

LA DYNAMIQUE ACTUELLE DE L'HYDROSYSTÈME DE BABUL DANS LA RÉGION DE ZINDER AU NIGER

Ibrahim MAMADOU
Université de Zinder (Niger)
E-mail : imadou_ib@yahoo.fr
Nahiou ABDYOU MAMAN
Université de Zinder (Niger)

Résumé : L'hydrosystème de Babul est situé en zone sahélienne dans la Région de Zinder. Le dernier découpage administratif du Niger le classe dans le Département de Takiéta et plus précisément dans la commune rurale de Tirmini. L'objectif de cet article est de caractériser la dynamique actuelle de ce hydrosystème dans un contexte de variabilité climatique et de pression démographique.

La démarche méthodologique a consisté en une cartographie multi date de l'occupation du sol du site, un test de rupture de la pluviométrie sur une série des cumuls annuels (1984 à 2014), une caractérisation suivant des toposéquences tracées, des prélèvements des échantillons des sols et leur analyse granulométrique. L'étude a permis de mettre en évidence la dynamique actuelle, qui est régie par des facteurs naturels et humains. Les résultats obtenus avec les cartes d'occupation du sol montrent que les cultures pluviales ont remplacé la savane arborée qui existait avant. La rupture positive de la pluviométrie à partir de l'année 1998 et la généralisation des états de surface du sol favorables à l'augmentation du ruissellement, justifient la récente hausse de la densité de drainage dans le bassin et l'extension de la mare.

Mots-clés : Niger ; Zinder ; Babul, occupation du sol, Augmentation du ruissellement, ravinement.

Abstract: The hydro-system of Babul is located in the Sahelian zone in the Zinder region. The last administrative rearrangements which occurred in Niger puts Babul under the Department of Takiéta and more precisely in the rural commune of Tirmini. This paper aims at characterizing the current dynamics of this hydro-system, in a context of climate variability and demographic pressure.

The methodological approach used is consisted of a multi mapping date of occupation of the soil on the site, on the interruption test of the rainfall on a series of annual averages between 1984 and 2014, and top sequences drawing, sampling of soil and sample collection and their granulometric

analysis. This study highlights the current dynamics, which is governed by natural and human factors. The results obtained with the occupation maps reveal that farming activities during raining season have replaced the wooded savannah that existed before. The rainfall positive rupture observed from 1998 and the generalization of the situation of the surface of the ground which favors the increase in runoff, justify the recent increase in the density of drainage in the basin and the expansion of the pond.

Keywords: Niger; Zinder; Babul, occupation of the soil, increase in runoff, gully.

Introduction

Les variabilités climatiques et les activités anthropiques ont entraîné, ces dernières années, une importante modification sur les paysages sahéliens. Le Niger est un pays du Sahel, caractérisé par des sécheresses répétitives (1910, 1920, 1941, 1946, 1965, 1970 (M. Gavaud 1997), (1974, 1984, 2005, 2009) (I. Mamadou 2006) qui ont conduit à des crises alimentaires et des famines, menaçant ainsi une population de plus en plus croissante. Des études ont montré une diminution de la pluviométrie au Sahel à partir des années 1970 (L. Le Barbé et T. Lebel : 2002 ; J. Mahé et Al 2003 ; Mahé et E. Patrel 2009). D'autres ont paradoxalement mis en évidence, toujours au Sahel, une augmentation du ruissellement ces dernières années (J. Albergel 1987 ; O. Amogu et Al. 2010 ; L. Descroix et Al 2013, L. Descroix et al. 2015). Cette augmentation du ruissellement se traduit par une remontée de la nappe phréatique dans certaines zones, malgré une baisse de la pluviométrie et une exploitation croissante des ressources en eau (G. Favreau al. 2005). On assiste à une multiplication des mares permanentes et semi-permanentes au Niger (S. Massuel 2005 ; M. Le Blanc et al. 2008). Ces mares constituent dans la zone semi-aride des milieux privilégiés du fait de leur potentiel naturel plus important que celui des autres unités géomorphologiques du bassin versant (M. Malam Abdou 2005). Des travaux de recherche ont montré leur importance dans les systèmes de production et les enjeux économiques et fonciers que ceux-ci peuvent faire l'objet (M. Nonguierma, 1991, M. Waziri Mato, 2000). Au Niger, les études réalisées sur les bassins versants ont, dans leur majorité, portées sur les régions du fleuve.

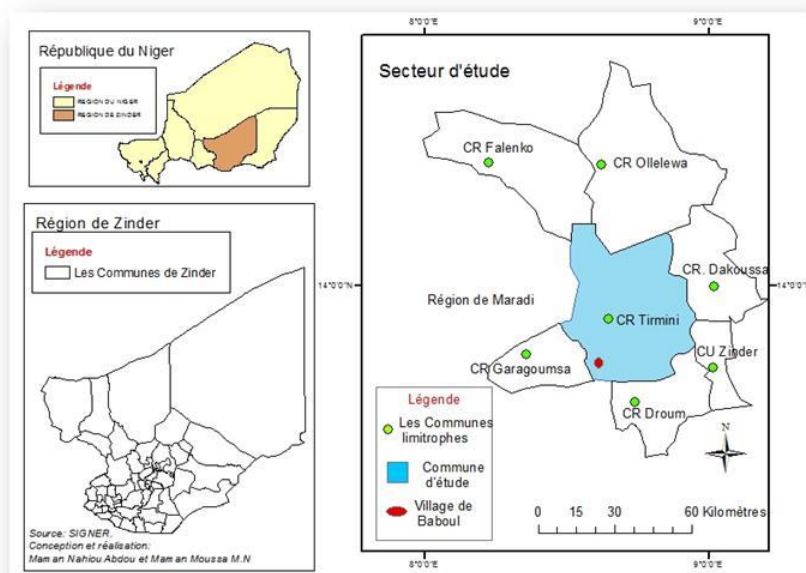


Figure 1 : Carte de Localisation de village de Baboul

La mare de Baboul se trouve dans le département de Takeita, à 43 km à l'Ouest de la ville de Zinder. Elle se situe à 13°42'32" Nord et 8°35'47" Est, avec une altitude de 450 m (figure 1). Le climat de cette région se caractérise par des températures élevées, atteignant 40°C et une amplitude thermique de l'ordre de 15°C. Les vents ont une vitesse moyenne de 5m/s. La végétation, composée des strates herbacées, arbustives et arborées, connaît une dégradation continue. Les populations riveraines sont essentiellement des ago-pasteurs. Cette mare n'était qu'une flaque d'eau en 1976 (images satellitaires et témoignage des populations riveraines). Mais depuis quelques décennies, elle a connu une importante extension.

Alors pourquoi, cette importante extension ces dernières années ? Quel était l'occupation du sol de ses versants entre 1976 et 2013 ? Y a-t-il eu amélioration de la pluviométrie sur cette zone ? Les états de surface des versants de la mare sont-ils prédisposés au ruissellement ?

1. Matériels et Méthodes

La méthodologie a porté sur l'étude de l'occupation du sol, de la pluviométrie et des états de surface du sol. La démarche cartographique a consisté en une analyse multi date de l'occupation du sol. Le choix des images a été guidé par les variabilités observées sur les séries pluviométriques au Sahel. Il s'agit de 1976 correspondant au début de la chute de la pluviométrie au Sahel ; 1990, début de l'amélioration mais pas trop significative de cette dernière et 2013 qui correspondent presque à la situation d'aujourd'hui.

Une série de cumuls annuels pluviométriques (1984 à 2014) de la Station Aéroport de la ville de Zinder (Station la plus proche dont les données sont disponibles) a été analysée avec le logiciel khronostat 1.01, afin de voir l'évolution de la pluviométrie sur le site d'étude.

La caractérisation des différentes unités géomorphologiques a consisté en une analyse de la dynamique actuelle. Les aspects tels que l'extension de la mare, les états de surface du sol, la couverture végétale, l'occupation du sol, la dynamique érosive, les potentialités et les contraintes ont été décrits.

Un focus-groupe a été organisé afin de recueillir des informations sur la perception qu'ont les populations sur les causes de l'augmentation du ruissellement, ses conséquences et l'origine de la mare elle-même.

2. Résultats de l'étude

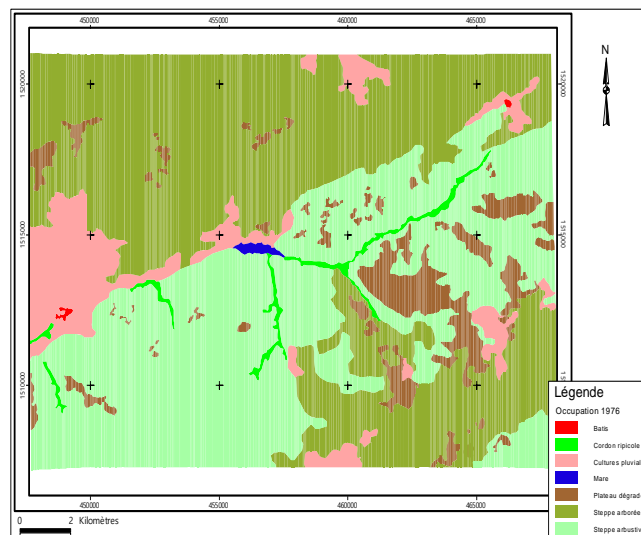
2.1. Dynamique de l'occupation du sol entre 1976, 1990 et 2013 dans l'hydro système de Babul

L'analyse des cartes d'occupation du sol suivant une fenêtre de 27 948 ha autour de la mare ainsi que les entretiens avec les paysans montrent que dans les années 1970 la zone était jadis occupée par une steppe arborée arbustive couvrant près de 83 % de l'espace cartographié. Cependant, en 1990, la végétation, en particulier la steppe arborée cède progressivement la place aux cultures pluviales qui ont passé de 8,51 à 25,83 % entre 1976-1990 et de 25,83 à 44,60 % de 1990 à 2013 (figure 2). Pareillement à l'augmentation de superficies cultivées, le réseau hydrographique a aussi évolué en l'occurrence la superficie de la mare, qui passe de 52 ha en 1976 à

202,6 ha en 2013. Pour mieux apprécier la dynamique de l'occupation du sol, les taux d'évolution des différentes unités d'occupation ont été calculés sur la base de la formule suivante (de W. Tabopda et Huynh (2009).

$$Tx = \frac{[(Sb - Sa) / Sa] * 100}{I}$$
 (Sa) est la superficie en année a ; Sb est la superficie en année b, I est le nombre d'années entre a et b.

L'analyse de figures 2 montre une progression des unités d'occupation comme les habitations, les cultures et les cordons ripicoles qui ont augmenté de superficie.



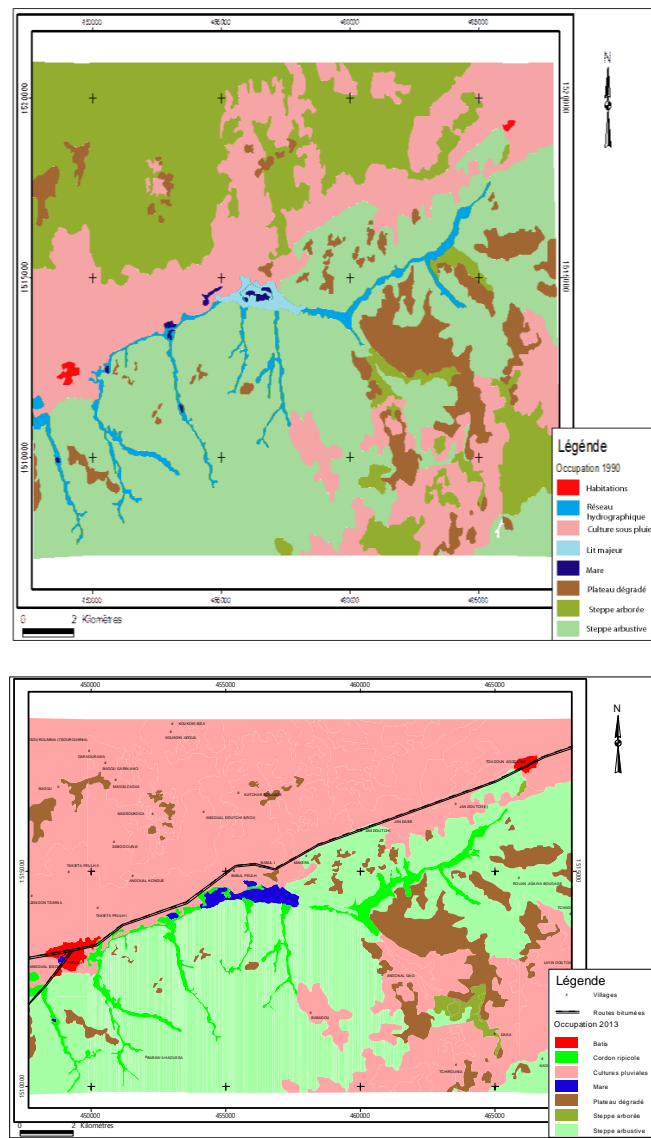


Figure 2: Cartes de l'évolution des occupations du sol dans l'hydrosystème de Babul en 1976, 1990 et 2013

Cette dynamique s'explique par une pression démographique incontrôlée qui s'exprime en termes d'extension de superficies cultivées nécessitant de nouveaux défrichements. L'augmentation des cordons s'explique par l'intensité de ravinement dans l'hydrosystème.

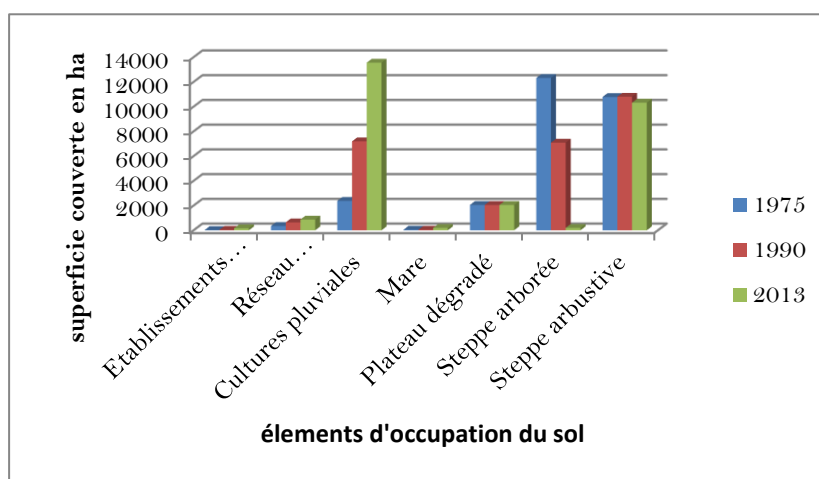


Figure 3 : évolution des formations naturelles et des superficies cultivées.

Quatre éléments d'occupation des sols ont suivi des modifications significatives. Il s'agit de la végétation, des cultures en jachères, des établissements humains, et du réseau hydrographique. En 1975, la zone était densément couverte par la végétation (figure 3). La végétation occupe environ 82.57% de la zone d'étude. Cet espace, occupé par la végétation, est passé à 64.43% en 1990 pour finir à 40.59% en 2013. A noter que la savane arbustive, correspondante à la forêt classée de Takiéta (côté sud) constitue l'essentiel de cette végétation (37.73%). Contrairement à la végétation, les cultures en jachères ont évolué de façon croissante. En effet, elles n'occupaient que 8.5% de la superficie des versants de Babul concernés par cette étude en 1975. Elles sont passées à 25.73% en 1990 et occupent 48.49% en 2013. Cette intensification des cultures est due par l'expansion démographique. Les établissements humains ont évolué de 0.07% en 1975 à 0.14% en 1990 et sont de l'ordre de 0.61% en 2013. La mare ne couvrait que 0.18% de la superficie de la zone étudiée en 1975. La pluviométrie s'est améliorée à partir de 1998 (figure 3). Et avec les sols encroutés favorables

au ruissellement, la mare a connu une importante extension atteignant les 0.69% de la superficie des versants concernés par cette étude en 2013. Le dernier élément ayant subi une évolution est le réseau hydrographique. Sa superficie était de 347.5 ha en 1975. Elle est passée à 640.563 en 1990 avant d'atteindre 867.586ha en 2013 (figure 3).

2.2. Évolution de la pluviométrie

2.2.1. Tendances interannuelles des cumuls pluviométriques

Par défaut d'une longue série de données pluviométriques dans le secteur immédiat d'étude, nous avons utilisé les données de la station de Zinder Aéroport (43 km) pour analyser les tendances pluviométriques des 30 dernières années. La figure 6 présente les cumuls et les tendances interannuelles des pluies. La moyenne interannuelle de la série est de 400 mm. Celle-ci masque une forte fluctuation d'une année à l'autre. La courbe des moyennes de pluies annuelles fait, toutefois, ressortir deux phases plus ou moins distinctes. Une phase où la pluviométrie est globalement inférieure à la moyenne (de 1984-1997) et une autre dont, la pluviométrie est moyenne à excédentaire (de 1998 à 2014). Sur l'ensemble de la série, on constate une tendance générale à la croissance de la pluviométrie. L'analyse statistique des données a permis de détecter une rupture pluviométrique en 1998, date à partir de laquelle, la moyenne de l'intervalle (1984-1997) a connu une hausse de l'ordre de 30 % (figure 6). Cette hausse de la pluviométrie constitue potentiellement un facteur accélérant le ravinement. Son influence est d'autant plus sensible si qu'elle est liée à une intensification ou une hausse des pluies à cumul élevé.

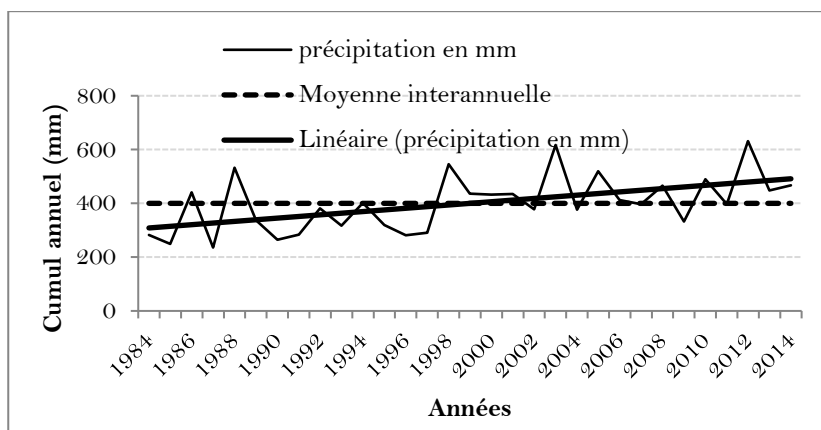


Figure 6 : Les tendances pluviométriques

2.2.2. Test de rupture pluviométrique

La figure 6 montre la rupture de la pluviométrie intervenue à la Station de Zinder Aéroport.

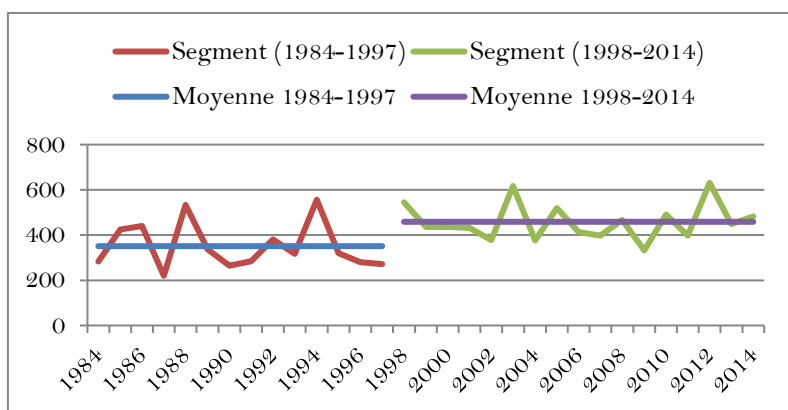


Figure 7 : Rupture positive de la pluviométrie

2.2.3 Tendances d'évolution des pluies à cumul élevé au cours de la dernière décennie

Le choix de la dernière décennie se justifie simplement par le manque, à notre disposition, des données journalières des périodes antérieures. Des

données disponibles, il est ainsi fixé un seuil pluviométrique afin de distinguer les pluies dites à cumul élevé de celle à cumul relativement moyen à faible. Pour être considérée comme pluie à cumul élevé ou exceptionnelle, la pluie seuil doit être d'une occurrence plutôt rare. De ce fait le seuil fixé correspond à la hauteur de pluie ayant une probabilité d'occurrence de 10 %. La hauteur correspondante est d'environ 27 mm/averse. Cette hauteur n'a été atteinte ou dépassée que dans 10 % des cas sur l'ensemble de la série des données journalières qui comporte 368 pluies. La figure 7, illustre l'évolution de ces événements pluvieux à cumul égal ou supérieur au seuil. On remarque que le nombre d'événements pluvieux ayant une hauteur supérieure ou égale au seuil, affiche une tendance générale à la hausse (figure 8).

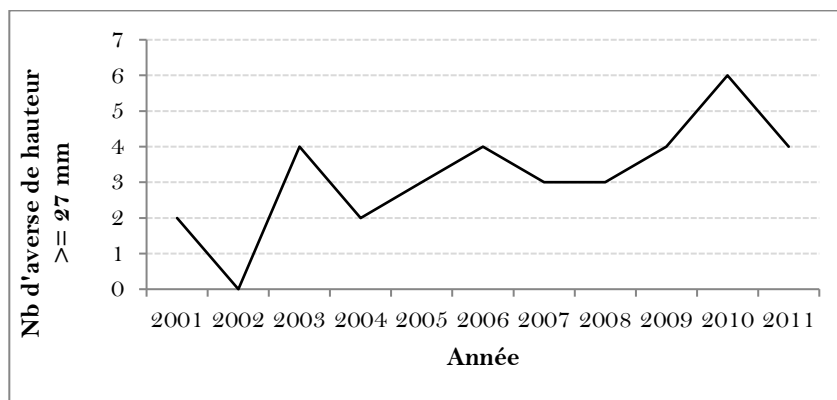


Figure 8 : Tendance des pluies à cumul élevé de la région de Zinder

Les pluies à cumul élevé sont donc de plus en plus fréquentes. Ce qui laisse présager une accélération du ravinement (figure 8).

2.3 Analyse des toposéquences

Le bassin versant de Babul est une zone de contact entre le bassin des Iullemenden et le socle du Damagaram. La couverture sédimentaire importante de cette zone de contact est due à une phase d'humidité qui reste inconnue jusqu'à ce jour.

Sur le plan morpho-structural, On y observe comme formation géologique les buttes résiduelles des plateaux du continental terminal à

sommet couvert ou non de la cuirasse ferrugineuse, le Continental Hamadien comme l'illustre la figure 9.

Du point de vue morphologique, la zone présente un ensemble de buttes isolées et des dépressions issues d'un lambeau de plateau. On distingue, du sommet à la base, cinq unités géodynamiques formant une toposéquence classique. L'affleurement au sommet de la butte est constitué des blocs et des graviers de tailles hétérométriques et de couleurs rouilles (regs). Le bassin versant de Babul appartient à un grand ensemble du système Korama.

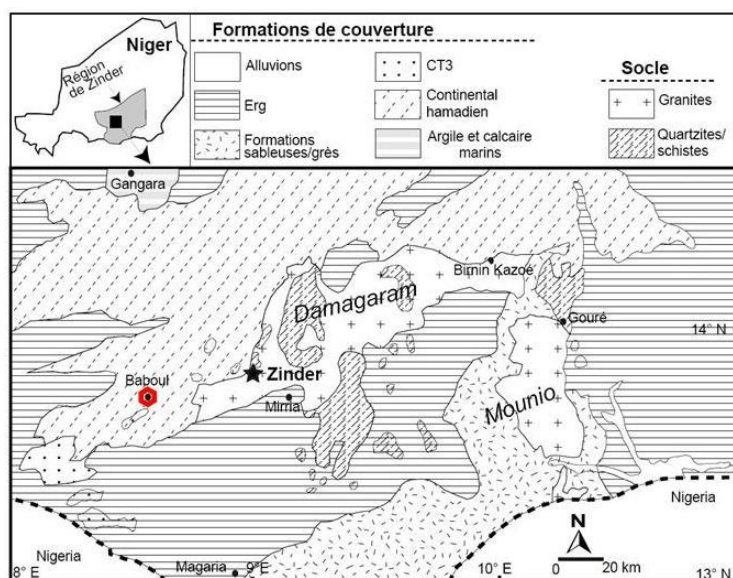


Figure 9: Caractéristiques géologiques de la ville de Zinder et ses environs

La caractérisation des unités morphologiques montre que la dynamique actuelle des versants de Babul se manifeste par une reprise des écoulements par des diverses empreintes de ruissellement.

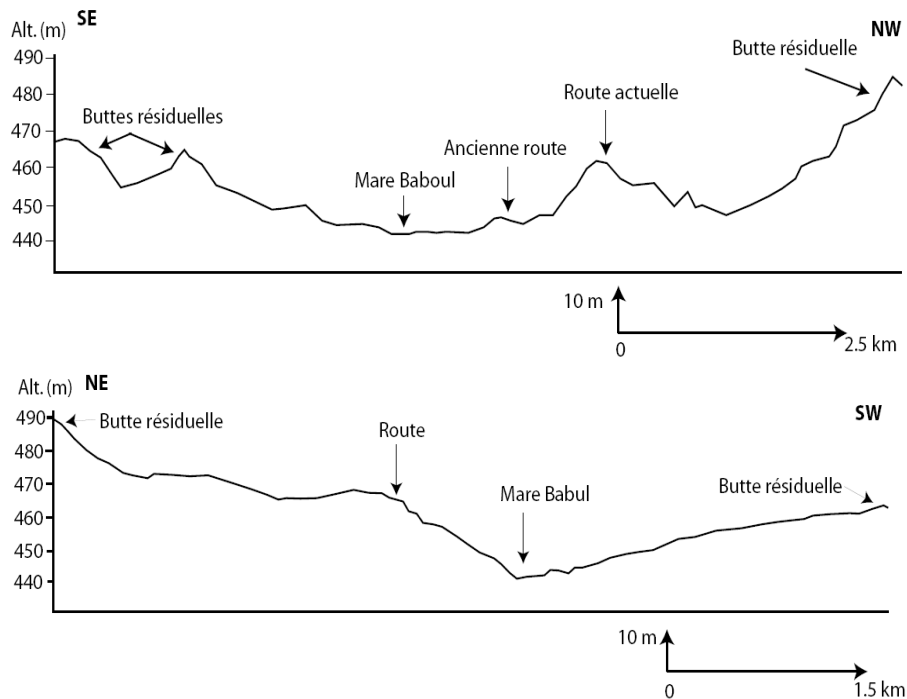


Figure 10 : Toposéquences caractéristiques de la zone d'étude

Source : Données d'altitude relevées sur le terrain avec un GPS

Les sommets des buttes se caractérisent par des traces de ruissellement en nappe qui décape les fines particules de sable laissant en place un reg formé de particules de tailles hétérométriques issues du démantèlement de la cuirasse ferrugineuse (M. Mahaman, 2008). Les talus sont par endroits lacérés par des ravines qui reculent leurs têtes parallèlement aux versants. Les glacis (figure 10) et les dunes sont marqués par des traces de ravinement.



Photo 1 : Ravine sur un versant du bassin versant de Babul

Sur le plan topographique, la mare de Babul est une dépression, c'est un creux d'une altitude de 450 m. Les sommets des quatre toposéquences tracées ont respectivement pour altitude 475 m, 474 m, 468 m et 477 m. Les eaux qui tombent sur ces topo séquences ruissellent vers la mare. Le taux de recouvrement végétal est très faible, cela confirme encore les mesures effectuées par E. Roose (1987) sur le site d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire qui ont montré que le ruissellement, tout comme l'érosion, augmente avec la diminution du couvert végétal.

3. Discussion et propositions

Les résultats obtenus montrent que dans le passé, le bassin versant de la mare de Babul a été couvert par une steppe arborée. Cette steppe arborée caractérise un équilibre entre la nature et les besoins en ressources naturelles des hommes qui y vivent. Cependant, elle est aujourd'hui remplacée par les cultures pluviales. Comment en est-on arrivé là ? D'une part, la population riveraine s'accroît à un rythme accéléré et a pour activités principales l'agriculture et l'élevage. Ceci augmente le besoin en terres cultivables et pastorales qui empiètent sur la steppe arborée. Étant inscrite dans le temps, cette dynamique a conduit, dans l'ouest du Niger, à

la disparition du couvert végétal (I. Mamadou, 2006 ; B. Abba, 2012 ; B. Abba 2007). La disparition de la végétation a produit beaucoup plus des terres cultivables et pastorales qui devraient permettre aux populations sur place de subvenir à leurs besoins alimentaires quotidiens. Mais c'était sans compter avec la conséquence de cette disparition de la végétation. Le ruissellement est le principal phénomène de dégradation des sols. La formation du ravinement est contrôlée par un certain nombre de paramètres dont leur concours favorise les manifestations érosives. Cette crise érosive est dépendante de l'énergie cinétique de la pluie, principal cause du départ des sols sur une surface peu couverte par la végétation (M. Lawani 2012). L'érodibilité d'un sol varie dans le temps et dans l'espace en fonction des propriétés dynamiques du sol et des techniques culturales. En effet, après le labour les pluies produisent moins de ruissellement parce que les croûtes superficielles qui augmentent le ruissellement sont détruites. La capacité d'infiltration est ainsi déterminée essentiellement par la texture et l'ouverture de la surface du sol. La turbidité des eaux de ruissellement est liée à la surface de sol nu exposée au ruissellement et à sa texture. Comprendre les processus du déclenchement de l'érosion demeure essentiel pour réfléchir sur les moyens de lutte adaptés.

La principale forme d'érosion dans le bassin versant de Babul est le ravinement qui traduit un écoulement intense. Cette augmentation du ruissellement et d'écoulement conduit à un accroissement du volume de la mare, qui passe d'une mare saisonnière à une mare permanente. La mare en elle-même est une potentialité. Car elle peut servir aux cultures maraichères qui peuvent apporter d'énormes ressources aux populations, à l'abreuvement des animaux et parfois même à la consommation humaine. En définitif, une ressource naturelle a disparu (la savane arborée) et une autre est réapparue (la mare). Il revient à l'homme d'en tirer le maximum de profit de la situation ainsi créée (G. Mahé et al. 2003).

Conclusion

Le bassin versant de la mare de Babul était occupé en 1976 par une steppe arborée. En 1990 les champs de cultures pluviales et la savane arborée se partagent le site. Aujourd'hui, la savane arborée a complètement disparu au profit des champs de cultures pluviales. La mare quant à elle, a

triplé l'étendue de son lit du plan d'eau, de 1976 à 2013. Les sols sont dans un état de dégradation avancé qui se traduit par les différents types de croutes qu'on y trouve: croutes structurales, croutes d'érosion, croutes de décantation, etc.

Les principales formes d'érosion sur le terrain sont le ravinement, la dégradation des terres agricoles, la déforestation et l'inondation des champs de cultures pluviales par la mare.

Pour lutter contre ces contraintes, on peut réaliser des ouvrages antiérosifs, comme les demi-lunes, les cordons pierreux, les banquettes, les diguettes en terres, les épis de berge et les barrages en pierres selon les cas spécifiques des contraintes.

Références bibliographiques

- BACHIR Abba, 2012, *Changements d'usage des sols et érosion dans l'aire « Ayi noma » à la périphérie du parc national du W du Niger*, Thèse de doctorat, Université de Niamey, 226p.
- BACHIR Abba, 2007, *Approche méthodologique pour la constitution d'une base de données pour la surveillance des systèmes hydrogéomorphologiques de l'aire pionnière Ayi noma (observatoire de Tamou, Département de Say)*, Mémoire de DEA, Université de Niamey, 73p.
- JEAN Albergel, 1987, « Sécheresse, désertification et ressources en eau de surface : application aux petits bassins du Burkina Faso », in « *The influence of climate change and climatic variability on the hydrologic regime and water resources* » IAHS Publ. 168, p. 355-365.
- OKECHUKWU Amogu, DESCROIX Luc, SOULEY YERO Kadidiatou, LE BRETON Eric, IBRAHIM Mamadou, ABDOU Ali, VISCHER Theo, BADER Jean-Claude, BOUZOU MOUSSA Ibrahim, GAUTIER Emmanuele, BOUBKRAOUI Stephane, & BELLEUDY Phillippe, 2010, Increasing River Flows in the Sahel ? Increasing, *Water* 2010, 2, 1-x ; doi: 10.3390/w202000x.
- ROGER Brunet et al., 2006, *Les Mots de la Géographie : Dictionnaire critique*, 3ième édition, RECLUS, MONTPELLIER, FRANCE, 52.
- OUMAROU Faran Maïga, IBRAHIM Bouzou Moussa, ALI Abdou. , 2008, L'évolution actuelle de la dynamique de l'érosion dans un petit

- Bassin versant du Niger, Ganguel à la périphérie ouest de Niamey. *Revue Science de l'Environnement*. Presse de l'université de Lomé (Togo), n° 004, pp.109- 132.
- MICHEL Gavaut, 1997, Les grands traits de la pédogenèse du Niger méridional ; ORSTOM ; Paris ; 106p.
- Institut National de la Statistique, 2012, Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGP/H) ; Niamey ; Niger ; 351p.
- LUC Descroix et al., 2015, « Impact of drought and land - use changes on surface - water quality and quantity: the sahelian paradox », in *Current perspectives in contaminant hydrology and water resources sustainability*, P. M. Bradley, Éd. Rijeka: Intech, (2013) 243 - 271 p.
- MANIROULawani, 2012, Étude du ruissellement et de l'érosion à différentes échelles spatiales sur le bassin versant de Tougou en zone sahéenne du Burkina Faso : Quantification et transposition des données ; Université de Montpellier II ; Thèse de Doctorat ; 247p.
- LUC Le Barbé et THIERRY Lebel, 1997, Rainfall climatology of the Hapex Sahel region during the years 1950-1990. *Journal of Hydrology*, 188-189 : 43-73.
- MOUSSAMahaman, 2008, Dynamique de l'occupation et/ ou de l'utilisation des sols du bassin versant et contribution à la connaissance de l'accroissement actuel des écoulements dans le Bas-fond de Mountseka (Konni) ; Mémoire de maitrise ; Université de Niamey.
- GIL Mahé et JEAN-EMMANUEL Paturel, 2009, 1896-2006: Sahelian annual rainfall variability and runoff increase of sahelian rivers; University de Montpellier France; *Geosciences* 341p.
- GIL Mahé, LEDUC Christian., AMANI Abou, JEAN-EMMANUEL Paturel, SABINE Girard, SERVATERic, DEZETTER Alain, 2003, Augmentation récente du ruissellement de surface en région soudano sahéenne et impact sur les ressources en eau. In: *Hydrology of the Mediterranean and semi-arid regions*. Proc. of the Intl Conf, Montpellier. IAHS Publication n°278 : pp.215-222.
- ABDOU Malam Moussa. , 2005, Genèse et Morpho dynamique actuelle des bas-fonds sahéens : Étude comparative de quelques bas -fonds ruraux de socle et de bassins sédimentaire dans l'ouest nigérien,

Mémoire de géographie, Université Abdou Moumouni Niamey, FLSH, 141 p.

IBRAHIM MAMADOU 2006 : Érosion et ensablement dans les Koris du Fakara-degré carre de Niamey- Niger, Mémoire de DEA, Université de Niamey ; 131p.

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT DU NIGER, 1999, schéma de mise en valeur et de gestion des ressources en eau au Niger.

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE DU NIGER, 2002, Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de production agro-sylvo-pastorale, Niamey, P A C, 270 p.