

Impacts Environnementaux De L'exploitation Artisanale Des Matériaux De Construction Sur Les Ecosystèmes Naturels Dans La Ville De Kenge En République Démocratique Du Congo

[Environmental Impacts Of Artisanal Construction Materials Exploitation On Natural Ecosystems In The City Of Kenge In The Democratic Republic Of Congo]

MBWANGA BAYEKULA Jérémie¹, NSIELOLO KITOKO Ruffin^{1,2,3}, MUMBA DJAMBA Antoine^{1,4,5},
ANGOBOY ILONDEA Bhély¹, MFUAMBA MULUMBA Jean Pierre¹, NZUNDU MBATI Augustin¹;
BUNGA LUZAYA André⁶

¹Université Pédagogique Nationale, École de Télécommunication et de Télédétection Spatiale, Département des Eaux et Forêts (UPN/ETS), B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo ;

²Université du Kwango, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, BP 41 KIN 1, République Démocratique du Congo ;

³Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences et Technologies, Département de Biologie, B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo ;

⁴Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema, RD Congo ;

⁵Université Loyola Du Congo à Kimwenza, Faculté Des Sciences Agro-vétérinaires B.P. 3724 Kinshasa-Gombe

⁶Institut Supérieur de Développement de Luhozi (ISDR), B.P. : 17/ LUHOZI.

Auteur Correspondant : MBWANGA BAYEKULA Jérémie, mbwangajeremie7@gmail.com

Tél. : +243 813996434



Résumé : Cette étude analyse les impacts environnementaux de l'exploitation artisanale des matériaux de construction sur les écosystèmes naturels dans la ville de Kenge, province du Kwango en République Démocratique du Congo. Une approche méthodologique combinant observation directe, enquêtes auprès des exploitants artisanaux et revue documentaire a été utilisée. Les résultats montrent que l'exploitation artisanale contribue significativement à l'amélioration des conditions socio-économiques des ménages grâce aux revenus générés, lesquels permettent notamment la prise en charge de la scolarité des enfants, l'acquisition de biens matériels et la création de petites activités commerciales. Cependant, l'étude révèle également des impacts environnementaux importants tels que la dégradation des sols, la dynamique, la destruction du couvert végétal, la réduction de la biodiversité, la modification des écoulements hydriques, la turbidité des eaux et la transformation des paysages naturels. Les écosystèmes savaniques (45%), forestiers (40%) et aquatiques (15%) sont affectés à des degrés divers. L'étude conclut à la nécessité de renforcer les mesures de gestion durable afin de concilier les bénéfices socio-économiques de l'exploitation artisanale avec les impératifs de conservation des ressources naturelles.

Mots-clés : Exploitation artisanale, matériaux de construction, écosystèmes naturels, impacts environnementaux, Kenge, RDC.

Abstract: This study analyzes the environmental impacts of artisanal mining of construction materials on natural ecosystems in the city of Kenge, Kwango Province, Democratic Republic of Congo. A methodological approach combining direct observation, surveys of artisanal miners, and a literature review was used. The results show that artisanal mining contributes significantly to improving the socio-economic conditions of households through the income generated, which notably allows for children's schooling, the acquisition of material goods, and the creation of small businesses. However, the study also reveals significant environmental impacts such as soil degradation, altered ecosystem dynamics, destruction of vegetation cover, reduced biodiversity, changes in water flow, increased water turbidity, and the transformation of natural landscapes. Savanna (45%), forest (40%), and aquatic (15%) ecosystems are affected to varying degrees. The study concludes that there is a need to strengthen sustainable management measures in order to reconcile the socio-economic benefits of artisanal mining with the imperatives of conserving natural resources.

Keywords: Artisanal mining, building materials, natural ecosystems, environmental impacts, Kenge, DRC.

1. Introduction

Au cours de ces trois dernières décennies, la consommation mondiale de matériaux de construction a connu une croissance sans précédent sous l'effet de l'urbanisation rapide, de la croissance démographique et du développement des infrastructures. Le sable et le gravier figurent parmi les ressources naturelles les plus exploitées au monde après l'eau [1]. Cette tendance reflète l'augmentation continue des besoins en logements, routes, ponts et infrastructures.

La demande mondiale en granulats a atteint des niveaux tels qu'elle constitue désormais un enjeu majeur pour la durabilité des ressources naturelles [2]. Ces auteurs considèrent même que l'exploitation non contrôlée des granulats pourrait conduire à une véritable « tragédie des biens communs ». L'extraction des matériaux de construction représente une part importante des flux mondiaux de matières premières et contribue à l'intensification des pressions sur les écosystèmes, [3]. En Afrique subsaharienne, cette dynamique est particulièrement visible. La croissance démographique, l'expansion urbaine et les investissements dans les infrastructures publiques stimulent fortement la demande en matériaux de construction [4]. Dans plusieurs pays africains, l'exploitation artisanale des matériaux de construction constitue l'une des principales sources d'approvisionnement des marchés locaux.

En République Démocratique du Congo, et particulièrement dans la ville de Kenge, l'exploitation artisanale des moellons, de la caillasse, de la latérite et du sable occupe une place importante dans l'économie locale. Elle constitue une source de revenus pour de nombreux ménages et participe au développement urbain de la ville. Toutefois, son expansion rapide s'accompagne d'impacts environnementaux susceptibles de compromettre l'équilibre des écosystèmes naturels.

Malgré l'importance croissante de cette activité, les connaissances scientifiques sur ses effets environnementaux demeurent limitées dans la province du Kwango. Cette étude vise donc à contribuer à une meilleure compréhension des interactions entre exploitation artisanale des matériaux de construction et écosystèmes naturels dans la ville de Kenge.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Milieu d'étude

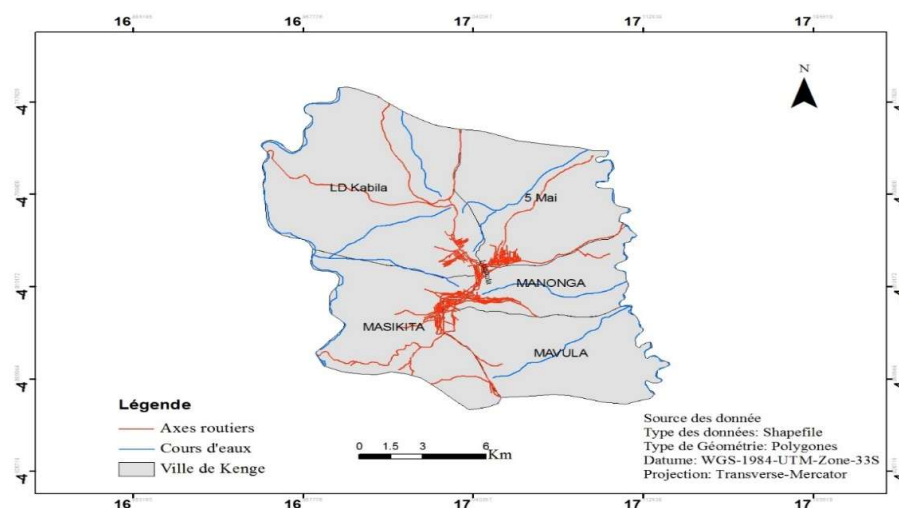


Figure 1 : Carte de la ville de Kenge

Sources : [5], [6],[7]

La ville de Kenge est le chef-lieu de la province du Kwango en RDC. Elle est située au sud-ouest à 275 km de Kinshasa, la capitale de la RDC, sur la route nationale n°1. Cette ville couvre une superficie de 2.130 km² [8]. D'après la classification de KÖPPEN, la ville de Kenge est située dans la zone de climat tropical humide de type Aw₃. L'altitude est de 400 m, la latitude est de 4°55' Sud et la longitude égale à 17°4' Est. Elle est limitée au nord par une ligne de démarcation longeant la rivière Bakali, au nord de la localité de Kitsinga, jusqu'à la rivière Wamba. Au Sud par une ligne partant de Kenge II, de la rivière Wamba en passant au Sud de Sadiba, les localités Kiwawa, Kayombo et Kitsinga I jusqu'à la rivière Wamba. A l'Est, par la rivière Bakali, en amont du petit séminaire de Katende, jusqu'à son confluent avec la rivière Katamwambo. A l'Ouest par la rivière Wamba suivant une ligne, jusqu'à sa confluence avec la rivière Misele au Sud de Sadiba. [8], [9]. La Ville de Kenge est composée des 5 communes (Fig.2) dont : Mavula, Masikita, 5 Mai Manonga et Laurent Désiré Kabila où est effectué notre étude [3], [5].

La ville de Kenge se caractérise par une mosaïque d'écosystème comprenant des savanes, des formations forestières et des milieux aquatiques. Les écosystèmes forestiers sont dégradés depuis plusieurs décennies à la suite des pressions anthropiques due à l'agriculture itinérante sur brulis et à la carbonisation où on y trouve que des espèces indicatrices de régénération forestière comme *Hymenocardia ulmoides*, *Gaetnera paniculata*, *Chaetocarpus africanus*, *Alchornea cordifolia* [5], [10]. L'écosystème savanicole est dominé par les *Poaceae* dont on rencontre les espèces comme *Antheophora cristata*, *Ctenium newtonii*, *Digitaria longiflora*, *Hyparrhenia diplandra*, *H. familiaris*, *Loudetia simplex*. La strate arbustive est caractérisée par *Annona senegalensis*, *Crossopteryx febrifuga* et *Hymenocardia acida* [11].

L'exploitation artisanale des matériaux de construction constitue une composante significative des activités productives locales, en générant des opportunités économiques et en participant à la dynamique de développement urbain de la ville.

2.2. Collecte des données

Les données ont été obtenues par observation directe et enquête de terrain et recherche. L'étude diachronique sur l'occupation du sol de 2000 à 2024 a été faite pour suivre la dynamique du couvert végétal et le niveau de la dégradation. La quantité des matériaux de construction (sable, graviers etc.) convertie en tonne a été estimée sur base de l'expertise des producteurs, vendeurs et acheteurs à l'aide d'un tonneau régulièrement utilisé.

2.2.1 Observation directe

Elle nous a permis d'identifier les caractéristiques des sites, d'exploitation et les impacts environnementaux visibles.

2.2.2 Enquêtes par questionnaire

Un questionnaire d'enquête a été utilisé en servant de la méthode de boule de neige comme dans [3], [12].

Les exploitants artisanaux ont été interrogés sur leur profil socio-économique, les quantités ou volumes des matériaux exploités, les revenus générés et leur perception des impacts environnementaux.

L'appareil GPS Garmin 64s nous a servi à la collecte des points sur le terrain en vue de la représentation de chacune de classes de couverture forestière et la classification des images pour valider les résultats.

2.2.3 Analyse et traitement des données

Faute des données cartographiques antérieures relatives à la zone d'étude, la réalisation de cette étude a fait recours à l'imagerie satellite Landsat du fait qu'elle soit gratuite et multi temporelle.

Les données ont été traitées à l'aide des statistiques descriptives. Les résultats ont été présentés sous forme de Tableaux, graphiques et commentaires analytiques.

Pour cartographier les pertes, identifier leurs moteurs, et évaluer leur impact environnemental, les paramètres qui nous ont permis de réaliser notre objectif sont entre autres les superficies forestières perdues (déforestation) et dégradées (perte de biomasse et de la structure, entre 2000 et 2024, les cartes annuelles ou pluriannuelles identifiant les points chauds (hotspots) de déforestation et les causes directes (agriculture, feux de brousse) et indirectes de la dégradation.

3. Résultats

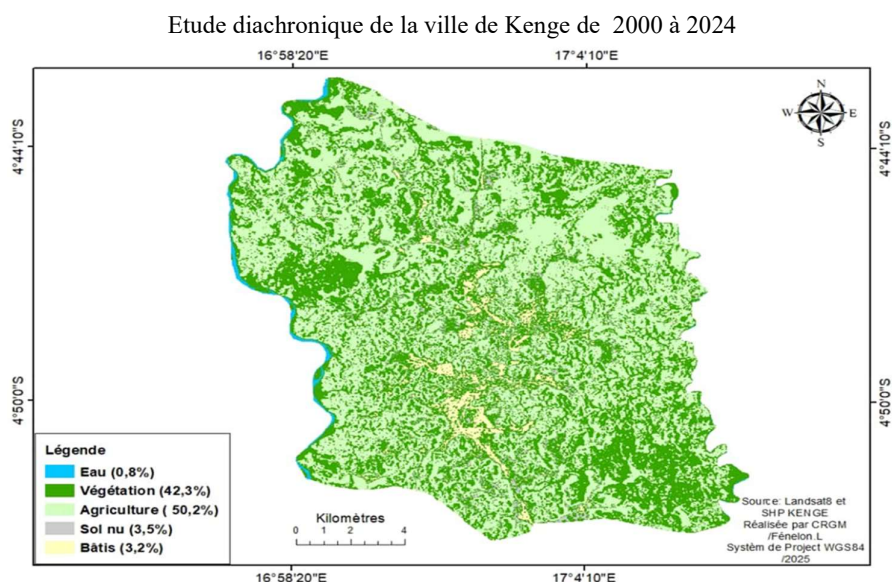


Figure 2 : Carte de l'occupation du sol de Kenge en 2000

La figure 2 ci-dessus présente la carte d'occupation et d'utilisation du sol de la zone d'étude de Kenge pour l'année 2000, il ressort de ces observations que les activités agricoles sont prédominantes avec 50,2 % détrimement du couvert végétal (42,3 %). Le tissu urbain représente 3,2 %, relativement peu dense à l'échelle de la carte, suggérant un habitat dispersé ou la capture d'une vaste zone rurale autour du noyau urbain central. L'urbanisation se caractérise ici par un mélange intime d'activités agricoles et résidentielles. Le faible pourcentage du sol nu (3,2%) indique probablement que, la surface était à cette époque couverte partageant la grande partie entre la végétation et l'agriculture.

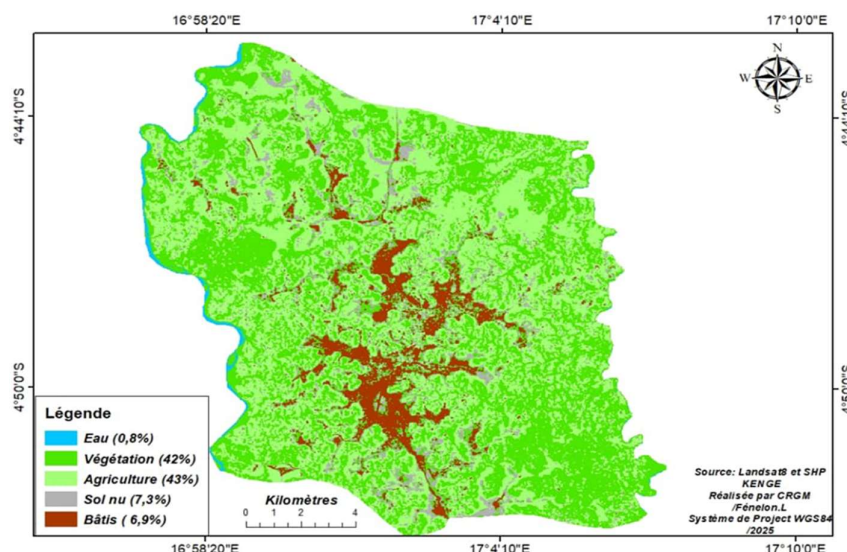


Figure 3 : Carte de l'occupation du sol de Kenge en 2010

La figure 3 présente la carte d'occupation et d'utilisation du sol de la zone d'étude de Kenge pour l'année 2010.

Nous remarquons ici contrairement à la figure 2, la classe du bâti augmente de 3,7% à 6,9 %. Visuellement, les zones bâties (en marron) se concentrent autour d'un noyau central et s'étendent de manière diffuse le long des axes routiers occasionnant le flux de transport. Cette densité apparente, combinée à une expansion rapide de la ville se fait remarquer dans les analyses diachroniques, est caractéristique de l'étalement urbain horizontal (urban sprawl). En 10 ans, la surface bâtie s'est doublée.

Tableaux 1: Evolution de l'exploitation artisanale des matériaux de construction (moellons, caillasse et latérite) de 2000 à 2024

Matériaux exploités	Période d'exploitation		
	2000 à 2008	2008 à 2016	2016 à 2024
Caillasses	73.000 tonnes	146.000 tonnes	292.000 tonnes
Moellons	30.000 tonnes	33.000 tonnes	36.000 tonnes
Sable	72.000 tonnes	110.000 tonnes	225.000 tonnes
Latérite	8.000 tonnes	15.000 tonnes	15.000 tonnes

Les résultats du tableau 1 montrent l'évolution des matériaux de construction de l'année 2000 à 2024. Pendant que les surfaces bâties augmentent (Figure 3), les pressions sur les ressources en matière de construction s'accroissent. La quantité de caillasses utilisées en 2000-20208 était de 73 000 tonnes, elle devient 4 fois plus soit 292 000 tonnes en 2016-2024. Ce constat est fait sur les autres matériaux.

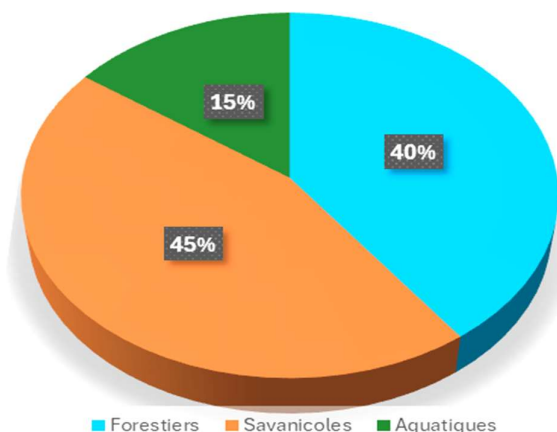


Figure 4 : Ecosystèmes affectés par l'exploitation artisanale des matériaux de construction

Les résultats de l'étude montrent les avis des enquêtés sur les différents écosystèmes touchés par les activités d'exploitation artisanale des matériaux de construction à Kenge. La savane et la forêt sont t principalement affectés à 45 et 40 % contre 15% pour les écosystèmes aquatiques. Cette répartition met en évidence l'ampleur des pressions exercées sur les différents milieux naturels de la zone d'étude.

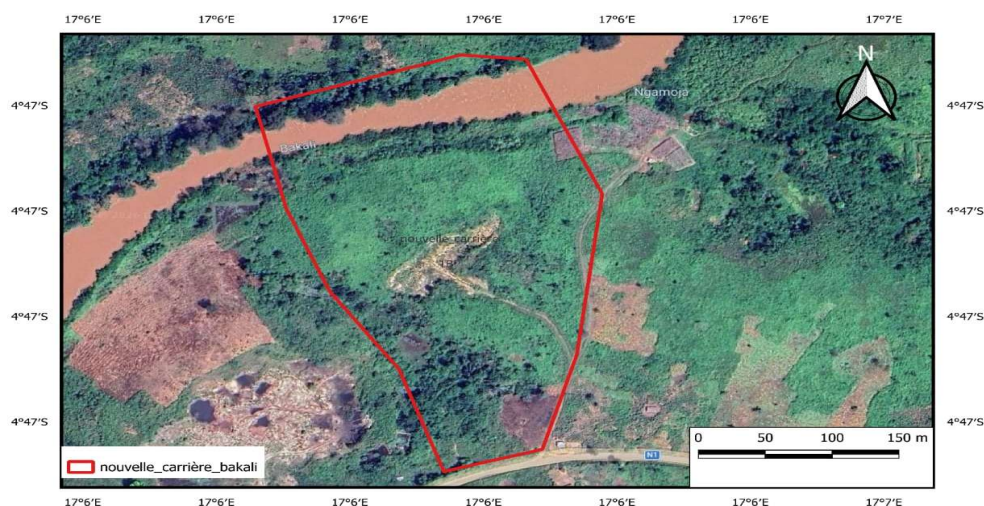


Figure 5 : Carrière d'extraction du sable

La figure 5 illustre les impacts sur les ressources en eau le long de la rivière bakali et sur l'écosystème forestier, il s'observe la perte du couvert végétal et la dégradation d'environnement qui affectent également l'écosystème aquatique.

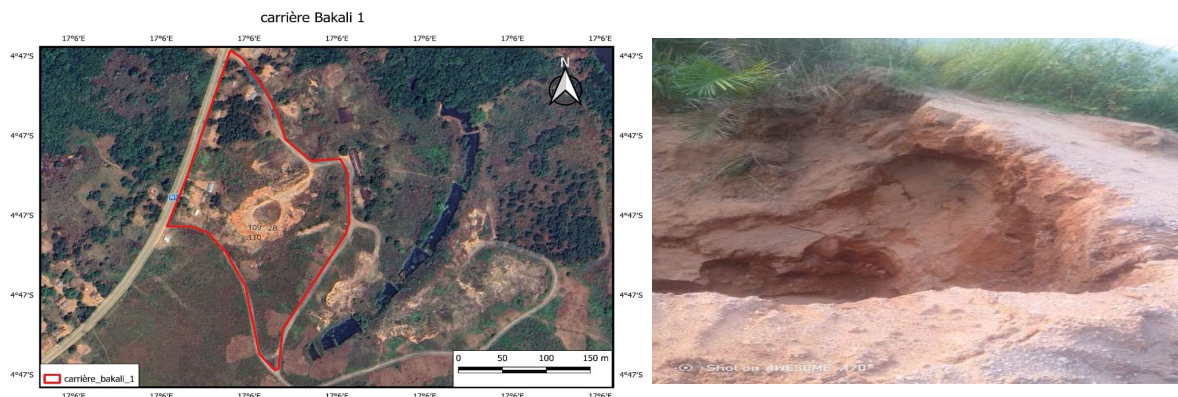


Fig. 6 : Carrière (Bakali) d'extraction de latérite **Figure 7 :** Excavation d'extraction des moellons

Carrière d'extraction de la terre jaune à quelques mètres de la route nationale 1 (Figure 6) de l'argile (Figure 7)

Discussion

Les résultats de cette étude montrent que l'exploitation artisanale des matériaux de construction à Kenge présente un double visage. D'une part, elle constitue une activité économique indispensable pour de nombreux ménages et contribue à l'approvisionnement de la ville en matériaux de construction. D'autre part, elle génère des impacts environnementaux significatifs qui menacent progressivement l'équilibre des écosystèmes naturels.

Cette situation illustre parfaitement le dilemme soulevé par le concept de développement durable, qui vise à concilier croissance économique, bien-être social et préservation de l'environnement [13], [14], [15] qui soulignent que le développement durable repose sur la recherche d'un équilibre entre la croissance économique, l'équité sociale et la protection de l'environnement, afin de satisfaire les besoins des générations présentes sans compromettre ceux des générations futures.

Les résultats de notre étude montrent que l'exploitation artisanale constitue une activité génératrice de revenus pour un nombre important de ménages dans la ville de Kenge, les enquêtes réalisées auprès des exploitants ont révélé que les revenus tirés de la vente des matériaux de construction permettent notamment de satisfaire les besoins alimentaires des ménages, financer la scolarisation des enfants, assurer les soins de santé, construire des maisons en matériaux durables, acquérir des parcelles, acheter des motos et développer de petits commerces.

Ces résultats corroborent ceux de [16], [17], qui démontrent que les activités extractives artisanales jouent un rôle majeur dans la lutte contre la pauvreté en Afrique subsaharienne, en ce qu'elles contribuent à l'amélioration des conditions de vie des populations lorsqu'elles génèrent des revenus réguliers.

Cependant, si les bénéfices économiques sont évidents, ils s'accompagnent d'impacts environnementaux dont les conséquences risquent d'affecter durablement le potentiel de développement futur de la région.

Pour une période d'exploitation entre 2000 et 2024, soit 24 ans. Le tonnage des granulats extraits ont connu une augmentation progressive, la caillasse est passée de 73.000 tonnes entre 2000 et 2008 à 146.000 tonnes entre 2008 et 2016 jusqu'à atteindre 292.000 tonnes entre 2016 et 2024. La quantité du sable extraite entre 2000 et 2008 était de 72.000 tonnes en passant à 110.000 tonnes entre 2008 et 2016 pour atteindre 225.000 tonnes entre 2016 et 2024. Les moellons présentent 30.000 tonnes extraits entre 2000 et 2008, 33.000 tonnes entre 2008 et 2016 et 36.000 tonnes entre 2016 et 2024. La latérite quant à elle, présente 8.000 tonnes, 15.000 tonnes et 15.000 tonnes respectivement entre 2000 et 2008, 2008 et 2016, 2016 et 2024.

Ces résultats confirment les observations [1], [2] qui soulignent que les granulats constituent aujourd'hui les ressources solides les plus exploitées au monde après l'eau, l'augmentation rapide de la demande en sable et en gravier est étroitement liée à l'urbanisation et au développement des infrastructures.

Les résultats de l'étude prouvent que les activités d'exploitation artisanale des matériaux de construction à Kenge affectent principalement trois types d'écosystèmes dont les écosystèmes savaniques (45%), les écosystèmes forestiers (40%) et les écosystèmes aquatiques (15%). Cette répartition met en évidence l'ampleur des pressions exercées sur les différents milieux naturels de la zone d'étude. Nos résultats corroborent [18],[19], qui déclarent que dans les régions tropicales, l'environnement végétal fait l'objet de pressions permanentes liées à diverses activités dont les conséquences prennent une allure catastrophique, surtout pour les écosystèmes fragiles.

Les résultats montrent que les écosystèmes savaniques sont les milieux les plus affectés (45% des milieux affectés par l'exploitation artisanale). Ces résultats confirment les conclusions [4], selon lesquelles les savanes africaines figurent parmi les écosystèmes les plus vulnérables aux activités extractives artisanales.

Les écosystèmes forestiers représentent 40% des milieux affectés. Cette proportion révèle une pression particulièrement importante sur les ressources forestières locales. Les résultats obtenus corroborent les observations [20] qui identifient la déforestation comme l'une des principales conséquences environnementales des activités extractives artisanales. La destruction du couvert forestier réduit également la capacité des écosystèmes à stocker le carbone et à réguler le climat local.

Les écosystèmes aquatiques représentent 15% des milieux affectés. Bien que cette proportion soit relativement faible, les impacts observés sont particulièrement préoccupants.

Les principales perturbations concernent la turbidité des eaux, la modification des écoulements, l'envasement des cours d'eau et la stagnation de l'eau dans les excavations. Les observations réalisées rejoignent les travaux [21], [22] qui montrent que les activités extractives artisanales peuvent altérer durablement le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. La stagnation de l'eau dans les carrières abandonnées constitue également un risque sanitaire en favorisant la prolifération des moustiques vecteurs du paludisme.

Par ailleurs, l'évaluation des impacts environnementaux de l'exploitation artisanale des matériaux de construction repose sur plusieurs indicateurs tels que la dégradation des sols, la réduction du couvert végétal, la perturbation des ressources hydriques, la pollution atmosphérique et la transformation du paysage, lesquels permettent d'apprécier l'ampleur des pressions exercées sur les écosystèmes naturels [1],[20],[22],[20],[24].

CONCLUSION

L'exploitation artisanale des matériaux de construction constitue une activité essentielle dans les dynamiques socio-économique de la ville de Kenge ? elle répond à une demande croissante en matériaux, tout en offrant des opportunités d'emploi à une population confrontée à des contraintes économiques importantes.

Cependant, les résultats de cette étude ont clairement mis en évidence que cette activité, dans sa forme actuelle, engendre des impacts environnementaux significatifs. Ceux-ci se traduisent notamment par la dégradation des sols, la destruction du couvert végétal, la modification du paysage et la perturbation des ressources en eau.

Par ailleurs, elle met en évidence un paradoxe fondamental du développement : *« une activité économiquement indispensable peut devenir écologiquement insoutenable si elle n'est pas régulée »*.

Dès lors, la conciliation entre exploitation des ressources et protection de l'environnement apparaît comme un enjeu majeur.

La durabilité de l'exploitation des ressources naturelles ne repose pas uniquement sur leur disponibilité, mais sur la capacité des sociétés à les gérer de manière responsable, dans une perspective d'équité intergénérationnelle.

Au regard des résultats obtenus, il apparaît que l'exploitation artisanale des matériaux de construction sur les différents sites de la ville de Kenge engendre des impacts environnementaux significatifs, liés à son caractère informel, à l'absence d'encadrement technique et à la faible perception des enjeux écologiques par les exploitants.

REFERENCES

- [1] PEDUZZI, P., 2014. Sand, rarer than one thinks. *Environmental Development*, vol. 11, pp. 208-2018.
- [2] TORRES, A., BRANDT, J., LEAR, K. et LIU, J., 2017. A looming tragedy of the sand commons. *Science*, vol. 357, n°6355, pp. 970-971.
- [3] KRAUMANN, F., LAUK, C., HAAS, W. et WIEDENHOFER, D., 2018. *From Resource extraction to Socioeconomic Metabolism of the Global Economy*. Global Environmental Change, vol. 52, pp. 131-140.
- [4] CEA, 2018. *Ressources minérales et développement durable en Afrique*. Addis-Abeba : Nations Unies, 2018, 200p.
- [5] NSIELOLO KITOKO R. 2025. Inventaire des plantes aphrodisiaques vendues sur le marché central de la ville de Kenge, Province du Kwango en République Démocratique de Congo. *International journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 46 N°3, pp. 356-368
- [6] NZUNDU MBATI A., NSIELOLO KITOKO R., ASSUMANI ZABO I., ANGOBOY ILONDEA B., MANANGA NGOMA F.F, MBWANGA BAYEKULA J., MATSANGA KIBADI S., BUNGA LUZAYA A., MATANDA KAFUNDA M. 2026. Evaluation de la déforestation et de dégradation du couvert forestier de la Wamba dans le Territoire de Kenge en République Démocratique du Congo. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 57 N°2, pp. 899-910.
- [7] TEBO KULAPA B., NDONDA MALONDA A., NSIELOLO KITOKO R., NGOMBO NZOKWANI A., KALALA BOLOKANGO G., MUENGULA MANYI M., 2026. Effets de la densité de semis sur la croissance et le rendement de l'arachide (*Arachis hypogaeae* L.) à Kenge, République Démocratique du Congo, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* 9 (2), pp. 579-585
- [8] République Démocratique du Congo, Mairie de la ville de Kenge, 2023. Rapport annuel de la Mairie de la ville de Kenge.
- [9] Journal officiel de la République Démocratique du Congo, 2013. Loi organique n° 13/011 portant institution, organisation et fonctionnement de la Commission Nationale des Droits de l'Homme, 68p.
- [10] ELOMA IKOLEKI H.P, KABASELE YENGAYENGA A, LUKOMBO LUKEBA J.C, NSIELOLO KITOKO R., LEJOLY J et MATE MWERU J.P. 2026. Analyse diachronique de l'évolution de la savane en forêt par calcul de l'indice de végétation dans le domaine agroforestier d'Ibi Village, au plateau des Batéké, RDC, *Afrique SCIENCE* 26 (4), 107 – 120.
- [11] Nsielolo Kitoko R, Lejoly J., Futabaku Muniputu B., Ikomba Ndonga E., Munkeralengi Kitoko T. and Eloma Ikoleki H.P. 2026. Inventaire floristique des trois îlots forestiers naturels dans la chefferie Pelende Nord, Province du Kwango en République Démocratique du Congo (RDC), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 42 N°. 4, 572-584.
- [12] NDOKIDI NKAMA PANGA B., M'NONGO MBWANGA R., NSIELOLO KITOKO R., KALALA BOLOKANGA G., LUBALEGA KIMBAMBA T. 2026. Impacts de l'exploitation abusive des massifs forestiers de la ville de Kenge en République Démocratique Du Congo, *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 57 N°. 2, 724-733
- [13] Nations Unies, 1987. Développement et coopération économique internationale : environnement, Rapport de la Commission mondiale pour l'environnement et le développement Note du Secrétaire général, Quarante-deuxième session, 467p.
- [14] SACHS, J.D., 2015. *The Age of Sustainable Development*. New York : Columbia University Press, 543p.
- [15] STRANGE, T. et BAYLEY, A., 2008. *Sustainable Development : Linking Economy, Society, Environment*. Paris : OCDE, 142p.
- [16] HILSON, G. et GARFORTH, C., 2012. *Agricultural Poverty and the Expansion of Artisanal Mining in Sub-Saharan Africa*. Journal of international Development, vol. 24, n°1, pp. 104-120.
- [17] BAD, 2019. *Exploitation des ressources naturelles et développement en Afrique*. Abidjan : BAD, 150p.

- [18] Jonas Djenontin, 2010. Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'amélioration des troupeaux bovins au Noerd-est du Bénin. Sciences de la Terre. Université de Abomey Calavi,. Français. (NNT:).
- [19] Sowazina Seou, Paroussié Wiyao Takou, et Tchaa Boukpepsi, 2022. Analyse des changements par télédétection de la couverture végétale du bassin de Zio (Sud-ouest Togo) Changes analysis by remote sensing of plant coverage in the Zio basin (southwest Togo), *Rev Ecosystèmes et paysages (Togo)*, No 01, vol 02, 126-139 pp.
- [20] HILSON, G., 2022. *Artisanal and Small Scale Mining end Sustainable Development in Africa*. London : Routledge, 220p.
- [21] KITULA, A.G.N., 2006. *The Environmental and Socio-economic Impacts of Mining on Local Livelihoods in Tanzania*. Journal of Cleaner Production, vol. 14, n°3-4, pp. 405-414.
- [22] PNUD, 2020. *Rapport sur l'état de l'environnement en République Démocratique du Congo*. Kinshasa : Programme des Nations Unies pour le Développement, 180p.
- [23] SONTER, L.J., S.H. et WATSON, J.E.M., 2018. *Mining and Biodiversity : Key Issues and Research Needs in Conservation science*. Proceedings of the Royal Society B, vol. 285, n°1892, pp. 1-10.
- [24] FAO, 2015. *Soil Degradation and Restoration in Africa*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 100p.