

FACTEURS ANTHROPO-CLIMATIQUES DE MODIFICATION DU MILIEU NATUREL ET LEURS IMPACTS SUR LES RENDEMENTS AGRICOLES DANS LA COMMUNE DE BOUAKÉ

*Kouamé Fulgence KOUAME, Yao Dieudonné KOUASSI et Alima GUEBRE

Université Alassane Ouattara-Bouaké, Côte d'Ivoire

* Auteur correspondant : Email : ful2k10@gmail.com

Résumé

La commune de Bouaké, centre de la Côte d'Ivoire est sujette aux facteurs anthropiques et climatiques qui influencent négativement le milieu naturel et l'agriculture. C'est dans ce contexte que l'étude présente a été menée afin de montrer l'influence des facteurs anthropo-climatiques sur le milieu naturel. Les images satellitaires Landsat de 1982 (TM), 2000 (ETM+) et 2023 (OLI) ont permis de faire la cartographie de l'occupation du sol de l'espace d'étude. Ainsi, l'étude diachronique de l'occupation du sol a mise en évidence les différentes fluctuations qu'a connu la commune de Bouaké au niveau de sa couverture forestière, l'étalement urbain et les eaux de surface.

Mots-clés : *Anthropo-climatiques, milieu naturel, rendements agricoles, Bouaké.*

Anthropo-climatic factors of modification of the natural environment and their impacts on agricultural yields in the commune of Bouake

Abstract

The Municipality of Bouaké, in central Côte d'Ivoire, is subject to both anthropogenic and climatic factors that negatively affect the natural environment and agriculture. In this context, the present study was conducted to assess the influence of anthropo-climatic factors on the natural environment. Landsat satellite images from 1982 (TM), 2000 (ETM+), and 2023 (OLI) were used to map land use and land cover in the study area. The diachronic analysis of land cover revealed the various changes that have occurred in Bouaké, particularly in terms of forest cover decline, urban sprawl, and surface water dynamics.

Keywords: *Anthropo-climatic, natural environment, agricultural yields*

Introduction

Les changements climatiques (CC) sont perçus de plus en plus sur toute la planète, nous sommes dans une phase de réchauffement climatique. Le monde est ainsi alerté depuis le premier rapport du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) 1990 et de l'incidence de l'activité humaine sur le réchauffement de la planète. A travers la conférence des parties (COP), les Etats proposent des solutions dans le cadre d'une coopération internationale avec pour objectif de limiter les gaz à effet de serre anthropiques responsables du changement

climatique (<https://ccfd-terresolidaire.ORG/cop-26>, consulté le 07/01/2024). Avec pour même objectif, Selon la synthèse du sixième rapport du GIEC, l'influence des êtres humains sur le réchauffement de l'atmosphère, des océans et des continents est sans équivoque et principalement due aux émissions de GES. En effet, la température mondiale sur la période 2011-2020 était de 1,1°C plus élevée que celle sur la période 1850-1900, avec un réchauffement plus important sur les continents (+1,6°C) qu'au-dessus des océans (+0,9°C). Ce réchauffement a des conséquences néfastes sur l'humanité et les écosystèmes qui sont d'ores et déjà perceptibles dans toutes les régions du monde (fonte des glaciers et de la banquise arctique, hausse de la fréquence et de l'intensité des canicules ou précipitations violents, etc.) et vont s'accroître à mesure que les températures s'élèvent (<https://theshiftproject.org/article/climat-synthese-vulgarisee-6eme-rapport-giec/>, consulté le 08/01/2024).

Par ailleurs, l'agriculture est extrêmement sensible aux changements climatiques. En effet, les températures plus élevées diminuent les rendements des cultures utiles tout en entraînant une prolifération des mauvaises herbes et des parasites. La modification des régimes de précipitations augmente la probabilité de mauvaises récoltes à court terme et une baisse de la production à long terme. Bien que certaines régions du monde puissent enregistrer une amélioration de quelques-unes de leurs cultures, le changement climatique aura généralement des impacts négatifs sur l'agriculture et menacera la sécurité alimentaire au niveau mondial (G.C. NELSON et *al* 2009, p.7). Cependant, le changement climatique accru par l'action humaine sur le milieu naturel et l'agriculture ouest africaine nous préoccupe davantage. En Afrique de l'ouest, le changement climatique à travers ses variabilités climatiques se perçoit également. L'Afrique de l'ouest est la première puissance agricole de l'Afrique (<https://www.rfi.org>, consulté le 08/01/2024). En effet, elle réalise un tiers du produit agricole africain. Les céréales sèches, mil, sorgho et fonio n'ont pas connu de progrès de rendements et sont confrontés à des conditions climatiques rudes. En revanche, le maïs a su pleinement bénéficier de son intégration dans les « systèmes coton » et a tiré profit des efforts d'intensification (<https://www.wathi.org/lagriculture-et-lalimentation-en-afrique-de-louest-mutations-performances-et-politiques-agricoles-cedeao>, consulté le 07/01/2024). Les questions relatives au changement et variabilité climatiques préoccupent les communautés scientifiques et les décideurs politiques, en raison de leurs effets dommageables sur les écosystèmes et les activités humaines (D. NOUFE et *al* 2016, p.242).

La présente étude vise à montrer l'influence des facteurs anthropo-climatiques sur le milieu naturel et les rendements agricoles dans la commune de Bouaké. Spécifiquement, elle vise à analyser l'impact des facteurs anthropo-climatiques sur le milieu naturel dans la commune de Bouaké.

1. Méthodologie

1.1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude est la commune de Bouaké, située au centre de la Côte d'Ivoire exactement entre les $5^{\circ}7'00''$ et $4^{\circ}38'00''$ de longitude Ouest et les parallèles $7^{\circ}45'00''$ et $7^{\circ}38'00''$ de latitude Nord (figure 1).

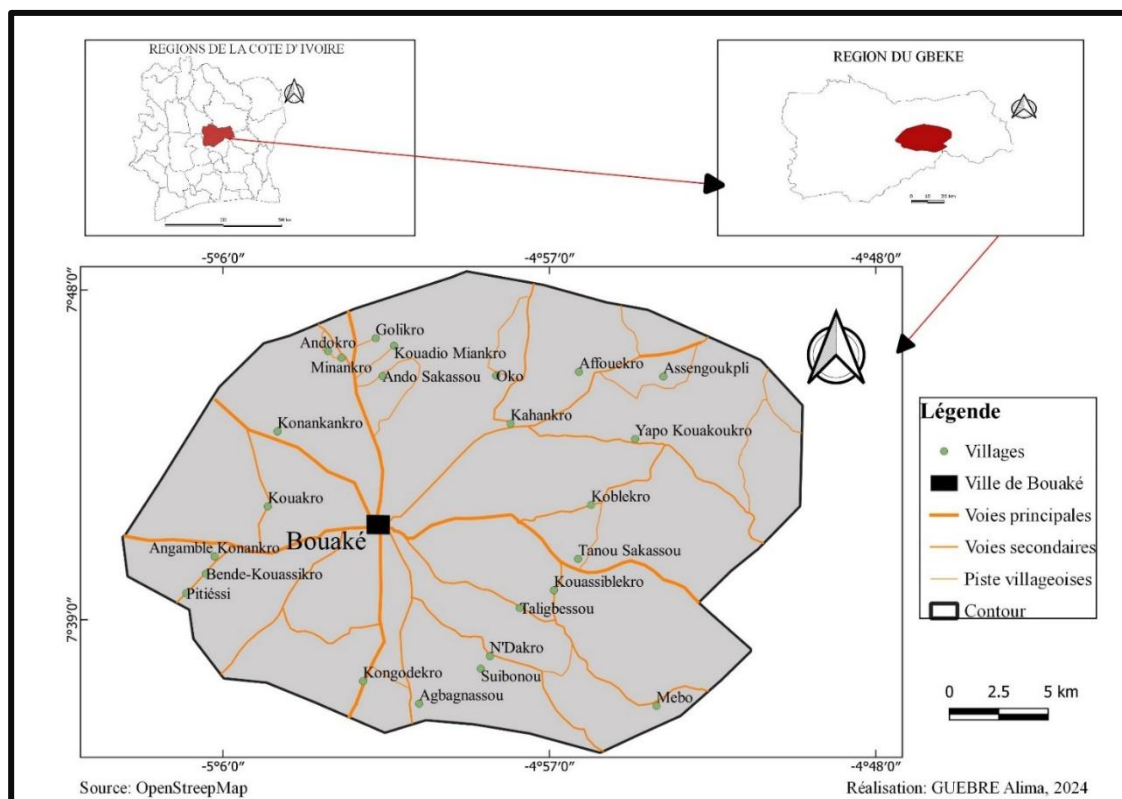


Figure 1 : Zone d'étude

La commune de Bouaké couvre une superficie d'environ 13000 ha, située à environ 350 km d'Abidjan, elle constitue la deuxième plus grande ville de la Côte d'Ivoire après la ville d'Abidjan. Elle est située au centre de la Côte d'Ivoire avec une population de 832 371 habitants (RGPH-2021) et une superficie de 72 km². La commune est limitée au nord par la commune de Katiola, au sud par celle de Djébonoua, à l'ouest par les communes de Béoumi et Sakassou, et à l'est par la commune de Brobo.

Bouaké se développe sur un plateau disséqué et est partagé entre trois sous bassins versants tributaires du fleuve Bandama : au nord le bassin versant de la Loka, celui du Kan au sud et à l'est le bassin versants du Soungourou. Située dans une zone de transition entre la forêt dense humide et la savane, sa couverture forestière a diminué au fil du temps en raison des facteurs anthropiques dont l'urbanisation, l'agriculture et l'exploitation du bois. L'ensemble des facteurs anthropiques

conciliés aux facteurs climatiques constituent une entrave au milieu naturel de la commune de Bouaké.

1.2. Matériels

1.2.1. Les données satellitaires

Pour cette étude, les images satellitaires utilisées sont des images Landsat de 1982 à 2023. Elles ont été téléchargées sur le site <http://earthexplorer.usgs.gov> qui fournit des données satellitaires de haute résolution, pour plus de spécificité, il a été question de télécharger des images Landsat TM (Thematic mapper) de 1982, ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de 2000 et OLI+ (Operational Landsat Imager Plus) de 2023 (tableau 1) afin de mettre en évidence l'occupation du sol et la dynamique du couvert végétal dans la commune de Bouaké. De plus, nous avons téléchargé le Modèle Numérique de Terrain (MNT) scènes 005/006 qui a été acquis en 2000 et publié en 2014 afin de générer le réseau hydrographique et réaliser la carte de la morphologie de la commune de Bouaké. Toutes les images satellitaires sont de projection UTM zone 30 N avec l'ellipsoïde WGS84.

Tableau I : Date d'acquisition des images Landsat et références

Années		1982	2000	2023
Capteurs		TM 4-5 Résolution : 30m	ETM+ Résolution : 30m	OLI Résolution : 30m
Scènes		Path : 196 Row : 055 23-12-1982	Path : 196 Row : 055 09-02-2000	Path : 196 Row : 055 09-12-2023
Scènes		Path : 197 Row : 055 24-12-1982	Path : 197 Row : 055 16-02-2000	Path : 197 Row : 055 24-12-2023

Source : USGS, 2024

1.3. Méthodes

Le traitement des images satellitaires a nécessité une correction radiométrique et atmosphérique, une composition colorée, une classification supervisée et enfin l'élaboration des cartes d'occupations du sol.

1.3.1. Corrections radiométrique et atmosphérique

La correction radiométrique a été appliquée aux images Landsat afin de corriger les différents artefacts qui perturbent la mesure radiométrique comme les défauts du capteur et le voile atmosphérique.

La correction atmosphérique quant à elle débarrasse le rayonnement de tous ces effets atmosphériques, et convertit les radiances en réflectance. En effet, les conditions atmosphériques au-dessus d'une région perturbent le rayonnement émis par la surface du sol en direction de l'atmosphère et qui est enregistré par les capteurs des satellites. Il est ainsi donc recommandé de corriger les images satellites afin d'éliminer ces perturbations avant toute analyse (E. D. TIOMO et al, 2021, P. 12). Ces différentes corrections appliquées aux images Landsat ont favorisé une bonne visualisation des différents éléments sans confusion.

1.3.2. Composition colorée

La conception d'une composition colorée consiste à affecter à chacune des trois couleurs primaires notamment le rouge, le vert et le bleu qui représentent les trois bandes spectrales d'un capteur satellite. Elle présente deux variantes, une composition vraie couleur et une composition fausse couleur. En effet, l'image en vraie couleur présente la réalité et les couleurs qui y sont présentes sont exactement perceptibles à l'œil nu. Cependant, une composition en fausse couleur est une image où les couleurs affichées ne correspondent pas aux couleurs réelles que l'on observerait à l'œil nu. Ces couleurs sont attribuées arbitrairement pour mettre en évidence certaines caractéristiques de l'image, souvent dans le but d'une analyse plus efficace. Ces deux variantes ont été appliquées aux images téléchargées et ont permis une bonne détection des différentes zones.

1.3.3. Classification supervisée

La classification supervisée s'applique en déterminant aux préalables les différentes classes d'information qui sont ensuite utilisées pour définir les classes spectrales qui les représentent dans l'image proprement dite. Dans cette étude, cinq classes spécifiques ont été déterminées sur les images Landsat et après la numérisation des différentes zones, la méthode de maximum de vraisemblance a été établie à partir des compositions colorées des images. Cette méthode consiste à classer les pixels en fonction de leur ressemblance avec des comptes numériques d'objet géographiques de référence préalablement déterminés sur l'image (parcelles ou sites d'entraînements) et validés par des relevés de terrain.

1.3.4. Élaboration de la carte d'occupation du sol

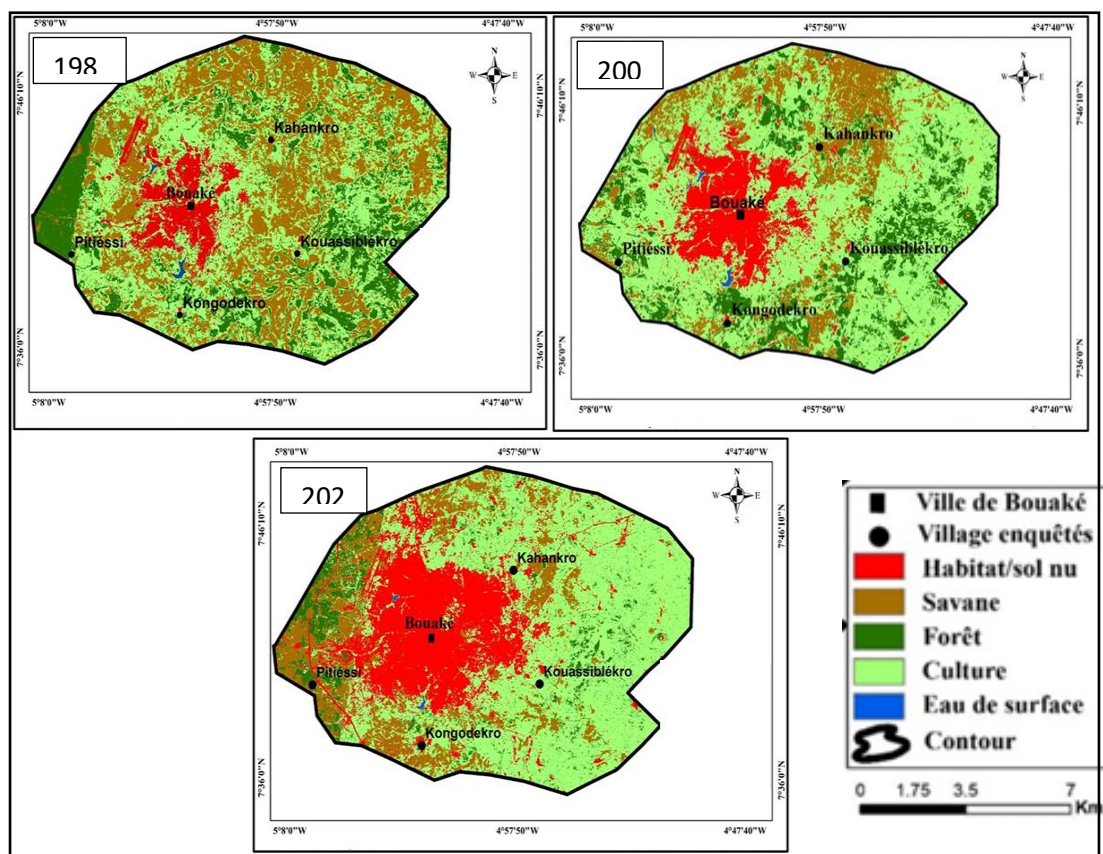
La carte d'occupation du sol représente la couverture (bio) physique observée sur la surface de la zone étudiée. Par ailleurs, elle se définit comme une image des occupations du sol qui s'élabore sur la base d'une spatonaute ou d'une image brute, avec pour principe général de faire correspondre les pixels ayant les mêmes propriétés à une classe (déterminé dans la classification supervisée) qui définit le type d'occupation du sol.

La réalisation d'une carte d'occupation du sol part de tous ces traitements spécifiques détaillés ci haut. Les images Landsat ont subi tous ces traitements pour aboutir à des cartes d'occupations du sol.

2. RESULTATS

2.1. Impacts des facteurs anthropiques sur le couvert végétal

La détermination des impacts des facteurs anthropo-climatiques sur le couvert végétal de la commune de Bouaké s'est faite à travers une analyse diachronique. L'analyse diachronique de l'évolution du couvert végétal dans cette section a pour but de mettre en lumière son évolution de 1982 à 2023 à travers des cartes d'occupations du sol présentant différentes classes spécifiques, notamment l'habitat et sol nu, les forêts, les cultures, la savane et les eaux de surface dans la commune de Bouaké (figure 2).



Source : USGS , 2024

Réalisation : K Fulgence KOUAME, 2024

Figure 2 : Occupation des sols dans la commune de Bouaké de 1982 à 2023

Au travers de l'étude diachronique des occupations du sol de la commune de Bouaké de 1982 à 2023, il se présente diverses fluctuations. En 1982, la couverture forestière présentait une grande prédominance avec une superficie de 157794 ha soit une superficie de 24 %. Dix-huit années plus tard, en 2000, la commune de Bouaké subit une diminution drastique de sa couverture forestière en passant à une superficie de 86414 ha soit une proportion de 13%. L'on note une régression de 9% de la couverture forestière de 1982 à 2000 dans la commune de Bouaké. L'année 2023 met en lumière une superficie forestière de 45608 ha soit un pourcentage de 7%. La spatialisation des occupations du sol de 1982 à 2023 met en évidence une mutation intense qu'a traversée la commune de Bouaké.

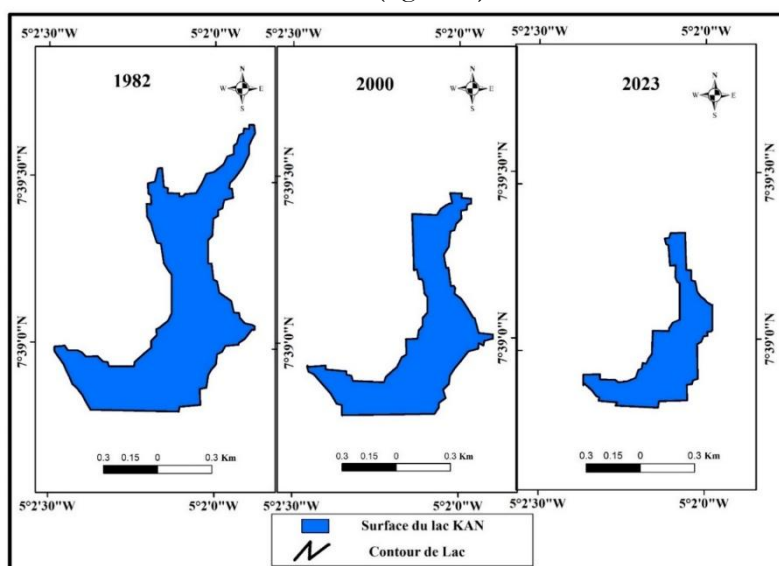
Contrairement à la couverture forestière, l'habitat et le sol nu en rouge s'étalent rapidement en raison de l'urbanisation accélérée dans la commune de Bouaké. De 1982 à 2023 la commune enregistre un pourcentage de 7% à 24% en termes d'étalement urbain

2.2. Impacts des facteurs climatiques sur les ressources en eau de surface

Du point de l'impact des facteurs climatiques sur les ressources en eau de surface de la commune de Bouaké, la pluviométrie, la température et l'humidité jouent un rôle crucial et se manifestent clairement.

2.2.1. Détérioration de la quantité des eaux de surface (Cas du lac Kan)

Le lac Kan a été mise en lumière pour témoigner la détérioration des eaux de surface dans la commune de Bouaké (figure 3).



Source : USGS, 2024

Réalisation : Y. Diendonné KOUASSI, 2024

Figure 3 : Régression surfacique du lac Kan dans la commune Bouaké de 1982 à 2023

La figure 3 présente l'évolution du lac Kan de la commune de Bouaké qui présente une régression de sa superficie de 1982 à 2023. En effet, le lac Kan présente une superficie de 58 hectares en 1982, 38 hectares en 2000, soit une baisse de 20 hectares en 18 ans. En 2023, il présente une superficie de 22 hectares, soit une baisse de 16 hectares en 23 ans. De 1982 à 2023, on note une régression générale dans l'évolution du lac Kan.

L'irrégularité pluviométrique associée à la baisse de la pluviométrie et l'accentuation de la température dans la commune de Bouaké traduisent cette régression notable du lac Kan (figure 4).

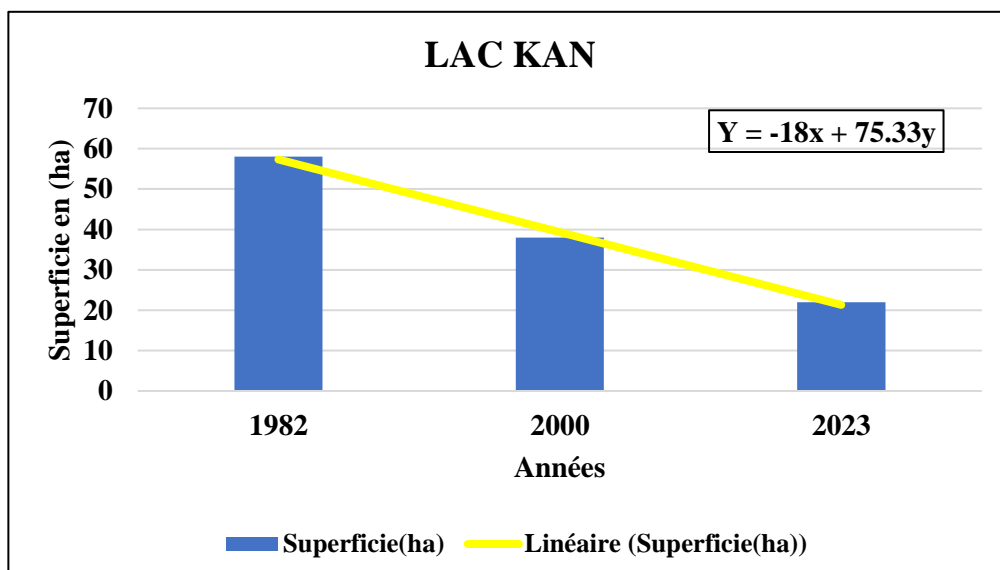


Figure 4 : Décroissance de la superficie de Kan de 1982 à 2023

Le graphique présente la régression successive du lac Kan de 1982 à 2023. En effet cette régression de la superficie au cours des années se vérifie à travers l'équation de la droite de tendance $Y = -18x + 75.33y$. Le coefficient directeur de la droite de tendance est inférieur à zéro, ce qui met en évidence la régression successive de la superficie du lac Kan.

3. DISCUSSION

Pour l'impact des facteurs anthropo-climatiques sur le milieu naturel de la commune de Bouaké, les résultats trouvés sont en adéquations avec diverses études antérieures dont l'étude de H.D.N'Da et *al* (2009, P.17) et S.BIGOT (2005, P.12) qui soulignent que sous pressions anthropiques, plusieurs hectares de forêts disparaissent chaque année en Côte d'Ivoire, suivit de F. K. N'GUESSAN et Z. KOLI BI (2016, P.5) qui mentionnent dans la région de Gbêkê que, le couvert végétal est en régression depuis plusieurs années à raison des facteurs endogènes dont l'action humaine et des facteurs exogènes en occurrence le rythme de la pluviométrie de ladite région.

En outre J.DEMENOIS et V.FREYCON (2019, , P.1) s'énoncent sur le sol et évoquent que, tout usage des sociétés humaines modifie le sol dans tous ses fonctions positivement ou négativement en l'illustrant avec l'érosion hydrique qui touche 20% des sols d'Europe due au ruissellement de l'eau de surface d'origine naturelle mais qui est fortement accentué par l'homme et ses pratiques agricoles tout en mettent en évidence l'artificialisation des sols due au développement de l'urbanisation (étalement urbain et extension périurbaine), engendrant ainsi la baisse des activités de la microfaune et de la faune, responsable de la macro porosité du sol et de la diffusion de l'air et de l'eau dans le sol. Laissant le sol dégradé et appauvri. De plus R.M.N. FOSSOU et *al* (2014, P.15) évoquent dans leurs études que la baisse de la pluviométrie entraîne le tarissement des eaux de surface.

L'ensemble de ces cohérences renforcent la validité de nos résultats. Cependant, certaines divergences entre nos résultats et ceux des études antérieures doivent être soulignées. En effet, G. IOUALALEN, 2012, P.123 expose dans son étude que les changements au niveau du couvert végétal (à travers sa régression) sont dus aux conséquences des pressions anthropiques conjuguées à l'augmentation des températures sans toutefois élucider clairement l'impact de l'évolution de la pluviométrie qui se présente aussi importante dans la caractérisation du couvert végétal. De plus, R.M.N. FOSSOU et *al* (2014, P.15) soulignent que la baisse de la pluviométrie se présente comme l'unique facteur explicatif du tarissement des eaux de surface.

CONCLUSION

Les impacts des facteurs anthropo-climatiques sur le milieu naturel sont accentués et dégradent de plus en plus le milieu naturel. Le climat agit en fonction des actions anthropiques. En effet, une régression massive du couvert végétal, engendrée par l'urbanisation accélérée et l'augmentation de la population, avec des eaux de surfaces de plus en plus pollué, une forte demande des surfaces agricoles pour satisfaire les besoins des populations et la dégradation excessive des sols influencent le milieu naturel. Toutes ces fluctuations font réagir le climat qui présente des conditions climatiques défavorables agissant sur le milieu naturel. La baisse et l'irrégularité de la pluviométrie, l'augmentation de la température et l'humidité en baisse qui prévaut dans la commune de Bouaké entravent la régulation du milieu naturel.

BIBLIOGRAPHIE

BIGOT Sylvain, YAO Télésphore, OSZWALD Johan et DIEDHIOU Arona 2005, *facteurs de la variabilité climatique en Côte d'Ivoire avec certaines modifications environnementales*, pp. 5-13.
BOKO-KOIADIA Adjoua. Nadège, CISSE Gueladio, KONE Brama, SERI Dedy 2016, *variabilité climatique et changements dans l'environnement à Korbogo en Côte d'Ivoire : Mythes ou Réalité ?* pp. 158-176.

- DEMENOIS Julien et FREYCON Vincent 2019, *sols : Milieux fragiles à protéger* pp. 1-4.
- DIBI N'da Hyppolite, N'GUESSAN Kouakou Edouard, WADJA Mathieu Egnankou, KOUADIO Affian 2008, *apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le parc national de la maraboué (Côte d'Ivoire)*, pp. 17-34.
- DIOMANDE Beh Ibrahim, DIA Hantchi Karimou et GBALOU De Sahi Junior 2017, *état de la déforestation, incidences climatiques et socio-économiques dans la commune de Bouaké Côte d'Ivoire*, pp.87-101.
- DIOMANDE Beh Ibrahim, KANGAH Pauline Agoh Dibi, KOUAKOU Bernard Dje 2014, *variabilité du bilan hydrique dans les régions de savanes en Côte d'Ivoire*, pp. 28-40.
- ELSA Richard 2017, *l'adaptation aux changements climatiques*, pp. 127-128.
- FIKRI Benbrahim Kawtar, MAHAMMAD Ismaili, FIKRI Benbrahim Sanae 2004, TRIBAK Abdellatif, *problème de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : impact du phénomène au Maroc*, pp. 15-22.
- FOSSOU N'Guessan Rosine Marie, SORO Nagnin, TRAORE Vieux Boukhaly, LASM Théophile, SAMBOU Soussou, SORO Tanina, OROU Kotchi Rodrigue, CISSE Talla, Mohamed et KANE Alioune 2014, *variabilité climatique et son incidence sur les ressources en eaux de surface : cas des stations de Bocanda et de Dimbokro, Centre-Est de la Côte d'Ivoire en Afrique de l'Ouest*, pp. 118-134.
- GUY Pascal, PLANCHERON Françoise, BIO Abraham, KOUACOU Elvis, MORNEAU François 2023, *la forêt et la faune de Côte d'Ivoire dans une situation alarmante –Synthèse des résultats de l'inventaire forestier et faunique national*, pp. 47-72.
- IOUALALEN Ghenima 2012, *analyse multi-temporelle de la végétation de la réserve naturelle d'El mergueb (M'sila) par application des techniques géomatiques*, 141 p.
- KAMAGATE Anzoumanan, YAO Blaise Koffi 2019, *impacts des évolutions climatiques sur les ressources en eau des petits bassins en Afrique Sub-Saharienne : Application au bassin versant du Bandama à Tortiya (Nord Côte d'Ivoire)*, pp.84-105.
- LECERF Rémi 2008, *suivi des changements d'occupation et d'utilisation des sols d'origine anthropique et climatique à l'échelle régionale par télédétection moyenne résolution*, 326 p.
- MAILLARD Thomas 2019, *la ressource en eau dans la région de Gbéké (Côte d'Ivoire)*, pp.1-13.
- NELSON Gérald, ROSEGRANT Mark, KOO Jawoo, ROBERTSON Richard et SULSER Timothy 2009, *changement climatique : impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation*, 30 p.
- N'GUESSAN Kouassi Flugence et KOLI BI Zuéli 2016, *quelques facteurs explicatifs de l'évolution du couvert végétal de la région du gbeke (Côte d'Ivoire)*, pp. 1661-1665.
- NOUFE Dabissi, KOUADIO A.Z, WAYOU P.T, GOULA B.T.A, SAVANE I 2016, *impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'igname en Zones Centre et Nord de la Cote d'Ivoire*, 242 p.

TIOMO Dongfack Emmanuel, MATSAGUIN N C A, TSAFACK Ngoufo S 2021, *evaluation de l'impact de la correction atmosphérique sur la précision globale de la cartographie de l'occupation du sol par télédétection*, 12p.

TRA BI Zamblé Armand 2013, *étude de l'impact des activités anthropiques et de la variabilité climatique sur la végétation et les usages des sols, par l'utilisation de la télédétection et des statistiques agricoles, sur le bassin versant du Bouregreg (Maroc)*, 191 p.

VISSOH Pierre, TOSSOU Rigobert, DEDEHOUANOU Houinsou, GUIBERT Herve, CODJIA Olivier, VODOUHE Simplicie et AGBOSSOU Euloge 2012, *perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjoubon et de Dangbo au sud-est du Bénin*, pp. 479-492.

YEO Petanhangui. et SILWE Kaphalo Segorbah 2021, *en Côte d'Ivoire, les changements climatiques sont moyennement connus mais beaucoup ressentis*, pp.1-10.