

## VARIATIONS CLIMATIQUES ET DYNAMIQUE DES EAUX DE SURFACE DANS LA COMMUNE RURALE DE BITINKODJI AU NIGER

Saidou IBRAHIM MOUSSA  
Université d'Abomey-Calavi (Benin)  
*E-mail : angoudj@gmail.com*

Kabirou SOULEY  
Université de Zinder (Niger)  
*E-mail : kabsoul@gmail.com*

Waidi SEYDOU  
Université d'Abomey-Calavi (Benin)  
*E-mail : waidosyl@yahoo.fr*

Sourou Henri TOTIN VODOUNON  
Université d'Abomey-Calavi (Benin)  
*E-mail : sourouhenri@yahoo.fr*

**Résumé :** Ce travail fait le diagnostic des ressources en eau de surface (mares et fleuve Niger) dans un contexte de variation climatique, dans la commune de Bitinkodji, région de Tillabéri au Niger. Dans cette commune, le fleuve Niger, les mares et les Koris demeurent les ressources essentielles à l'élevage, la pêche et l'irrigation. Avec les variations climatiques constatées au cours des cinquante dernières années, ces ressources hydriques sont confrontées au tarissement précoce en fin de saison pluvieuse et à l'ensablement. Les outils méthodologiques utilisés comprennent la recherche documentaire, l'observation, les enquêtes qualitatives et les données climatiques, hydrologiques, cartographiques. Il résulte de cette étude, que les précipitations ont diminué et les températures ont augmenté. Sur la base des ruptures climatiques ressorties par le test de Pettitt de 1951 à 2020 à la station de Niamey, la moyenne pluviométrique à la première sous période (1951-1967) est de 656,49 mm contre 490,80 mm à la deuxième (1968-2020). A ces mêmes périodes, les températures moyennes maximales et minimales sont respectivement de 33 et 15,21°C ; 34 et 15,39. Par rapport aux ressources en eau, il est constaté une baisse des superficies inondées. En effet, la superficie du fleuve Niger 39 km<sup>2</sup> en 1986, 37 km<sup>2</sup> en 2010 à 34 km<sup>2</sup> en 2019, celle des koris est passée 359 (0,49%) en 1986 ; 261 ha (0,35%) en 2010 à 133 (0,18) en 2019 et enfin la proportion des mares a varié de 195 ha (0,26%) en 1986, 130 ha (0,17%) en 2010 à 86 ha (0,11%) en 2019. Des mesures doivent être

prises pour sauvegarder les eaux de surfaces, pour un intérêt socio-économique et environnemental.

**Mots-clés :** Niger, Bitinkodji, variation climatiques, eau de surface, dynamique.

**Abstract:** This work diagnoses surface water resources (ponds and the Niger River) in a context of climatic variation, in the commune of Bitinkodji, Tillaberi region of Niger. In this commune, the Niger River, the ponds and the Koris remain the essential resources for livestock, fishing and irrigation. With the climatic variations observed over the last fifty years, these water resources are faced with early drying up at the end of the rainy season and silting up. The methodological tools used include documentary research, observation, qualitative surveys and climatic, hydrological and cartographic data. As a result of this study, rainfall has decreased and temperatures have increased. Based on the climatic breaks revealed by the pettitt test from 1951 to 2020 at the Niamey station, the average rainfall in the first sub-period (1951-1967) is 656.49 mm compared to 490.80 mm in the second (1968-2020). During these same periods, the average maximum and minimum temperatures are 33 and 15.21°C and 34 and 15.39°C respectively. With regard to water resources, a decrease in flooded areas was noted. Indeed, the surface area of the Niger River 39 km<sup>2</sup> in 1986, 37 km<sup>2</sup> in 2010 to 34 km<sup>2</sup> in 2019, that of the koris went from 359 (0.49%) in 1986; 261 ha (0.35%) in 2010 to 133 (0.18) in 2019 and finally the proportion of ponds has varied from 195 ha (0.26%) in 1986, 130 ha (0.17%) in 2010 to 86 ha (0.11%) in 2019 Measures must be taken to safeguard surface water, for socio-economic and environmental interest.

**Keywords:** Niger, Bitinkodji, climatic variation, surface water, dynamic.

## Introduction

Les ressources en eau constituent une composante essentielle de la vie sur Terre. Au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, l'Afrique de l'Ouest a connu une forte diminution des précipitations avec une rupture nette dans les années 1968-1972 (GIEC, 2016). Cette réduction s'est traduite par un processus historique d'aridification du climat caractérisé par les grandes sécheresses des années 1970 et 1980 (CSAO, 2008, p.3). Cependant beaucoup des études ont montré une augmentation de la pluviométrie à partir de 1998 (OZER P. *et al.*, 2014,

p 2), au Sénégal (MAMADOU SARR A. *et al.*, 2013 p.27-33), au Burkina Faso (HOUNTONDI, Y. C. *et al.*, 2016, p.), au Mali (TOURE H. *et al.*, 2017, p.8-16), dans le nord du Bénin (HOUNTONDI Y. C. *et al.*, 2011) ou encore dans l'est du Niger (OZER P. *et al.*, 2004), nord-ouest du Niger (RAJOT J. L. *et al.*, 2013). Ce retour des pluies est accompagné dans certaines régions des phénomènes extrêmes telle que l'inondation (DESCROIT, L, *et al.*, 2012)). Dans la même veine d'autres études annoncent un changement de tendance à partir de 2017.

Pour la température plusieurs travaux s'accordent pour dire qu'elle a augmenté. Les rapports du GIEC montrent que la température a déjà augmenté de 0,6 °C en Afrique. Ce qui est également le cas avec la dynamique du vent. En effet de 1982 à 2016, les auteurs tels que (OZER P. *et al.*, 2017). (SPINONI J. *et al.*, 2013, p.12), (SULTAN B., 2017, p.3), TAYLOR C. *et al.* (2017) ont constaté une augmentation de trois à quatre fois le nombre de systèmes convectifs méso-échelles intenses au Sahel. Selon OZER J. (2004), ce phénomène est susceptible de produire des lithométéores en Afrique de l'ouest avec des répercussions sur les êtres vivants.

Toutes ces variabilités climatiques ont été constatées après l'analyse des données climatiques concernant la zone d'étude. La moyenne pluviométrique enregistrée à la première sous périodes (1951-1957) est de 656,49 contre 490,80 mm à la deuxième (1968-2020). A la même période, la température moyenne maximale est de 33 et 34°C, soit une hausse de 1°. Pour la température minimale, elle varie de 15,21 à 15,39°C soit une hausse de 0.28°C.

De ce fait, le même constat se dégage dans la commune de Bitinkodji. Cela s'est traduit par l'ensablement du fleuve le long de son cours jusqu'à la limite de zone d'étude (Sarando Ganda), mais aussi au niveau des mares situées dans les villages de Toulouaré, Roubiré, Sebou Sebou, Nagouel sont affectées par l'évaporation et l'ensablement. La diminution des eaux de surface constitue une grande menace dont les conséquences sont élargies à plusieurs secteurs d'activités. C'est une zone agropastorale dont le 1/3 de la superficie représente des espaces pastoraux. Les ressources en eau de surface comprennent le fleuve Niger, les mares et quelques koris qui se remplissent en saison des pluies. Le fleuve Niger est la ressource en eau la plus exploitée par la population et les éleveurs surtout transhumants. Ce travail vise donc à

faire un état des lieux des eaux de surface dans ce contexte de variation climatique dans la zone d'étude.

## 1. Présentation de la zone d'étude

La commune rurale de Bitinkodji est située à 15 km de Niamey (capitale du Niger). Elle est située entre  $1^{\circ}51'7''$  et  $2^{\circ}2'8''$  de longitude est et  $13^{\circ}10'5''$  et  $13^{\circ}35'3''$  de latitude nord (ReNaLoc, 2012). Cette commune fait partie des onze communes du département de Kollo et couvre une superficie de 726,6 km<sup>2</sup>. Elle s'étend du Nord au Sud, de la rive droite du fleuve qui constitue sa limite naturelle avec les communes voisines au Nord, vers la commune de Torodi ; au Sud par les communes rurales de Torodi et Djaladjo ; à l'Est par la commune rurale de Youri et l'Arrondissement communal Niamey V, à l'Ouest par les Communes rurales de Namaro et Torodi (fig. 1).

Zone agropastorale, cette commune dispose d'importantes ressources en eau. Il s'agit du fleuve Niger, des ouvrages hydrauliques de six (6) mares naturelles dont deux font l'objet de cette étude (fig.2). Ces eaux sont mises en valeur à travers plusieurs secteurs d'activités (agriculture, élevage, irrigation, pêche, etc).

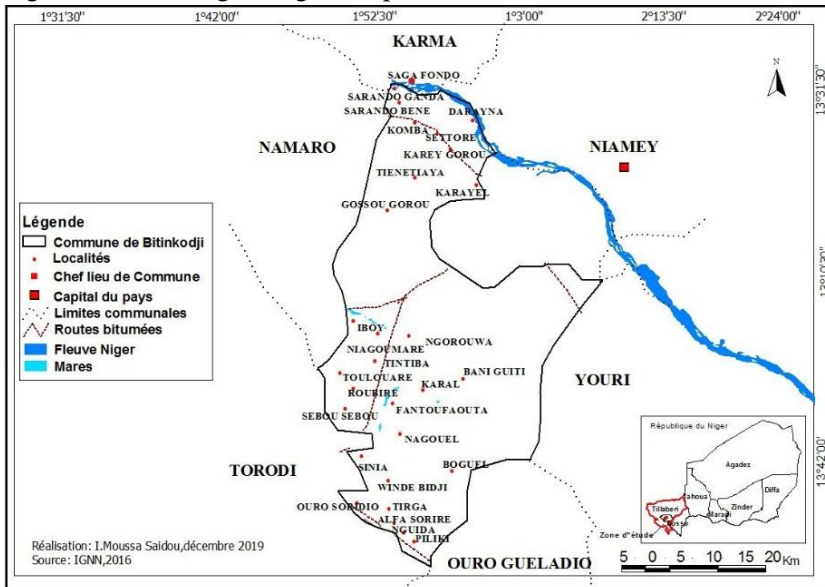


Fig1 : Situation géographique du secteur d'étude

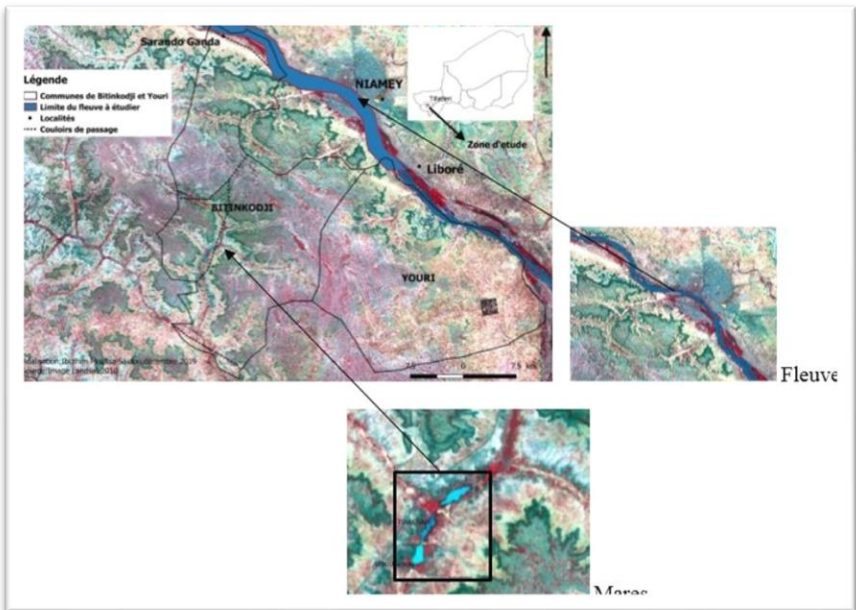


Fig.2 : Localisation des eaux de surface

## 2. Approche méthodologique

Les méthodes mises en œuvre comprennent la recherche documentaire (les documents de référence,) les données climatiques, hydrologiques, cartographiques et les données de terrain.

L'étude est menée sur trois dates à savoir 1986, 2010 et 2019. Le choix des années est basé sur l'importance des précipitations. Le choix de l'année 1986 (excédentaire avec 632 mm) vise à mettre en évidence la situation d'ensablement au niveau des koris dans les années 80. Le choix des années 2010 (528,41 mm) et 2019 (445,59) est de voir l'impact des crues exceptionnelles sur les ressources en eau malgré la baisse interannuelle des précipitations

L'étude de la dynamique du fleuve Niger concerne la partie proche du secteur d'étude qui va de Liboré (Niamey) à Sarando Ganda (Bitinkodji). C'est un espace trop fréquenté par les pasteurs transhumant vers d'autres communes voisines à la recherche d'eau et du pâturage. Quant aux mares, elles sont en plus grande partie localisées dans les koris. Le Réseau de Koris entoure de part et d'autre les 2/3 des enclaves pastorales de la commune.

La collecte des données a été menée à travers un guide d'entretien. L'enquête a concerné tous les usagers des ressources en eau (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs) et les gardiens de patrimoine (forestiers). Un échantillon aléatoire de 60 personnes a été enquêté compte tenu de l'insécurité dans le secteur d'étude, l'accès aux terroirs est contraignant, car les engins motorisés sont interdits de circulation.

Les rubriques discutées concernent les facteurs de réduction des ressources hydriques et les contraintes liées aux phénomènes d'inondation et d'ensablement avancés des eaux de surface. Des photos sur l'état d'ensablement de ces eaux ont été prises, en plus des coordonnées géographiques des sites fortement menacés d'érosion hydrique.

Les données recueillies ont été traitées sur les logiciels tels que ArcGis et Qgis pour le traitement des images satellitaires ; kronostat et Excel pour l'analyse des données climatiques et d'enquête.

### 3. Résultats et discussions

#### 3.1. Variation climatique et son impact sur les eaux de surface

##### 3.1.1. Variabilités annuelles et intra saisonnières des précipitations

L'étude des précipitations de 1951 à 2020 à la station de Niamey montre une tendance à la baisse (Planche 1). La moyenne pluviométrique à période d'avant rupture (1951-1967) est de 641,7 mm contre 490,8 mm à la période post rupture (1968-2020). Pendant la période d'étude, les pluies ont baissé également. Le cumul pluviométrique enregistré en 1986 est estimé à 632,78 mm contre 528,41 mm en 2010 et 445,59 mm en 2019.

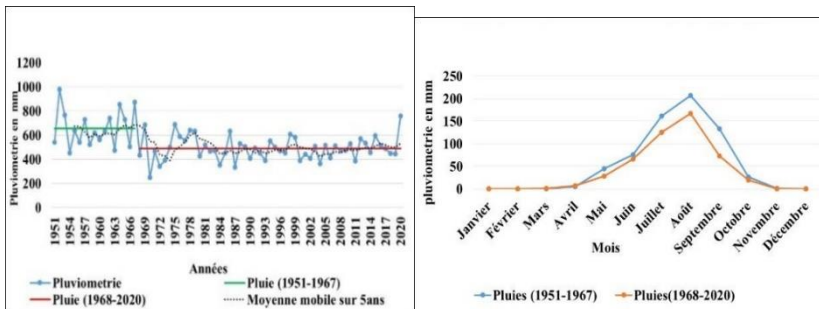


Planche 1: Evolution des précipitations annuelles et mensuelles de 1951 à 2020

Source : Station de Niamey, 2020

Au niveau de la moyenne mensuelle, les mois de juillet et Août demeurent les plus pluvieux, A la première sous la période (1967-1951), le mois de juillet enregistre 167,75 mm et le mois d'août 207,49 mm. Par contre, à la seconde sous période (1968-2020), les mêmes mois enregistrent respectivement 161,8 mm et 125,86 mm. Ce qui indique une baisse pluviométrique mensuelle au niveau des mois les plus pluvieux de 1951 à 2020.

### 3.1.2.2. Les températures

Les températures maximales et minimales varient de 33 et 21,75°C à la période sous période (1951-1967) à 34 et 22,1 ° C à la seconde sous période (1968-2020).

Pendant les périodes d'étude, la température maximale et minimale moyenne varie de 35,58 et 22,83 en 1986 ; 35,77 et 22,77 en 2010 et 35,90 et 22,58 en 2019. On constate en effet, augmentation des températures maximales et diminution des températures minimales. Ce qu'indique la planche 2.

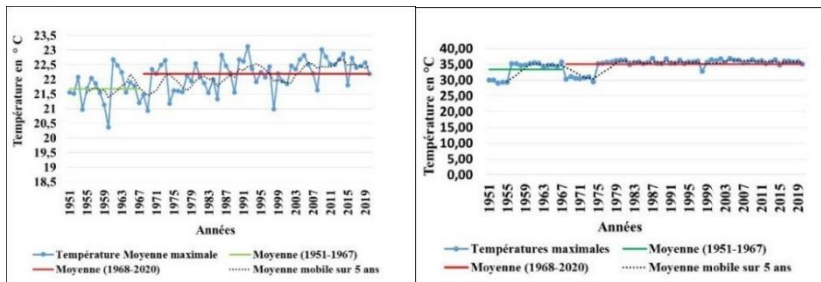


Planche 2 : Evolution des températures maximales et minimales de 1951-2020

Au niveau mensuel, le mois d'avril est considéré comme étant le plus chaud, la température maximale varie de 37,89 °C entre 1951-1967 à 39,10 entre 1968-2020. Il est donc constaté une hausse température de l'ordre de 1,21°C pendant la deuxième sous période.

La plus faible température est constatée en décembre. Ainsi, la moyenne de température maximale du mois de janvier varie de 29,40

°C entre 1951 et 1967 à 31,14 °C entre 1968 et 2020 soit une hausse de 1,74°C.

Par contre, la température minimale du mois d'avril varie de 25,24° entre 1951 et 1967 à 25,92°C entre 1968 et 2020 soit une hausse de 0,68 °C. Concernant le mois de janvier, elle varie de 15,21°C entre 1951 et 15,39°C entre 1968-2020 soit une hausse de 0.28°C.

On constate que la température maximale et minimale a augmenté pendant la deuxième sous période. Aussi, la température maximale connaît plus de variation que la température minimale

Les températures minimale et maximale pendant les périodes d'étude sont : (22,83 et 35,58°C) en 1986 ; (22,76 et 35,77°) en 2010 et (22,57°et 35,90) en 2019.

### 3.2. Impacts de la variation climatique sur les ressources en eau de surface

#### 3.2.1. Evolution de débit du fleuve Niger de 1951 à 2020

L'étude sur le fleuve Niger concernant le secteur d'étude montre que la superficie a diminué. En analysant le débit moyen annuel de 1951 à 2020, on constate que le débit sur la première sous période est supérieur au débit sur la seconde sous période avec respectivement 34148,8 m<sup>3</sup>/s (59%) et 23737,1 m<sup>3</sup>/s (41%). Au niveau mensuel, on constate que la période des basses eaux (étiage) commence de mars à juillet (5 mois) sur la première sous période et de janvier à juin (6 mois) sur la deuxième, d'où une augmentation de la longueur d'étiage.

Les hauts débits sont enregistrés de juillet à décembre (Planche 3). Ainsi, le débit moyen entre ces mois à la première sous période est estimé à 32894,9 (51%) m<sup>3</sup>/s contre 31637,2 m<sup>3</sup>/s (49%) à la seconde. Ce qui montre une régression du débit mensuel (Planche 3).

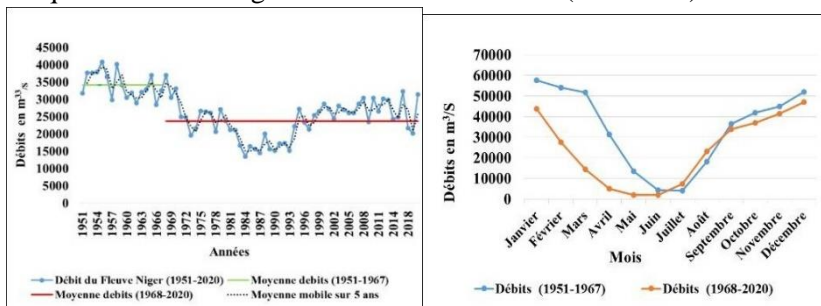
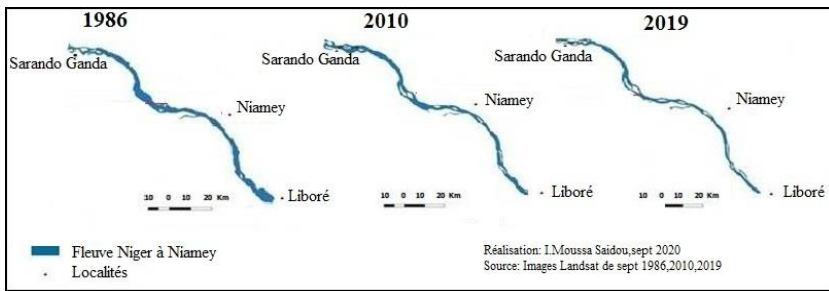




Planche 3 : Evolution de débits du fleuve Niger à Niamey. *Source : Station de Niamey,2020*

Ainsi, la superficie du fleuve Niger de Liboré à Sarando Ganda est passée de 39 km<sup>2</sup> en 1986, 37 km<sup>2</sup> en 2010 à 34 km<sup>2</sup> en 2019 (Fig 3). Ainsi de 1986 à 2019, la superficie inondable du fleuve s'est réduite de 5 km<sup>2</sup>.



**Figure 3 :** Evolution du fleuve Niger de 1986 à 1986

L'augmentation de la chaleur en saison sèche (avril) et la recrudescence des phénomènes pluvieux (juillet et août) sont à la base de l'assèchement rapide des eaux et leur niveau avancé d'ensablement. Les photos 1,2 et 3 illustrent les phénomènes.



**Photo 1 :** fleuve Niger à Niamey (étiage): *Source : ABN, avril 2015*



**Photo 2 :** fleuve Niger à Niamey (crue): *Source : ABN, août 2015*



**Photo 3 :** fleuve Niger dans le secteur d'étude *Source :Saidou, nov. 2019*

### 3.2.2. Evolution des mares

La superficie des mares est passée de 195 ha (0,26%) en 1986, 130 ha (0,17%) en 2010 à 86 ha (0,11%) en 2019 soit une baisse de 109 ha en (33) trente-trois ans (fig4, ci-dessous). La forte chaleur et l'ensablement semblent être l'origine de leur régression. On constate que le nombre a diminué durant les trente dernières années. Certaines mares de secteur d'étude tarissent ou disparaissent très tôt après la saison des pluies en septembre. C'est le cas à Nagouel et Tirga. Des

larges koris traversent ces localités et transportent des masses importantes de sable dans ces mares. (cf, photos 4 et 5).



Figure 4 : Mare de Tirga en assèchement  
 Source : Ibrahim M.S., novembre 2019

Photo 5 : mare de Nagouel ensablée et disparue :  
 Source : Ibrahim M.S., novembre 2019

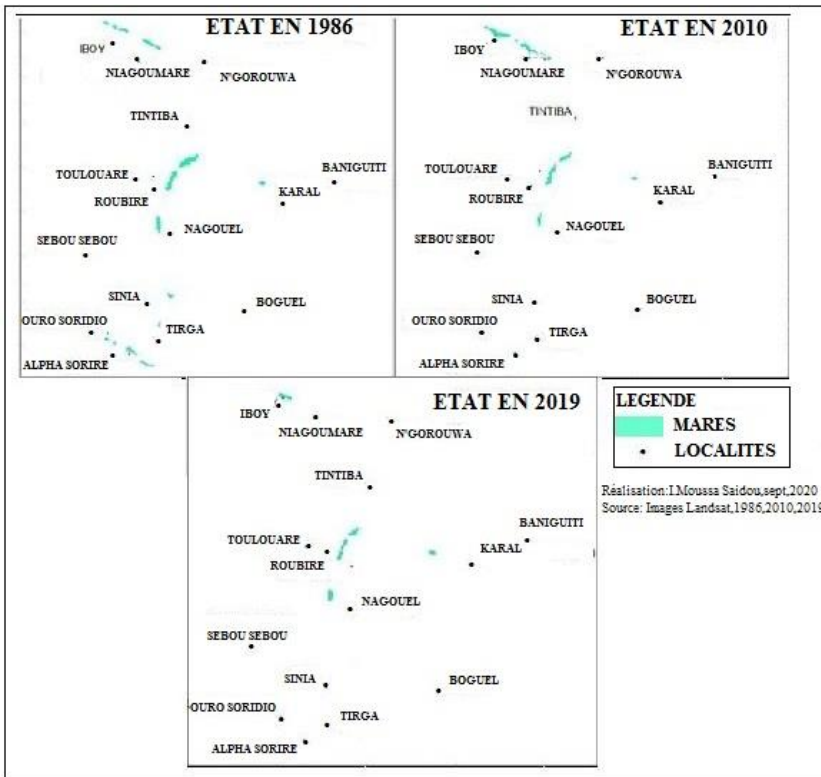


Figure 4 : Evolution des mares dans le secteur d'étude

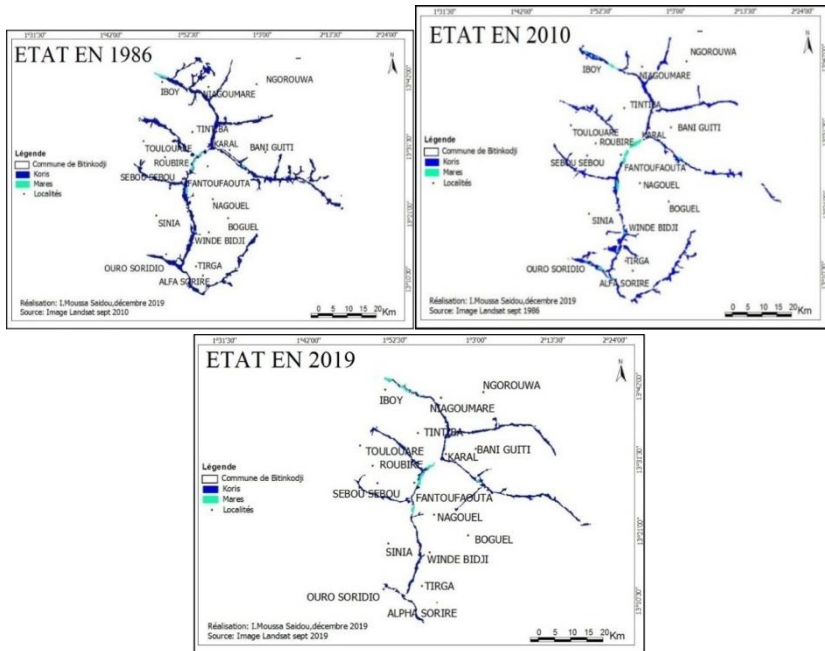
### 3.2.3. Evolution des koris

La superficie des koris est passée de 359 ha (0,49%) en 1986, 261 ha (0,35%) en 2010 à 133 ha (0,18) en 2019, soit une baisse de 206 ha 0,17 % par rapport à la superficie totale de la commune (Fig 5, ci-dessous). La présence des plateaux dans le secteur d'étude est la cause de la gravité des koris (photos 6 et 7). Les plateaux alimentent les koris en saison des pluies.



Photo : 6 Kors ensablant le fleuve Niger dans le secteur d'étude (Tchelougal)

Photo 6 : Kors ensablant les mares dans le secteur d'étude (Fantoufaouta) *source : Ibrahim M.S., novembre 2019*



**Figure 5** : Evolution des koris de 1986 à 2019

### 3.3. Conséquence de la diminution des eaux de surfaces

La baisse des ressources en eau de surface constitue un problème crucial pour le développement social et économique. En effet, la réduction des eaux présente beaucoup de risques dans la conduite de plusieurs activités et même pour la consommation des populations. Cela entraîne l'insuffisance d'eau pour l'agriculture irriguée donc un faible rendement et l'abreuvement des animaux surtout en saison sèche et chaude est hypothétique. L'activité de pêche souffre d'une baisse drastique de la prise. La pression accrue sur cette ressource entraîne souvent des conflits entre les différents usagers principalement les maraichers et les éleveurs (locaux et transhumants).

### 3.4. Discussions

La dynamique des eaux de surface dans la commune de Bitinkodji est marquée par une réduction de leur superficie inondable. L'augmentation de la chaleur en saison sèche, la fréquence des vents et les fortes pluies dans des épisodes exceptionnelles (Juillet, août) sont respectivement la cause de l'assèchement rapide et l'ensablement des

eaux. Dans la commune de Bitinkodji, les deux mares qui sont situées entre le village de Toulouré, Roubiré et Sebou sebou ont connu une réduction de 109 ha et le fleuve a perdu 5 km<sup>2</sup> entre 1986 et 2019. La réduction de superficie du fleuve et des mares est approuvée par I. AMOUKOU dans son ouvrage intitulé « Un village nigérien face au changement climatique ; Stratégies locales d'adaptation au changement climatique dans une zone rurale du bassin du Niger » il explique que dans le terroir de Lossa (île sur la rive gauche du fleuve Niger), plusieurs points d'eau importants pour la population, le bétail et même la faune sauvage ont complètement disparu suite à l'insuffisance du rechargement de la nappe et l'ensablement dû au ruissellement intense. Au cours de ces trois dernières décennies, le nombre de mares est passé de dix à deux. (I. Amoukou 2009, p.39). Ce même auteur poursuit en disant qu'il y a une quarantaine d'années, les crues débutaient en août et inondaient progressivement les différents méandres apparus en période d'étiage. L'île de Mawané (hameau de Kouboutchiré) n'était habitée qu'en étiage quand les eaux se retiraient et les populations revenaient à Kouboutchiré en période de crue. Depuis 1971, l'île est définitivement occupée. Les observations de terrain ont montré un retrait des crues de plus de 40 m par rapport aux niveaux connus à Kouboutchiré, tandis que le bras du fleuve qui passe à Lossa a complètement cessé son écoulement permanent. Il ne retient les eaux que durant la saison hivernale (I. AMOUKOU, 2009, p.37).

Toujours dans la zone de Lossa, les mesures réalisées sur la mare de Tamtala, montrent un retrait considérable de son lit. La superficie de la zone d'inondation de la mare de Tamtala est cinq fois moins grande qu'il y a quarante ans (2,43 ha contre 13,4 ha).

Selon la FAO (2008, p.13), suite à la baisse de la pluviométrie à partir des années 1970, les écoulements des principaux fleuves ont baissé. Le débit du fleuve Niger (Onitsha) a diminué de 30 % entre 1971 et 1989 ; celui des fleuves Sénégal et Gambie de près 60 %.

De même, les travaux de Djékornondé (2010, p.66), sur Logone, affluent du fleuve Chari au Tchad, ont montré une augmentation de l'évapotranspiration potentielle de 15% et une baisse de pluviométrie de 30% ayant occasionné une régression de la superficie inondable de ce fleuve.

Dans ce même contexte I. IBRAHIM (2010, p .19) dans ses travaux de DEA sur l'évolution de la mare de Keita, montre qu'avec le retour de la pluviométrie en 1990, la mare de Keita qui était jadis en menace d'assèchement à cause de forte évaporation est devenue pleine en 2010 ; mais à partir de 2013, avec le déficit pluviométrique, le phénomène d'assèchement a pris cours.

Ce constat est également fait par T. VODOUNON S. Henri et al. (2015, p.8) pour qui, sous la pression de la demande évaporatoire, les points d'eau naturelles de surface, temporelles tarissent juste après la saison des pluies (un à deux mois) dans la commune de Sinendé.

Aussi, TIEPOLO et al. (2016, p.35), ont constaté à l'issue de leur étude dans région de Tillabéri, que la dégradation accélérée des bassins versants a provoqué un ensablement accéléré des mares et du fleuve Niger, ce qui a favorisé l'évaporation de l'eau et réduit l'efficacité des systèmes d'approvisionnement en eau des aménagements hydro-agricoles.

Ces mêmes auteurs constatent que, l'ensablement du lit de Dallol Bosso dans le sud du Niger donne lieu à un phénomène d'endoréisme marqué par des écoulements intermittents qui, en cas de fortes pluies, peut se transformer en un vrai cours d'eau. Dans certains cas, les pluies extrêmes à la taille de crue exceptionnelle, engendrent des inondations catastrophiques (DESCROIX L.et al. 2012) cité par Tiepolo (2016 p.40). Les épisodes d'août 2012 et 2020, les pluies crues du fleuve ont provoqué des inondations très graves dans les régions de Niamey et Tillabéri, avec plusieurs morts et 84 000 sinistrés dans la ville de Niamey. A Ouro Guéladio, département de Say, les eaux des plateaux sont drainées par 12 koris secondaires, dont certains sont en train de devenir de plus en plus actifs et profonds avec les épisodes pluvieux. Deux koris secondaires (Tchelol Mangonial et le Tchelol Boukori) se versent dans le Boukourouol. Le Tchelol Mangonial est particulièrement actif et déverse d'importantes quantités de sédiments sableux (V. TARCHIANI et M. TIEPOLO, 2016).

## **Conclusion**

Les ressources en eau de surface (fleuve Niger et mares) ont connu des profondes mutations dans la commune de Bitinkodji durant les quarante dernières années. Les variabilités climatiques à l'origine de

deux grandes sécheresses (1973, 1983) ont eu des impacts négatifs sur l'état des ressources naturelles en générale et hydrique en particulier. Dans le secteur d'étude, les problèmes que rencontrent les ressources en eau de surface demeurent le tarissent précoce des eaux après la saison des pluies et l'ensablement de ces eaux en saison pluvieuses.

Pour atténuer ces impacts d'ordre climatiques, il est nécessaire de mesurer les actions anthropiques. Selon V. TARCHIANI et M. TIEPOLO (2016), à Ouro Guéladio, les plateaux qui entourent les bassins versants des koris Mangonial et Boukori sont caractérisés par une couverture végétale dégradée (résidus de brousse tigrée) et par des sols nus compactés, ce qui augmente le risque au niveau de la zone en aval. Les champs de culture dans les glacis montrent une faible couverture arborée.

Dans le même sens (ZIBO G et al, (2015, p.19) rapportent que l'élargissement du lit du Goulbi Maradi traduit, par ailleurs, une érosion par recul des berges. En effet, entre 1957 et 2014, le recul a atteint près de 50 m soit une érosion moyenne de près de 85 cm par an Aussi, dans l'ouest du Niger, rapporte MAMADOU I. (2012), le koris exoréique de Boubon a vu sa berge est stabilisée par une haie de *prosopis* plantée en 1985 tandis que sa berge ouest, défrichée, est soumise à une forte érosion latérale de plus 2 m par an.

De ce fait, on doit éviter le déboisement incontrôlé sur les bordures aux abords des cours et point d'eau. La végétation ligneuse protège, en effet, durablement les berges des cours d'eau, et empêche l'érosion des berges en fixant le sol. La commune de Bitinkodji doit adopter l'outil PVRRI (Programme Villageois de Réduction de Risque liées aux Inondations) en vigueur à Ouro Guelaladio, sa commune voisine au sud. Cet outil innovant a permis de mettre en œuvre beaucoup de stratégies de gestion de problème d'ensablement dans la commune.

### **Références bibliographiques**

AMOUKOU Ibrahim, 2009, *Un village nigérien face au changement climatique ; Stratégies locales d'adaptation au changement climatique dans une zone rurale du bassin du Niger*, GTZ, Université Abdou Moumouni de Niamey, p. 97-42.

- ATLAS, 2001, *Le climat et les changements climatiques, série environnement, de l'intégration régionale en Afrique de l'ouest*, 13 p.
- DESCROIX Luc, GENTHON Pierre et al. 2012, *Change in sahelian rivers hydrograph: the case of recent red floods of the Niger river in the Niamey region*, Global Planetary Change, 98- 99, p. 18-30.
- DJOHY Gildas Louis, SOUROU Henri, TOTIN VODOUNON., 2015, *Variation climatique et production pastorale dans la commune de Sinende (nord-Benin)*, 12 p.
- FAO, 2008, *Le climat et les changements climatiques, Atlas de l'intégration régionale*, Série environnement, p. 8-13.
- HOUNTONDJI Yven Carmen, OZER Pierre, 2004, « *Mise en évidence des zones touchées par la désertification par télédétection à basse résolution au Niger* », Cybergéo : Revue Européenne de Géographie, 291, <http://hdl.handle.net/2268/3923>.
- IBRAHIM Issaka, 2010, *Mare de Keita à l'épreuve du changement du changement climatique, quel enjeu pour le développement socioéconomique pour la région de Tahoua au Niger*, Mémoire Master de Géographie, U A M, 87 p.
- MAMADOU Ibrahim, 2012, *La dynamique accélérée des koris de la région de Niamey et ses conséquences sur l'ensablement du fleuve Niger*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université Abdou Moumouni (Niger) -Paris 1 (France), 290 p.
- OCDE/CSAO (Club des Amis de l'Afrique de l'Ouest), 2008, *Climat, changements climatiques et pratiques agro-pastorales en zone sahélienne*, Synthèse régionale, 8 p.
- OZER Pierre, HOUNTONDJI Yven Carmen & MANZO Laminou, 2009 « *Évolution des caractéristiques pluviométriques dans l'est du Niger de 1940 à 2007* », Geo-Eco-Trop, 33, p. 11-30.
- PANA, 2007, *Programme d'action national d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (pana du Burkina Faso)*, Ministère de l'environnement et du cadre de vie, secrétariat permanent du conseil national pour l'environnement et le développement durable, 84 p.
- RAJOT Jean-Louis, MAIGA Oumarou Faran, AGALI Ingatan, SOULEY YERO Kadiadiatou, 2013, "Impact of drought and land-use changes on surface-water quality and quantity: the



- Sahelian paradox” In BRADLEY P. (Ed.), *Current perspectives in contaminant hydrology and water resources sustainability*. In Tech, DOI: 10.5772/54536, p. 243-271.
- SARR Adama Mamadou, ZOROMÉ Malicki, SEIDOU Ousmane, BRYANT Christopher & GACHON Philippe, 2013, «*Recent trends in selected extreme precipitation indices in Senegal: a change point approach*», *Journal of Hydrology*, 55: pp 326-334.
- SPINONI Jonathan, 2013, “World drought frequency, duration, and severity for 1951-2010”, *International Journal of Climatology*, 34, p. 2792-2804.
- SULTAN Benjamin, 2017, «*Consequences of rapid ice sheet melting on the Sahelian population vulnerability*», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114p. 6533-6538.
- TARCHIANI Vieri & TIEPOLO M., 2016, *Risque et adaptation climatique dans la Région de Tillabéri, Niger*, Paris, L’Harmattan, 31 p.
- TAYLOR Christopher, 2017, «*Frequency of extreme Sahelian storms tripled since 1982 in satellite observations* », *Nature*, 544, p. 475-478.
- TOURE Halimatou, 2017, “*Assessment of changing trends of daily precipitation and temperature extremes in Bamako and Ségou in Mali from 1961-2014*”, *Weather and Climate Extremes*, 18, p. 8-16.
- ZIBO Garba, TOURE Abdourhamane *et al.*, 2015, «*Dynamique de l’occupation des sols et forçage de l’érosion liée aux cours d’eau sahéliens : Cas du Goulbi Maradi* », *Revue scientifique semestrielle Territoires, Sociétés et Environnement*, Université de Zinder, p. 23-19.