

Article original

Impacts environnementaux et socioéconomiques de production des granulats (sable et gravier) de la plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey

BAHARI IBRAHIM Mahamadou^{1*}, MAMAN Issoufou¹, MALAM ABDOU Moussa²

1. Département de Géographie, Université Abdou Moumouni de Niamey ; BP : 418, Niamey, (Niger). ibbahari52@gmail.com ; galadimaissoufou@gmail.com
2. Département de Géographie, Université de Zinder ; BP 656 Zinder (Niger). moussa.malamabdou@gmail.com

Auteur correspondant : ibbahari52@gmail.com

Article soumis le 28/08/2019 et accepté le 10/09/2019

Résumé : A Niamey, l'essor du secteur de la construction a créé un besoin important en matériaux naturels extraits de carrières à ciel ouvert. Les carrières de granulat (gravier et sables) dans le lit des *koris* et sur la plaine alluviale du fleuve Niger se multiplient. Cette activité transforme les paysages et crée souvent des empreintes permanentes, sous forme d'excavations sur l'environnement, parce que difficiles à éliminer. La méthode est construite autour de la collecte et l'analyse des données socio-économiques, granulométriques et des observations directes sur le terrain, en vue d'une caractérisation des impacts socio- économiques et environnementaux de l'exploitation des gravières et sablières aux alentours de la ville de Niamey. Il ressort des résultats que la plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey regorge une diversité de granulats (argile, sable, gravier et galet). L'exploitation de ces ressources offre une opportunité d'emploi pour des jeunes et procure des recettes économiques pour les municipalités et les propriétaires terriens. En dépit de ces impacts positifs, l'exploitation de sable et de gravier génère également des impacts négatifs sur l'environnement par l'entremise de l'érosion mécanique des sols.

Mots clés : Niamey, Niger, Plaine alluviale, impacts environnementaux, gravière, sablière.

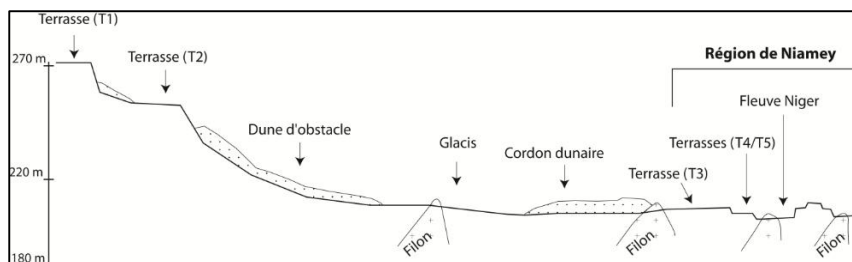
Abstract : In Niamey, the boom in the building sector has created a significant need for natural materials extracted from open quarries. Granular quarries (gravel and sand) in the bed of koris and on the alluvial plain of the Niger River are multiplying. This activity transforms landscapes and often creates permanent footprints, in the form of excavations on the environment, because they are difficult to eliminate. The method is built around the collection and analysis of socio-economic, granulometric data and direct observations in the field, with a view to characterizing the socio-economic and environmental impacts of the exploitation of gravel pits and sand pits around the city of Niamey. The results show that the alluvial plain of the Niger River in Niamey is full of aggregates (clay, sand, gravel and pebble). The exploitation of these resources offers a job opportunity for young people and provides economic profits for municipalities and landowners. Despite these positive impacts, sand and gravel mining also generates negative environmental impacts through mechanical soil erosion.

Key words: Niamey, Niger, alluvial plain, environmental impacts, gravel pit, sandpit.

1. Introduction

Depuis la seconde moitié du 20^{ème} siècle, plusieurs travaux ont mis en évidence le développement anarchique et le fort étalement urbain des villes subsahariennes, et particulièrement les capitales des Etats (Gérard, 2009; Issaka, 2010). Cet étalement urbain et l'expansion de l'immobilier entraînent une très forte demande des matériaux nécessaires à la construction, notamment et le sable et le gravier. Si l'exploitation de ces granulats procure des revenus aux exploitants et, parfois aux municipalités (Collerie, 2008; Ferry et al., 2012), elle engendre aussi des dommages presque irréversibles sur l'environnement. Cet article analyse les impacts environnementaux et socioéconomiques de l'exploitation de ces granulats sur la plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey. Cette dernière est constituée des alluvions (sable, argile, gravier, galet...) issues des séries successives d'épandages fluviaux datant du tertiaire et du quaternaire (Tricart, 1959). Ces dépôts couvrent, en discordance, les roches cristallines précambriennes (granite, schiste, micaschiste) du Liptako-Gourma (Ousseini, 1986). L'ensemble de ces matériaux (granulats et altérites des roches cristallines) est utilisé dans l'édification des bâtiments dans la ville de Niamey et dans la réalisation des infrastructures de génie civil (structures,

géotechniques...). Du point de vue géomorphologique, la plaine alluviale est composée de cinq terrasses, mises en place par le fleuve Niger dont trois s'observent dans la région de Niamey (Figure 1). Ces terrasses correspondent à des anciens niveaux du lit mineur ; les plus hautes sont les plus anciennes. Elles représentent donc des archives sédimentaires retraçant l'histoire du système fluvial (Gautier et Touchart, 1999).



Sur les anciennes terrasses du fleuve Niger, l'exploitation des granulats, en plein essor, se fait de manière artisanale, anarchique et à ciel ouvert. Toutefois, ces dernières années, on assiste à l'apparition des carrières industrielles installées par les sociétés étrangères (SOGEA SATOM, CGC International, etc.) et destinées à fournir en sables, graviers et galets les chantiers d'infrastructures. Aussi, les « pêcheurs de sable » (Ferry et al, 2012) apparaissent peu à peu dans le lit moyen du fleuve Niger à Niamey, suite au processus d'ensablement. En effet, le constat de l'ensablement du fleuve a conduit depuis 2016, l'autorité de la ville de Niamey à autoriser l'extraction du sable jusque dans le lit du fleuve par dragage ou de manière artisanale en vue de réduire l'exhaussement du lit du fleuve et ses corollaires d'inondations. Ferry et al, (2012) ont en effet, montré que l'extraction des matériaux dans le lit du fleuve à Bamako a entraîné l'approfondissement et l'incision de ce dernier. L'autorisation d'extraction des granulats du lit du fleuve, qui vise des perspectives environnementales mais aussi économiques, a donné lieu à une multiplication de sites de production souvent sans respects des règles d'usage. Or des impacts aussi positifs (Marius, 2017 ;

Gładysz-Oczalska 2010; Czaja, 2010 cités par Kowalska et Sobczyk, 2014) que négatifs (Kowalska et Sobczyk, 2014 ; Wayne Erskine, 1990 ; Kori & Mathada, 2012 ; Rinaldi et al. 2005 ; Ako et al., cités par Marius, 2017) sont bien décrits selon les spécificités morphologiques et environnementales des sites d'exploitations.

L'opération d'exploitation des carrières comporte le creusage, l'extraction, le chargement, le transport des granulats. Alors, quels sont les impacts de ces activités d'exploitation des carrières de granulats sur la plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey ?

2. Méthodologie

2.1. Le site et ses caractéristiques

Les carrières d'exploitations de granulats concernées par cette étude sont toutes situées dans le 5^{ème} arrondissement communal de la Ville de Niamey. Cet arrondissement, situé sur la rive droite du fleuve Niger, repose sur les terrasses T3, T4 et T5. Ces terrasses sont le résultat des accumulations fluviales ayant caractérisé l'histoire paléo climatique du fleuve Niger. Les plus anciennes terrasses (T1 et T2) s'observent plus ou moins loin de la Ville et sont recouvertes par des cuirasses ferrugineuses (Bouzou et al, 2016). La terrasse T3 située à moins de 5 m au-dessus du lit du fleuve, est constituée essentiellement de sables et graviers. Elle comporte l'essentiel de carrières exploitées par les entrepreneurs de la Ville de Niamey. Les terrasses subactuelles T4 et T5 sont constituées, d'argile, de limon et de sable (Thevoz et al, 1994). Elles sont plus ou moins inondées selon les années. Bien que les terrasses s'étendent sur les deux rives du fleuve, l'arrondissement communal Niamey 5 est, officiellement, le seul des cinq arrondissements communaux à disposer des carrières dans la Ville de Niamey. Ces carrières de production des granulats permettent, cependant, de fournir les matériaux extraits dans tous les autres arrondissements.

Dans le 5^{ème} arrondissement, cinq gravières y sont répertoriées (Figure 2) et suivies par le service communal chargé des recouvrements des taxes. Outre ces gravières reconnues par les autorités municipales, s'ajoutent celles qui ne sont pas

réglementaires. Ces dernières échappent au service de recouvrement des taxes de l'arrondissement communal Niamey 5.

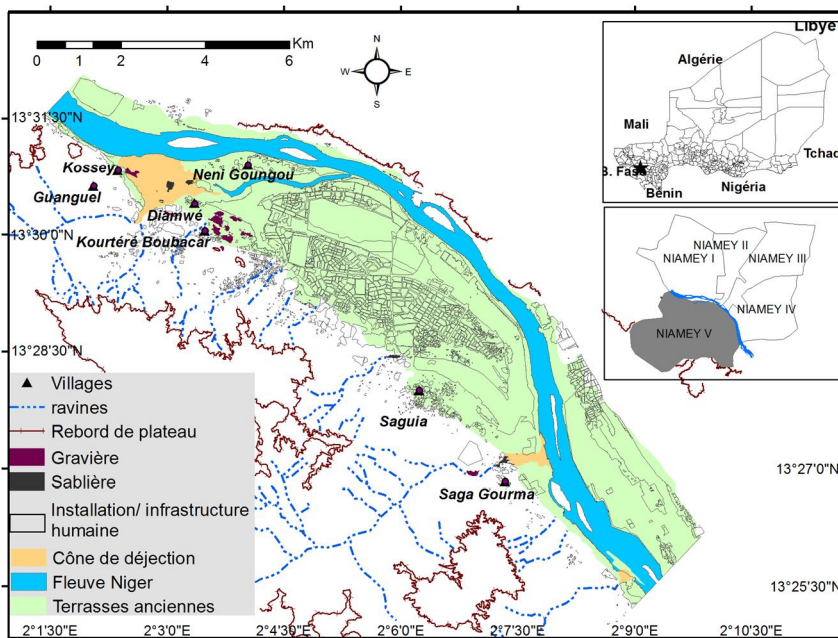


Figure 2 : localisation de la plaine alluviale et des sites d'étude dans l'arrondissement communal Niamey 5 (Source : données du terrain)

2.2. Matériels et méthodes

Pour conduire à bien le travail, les données collectées à travers l'observation et l'analyse du paysage ainsi que les entretiens avec les acteurs (exploitant, municipalité, propriétaire terrien et conducteur de camion) ont permis d'apprécier la problématique d'exploitation des carrières sur la plaine alluviale du fleuve Niger. En effet, une première phase d'enquête exploratoire a consisté à l'identification des différents acteurs mis en jeu dans l'exploitation des carrières à travers un focus group. Ainsi, trois groupes d'acteurs constitués de : cinq (5) propriétaires terriens, cinq (5) camionneurs, vingt (20) manœuvres et enfin la municipalité ont été tous interrogés suivant un guide d'entretien spécifié.

En outre, les relevés de coordonnées des toutes les carrières ont été effectués. La superposition de ces données sur les images satellites dans le logiciel Arc Map du système d'information géographique, a permis d'illustrer ce document.

Par ailleurs, quelques échantillons de sol ont été prélevés en surface en vue de l'analyse granulométrique. Ces échantillons ont ensuite été lavés et séchés à l'étuve (à 105 °C pendant 48 heures) puis tamisés à l'aide des tamis normalisés (Normes Afnor). Des indices granulométriques sont enfin déterminés, notamment le mode, l'indice de classement (Sorting Index) et l'indice d'asymétrie de Skewness.

Le mode correspond au diamètre d'une fréquence élevée. Il peut être déterminé graphiquement sur la courbe des fréquences relatives.

L'indice de classement (ou S_0 , Sorting index) renseigne sur le degré de classement des sédiments. Il est calculé par :

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} \quad (\text{Equation 1})$$

L'indice d'asymétrie de Skewness (Sk_i) indique la prépondérance, ou non, des particules fines ou grossières par rapport à la moyenne de l'échantillon. Il s'obtient par :

$$Sk_i = \frac{P16 + P84 - 2P50}{2(P84 - P16)} \quad (\text{Equation 2})$$

3. Résultats et discussion

3.1. Mise en place et exploitation des carrières de production des granulats

Une carrière de production des granulats est un site d'extraction de matériaux utilisables dans l'immobilier ou dans les travaux publics tels que le sable, le gravier et le galet. Elle se matérialise par le creusement d'un fossé dont les dimensions sont très variables,

comprises entre 500 et 45000 m². Au Niger, la demande de mise en place d'une carrière de production de granulats peut être engagée par une personne physique ou morale qui souhaite s'y investir. Les documents de demande d'autorisation d'exploitation des carrières sont constitués des informations relatives à la nature et la quantité des matériaux à extraire, de l'emplacement du site et de la superficie des terrains à exploiter. Ces documents sont accompagnés par des avis circonstanciés des services techniques chargés des carrières et des autorités régionales et communales concernées. L'autorisation finale d'exploitation des carrières est attribuée par un arrêté conjoint du ministre des mines et du domaine.

Cependant, il ressort des investigations que toutes les carrières de production des granulats situées sur la plaine alluviale ne disposent d'aucune autorisation. Pour mettre en place une carrière, les producteurs de granulats signent directement un contrat d'exploitation avec les propriétaires terriens, sans avis ou accord des autorités concernées. Selon les termes du contrat, les producteurs versent, aux propriétaires terriens, une somme forfaitaire pour chaque chargement de camion mais ne payent ni la taxe d'exploitation ni les redevances d'autorisation auprès des autorités. Cet état de fait limite le suivi et la surveillance des carrières par les municipalités malgré les divers impacts. La mise en place non contrôlée et la hausse des besoins en granulats ont engendré une augmentation du nombre de carrières ces dernières années, particulièrement sur la plaine alluviale du fleuve Niger. Ainsi, onze (11) carrières de production des granulats ont été dénombrées sur la plaine alluviale dans l'arrondissement communal Niamey 5 dont quatre (4) non fonctionnelles actuellement. La production des granulats dans ces derniers a été interdite par les autorités de l'arrondissement communal à cause des dommages réels ou potentiels qu'elles engendrent.

L'extraction des granulats se fait essentiellement de manière artisanale par les « petits producteurs » qui assurent la fourniture des granulats aux moins nantis. Le chargement des camions se fait par des manœuvres à l'aide de la pelle. Mais ce métier devient de

plus en plus l'œuvre des opérateurs économiques et des sociétés (SOGEA SATOM, par exemple) qui investissent dans l'achat de gros engins. Ces derniers assurent l'extraction des granulats et le chargement des camions à l'aide des pelleteuses et des engins lourds (Planche 1). Les impacts sur l'environnement de ce mode d'exploitation sont de loin plus importants, au regard du besoin grandissant des granulats et de la capacité des acteurs à satisfaire la demande de plus en plus forte.



Source : Bahari Ibrahim. M et Malam Abdou M., 2018

Planche 1 : Carrières de production de granulats aux environs de Niamey.

3.2. Diversité des granulats exploités

La plaine alluviale du fleuve Niger est constituée des terrasses d'accumulation d'une dizaine de mètres maximum reposant sur un socle granitique ou schisteux (Ousseini & Morel, 1989). Elles sont formées par une série de dépôts, constituée de galets et graviers à la base, recouvert par du sable de plus en plus épais. Ces dépôts détritiques issus des différentes phases d'accumulation forment les différentes terrasses du fleuve Niger dans la région de Niamey. Les anciennes terrasses (T1 et T2) fournissent de la latérite (issues du démantèlement de la cuirasse ferrugineuse) tandis que la terrasse T3 est riche en galets et en sables fluviaux. Les autres terrasses (T4, T5), plus ou moins limono argileuses, sont subactuelles et restent souvent inondées.

Cette architecture sédimentaire de la plaine alluviale du fleuve Niger, permet l'extraction d'une diversité de granulats utilisés dans la construction et les travaux publics dans la ville de Niamey. Ainsi, sur les sept (7) carrières de production actuellement fonctionnelles, on distingue cinq gravières et deux sablières. Une gravière est une carrière de production des graviers qui sont des granulats de diamètre supérieurs à 4 mm. Une sablière est une carrière d'exploitation des sables. Parmi les granulats des gravières, on distingue le « *tout-venant* » et le sable (Planche 2).



Source : Bahari Ibrahim. M, 2018

Planche 2 : Production des granulats « *tout-venant* » et sables

Le « *tout-venant* » est un ensemble d'alluvions composites constituées d'un mélange des sables et de galets de dimensions et de proportion variables. L'hétérogénéité du « *tout-venant* » permet de distinguer d'une part du galet-gravier avec une prédominance du quartz et des granulats dits « *tamisés* ». Il s'agit des sédiments constitués par des gravillons avec une prédominance des sables grossier. L'hétérogénéité de granulats confère au « *tout-venant* » une qualité bien prisée des utilisateurs dans la confection des briques et dans le dosage du ciment.

Les sables sont des alluvions fluviales issues des dépôts superficiels par le fleuve ou ses affluents locaux. Une sablière s'installe généralement aux niveaux des cônes de déjection, où s'accumulent des charges sédimentaires à l'occasion de chaque événement. De ce fait, la granulométrie de ces sables varie d'un site à l'autre et d'un

événement hydrologique à l'autre. L'analyse des échantillons prélevés montre que les alluvions sont principalement (+ de 90 %) constituées des sables fin et moyen. Les courbes de fréquence relative (Figure 3) des échantillons traités sont toutes plurimodales (3 à 5 modes selon l'échantillon) et mettent en évidence la variation des courants selon les événements hydrologiques. Chaque mode correspond au diamètre d'une fraction fréquente. Tous les échantillons présentent deux modes dans le sable fin (un premier à 0,08 mm et un second 0,16 mm de diamètre). Le 2^{ème} mode est relativement plus important que le 1^{er}. Sa proportion varie entre 16 et 27 % selon l'échantillon et le site. Par ailleurs, d'autres modes sont également observés dans le sable moyen, à 0,25 mm, à 0,315 mm ou à 0,5 mm de diamètre. L'indice S_i (Sorting Index) des échantillons est compris entre 1 et 1,5 et indique donc que les grains sont bien classés, résultats des dépôts issus d'un écoulement laminaire et régulier. Cela est, par ailleurs, attesté par les faibles valeurs de l'indice d'asymétrie de Skewness ($S_k < 1$). Aussi, tous les échantillons sont pauvres en sable grossier. Du fait de la baisse de compétence des courants, les sables grossiers se déposent généralement en amont des cônes d'épandages et témoignent du caractère sélectif des dépôts. Cela est mis en évidence par les courbes de fréquences cumulées qui sont toutes de types sigmoïdes en « S » étiré (Figure 3), très caractéristiques des cônes alluviaux.

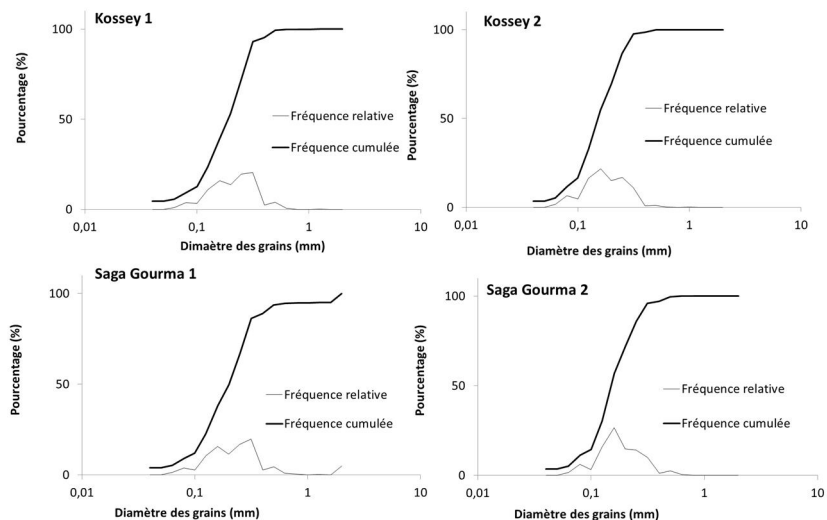


Figure 3. Distribution granulométrique des échantillons traités

L'extraction des granulats sableux est relativement facile et les produits se renouvellent sans cesse pendant les saisons pluvieuses.

3.3. Les impacts environnementaux des carrières

La plaine alluviale du fleuve Niger à Niamey est assez large sur la rive droite. Elle s'étend sur 1,42 Km en moyenne dans les secteurs d'exploitation des carrières. Elle est drainée par d'innombrables *koris* de tailles variables qui prennent naissance aux pieds des plateaux environnants. Cependant, l'hydromorphie saisonnière des carrières limite leur exploitation durant la saison des pluies (entre juin et septembre). Il en résulte une faible fourniture de la ville de Niamey en granulats au cours de cette période, d'après les résultats de l'enquête de terrain. Ainsi, les carrières de production des granulats constituent des zones d'épandage et de barrage aux crues sporadiques des *koris* (Planche 3). Ainsi, ces fosses béantes apparaissent aussi comme une mesure de protection contre les

inondations (Renard, 2014). C'est en ce sens que les autorités municipales de la ville de Niamey, ont initié depuis 2015, l'ouverture des sablières dans le lit du fleuve Niger. A travers cette décision, les autorités entendent entreprendre des actions de dragage du fleuve pendant la période des étiages. Cette décision semble négliger les impacts à moyen ou long terme que pourrait engendrer cette activité sur la dynamique fluviale du fleuve Niger mais aussi sur les infrastructures installées sur ce dernier. Pourtant, il est bien montré (Ferry et al, 2012) que l'extraction des matériaux pour l'industrie du bâtiment à Bamako a engendré une incision récente (à partir des années 1980) du lit du fleuve dans sa partie supérieure, en amont de Ségou. Par ailleurs, plusieurs autres auteurs ont montré que les activités d'extraction de sable et de gravier sont à l'origine de la diversification du paysage à travers la création de nouveaux réservoirs d'eau (Marius, 2017 ; Gładysz-Oczalska 2010; Czaja K., 2010 cités par Kowalska et Sobczyk, 2014 ; Harouna, 2016).



Source : Bahari Ibrahim. M, 2018

Planche 3 : Ecrêtage des crues par les carrières de production des granulats

Les résultats révèlent aussi que le besoin de plus en plus important des granulats dans la ville de Niamey a amené les propriétaires terriens à transformer leurs parcelles en carrières. Les raisons avancées se résument à la nature du substrat graveleux (donc marginale à l'agriculture) mais aussi et surtout le revenu important mobilisé. Ainsi, on assiste progressivement à un nouveau type de transaction foncière, consistant à transformer les champs en carrières de production des granulats. Cette transformation s'accompagne

d'autres modifications notamment le défrichage. Cette phase consiste à mettre à nu de très grandes surfaces devant être exploitées (Planche 4). Les excavations ainsi créées accentuent les processus d'érosion et de dégradation des terres. En effet, les processus d'éboulement et de glissement de terrain sont assez fréquents sur les sites d'exploitation des carrières. La nature meuble des matériaux (sable, argile) détermine la fréquence de ces processus destructeurs.



Source : Bahari Ibrahim. M, 2018

Planche 4 : Dénudation des surfaces destinées à abriter des carrières

L'exploitation des carrières sur les terrasses contribue directement à leur dégradation. L'extraction de sables et de graviers touche surtout les nappes alluviales récentes en raison de la faible altération du matériel. Aussi, les activités d'extraction de sable et de gravier entraînent une réduction de l'engorgement des zones adjacentes au site d'excavation (Kowalska et Sobczyk, 2014) ainsi qu'un changement de la qualité des eaux (Wayne, 1990). Elle perturbe les fonctions écologiques des écosystèmes naturels par la dégradation qu'elles entraînent (Kori and Mathada, 2012 ; Rinaldi et al., 2005). En outre, il ressort des analyses que la production artisanale du gravier a des conséquences environnementales qui se manifestent par la destruction du couvert végétal et l'intensification de l'érosion.

3.4. Les impacts socio-économiques des carrières

Du point de vue économique, les revenus générés par les activités d'extraction de sable et de gravier participent à la réduction de la pauvreté (Marius, 2017). Elles sont en effet sources d'emploi pour les jeunes et de recettes pour les municipalités. Sur les sites étudiés, les activités d'extraction des granulats affectent les ressources naturelles à travers la destruction de la végétation et la réduction des terres cultivables. Aussi, pendant la saison des pluies, les carrières inondées se transforment en gîtes larvaires et entraînent la prolifération des moustiques et des insectes nuisibles aux populations riveraines. De même, elles constituent souvent une menace pour les infrastructures routières.

Cependant, la production des granulats offre également des opportunités aux municipalités et aux propriétaires des carrières. Les municipalités bénéficient de l'activité à travers la collecte des taxes d'extraction à raison de 250 FCFA/m³ des matériaux extraits ainsi que les taxes de chargement auprès des camionneurs (Tableau 1).

Tableau 1. Taxes de chargement perçues par les autorités municipales

Types de granulats	Taxe par chargement (FCFA)	Capacité du Camion
Sable	1000	12 m ³
Gravier	2000	
« tout-venant »	1000	

Source : Travaux de terrain, 2019

Grâce à ces taxes, l'arrondissement communal Niamey 5 recouvre 40 000 FCFA en moyenne par jour, il y a 7 ans. Actuellement, les recettes journalières issues de l'extraction des carrières tournent autour de 15 000 FCFA/jour, malgré le développement de l'activité. Ces chiffres sont inférieurs à ceux de Bitinkodji et Karma, deux communes rurales frontalières de la ville de Niamey. Dans ces communes, les taxes journalières s'élèvent respectivement à 45000 et 20000 francs CFA par jour en moyenne (Ilbass, 2014). Les services de la municipalité rencontrent donc des difficultés surtout avec les camionneurs. Les recettes journalières sont très variables et tournent autour de 140 000 FCFA par semaine en

moyenne. En considérant les données du tableau 1, cela correspond aux taxes de chargement perçues par les municipalités sur 20 camions de sable « *tout-venant* » ou sur 10 camions de gravier.

Le développement des activités de l'exploitation artisanale de graviers a pris de l'ampleur du fait de la forte croissance urbaine du pays. La motivation de la population locale à la pratique de cette activité est principalement due aux revenus qu'elle génère Diarrassouba et al, (2017). Les entretiens effectués avec les acteurs ont permis d'appréhender les divers atouts issus de l'exploitation des sites. Les manœuvres dont la plupart sont constitués des jeunes, à la quête des moyens de subsistance, trouvent dans l'exploitation des carrières une offre d'emploi. Cette activité, leur génère des revenus importants pour faire face aux besoins. En moyenne les manœuvres ou les exploitants gagnent près de 48000 FCFA par semaine soit près de 7000FCFA, en moyenne, par jour. Aussi, les besoins de plus en plus importants en granulats, ont conduit les propriétaires terriens sur la plaine alluviale à transformer leurs parcelles ou champs en carrières. A travers cette reconversion, les propriétaires disent tirer plus de profit. En fonction du nombre de camions chargés de granulats, un propriétaire terrien peut bénéficier de 75000 FCFA par semaine sur sa parcelle ou son champ.

Conclusion

L'extension spatiale de la Ville de Niamey entraîne un besoin croissant en matériaux de construction d'où la multiplication des carrières sur la plaine alluviale du fleuve Niger. Les granulats fournis sont principalement du « *tout-venant* » et des sables fluviatiles bien classés issus d'un écoulement laminaire et régulier. Les gains économiques des acteurs impliqués (propriétaires terriens, manœuvres et, à moindre mesure, les autorités municipales) dans la production des granulats font qu'on assiste progressivement à un nouveau type de transaction foncière consistant à convertir les champs en carrières. En effet, les propriétaires terriens perçoivent en moyenne près 10 000 FCFA par jour tandis que les manœuvres gagnent près de 7000 FCFA par jour, ce qui nettement supérieur au

SMIG (salaire minimum interprofessionnel garanti) du Niger qui est de l'ordre de 1500 FCFA par jour. Grâce à ces profits, la production des granulats, qui est jusque-là principalement artisanale, attise l'appétit des sociétés de production. Cependant, cette activité est à l'origine des divers impacts environnementaux. Les excavations des carrières créées accentuent les processus de dégradation des terres et de la végétation (à travers le défrichage) et perturbe les fonctions écologiques des écosystèmes naturels. Toutefois, il est ici montré que les carrières de production des granulats constituent des zones d'épandage et de barrage aux crues sporadiques des koris et réduisent, de ce fait, les inondations. Aux regards des pratiques actuelles de l'activité, une réglementation stricte et des perspectives de restauration de l'environnement sont nécessaires.

Références bibliographiques

Bouzou Moussa I., Bahari Ibrahim M., Faran Maiga O., Issaka H., Abdou Alou 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*. Revue du CAMES; Nouvelle Série, Sciences Humaines, N° 007 ; pp 299-314

Collerie M., (2008). Etude et cartographie des sites d'extraction et de dépôt de sable et graviers sur le Niger entre Ségou et Kona, et sur le Bani, entre Douna et Mopti. Caractérisation de la filière. 40. France : Université de Tours.

Diarrassouba B., Fofana B. & Tanoh A. L., (2017). Exploitation artisanale des carrières de graviers à Bouaké : étude sociodémographique et environnementale d'une activité en expansion ; RCJT/CJTG, Université Laurentienne/Laurentian University, Géographie/Geography, Sudbury, Ontario, P3E 2C6, Canada. Vol. 4(2) : pp11-21.

Gautier E., et Touchart L., (1999). Fleuves et lacs. Ed Armand colin ; 95p.

Gérard Y., (2009). Étalement urbain et transformation de la structure urbaine de deux capitales insulaires : Moroni et Mutsamudu, archipel des Comores (océan Indien). *Cah. D'Outre-Mer Rev. Géographie Bordx.* 62(248), 513–528. doi:10.4000/com.5781

Ilbass H., (2014). Effets économiques de l'exploitation des matériaux de construction : sable et gravier dans communes rurales de Karma et de Bintinkodji (Tillabéri-Niger). Mémoire de fin de cycle en Master ; ESCAE, Niamey. 55p.

Issaka, H., (2010). *Mise en carte et gestion territoriale des risques en milieu urbain sahélien à travers l'exemple de Niamey (Niger)* (thesis). Strasbourg. Retrieved from <http://www.theses.fr/2010STRA5002>

Kori E. & Mathada H., (2012). An Assessment of Environmental Impacts of Sand and Gravel Mining In Nzhelele Valley, Limpopo Province, South Africa In « *3rd International Conference on Biology, Environment and Chemistry IPCBEE vol.46 (2012) © (2012) IACSIT Press, Singapore DOI: 10.7763/IPCBEE. 2012. V46. 29* », pp: 137-141.

Kowal J.M. & Kassam A.H., (1978). *Agricultural ecology of savanna: a study of West Africa*. Clarendon Press, Oxford. 403 p.

Kowalska A. & Sobczyk W., (2014). Negative and Positive Effects of the Exploitation of Gravel-Sand In Journal of the Polish Mineral Engineering Society, pp : 105 – 109.

Ferry L., Mietton M., Muther N., Martin D., Coulibaly N'T., Laval M., Basselot F-X, Cissé Coulibaly Y, Collierie Mathilde, Kevin de la Croix et Olivry J-C., (2012). « Extraction de sables et tendance à l'incision du Niger supérieur (Mali) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 18 - n° 3 | 2012, 351-368.

Marius D. G., (2017). Environmental Impacts of Sand Exploitation. Analysis of Sand Market. *Sustainability* 2017, 9, 1118; doi:10.3390/su9071118

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.

Ousseini I., & Morel A., (1989). Utilisation de formations alluviales azoïques pour l'étude des paléoenvironnements du Pléistocène supérieur et de l'Holocène au sud du Sahara : exemple de la vallée du fleuve Niger dans le Liptako nigérien. *Bull. Soc. Géol. France*, (8), t.V n°1, pp85-90.

Ousseini I., (2002). Erosion et conservation des sols dans la vallée du Moyen Niger (Republique du Niger) : interprétations préliminaires de mesures en parcelles et d'observations à l'échelle des petits et moyens bassins versants 38–70. Japan.

Renard E., (2014). Les risques hydrologiques in *Hydrologie 1 : une science de la nature, une gestion sociétale ; 2^e édition argumentée*, chapitre 17 ; pp445-452

Rinaldi M., Wyzga B. and Surian N., (2005). Sediment mining in alluvial channels: physical effects and management perspectives. *River Research and Applications, River Res. Applic.* 21: Pp : 805–828.

Thevoz C., Ousseini I. & Bergoeing J-P., (1994). Aspects géomorphologiques de la vallée du Niger au sud de Niamey (Secteur de Saga Gourma- Gorou Kirey) ; Au contact Sahara-Sahel : Milieux et Sociétés du Niger Vol. ; *Revue de Géographie Alpine* ; Numéro hors-série. pp 66-85

Tricart, J., (1959). Géomorphologie dynamique de la moyenne vallée du Niger (Soudan). *Ann. Géographie* 68(368), 333–343. doi:10.3406/geo.1959.16024