUSSA Ibrahim, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr MOTCHO Kokou Henri, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr ISSA DAOUDA Abdoul-Aziz, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr TANDINA OUSAMANE Mahamane, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr TIDJANI ALOU Mahamane, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr YAMBA Boubacar, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr ZOUNGROUNA Pierre Tanga, Université J. K. de Ouagadougou (Burkina Faso) ; Pr WAZIRI MATO Maman, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr BONTIANTI Abdou, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr MOUNKAÏLA Harouna, Université Abdou Moumouni, Niamey, Pr. BOULAMA Kaoum, Université Abdou Moumouni de Niamey, Pr BOUKPESSI Tchaa, Université de Lomé (Togo), Pr. YABI Ibouaïma, Université d'Abomey-Calavi (Benin), Pr. KABLAN N'guessan Hassy Joseph, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire), Pr. KADET GAHIE Bertin, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan (Côte d'Ivoire), KADOUZA Padabô, Université de Kara (Togo).

COMITE DE REDACTION**Rédacteur en chef** : Pr WAZIRI MATO Maman**Rédacteur en chef Adjoint** : Pr DAMBO Lawali

Membres : Pr MOUNKAÏLA Harouna, Pr BODE Sambo, Dr ABDOU YONLIHINZA Issa (MC), Dr YAYE SAIDOU Hadiara (MC), Dr BAHARI IBRAHIM Mahamadou (MC), Dr MAMAN Issoufou (MC), Dr KONE MAMADOU Mahaman Moustapha (MC)

Nota Bene : Les opinions et analyses présentées dans ce numéro n'engagent que leurs auteurs et nullement la rédaction de la revue Environnement et Dynamique des Sociétés (EDS).

ADRESSE :*Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement***UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI****BP** : 418 Niamey - NIGER.**Email:** revueeds@gmail.com **Site :** www.revue-eds.com

© Copyright : Revue EDS, 2026

COMITE DE LECTURE

- ✿ Pr AMADOU Boureima, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*
- ✿ Pr DAMBO Lawali, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*
- ✿ Pr MOTCHO Kokou Henri, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*
- ✿ Pr. BODE Sambo, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*
- ✿ Pr. SOULEY Kabirou, *Université André Salifou de Zinder (Niger)*
- ✿ Pr. WAZIRI MATO Maman, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*
- ✿ MC. ABBA Bachir, *Université André Salifou de Zinder (Niger)*
- ✿ MC. BAHARI IBRAHIM Mahamadou, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*
- ✿ MC. MALAM ABDOU Moussa, *Université André Salifou de Zinder (Niger)*
- ✿ MC. MAMADOU Ibrahim, *Université André Salifou de Zinder (Niger)*
- ✿ MC. MAMAN Issoufou, *Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)*

SOMMAIRE

INTRODUCTION	8
<i>BOUZOU MOUSSA Ibrahim</i>	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE TERROIR DE SANSANE HAOUSSA (COMMUNE DE KOURTHEYE, REGION DE TILLABERI, NIGER)	11
<i>MOUNKEILA NOUHOU Abdourhamane¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim^{2*}</i>	
EFFETS DES CHANGEMENTS SPATIO-TEMPORELS DE 1985 A 2022 DE L'OCCUPATION DES SOLS ET DES DEBITS SUR LA DYNAMIQUE DU FLEUVE NIGER DE BAC FARIE A SEKOUKOU AU NIGER	26
<i>MAMOUDOU MOSSI Abdoul-Nourou¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim²</i>	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT DE KABE BANGOU (COMMUNE RURALE DE SIMIRI, DEPARTEMENT DE OUALLAM, NIGER)	43
<i>MOUNKAILA DJIBO Zakari¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim²</i>	
ÉVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT AVAL DE LA MARE DE KONGOU GOROU A LA PERIPHERIE DE LA VILLE DE NIAMEY AU NIGER	57
<i>KASSOUM HASSANE Roukayatou¹, BOUZOU MOUSSA Ibrahim^{2*} et TANKARI MAIFADA Moussa³</i>	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT DU KORI ADOUWAL DANS LE DEPARTEMENT DE SAY AU NIGER	74
<i>YACOUBA SEYBOU Abdoul Rachidou¹ et BAHARI IBRAHIM Mahamadou^{2*}</i>	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE TERROIR VILLAGEOIS DE MARADI-ARLIT DE L'AIRE AYI NOMA (COMMUNE RURALE DE TAMOU, REGION DE TILLABERI, NIGER)	92
<i>AWAL HOUSSEINI Mahamane Sani¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim^{2*}</i>	
ÉVALUATION DE LA DÉGRADATION DES TERRES DANS LE TERROIR DE FANDOU MAYAKI (COMMUNE RURALE DE TONDIKANDIA/TILLABÉRI/ NIGER)	105
<i>NOMA TALIBI Younoussa ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim^{2*}</i>	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT FONCTIONNEL DE LA MARE DE TONDI KIBORO (COMMUNE RURALE DE DANTIANDOU, DEPARTEMENT DE KOLLO, REGION DE TILLABERI, NIGER)	119
<i>TANKARI MAIFADA Moussa¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim^{2*}</i>	
EVALUATION DU RISQUE D'EROSION HYDRIQUE A L'AIDE DE L'USPED SUR LE BASSIN VERSANT FONCTIONNEL DE LA MARE DE TONDI KIBORO (DEGRE CARRE DE NIAMEY, NIGER)	134
<i>BOUZOU MOUSSA Ibrahim^{1*} et TAHIROU Souley²</i>	

EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT DU KORI DE KABANGOU DU VILLAGE DE KOLBOU DE LA COMMUNE RURALE DE KIOTA (DOSSO, NIGER)	152
SOUMANA SALEY Oumarou ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LA COMMUNE RURALE DE KARAKARA (REGION DE DOSSO, NIGER)	167
GUERO NOMAO Moussa ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LA COMMUNE RURALE DE MATANKARI (DEPARTEMENT DE DOGON DOUTCHI, REGION DE DOSSO, NIGER)	182
ROUAFFI RORO Mahamadou ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE SECTEUR AVAL DU BASSIN VERSANT DE DOUTSIN BARGOUME, (COMMUNE DE TIBIRI, REGION DE DOSSO)	195
HAMIDIN BRAZE Chaibou ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT DE LA MARE DE DOGONDOUTCHI (REGION DE DOSSO, NIGER)	211
BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{1*} , MAIFADA MOUSSA Tankari ² et SAIDOU IDI Nassirou ³	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE BASSIN VERSANT DU KORI SAKKARAWA (COMMUNE RURALE DE OURNI, REGION DE TAHOUA, NIGER)	226
MAHAMADOU MAIGAYA Issoufou ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
EVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DU SITE RAMSAR DU LAC MADAROUNFA DANS LA REGION DE MARADI AU NIGER	241
SANI OUSMANE Abdoul Hadi ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
ÉVALUATION DE LA DEGRADATION DES TERRES DANS LE TERROIR D'YATAOUA (COMMUNE URBAINE DE TESSAOUA, MARADI, NIGER)	260
MAMAN ISSAKA Sahirou ¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{2*}	
RESTAURATION DES SOLS DEGRADÉS EN ZONE SAHÉLIENNE : EFFETS REMANENTS DU SOUS-SOLAGE D'UN GLACIS MIS EN DÉFENS SUR LE SITE AMMA-CATCH DE TONDI KIBORO, ANALYSES PAR TÉLÉDETECTION, DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES SOLS ET STRUCTURE DU PAYSAGE	276
BOUZOU MOUSSA Ibrahim ^{1*} , BOUBACAR NA-ALLAH Abdoulaye ² , DESCROIX Luc ³ , MALAM ABDOU Moussa ⁴ , INGATAN WARZAGAN Aghali ⁵ , TANKARI MAIFADA Moussa ⁶ et SALOUHOUDINE IBRAHIM Hakibou ⁷	
CONCLUSION	291
BOUZOU MOUSSA Ibrahim	

EFFETS DES CHANGEMENTS SPATIO-TEMPORELS DE 1985 A 2022 DE L'OCCUPATION DES SOLS ET DES DEBITS SUR LA DYNAMIQUE DU FLEUVE NIGER DE BAC FARIE A SEKOUKOU AU NIGER

MAMOUDOU MOSSI Abdoul-Nourou¹ et BOUZOU MOUSSA Ibrahim²

(1) Masterant, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires Sahélo-sahariens, ED Lettres, Art, Sciences de l'Homme et de la Société, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

(2) Professeur Titulaire, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Correspondant courriel : ibrahimbm1958@gmail.com

Résumé

Les systèmes hydrologiques évoluent de façon rapide à cause de la variabilité climatique et des modes d'occupation des sols. Cet article a pour objectif d'analyser la dynamique du fleuve Niger entre Bac Farié et Sékoukou, en lien avec l'occupation des sols et les débits observés de 1985 à 2022. L'accent est mis sur les caractéristiques du lit mineur. La méthodologie adoptée combine la télédétection, les systèmes d'information géographique (SIG) et l'analyse des débits de la station hydrométrique de Niamey à travers des tests statistiques non paramétriques (test de Pettitt et test de Mann-Kendall). Quatre images Landsat (1985, 1994, 2008, 2022) ont été traitées avec ArcGIS et QGIS (MOLUSCE). Sur l'ensemble de la période étudiée, ce secteur se caractérise par la stabilité des îles, une conversion des bancs de sable en surface fluviale, et une expansion modérée des dépôts sédimentaires. En ce qui concerne la dynamique du fleuve, sa superficie a connu une fluctuation, s'élargissant de 10 % entre 1994 et 2008, suivie d'un rétrécissement de 25 % entre 2008 et 2022. La période de 1985 à 1994 a été marquée par les effets résiduels de la sécheresse sahélienne, se traduisant par des crues de faible ampleur (1200 à 1700 m³/s) et des étiages très bas entre 0 à 40 m³/s. Les périodes 1994-2008 et 2008-2020 ont été caractérisées par une augmentation générale des débits sans pour autant permettre l'évacuation des sédiments. Ce qui traduit une érosion de forte intensité dans le bassin versant du fleuve Niger, liée à la diminution drastique du couvert végétal.

Mots clés : occupation des sols ; débits ; dynamique du fleuve Niger ; SIG- Télédétection ; Bac farié à Sekoukou

Abstract

Hydrological systems evolve rapidly due to climate variability and land use patterns. This article aims to analyze the dynamics of the Niger River between Bac Farié and Sékoukou, in relation to land use and the observed flows from 1985 to

2022. The focus is on the characteristics of the river's minor bed. The adopted methodology combines remote sensing, geographic information systems (GIS), and the analysis of flows from the Niamey hydrometric station through non-parametric statistical tests (Pettitt test and Mann-Kendall test). Four Landsat images (1985, 1994, 2008, 2022) were processed using ArcGIS and QGIS (MOLUSCE). Over the entire study period, this sector is characterized by stable islands, the conversion of sandbanks into river surface, and moderate expansion of sediment deposits. Regarding the river's dynamics, its area experienced fluctuations, expanding by 10% between 1994 and 2008, followed by a contraction of 25% between 2008 and 2022. The period from 1985 to 1994 was marked by the residual effects of the Sahelian drought, resulting in low floods (1200 to 1700 m³/s) and very low water levels ranging from 0 to 40 m³/s. The periods 1994-2008 and 2008-2020 were characterized by a general increase in flow rates without allowing for sediment evacuation. This reflects high-intensity erosion in the Niger River basin, linked to the drastic decrease in vegetation cover.

Keywords: land use; flow rates; Niger River dynamics; GIS-Remote Sensing; Farié Basin in Sekoukou

Introduction

Le Sahel subit, depuis plusieurs décennies, une dégradation environnementale significative, conséquence conjuguée du changement climatique et de la pression démographique croissante. Cette situation affecte substantiellement le réseau hydrologique régional. Les manifestations de cette dégradation incluent la variabilité saisonnière des précipitations, la transformation de bassins endoréiques en bassins exoréiques, l'augmentation des écoulements sur les versants, ainsi que l'expansion du défrichage et l'urbanisation croissante, phénomènes caractéristiques des zones sahéliennes. (E. Le-Breton, 2005 ; I. Bouzou Moussa, 2009 ; O. Amogu, 2009 ; L. Descroix et al, 2021).

Le fleuve Niger, l'un des plus grands cours d'eau en Afrique, traverse des régions sahéliennes marquées par l'alternance entre une courte saison des pluies et une longue saison sèche. Les changements climatiques et les facteurs anthropiques ont entraîné une augmentation des débits solides, provoquant une hausse significative des apports sédimentaires au fleuve Niger. Selon E. Le-Breton, 2005, ces phénomènes sont considérés comme les principaux moteurs de l'ensablement du fleuve Niger. A cet effet, les lits du fleuve sont touchés par la modification de ses styles fluviaux. Par ailleurs, M. Bahari Ibrahim et O. Faran Maiga, 2020 ont montré sur le fleuve Niger, dans le secteur Tillabéri-Kollo que les facteurs hydro géomorphologiques, tels que la pente du lit mineur, la largeur de la plaine et la sinuosité, ont contribué aux profondes mutations des styles fluviaux. L'ensablement

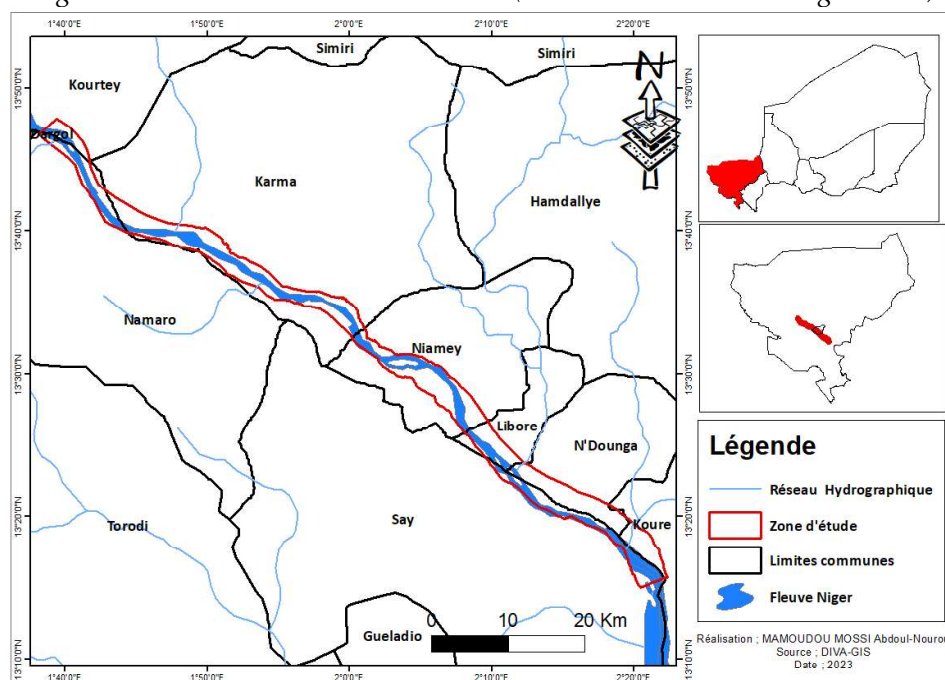
progressif du lit mineur a entraîné l'extension et l'apparition de nouvelles formes fluviales telles que des îles et des bancs alluviaux, modifiant ainsi le style méandrique et rectiligne du secteur de Niamey à Kollo vers un style en "tresses". Cette nouvelle dynamique renforce la précocité des inondations, le reflux des écoulements du fleuve sur les terrasses anciennes lors des périodes de crue, et entraîne des étiages sévères. En plus, I. Mamadou, (2021) révèle un développement des bancs de sable sur le fleuve Niger entre Karma et Niamey, ainsi que la formation d'un cône de déjection. De plus, il est observé un rétrécissement du lit du fleuve et une diminution de sa profondeur au niveau du cône de Gorou Kirey. Le secteur du fleuve Niger entre Bac Farié et Sékoukou, objet de cette étude, est sujet aux problèmes de dégradation du réseau hydrographique. Cette dégradation affecte considérablement les populations locales. Les affluents de ce secteur, tels que la Sirba, ainsi que de nombreux koris, se rejoignent dans le fleuve par de larges cônes de déjection. Le choix d'analyser la dynamique fluviale de ce secteur repose sur la situation alarmante de la dégradation du fleuve Niger, notamment l'ensablement. Les bancs de sable sont très visibles pendant les périodes d'étiage. Cette étude complémentaire des études précédentes met en relation la dynamique fluviale et celle de l'occupation des sols de 1985 (marquant une des phases sèches au Sahel) à 2022 (marquant un retour à une pluviosité normale) et donc des débits, de Bac Farié à Sékoukou. Ce, pour mieux comprendre l'évolution hydro-géomorphologique de ce secteur en lien avec les principaux facteurs de changements. L'hypothèse formulée est que les changements d'occupation des sols combinés à la variabilité des débits induisent des changements hydro-géomorphologiques variables du fleuve Niger.

Après la présentation de la zone d'étude cet article décline la méthodologie adoptée, les résultats et leur discussion.

1. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été menée sur le fleuve Niger de Bac Farié (confluence du fleuve avec la Sirba) à Sékoukou ; soit une distance de 114 km (Figure 1).

Figure 1. Localisation de la zone d'étude (Source : Diva-Gis et Google Earth)



La géologie de ce secteur est celle du socle et de sa couverture sédimentaire. Le socle datant du Précambrien est formé de granites associés aux roches cristallophylliennes. Sur ce socle reposent en discordance les formations sédimentaires constituées de grés argileux du Continental terminal par endroits masquées par des alluvions récentes, des recouvrements quaternaires et actuels (dunes). Le Continental terminal est plus répandu sur la rive gauche du fleuve et dans la partie aval de la zone d'étude (M. Bahari Ibrahim et O. Faran Maiga, 2020).

La région du fleuve est constituée par cinq principales unités géomorphologiques et hydrogéomorphologiques : les revers de plateaux et buttes ; les talus d'éboulis ; les édifices éoliens ; les glacis ; les terrasses ; le lit mineur.

Le revers du plateau présente une pente faible généralement inférieure à 1%. Il est subdivisé en trois niveaux étagés présentant deux types. Le type cuirassé avec deux faciès : un faciès reg et un faciès sablo-limoneux ou argilo-limoneux nu et encroûté. Le type ensablé dont les épandages peuvent être de simples films ou des édifices éoliens. Les talus d'éboulis courts mais de pente forte de 15 à 25% présentent selon les roches dans lesquelles ils sont taillés, une forme concave et une forme irrégulière. Les édifices éoliens recouvrent toutes les unités géomorphologiques. Sur la rive droite se sont formés d'impressionnants cordons dunaires orientés SE-NW et longitudinaux orientés grossièrement Est-Ouest et dans les couloirs desquelles se sont formées des dépressions occupées par des mares. Les glacis sont soit des pédiments taillés dans les roches sédimentaires ou du socle, des glacis couverts de matériaux limono-sableux à sablo-limoneux ou des glacis regs cuirassés en bordure des cours d'eau. Ils peuvent s'étendre sur plusieurs kilomètres de long. Plusieurs terrasses sont observées dans la plaine alluviale du fleuve Niger. Ousseini I. (1986),

et C. Thévoz et *al*, 1994 en distinguent jusqu'à cinq dans la vallée du fleuve Niger et celle de la Sirba et du Dargol. Les deux premières, la T1 et la T2 correspondent aux terrasses rocheuses C1 et C2 ci-dessus présentées. La plaine alluviale est constituée de trois terrasses : la moyenne (T3) et les basses (T4 et T5).

Le lit du fleuve Niger de la frontière Mali-Niger à la frontière Niger-Nigéria est subdivisé en cinq tronçons. Tronçon 1 : de la frontière Mali-Niger jusqu'aux environs de Gothèye (Longitude 1.628165° et latitude 13. 787805°) caractérisé par un style fluvial en tresses présentant plusieurs chenaux et des bancs et des îles. Tronçon 2 : de la fin du tronçon 1 à Sékoukou (longitude 2.357565° et latitude 13.266713°) le style est anastomosé Tronçon 3 : de Sékoukou aux environs de Kirtachi (latitude 2.494897° et latitude 12.726587°) anastomosé avec un chenal large en moyenne de 0,381 m et la plaine alluviale large en moyenne de 2,23 Km. Ce tronçon est subrectiligne

Tronçon 4 : de Kirtachi à la confluence fleuve Niger-Boboye (longitude 2.825838° et latitude 12.408581°). Ce tronçon correspondant au secteur du W est anastomosé. Tronçon 5 : de la confluence fleuve Niger-Boboye à la frontière Niger-Nigéria (longitude 3.609345° et latitude 11.693828°) non seulement anastomosé, mais présente aussi beaucoup de chenaux abandonnés.

Le climat y est de type tropical sec. A la station de Gothèye située au nord du secteur étudié, la moyenne annuelle de 1975-2020 est de 443 mm contre 547 mm à Niamey. Deux (2) types de vents sont dominants dans la zone : l'harmattan, vent chaud et sec qui souffle de Novembre à Mai, du Nord-est vers le Sud-ouest et la mousson, vent frais et humide qui souffle de juin à septembre du Sud-ouest au Nord-est. La température annuelle moyenne sur la même période à Niamey est 29,7°.

Dans ce secteur, le fleuve Niger traverse les communes de Kourteye, Namaro, Karma, Liboré, N'dounga, Kouré, Say, en passant par la région de Niamey. Selon l'Institut National de la Statistique du Niger, la population est estimée en 2017, à 1 801 658 habitants avec une densité de 235 habitant/km². L'agro-sylvo-pastoralisme et la pêche constituent les principales activités économiques des populations.

2. Matériel et méthode

Le travail étant essentiellement cartographique, le site web d'earthexplorer.usgs.gov a servi pour le téléchargement des images satellitaires ; Google Earth pro pour la délimitation de la plaine alluviale et la vérification des cartes d'occupation des sols, ArcGIS pour le traitement numérique des images satellitaires Landsat et la réalisation des cartes d'occupation des sols. Le logiciel QGIS 3.24 a permis la correction des lignes des erreurs de l'image Landsat 7 (2008) et QGIS 2.18 l'analyse et l'évaluation des changements d'occupation des sols. La nomenclature des classes

d'occupation des sols du Niger a servi pour l'identification des différentes unités. Concernant les images, le choix a été fondé sur cinq critères : la couverture, la résolution spatiale, les années, les saisons de prise de vue et la base de la catégorisation des années hydrologiques. Tout d'abord, les images doivent être d'une taille suffisante pour couvrir la zone d'étude une longueur d'environ 114 km. Et sur une largeur d'environ 12 km. Les images Landsat ont été choisies pour réduire le nombre de scènes à traiter et garantir l'homogénéité des résultats cartographiques. En ce qui concerne les dates de prises de vue, quatre ensembles d'images ont été choisis : une couverture la plus ancienne possible, le choix a porté sur l'année 1985 marquant une phase sèche au Sahel, une couverture la plus récente possible, celle de 2022 marquant la reprise de la pluviosité, et deux couvertures intermédiaires 1994 et 2008. Enfin, il a été systématiquement sélectionné des prises de vue de saison sèche des mois d'avril et la mi-mai qui comportent généralement un très faible taux de couverture nuageuse. Ces images permettent de distinguer aisément le lit mineur du fleuve, des bancs de sable, les îles et les cônes de déjection.

La mesure des changements des unités d'occupation des sols a été réalisée grâce à l'extension MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation) du logiciel QGIS. Cette extension a été spécialement conçue pour analyser, modéliser et simuler les changements d'utilisation des sols et du couvert terrestre entre différentes périodes d'études (t et $t+1$). MOLUSCE permet également de calculer une matrice de transition à travers la fonction « Area Change » qui montre les probabilités de changement entre toutes les classes d'occupation des sols. Les cellules de la matrice de transition contiennent la valeur d'une variable ayant passée d'une classe initiale i à une classe finale j pendant la période allant de t à $t+1$. Cette matrice ne donne aucune information sur la distribution spatiale des changements, ni sur les processus et causes conduisant aux changements, mais renseigne sur le passage d'un type i d'occupation des sols vers un type j entre les temps t et $t+1$. Elle est l'un des modèles les plus importants pour évaluer l'évolution du paysage. Elle indique le nombre et les fréquences de toutes les transitions entre les différents types d'occupation des sols pendant une période donnée. Dans les tableaux illustrant les matrices de transition, les valeurs en diagonale indiquent la part de chaque classe restée inchangée. Les valeurs correspondent au pourcentage des surfaces ayant subi des modifications entre les périodes pour chaque classe. Les valeurs en ligne reflètent les surfaces de la classe converties en d'autres classes, tandis que les valeurs en colonne indiquent les gains de superficie. Dans ce travail, trois matrices de transitions ont été réalisées à partir de la superposition des images rasters en binôme notamment : 1985-1994, 1994-2008 et 2008-2022.

Les cartes d'occupation des sols obtenues après l'interprétation et la numérisation qui sont au format vecteur « shapefile » sont utilisées pour l'analyse thématique. Le choix de ce format se justifie pour la flexibilité, la maniabilité, mais surtout, pour la capacité de stockage de données attributaires dans les tables. Un masque géométrique a été appliqué aux cartes. L'application du masque permet de délimiter les zones d'étude irrégulière, mais aussi de réduire le temps de traitement des données.

La combinaison des composantes spatiales et temporelles en télédétection permet une analyse quantitative et qualitative de la dynamique du fleuve. En effet, l'évaluation spatio-temporelle de la couverture du fleuve entre les années 1985-1994, 1994-2008 et 2008-2022 a permis de déterminer la tendance de leur évolution (élargissement, rétrécissement ou stabilité). Pour cela, un nouveau champ indiquant l'année a été créé dans la table attributaire de chaque couche vectrice de la classe concernée (classe du fleuve) afin de produire les cartes de la dynamique entre ces différentes périodes d'études. Ce champ a été nommé « date1 », pour l'année 1985, avec la valeur « 1985 », dans toutes les lignes. Ce même champ a été nommé « date 2 », pour l'année 1994, avec pour valeur « 1994 ». Ce même champ a été encore nommé « date 3 », pour l'année 2008, avec pour valeur « 2008 ». Et enfin, ce champ a été nommé « date 4 », pour l'année 2022, avec pour valeur « 2022 ». La fusion de ces couches deux à deux (1985-1994, 1994-2008 et 2008-2022) a été réalisée grâce à la fonction « union » du logiciel ArcGis.

Les débits journaliers du fleuve Niger à Niamey, de 1985 à 2020, obtenus à l'ABN, ont été traités et analysés. L'analyse a porté sur l'ensemble de la période afin de déceler la tendance générale. Elle a reposé sur la détection de ruptures dans les séries de débits annuels. Les séries chronologiques homogénéisées ont été analysées à l'aide du logiciel XLStat, utilisant le test non paramétrique de Pettitt pour détecter les ruptures et le test de Mann-Kendall pour détecter les tendances linéaires à la hausse ou à la baisse. Les débits mensuels ont été calculés, puis les modules annuels (débit moyen annuel), les crues (débit maximum annuel ou QMAX) et les étiages (débit minimum annuel ou QMIN) ont été déterminés afin de les soumettre à des tests statistiques. Ces tests sont envisagés sur des séries de données d'au moins 30 à 40 ans, idéalement sans lacunes importantes, pour pouvoir détecter des évolutions significatives. Ainsi, les données utilisées devaient répondre à deux critères essentiels : la longueur des séries temporelles, afin de couvrir la plus grande période possible, et la qualité des données, en minimisant les données manquantes et en assurant la stabilité et la fiabilité de la courbe de tarage. Ces critères ont été respectés à la station hydrométrique de Niamey, choisie pour cette étude, avec des données hydrométriques fournies par l'Autorité du bassin du Niger (ABN).

3. Résultats

3.1. Dynamique du fleuve en lien avec l'évolution de l'occupation des sols et des débits entre 1985-1994

Les résultats de la dynamique du fleuve de 1985 à 1994 sont illustrés par les figures 2, 3 et 4. L'analyse de la dynamique de cette unité thématique a permis de déceler trois principaux types de mutations du fleuve, de Bac Farié à Sékoukou. Il s'agit du rétrécissement, de la stabilité et de l'élargissement. Le rétrécissement est estimé à 1301 hectares ; ce qui représente environ 22 % de la superficie du fleuve. En revanche, on observe un élargissement de 189 hectares, soit 3 % de la superficie totale du fleuve. Quant à la surface restée stable, elle est de 4422 hectares, constituant ainsi environ 75 % de la superficie totale du fleuve.

Figure 2. Variation de la surface du lit mineur du fleuve Niger (secteur Bac Farié à Sékoukou)
(Source : cartographie de la dynamique fluviale de Bac Farié à Sékoukou de 19885 à 2022)

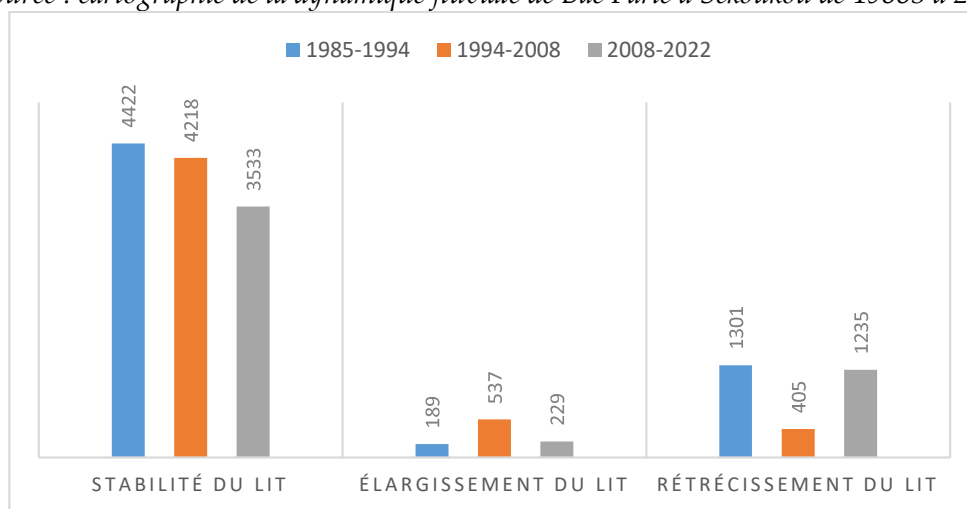


Figure 3. Evolution de l'occupation des sols en 1985, 2008 et 2022 de Bac Farié à Sékoukou

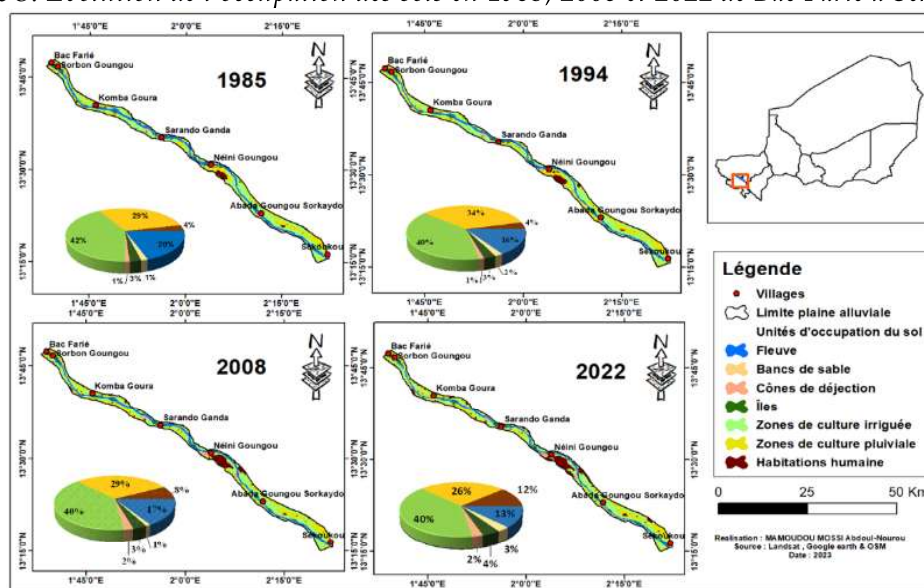
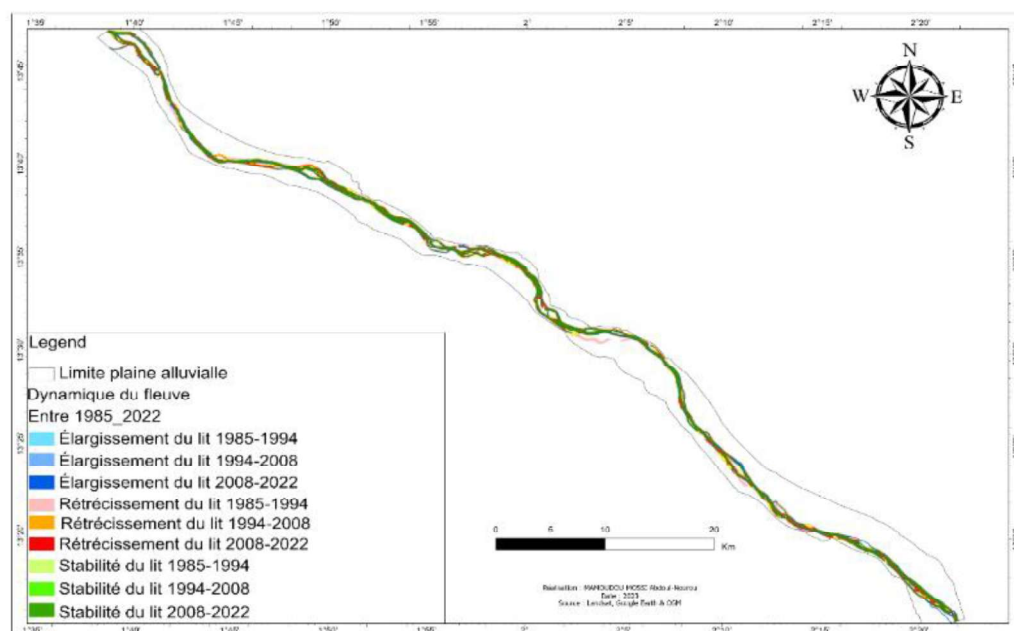


Figure 4. Dynamique fluviale de 1985 à 2022 (Source : Landsat, google earth et travaux de terrain)



Les résultats de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation des sols de la plaine alluviale de 1985 à 1994 sont présentés dans les matrices de transition (Tableau 1). Le fleuve (F), les bancs de sable (BS), les îles (Î), les cônes de déjection (CD), les zones de cultures irriguées (ZCI), les zones de cultures pluviales (ZCP) et les habitations humaines (HH) ont maintenu leurs surfaces stables respectivement à hauteur de 77,24 %, 42,80 %, 70,19 %, 39,68 %, 82,91 %, 91,29 % et 81,91 %.

On observe un recul du fleuve (F) au profit des bancs de sable (BS) (5,67 %), des zones de cultures irriguées (ZCI) (11,91 %) et des îles (Î) (3,24 %). Les bancs de sable (BS) ont été transformés en lit mineur du fleuve (F) (17,99 %), en îles (Î) (21,35 %) et en zones de cultures irriguées (ZCI) (14,42 %). A proximité des îles (Î), se sont développés des cônes de déjection (CD) (5,43 %) et des zones de cultures pluviales (ZCP) (15,43 %). De plus, les cônes de déjection (CD) ont été convertis au profit des zones de cultures irriguées (ZCI) (33,06 %) et des zones de cultures pluviales (ZCP) (25,45 %). Les conversions les plus significatives sont illustrées par des bancs de sable (BS) qui ont « engraisé » îles (Î) (21,35 %) et la transformation des cônes de déjection (CD) en zones de cultures irriguées (ZCI) et en zones de cultures pluviales (ZCP) (33,06 % et 25,35 % respectivement) au cours de la période 1985-1994.

2022 2008	F	BS	Î	CE	ZCI	ZCP	HH	Tot al
F	74,1 0%	13,2 3%	4,63 %	1,71 %	6,33 %	0,00 %	0,00 %	100 %
BS	17,6 0%	53,3 0%	11,7 6%	2,37 %	14,9 6%	0,00 %	0,00 %	100 %
Î	4,14	2,33	89,7	0,98	2,84	0,00	0,00	100

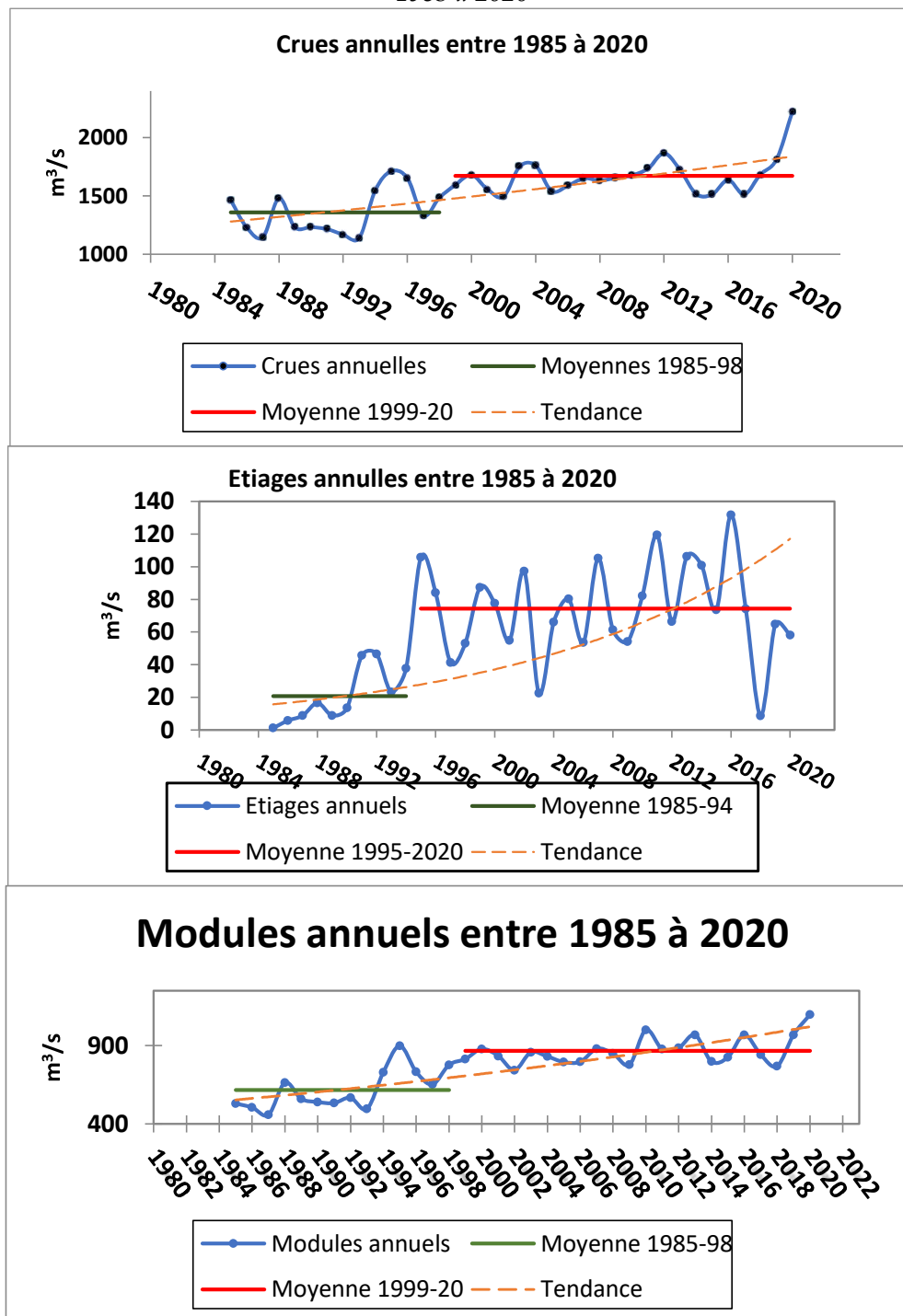
	%	%	1%	%	%	%	%	%
CD	0,27 %	0,38 %	0,00 %	78,5 4%	17,2 1%	0,30 %	3,30 %	100 %
ZCI	1,02 %	0,32 %	0,90 %	0,82 %	89,8 7%	5,16 %	1,90 %	100 %
ZCP	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,26 %	6,71 %	81,4 3%	11,6 0%	100 %
HH	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,25 %	3,24 %	1,94 %	94,5 7%	100 %

Tableau 1. Matrice de transition d'occupation des sols entre 1985 à 1994

F : fleuve ; BS : Bancs de sable ; Î : Îles ; CD : Cône de déjection ; ZCI : Zone de cultures irriguées ; ZCP : Zones de cultures pluviales ; HH : Habitations humaines

De 1985 à 1995, le régime hydrologique du fleuve Niger au niveau de la station hydrométrique de Niamey demeure dégradé, reflétant la persistance de la sécheresse sahélienne graphique 2. Les crues annuelles présentent généralement une faible amplitude, oscillant communément entre 1200 à 1500 m³/s, et n'atteignent des valeurs voisines de 1700 à 1800 m³/s qu'entre 1993 à 1995, suggérant une légère augmentation des apports après plus d'une décennie déficitaire. Les débits d'étiage se maintiennent à des niveaux extrêmement bas, fréquemment compris entre 0 à 20 m³/s, voire occasionnellement inférieurs à 40 m³/s, témoignant d'une alimentation de base considérablement réduite, vraisemblablement due à une recharge insuffisante des nappes phréatiques et à une aridité persistante des sols. Les modules annuels se situent majoritairement entre 500 à 650 m³/s, valeurs sensiblement inférieures à celles observées postérieurement à l'an 2000, confirmant ainsi la persistance d'un contexte hydrologique contraignant. L'analyse statistique, par le biais notamment du test de Pettitt, révèle une rupture dans le régime des étiages aux alentours de 1994, coïncidant avec l'amorce d'une lente et progressive augmentation des débits. L'ensemble de ces observations suggère que cette période représente la phase résiduelle d'un régime hydrologique déficitaire, caractérisé par une variabilité élevée et l'absence d'événements hydrologiques significatifs.

Figure 5. Variations hydrologiques (crues, étiages et modules) du fleuve Niger à Niamey de 1985 à 2020



3.2. Dynamique du fleuve en lien avec l'évolution de l'occupation des sols et des débits entre 1994 et 2008

Les bilans de la dynamique du fleuve entre 1994 et 2008 sont illustrés par le tableau 2. La superficie du lit mineur du fleuve qui a régressé est estimée à 405 hectares, représentant ainsi environ 8 % de la superficie totale du fleuve. En revanche, un élargissement de 537 hectares, soit environ 10 % de la superficie totale du fleuve, a été observée. Quant à la surface restée stable, elle est de 4218 hectares, constituant ainsi environ 82 % de la superficie totale du fleuve. L'analyse de la dynamique du fleuve Niger entre 1985 et 1994 révèle une régression de sa superficie d'environ 19 %, suivie d'une légère expansion du lit mineur environ 2 % de 1994 à 2008.

Le tableau 2 montre que le fleuve (F), les bancs de sable (BS), les îles (Î), les cônes de déjection (CD), les zones de culture irriguée (ZCI), les zones de culture pluviale (ZCP) et les habitations humaines (HH) ont conservé leurs surfaces stables respectivement à hauteur de 91,5 %, 16,4 %, 84,8 %, 89,1 %, 86,1 %, 73,1 % et 90,8 %. On note une régression du fleuve au profit des bancs de sable (4,6 %), des zones de cultures irriguées (1,5 %) et des îles (1,8 %). Les bancs de sable ont été convertis en fleuve (53,2 %), en îles (19,9 %) et en zones de cultures irriguées (8,9 %). De même, les bancs de sable retenus par les îles ont diminué au profit du fleuve (12,5 %) et des bancs de sable (2,2 %). Les cônes de déjection ont également régressé au profit du fleuve (4,1 %) et des zones de cultures irriguées (5,1 %). Pendant la période 1994-2008, les mutations les plus significatives sont enregistrées par l'unité des bancs de sable, avec une conversion en fleuve de 53,2 %, en îles de 19,9 % et en zones de cultures irriguées de 8,9 %.

2008 1994	F	BS	Î	CE	ZCI	ZCP	HH	Total
F	91,5 %	4,6%	1,8%	0,5%	1,5%	0,0%	0,0%	100 %
BS	53,2 %	16,4 %	19,9 %	1,6%	8,9%	0,0%	0,0%	100 %
Î	12,5 %	2,2%	84,8 %	0,2%	0,3%	0,0%	0,0%	100 %
CD	4,1%	0,0%	0,0%	89,3 %	5,1%	1,4%	0,0%	100 %
ZCI	1,0%	0,1%	0,3%	1,2%	86,1 %	9,5%	1,8%	100 %
ZCP	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	15,9 %	73,1 %	9,5%	100 %
HH	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	2,6%	6,2%	90,8 %	100 %

Tableau 2. Matrice de transition d'occupation des sols entre 1994 à 2008

F : fleuve ; BS : Bacs de sable ; Î : Îles ; CD : Cône de déjection ; ZCI : Zone de culture irriguée ; ZCP : Zones de culture pluviale ; HH : Habitations humaine (Source : analyse de la dynamique des unités des occupations des sols de 1994 à 2008)

Les analyses graphiques et les tests statistiques mettent en évidence, à partir de la période 1994-1998, une transformation significative des débits du fleuve. Les crues annuelles, estimées à 1600 à 1700 m³/s au milieu des années 1990, augmentent progressivement pour atteindre 1800 à 1850 m³/s autour des années 2000-2003, puis 1900 à 2000 m³/s entre 2005 et 2008, représentant un accroissement estimé entre 60 % à 80 % par rapport à la période antérieure. Parallèlement, les étiages s'élèvent, passant des valeurs typiques de 30 à 50 m³/s au début de la période à des niveaux de 50 à 80 m³/s au milieu des années 2000. Les modules annuels suivent une progression analogue, évoluant d'environ 700 à 800 m³/s vers 1995-1998 à 850 et 900 m³/s après 2005. Le test de Pettitt révèle une rupture significative, tant pour les modules que pour les crues, aux environs de 1998, en concordance avec l'évolution constatée sur les courbes. Cette période délimite une phase de transition hydrologique, caractérisée par une restauration progressive des régimes de hautes eaux plus prononcés et des régimes de basses eaux plus conséquents, préfigurant le changement plus accentué observé après 2008.

3.3. Dynamique du fleuve en lien avec l'évolution de l'occupation des sols et des débits entre 2008-2022

Pendant la période 2008 à 2022 la superficie qui a régressé est estimée à 1234,57 hectares, représentant ainsi 25 % de l'étendue du fleuve. En comparaison, l'augmentation du fleuve est beaucoup plus faible, avec seulement 228,52 hectares, soit 4 % de sa superficie totale. Par conséquent, la régression du lit mineur du fleuve est plus importante que son élargissement, ce qui indique une diminution globale de sa superficie pendant la période de 2008 à 2022.

De 1985 à 2022, trois phases des dynamiques ont été identifiées à travers l'analyse de la dynamique du fleuve Niger, allant de Bac Farié à Sekoukou. Entre 1985 et 1994, une régression de la superficie du lit du fleuve d'environ 19 % a été observée, suivie d'une légère expansion d'environ 2 %, entre 1994 et 2008, avant de connaître de nouveau une régression de sa superficie d'environ 21 %.

Le changement spatio-temporel de l'occupation des sols de la plaine alluviale de 2008 à 2022 est illustré par les matrices de transition (Tableau 3). Ce tableau indique que le fleuve (F), les bacs de sable (BS), les îles (Î), les cônes de déjection (CD), les zones de cultures irriguées (ZCI), les zones de cultures pluviales (ZCP) et les habitations humaines (HH) ont maintenu leurs surfaces stables respectivement à hauteur de 74,10 %, 53,30 %, 89,71 %, 78,54 %, 89,87 %, 81,43 % et 94,57 %. Un rétrécissement du lit mineur du fleuve a été enregistré au profit des bacs de sable

(13,23 %), des zones de cultures irriguées (6,33 %) et des îles (4,63 %). Les bancs de sable se sont convertis en lit mineur du fleuve (17,60 %), en îles (11,76 %) et en zones de cultures irriguées (14,96 %). De même, les îles ont perdu de leur superficie au profit du lit mineur du fleuve (4,14 %) et des bancs de sable (2,33 %). En outre, les cônes de déjection ont régressé en faveur des zones de cultures irriguées (17,21 %). Pendant la période 2008-2022, les plus importantes conversions sont enregistrées par l'unité des bancs de sable, avec une conversion en lit mineur du fleuve de 17,60 %, en îles de 11,76 % et en zones de cultures irriguées de 14,96 %.

2022 2008	F	BS	Î	CE	ZCI	ZCP	HH	Total
F	74,10 %	13,23 %	4,63 %	1,71 %	6,33 %	0,00 %	0,00 %	100 %
BS	17,60 %	53,30 %	11,76 %	2,37 %	14,96 %	0,00 %	0,00 %	100 %
Î	4,14 %	2,33 %	89,71 %	0,98 %	2,84 %	0,00 %	0,00 %	100 %
CD	0,27 %	0,38 %	0,00 %	78,54 %	17,21 %	0,30 %	3,30 %	100 %
ZCI	1,02 %	0,32 %	0,90 %	0,82 %	89,87 %	5,16 %	1,90 %	100 %
ZCP	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,26 %	6,71 %	81,43 %	11,60 %	100 %
HH	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,25 %	3,24 %	1,94 %	94,57 %	100 %

Tableau 3. Matrice de transition d'occupation des sols entre 2008 à 2022

F : fleuve ; **BS** : Bancs de sable ; **Î** : Îles ; **CD** : Cône de déjection ; **ZCI** : Zone de culture irriguée ; **ZCP** : Zones de culture pluviale ; **HH** : Habitations humaine (Source : analyse de la dynamique des unités des occupations des sols de 2008 et 2022)

De 2008 à 2020, les crues, les étiages et les modules sont sensiblement supérieurs à ceux observés au cours des deux périodes antérieures. Les crues annuelles excèdent fréquemment 1800 m³/s, avec des pointes atteignant entre 2000 à 2350 m³/s certaines années récentes, notamment vers 2012, 2018 et 2020, représentant les valeurs maximales enregistrées sur l'ensemble de la période 1985-2020. Les étiages présentent des valeurs notablement plus élevées qu'au cours des années 1980-1990, se stabilisant entre 80 à 100 m³/s, soit une augmentation de 40 à 60 m³/s par rapport à la première période. Les modules annuels se maintiennent généralement dans une fourchette de 850 à 1000 m³/s, avec quelques années avoisinant ou dépassant légèrement 1150 m³/s (Tableau 4).

Débits	Test de Mann-Kendall				Test de Pettitt			
	Valeur p du test	τ de Kendall	Seuil de signification	Sens de la tendance	Valeur p du test	Date de rupture	Seuil de signification	Excédentaire en %
			5%				5%	
Module	< 0,0001	0,59	Présence de tendance	Hausse	< 0,0001	1998	Présence de rupture	270
Crues	< 0,0001	0,50	Présence de tendance	Hausse	< 0,0001	1998	Présence de rupture	246
Étiages	< 0,0002	0,44	Présence de tendance	Hausse	< 0,0002	1994	Présence de rupture	232

Tableau 4. Résultats des tests statistiques de Pettitt et de Mann-Kendall de 1985 à 2020.

4. Discussion

Au regard des différents résultats de l'analyse d'occupation des sols et de la cartographie de la dynamique du fleuve, il ressort trois types de dynamiques caractéristiques de modification du lit mineur du fleuve Niger dans le secteur d'étude en fonction des périodes analysées. Entre 1985 et 1994, le lit mineur du fleuve a connu un rétrécissement de 3 % de sa superficie. Pendant cette période, cette diminution a été compensée par un élargissement des superficies occupées par les bancs de sable, les îles et les cônes de déjection, qui se sont élargis respectivement de 0,37 %, 0,16 % et 0,18 %. Le profil transversal du chenal diminue par la réduction de la profondeur et ou de la largeur du lit. Cette situation s'apparente à celle décrite par S.A. Brandt, 2000 où l'on observe une diminution du débit et la charge sédimentaire est supérieure à la capacité de transport. En effet, cette période a été marquée par des débits relativement faibles, suite à la sécheresse sahélienne, avec des crues de 1200 à 1700 m³/s, des étiages de 0 à 40 m³/s et des modules de l'ordre de 500 à 650 m³/s. Par contre, entre 1994 et 2008, le lit mineur du fleuve s'est légèrement élargi de 0,52 %, tandis que les bancs de sable ont régressé de 0,82 % ; les îles et les cônes de déjection se sont développés respectivement de 0,34 % et 1,02 %. Cette situation s'explique par des crues atteignant 1 800 à 2000 m³/s, des étiages s'élevant à 50 à 80 m³/s et des modules proches de 700 et 900 m³/s,

avec des ruptures statistiques observées dans les crues et les modules vers 1998. Entre 2008 et 2022, le fleuve a régressé de 3,46 % de sa superficie, tandis que les bancs de sable se sont développés de 1,83 %, les îles de 0,91 % et les cônes de déjection de 0,27 %. Au cours de cette période, le fleuve se stabilise à un niveau élevé, présentant des crues fréquemment supérieures à 2350 m³/s, des étiages de 80 à 100 m³/s et des modules oscillant autour de 850 à 1000 m³/s. Ainsi, la dynamique du fleuve se caractérise par une augmentation des débits (O. AMOGU et al, 2010) ; par contre la charge sédimentaire est toujours supérieure à la capacité de transport (S.A. Brandt, 2000). En effet, les affluents du fleuve charrient d'énormes quantités de sable qui ne sont pas entièrement évacuées par les eaux. D'où, une importante sédimentation qui s'accompagne d'un exhaussement du lit du fleuve (E. Le-Breton, 2005 ; I. Bouzou Moussa et al, 2016 ; M. Bahari Ibrahim et O. Faran Maiga, 2020 ; I. Mamadou, 2022).

Conclusion

Cet article avait pour objectif d'analyser la dynamique du fleuve Niger, de Bac Farié à Sékoukou, entre 1985 et 2022, en relation avec l'occupation des sols et les débits. L'hypothèse formulée était que les changements d'occupation des sols combinés à la variabilité des débits induisent des changements hydro-géomorphologiques variables du fleuve Niger. La méthodologie adoptée a été de cartographier l'évolution de l'occupation des sols et de la mettre en relation avec celle des débits du fleuve Niger à Niamey.

L'analyse comparative menée sur trois périodes distinctes, 1985-1994, 1994-2008 et 2008-2022, a permis de mettre en évidence les évolutions significatives qui ont marqué chaque décennie. En définitive, malgré une augmentation des débits, la charge sédimentaire est supérieure à la capacité de transport. L'occupation des sols s'est traduite par une importante diminution du couvert végétal qui a entraîné et entraîne encore une érosion de forte intensité qui interpelle les aménagistes.

Bibliographie

- AMOGU Okechukwu, 2009 - *La dégradation des espaces sahéliens et ses conséquences sur l'alluvionnement du fleuve Niger moyen*. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale : Terre, Univers, Environnement, Université Joseph Fourier Grenoble. P425.
- AMOGU Okechukwu, DESCROIX Luc, SOULEY YERO Kadidiatou, LE BRETON Eric, MAMADOU Ibrahim, ALI Abdou, VISCHER Theo, BADER Jean-Claude, BOUZOU MOUSSA Ibrahim, GAUTIER Emmanuèle, BOUBKRAOUI Stéphane and BELLEUDY philippe, (2010). Increasing River Flows in the Sahel? In: *Water*, ISSN 2073-4441, www.mdpi.com/journal/water . 31 p.
- BAHARI IBRAHIM Mahamadou, FARAN MAIGA Oumarou, 2020 - Dynamique et formes fluviales actuelles du fleuve Niger sur le secteur Tillabéri-Kollo. In : *Revuegeo-univdaloa.net* consulté le 04/04/2023

- BOUZOU MOUSSA Ibrahim, BAHARI IBRAHIM Mahamadou, FARAN MAIGA Oumarou, ISSAKA Hamadou, ABDOU ALOU Adamou, LONA Issaka, BONTIANTI Abdou, MAMADOU Ibrahim, ABDOULAYE Alio, DESCROIX Luc, 2016 - Changement climatique, géomorphologie et inondabilité de la plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey. In : *Revue du CAMES, Nouvelle Série, Sciences Humaines*, N° 007– 2ème Semestre 2016, ISSN 2424-7227. Pp 299-314.
- BOUZOU MOUSSA Ibrahim, FARAN MAIGA Oumarou, Jean-Marie AMBOUTA, SARR Benoît, DESCROIX Luc, ADAMOU Mahaman Moustapha, 2009 - Les conséquences géomorphologiques de l'occupation des sols et des changements climatiques dans un bassin-versant rural sahélien. In : *Science et changements planétaires / Sécheresse* ». 20 (1) : 145-52. 10 p.
- BRANDT S. Anders, 2000 - Classification of geomorphological effects downstream of dams. In: *Catena* 40 2000 375–401
- DESCROIX Luc, MAHÉ Gil, OLIVRY Jean-Claude, ALBERGEL Jean, TANIMOUN Bachir, AMADOU Ilia, COULIBALY Brehima, BOUZOU MOUSSA Ibrahim, FARAN MAIGA Oumarou, MALAM ABDOU Moussa, SOULEY YÉRO Kadidiatou, MAMADOU Ibrahim, VANDERVAERE Jean-Pierre, GAUTIER Emmanuèle, DIONGUE-NIANG Aida, DACOSTA Honoré, DIEDHIOU Arona, 2021 - *Facteurs anthropiques et environnementaux de la recrudescence des inondations au Sahel*. In : Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest :». ISBN :978-2-7099-2146-6. IRD. Pp.53-170.
- LE-BRETON Eric, 2005 - *Ensablement des bas-fonds sahéliens : étude des transferts sédimentaires au fleuve Niger dans le secteur moyen Niger – Mali, Niger, Benin*. Mémoire de DEA de Géomorphologie de l'Université Paris. 79 p.
- MAMADOU Ibrahim, 2021 - Dynamiques des îles et bancs sédimentaires du fleuve Niger dans la région de Niamey au Niger. In : *Cinq Continents* 11 (24): Pp 249-264.
- OUSSEINI Issa, 1986 - *Etude la répartition des formations sableuses et interprétation des dépôts éoliens dans le Liptako oriental (République du Niger)*, Thèse 3è cycle, Mémoires des Sciences de la Terre N°86. 35, Université Pierre et Marie CURIE (Paris VI), 233 p
- THEVOZ Corine, OUSSEINI Issa, BERGOEING Jean-Pierre, 1994 - Aspects géomorphologiques de la vallée du Niger au Sud de Niamey (secteur Saga Gourma- Gorou Kirey). In : *au contact Sahara Sahel. Milieux et sociétés Vol I*, pp 65-80.