

N°24 – 14^e année

Juin 2020

ISSN 1993-3134

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

Université de Lomé

Àhṣhṣ

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

Le mot ahṣhṣ prononcé àhṣhṣ, à ne pas confondre avec ahṣhlō, 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 Àhṣhṣ. 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 Ahṣhṣ 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 S H S

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 à l'Université de Lomé

Secrétariat de rédaction :

- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur à l'Université de Lomé
- **Martin Dossou GBENOUGA**, Professeur à l'Université de Lomé

Secrétariat administratif :

- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur à l'Université de Lomé
- **Koku-Azonko FIAGAN**, Maître-Assistant à l'Université de Lomé

Comité scientifique :

- **Antoine Asseypo HAUHOUOT**, Professeur Honoraire à l'Institut de Géographie Tropicale, Université de Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Francis AKINDES**, Professeur à l'Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Jérôme ALOKO-N'GUESSAN**, Directeur de Recherche à l'Institut de Géographie Tropicale, Université de Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Maurice Bonaventure MENGHO**, Professeur Honoraire à l'Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo
- **Benoît N'BESSA**, Professeur Honoraire à l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Mamadou SALL**, Professeur à l'Université Cheick Anta Diop de Dakar, Sénégal
- **Joseph-Marie SAMBA-KIMBATA**, Professeur Honoraire à l'Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo
- **Yolande OFOUEME-BERTON**, Professeure à l'Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo
- **Oumar DIOP**, Professeur à l'Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal
- **Henri MONTCHO**, Professeur à l'Université Zinder, Niger
- **Nébié OUSMANE**, Professeur à l'Université à l'Université Ouaga I Pr Joseph Ki Zerbo, Oagadougou, Burkina Faso
- **Céline Yolande KOFFIE-BIKPO**, Professeure à l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Paul Kouassi ANOH**, Professeur à l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- **Odile Viliho DOSSOU GUEDEGBE**, Professeure à l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Arsène DJAKO**, Professeur à l'Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire

- **Tchégnon ABOTCHI**, Professeur à l'Université de Lomé, Togo
- **Wonou OLADOKOUN**, Professeur à l'Université de Lomé, Togo
- **Joseph Pierre ASSI-KAUDJHIS**, Professeur à l'Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur à l'Université de Lomé
- **Follygan HETCHELI**, Professeur à l'Université de Lomé, Togo
- **Sélom Komi KLASSOU**, Maître de Conférences à l'Université de Lomé, Togo

Comité de lecture

- **Koudzo SOKEMAWU**, Professeur à l'Université de Lomé, Togo
- **Follygan HETCHELI**, Professeur à l'Université de Lomé, Togo
- **Padabô KADOUZA**, Maître de Conférences à l'Université de Kara, Togo
- **Délali Komivi AVEGNON**, Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure d'Atakpamé, Togo
- **Moussa GIBIGAYE**, Maître de Conférences à l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- **Pessièzoum ADJOUSI**, Maître de Conférences à l'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 : Vue partielle du paysage rural de Défalé au Nord du Togo
(Crédit M. SOKEMAWU)

Copyright © reserved « Revue À H Ñ H Ñ »

AVIS AUX AUTEURS

La *Revue Àh5h5*, 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: 2nde 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, 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, 73 p.

BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, PUF, Paris, 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, 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, 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, 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, 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, faire 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 numéroter)

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

1. Outils et méthodes (Méthodologie/Approche)

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 numéroter)

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 *Àhṣhṣ* reçoit les articles du 1^{er} mars au 31 juillet des contributions et paraît deux fois dans l'année : juin et décembre. Un article accepté pour publication dans la Revue *Àhṣhṣ* exige de ses auteurs, une contribution financière de 40 000 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

Bi Tozan ZAH

Politique de promotion du genre et autonomisation de la femme en Côte d'Ivoire p. 1-12

Jean Claude NDONG MBA

Gestion participative et appropriation du développement local : l'exemple du PDIL de la ville de Lambaréné (Gabon) p. 13-28

Pessièzoum ADJOUSI

La reconversion par les activités génératrices de revenus (AGR) comme solutions douces à l'érosion côtière au Togo p. 29-41

Sambi KAMBIRE

Etude des massifs forestiers atypiques dans le parc national de la Comoé (Nord-Est ivoirien) p. 42-54

Dogbo KOUDOU, David Pébanagnan SILUÉ, Augustin Kouadio ALLA, Paul Kouassi ANOH

Répartition spatiale des points de vente du poisson et accès aux produits halio-aquacoles dans la ville de Korhogo (Côte d'Ivoire) p. 55-70

Iléri DANDONUGBO, Essozima TAGBA, Damitonou NANOINI, Follygan HETCHELI

Rôle socio-économique du carrefour-marché d'Agbonou dans la périphérie Est de la ville d'Atakpamé (Togo) p. 71-85

Tchan André DOHO BI

L'aménagement routier à Broukro et à Djézoukouamékro, quels effets d'entraînement ? p. 86-94

Brice Anicet MAYIMA

Evaluation d'impact des travaux d'aménagement des zones affectées par l'érosion hydrique dans l'arrondissement 9 Djiri à Brazzaville (Congo) p. 95-104

Frédéric Yao KOUASSI, Marie Jeanne Koco KANGA

Mutation des espaces ruraux périurbains d'Abidjan : transformation fonctionnelle et émergence d'une économie locale p. 105-116

N'Guessan Séraphin BOHOSSOU, Iba Dieudonné DELY, Kouassi Ernest YAO

Le défi de l'eau potable dans les quartiers défavorisés de la ville de Man en Côte d'Ivoire p. 117-130

Abdoulaye DIAGNE, Papa SAKHO, Olivier NINOT

Le transport motorisé (routier) mixte, une spécificité dans le Ferlo p. 131-142

Jérémi ROUAMBA, Blaise OUEDRAOGO, Moctar TOUM, François de Charles OUEDRAOGO

Le SIG comme outil d'analyse de la dynamique de transmission de la fièvre typhoïde à Ouagadougou (Burkina Faso) p. 143-155

Kan Emile KOFFI, Nambégué SORO, Bolley Josué Aristide LOUKOU, Grah Félix BECHI

Caractéristiques du modelé et dégradation de la voirie bitumée par nids de poule à Bouaké p. 156-168

<i>Biaou Ibidun Hervé CHABI, Romaric OGOUWALE, Akibou Abanitche AKINDELE, Ibouaïma YABI, Euloge OGOUWALE</i>	
Caractérisation des exploitations agricoles familiales dans la zone agro-écologique III du Benin	p. 169-184
<i>Sabine Amenan TONAN, Ousmane DEMBELE</i>	
L'aménagement de logements à Abidjan : le cas du programme présidentiel de logements sociaux	p. 185-198
<i>Kolgma-Waye Jonas KOLGMA, Nayondjoa KONLANI, Wonou OLADOKOUN</i>	
Dynamique des pratiques foncières dans l'espace rural périurbain de la ville de Kara (Togo)	p. 199-209
<i>Rawelguy Ulysse Emmanuel OUEDRAOGO, Dayagnéwendé Edwige NIKIEMA</i>	
Latrines publiques et défis d'assainissement à Ouagadougou (Burkina Faso)	p. 210-220
<i>Atsé Calvin YAPI</i>	
Dynamique urbaine et assainissement dans les quartiers périphériques de la ville de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)	p. 221-236
<i>Kuasi Apéléké ESIAKU, Komi Selom KLASSOU</i>	
Evolution des températures dans le Bas-Togo	p. 237-247
<i>Ali DIARRA, Aka Giscard ADOU, Aymard Romuald LIGUE</i>	
Mise en valeur agricole de la plaine alluviale Zotto dans le finage de Zepréguhé (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) : entre usages et contraintes	p. 248-263
<i>Lorimpo BABOGOU, Wonou OLADOKOUN</i>	
Assurance maladie et recours aux soins de santé modernes dans l'agglomération de Lomé	p. 264-278

CARACTERISTIQUES DU MODELÉ ET DEGRADATION DE LA VOIRIE BITUMÉE PAR NIDS DE POULE A BOUAKE

Kan Emile KOFFI

Maître Assistant

Chercheur au Laboraddys

*Département de Géographie, Université Alassane
Ouattara, (Côte d'Ivoire)*

Courriel : kanemile22@gmail.com

Nambégué SORO

Maître-Assistant

Chercheur au Laboraddys,

*Département de Géographie, Université Alassane
Ouattara, (Côte d'Ivoire)*

Courriel : nambeguesoro@yahoo.fr

Bolley Josué Aristide LOUKOU

Doctorant en Géographie

Université Alassane Ouattara, (Côte d'Ivoire)

Courriel : josuearistidel@gmail.com

Grah Félix BECHI

Professeur Titulaire

Chercheur au Laboraddys

*Département de géographie, Université Alassane
Ouattara, (Côte d'Ivoire)*

Courriel : felixbechi@yahoo.fr

Résumé : Les études topographiques faites en prélude à la construction des routes montrent que le modelé joue un rôle sur la viabilité et la durabilité du revêtement. Dans le monde intertropical, les routes se dégradent par la mauvaise utilisation, le manque d'entretien véritable et les effets néfastes de la pluviométrie exacerbée par la rugosité du relief. En Côte d'Ivoire et singulièrement à Bouaké, la dégradation de la voirie bitumée est un véritable phénomène qui empêche la fluidité routière. Il est alors intéressant d'en faire l'état des lieux en vue d'une meilleure prise de décision. Cette étude vise à montrer l'impact du modelé sur la distribution des nids de poule sur la voirie bitumée à Bouaké. Celle-ci est structurée de manière hiérarchique en fonction de cinq niveaux de calibrage (3x2, 2x2, 2x1 et 1x2 voies).

Ce réseau routier urbain de 113 km de long est supporté par le modelé dont les paramètres morphopédologiques influencent considérablement l'apparition des nids de poule. A partir d'un arbre de décision, il a été possible de discriminer la spatialité des dommages causés à la voirie en fonction du modelé et d'en hiérarchiser sa sensibilité. En définitive, les densités des nids de poule sont plus élevées sur les portions du modelé à pentes faibles (les supraèdres et les infraèdres)

que partout ailleurs. Cela se justifie par le mauvais drainage des eaux de pluies en ces endroits, l'humidification et la déstabilisation du soubassement dont la conséquence est la prolifération des nids de poule.

Mots-clés : Modelé, voirie urbaine, nids de poule, Bouaké, Côte d'Ivoire.

CHARACTERISTICS OF THE RELIEF AND DEGRADATION OF THE BITUMEN ROADS BY POTHoles IN BOUAKE TOWN

Abstract : Topographic studies done in advance of road construction show that modeling plays a role in the viability and durability of the pavement. In the intertropical world, roads are degraded by misuse, lack of proper maintenance and the adverse effects of rainfall exacerbated by the roughness of the terrain. Thus, the deterioration of paved roads is a reality in Ivory Coast and singularly in Bouaké, preventing the flow of traffic. It is then interesting to take stock of the situation with a view to better decision-making. Therefore, this study aims to show the impact of modeling on the distribution of potholes on asphalt roads in Bouaké. This is structured hierarchically according to five calibration levels (3x2, 2x2, 2x1 and 1x2 channels).

This road system of 113 km longer is supported by modeling whose morphopedological parameters considerably influence the appearance of potholes. From a decision tree, it is possible to discriminate the spatiality of the damage caused to the road by the potholes according to the model. The sensitivity of this type of degradation has been prioritized on the network. Ultimately, the pothole densities are higher on the low slope portions (suprahedra and infrahedra) than anywhere else. This is justified by the poor drainage of rainwater in these places, the humidification and the destabilization of the basement whose consequence is the proliferation of the potholes.

Keywords: Modeled, urban roads, potholes, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Introduction

Les infrastructures routières constituent l'ensemble des ouvrages et équipements au sol destinés au trafic des personnes et des biens. Elles représentent l'épine dorsale du processus de développement économique d'un pays, d'une région voire d'une ville. En effet, quand elles sont denses et en bon état, elles

permettent la parfaite fluidité du fret et la desserte rapide des localités.

Au-delà du trafic, elles sont le reflet de la dynamique économique et un indicateur du niveau de développement d'un pays. Durant le boom économique ou « le miracle économique ivoirien » de 1960 à 1980, la propagande présentait le réseau routier impressionnant de la jeune république ivoirienne comme la vitrine du pays. Aujourd'hui encore, malgré les crises sociopolitiques successives, la Côte d'Ivoire est classée parmi les dix pays africains ayant les meilleures routes par le Forum économique mondial WEF (Magazine Baobab New, 2019). C'est à juste titre que l'État ivoirien continue de consentir annuellement plus de 1000 milliards de F CFA à la réalisation et à la réhabilitation des infrastructures routières (P. Dimba, 2018, p. 1).

En effet, l'extension et l'amélioration du réseau routier nécessitent des investissements lourds et relèvent généralement de la compétence de l'Etat. Si l'intervention de l'état est entière dans le domaine des routes nationales, elle ne vient qu'en appui au développement des artères urbaines. Dès lors, le déploiement des infrastructures routières urbaines repose essentiellement sur les ressources communales. Pourtant, ces artères doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles (voies de circulation, largeur d'une voie, textes normatifs...) et naturelles (données géotechniques et hydrauliques) (B. A. Aboulbiga, 2010, p. 1). Le respect des normes techniques de construction permet à l'ouvrage de tenir dans les termes de durée de vie face

aux usages multiformes et aux contraintes naturelles. Quoique ces précautions minimales soient observées, les routes urbaines des milieux tropicales humides se dégradent souvent rapidement dans un contexte de tropicalité associée au sous-développement des pays. Les caractéristiques physiques et humaines du milieu ont *a priori* un impact négatif sur l'état du réseau routier urbain. Or, le souci des autorités municipales, c'est de voir ces infrastructures acquises à grand frais viables et durables.

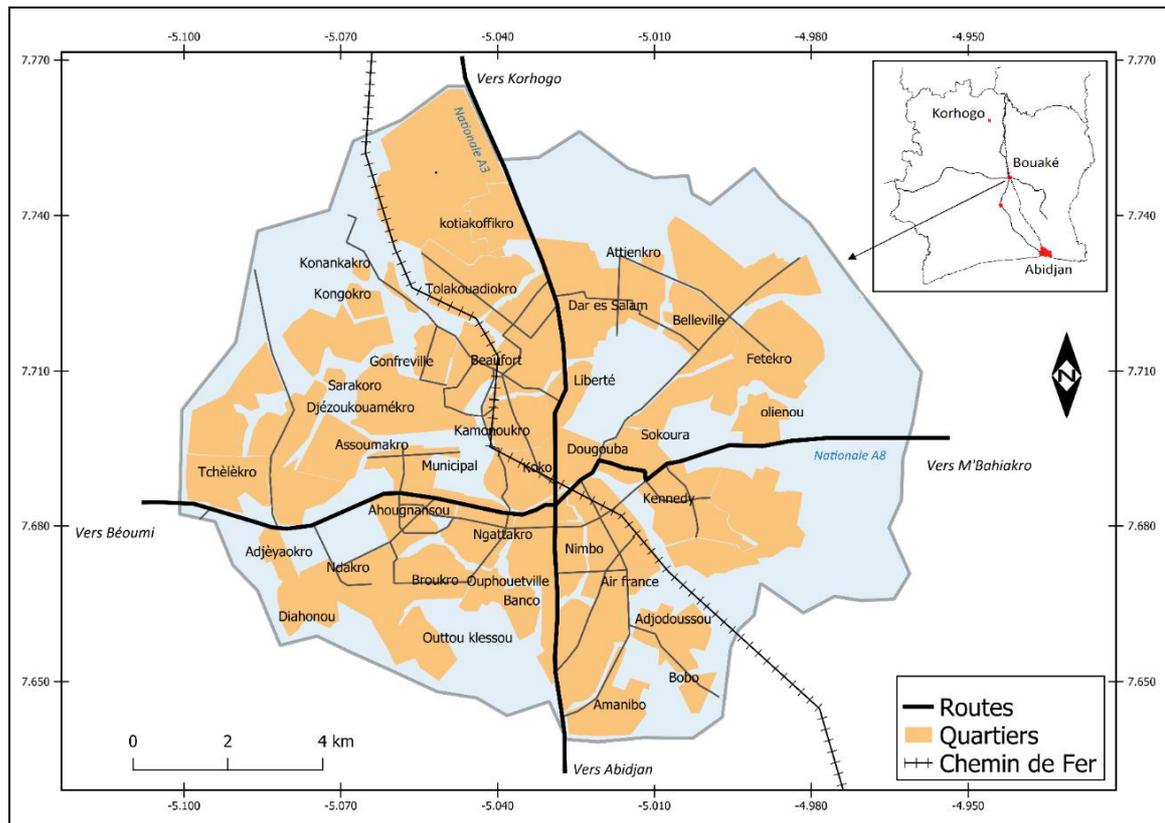
Si les actions anthropiques incriminées peuvent être facilement jugulées, la maîtrise des causes naturelles de la dégradation de la voirie urbaine reste difficile bien que les ouvrages soient réalisés avec minutie. L'objectif de cette publication est de ressortir la contribution du modelé à l'émergence des nids de poule sur la voirie urbaine à Bouaké. Pour l'atteindre, le raisonnement s'est construit successivement autour de la description conjuguée du profil géomorphologique et artériel de la ville, de l'analyse de la prévalence des nids de poule selon les caractéristiques du modelé et de l'observation des logiques spatiales au prisme des recherches antérieures.

1. Outils et méthodes

1.1. Secteur d'étude

Située au centre de la Côte d'Ivoire, à environ 350 km de la capitale économique Abidjan (Figure n°1), la ville de Bouaké compte plus de 536 189 habitants (INS, 2014) avec une densité de plus de 68,38 hbts/ha.

Figure n°1 : Localisation du secteur d'étude



Source : URBAPLAN, 2014.

C'est la ville la plus étendue et la plus peuplée après Abidjan et le troisième pôle économique du pays. Bouaké est un véritable carrefour, localisée à l'intersection des voies nationales A3 et A8 reliant le pays respectivement du nord au sud et d'est en ouest. Cette situation géographique a fortement contribué à la dynamique de la ville qui est le point de convergence de populations d'origines diverses et du fret. Son expansion s'est appuyée aussi sur l'existence d'un centre industriel d'une dizaine d'unités et d'un réseau de 50 km d'artères de desserte revêtues. Par ailleurs, la ville s'étend au sommet d'un plateau massif de 400 m d'altitude qui surplombe l'espace environnant de 100 m de dénivellation. L'essentiel des cours d'eau qui dissèquent ce plateau est du premier ordre avec une activité érosive importante. Le climat régional de type tropical humide de transition sert de liaison entre les domaines guinéen au sud et soudanien au nord. La pluviométrie annuelle atteint 1200 mm et se concentre sur la période allant d'avril à octobre. Pendant cette saison pluvieuse, le modelé peut constituer un

sérieux catalyseur dans le processus de dégradation des routes.

1.2. Données

Les données utilisées proviennent de deux sources. Il s'agit des données relatives au modelé et celles relatives à la voirie de la ville de Bouaké. Concernant la voirie, il a fallu rechercher dans deux directions : la structure du réseau et la typologie de la dégradation. La carte de la voirie de URBAPLAN-TRANSITEC-IOA (SDU, 2014, p. 83) a permis d'en extraire la structure. Quant à l'état de dégradation, le catalogue de dégradation des chaussées du Sénégal (S. L. N'diaye, 2009, p. 41) a été un repère fiable. En retenant de ce catalogue le type susceptible de constituer une entrave à la fluidité routière à Bouaké, le choix s'est porté sur les nids de poule, classés dans la catégorie des arrachements de la chaussée. Ainsi, un répertoire des sites de nids de poule selon leur ampleur a été constitué à partir de relevés exhaustifs au GPS effectués à travers la ville. Les points relevés sont directement reportés sur une fiche selon le modèle du tableau n°1.

Tableau n°1 : Relevé des sites de nids de poules

Identifiant	Waypoints	Coordonnées Long./Lat.	Ampleur du nid de Poule
117	17	5°1'39''/7°40'41''	Niveau 1 (N1) = Nid de poule superficiel mais sensible à l'usager
127	27	5°1'24''/7°40'47''	Niveau 2 (N2) = Nid de poule profond très sensible à l'usager
.	.	.	Niveau 3 (N3) = Nid de poule très accentué, envahissant difficile à la traversée de l'usager

Source : Extrait de relevé GPS, KOFFI K. E. et LOUKOU B. J. A., 2019.

S'agissant du modelé, la recherche de l'information utile est plus ardue. C'est une entité complexe dont la restitution nécessite plusieurs sources de données. Ainsi, des photographies aériennes produites par Kentina Earth Sciences/Mission DCGTx 022/145/Bouaké 1975 ont été mobilisées. Trois couples de photographies, couvrant la totalité de l'assiette urbaine, des numéros UNDP-34-43 à 45 et UNDP-45-190 à 192 à l'échelle 1/48000, ont été interprétés. Ensuite, des relevés de terrain pris sur des toposéquences échantillonnées à travers la ville ont complété l'information photographique. Enfin, le recours au modèle numérique de terrain du capteur RSTM de Landsat, téléchargé sur le site www.dgex.cr.usgs.gov/dgexx, a été nécessaire pour l'obtention des informations topographiques telles que le réseau hydrographique, la pente et la convexité.

1.3. Méthodes

1.3.1. Corrélation nids de poule et caractéristiques du modelé

L'établissement de la corrélation entre nids de poule et les caractéristiques du modelé a été possible grâce à l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG). Trois couches ont été employées dans cet exercice à savoir la structure de la voirie, la distribution des nids de poule et le modelé. La voirie est numérisée en mode vecteur et renseignée à partir de la carte du réseau routier du Schéma Directeur d'Urbanisation de Bouaké (GROUPEMENT URBAPLAN-TRANSITEC-IOA, 2014, p. 84). La topologie du réseau urbain reflète un ensemble organisé d'artères interconnectés et hiérarchisés. La hiérarchisation de la voirie s'est plutôt focalisée sur les dimensions des rues au lieu de sa fonction viaire. Ainsi, le calibrage et le sens

de la circulation sont les caractéristiques retenues, inspirées du SDU de Bouaké et de l'étude de la hiérarchisation des voies urbaines de Ouagadougou (A. Sinon, 2015 p. 11). Selon ces modèles, les classes qui se rapportent au réseau bitumé urbain de Bouaké sont :

- Niveau 1 = 2X3 voies à double sens
- Niveau 2 = 2X2 voies à double sens
- Niveau 3 = 2X1 voie à double sens
- Niveau 4 = 1X2 voies à sens unique

Après la réalisation de la couche de la voirie, les *waypoints* comportant le relevé des coordonnées géographiques des sites de nids de poules sont appelés sur le contour géoréférencé de l'assiette urbaine. Le niveau de dégradation est apprécié sur terrain par observation directe. La troisième couche relative au modelé a été aussi réalisée. Tout modelé a un contenant (la forme topographique) et un contenu géopédologique dont la représentation se fait selon l'art de la cartographie géomorphologique détaillée de l'école « franco-africaine » du paysage décrite par J.-C. Filleron (1995, p. 11). Elle est dite détaillée, car les dimensions à représenter combinent à la fois les aspects physiographiques (facettes topographiques), dynamiques (activité érosive) et géopédologiques (géologie et sol). Pratiquement, la forme topographique est restituée par photo-interprétation à l'aide de stéréoscope binoculaire. Un découpage physiographique permet de circonscrire et de dessiner sur papier calque des facettes topographiques. Pour les besoins de l'étude et la spécificité de l'espace, il a été retenu trois niveaux de découpage du modelé, à savoir les sommets (*supraèdres*), les versants (*métaèdres*) et les bas-fonds (*infraèdres*). Le contenu de ces formes, déterminé par enquête

de terrain, permet de dégager la typologie des segments géomorphologiques cartographiables. Les pentes moyennes de ces unités sont obtenues à partir de la superposition du fichier pente dérivé du MNT au support géomorphologique. Cela est nécessaire pour donner un aperçu sur le contexte dynamique de l'unité cartographiée. Ainsi, la combinaison de toutes ces couches d'information a permis d'établir une relation fonctionnelle entre les différentes composantes spatiales dont le résultat est présenté sous la forme d'un arbre de décision.

1.3.2. Analyse de l'information par arbre de décision

L'utilisation du SIG pour traduire la relation entre support géomorphologique et les nids de poule a permis de calculer la densité de nids de poule par kilomètre de voirie. Elle se calcule de la manière suivante :

Densité = Nombre de nids de poule/Longueur du tronçon (km), exprimé en nombre de nids de poule par kilomètre.

La discrimination des densités calculées s'est faite à l'aide d'un arbre de décision. La construction d'un arbre de décision permet de mettre en évidence le caractère de la corrélation dans une distribution. Les arbres de décision sont des règles de classification qui

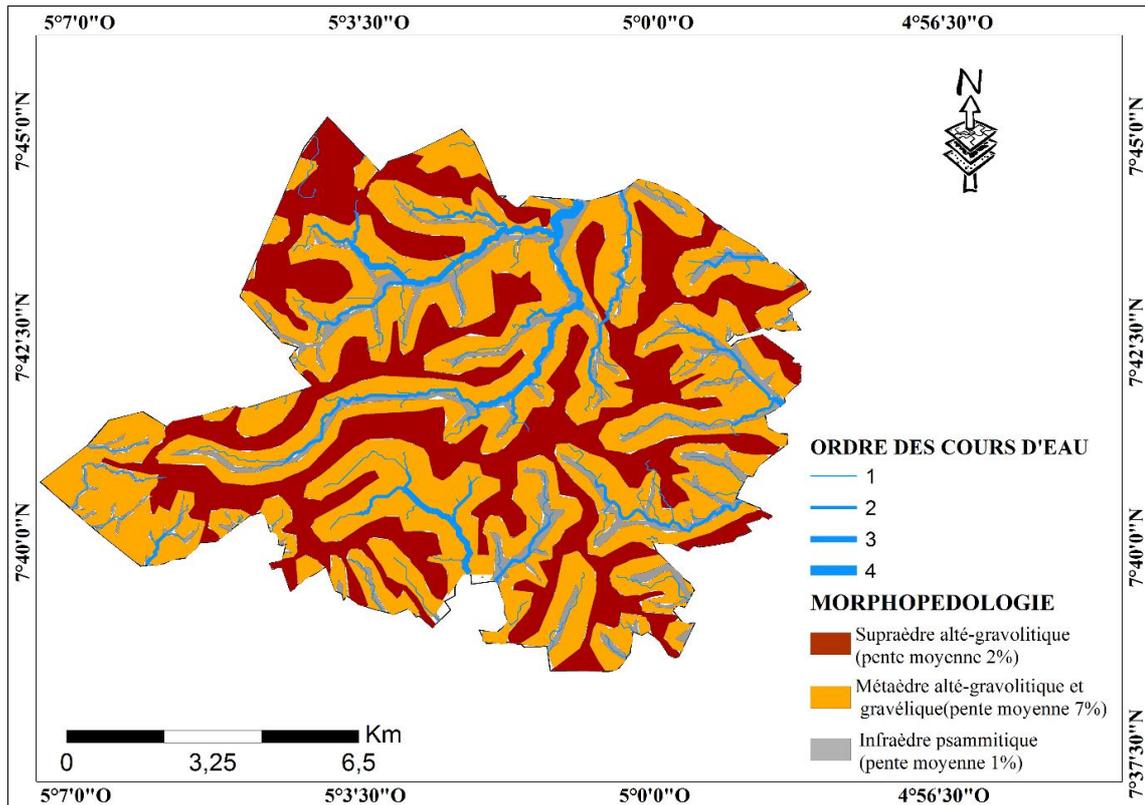
basent leur décision sur une suite de tests associés aux attributs, les tests étant organisés de manière arborescente. Selon R. Rakotomalala (2005, p. 184), ils permettent une bonne discrimination des caractères de la distribution.

2. Résultats et analyses

2.1. Profil géomorphologique et artériel de la ville de Bouaké

La ville s'étend au sommet d'un ensemble géomorphologique massif grossièrement qualifié de horst granitique de Bouaké (J.-M. Avenard, 1971, p. 22). Le sommet de l'édifice s'élève à près de 400 m d'altitude et descend jusqu'à 290 m sur les marges. Le modelé est relativement plan mais les pentes des versants sont modérées à forte avec une inclinaison générale ouest-est. La plupart des cours d'eau morcellent le paysage en prenant leur source sur le flanc de la structure. A l'ouest coulent les affluents du collecteur principal (le fleuve Bandama) et à l'Est ceux du fleuve N'zi. Les petits ordres de ces cours d'eau donnent une allure particulière à la trame du paysage géomorphologique urbain. La particularité est que les unités morphologiques sont mal élaborées et peuvent traverser l'espace sans discontinuer (Figure n°2).

Figure n°2 : Carte morphopédologique de la ville de Bouaké



Source : Photo-interprétation et enquêtes, KOFFI K. E. et LOUKOU B. J. A., 2019.

Sur le paysage de la figure n°2, le modelé s'organise autour de trois types de segment géomorphologique délimités par des cours d'eau d'ordre 1 à 4 dans la classification de

Strahler. Les caractéristiques morphométriques moyennes de ces unités sont décrites dans le tableau n°2.

Tableau n°2 : Caractéristiques physiques du modelé de Bouaké

Segment géomorphologique	Caractéristiques morphométriques			
	Allure générale	Pente moyenne (%)	Surface en ha	Proportion (%)
<i>Supraèdre alté-gravolitique</i>	Plan à plan-convexe	2	4155	34,6
<i>Métaèdre alté-gravolitique gravélique</i>	Rectiligne ou légèrement convexe	6	6589	54,8
<i>Infraèdre psammitique</i>	Plan-concave	1	1272	10,6

Source : Cartographie morphopédologique, KOFFI K. E. et LOUKOU B. J. A., 2019.

Le premier type qu'on trouve au sommet de l'édifice sont des *supraèdres alté-gravolitiques* de forme généralement plane à plan-convexe. Ce sont des facettes de sommet caractérisées par une surface subaplanie de pente moyenne 2%. Dans la classification CPCS (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols), les sols de plateau de la région sont génétiquement ferrallitiques remaniés moyennement désaturés (A. Perraud, 1971, p. 280). Une description élémentaire indique que ces sols sont dans l'ensemble argilo-sableux et gravillonnaires. La profondeur des altérites peut varier de 0 à 1m selon le niveau

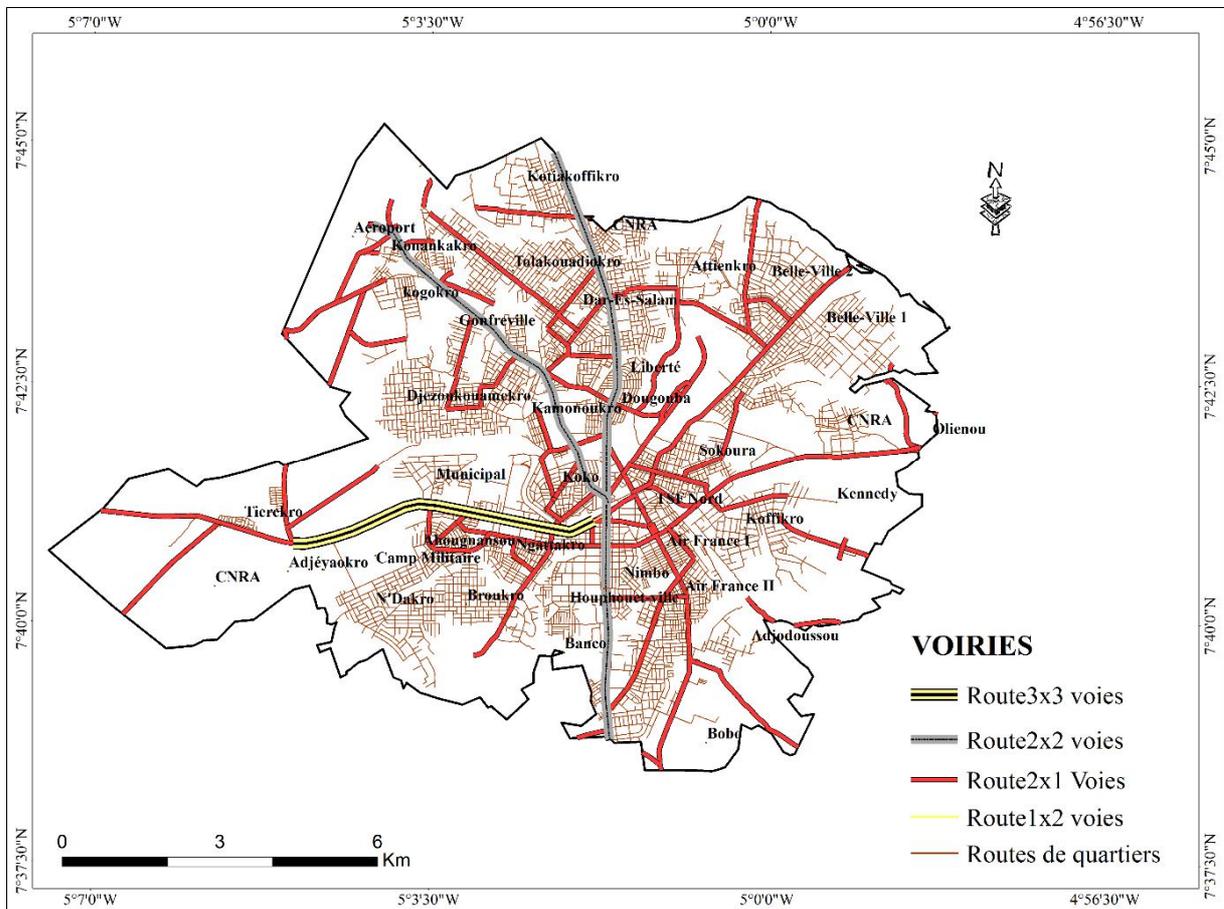
d'apparition de la cuirasse et de la carapace. Le deuxième type de facette se développe au niveau des versants des interfluvés avec des pentes modérées à fortes (pente moyenne 6%). C'est le *métaèdre alté-gravolitique et gravélique*. Les sols associés à ces versants sont très hétérogènes constitués d'une matrice d'altérites ou de carapace comportant beaucoup d'éléments grossiers du genre gravillons ferrugineux et gravelons quartzeux. L'état de surface passe facilement de la forme isocline à antécline. Enfin, les *supraèdres* sont des facettes de bas-fond à pente faible (1%) qui présentent des terrains *psammitiques* ou

sableux gravillonnaires et *graveliques*. Ces terrains connaissent un drainage imparfait.

Les sols ont une hydromorphie variable selon les saisons. La texture sableuse et limoneuse dominante est caractéristique des sols alluvionnaires. Les accumulations minérales sont abondantes en surface et rares dans les profondeurs du profil pédologique. Dans l'ensemble, le modelé de la ville de Bouaké est un plateau faiblement ondulé façonné dans des matériaux d'altération granitique souvent indurés pouvant constituer un soubassement stable pour le développement de la voirie urbaine.

Ainsi, les artères de la ville ont pu se réaliser sans obstacle topographique majeur. C'est un réseau routier structuré et fonctionnel en tant qu'infrastructure destinée à la circulation fluide des biens et des personnes. Elaborée par des spécialistes du génie civil, elle est sensée respecter les normes techniques de durabilité et de viabilité pour un fonctionnement optimal. La typologie de la voirie de Bouaké suit une hiérarchisation selon la qualité de l'ouvrage et la capacité de desserte. Ainsi, les artères de la ville sont composées de trois types de voirie : les voies bitumées, les voies en terre battue et les pistes (Figure n°3).

Figure n°3 : Structure de la voirie de Bouaké



Source : URBAPLAN, 2014.

C'est au total 584 km de route (évaluation cartographique) dont 113,8 km bitumés (19,5%) que dispose l'espace urbain pour la circulation des biens et des personnes. Cette dotation en infrastructure routière a été avantagée par sa situation de ville carrefour à l'intersection des routes nationales bitumées A3 et A8 qui traversent respectivement la ville du sud au nord et d'est en ouest. Autour de ces

artères pénétrantes, se sont développés beaucoup de quartiers habités et des routes secondaires. La figure n°3 montre que la trame artérielle semble équilibrée et ressemble à une toile d'araignée. Le SDU de Bouaké qualifie le dessin du réseau de radiale convergente vers le centre-ville organisé autour d'un système de voies revêtues dont le calibrage est détaillé dans le tableau n°3.

Tableau n°3 : Classification de la voirie urbaine à Bouaké

Type de calibrage	Longueur (km)	Proportion %
Segment bitumé à 2X3 voies	6,2	5,4
Segment bitumé à 2X2 voies	19,0	16,7
Segment bitumée à 2X1 voie	87,8	77,2
Segment bitumé à sens unique	0,8	0,7
Total	113,8	100,0

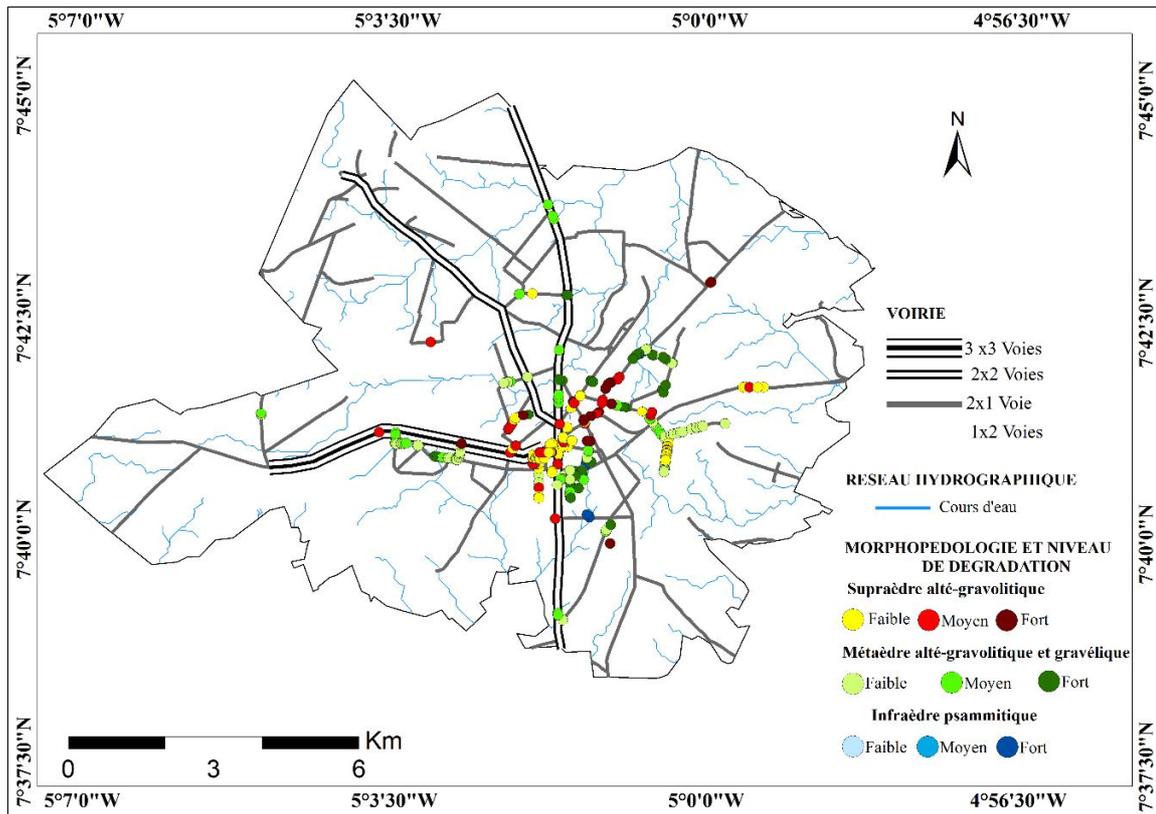
Source : URBAPLAN, 2014.

Dans cette structuration, les voies express (2X3 et 2X2 voies) sont réduites et représentent seulement 22 % des axes bitumés. Les 2X1 voie sont les plus longues et les plus denses. Certainement plus faciles à construire, elles paraissent plus adaptées à la taille de l'économie et du trafic de la commune. Ce sont des voies structurant la mobilité. En tout état de cause, ce réseau routier joue un rôle de premier plan dans le développement socio-économique de la ville. Mais, toute infrastructure fonctionnelle se dégrade au fil des années. Concernant les routes, plusieurs facteurs interagissent pour accélérer la dégradation prématurée, entre autres l'intensité du trafic, la qualité de l'ouvrage, le manque d'entretien et les conditions naturelles extrêmes du milieu. Dans celles-ci, le soubassement géomorphologique qui supporte le poids des ouvrages est un facteur de sensibilité non négligeable.

2.2. Contribution du modelé à l'émergence des nids de poule à Bouaké

Généralement, la construction de la voirie bitumée est confiée à des spécialistes des génies civils avec le concours des géomorphologues. Cela suppose que les normes en matière de qualité sont respectées. Pourtant, les routes bitumées des pays tropicaux connaissent d'énormes problèmes de durabilité. En Côte d'Ivoire, on constate que la combinaison des facteurs naturels et humains accélère le processus de dégradation des voies urbaines. Nonobstant l'incivisme généralisé de la population et la densité du trafic, la dégradation de la voirie est aussi stimulée par les caractéristiques du sous-bassement géomorphologique. Le relevé des sites dégradés répertoriés (281 nids de poule sur 113 km) atteste de l'intensité du phénomène dans la ville de Bouaké (Figure n°4).

Figure n°4 : Distribution des nids de poule de la voirie sur le modelé de Bouaké



Source : D'après les résultats des enquêtes de terrain, 2019.

La carte indique que les nids de poule sont irrégulièrement repartis sur l'espace urbain. La distribution est plus concentrée dans le centre-ville, elle devient plus lâche lorsqu'on s'en éloigne et elle se raréfie dans les zones périphériques. Cela s'explique par la fonction économique et administrative du centre-ville

qui est le lieu de convergence du trafic et des hommes. En effet, là où se densifie le trafic journalier, il y a une forte susceptibilité à la dégradation. Pour mettre en évidence le rôle du modelé dans la dégradation de la voirie, le tableau des relevés présente une situation intéressante (Tableau n°4).

Tableau n°4 : Lien entre le modelé et les nids de poule sur la voirie

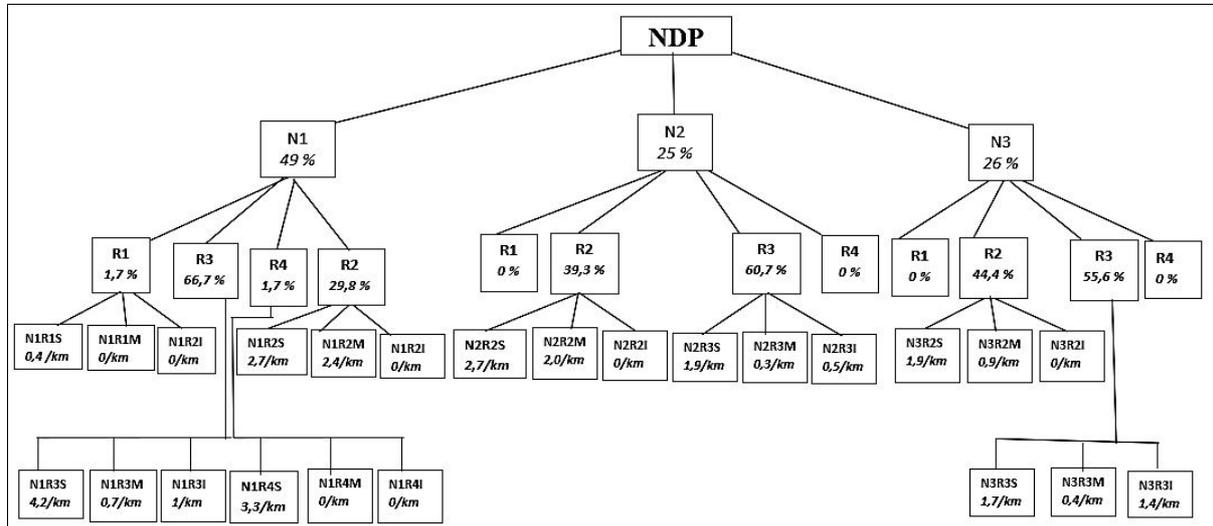
Segment du modelé	Caractéristiques de la voirie			Ampleur du nid de poule				Densité par unité de modelé (nbre/km)
	Calibrage	Longueur (km)	Totale (km)	N1	N2	N3	Densité (nbre /km)	
<i>Supraèdre Alté-gravolitique</i>	R1=2x3 voies	2,5	18, 2	1	0	0	0,4	6,2
	R2=2x2 voies	6,4		17	11	12	6,25	
	R3=2x1 voies	9,0		38	17	15	7,8	
	R4=1x2 voies	0,3		1	0	0	3,3	
<i>Métaèdre alté-gravolitique et gravélique</i>	R1=2x3 voies	3,5	86,6	0	0	0	0,0	1,7
	R2=2x2 voies	9,6		23	19	9	5,3	
	R3=2x1 voies	73,0		52	21	28	1,38	
	R4=1x2 voies	0,5		0	0	0	0,0	
<i>Infraèdre psammitique</i>	R1=2x3 voies	0,2	9,0	0	0	0	0,0	1,9
	R2=2x2 voies	3,0		0	0	0	0,0	
	R3=2x1 voies	5,8		6	3	8	2,9	
	R4=1x2 voies	0,0		0	0	0	0,0	
Total			113,8	138	71	72	2,5	2,5

Source : KOFFI K. E. et LOUKOU B. J. A., d'après les résultats des enquêtes de terrain, 2019.

Le tableau n°4 montre que la longueur de la voirie est proportionnelle à l'extension des segments de paysage. Plus les segments de paysage sont étendus, plus ils sont desservis par une longueur conséquente de voirie. Par contre, le lien entre les surfaces géomorphologiques et les densités de nids de

poule ne suit pas la même logique. La variation entre les deux éléments paraît aléatoire. L'observation de la fréquence des nids de poule par le moyen de l'arbre de décision (Figure n°5) apporte des éclairages à ce niveau.

Figure n°5 : Arbre de décision reflétant l'influence du modelé sur l'état de la voirie



Source : KOFFI K. E. et LOUKOU B. J. A., d'après les résultats des enquêtes de terrain, 2019.

(NDP = nid de poule ; N1, ..., N3 = Ampleur des nids de poule de niveau 1 jusqu'à 3 ; R1 à R4 = calibrage de la voirie ; les dernières branches de l'arbre sont une combinaison de l'ampleur des nids de poule, du calibrage de la voirie et des segments du modelé).

D'après cet arbre de décision, les nids de poule de niveau 1 (superficiels et sensibles) sont les plus abondants, soit près de la moitié du total. Par contre, les niveaux 2 (très sensibles) et 3 (très accentués) avoisinent respectivement le quart du nombre de nids de poule dans la ville. Dans les deux cas, quoiqu'il y ait une dégradation avérée de la voirie, on s'aperçoit que la tendance est progressive et soutenue. Avec une densité de 4,2 nids de poule par kilomètre, les voies les plus affectées par les nids de poule de niveau 1 sont les routes de *supraèdres* à 2x1 voie. Quant aux nids de poule de niveau 2, ils dégradent plus les routes à 2x2 voies des *supraèdres* mais à un degré moindre comparativement aux précédents, soit une densité de 2,7 nids de poule par kilomètre. Enfin, les nids de poule de niveau 3 (1,9 nid/km), pris comme seuil de dégradation extrême, sont plus présents sur les routes de 2x2 voies sur les mêmes *supraèdres*.

Dans l'ensemble, les routes des *supraèdres* sont les plus dégradées avec une moyenne de 6,2 nids de poule par kilomètre, suivies des routes des *infraèdres* (1,9 nid/km) et terminant par les routes des *métaèdres* (1,7 nid/km). Dans un sens géomorphologique, les résultats montrent que les sommets des plateaux (*supraèdres*) et les bas-fonds (*infraèdres*) qui sont les surfaces les moins étendues de la ville (Tableau n°2) sont les plus dégradés.

En tout état de cause, les paramètres géomorphologiques du modelé (forme topographique, pente, substrat géopédologique) sont des facteurs structurant « l'état de santé » de la voirie à Bouaké. Les secteurs cités sont des endroits à pente faible (1 à 2%) qui se caractérisent par un mauvais drainage. Dans la cinématique des eaux, la dynamique autonome au sommet occasionne une infiltration lente tandis que la proximité de la nappe phréatique combinée à l'accumulation des eaux de ruissellement dans les bas-fonds entraîne une hydromorphie préjudiciable à la durabilité des routes.

Pendant la saison des pluies, les dégradations s'intensifient en ces lieux parce que le sous-bassement (argilo-sableux) de la voirie est constamment humide donc déstabilisé. Si des ouvrages de drainage ne sont pas prévus, ces portions de la voirie se dégraderont encore plus vite, aidé par un volume de trafic élevé. C'est le cas des versants (*métaèdres* à pente $\geq 6\%$) qui sont relativement protégés contre les nids de poule mais peuvent favoriser d'autre type de dégradation comme l'érosion de bordure telle que les dentelles de rive.

3. Discussion

3.1. Convergence de vue sur la contribution de l'environnement à la dégradation

Les études topographiques menées au début de la réalisation des routes montrent que le modelé a une importance capitale dans les travaux de la voirie. Tout comme le climat, le modelé a un impact direct sur le coût de réalisation et la durabilité de l'ouvrage. En effet, un relief accidenté engendra beaucoup plus d'effort de nivellement du terrain et de protection de l'infrastructure, soit un surcoût financier qu'un relief plat. Le coût élevé de la construction des routes au Togo dû à l'irrégularité du relief a été mis en exergue par K. Simmala (2009). Par conséquent, lorsque les dispositions de protection sont négligées, l'ouvrage peut se dégrader avant terme dans un environnement hostile. Dans le milieu tropical humide, les chaussées se dégradent rapidement sous l'effet combiné du trafic et de l'environnement. Quand le sol est insuffisamment stabilisé et les matériaux de surface mal compactés lors de la réalisation de la route, le bitume s'arrache rapidement sous l'effet des conditions atmosphériques extrêmes et les nids de poule apparaissent. Pour P. Rychen (2013, p. 59), c'est principalement le phénomène d'accentuation des conditions météorologiques extrêmes qui impliquent les impacts les plus néfastes. En Côte d'Ivoire, on constate que la dégradation des chaussées s'amplifie pendant la saison de forte pluie. Au phénomène de dégradation causée par l'humidité, il y a l'érosion hydrique qui intervient dans la détérioration des ouvrages. L'érosion commence son effet sur les bordures de la voirie mal protégées par absence de système de drainage des eaux de ruissellement.

C'est cela que décrit l'étude menée au Québec par S. Drejza *et al.* (2015, p. 185-207) qui montrent que l'action de l'érosion hydrique consiste à l'arrachage progressif des particules du sol et à la détérioration des routes à partir des bordures. Le mécanisme de l'érosion est accentué par les pentes fortes du modelé. Par contre, à Bouaké, les résultats de l'étude montrent que les routes se dégradent plus là où il y a de faible pente, soit sur les sommets des plateaux ou dans les bas-fonds. Une dynamique autonome par imbibition est la cause de ce type de dégradation. Par conséquent, pour qu'une route soit réalisée de façon durable, toutes les spécialités techniques et environnementales doivent agir de concert.

3.2. Approche géographique insuffisamment développée

On vient de voir que les conditions environnementales ont une influence considérable sur la durabilité des routes. Cependant, ces aspects ne sont pas suffisamment mis en relief dans les études menées sur la dégradation des chaussées. L'engouement pour la recherche sur la dégradation des routes porte généralement sur les aspects d'ingénierie. Les géographes n'ont jusqu'ici pas suffisamment accordé de l'intérêt à la spatialisation de l'état des routes. La plupart des recherches en génie civil concernant l'état des routes mettent l'accent sur le diagnostic et les solutions techniques. Par exemple au Sénégal, L. N'diaye (2007, p. 16, 25, 75) fait le diagnostic de dégradation sur le tronçon Fatick – Kaolack en vue de solutions préventives et curatives tandis que S. N'diaye (2009, p. 27) élabore un catalogue général de dégradation des chaussées.

Au Canada, A. Carter (2018, p. 1) a fait un article sur la dégradation des chaussées municipales en se basant sur la pertinence de la norme d'évaluation visuelle (Norme ASTM D 6433-18). Il s'est aussi servi de l'indice de condition des chaussées (PCI) pour classer les chaussées selon la moyenne pondérée de la quantité de dégradation de chaque type. Au Burkina Faso, la présentation est faite en 2006 du système de gestion de l'entretien des routes non bitumées (VIZIRET), dans le cadre des recherches du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées,

pour qualifier et quantifier les dégradations (LCPC, 2006, p. 38).

En Côte d'Ivoire, le fonds d'entretien routier (FER) a été créé en réponse à la sévère détérioration du niveau de service des routes résultant de la privatisation de l'entretien routier à partir de 1994 (SDU Bouaké, 2014, p. 80). Le diagnostic qui précède l'entretien se limite à de simples relevés sans aller à la source géomorphologique du problème. Alors, pour un suivi global de l'état des routes d'un territoire, il convient de mener des études géospatiales dont la géographie en dispose des compétences.

Conclusion

Le modelé de la ville de Bouaké est un plateau peu accidenté forgé dans des matériaux d'altération de granite remanié et/ou induré. Dans l'ensemble, les formes topographiques sont douces et les pentes modérées dépassent rarement les 10%. Le contenu de ces formes renferme des matériaux hétérogènes à texture et cohérence variable (sables, argiles, gravillons, graviers, carapace ou cuirasse) selon le site. Sur les *supraèdres* (sommet des plateaux) et les *métaèdres* (versants des plateaux) apparaissent souvent des matériaux argilo-sableux à carapace ou cuirasse alors que les *infraèdres* (bas-fonds) développent essentiellement des sols hydromorphes.

L'ensemble des caractéristiques du modelé montre que la morphologie du terrain n'est véritablement pas un facteur limitant le développement des infrastructures routières à Bouaké. La voirie de Bouaké est donc assez fournie et chaque quartier est relié par une voie d'accès. Cependant, compte tenu des faibles ressources disponibles, moins du cinquième des 584 km de route reste bitumé. En outre, cette voirie n'est pas toujours en bon état. Les voies se dégradent considérablement et on relève une densité globale de 2,5 nids de poule par kilomètre. Les portions du modelé les plus affectés sont les *supraèdres* et les *infraèdres* à cause de leurs pentes faibles qui ne facilitent pas le drainage pendant la saison pluvieuse.

Toutefois, il ne faut pas occulter les autres facteurs de dégradation tels que la densité du trafic, l'insuffisance d'ouvrage de protection et l'incivisme de la population. Dans le cas

d'espèce, l'accent a été mis sur la contribution du modelé à l'émergence des nids de poules. C'est donc une étude globale et multivariée qui pourra situer le poids de chaque facteur dans la détérioration de la voirie.

Références bibliographiques

AGERROUTE, 2015, *La nouvelle route ivoirienne*, AGERROUTE, Abidjan.

AVENARD Jean-Michel, 1971, « Aspects de la géomorphologie », *Mémoires ORSTOM*, 50, p. 9-72.

BAOBAB News, 2019, *Top 10 des pays africains avec des routes de meilleure qualité (2018)*, Afrique, Baobab FR. [En ligne] <https://africa.baobab.news/2019/12/03/top-10-des-pays-africains-avec-des-routes-de-meilleure-qualite-2018/>, consulté le 24/05/2020.

CARTER Alan, 2018, *Reconnaître les types de dégradation des chaussées municipales*, Ecole de technologie supérieure, Québec, 2 p.

DIMBA Pierre, 2018, « Infrastructure routières : une enveloppe de 1500 milliards de F CFA pour financer les projets en 2018 », *Portail officiel du gouvernement*, p. 1-2.

DREJZA Susan, FRIESINGER Stéphanie, BERNATCHEZ Pascal, 2015, *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques*, Volume 3, UQAR, Université du Québec à Rimouski, 308 p.

GROUPEMENT URBAPLAN-TRANSITEC-IOA, 2014, *SDU Bouaké 2030-Phase 1 : diagnostic stratégique*, URBAPLAN, Lausanne.

LCPC, 2006, *Dégradations de surface des routes non revêtues*, LCPC Présentation, Bamako.

N'DIAYE El Hadj Libasse, 2007, *Diagnostic des dégradations sur le tronçon de route Fatick-Kaolack et proposition de solutions préventives et curatives*, Ecole supérieure polytechnique, Thiès, 125 p.

N'DIAYE Saliou Lo Massemba, 2009, *Elaboration d'un catalogue des dégradations des chaussées au Sénégal*, Ecole Supérieure Polytechnique, Thiès, 125 p.

OBOULBIGA Bouama Armelle, 2010, *Les études, techniques détaillées, environnementales et économique des travaux de construction et de bitumage de la route nationale 23 entre Ouahigouya et Djibo*, Fondation 2iE, Ouagadougou, 97 p.

PERRAUD Alain, 1971, « Les sols », *Mémoires ORSTOM*, 50, p. 318-319.

RAKOTOMALALA Ricco, 2005, « Arbre de décision », *Revue MODULAD*, 33, p. 163-187.

RYCHEN Patrick, 2013, *Impact du changement climatique sur les infrastructures*

routières – Analyse de risque et mesures d'adaptation, Thèse, n°5611, École Polytechnique Fédérale, Lausanne, 389 p.

SIMMALA Koulnté, 2009, *Le transport routier interurbain à Kara (Nord-Togo)*, Université de Kara, Kara, 115 p.

SINON Abdoulaye, 2015, *Etude de la hiérarchisation des voies urbaines et amélioration de la sécurité routière dans la ville de Ouagadougou*, Fondation 2ie, Ouagadougou, 91 p.