

# Ruptures d'endoréisme répétées du kori Damari et ensablement du fleuve Niger en aval de Niamey au Niger

**Ibrahim MAMADOU**

---

Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie  
Université de Zinder, Niger  
*imadou\_ib@yahoo.fr*

## Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	265
2. METHODOLOGIE.....	265
2.1. Présentation de la zone d'étude.....	265
2.2. Cartographie des unités d'occupations des sols.....	267
2.3. Cartographie de la dynamique de la végétation.....	267
2.4. Cartographie de la dynamique du ravinement.....	268
3. RESULTATS.....	268
3.1. Occupation des sols dans le bassin versant de Damari entre 1986-2001-2017.....	268
3.2. Evolution de la végétation.....	271
3.3. Dynamique du ravinement dans le bassin versant de Damari.....	272
3.4. Rupture d'endoréisme et évolution de la mare amont du bassin de Damari.....	275
3.5. Evolution du cône de déjection et de la zone de confluence du kori Damari au fleuve Niger.....	275
4. DISCUSSION.....	276
5. CONCLUSIONS.....	278
6. REFERENCES.....	278

## Citer ce document :

MAMADOU, I. 2020. Repeated sleepy breaks of the Kori Damari and siding the Niger River downstream of Niamey in Niger. *Cinq Continents* 10 (22): 263-281

## Ruptures d'endoréisme répétées du kori Damari et ensablement du fleuve Niger en aval de Niamey au Niger

Ibrahim MAMADOU

**Repeated sleepy breaks of the Kori Damari and siding the Niger River downstream of Niamey in Niger.** With an area of 343.75 km<sup>2</sup>, the watershed of kori Damari in the commune of Youri in the Department of Say is characterized by a recent hydro-sedimentary dynamic associated with a first burst of endodotry observed in 1985. This current dynamic is mainly related to the return of rainfall observed since 1990 and anthropogenic degradation of vegetation in its basin. This kori is one of the active confluences of the right bank of the Niger River downstream of Niamey that bring water and heavily sand the Niger River. The objective of the study is to analyze the factors explaining the hydrological degradation of the kori watershed and the new dynamics of the confluence zone of this kori in the Niger River. This work is based on a methodological approach primarily mapping, coupled and direct field observations to determine the hydro-erosive and sedimentary behaviours of the Damari watershed and its relationship with the Niger River. The Kori Damari has been experiencing a very active hydro sedimentary dynamic in recent years. The latter caused the collapse of the bridge on the RN 27 road linking the capital Niamey to the city of Say (the department's capital). Hydrological degradation results in neo-exoreism accompanied by the disappearance of valley bottom ponds. These koris change the flow, the regime, the sedimentary balance of the Niger River downstream Niamey. In the Damari kori watershed, the reduction of more than half of the fallow area is observed, the increase in gully (drainage density increases from 0.42 km/Km<sup>2</sup> to 0.61 km/km<sup>2</sup> between 2001-2017), the disappearance of vegetation (especially tiger bush) the widening of the kori bed by erosion of the banks and especially the expansion of the cone spreading the kori cone in the area of its confluence with the Niger River. An evolution of land use by remote sensing and an analysis of the evolution of rainfall since 1990 allow to determine the respective share of the two main causes of the accelerated reactivation of this kori and the silting of the river, namely changes in land use and climate change, real in the Sahel.

**Keywords:** kori Damari, Niger River downstream of Niamey, Neo-exoreism, Current Hydrological Degradation, Silting

**Ruptures d'endoréisme répétées du kori Damari et ensablement du fleuve Niger en aval de Niamey au Niger.** L'objectif de l'étude est d'analyser les facteurs expliquant la dégradation hydrologique du bassin versant et la nouvelle dynamique de la zone de confluence de ce kori avec le fleuve Niger. Ce travail est basé sur une approche méthodologique essentiellement cartographique, couplée aux observations directes sur le terrain afin de déterminer les comportements hydroérosifs et sédimentaires du bassin versant de Damari et ses relations avec le fleuve Niger. Le kori Damari est soumis à une dynamique hydro sédimentaire très active depuis quelques années. Celle-ci a engendré plusieurs fois l'effondrement du pont sur la route RN 27 reliant la capitale Niamey à la ville de Say (chef-lieu du département). La dégradation hydrologique se traduit par un néo-exoréisme accompagné de la disparition de mares de fond de vallée, Ce qui contribue à la modification du débit, du régime, et du bilan sédimentaire du fleuve Niger en aval Niamey. L'analyse de la dynamique d'occupation du sol dans le bassin met en évidence une réduction des surfaces mises en jachère, l'augmentation du ravinement, (la densité de drainage passe de 0,42km/Km<sup>2</sup> à 0,61Km/Km<sup>2</sup> entre 2001 et 2017), la disparition de la brousse tigrée, l'élargissement du lit du kori par érosion des berges et surtout l'agrandissement du cône de déjection du kori à la confluence avec le fleuve Niger. L'approche cartographique par télédétection et une analyse de l'évolution de la pluviométrie depuis 1990 permettent de déterminer la part respective des deux principales causes de la réactivation accélérée de ce kori et l'ensablement du fleuve, à savoir les changements d'usage des sols et le changement climatique, réels au Sahel.

**Mots clés :** kori Damari, Fleuve Niger en aval de Niamey, Néo-exoréisme, Dégradation hydrologique actuelle, Ensablement

## 1. INTRODUCTION

Le retour des conditions pluviométriques à la normale dans les bassins sahéliens a entraîné des changements dans le fonctionnement de certains cours d'eau (LEBEL, T. and ALI, A. 2009). Pour des chercheurs comme DESCROIX et al. (2015), le retour des pluies a exacerbé du paradoxe hydrologique du Sahel tel que l'augmentation du ruissellement observée depuis des décennies (MANGUET, 2003). Or, RENARD-TOUMI ET DE LA CROIX (2013) affirme que le régime hydrologique d'un cours d'eau peut être modifié par des facteurs d'origine naturelle et anthropique. Dans le Bassin du fleuve Niger la rupture du système endoréique justifie la dynamique accélérée dans la partie supérieure l'amont du fleuve Niger. Ainsi, la convexité des berges et la faible profondeur du lit (BOUZOU MOUSSA et al., 2016) favorise le développement de l'exoréisme au détriment des systèmes endoréiques constitués des dunes de sable et de cônes de déjection. Ce processus est à la base de l'accroissement de nombre des mares aussi bien dans la zone cristalline que sédimentaire (MALAM ABDOU et al., 2018). Et, l'apparition de ces nouvelles mares et leur coalescence traduisent le renforcement de l'endoréisme. Aussi, le changement d'usage des sols notamment les pratiques agricoles à travers l'augmentation de l'encrouement impactent l'hydrodynamisme du bassin versant (MAMAN et al., 2019).

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant global du fleuve Niger est partagé entre 9 pays de l'Afrique de l'Ouest : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria, Tchad, et son bassin actif couvre une superficie de 1.500.000 km<sup>2</sup> (Mamadou et al., 2010). D'amont en aval, le bassin compte plusieurs affluents bien structurés. Le bassin qui fait l'objet de notre étude se situe en aval de Niamey (Figure 1).

Avec une superficie de 343.75 km<sup>2</sup>, le bassin versant du kori de Damari est situé en aval de Niamey dans l'extrême ouest du Niger. Le kori désigne en hydrologie sahélienne, un organisme fluvial à écoulement brusque et intermittent. Ce cours d'eau devient fonctionnel à la suite des précipitations enregistrées dans son bassin ces dernières années. Sa réponse hydrologique est tributaire non seulement de l'intensité et du cumul de la pluie tombée. La configuration géomorphologique et topographique influence aussi le comportement hydrologique et est un des facteurs des fréquentes ruptures d'endoréisme observées dans la région de Niamey ces dernières années (Figure 2).

L'objectif central de l'étude est d'analyser les facteurs expliquant la dégradation hydrologique du bassin versant et la nouvelle dynamique de la zone de confluence de ce kori avec le fleuve Niger.

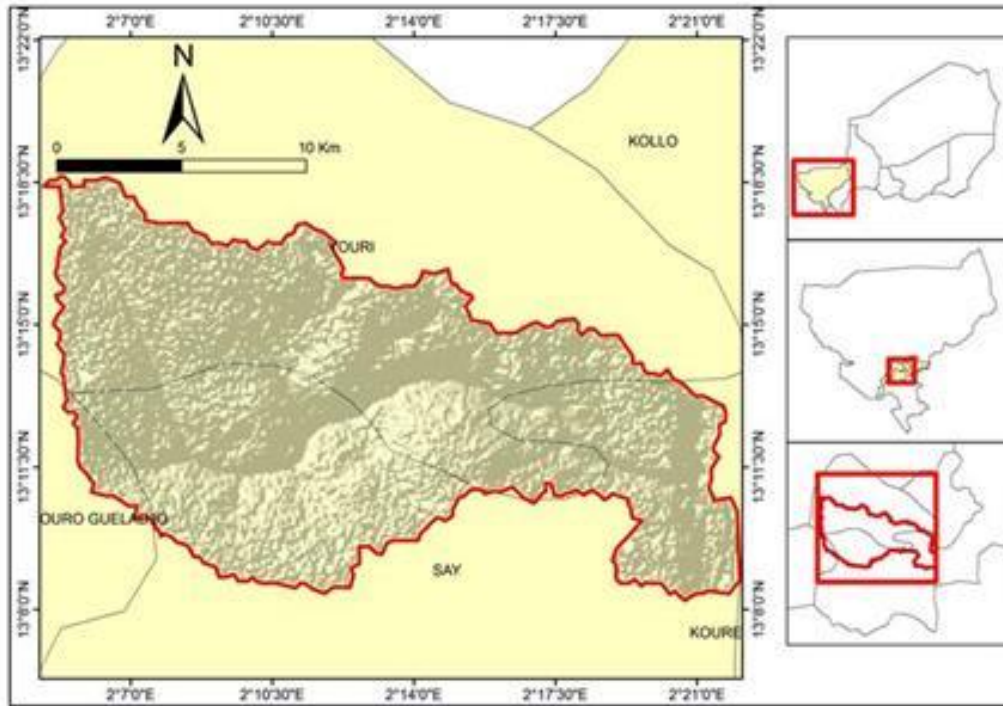


Figure 1. La localisation du bassin versant du kori Damari

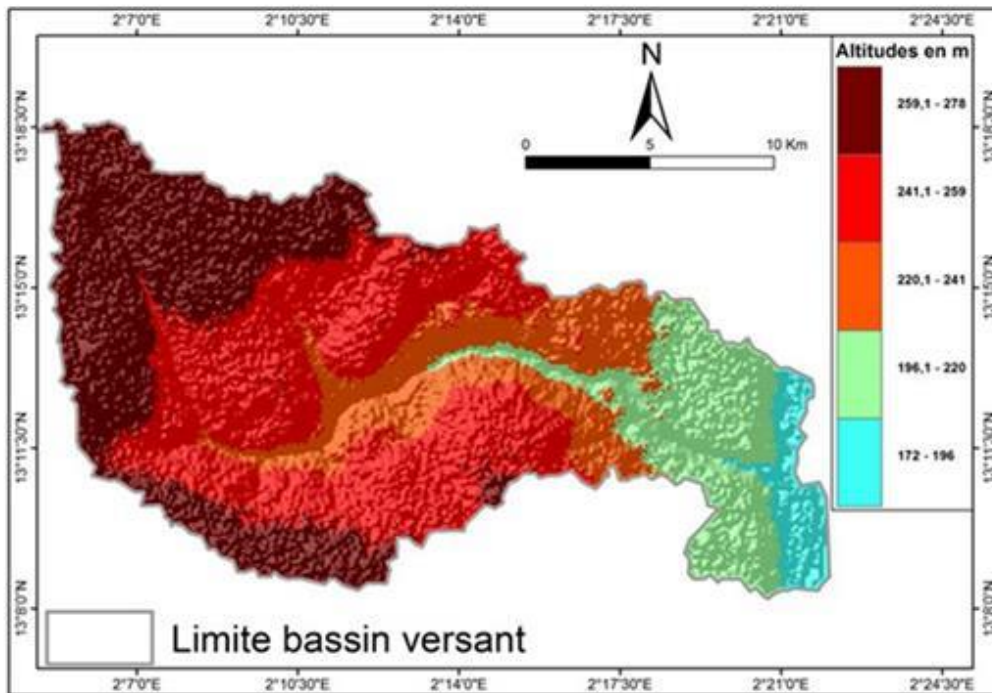


Figure 2. Modèle numérique du bassin versant du kori Damari

Comme l'ensemble des sous-bassins locaux de la zone de Niamey, la configuration géomorphologique se présente de la manière suivante :

- Plateaux cuirassés d'altitude moyenne de 240m sur lesquels on retrouve une végétation de type brousse tigrée dégradée.
- De longs glacis sur une dizaine de kilomètres qui raccordent les plateaux à la vallée du fleuve. Dans la partie médiane des glacis, on note l'existence y a une quarantaine d'année d'une très grande zone endoréique. Dans la partie aval du bassin, le bas glacis constitue une de confluence du kori et les terrasses alluviales du fleuve Niger.
- Les terrasses alluviales étaient occupées par de grands jardins d'arboriculture fruitière. Aujourd'hui, sur cette zone le gigantesque cône de déjection édifié par les apports sédimentaires du kori Damari obstrue le lit du fleuve Niger.

## **2.2. Cartographie des unités d'occupations des sols**

La cartographie des unités d'occupation des sols du bassin versant de Damari a été réalisée grâce à l'utilisation des images Spot de décembre 1986 ; Landsat de novembre 2001 et 2017. Elle permettra de caractériser la dynamique paysagère du bassin versant sur un pas de temps de quinze (15) ans. Les images ont été traitées sur Arc Gis 10.4. Le traitement des images comprend :

- Le Géo référencement des images dans le système Mercator (GCS\_WGS\_84),
- Le choix de la composition colorée qui consiste à attribuer à chaque bande spectrale de l'image une couleur fondamentale (rouge vert et bleu : RVB) pour faciliter le traitement de l'image,
- La classification semi-automatique des unités paysagères : pour établir la classification des différentes unités de surface d'occupations des sols nous sommes appuyés sur les observations de terrain et sur la nomenclature d'occupation des sols du Niger (NOS). En nous basant sur les caractéristiques descriptives utilisés dans la NOS, nous avons identifié dix (10) classes d'occupation des sols. Après le traitement des images les différentes unités ont été numérisées sur Arcgis.

## **2.3. Cartographie de la dynamique de la végétation**

Les cartes de la dynamique de la végétation du bassin versant de Damari ont été réalisées grâce à l'utilisation des images Landsat de 2001 et 2017. Les images utilisées ont été traité sur Arcgis. Le traitement comprend :

- Le choix de la composition colorée,
- La numérisation des différentes unités correspondant à la végétation,
- Cartographie des résultats obtenus.

## 2.4. Cartographie de la dynamique du ravinement

La cartographie du ravinement a été réalisée grâce à l'utilisation des images Google Earth des années 2001 et 2018 préalablement géo référencées dans le système de Mercator (GCS\_WGS\_84). Le choix de ces deux dates se justifie par la non disponibilité des images Google Earth de la zone avant 2001 mais aussi par une évolution importante du ravinement pendant la période 2001-2018. Ainsi, le drain principal et les différents affluents ont été numérisés sous Google Earth et le résultat est porté sur Arc Gis 10.4 pour la cartographie. La dynamique du ravinement a été suivie à travers :

- la longueur totale et le nombre des affluents du chenal principal,
- la densité surfacique du ravinement qui a permis de déterminer le nombre de ravins par unité de surface,

$$Dd = \frac{\sum Li (Km)}{S (Km^2)} \quad (1)$$

**Li** : la longueur d'un ravin en Km ;

**S** : la superficie de la surface concernée en Km<sup>2</sup>,

**Dd** : densité de drainage du ravinement en Km/ Km<sup>2</sup>

## 3. RESULTATS

### 3.1. Occupation des sols dans le bassin versant de Damari entre 1986-2001-2017

Les Figures 3, 4, 5, 6 présentent l'évolution de l'occupation du sol du bassin versant de Damari de 1986 à 2017. L'étude comparative montre que les différentes unités représentées ont relativement connu des changements. Les unités les plus affectées sont la brousse tigrée, les zones de culture, les sols nus et les jachères. Ces trois éléments ont été affectés du fait de la pression humaine. En effet, la brousse tigrée et la jachère ont diminué respectivement de 13.62% (2050 ha) et 19.65% (5337 ha) entre 1986 et 2017. Du côté des zones de culture et des sols nus, on observe respectivement une augmentation de 61.26% et 36.98% de 1986 à 2017.

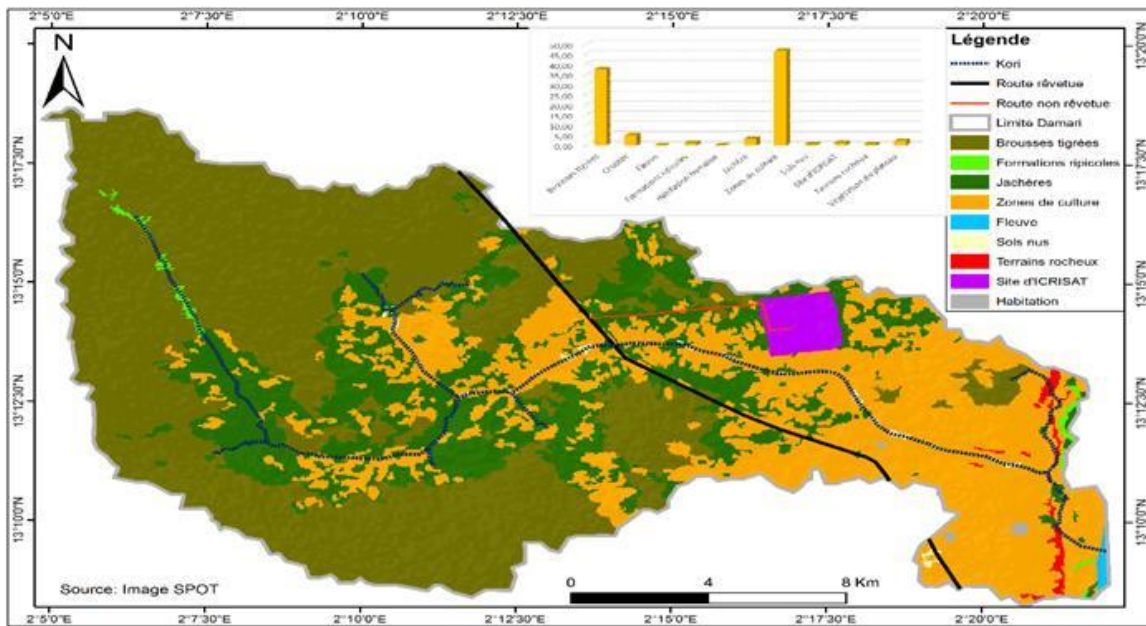


Figure 3. L'occupation des sols du bassin de Damari en 1986

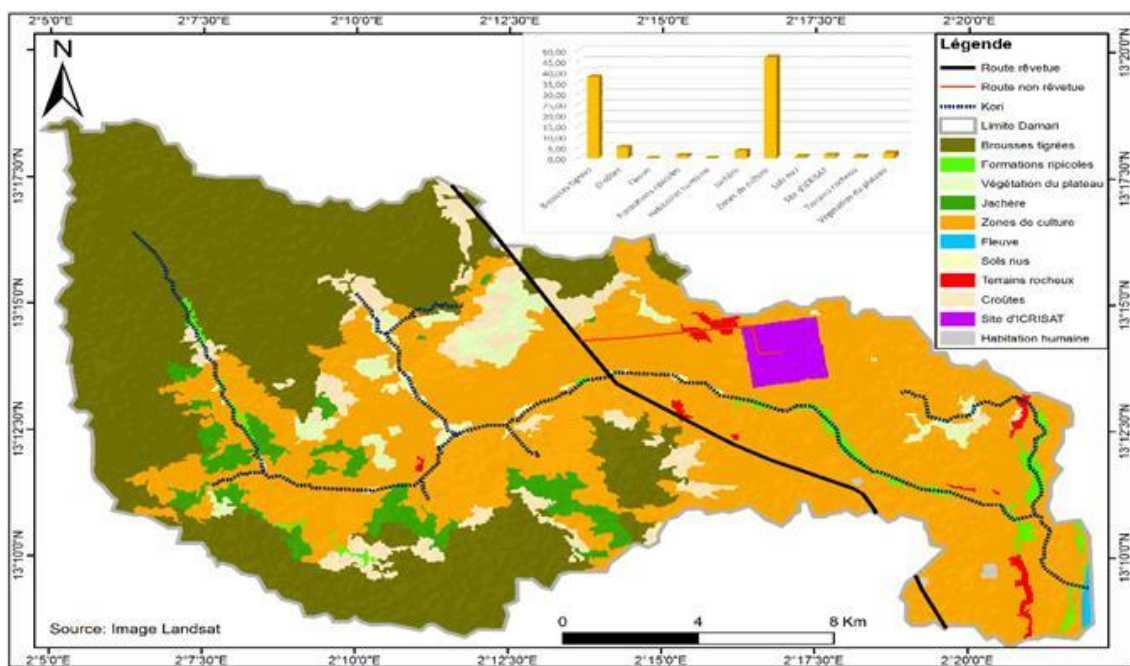


Figure 4. L'occupation des sols du bassin de Damari en 2001

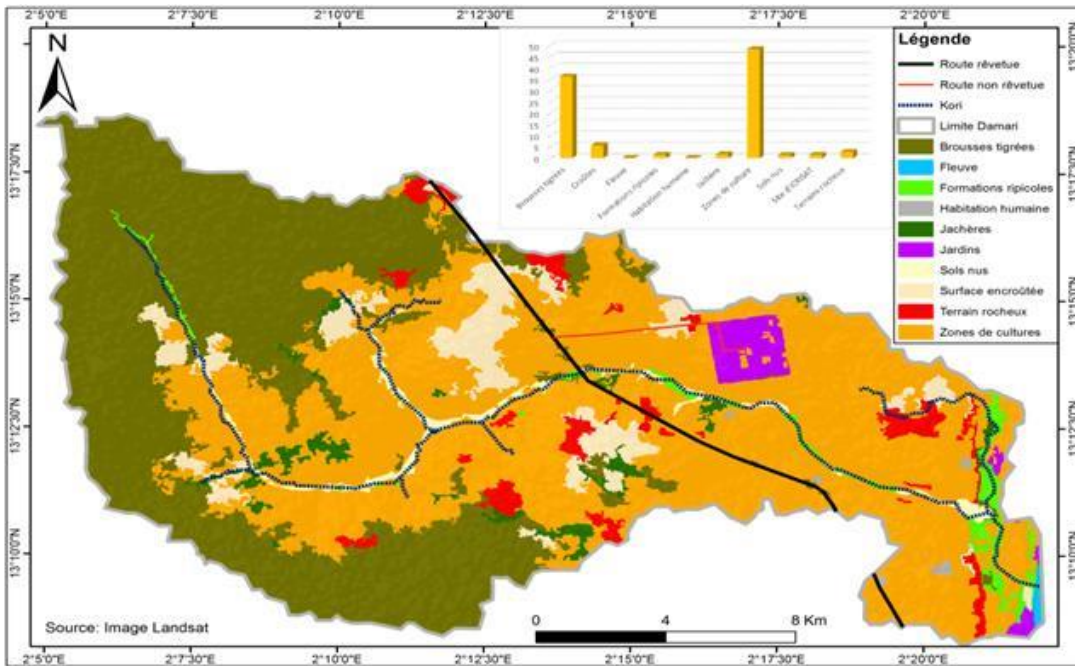


Figure 5. L'occupation des sols du bassin de Damari en 2017

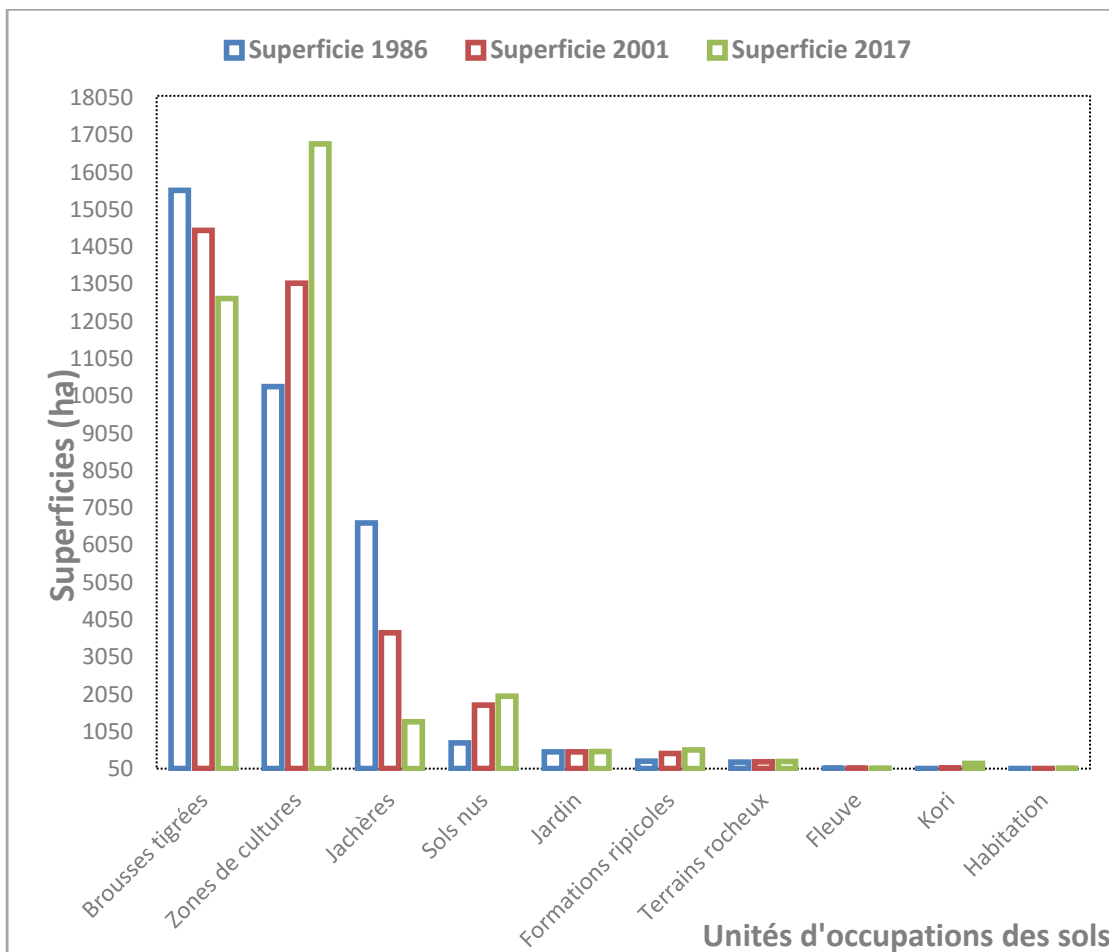


Figure 6. Dynamique des unités d'occupations des sols en 1986, 2001 et 2017



Le processus de dégradation du couvert végétal se maintient malgré les efforts de reboisement dans le bassin de Damari (travaux de projet de développement et des ONG). Notons aussi que dans cette zone se développent les champs de cultures et est aussi très fréquentée par les éleveurs locaux et les transhumants. Cette zone est aussi une des plus exposée aux déboisements d'exploitants de la filière bois alimentant la ville de Niamey. Le Tableau 1 montre la superficie des unités d'occupation des sols en hectare (ha).

Tableau 1. Superficie des unités d'occupation des sols en hectare (ha)

Class Name	Superficie 1986	Superficie 2001	Superficie 2017
Brousses tigrées	15565,52	14490,37	12660,49
Zones de cultures	10299,11	13075,73	16813,08
Jachères	6643,74	3694,67	1306,24
Sols nus	739,70	1753,09	1996,00
Jardin	502,17	502,92	504,85
Formations ripicoles	253,08	457,32	549,75
Terrains rocheux	228,70	232,38	243,97
Fleuve	61,31	59,60	57,45
Kori	48,93	68,37	186,67
Habitation	33,29	40,60	57,49
Surface du bassin	34375,84	34375,75	34375,99

### 3.2. Evolution de la végétation

La végétation est l'élément le plus affecté par les populations riveraines. On déboise des parties de la végétation à d'autres fins : habitation, cultures, vente...etc. Le bassin de Damari a connu une régression de sa végétation d'années en année comme nous le démontrent la Figure 7 et le Tableau 2. La végétation occupait 8.91% et 6.72%, soit respectivement 3063,68 ha et 2308,46 ha en 2001 et 2017. Presque toutes les superficies perdues de la végétation sont soit devenu des zones de cultures soit des espaces nus. La quête des zones cultivables conjuguées à la dégradation des sols cultivés et la croissance exponentielle des populations riveraines sont responsables de la dégradation de la végétation.

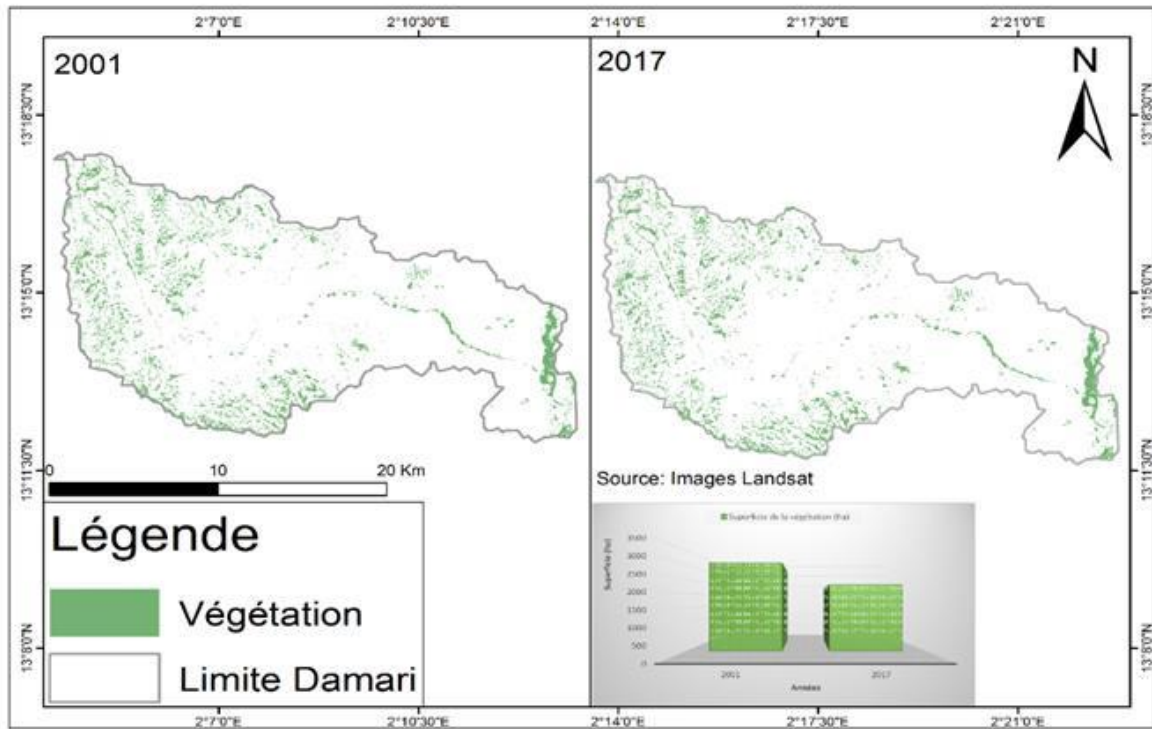


Figure 7. Dynamique de la végétation du bassin de Damari en 2001 et 2017

Tableau 2. Evolution de la végétation

Années	Superficie de la végétation (ha)	Superficie du bassin (ha)	Superficie de la végétation (%)
2001	3063,68	34375	8,91
2017	2308,46	34375	6,72

### 3.3. Dynamique du ravinement dans le bassin versant de Damari

Le processus de ravinement présente une dynamique évolutive spectaculaire (Figure 8, 9, 10) depuis le retour de la pluviométrie observée à partir de 1990 (AMANI, Abou, and NGUETORA, M., 2002). La largeur du lit ainsi que la longueur des drains ont largement augmenté de plus de 19% depuis la date de la première observation jusqu'en 2017. En 2018 le réseau des drains mesurait 211.04 km alors qu'elle n'était que de 145.25 km en 2001. L'anthropisation est majoritairement la cause de l'accentuation du ravinement dans ce bassin.

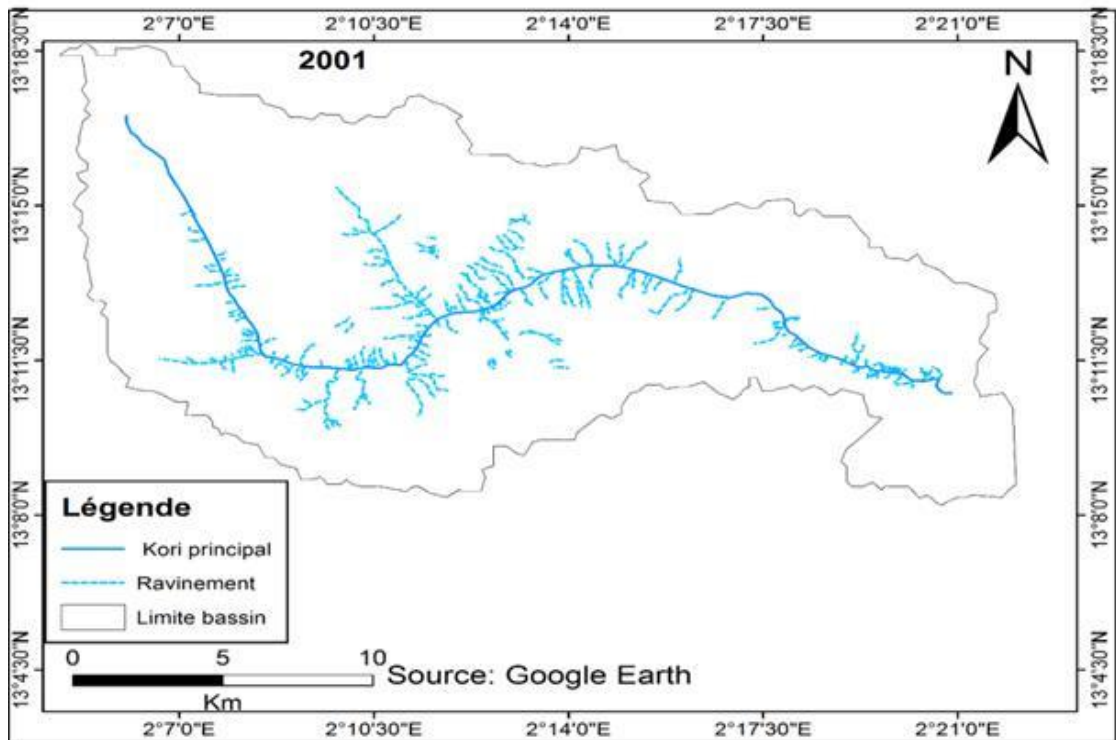


Figure 8. Le ravinement du bassin versant de Damari 2001

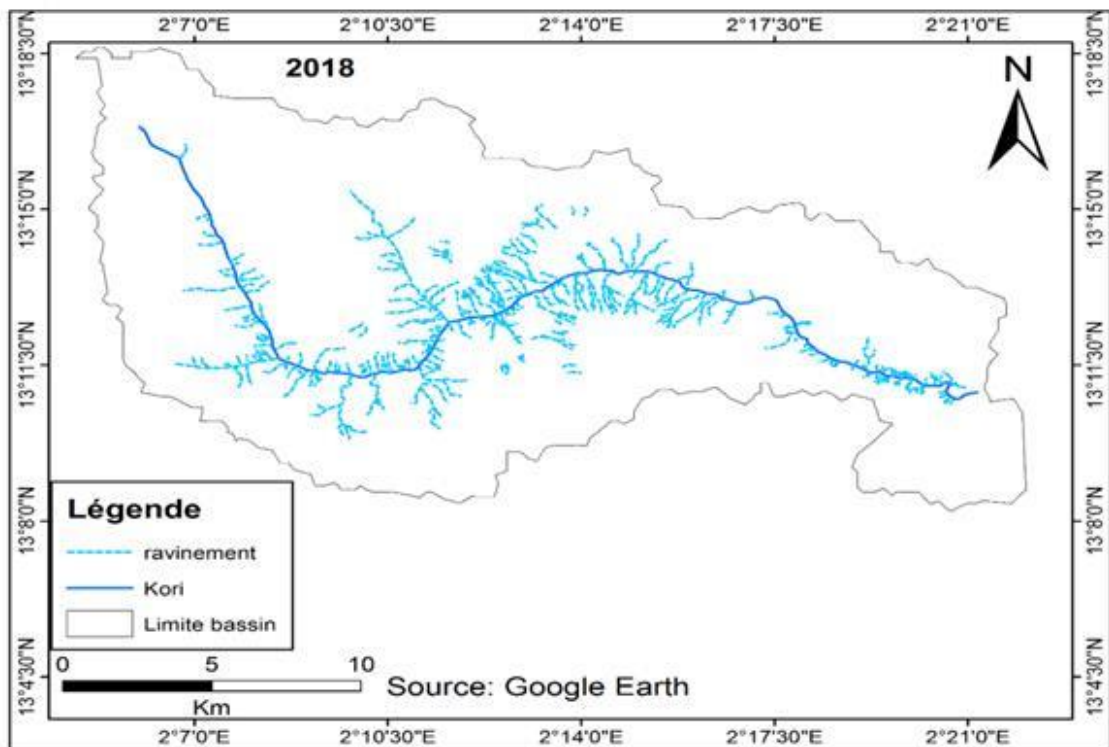


Figure 9. Le ravinement du bassin versant de Damari en 2018

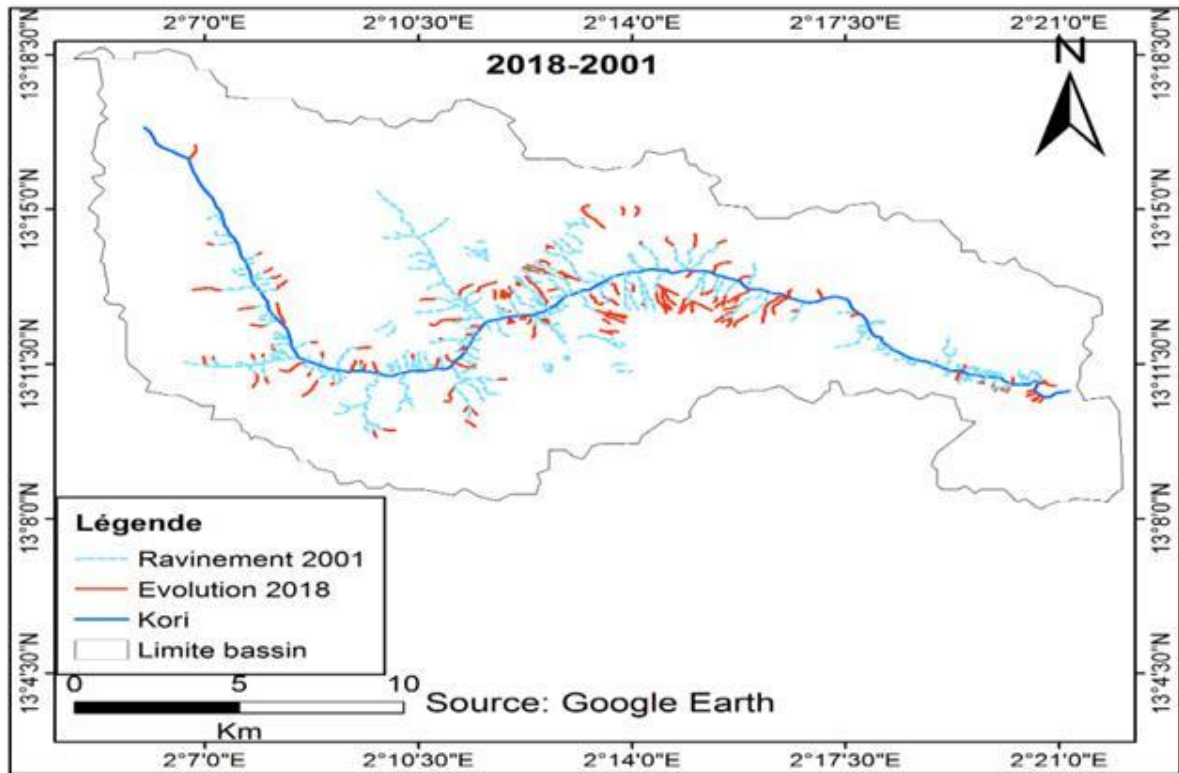


Figure 10. La dynamique du ravinement du bassin versant de Damari entre 2001 et 2018

Dans cette région, les matériaux arrachés aux versants sont en augmentation du fait de l'érosion provoquée par le déboisement lié aux changements d'usage des sols (MAMADOU et al., 2010). Entre 2001 et 2018, la longueur des drains a augmentée de 65.79 km soit une augmentation de 19.14%. D'après les données, le réseau des drains existant en 2018 est à près de 1/3 inexistant en 2001 (Tableau 3).

Le ravinement se généralise dans l'ensemble du bassin Damari. Cette dynamique se traduit par la densification du réseau de ravines qui évolue tant par l'élargissement que par approfondissement. Ceci atteste l'augmentation du ruissellement observée par (MALAN ABDOU et al., 2016 ; DESCROIX et al., 2013; AMOGU et al. , 2010).

Tableau 3. Densité du drainage et longueur du drain principal

Années	Superficie du bassin versant	Longueur des drains	Densité du drainage	Longueur drain principal
2001	343,74h Km <sup>2</sup>	145,25 Km	0,42Km/Km <sup>2</sup>	36,59 km
2018	343,74 Km <sup>2</sup>	211,04 Km	0,61Km/Km <sup>2</sup>	39,06 Km

### 3.4. Rupture d'endoréisme et évolution de la mare amont du bassin de Damari

D'après le témoignage des locaux, la première rupture d'endoréisme a été observée en 1985. Comme pour les autres ruptures d'endoréisme observées dans la région de Niamey, le kori Damari devint exoréique à la suite des pluies intenses et continues enregistrées en depuis du mois d'août 1985.



Figure 11. La rupture du pont de la RN 27 par le kori Damari en 2012

En 2012, le kori emporte pour la quatrième fois (1994-1998) le pont de la RN 27 (Figure 11) reliant la capitale Niamey et la ville de Say. La principale mare (Figure 12a) en amont du bassin s'est subdivisée en trois petites mares (Figure 12b) du fait des apports latéraux qui charrient d'importants sédimentaires.

### 3.5. Evolution du cône de déjection et de la zone de confluence du kori Damari au fleuve Niger

Quels qu'ils soient, les cours d'eau font face aux problèmes d'ensablement (BECHLER-CARMAUX et al 2000, AMOGU et al 2010). Le kori Damari est particulièrement ensablé compte tenu ses caractéristiques floristiques, morphologiques et pédologiques (Tableau 4). La végétation et les sols sont en pleine dégradation anthropique.

Le bassin réceptif est pour la plupart constitué de zones de culture, sols nus, végétation en dégradation progressive etc. Tous ces paramètres entrent en jeu pour déterminer la dynamique évolutive du cône de déjection situé au niveau de la confluence d'avec le fleuve Niger. L'agrandissement saison après saison du cône (Figure 13) est la preuve manifeste de l'ensablement de la vallée du fleuve Niger.

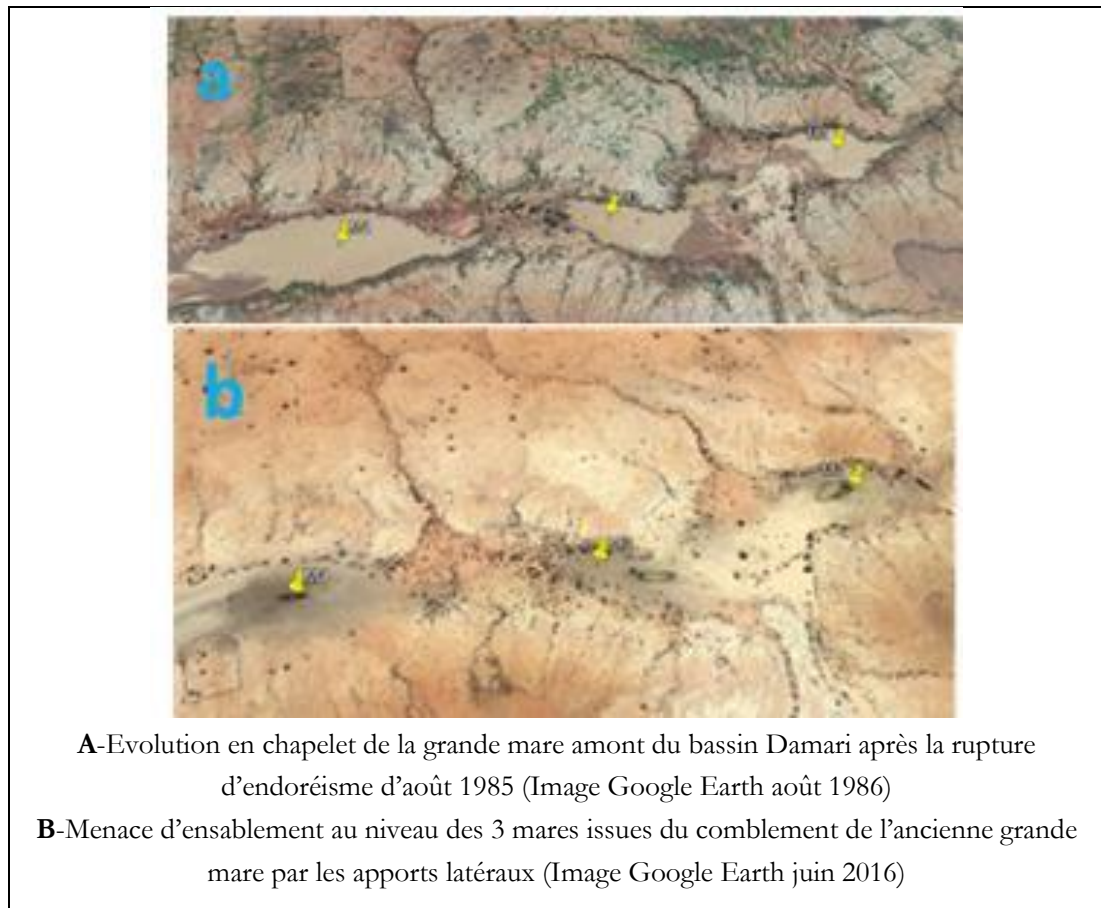


Figure 12. Evolution de l'ancienne grande mare amont du bassin Damari entre 1986 et 2016

Tableau 4. Evolution de la superficie du cône de déjection du kori Damari

Année	Superficie du cône (ha)
2011	4,85
2019	40,19

Ce dernier avec la baisse générale de son débit n'arrive plus à curer les apports sédimentaires des koris dans cette région de Niamey (AICH, 2015).

#### 4. DISCUSSION

Il ressort des résultats de cette étude que le kori de Damari a connu une évolution rapide. Ceci se traduit par des changements d'usage des sols (Panthou et al 2014). Une réciproque a été menée par (MAMADOU ET HAMISSOU, 2017) dans la région de Zinder, (MAMADOU, 2012, DESCROIX et al 2018) sur les koris de la région de Niamey dans l'Ouest nigérien (MALAN, 2016; OUSSEINI, 1986). D'après ce chercheur les activités



Figure 13. Le gigantesque cône de la zone de confluence kori Damari et fleuve Niger  
(Image Google Earth juin 2016)

anthropiques et le ruissellement accéléré modifie l'hydrodynamisme dans cette zone où domine l'hortonisme typique. L'accélération du ruissellement au Sahel comme l'ont bien démontré (DESCROIX, et al 2010 ; DESCROIX et al. 2012; DESCROIX et al. 2013) confirme ce qu'on appelle le « paradoxe du Sahel ». L'anthropisation et les changements d'usage des sols constituent la cause principale de la dégradation voire la disparition de la végétation dans ce milieu étudié. Ces mêmes facteurs influent également sur la dynamique de ravinement (BOUBACAR et al., 2017 ; ETENE et al., 2017 ; THÉVOZ, C et al. 1994). En effet, cette dynamique est non seulement liée aux héritages physiques et historiques, mais surtout de la combinaison de changements récents d'origine climatique et anthropique, ayant abouti à des mutations importantes dans les travaux et l'utilisation du sol (GAUCHE, 2006), (OLIVRY, 2002). Les résultats sur l'évolution de cône de déjection signalent que le kori de Damari connaît une dynamique progressive d'ensablement qui le menace potentiellement (CHINEN, 1999). Une étude similaire a été faite par (BAHARI et al., 2019) en zone cristalline, au terme de laquelle ils ont bien révélé que l'intensité de la dynamique érosive dans les lits des cours d'eau engendre leur ensablement ou leur morcellement (MALAM ABDOU et al., 2017), (MAHÉ, et al 2013).

## 5. CONCLUSIONS

Le kori de Damari connaît une dynamique hydro-érosive très prononcée engendrant en même temps la dégradation hydrologique de son bassin et en partie l'ensablement de celui du fleuve Niger en aval de Niamey. Il est établi que le changement du cycle hydrologique de ce kori s'est manifesté en partie à cause des changements d'usage des sols des populations occupant ce bassin. La dynamique hydrique est aussi soutenue par le retour des pluies au Sahel. Alors la conjugaison changement du cycle hydrique et celui des usages des sols du bassin de ce kori, entraînent une dynamique érosive très significative.

## 6. REFERENCES

- AICH, V., LIERSCH, S., VETTER, T., ANDERSSON, J., MÜLLER, E., HATTERMANN, F. 2015, Climate or Land Use?—25 Attribution of Changes in River Flooding in the Sahel Zone, *Water*, 7(6), 2796–2820, doi:10.3390/w7062796.
- AMANI, A., NGUETORA, M. 2002. Evidence d'une modification du régime hydrologique du fleuve Niger à Niamey. In Van Lannen, H., Demuth, S. (Eds). FRIEND 2002 regional Hydrology: bridging the gap between research and practice. Proc. of Friend Conf. Cape Town, S.A., IAHS Pub. 274 : 449-456.
- AMOGU O., DESCROIX L., SOULEY YERO K.S., LE BRETON E., MAMADOU I., ALI A., VISCHÉL T., BADER J.-C., BOUZOU MOUSSA I., GAUTIER E., BOUBKRAOUI S., BELLEUDY P. 2010. Increasing River Flows in the Sahel? *Water*, 2(2), 170-199.
- BAHARI IBRAHIM, M., MALAM ABDOU, M., MAMADOU, I., MAMAN, I., ABBA, KADAOURE, B., FARAN MAIGA, O., BOUZOU MOUSSA, I. 2019. Tendances du reverdissement et de la dégradation du sol dans l'ouest du Niger, MAROC, *EWASH & TI Journal*, 3, Issue 2, ISSN Electronic Edition : 2509 – 1069.
- BECHLER-CARMAUX N., MIETTON M., LAMOTTE M. 2000 : Le risque d'inondation fluviale à Niamey (Niger). Aléa, vulnérabilité et cartographie. *Annales de Géographie*, 612, 176–187.
- BOUBACAR, N-A., MALAM ABDOU, M., INGATAN WARZAGAN, A., MAMADOU, I., FARAN MAIGA, O., BOUZOU MOUSSA, I., DESCROIX, L. 2017. Efficacité du sous-solage dans la restauration des sols sahéliens dégradés. Étude expérimentale sur le site de Tondi Kiboro, Niger. *Afrique SCIENCE* 13(6), pp. 189 – 201.
- BOUZOU MOUSSA I., BAHARI I., FARAN MAIGA O., ISSAKA H., ABDOU A.A., LONA I., BONTIANTI A., MAMADOU I., ABDOULAYE A., DESCROIX L., MALAM ISSA O., DIEDHIOU A., ALIKO M. 2016. Changement climatique, géomorphologie et



- inondabilité de la plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey (Niger). *Revue du CAMES*, 007, pp. 299-314.
- CHINEN, T. 1999. Recent accelerated gully erosion and its effects in dry savanna, southwest of Niger. In *Human Response to Drastic Change of Environments in Africa*, Faculty of Economics, RYUTSU Keizai University 120, Hirahata, Ryugasaki 301-8555, Japan, 67-91 pp.
- DESCROIX ET AL 2018, Evolution of Surface Hydrology in the Sahelo-Sudanian Strip: An Updated Review *Water* 2018,10, 748; doi:10.3390/w10060748.
- DESCROIX L. 2012. *Le bassin versant : Unité de gestion des eaux idéale pour l'Afrique subsaharienne ?* pp. 78-105.
- DESCROIX L. DIONGUE NIANG A., PANTHOU G., BODIAN A, SANE Y, DACOSTA H., MALAM ABDOU M., VANDERVAERE J-P., QUANTIN G. 2015. Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'ouest à travers deux régions : la Sénégalie et le bassin du Niger moyen, *Climatologie*, 12, pp. 25-43.
- DESCROIX L., DIONGUE NIANG A., DACOSTA H., PANTHOU G., QUANTIN G., DIEDHIOU A. 2013. « Évolution des pluies de cumul élevé et recrudescence des crues depuis 1951 dans le bassin du Niger moyen (Sahel) », *Climatologie* [En ligne], mis à jour le : 07/07/2015, URL : <http://lodel.irevues.inist.fr/climatologie/index.php?id=78>, doi :10.4267/climatologie.78.
- DESCROIX, L., DIONGUE NIANG A., DACOSTA H., PANTHOU G., QUANTIN G. et DIEDHIOU A. 2013. Évolution des pluies de cumul élevé et recrudescence des crues depuis 1951 dans le bassin du Niger moyen (sahel) *Climatologie*, 10, pp. 37-49.
- ETENE, C.G., ISSA, M.S., CHABI, P.A.B., KOUSSINOU, E. et SOUKOSSI, R.R. 2017. Erosion pluviale et dégradation des établissements humains à Adjarra au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, 30, pp. 217 – 234.
- GAUCHE, E. 2006. La crise environnementale des bassins versants des Beni Saïd (Rif oriental, Maroc). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, pp. 141-156.
- LEBEL, T., ALI, A. 2009, Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990-2007), *J. Hydrol.*, 30375(1-2), 52–64, doi:10.1016/j.jhydrol.2008.11.030, 2009.
- MAHÉ, G., LIENOU, G., DESCROIX, L., BAMBA, L., PATUREL, J.-E., LARAQUE, A., MEDDI, M., HABAIEB, M., ADEAGA, O., DIEULIN, C. 2013, The rivers of Africa: Witness of climate change and human impact on the environment. *Hydrol. Process.* 2013,27, 2105–2114. [CrossRef]
- MALAM ABDOU M., MAMADOU, I., WAZIRI MATO M., ELH ISSOUFOU ASSANE M., MAMAN MOUSSA M.N. 2017. Dynamique hydrique et impacts environnementaux et

- socio-économiques du barrage de Toumbala (région de Zinder, Niger). *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, 31 (2017) pp. 108 – 122.
- MALAM ABDOU, M., BAHARI IBRAHIM, M., FARAN MAIGA O., MOHAMED BELLO, S., MAMADOU, I., ABBA, B., BOUZOU MOUSSA, I., & DESCROIX, L. 2018. Variabilité climatique et dynamiques interannuelles des mares et ravines en zones cristalline et sédimentaire de l'ouest du Niger. *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, 31, pp. 108-122.
- MALAM ABDOU, M., VANDERVAERE, J-P., BOUZOU MOUSSA, I., DESCROIX, L., MAMADOU, I. & FARAN-MAIGA, O. Genèse des écoulements sur deux petits bassins versants cristallins de l'Ouest du Niger : approche multi-échelles du fonctionnement hydrodynamique. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, 22, (4), pp. 363-374.
- MAMADOU, E., GAUTIER, E. & DESCROIX, L. 2010. Réactivation récente des koris de la région de Niamey et ensablement du fleuve Niger, *ICID*, Fortaleza, Brésil (2010).
- MAMADOU, I. 2012. *La dynamique accélérée des koris de la région de Niamey et ses conséquences sur l'ensablement du fleuve Niger*, Thèse de Doctorat, département de géographie, Université Abdou Moumouni, p. 290.
- MAMADOU, I., HAMISSOU, S. 2017. Géodynamique récente de l'hydrosystème de Zinder-Gaffati-Chiya dans la région de Zinder au Niger. *Cahiers du CBRST*, 12, pp. 272-292.
- MAMADOU, I., GAUTIER, E., DESCROIX, L., NOMA, I., BOUZOU MOUSSA, I., FARAN MAIGA, O. GENTHON, P. AMOGU, O. MALAM ABDOU, M., VANDERVAERE, J-P. 2015. Exorheism growth as an explanation of increasing flooding in the Sahel. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.03.017>. *Catena* 131 (2015) 130–139.
- MAMAN, I., MALAM ABDOU, M., VANDERVAERE, J-P., BOUZOU MOUSSA I., SANI CHINA M. 2019. Pratiques agricoles et hydrodynamiques des sols dans le bassin versant de Ouama, Niger. *Afrique SCIENCE*, 15, (3), pp. 302-311.
- MANGUET, M. 2003. *Les pays secs, environnement et développement*, Carrefour ; édition ellipses, Paris ; 159p.
- NKA, B.N., OUDIN, L., KARAMBIRI, H., PATUREL, J-E. & RIBSTEIN, P. 2015. Trends in floods in West Africa : analysis based on 11 catchments in the region. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 19 (11), pp. 4707–4719.
- OLIVRY, J. C. 2002. *Synthèse des connaissances hydrologiques et potentielles en ressources en eau du Fleuve Niger*. Provisional report World Bank, Niger Basin Authority, 150 p.
- OUSSEINI, I. 1986. Etude de la répartition des formations quaternaires et interprétation des dépôts éoliens dans le Liptako Oriental (République du Niger). Université Pierre et Marie Curie, France.

- PANTHOU, G., VISCHEL, T., LEBEL, T. 2014, Recent trends in the regime of extreme rainfall in the central sahel, *Int. J. Climatol.*, 4006(March), 3998–4006, doi:10.1002/joc.3984.
- RENARD TOUMI A., DE LA CROIX K. 2013. Les mares des plaines alluviales du Niger Supérieur : des points d'eau et leurs pratiques sociales comme révélateur hydrodynamique et culturel. *Dynamiques Environnementales-Journal international des géosciences et de l'environnement*, 32, pp. 15-35.
- THÉVOZ, C. ET AL. 1994. Aspects géomorphologique 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.