

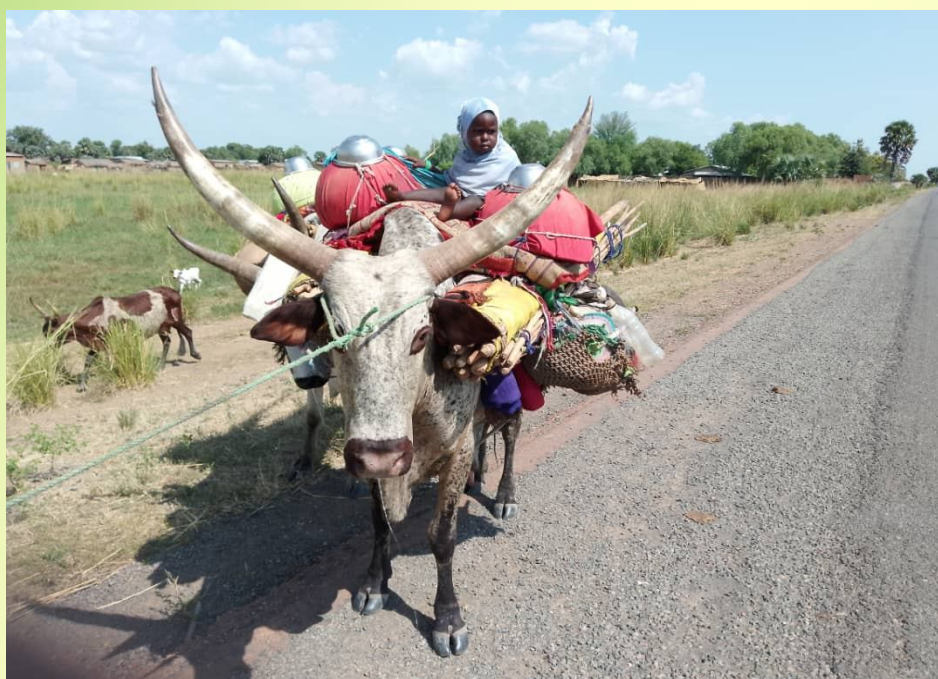
N°35 – 19^e année

Décembre 2025

ISSN-P : 1993-3134

ISSN-L : 3007-4185

À H Ñ H Ñ



REVUE DE GEOGRAPHIE DU LARDYMES

**Laboratoire de Recherche sur la Dynamique
des Milieux et des Sociétés**

Faculté des Sciences de l'Homme et de la Société

UNIVERSITE DE LOME – TOGO

<https://ahoho.net/>

<https://www.sjifactor.com/passport.php?id=23818>

À H Ñ H Ñ

REVUE DE GEOGRAPHIE DU LARDYMES

BASE D'INDEXATION



TOGETHER WE REACH THE GOAL

SJIF Impact Factor

SJIF 2025 : 5.123

<https://www.sjifactor.com/passport.php?id=23818>

ISSN-P : 1993-3134

ISSN-L : 3007-4185

URL : <https://ahoho.net/>

Country : 🇲🇻 Togo

BASES DE RÉFÉRENCEMENT



Àḥḥḥ

Àḥḥḥ : que signifie ce vocable et pourquoi l'avoir choisi pour désigner une revue scientifique ?

Le mot aḥḥḥ prononcé àḥḥḥ, à ne pas confondre avec aḥhḷ, désigne en éwé le cerveau, au propre et au figuré, et aussi la cervelle. Il appartient au champ analogique de súśú "pensée", "idée" ; anyásā "intelligence" "connaissance". Anyásā désigne également la bronche du poisson.

Dans les textes bibliques, anyásā est mis en rapport synonymique avec núnya "savoir".

Mais pour exprimer le savoir scientifique, et la pensée profonde profane, on utiliserait Àḥḥḥ. Voilà pourquoi le vocable a été retenu pour nommer cette Revue de Géographie que le *Laboratoire de Recherche sur la Dynamique des Milieux et des Sociétés (LARDYMES)* du Département de Géographie se propose de faire paraître annuellement.

La naissance de cette revue scientifique s'explique par le besoin pressant de pallier le déficit d'organes de publication spécialisés en géographie dans les universités francophones de l'Afrique subsaharienne.

Aujourd'hui, nous vivons dans un monde de concurrence et d'évaluation et le milieu de la recherche scientifique n'est pas épargné par ce phénomène : certains pays africains à l'instar des pays développés, évaluent la qualité de leurs universités et organismes de recherche, ainsi que leurs chercheurs et enseignants universitaires sur la base de résultats mesurables et prennent des décisions budgétaires en conséquence. Les publications scientifiques sont l'un de ces résultats mesurables.

La publication des résultats de la recherche (ou la transmission de l'information ou du savoir est la pierre angulaire du développement de la culture technologique de l'humanité depuis des millénaires : depuis les peintures rupestres d'animaux (destinées peut-être à la formation des futurs chasseurs ou à honorer un projet de chasse) en passant par les hiéroglyphes des Egyptiens jusqu'aux dessins et écrits de Léonard de Vinci (les premiers rapports techniques). L'apparition de techniques d'impression bon marché a induit une croissance explosive des publications, et une certaine évaluation de la qualité était devenue nécessaire. Les sociétés savantes ont commencé à critiquer les publications, qui étaient souvent sous forme manuscrite et lues en public ; ce procédé est la version ancestrale de l'évaluation que nous pratiquons de nos jours. Aujourd'hui, une publication électronique multimédia accessible par un hyperlien, comportant un code exécutable et des données associées, peut être évaluée par toute personne au moyen d'un commentaire en ligne.

Le fait d'extérioriser les concepts de l'esprit des chercheurs et enseignants universitaires, de les consigner par écrit (avec les résultats et observations qui y sont associés), permet une conservation posthume des travaux de ceux-ci et rend leurs résultats reproductibles et diffusables. Certains estiment que cette « conservation externe de la mémoire » est le signe distinctif de l'humanité.

C'est précisément pour parvenir à cette vision holistique de la recherche (et non seulement de ses résultats, dont les plus évidents sont les publications, mais aussi de son contexte), que nous éditons depuis 2007 la revue Aḥḥḥ afin que chaque géographe trouve désormais un espace pour diffuser les résultats de ses travaux de recherche et puisse se faire évaluer pour son inscription sur les différentes listes d'aptitudes des grades académiques de son université.

Puisse sa parution être transmise au sein des enseignants et chercheurs du LARDYMES de génération en génération.

Professeur Koffi A. AKIBODE

À H Ñ H Ñ

Revue de Géographie du LARDYMES

publiée par le *Laboratoire de Recherche sur la Dynamique des Milieux et des Sociétés (LARDYMES)* du Département de Géographie, Faculté des Sciences de l'Homme et de la Société, Université de Lomé.

Directeur :

Tchégnon ABOTCHI, Professeur Titulaire, Université de Lomé

Secrétariat de rédaction :

- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur Titulaire, Université de Lomé
- **Martin Dossou GBENOUGA**, Professeur Titulaire, Université de Lomé
- **Délali Komivi AVEGNON**, Professeur Titulaire, Ecole Normale Supérieure d'Atakpamé, Togo

Secrétariat administratif :

- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur Titulaire, Université de Lomé
- **Koku-Azonko FIAGAN**, Maître de Conférences, Université de Lomé

Comité scientifique :

- **Jérôme ALOKO-N'GUESSAN**, Directeur de Recherche, Institut de Géographie Tropicale, Université de Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Maurice Bonaventure MENGHO**, Professeur Titulaire, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo
- **Oumar DIOP**, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal
- **Odile Viliho DOSSOU GUEDEGBE**, Professeure Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Jean Bernard MOMBO**, Professeur Titulaire, Université Omar Bongo, Gabon
- **Henri MONTCHO**, Professeur Titulaire, Université Zinder, Niger
- **Nébié OUSMANE**, Professeur Titulaire, Université à l'Université Ouaga I Pr Joseph Ki Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso
- **Céline Yolande KOFFIE-BIKPO**, Professeure Titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Paul Kouassi ANOH**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Arsène DJAKO**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Tchégnon ABOTCHI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Joseph Pierre ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Placide F. G. A. CLEDJO**, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Follygan HETCHELI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Kossiwa ZINSOU-KLASSOU**, Professeure Titulaire, Université de Lomé, Togo

- **Padabô KADOUZA**, Professeur Titulaire, Université de Kara, Togo
- **Moussa GIBIGAYE**, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Toussaint VIGNINO**, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Selom Komi KLASSOU**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Bernard FANGNON**, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Tchaa BOUKPESSI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Adrien DOSSOU-YOVO**, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Pessièzoum ADJOUSI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Narcisse ASSI-KAUDJHIS**, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Fidèle Marcellin ALLOGHO-NKOGHE**, Professeur Titulaire, Université Omar Bongo de Libreville, Gabon
- **Médard NDOUTORLENGAR**, Professeur Titulaire, Université de N'Djaména, Tchad
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Délali Komivi AVEGNON**, Professeur Titulaire, Ecole Normale Supérieure d'Atakpamé, Togo

Comité de lecture

- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Follygan HETCHELI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Padabô KADOUZA**, Professeur Titulaire, Université de Kara, Togo
- **Moussa GIBIGAYE**, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Selom Komi KLASSOU**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Tchaa BOUKPESSI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Pessièzoum ADJOUSI**, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Délali Komivi AVEGNON**, Professeur Titulaire, Ecole Normale Supérieure d'Atakpamé, Togo
- **Médard NDOUTORLENGAR**, Professeur Titulaire, Université de N'Djaména, Tchad
- **Ludovic Baïsserné PALOU**, Maître de Conférences, Ecole Normale Supérieure de N'Djaména, Tchad
- **Vincent MOUTEDE-MADJI**, Maître de Conférences, Université d'ATI, Tchad
- **Dangnisso BAWA**, Maître de Conférences, Université de Lomé, Togo

A ces membres du comité scientifique et de lecture, s'ajoutent d'autres personnes ressources consultées occasionnellement en fonction des articles à évaluer

Photo couverture _ *Aḥḥḥ* _ Décembre 2024 : Exode de pasteurs nomades à Han Bonbhor au Tchad
(Crédit : Ludovic Baiserne PALOU)

Copyright © reserved « *Revue À H ̣ H ̣* »

Site Internet de la revue *Aḥḥḥ* : <https://ahoho.net/>

The journal is indexed in : SJIFactor.com, <https://www.sjifactor.com/passport.php?id=23818>

AVIS AUX AUTEURS

La *Revue Ah5h5*, Revue de Géographie du LARDYMES (Laboratoire de Recherche sur la Dynamique des Milieux et des Sociétés) diffuse de travaux originaux de géographie qui relèvent du domaine des « Sciences de l'homme et de la société ». Elle publie des articles originaux, rédigés en français, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Les normes qui suivent sont conformes à celles adoptées par le Comité Technique Spécialisé (CTS) de Lettres et sciences humaines / CAMES (cf. dispositions de la 38^e session des consultations des CCI, tenue à Bamako du 11 au 20 juillet 2016).

1. Les manuscrits

Un projet de texte soumis à évaluation, doit comporter un titre (Times New Romans, taille 12, Lettres capitales, Gras), la signature (Prénom(s) et NOM (s)) de l'auteur ou des auteurs, l'institution d'attache, l'adresse électronique de (des) auteur(s), le résumé en français (300 mots au plus), les mots-clés (cinq), le résumé en anglais (du même volume), les keywords (même nombre que les mots-clés). Le résumé doit synthétiser la problématique, la méthodologie et les principaux résultats.

Le manuscrit doit respecter la structuration habituelle du texte scientifique : Introduction (problématique, objectifs, hypothèses compris), Approche méthodologique, Résultats et analyse des résultats, Discussion, Conclusion et Références bibliographiques. Les notes infrapaginales, numérotées en chiffres arabes, sont rédigées en taille 10 (Times New Roman). Réduire au maximum le nombre de notes infrapaginales. Ecrire les noms scientifiques et les mots empruntés à d'autres langues que celle de l'article en italique (*Adansonia digitata*). Le volume du projet d'article (texte à rédiger dans le logiciel word, Times New Romans, taille 12, interligne 1,5) doit être de 30 000 à 40 000 caractères (espaces compris). Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante :

- **1. Premier niveau, premier titre (Times 12 gras)**
- **1.1. Deuxième niveau (Times 12 gras italique)**
- **1.1.1. Troisième niveau (Times 11 gras italique)**
- **1.1.1.1. Quatrième niveau (Times, 10 gras italique)**

2. Les illustrations

Les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré). La source (centrée) est indiquée au-dessous de l'élément d'illustration (Taille 8 gras italique). Ces éléments d'illustration doivent être annoncés, insérés puis commentés dans le corps du texte.

La présentation des illustrations : figures, cartes, graphiques, etc. doit respecter le miroir de la revue. Ces documents doivent porter la mention de la source, de l'année et de l'échelle (pour les cartes).

3. Notes et références

- Les passages cités sont présentés entre guillemets. Lorsque la phrase citant et la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour présenter la citation (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point.
- Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit :
 - Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées (K. Sokémawu, 2012, p. 251) ;
 - Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées).

Exemples :

En effet, le but poursuivi par M. Ascher (1998, p. 223), est « d'élargir l'histoire des mathématiques de telle sorte qu'elle acquière une perspective multiculturelle et globale (...) »

Pour dire plus amplement ce qu'est cette capacité de la société civile, qui dans son déploiement effectif, atteste qu'elle peut porter le développement et l'histoire, S. B. Diagne (1991, p. 2) écrit :

Qu'on ne s'y trompe pas : de toute manière, les populations ont toujours su opposer à la philosophie de l'encadrement et à son volontarisme leurs propres stratégies de contournements. Celles-là, par exemple, sont lisibles dans le dynamisme, ou à tout le moins, dans la créativité dont sait preuve ce que l'on désigne sous le nom de secteur informel et à qui il faudra donner l'appellation positive d'économie populaire.

Le philosophe ivoirien a raison, dans une certaine mesure, de lire, dans ce choc déstabilisateur, le processus du sous-développement. Ainsi qu'il le dit :

Le processus du sous-développement résultant de ce choc est vécu concrètement par les populations concernées comme une crise globale : crise socio-économique (exploitation brutale, chômage permanent, exode accéléré et douloureux), mais aussi crise socioculturelle et de civilisation traduisant une impréparation socio-historique et une inadaptation des cultures et des comportements humains aux formes de vie imposées par les technologies étrangères. (S. Diakité, 1985, p. 105).

Les sources historiques, les références d'informations orales et les notes explicatives sont numérotées en continue et présentées en bas de page.

Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit : Nom et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Titre, Editions, Lieu d'éditions, pages (p.) pour les articles et les chapitres d'ouvrage.

Le titre d'un article est présenté entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Editeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre, le nom du traducteur et/ou de l'édition (ex : 2^{de} éd.).

Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteurs. Par exemple :

Références bibliographiques

AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, L'Harmattan, Paris, France, 345 p.

BAKO-ARIFARI Nassirou, 1989, *La question du peuplement Dendi dans la partie septentrionale de la République Populaire du Bénin : Le cas du Borgou*, Mémoire de Maîtrise de Sociologie, FLASH, UNB, Cotonou, Bénin, 73 p.

BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, PUF, Paris, France, 368 p.

BOUQUET Christian et KASSI-DJODJO Irène, 2014, « Déguerpir » pour reconquérir l'espace public à Abidjan. In : *L'Espace Politique*, mis en ligne 17 mars 2014, consultée le 04 août 2017. URL : <http://espacepolitique.revues.org/2963>

DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, « Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre », *Diogène*, 202, p. 145-151.

DIAKITE Sidiki, 1985, *Violence technologique et développement. La question africaine du développement*, L'Harmattan, Paris, France, 153 p.

LAVIGNE DELVILLE Philippe, 1991, Migration et structuration associative : enjeux dans la moyenne vallée. In : *La vallée du fleuve Sénégal : évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements*, Karthala, Paris, France, p. 117-139.

SEIGNEBOS Christian, 2006, Perception du développement par les experts et les paysans au nord du Cameroun. In : *Environnement et mobilités géographiques*, Actes du séminaire, PRODIG, Paris, France, p. 11-25.

SOKEMAWU Koudzo, 2012, « Le marché aux fétiches : un lieu touristique au cœur de la ville de Lomé au Togo », In : *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, Série « Lettre et sciences humaines », Série B, Volume 14, Numéro 2, Université de Lomé, Lomé, Togo, p. 11-25.

Pour les travaux en ligne ajouter l'adresse électronique (URL)

NOTA BENE

- ✚ Le non-respect des normes éditoriales entraîne le rejet d'un projet d'article
- ✚ Tous les prénoms des auteurs doivent être entièrement écrits dans la bibliographie.
- ✚ Pagination des articles et chapitres d'ouvrage, écrire p. 2-45, par exemple et non pp. 2 45.
- ✚ En cas de co-publication, citer tous les co-auteurs.
- ✚ Eviter de faire des retraits au moment de débiter les paragraphes, observer plutôt un espace entre les paragraphes.

4. Structuration de l'article

Introduction, Méthodologie (Approche), Résultats et analyses, Discussion, Conclusion et Références bibliographiques.

Résumé

Dans le résumé, l'auteur fera apparaître le contexte, l'objectif, une esquisse de la méthode et des résultats obtenus. Traduire le résumé en Anglais (**y compris le titre de l'article**)

Introduction (A ne pas numéroté)

Elle doit comporter la problématique de l'étude (constat, problème, questions), les objectifs et si possible les hypothèses.

1. Outils et méthodes (Méthodologie/Approche méthodologique)

L'auteur expose uniquement ce qui est outils et méthodes.

2. Résultats et analyses

L'auteur expose ses résultats, qui sont issus de la méthodologie annoncée dans **Outils et méthodes** (pas les résultats d'autres chercheurs). L'analyse des résultats traduit l'explication de la relation entre les différentes variables objet de l'article.

3. Discussion

La discussion est placée avant la conclusion. Dans cette discussion, confronter les résultats de votre étude avec ceux des travaux antérieurs, pour dégager différences et similitudes, dans le sens d'une validation scientifique de vos résultats. La discussion est le lieu où le contributeur dit ce qu'il pense des résultats obtenus, il discute les résultats ; c'est une partie importante qui peut occuper jusqu'à plus deux pages.

Conclusion (A ne pas numéroté)

Le texte devra être saisi en Word et enregistré sous version 97/2003 puis envoyé par courriel à : revueahoho@yahoo.fr et yves.soke@yahoo.fr. La Revue *Àh5h5* reçoit les articles des contributions du 1^{er} février au 15 mai pour le numéro de juin et du 1^{er} juin au 15 septembre pour le numéro de décembre. Un article accepté pour publication dans la Revue *Àh5h5* exige de ses auteurs, une contribution financière de 50 000 F CFA, représentant les frais d'instruction et de publication.

NB : Les auteurs sont entièrement responsables du contenu de leurs contributions.

N. D. L. R.

Sommaire

Meglo Alexandre ZO, Mathieu Jonasse AFFRO, Nambegué SORO

Évaluation des stratégies d'adaptation à la situation du climat et perspectives agroclimatique dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire p. 1-14

Bi Sehi Antoine TAPE

Accès aux médicaments en milieu urbain africain : le cas de la ville de Korhogo (Côte d'Ivoire)..... p. 15-23

Lamine Ousmane CASSÉ, Babacar DIOUF, Awa FALL

Vulnérabilité territoriale versus résilience sociale à l'épreuve des inondations dans les parcelles assainies de Keur Massar à Dakar (Sénégal) p. 24-40

Abdou BALLO, Charles SAMAKE, Bréhima DIARRA

Dispositifs de gestion des conflits entre agriculteurs et éleveurs dans la commune rurale de Sio, région de Mopti (Mali) p. 41-50

Glenn-Freddy MIHINDOU MIHINDOU, Dieu-Donné MOUKETOU-TARAZEWCZ

Cartographie des changements d'occupation du sol dans la commune de Mouila au Gabon entre 2003 et 2023..... p. 51-67

Eveline MAHOUNGOU, Hilarion Bagel MIZHAIRE, Francelet Gildas KIMBATSA, Koudzo SOKEMAWU

Commerce des produits horticoles et gestion des invendus au marché Total de Brazzaville en République du Congo..... p. 68-82

Chilé Nadège YAPO épse Kouakou, Koffi Mouroufié KOUMAN, Céline Yolande KOFFIÉ-BIKPO

Influence des végétaux aquatiques envahissants sur la pêche dans le lac du barrage hydroélectrique de Soubré en Côte d'Ivoire p. 83-93

Mouhamadou Lamine DIALLO, El Hadji Serigne TOP

Ruée des mineurs d'origine chinoise vers l'or dans les frontières du Sénégal et du Mali, instabilité politique et gouvernance du secteur extractif p. 94-102

Model DJEMON, Bakhit MAHAMAT AHMAT BAKHIT

L'érosion du bassin versant du Batha (Centre-Est du Tchad) : un pied humain sur l'accélérateur du processus naturel p. 103-115

N'Guessan Arsène KOUADIO, Kouamé Perèze TANOI, Yao Bruno N'GUESSAN

Optimisation de la gestion des déchets ménagers urbains par l'usage des solutions géospatiales à Botro (Centre de la Côte d'Ivoire) p. 116-127

Alfred Bothé Kpadé DOSSA

Analyse contingente de la transition écologique vers les motos électriques à Cotonou au Bénin p. 128-141

Arouna DEMBELE, Issa FOFANA, Samba Mamadou SIDIBE

Impacts des changements climatiques sur la céréaliculture dans l'ex-cercle de Kita au Mali p. 142-154

Moussa SOW, Labaly TOURÉ, Ndeye Marième SAMB

Caractérisation de la variabilité climatique et analyse de ses incidences sur la dynamique spatio-temporelle de la végétation dans le bassin versant du Ferlo sur la période 1981-2021 p. 155-168

Sahada IDRISSA, Abdourazakou ALASSANE, Tatongueba SOUSSOU, Kankpénangue SIKBAGOU, Tchaa BOUKPESSI

Conflits hippopotames amphibies (*Hippopotamus amphibius lennaeus*, 1758) de la mare de Koumbeloti et population riveraine en pays Anoufo au Nord-Togo p. 169-183

Zady Edouard ZOGBO, Kadjo Henri Joël NIAMIEN, N'guessan Olivier KOUADIO, Joseph. P. ASSI-KAUDHJIS

Étude des externalités de la rizipisciculture dans la sous-préfecture de Bédiala (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) p. 184-198

Yapo Antoine GBOCHO

Crises sociopolitiques et problématique de l'accès au logement dans la ville de Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire) p. 199-211

Babacar NDAO, Cheikh Tidiane WADE, Henri Marcel SECK, Oumar SY

Variabilité climatique et stratégies d'adaptation dans le sud du bassin arachidier : l'expérience des agriculteurs de la commune de Keur Maba Diakou (Kaolack, Sénégal) p. 212-225

Guy Roger Yoboué KOFFI

Résilience féminine dans un contexte de crise cacaoyère dans la sous-préfecture de Mèagui (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) p. 226-237

Boubacar Amadou DIALLO

Quantification des changements de l'utilisation du sol dans le district de Bamako avec l'imagerie Satellitaire LANDSAT) p. 238-249

Bi Tchan André DOHO

Mécanismes d'intégration des villages périphériques à la ville de Yamoussoukro (Centre de la Côte d'Ivoire) p. 250-261

Adeline Olga BRISSY

Prolifération des points de stagnation des eaux usées et risques environnementaux et sanitaires dans le quartier Dar-Es-Salam de Bouaké (Centre Côte d'Ivoire) p. 262-273

Oumar OUATTARA, Siriki YÉO

Activités minières et riziculture irriguée : dynamique de conflits d'usage des sols autour du barrage hydro-agricole de Kafiné (Centre-Nord de la Côte d'Ivoire) p. 274-284

Mahamadou ABOCAR, Abdoukadi Oumarou TOURÉ, Habiboulaye Daouda MAIGA, Alhassane Moulaye KONTA

Aménagement des lacs interconnectés du système Faguibine dans la région de Tombouctou au Mali : enjeux, défis et perspectives p. 285-296

Ari MAMADOU MOUSTAPHA, Hadiza KIARI FOUGOU

Analyse des modes d'accès aux parcelles des périmètres irrigués d'aménagements hydro-agricoles des rives de la Komadougou Yobé, Niger p. 297-310

Konnegbéne LARE

Capitalisation des pratiques endogènes de gestion des sols et productivité agricole face au changement climatique dans la Région des Savanes au Nord-Togo **p. 311-328**

Diomandé GONDO

Impact environnemental de l'utilisation des pesticides par les agriculteurs à Gouessesso (Ouest de la Côte d'Ivoire) **p. 329-339**

Kapiéfolo Julien KONE, Manse BAMBA, Djibril KONATE

Un système de transport urbain innovant à Korhogo en Côte d'Ivoire : le YANGO) **p. 340-350**

Gaston SAMBA

Application du modèle Probit de Heckman à l'analyse des perceptions empiriques du changement climatique et des stratégies d'adaptation endogènes des agriculteurs du district de Madingou (Congo-Brazzaville) **p. 351-365**

Hassane MAHAMAT HEMCHI

Faya-Largeau entre urbanité saharienne et résilience oasienne **p. 366-375**

Issouf BONSA

Répartition spatiale des lieux de culte protestants dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso) ... **p. 376-383**

Lanzeni YEO

Les contraintes du maraîchage sur le périmètre irrigué de la coopérative YÉBENWOGNON à Kanihoua (Nord de la Côte d'Ivoire) **p. 384-391**

QUANTIFICATION DES CHANGEMENTS DE L'UTILISATION DU SOL DANS LE DISTRICT DE BAMAKO AVEC L'IMAGERIE SATELLITAIRE LANDSAT

Boubacar Amadou DIALLO
Département Histoire-Géographie
École Normale Supérieure de Bamako, Mali
E-mail : boubamadoudiallo@gmail.com

Reçu le 03 septembre 2025 ; Révisé le 28
septembre 2025 ; Accepté le 27 octobre 2025

Résumé : Le développement spatial de Bamako se fait à un rythme bien soutenu. Sous la pression d'une population galopante 419 239 habitants en 1976, Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique (DNSI, 1980, p. 21) à 4 227 569 en 2022, Institut National de la Statistique (INSTAT, 2023, p. 29), une urbanisation démesurée et non contrôlée a entraîné la prolifération des quartiers irréguliers. Il en résulte une expansion spatiale excessive n'excluant plus les espaces inconstructibles comme les marécages, les piémonts, les servitudes des cours d'eau, etc. Quatre images Landsat ont été classifiées avec le logiciel de traitement d'images ENVI ; la méthode de classification supervisée du Maximum Likelihood (Maximum de vraisemblance) a été choisie avec la création de quatre unités d'occupation du sol. La dynamique spatiotemporelle du District de Bamako a ainsi montré une recrudescence des surfaces imperméables au détriment des autres unités d'occupation du sol, particulièrement le sol nu et la végétation qui avaient subi les pertes les plus importantes. Avec moins de 30% de sa superficie en 1988, celles-ci grimpaient à plus de 70% en 2022. Cette situation a provoqué, entre autres, une réduction de la biodiversité et accentué les risques d'inondation dans la ville. L'objectif de l'étude est d'analyser l'occupation/l'utilisation du sol de quatre images diachroniques Landsat (1988, 1998, 2009 et 2022) et les impacts engendrés au niveau de la biodiversité. La dynamique spatiale de Bamako entre 1988 et 2022 engendre des impacts sur la biodiversité. Le bâti occupait, en 2022, plus de 70% de la superficie de cette ville.

Mots-clés : Dynamique spatiale, surfaces imperméables, biodiversité, utilisation du sol, District de Bamako.

QUANTIFYING LAND USE CHANGE IN DISTRICT OF BAMAKO USING LANDSAT IMAGES

Abstract : The spatial development of Bamako is occurring at a steady pace. Under the pressure of a galloping population (419,239 inhabitants in 1976, National Directorate of Statistic and Informatics to 4,227,569 in 2022, National Institute of Statistic, 2023: 29, excessive and uncontrolled urbanization has led to the proliferation of irregular neighborhoods. The result is excessive extension of land, no longer excluding unbuildable spaces such as swamps, foothills, watercourse easements, etc. Four Landsat images were classified with ENVI image processing software; the supervised classification method of Maximum Likelihood was chosen with the creation of four land cover units. The spatiotemporal dynamics of the Bamako District thus showed an increase in impermeable surfaces to the detriment of other land use units, particularly bare soil and vegetation which had suffered the greatest losses. With less than 30% of its surface area in 1988, this will increase to more than 70% in 2022. This situation has caused, among other things, a reduction in biodiversity and increased the risk of flooding in the city. The objective of the study is to analyze the land occupation/use of four diachronic Landsat images (1988, 1998, 2009 and 2022) and the impacts generated in terms of biodiversity. Spatial dynamics of Bamako between 1988 and 2022 generates impacts on biodiversity. Built up area will occupy, in 2022, more than 70% of the city surface.

Keywords: Spatial dynamics, impermeable surfaces, biodiversity, land use, District of Bamako.

Introduction

L'évaluation de l'occupation du sol avec l'imagerie satellitaire est une tâche ardue, surtout en milieu urbain qui se caractérise par son extrême complexité. Elle est surtout liée à la concentration de plus en plus importante des hommes et de leurs activités dans certaines villes (UN-Habitat, 2022, p. 40 ; 50 ; D. V. Ivanov, 2020, p. 75 ; S. X. B. Zhao et al., 2017, p. 262 ; H. Taubenbock et al., 2012, p. 163).

Celle-ci prend de l'ampleur surtout dans les pays en développement. La situation est particulièrement préoccupante en Afrique subsaharienne où la croissance urbaine est très rapide et dans la plupart des cas non planifiée (B. A. Diallo *et al.*, 2020, p. 110 ; P. B. Cobbinah et H. N. Aboagye, 2017, p. 232 ; P. B. Cobbinah *et al.*, 2015, p. 5) débouchant sur une inégalité des revenus (I. Sulemana *et al.*, 2019, p. 3-5). Le Mali n'échappe pas à cette situation avec une forte concentration de la population urbaine dans la seule capitale 55,3% selon l'Institut National de la Statistique (INSTAT, 2012, p. 12). La ville connaît, en effet, une ascension fulgurante de son espace bâti suite à cette situation (B. A. Diallo *et al.*, 2020, p. 113-115 ; B. A. Diallo *et al.*, 2019, p. 74 ; B. Diarra, 2015, p. 104). La prolifération des espaces urbains pose partout d'énormes problèmes environnementaux avec la destruction massive des espaces naturels au profit des établissements humains ; d'où la destruction de la biodiversité (K. Neil *et al.*, 2016, p. 177 ; T. Turrini et E. Knop, 2016, p. 194 ; J. E. Kohlhasse, 2013, p. 157 ; O. O. Makinde, 2012, p. 981 ; E. E. Decker *et al.*, 2002, p.

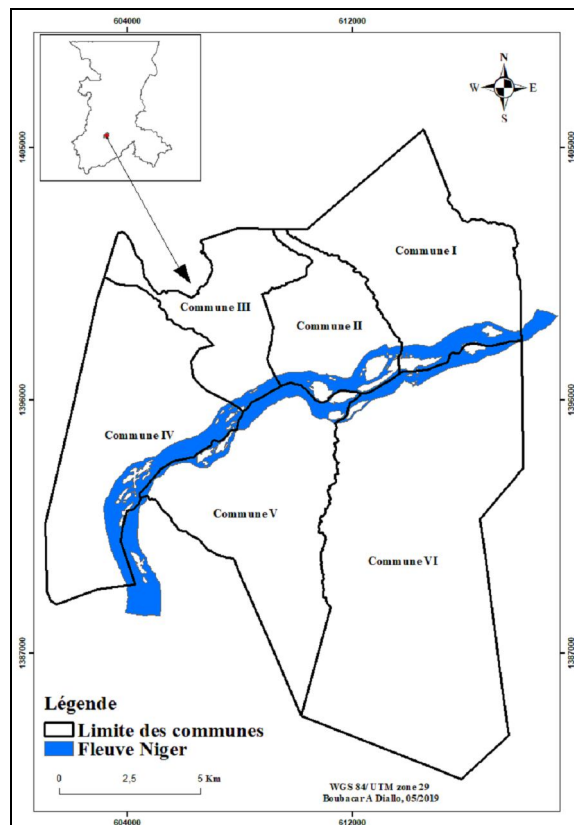
379) pouvant aggraver la vulnérabilité des populations aux risques naturels et anthropiques. L'objectif de l'étude est d'analyser l'occupation/l'utilisation du sol de quatre images diachroniques Landsat (1988, 1998, 2009 et 2022) et les impacts engendrés au niveau de la biodiversité.

1. Matériels et méthode

1.1. Présentation de la zone d'étude

Bamako est une circonscription administrative (district) ayant le rang de région ; elle est formée de six communes et située entre les 12°29'57'' et 12°42'17'' de latitude nord et 7°54'22'' et 8°4'6'' de longitude ouest (Figure n°1). Le district cumule les fonctions de capitales administrative, politique, économique. Ce qui explique la ruée des populations de tout âge vers cette ville. Celle-ci, combinée à son accroissement naturel, a provoqué une extension spatiale incontrôlée de l'espace urbanisé. Entre 1976 et 2022, sa population a plus que décuplé ; passant de 419 239 Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique (DNSI, 1980, p. 21) à 4 227 569 habitants, Institut National de la Statistique (INSTAT, 2023, p. 29).

Figure n°1 : District de Bamako



Source : Institut Géographique du Mali, 2009.

1.2. Matériels et méthodes

Quatre images Landsat dont deux Landsat 5, une Landsat 7 et une Landsat 9 ont été traitées avec le logiciel ENVI, (Tableau n° 1). Elles ont été acquises sur les sites de Global Land Cover Facility (GLCF) University of Maryland et de Earth Explorer (EE). Faute d'avoir des images de la même saison, deux images ont été acquises en mars et mai (saison sèche, sans couverture nuageuse) et deux autres en fin de saison pluvieuse (octobre, avec une couverture nuageuse très faible, 10 %). Toutes les images ont été prétraitées avant acquisition ; elles ont subi les corrections radiométriques et géométriques avec les points de contrôle au sol et le Modèle numérique de Terrain. Ce sont des images de haute qualité pour l'analyse spatiale correspondant au niveau L1TP, United States Geological Survey (USGS, 2019, p. 3).

Pour améliorer l'interprétation visuelle, le rehaussement linéaire 2% a été appliqué à toutes les images. Le fichier des limites administratives du District de Bamako a été utilisé pour extraire sur toutes les images la zone d'étude. Les données de visite de terrain de 2019 et 2020 pour identifier les classes d'occupation du sol et les sites d'entraînement avec un GPS H72 et deux téléphones android avec GPS Compass, ont été utilisées. Six et seize sites ont été répertoriés respectivement pour l'eau et chacune des autres classes. Pour améliorer la qualité de la précision générale, deux images secondaires de haute résolution ont été utilisées : il s'agit d'une image QuickBird de 2004 couvrant une bonne partie de la ville et une image GeoEye de 2013 couvrant l'ensemble de la ville. Le logiciel utilisé permet une superposition dynamique de deux images, d'une image et une image classée ou deux images classées. Ce qui a permis de faire des superpositions avec les données secondaires pour bien choisir les régions (zones) d'intérêt avant la classification et après celle-ci pour la validation.

La classification supervisée du Maximum Likelihood (maximum de vraisemblance) choisie suppose une distribution statistique suivant la loi normale de Gauss. « Les bandes spectrales du visible et du proche infrarouge

sont très utilisées en télédétection, car elles apportent chacune des renseignements différents et complémentaires », (Ministère des Ressources naturelles du Québec, 2015, p. 2). Les compositions colorées (image de couleur naturelle) sont des superpositions de trois bandes spectrales dans des canaux de filtre de couleur (rouge, vert, bleu). Dans ce cas-ci, ce sont les bandes 5 (moyen infrarouge appliqué au filtre rouge), 4 (proche infrarouge appliqué au filtre vert) et 3 (rouge appliqué au filtre bleu) pour les trois premières images (Ministère des Ressources naturelles du Québec 2015 : 2) et 6, 5 et 4 pour la dernière image qui ont à peu près la même longueur spectrale respectivement que les bandes 5, 4 et 3. Landsat 5 et 7 ont 8 bandes spectrales contre 11 pour Landsat 8 et 9. Quatre classes ont été créées pour l'occupation du sol. Il s'agit du bâti regroupant toutes les surfaces imperméables (bâtiments résidentiels, commerciaux, administratifs, parkings, routes, etc.) ; la végétation comprenant tout le tapis végétal ; l'eau (ici essentiellement le fleuve Niger) et le sol nu et affleurements rochers. Sur chaque image colorée, des sites ou zones d'entraînement ont été créés qui représentent chaque classe. Eu égard à la variation spectrale des pixels, des sous-classes ont été créées pour toutes les classes, sauf celle de l'eau représentée par le fleuve Niger. Pour le bâti par exemple les sous-classes sont fonction de la tache urbaine allant du dense au lâche.

Après la classification des images, ce fut l'étape de post-classification pour améliorer les résultats. Les sous-classes ont été fusionnées pour retenir les quatre classes susmentionnées. Les images ont été filtrées à l'aide des fonctions sieve et clump permettant respectivement d'éliminer les pixels isolés et d'agglomérer les pixels adjacents. Cette dernière fonction utilise les résultats de la première. Ce processus de filtrage qui rend la carte plus esthétique présente néanmoins des inconvénients : par exemple, une perte de l'information géographique, puisque l'agrégation se fait en faveur de la classe qui a le plus grand effectif. C'est le cas pour le sol nu et affleurements rochers en 1998 largement surestimé surtout dans la partie sud de la ville. La qualité d'une classification est aussi

évaluée à travers la génération d'une matrice de confusion en utilisant les points de contrôle au sol. C'est un tableau à double entrée permettant de comparer l'image classifiée à des points de référence considérée comme la réalité du terrain. Plusieurs métriques sont calculées de cette matrice dont la précision générale (globale) et le coefficient Kappa. Pour le premier cas, c'est le rapport du nombre total de pixels bien classés sur le nombre total de pixels multiplié par 100. Le dernier est donné par la formule suivante :

$$k = \frac{Tp \times (Tp \text{ bien classés}) - \text{Somme}(Tl \times Tc)}{Tp^2 - \text{Somme}(Tl \times Tc)}$$

(A. El Garouani et K. Aharik, 2021, p. 181)

Tp = Total pixels

Tl = Total lignes

Tc = Total colonnes

Ces deux métriques sont données dans le tableau n°1. K peut aussi être donné en pourcentage. Les images issues de la fonction clump ont été converties en mode vecteur puis exportées en raster pour leur édition cartographique dans ArcGIS. Avec ce logiciel, la fonction clip a été sollicitée en

utilisant comme masque le fichier des limites administratives de Bamako. Les différentes classes ont été catégorisées et les statistiques de chacune calculées à partir de la table attributaire et exportées dans Excel pour déterminer la surface, le pourcentage pour chaque année et pour la période 1988-2022 (Tableau n°2). La dynamique inter période a aussi été considérée pour le bâti en retenant quatre éléments : l'expansion de la surface bâtie, son pourcentage, l'expansion annuelle et le taux de changement annuel (Tableau n°3).

2. Résultats et analyses

2.1. Précision des classifications

Pour évaluer la qualité de la classification, le calcul de la précision générale et du coefficient Kappa a été effectué (Tableau n°1). Ils sont générés à partir de la matrice de confusion. Celle-ci permet de faire la comparaison de l'image classifiée à des données de terrain (réalité).

Tableau n° 1 : Précisions générales et Kappa

Source	Date d'acquisition	Path/row	Résolution spatiale	Précision générale (%)	Kappa (%)
Landsat 5 (Thematic Mapper)	18/10/1988	199/051	30 m	98,72	98,16
Landsat 5 (Thematic Mapper)	20/03/1998			98,76	98,26
Landsat 7 (Enhanced Thematic Mapper Plus)	12/10/2009			97,75	97,00
Landsat 9	01/05/2022			98,26	97,53

Sources : Landsat 5, 1988, 1998 ; Landsat 7 ETM+, 2009, Landsat 9, 2022.

2.2. Dynamique spatiale de Bamako : 1988-2022

Entre 1988 et 2022, soit 34 ans, l'occupation et l'utilisation du sol avaient connu de profondes mutations. Le bâti, qui ne représentait que 25,22% de la superficie totale du District de Bamako, grimpait à plus de

74% en 2022, soit près des 3/4 de l'espace territorial de la ville. Les autres classes évoluaient en dents de scie avec de grandes pertes pour le sol nu et affleurements rochers et la végétation au détriment desquels se sont développées les surfaces imperméables (Tableau n°2 et figures n°2, n°3, n°4 et n°5).

Tableau n°2 : Evolution des unités d'occupation du sol de Bamako en ha entre 1988 et 2022

Noms classe	1988		1998		2009		2022		1988-2022
	Surface	%	Surface	%	Surface	%	Surface	%	Bilan général* (%)
Bâti	6 156	25,22	7 065	28,94	14 588	59,76	18 072	74,03	193,57
Eau	1 849	07,57	1 467	06,01	1 771	07,26	1 358	05,56	- 26,55
Sol nu et affleurements rochers	9 853	40,36	14 042	57,52	539	02,21	2 133	08,74	-78,35
Végétation	6 553	26,85	1 837	07,53	7 513	30,77	2 848	11,67	-56,54
Total	24 411	100	24 411	100	24 411	100,00	24 411	100,00	-

Source : Classifications des images de 1988, 1998, 2009 et 2022.

$$*BG = \frac{Surface_{2022} - Surface_{1988}}{Surface_{1988}} * 100$$

Le bilan général permet de voir si l'unité d'occupation du sol a progressé (pourcentage positif) ou régressé (pourcentage négatif) sur la période d'étude. Le tableau montre une dynamique spatiale largement dominée par le bâti qui s'est développé au détriment des autres classes en nette régression pour la période d'étude considérée. Certaines classes, notamment le sol nu et affleurements rochers et la végétation avaient tous diminué de plus

de la moitié de leur surface de 1988. Cela témoigne de la conversion rapide des espaces naturels en établissements humains. Tous les espaces collinaires sont occupés ou sous pression humaine avec les exploitations de carrières et les constructions. En termes de bilan inter période, l'accent va être mis sur la classe du bâti qui avait progressé durant la période d'étude (Tableau n°3).

Tableau n°3 : Taux d'expansion du bâti entre les périodes

Eléments	1988-1998	1998-2009	2009-2022	1988-2022
Expansion surface bâtie ^a (km ²)	9,09	75,23	34,84	119,16
Pourcentage de l'expansion ^b (%)	0,15	1,06	23,88	193,57
Expansion annuelle ^c (km ²)	0,9	6,84	2,68	3,50
Taux de changement annuel ^d (%)	0,01	0,09	1,84	5,69

Source : Tiré du tableau n°2.

a = Surface t1 (borne supérieure période) - Surface t (borne inférieure) ;

b = Surface inter période/Surface de la première année de la période* 100 ;

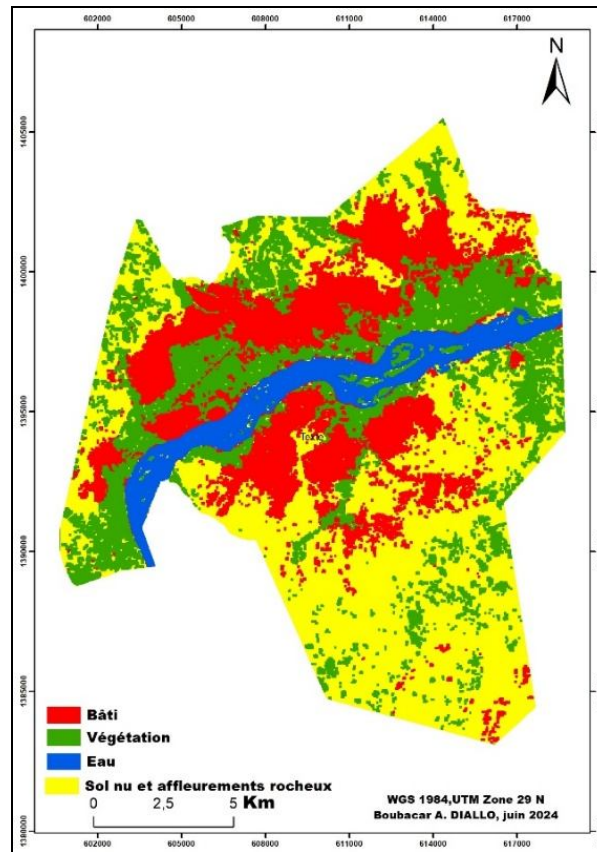
c = *a*/Nombre d'années de la période ;

d = *b*/Nombre d'années de la période.

La période 1998-2009 a connu la plus grande extension spatiale, soit une moyenne annuelle de 6,84 km². Celle-ci est nettement supérieure

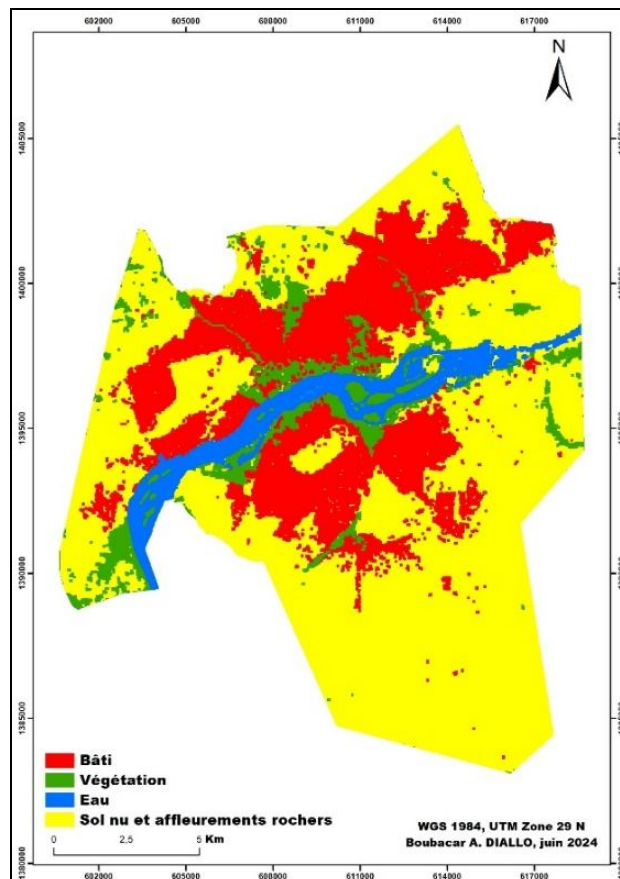
à celles des autres périodes, et près du double de celle de la période d'étude ; attestant ainsi l'étalement urbain. Mais une chute a été enregistrée durant la dernière période indiquant le compactage de la ville. Le taux de changement annuel pour toute la période, quant à lui, reste élevé par rapport à ceux des périodes.

Figure n°2 : Carte d'occupation du sol en 1988



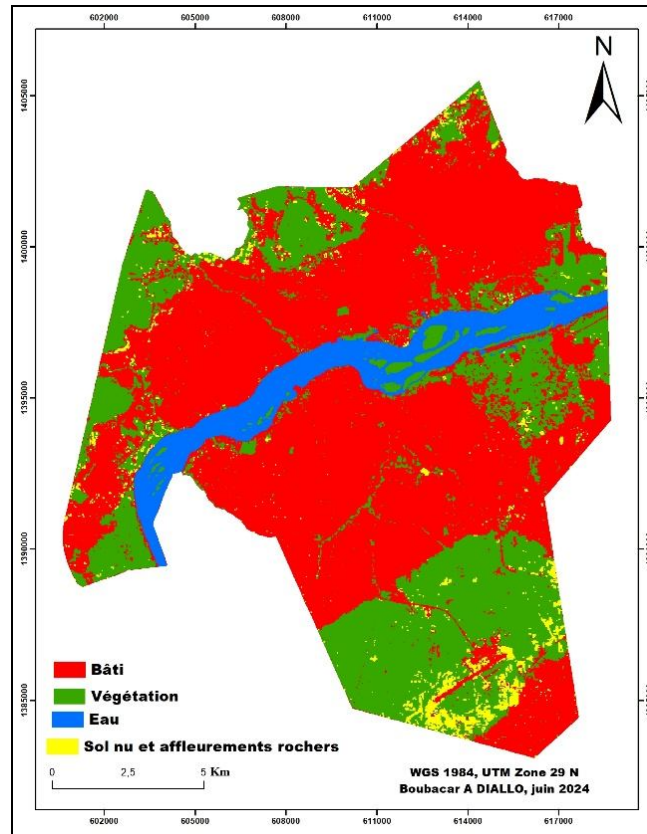
Source : Landsat TM du 18/10/1988.

Figure n°3 : Carte d'occupation du sol en 1998



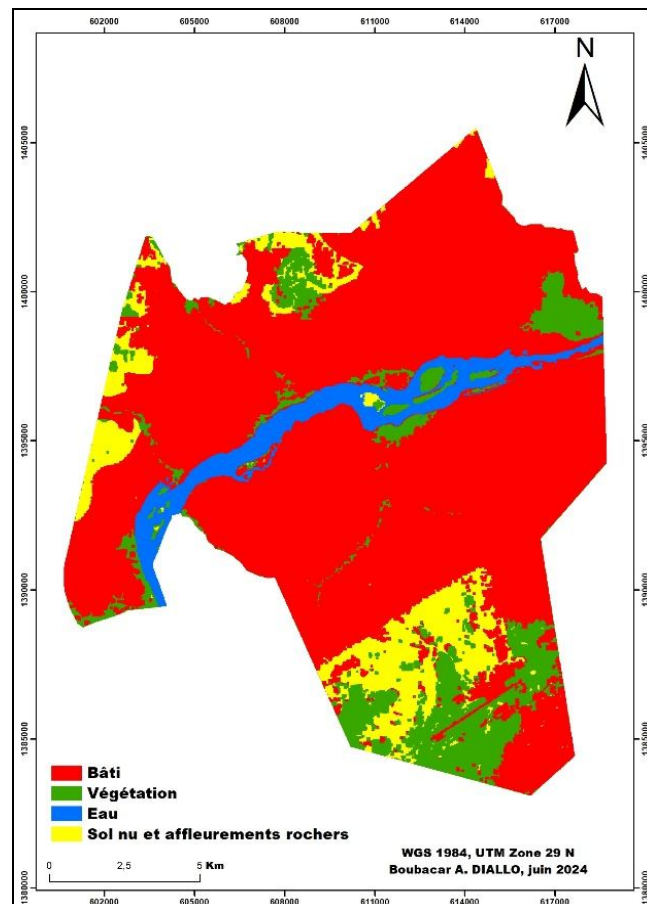
Source : Landsat TM du 20/03/1999.

Figure n°4 : Carte d'occupation du sol en 2009



Source : Landsat ETM+ du 12/10/2009.

Figure n°5 : Carte d'occupation du sol en 2022



Landsat OLI-TIRS du 01/05/2022.

3. Discussion

La précision générale de toutes les cartes est supérieure à 90%. Une précision générale de 85% est communément admise pour les données de télédétection (J. R. Anderson *et al.*, 1976, p. 5) et un coefficient Kappa supérieur à 0,80 (80%) est considéré comme une forte concordance (J. R. Landis et G. G. Koch, 1977, p. 165). Le coefficient Kappa de toutes les cartes est supérieur à ce seuil. La classification de l'image de 1998 a la plus forte précision générale et le coefficient Kappa le plus élevé des images classées. Plusieurs facteurs, (observation et erreurs d'enregistrement, différences causées dans l'occupation du sol entre les dates d'observation et d'acquisition des images (B. Tso et P. M. Mather, 2009, p. 69-70) ; (acquisition des images, traitement des données, analyse et conversion des données, évaluation des erreurs, présentation du produit final (R. G. Congalton et K. Green, 2019, 13 ; R. G. Congalton, 2001, p. 325) ; (les erreurs liées aux points de contrôle (G. M. Foody, 2013, p. 785) ; les erreurs indépendantes et les erreurs corrélées (G. M. Foody, 2010, p. 2279-2281) peuvent néanmoins jouer sur la classification des images pouvant sous-estimer ou surestimer. D'autres chercheurs estiment que certains de ces facteurs comme l'interprétation des éléments géométriques : la forme de l'objet, l'orientation ou la pénombre..., sont spécialement utiles quand les images de haute résolution sont disponibles pour les environnements urbains (J. R. Jensen et D. C. Cowen, 1999, p. 614). Pour le cas de cette étude, l'expansion massive du sol nu et affleurements rocheux sur l'image traitée de 1998 est liée au filtrage. En effet avec la fonction clump, les éléments ont été regroupés en faveur de cette classe, surtout dans la partie sud de la ville.

La période 1998-2009 a connu la plus grande extension spatiale ; les résultats de (B. A. Diallo *et al.*, 2020, p. 65 entre 1986-1999 ; R. Renzong *et al.*, 2018, p. 9 entre 2000-2010 ; C. Kamusoko, 2017, p. 281 entre 1990-2000 ; B. Diarra, 2015, p. 104 entre 1996-2006) ont aussi montré une augmentation significative du bâti à Bamako. Le taux de changement annuel du bâti entre 1988 et 2022 est de

5,69%. Ce taux est très proche de 5,28% ; 5,37% et 5% obtenus respectivement par (G. Xu *et al.*, 2019, p. 805) entre 1990 et 2014 ; (H. Hou *et al.*, 2016, p. 10) entre 2000 et 2014 ; (S. Angel *et al.*, 2016, p. 63) entre 2000-2013 pour Bamako. R. Tan *et al.* (2014, p. 272) avaient trouvé 46,75% pour la ville de Wuhan en Chine entre 1988 et 2011.

Les empreintes humaines sur l'environnement peuvent entraîner d'énormes conséquences à toutes les échelles géographiques (B. L. Turner *et al.*, 2007, p. 20667). L'extension rapide des surfaces imperméables a eu d'énormes effets négatifs sur la ville de Bamako qui a connu depuis la fin du siècle dernier une augmentation spectaculaire des espaces bâtis ; entraînant du coup une détérioration du cadre de vie urbain avec la réduction des espaces verts. L'agriculture urbaine a pratiquement disparu, reléguée sur les zones périphériques. La réduction des sols de -78,35 % est aussi corroborée par les résultats obtenus de - 55,39% par (R. Renzong *et al.*, 2018, p. 8) entre 1990 et 2018. Le couvert végétal a aussi connu une baisse significative de - 56,54% sur la période d'étude. Le recul de la végétation accentue l'érosion hydrique et éolienne des sols, la baisse de l'infiltration et par conséquent l'alimentation des nappes phréatiques, la disparition de nombreux habitats d'animaux et d'oiseaux.

La perte de la couverture végétale est aussi démontrée par les recherches de (J. T. T. Luzolo *et al.*, 2022, p. 33 ; W. A. Salami *et al.*, 2020, p. 152 ; M. A. Mohamed, 2017, p. 361 ; K. Sharma *et al.*, 2016, p. 5 ; H. M. Badjana *et al.*, 2015, p. 409 ; O. H. Adedeji et C. O. Adeofun, 2014, p. 382 ; L. M. Kiage, 2013, p. 671 ; Quan *et al.*, 2013, p. 140 ; H. Bagan et Y. Yamagata, 2012, p. 214 ; S. Martinez *et al.*, 2010, p. 135 ; Drummond et Loveland, 2010, p. 294 ; M. Ostwald *et al.*, 2007, p. 231) dans le reste du monde. Elle entraîne la perte de la biodiversité (K. J. Gaston et R. A. Fuller, 2007, p. 216). Le front bâti a commencé à ralentir, il a diminué de plus de la moitié de son extension spatiale entre 2009 et 2022 par rapport à celle de la période de 1998 et 2009. Ce qui est lié au tassement de la ville ; se développant sur les

espaces interstitiels, étayé par (B. A. Diallo *et al.*, 2019, p. 81-82). Ce type de cas est aussi observé à Kinshasa par (M. Kayembe Wa Kayembe *et al.*, 2009, p. 439).

Conclusion

Cette étude a analysé la dynamique spatiotemporelle du District de Bamako entre 1988 et 2022 en utilisant des images satellitaires. Celles-ci sont d'une importance cruciale pour l'analyse de l'environnement terrestre, en particulier celles de Landsat à cause de leur disponibilité et de leur régularité dans le temps et dans l'espace. L'étude a révélé que de profondes mutations ont été opérées durant la période d'étude. La méthode de classification du maximum de vraisemblance (l'une des plus utilisée en télédétection) a permis d'avoir une très bonne précision générale (supérieure à 90%) pour toutes les cartes et un coefficient Kappa, lui aussi très élevé (supérieur à 90%). En termes de changement au niveau des unités du sol, la classe du bâti a connu une extension fulgurante passant de 25,22% à 74,03%.

C'est la seule classe qui a connu une hausse régulière pendant la période d'observation. L'expansion annuelle avait atteint un pic de 6,84 km² entre 1998 et 2009 avant de décroître. Cet accroissement important des surfaces imperméables s'est effectué au détriment des autres unités d'occupation du sol. En effet, celle du sol nu et affleurements rochers (la plus importante en 1988 avec 40,36%) s'est réduite à 8,74% en 2022. La végétation, quant à elle, avait baissé de plus de sa moitié (26,85% à 11,67%) mais dans une proportion moins importante par rapport à la classe précédente. De son côté, l'eau avait connu la chute la moins importante, passant de 7,57% à 5,56%. Ces résultats attestent une conversion rapide des espaces naturels en établissements humains. Il en résulte une réduction considérable de la biodiversité.

Les conséquences de cette situation sont préjudiciables au bien-être des populations en termes d'aggravation de divers risques (inondation, pollution atmosphérique, etc.) et hypothèquent les possibilités de développement durable de la ville. L'étude n'a pas abordé la dynamique spatiotemporelle

à une échelle communale. Ce qui pourrait intéresser de futures recherches à une échelle plus fine. Mais les résultats obtenus peuvent être très utiles dans la prise de décision en matière non seulement d'aménagement urbain mais aussi de prévention et gestion des risques d'inondation ; puisque le taux d'imperméabilisation très élevé (plus de 74%) implique un volume d'écoulement de surface énorme et un temps de concentration réduit. Le risque d'inondation est donc élevé, car la ville est localisée dans une cuvette.

Références bibliographiques

- ADEDEJI Oludare H. et ADEOFUN Clement O., 2014, « Spatial pattern of land cover change using Remotely Sensed Imagery and GIS : A case study of Omo-Shasha-Oluwa Forest Reserve, SW Nigeria (1986-2002) », *Journal of Geographic Information System*, N°6, p. 375-385.
- ANDERSON James R., HARDY Ernest E., ROACH John T. et WITMER Richard E., 1976, *A Land use and land cover classification system for use with Remote Sensor data*, Geological Survey, Washington, USA, 28 p.
- ANGEL Schlomo, BLEI Alejandro M., PARENT Jason, LAMSON-HALL Patrick et SANCHEZ Nicolas Galarza, 2016, *Atlas of urban expansion. The 2016 Edition Volume 1, Areas and Densities* (Vol. 1), New York / New York University / Nairobi UN-Habitat / Cambridge, MA / Lincoln Institute of Land Policy, New York, USA, 486 p.
- BADJANA Hèou Maléki, HELMSCHROT Jorg, SELSAM Peter, WALA Kpérkouma, FLUGEL Wolfgang-Albert, AFOUDA Abel, AKPAGANA Koffi, 2015, « Land cover changes assessment using object-based image analysis in the Binah River watershed (Togo and Benin) », *Earth and Space Science*, N°2, p. 403-416.
- BAGAN Hasi, YAMAGATA Yoshiki, 2012, « Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years », *Remote Sensing of Environment*, N°127, p. 210-222.

- COBBINAH Patrick Brandful, ABOAGYE Honorata Nsomah, 2017, « A Ghanaian twist to urban Sprawl », *Land Use Policy*, N°61, p. 231–241.
- COBBINAH Patrick Brandful, ERDIAW-KWASIE Michael Odei & AMOATENG Paul, 2015, « Africa's urbanisation : Implications for sustainable development », *Cities*, N°47, p. 62-72.
- CONGALTON Russell G., GREEN Kass, 2019, *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data. Principles and Practices*, (3e ed.), Ed. Taylor & Francis Group., Boca Raton / New York / London, 317 p.
- DECKER Ethan E., ELLIOTT Scott & SMITH Felisa A., 2002, « Megacities and the Environment », *The Scientific World JOURNAL*, N°2, p. 374-386.
- DIALLO Boubacar Amadou, DIARRA Balla et TRAORÉ Djakanibé Désiré, 2019, « Mesure de la consommation d'espaces par l'urbanisation à Bamako (Mali) », *Géovision*, Hors-Série, N°1, Numéro Spécial, p. 57-86.
- DIALLO Boubacar Amadou, DIARRA Balla, TOURÉ Moussa, CISSÉ Djibrilla Alhadji & DOUMBIA Bougadari, 2020, « Etalement urbain à Bamako : facteurs explicatifs et implications », *Afrique SCIENCE*, N°17/6, p. 58–75.
- DIARRA Balla, 2015, « Croissance démographique et modes d'insertion des populations dans le tissu urbain de Bamako », *GEOTROPE*, Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement, N°2, IGT, UFHB, Abidjan, Côte d'Ivoire, p. 97-109.
- DIRECTION NATIONALE DE LA STATISTIQUE ET DE L'INFORMATIQUE, 1980, *Recensement général de la population 1976. Résultats définitifs. Volume I, Série Population et sociodémographique*, DNSI, Bamako, Mali, 384 p.
- EL GAROUANI Abderkader, AHARIK Kamal, 2021, « Apport des images LANDSAT à l'étude de l'évolution de l'occupation du sol dans la plaine de SAÏSS au MAROC, pour la période 1987-2018 », *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, Vol. 223, Numéro spécial Afrique, p. 173-187.
- FOODY Giles M., 2010, « Assessing the accuracy of land cover change with imperfect ground reference data », *Remote Sensing of Environment*, n° 114, p. 2271–2285.
- FOODY Giles M., 2013, « Ground reference data error and the mis-estimation of the area of land cover change as a function of its abundance », *Remote Sensing Letters*, N°4/8, p. 783-792.
- GASTON Kevin J., FULLER Richard A., 2007, « Biodiversity and extinction : losing the common and the widespread », *Progress in Physical Geography*, N°31/2, p. 213-225.
- HOU Hao, ESTOQUE Ronald C. and MURAYAMA Yuji, 2016, « Spatiotemporal analysis of urban growth in three African capital cities: A grid-cell-based analysis using remote sensing data », *Journal of African Earth Sciences*, N°123, p. 381-391.
- INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE, 2012, *Quatrième recensement général de la population et de l'habitat du Mali 2009. Analyse des résultats définitifs, thème urbanisation*, INSTAT, Bamako, Mali, 44 p.
- INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE, 2023, *Cinquième recensement général de la population et de l'habitat 2022. Rapport préliminaire ; Résultats globaux*, INSTAT, Bamako, Mali, 56 p.
- IVANOV Dmitry V., 2020, « Post-globalization, super-urbanization and prospects of social development Research Result », *Sociology and management*, N°6/1, p. 72-79.
- JENSEN John R., COWEN Dave C., 1999, « Remote Sensing of Urban/Suburban Infrastructure and Socio-Economic Attributes », *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, N°65/5, p. 611-622.
- KAMUSOKO Courage, 2017, *Bamako Metropolitan Area* dans Y. Murayama et al. *Urban Development in Asia and Africa, The Urban Book Series*, Springer, Singapore, p. 275-291.

- KAYEMBE WA KAYEMBE Matthieu, DE MAEYER Mathieu et WOLFF Eléonore, 2009, « Cartographie de la croissance urbaine de Kinshasa (R.D. Congo) entre 1995 et 2005 par télédétection satellitaire à haute résolution », *BELGEO*, N°3/4, p. 439-455.
- KIAGE Lawrence M., 2013, « Perspectives on the assumed causes of land degradation in the rangelands of Sub-Saharan Africa », *Progress in Physical Geography*, N°37/5, p. 664–684.
- KOHLHASE Janet E., 2013, « The new urban world 2050 : perspectives, prospects and problems », *Regional Science Policy & Practice*, N°5/2, p. 153-165.
- LANDIS J. Richard, KOCH Gary G., 1977, « The measurement of observer agreement for categorical data », *BIOMETRICS*, N°33/1, p. 159-174.
- LUZOLO Joël Tungi Tungi, NGEMBO Elie Nsimba, MASIVI Christ Lendo, LANDU Eric Lutete, KIBWILA Michel Ngoy et SINSI Raymond Lumbuenamo, 2022, « Pression exercée par les entreprises pâtisseries artisanales et nganda ntaba sur la végétation arborée urbaine et périurbaine à Kinshasa en République Démocratique du Congo », *International Journal of Innovation and Scientific Research*, N°62/1, p. 25-39.
- MAKINDE Olusola Oladapo, 2012, « Urbanization, housing and environment: Megacities of Africa », *International Journal of Development and Sustainability*, N°1/3, p. 976-993.
- MARTINEZ Susana, RAMIL Pablo & CHUVIECO Emilio, 2010, « Monitoring loss of biodiversity in cultural landscapes. New methodology based on satellite data », *Landscape and Urban Planning*, N°94, p. 127–140.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUEBEC, 2015, *Guide d'interprétation des mosaïques d'images Satellite Landsat*. Direction des inventaires forestiers, Québec, Canada, 16 p.
- MOHAMED Mohamed Ali, 2017, « Monitoring of temporal and spatial changes of land use and land cover in metropolitan regions through Remote Sensing and GIS », *Natural Resources*, N°8, p. 53-369.
- NEIL Kaesha, WU Jianguo, BANG Christofer & FAETH Stanley, 2016, « *Urbanization affects Plant flowering phenology and pollinator community: Effects of water availability and land cover* », *URBAN ECOLOGY, Strategies for Green Infrastructure and Land Use*, Oakville, Apple Academic Press, Inc., p. 167-191.
- OLOFSSON Pontus, FOODY Giles M., STEHMAN Stephen V. & WOODCOCK Curtis E., 2013, « Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and Quantifying uncertainty using stratified estimation », *Remote Sensing of Environment*, N°129, p. 122–131.
- OSTWALD Madelene, SIMELTON Elisabeth, CHEN Deliang & LIU Anlin, 2007. « Relation Between vegetation changes, climate variables and land-use policy in Sha Anxi province, China », *Geogr. Ann. A*, 2007, N°89, p. 223–236.
- RENZONG Ruan, RU An & KEITA Moussa Aliou, 2018, « Remote sensing and GIS in urban sprawl and arable land loss analysis », *International journal of research-Granthaalayah*, N°6/ 8, p. 1-15.
- SALAMI Waheed Akanni, TAYO-BADRU Mobolaji Atinuke, ADEOFUN Clement Olabinjo & OGUNTOKE Olusegun, 2020, « Effects of urban expansion on vegetation cover loss in Lagos state, Nigeria », *African Journal of Science & Nature*, N°10, p. 146-163.
- SHARMA Kiran, ROBESON Scott M., THAPA Pankaj & SAIKIA Anup, 2016, « Land-use/land cover change and forest fragmentation in the Jigme Dorji National Park, Bhutan », *Physical Geography*, p. 1-18.
- SULEMANA Iddisah, NKETIAH-AMPONSAH Edward, CODJOE Emmanuel A. and ANDOH Jennifer Akua Nyarko, 2019, « Urbanization and income inequality in Sub-Saharan Africa », *Sustainable Cities and Society*, N°48, p. 1-8.

- TAN Ronghui, LIU Yaolin, LIU Yanfang, He Qingsong, MING Licai & TANG Shuohua 2014, « Urban growth and its determinants across the Wuhan urban agglomeration, central China », *Habitat International*, N°44, p. 268-281.
- TAUBENBOCK, H., ESCH, T., FELBIER, A., WIESNER, M., ROTH, A., & DECH, S. 2012, « Monitoring urbanization in mega cities from space », *Remote Sensing of Environment*, N°117, p. 162–176.
- TSO Brandt & MATHER Paul M., 2009, *Classification methods for remotely sensed data* (2^e ed.), (CRC.Press), Boca Raton, Taylor & Francis Group., New York / London, 347 p.
- TURNER B. L., LAMBIN Eric F. et REENBERG Anette, 2007, « The emergence of land change Science for global environmental change and sustainability », (T. N. USA, Ed.) *Proceedings on the National Academy of Sciences*, n°104/52, p. 20666-20671.
- TURRINI Tabea, KNOP Eva, 2016, « A landscape ecology approach identifies important drivers of urban biodiversity, dans Kimberly Etingoff, Urban ecology, Strategies for Green Infrastructure and Land Use », *Oakville*, Apple Academic Press, Inc., p. 193-219.
- UN-HABITAT, 2022, *World Cities Report 2022. Envisaging the Future of Cities*. Nairobi, UN Habitat, 387 p.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2019, *Landsat Collection 1 Level 1 product Definition*, Sioux Falls, USGS, 26 p.
- XU Gang, DONG Ting, COBBINAH Patrick Brandful, JIAO Limin, SUMARI Neema S., CHAI Baohui and LIU Yaolin, 2019, « Urban expansion and form changes across African cities with a global outlook: Spatiotemporal analysis of urban land densities», *Journal of Cleaner Production*, N°224, p. 802-810.
- ZHAO Simon XiaoBin, GUO Natasha Shu, LI Chun Lok Kris and SMITH Christopher, 2017, « Megacities, the world's largest cities unleashed: major trends and dynamics in contemporary global urban development » *World Development*, Vol. 98, p. 257–289.
- ZHOU Dingyang, LI Zitong, WANG Sifei, TIAN Yingying, ZHANG Yingying, ZHANG Yu and JIANG Guanghui, 2021, « How does the newly urban residential built-up density differ across Chinese cities under rapid urban expansion? Evidence from residential FAR and statistical data from 2007 to 2016 », *Land Use Policy*, N°104, p. 1-9.