



ISSN: 2230-9926

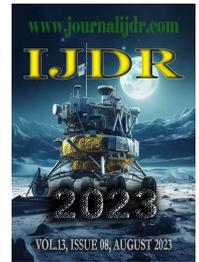
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 13, Issue, 08, pp. 63385-63393, August, 2023

<https://doi.org/10.37118/ijdr.27031.08.2023>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

MODÉLISATION DE LA DYNAMIQUE DES UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES DANS LA COMMUNE RURALE DE KOUKA (BURKINA FASO)

KONKOBO Jacques^{1*}, YAMEOGO Augustin², SOMÉ Nifababé Jean³ and SOMÉ Yélézouomin Stéphane Corentin⁴

^{1,3,4} Université Norbert ZONGO, Laboratoire de Recherche en Sciences Humaines (LABOSHS), Koudougou, Burkina Faso; ² Université de Fada N'Gourma (Fada N'Gourma/Burkina Faso)

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th May, 2023
Received in revised form
20th June, 2023
Accepted 20th July, 2023
Published online 29th August, 2023

Key Words:

Burkina Faso, Commune Rurale De Kouka, LCM, CA-Markov, Modélisation.

*Corresponding author:
KONKOBO Jacques

ABSTRACT

L'exploitation des ressources naturelles (végétation-sol) pour des activités anthropiques dans la commune rurale de Kouka, au nord-ouest du Burkina Faso, ne suivent pas une rationalité pour une durabilité des écosystèmes. La présente étude vise à modéliser les changements spatio-temporels des unités d'occupation des terres, dans le contexte des pratiques diverses observées en matière d'exploitation des ressources naturelles. Les modèles CA_Markov et LCM sous IDRISI ont été utilisés pour modéliser la dynamique spatio-temporelle à l'horizon 2050. Les résultats des analyses montrent que les unités d'occupation des terres seront dominées par les espaces agricoles et l'habitat au détriment de la végétation naturelle si les pratiques actuelles d'exploitation des ressources naturelles sont maintenues ou améliorées. Le scénario optimiste avec LCM, montre qu'en 2050, les espaces agricoles occuperont 50,99% (soit 37036,05 ha), les savanes arbustives 44,98% de la superficie communale; par rapport à leurs proportions de 2020 qui étaient respectivement de 63,93% et 31,71%. Quant au scénario pessimiste avec CA_Markov, en 2050, les espaces agricoles représenteront 75,48% et les savanes arbustives 20,08 % du territoire communal. La pression anthropique sur les formations naturelles combinée à la variabilité climatique sera les principales causes de ces changements paysagers. La mise en place d'une nouvelle politique plus adéquate de mode d'utilisation des terres basant sur l'agroécologie permettra de modifier cette trajectoire de la dynamique des unités physiographiques.

Copyright©2023, KONKOBO Jacques et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: KONKOBO Jacques, YAMEOGO Augustin, SOMÉ Nifababé Jean and SOMÉ Yélézouomin Stéphane Corentin. 2023. "Modélisation de la dynamique des unités d'occupation des terres dans la commune rurale de kouka (Burkina Faso)", *International Journal of Development Research*, 13, (08), 63385-63393.

INTRODUCTION

En Afrique occidentale, les ressources naturelles enregistrent des mutations perceptibles aussi bien à l'échelle locale que régionale (TCHIBOZO E. A. M. 2020, p.500). Les causes souvent évoquées sont la croissance de la population et les effets de la variabilité climatique. Ces mutations sont à l'origine de la détérioration des ressources naturelles compromettant ainsi les activités socioéconomiques des populations. Au Burkina Faso en général et dans la commune rurale de Kouka en particulier, les ressources naturelles (sol, végétation, eau) servent de sources d'exploitation dans les activités agro-sylvo-pastorales. Cependant, ces ressources sont menacées à cause de l'évolution démographique et de ses corollaires sur l'environnement. En effet, les mauvaises pratiques observées en matière d'occupation et d'utilisation des terres, y compris la déforestation et l'expansion de l'agriculture, détériorent les ressources naturelles (KOUASSI K. J-L., 2014, P.41).

De ce fait, l'étude des dynamiques de changement dans les paysages peut être employée par l'utilisation d'outils de modélisation et de simulation spatio-temporelle pour aider à la conservation des ressources naturelles. Pour étudier ce dynamisme complexe, il est possible d'utiliser des approches de modélisation pour simuler des interactions entre les individus et leur environnement et, de cette façon, évaluer les comportements résultants à différentes échelles, ce qui permet de décider quel modèle convient le mieux à chaque scénario en visant toutes les variables (MARIANA de Oliveira Tiné, 2018, p.3). La compréhension des observations sur les mutations des paysages est donc cruciale en raison des interactions avec les activités humaines (SEKO O. M. A. et al., 2020, p.274). C'est pourquoi une étude prospective pour l'horizon 2050 sur la base de l'évolution démographique et de la pression anthropique sur les ressources naturelles que sont les formations végétales et les sols. En effet, au Burkina Faso, la modélisation de la dynamique de l'occupation des sols demeure un aspect très peu abordé dans la plupart des études, particulièrement dans la commune rurale de Kouka. Ainsi, l'étude de

la dynamique de l'occupation des terres et, surtout, sa modélisation restent des domaines à explorer dans les travaux de recherche au Burkina Faso. Cette modélisation permettra de connaître l'évolution du paysage à l'horizon 2050 basée sur le modèle CA_MARKOV et LCM, afin de projeter des scénarios futurs de la distribution spatiale des paysages ruraux notamment dans la commune rurale de Kouka. Sur ce, le sujet est traité selon les axes suivants : une approche méthodologique, les résultats et la discussion.

Approche méthodologique: L'approche méthodologique présente la zone d'étude, la méthode et les outils utilisés dans le cadre de ce travail.

Cadre géographique de l'étude: Kouka est une Commune rurale située dans la partie sud de la province des Banwa qui fait partie de la région de la Boucle du Mouhoun au nord-ouest du Burkina Faso. D'après la Base Nationale de Données Topographiques (BNDT), elle se situe 11°42'01" et 12° 7'30" de Latitude Nord et 4°14' et 4°30' de Longitude Ouest (Figure1). La commune s'étend sur une superficie d'environ 700 km², soit 11,76% du territoire provincial (5 954 km²) et 2,03% de la Région (34 497 km²).

septembre au Nord (Figure 2). La figure 2 montre le diagramme ombrothermique de la zone d'étude. La nature des sols est le reflet des facteurs géomorphologiques (plateau gréseux, glacis, bas-fond), de la nature du substrat d'altération (grès, Schiste) et du climat. Quatre classes distinctes de sols sont rencontrées dans la commune de Kouka : les sols minéraux bruts, les sols ferrugineux ou sols à sesquioxides, les sols peu évolués et les sols hydromorphes . Tous ces types de sol connaissent un fort niveau de dégradation. Les causes sont généralement liées aux actions conjuguées de l'homme, des animaux, des facteurs climatiques et de la topographie du milieu. La surexploitation des champs, le surpâturage, les défrichements sont donc à l'origine d'une érosion hydrique intense des hautes terres (plateau). Selon les résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) du Burkina Faso de 2006 et de 2019, la population de cette commune est passée de 59118 habitants à 73717 en 2019. Sa densité qui était de 47,16 habitants au km² en 2006 a atteint 105,31 habitants au km² en 2019. L'agriculture, principale activité socioéconomique de cette localité, occupe environ 90 % de la population active (Plan de Développement Communal Kouka, 2021, p. 34). Le système de production agricole est de type familial basé sur un mode de production extensif.

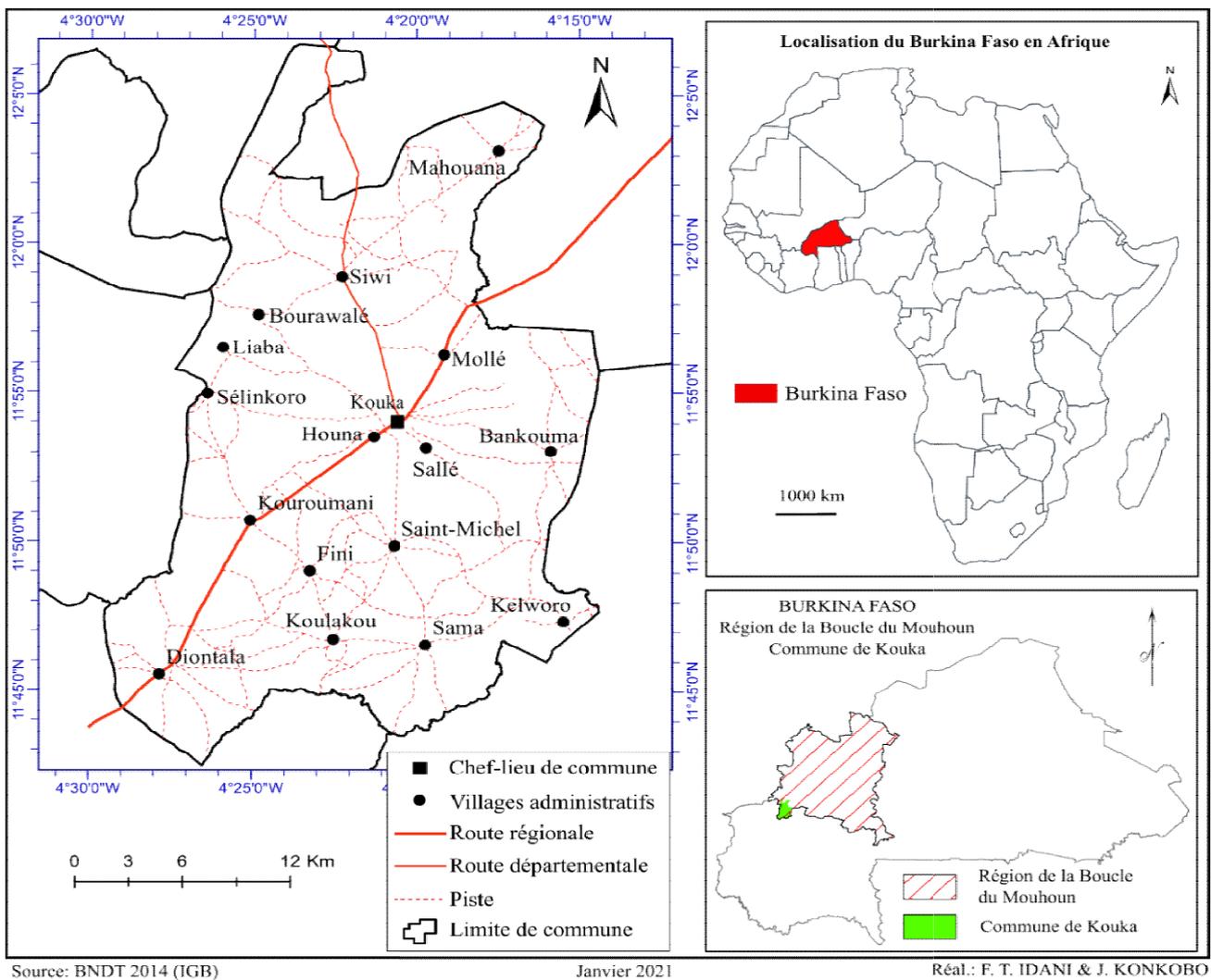
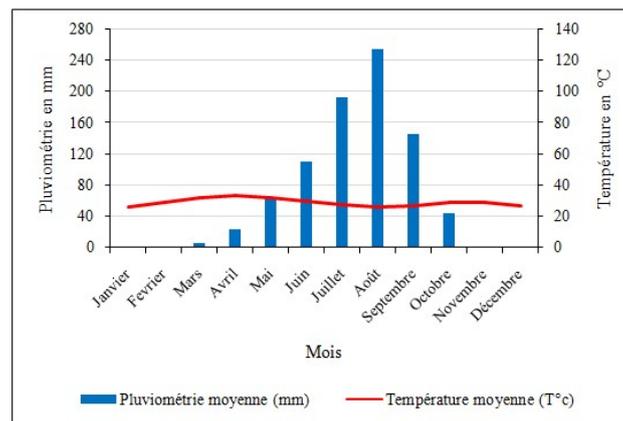


Figure n°1. localisation de la commune de Kouka au Burkina Faso

La commune rurale de Kouka subit l'influence du climat soudano-sahélien selon le découpage thermo-climatique du Burkina Faso avec une pluviométrie moyenne annuelle de 842,60 mm pour la période 1990-2020, selon les données météorologiques de la station synoptique de Dédougou. La pluviométrie est sous l'influence du Front intertropical (FIT) dont la fluctuation du sud vers le nord et du nord vers le sud caractérise les deux saisons (sèche et pluvieuse). La saison sèche dure huit mois au Nord et six au Sud tandis que la saison humide s'étend de mi-avril à mi-octobre au Sud et de juin à

C'est une agriculture de subsistance, principalement pluviale, centrée sur la production céréalière, maraîchère et de rente. L'élevage est la deuxième activité socioéconomique de la commune après l'agriculture. De type traditionnel, l'alimentation du bétail est assurée en grande partie, par le pâturage naturel. Les principales espèces élevées sont: les bovins, les caprins, les ovins, et la volaille. On rencontre principalement trois systèmes d'élevage dans la commune de Kouka: l'élevage extensif, l'élevage semi-intensif et l'élevage transhumant.



Source des données: station synoptique de Dédougou, 2021

Figure 2. Digramme pluvio-thermique

Tableau 1. Caractéristiques des images Landsat utilisées

Type d'image	Date	Résolution spatiale	Path	Row	Source
Landsat 7	19 février 2000	30 m	197	52	http://earthexplorer.usgs.gov/ .
Landsat 7	4 février 2010	30 m	197	52	http://earthexplorer.usgs.gov/ .
Landsat 8	14 mars 2020	30 m	197	52	http://earthexplorer.usgs.gov/ .

Données et methods

Données utilisées: Les données utilisées sont de plusieurs natures

- **Données démographiques :** elles ont été collectées sur la base des travaux de l'INSD et concernent les statistiques des différents Recensements Généraux de la population et de l'Habitat de 2006 et 2019 (RGPH).
- **Données climatiques:** ces données ont servi pour la caractérisation du climat. Les données climatiques collectées que sont les statistiques des précipitations, des températures, sont celles de la station synoptique de Dédougou et couvrent la période 1990-2020.
- **Données cartographiques et spatiales:** Les données cartographiques utilisées concernent les Bases Nationales de Données Topographiques (BNDT). Elles ont servi de fond de carte. Quant aux données spatiales, elles ont été téléchargées sur le site <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Il s'agit des images satellitaires de Landsat: Images Landsat 7 (ETM + (EnhanceThematic Mapper)) de 2000 et 2010 et Landsat 8 (OLI (Operational Land Imager)) de 2020. Le tableau 1 montre les caractéristiques des images satellitaires utilisées dans cette étude.

Traitement des images satellitaires: L'exploitation des images satellitaires a nécessité les activités suivantes: la numérisation, la photo-interprétation, les travaux de terrain et la détection des changements intervenus entre 2000 et 2020. Après le redressement des images, il a été procédé à l'interprétation et la numérisation des différentes unités d'occupation des sols (Champs, forêt-galerie, savane arbustive, habitat...). De ce fait, le logiciel QGIS a été utilisé pour le traitement des images satellites Landsat 7 et 8 utilisées. La composition colorée 4-3-2 a été faite pour les images Landsat 7 et celle 5-4-3 a été faite pour les images Landsat 8. Ces deux compositions colorées ont été utilisées à cause des bandes infra-rouge et proche-infrarouge qui permettent une bonne réflectance de la végétation. Après le rehaussement des images, la classification supervisée Maximum Likelihood ou maximum de vraisemblance a été utilisée. Pour la poste classification, l'algorithme Majority/Minority Analysis est utilisé. Compte tenu de la diversité des unités à cartographier, il y a eu une photo-interprétation visuelle sur la base de la documentation disponible et de la signature spectrale des canaux de l'image. Des vérifications de terrain ont été effectuées, avec pour objectif de valider la photo-interprétation des différentes unités d'occupation des terres de l'image de 2020. Pour détecter la dynamique des unités, les vecteurs issus de l'interprétation des trois images ont été superposés pour donner une couche résultante appelée

matrice des changements ou de transition. Cette couche a permis d'identifier les types d'évolution et de calculer les superficies concernées. Enfin après l'étape de la vectorisation, les vecteurs sont exportés en fichiers de forme vers un logiciel de cartographie en l'occurrence ArcGIS pour peaufiner et réaliser les différentes cartes des unités physiographiques.

Présentation des modèles choisis et des méthodes de prevision: La modélisation de la dynamique des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050 prend en compte une phase de préparation des données qui consiste à les mettre dans un format utilisable par l'outil de modélisation. Il s'agit ensuite de faire fonctionner le modèle, puis de valider les résultats de la modélisation.

La prévision optimiste avec LCM: Ce modèle permet de projeter la dynamique spatio-temporelle des unités physiographiques dans le futur et d'en évaluer l'impact sur la biodiversité (KOUASSI K. J-L., 2013, p.13 ; VAUBOUDE E. M-D., 2019, p.11). Les outils de Land Change Modeler (LCM) permettent de réaliser le scénario optimiste basé sur la prévision "souple". Le modèle LCM utilise plusieurs données auxiliaires affectant l'évolution des unités d'occupation des sols. La prévision "souple" considère des données auxiliaires qui atténuent la dégradation du couvert végétal et favorisent le développement de la végétation. Les données de base concernent les classifications de 2010 et 2020 dont les comportements sont assignés à la prévision. Le modèle évalue les modifications intervenues sur l'unité ainsi que les changements entre les différentes unités. En effet, il montre le poids de chaque unité sur les transformations des autres. Le choix du modèle LCM repose sur le fait qu'il possède un environnement plus automatisé et qui offre donc l'avantage d'une plus grande facilité et rapidité dans le traitement des données (KABORE O., 2013, p. 119).

Prévision pessimiste ou tendancielle avec CA_Markov: Selon cette prévision, les unités à simuler doivent correspondre parfaitement dans l'ordre afin de pouvoir évaluer les changements d'une année à l'autre. Le modèle CA-Markov est une procédure de prédiction de changement d'utilisation de sol combinant chaînes de Markov (quantité), évaluation multicritère (EMC) (localisation) et filtrage (VAUBOUDE E. M-D., 2019, p.14). L'outil Markov compare deux cartes de dates différentes pour calculer les superficies des unités par un décompte des pixels afin de générer les probabilités de changement d'une unité en une autre. Ainsi, il détermine l'évolution spatiale et temporelle des unités d'occupation des terres. L'automate cellulaire CA-Markov se sert de la dernière année comme référence et des statistiques de changement pour générer la carte prospective. Le

modèle hybride de Markov et d'Automates cellulaires (CA-Markov) utilisent des matrices de chaîne de Markov pour déterminer la quantité de changements. Le modèle CA-Markov a plusieurs fois été utilisé avec succès dans les régions tropicales et il offre un meilleur résultat par rapport à d'autres modèles bien connus. Le choix est donc porté sur sa performance, sa potentielle multi-échelle, sa procédure spatialement explicite basée sur des données matricielles et le fait qu'il ait été appliqué de multiples fois avec succès par plusieurs auteurs dans la littérature (MAS J. F. et al., 2011 ; KOUASSI K. J-L., 2014 ; HONVOU S. H. S., et al., 2022 ; LONGARETTI P Y. et al., 2016 ; MARIANA de Oliveira Tiné, 2018 ; TCHIBOZO E. A. M., 2020 ; SEKO O. M. A. et al., 2020). Selon les travaux de ces auteurs, le modèle CA-Markov a donné des résultats meilleurs dans la simulation tendancielle de l'occupation du sol par les unités physiographiques comparativement aux autres modèles. Selon HONVOU S. H. S., et al., (2022, p. 22), la procédure du modèle Markov d'IDRISI comporte plusieurs étapes. Il s'agit de : (i) l'évaluation de la quantité de changement à travers l'analyse des chaînes Markov. Elle consiste à produire à partir de deux images d'occupation du sol (2010 et 2020) une matrice de transition. Les chaînes Markov servent à calculer un état futur à partir de l'état présent connu, en se basant sur l'observation des évolutions passées et leur probabilité ; (ii) l'évaluation multicritère qui a pour objectif de produire des cartes d'aptitudes ou des probabilités en intégrant un ensemble de critères mesurables et cartographiables ; (iii) la combinaison des cartes d'aptitudes issues de l'évaluation multicritère et des cartes de probabilités de transition dérivant du calcul des chaînes de Markov, et (iv) l'utilisation d'un filtre de contiguïté (5x5) qui a pour but d'éliminer les occurrences isolées. Le scénario pessimiste selon le modèle Ca_Markov est un scénario tendanciel qui part de l'hypothèse de l'absence de futures nouvelles politiques environnementales. C'est un scénario dans lequel les futures distributions des unités physiographiques suivent les tendances observées dans le passé c'est-à-dire entre 2010 et 2020. Ce scénario part de l'hypothèse qu'il y aura une dégradation accélérée du couvert végétal, de la savane arborée et arbustive (surtout) et d'élargissement des espaces agricoles (tendance à la catastrophe). C'est un scénario dans lequel, seules les superficies des champs ont été augmentées de façon considérable. Du coup, les probabilités de transformation des savanes arborées et arbustives ont été baissées. Ce scénario est basé sur la théorie malthusienne selon laquelle, la croissance démographique, nuit à la nature et, donc, à l'écologie de la planète. La population est alors considérée comme responsable des dégradations, des modifications voire de destructions des "grands équilibres" de la planète". Dans ce sens, plus les humains sont nombreux, plus ils feraient subir de dommages à l'environnement, aux ressources naturelles (terres, sols, végétation) pour répondre à leurs besoins de plus en plus croissants.

Calibration et validation du modèle CA-Markov: Le module correspondant CA-Markov de IDRISI utilise les automates cellulaires en combinaison avec la méthode MARKOV chaînes permettant donc d'analyser la transition entre deux ou plusieurs classes d'occupation du sol de deux années différentes. En effet, dans le logiciel Idrisi.19, le module CA-Markov analyse deux images, celles de 2010 et 2020 (figure 3) et génère une matrice de probabilité de transition et un ensemble d'images. Le changement est réparti sur plusieurs périodes par simple division, c'est-à-dire en supposant un taux de transition de probabilité conditionnelle constant. La méthode adoptée dans cette étude est composée de deux étapes, de la construction des données jusqu'à la modélisation. La première étape concerne l'EMC (Évaluation Multicritère): les variables susceptibles d'avoir un effet sur la dynamique des unités physiographique sont identifiées (type d'unité physiographique, taux d'évolution, vitesse d'expansion en ha/an) et pondérées dans le but d'obtenir les futures cartes en intégrant un ensemble de critères mesurables et cartographiables. La deuxième étape a consisté à ouvrir le module CA-Markov dans le logiciel IDRISI. Le processus a consisté dans un premier temps à entrer l'image de couverture du sol par les unités physiographiques (image de 2020). Puis le nom de fichier des zones de transition de Markov, a été inséré. Ensuite le nom du fichier de groupe qui répertorie les images de compatibilité de la transition a été inséré.

Enfin un nom pour la projection de couverture terrestre en sortie et l'indication du nombre d'années de la projection a été établi. Le processus prend fin avec la validation des données et la production de la carte. La figure 2 suivante montre un aperçu du processus.

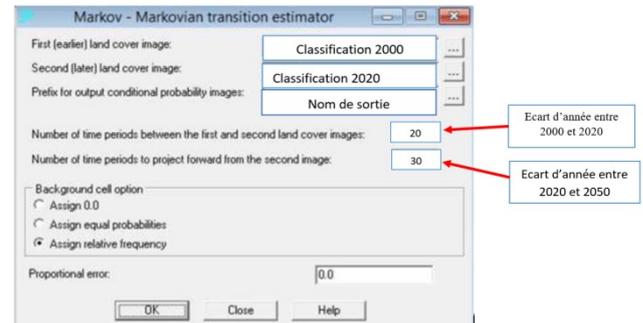


Figure 3. Processus de Calibration et validation du modèle Ca_Markov

Calibration et validation du modèle LCM: Pour le calibrage du modèle LCM dans cette étude, deux cartes des unités physiographiques d'occupation du sol de différentes dates (2010 et 2020) ont servi pour l'analyse et la projection des changements. L'analyse réalisée dans le cadre de cette étude particulière a suivi trois étapes dans la modélisation des changements d'occupation des sols par les unités physiographiques à l'aide du modèle LCM. La première étape a consisté à la mise en place des transitions et sous-modèles de transitions. L'analyse des changements entre 2010 et 2020 a mis en évidence sept unités qui sont : forêt-galerie, sol nu, habitat, espace agricole, savane arborée, savane arbustive et plan d'eau. La seconde étape a consisté à la sélection des variables. En effet, la modélisation des changements futurs de l'occupation du sol dépend de plusieurs variables. Le LCM fait la distinction entre deux types de variables : (i) les variables statiques exprimant l'aptitude basique pour la transition prise en considération qui restent stables au cours du temps (superficie communale, type d'unité physiographique) et (ii) les variables dynamiques qui sont temporellement dépendantes et sont recalculées à chaque étape de temps durant le processus de projection : superficie des unités physiographiques. La troisième étape a consisté à la génération des cartes de probabilité de transition.

RÉSULTATS

Le traitement des images a permis de réaliser la cartographie de la dynamique spatio-temporelle intervenue dans les unités d'occupation des terres sur la période 2000 à 2020 et sa modélisation de 2020 à 2050

La Dynamique des unités d'occupation des terres de la commune rurale de Kouka de 2000 à 2020

Cartographie et état des unités d'occupation des terres de 2000 à 2020: L'analyse diachronique des trois images satellitaires a permis d'identifier sept unités d'occupation des terres Il s'agit des forêts-galeries, des savanes arborées, des savanes arbustives, des champs ou espaces agricoles, des sols nus, des plans d'eau et des habitats. La cartographie des unités d'occupation des terres de 2000, 2010 et 2020 issues des analyses diachroniques sont représentées par les figures 4, 5 et 6. En 2000, les savanes (arbustive et arborée) sont prépondérantes et se présentent sur l'ensemble de la commune. Mais ces savanes sont parsemées par des champs, surtout au centre-ouest et sud-ouest de la commune. En 2010, les champs constituent des unités éparses dans les formations végétales. Au centre-ouest et au sud-ouest, les savanes arbustives et arborées ont été grignotées significativement par les champs. En ce qui concerne l'état de l'occupation des terres en 2020, la carte 4 montre une physionomie très différente par rapport en 2000 et 2010. Il y a une très forte dégradation de la végétation sur l'ensemble de la commune. L'analyse des résultats des statistiques permet de mieux cerner la dynamique des unités d'occupation des terres et la dégradation des formations végétales.

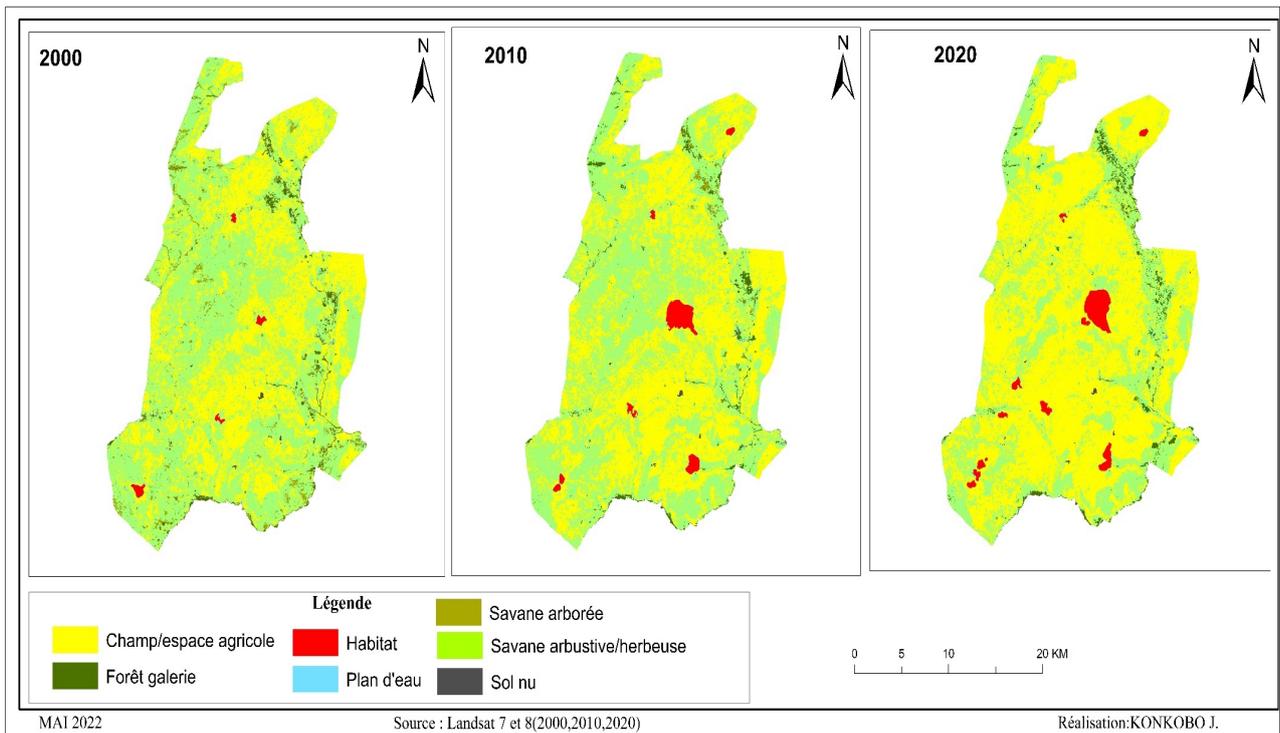


Planche cartographique: figure4, 5 et 6: unités d'occupation des terres de 2000, 2010 et 2020

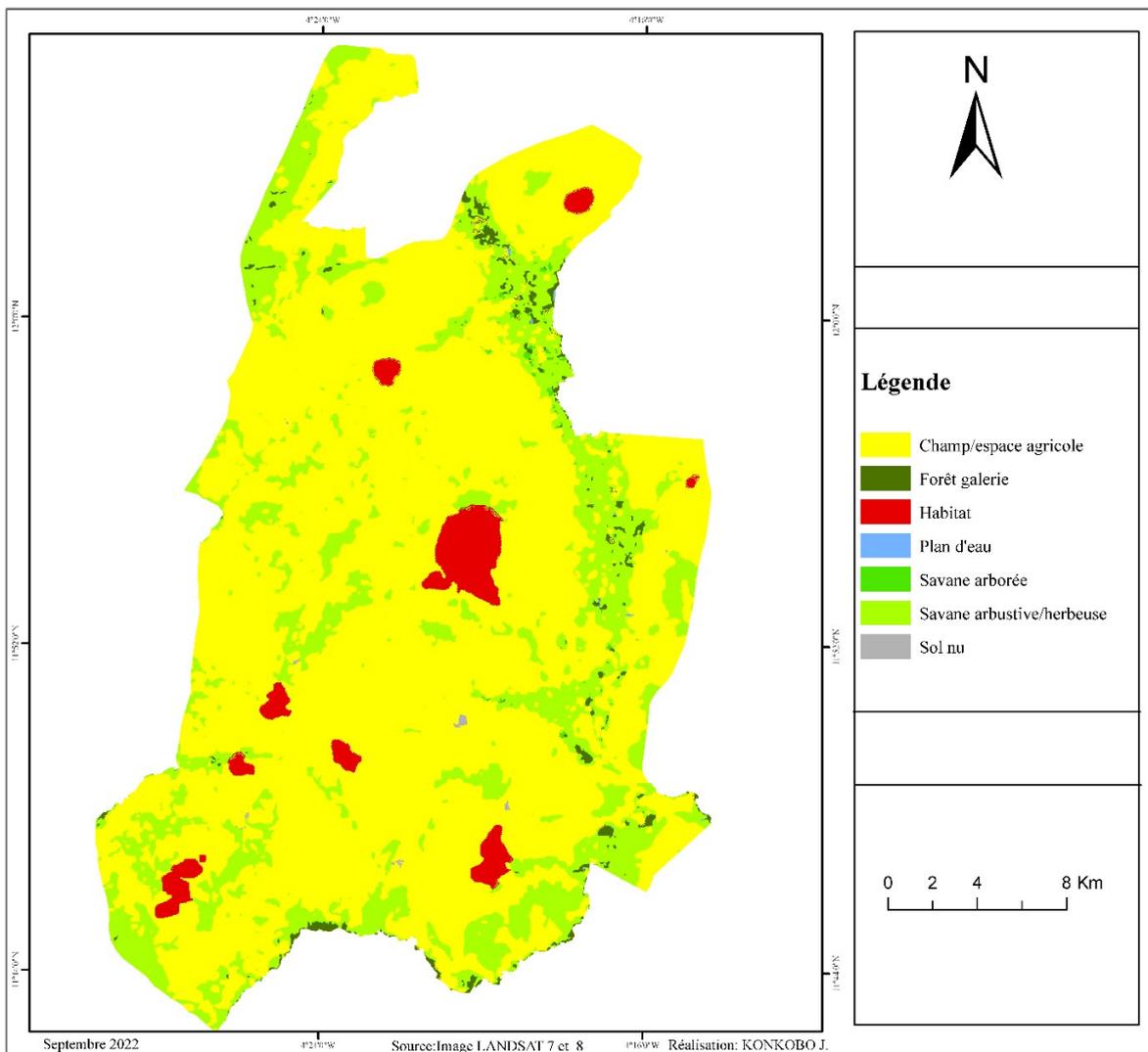


Figure 7 : Prévion pessimiste de la dynamique des unités d'occupation des terres

Le tableau 2 présente les superficies des unités d'occupation des terres de 2000, 2010 et 2020. L'évaluation de l'évolution des unités d'occupation des terres permet de mettre en évidence les changements qui sont intervenus entre les années 2000, 2010 et 2020. Les tableaux 3, 4 et 5 montrent les superficies des unités d'occupation des terres en 2000, 2010 et 2020 ; les taux d'évolution et les vitesses d'expansion en ha/an. Entre 2000 et 2020, les espaces agricoles, les forêts-galeries et les habitations ont connu une progression avec respectivement un taux d'évolution global de 57,53 %, 25,45 % et 501,24 %. Ces unités connaissent une vitesse d'expansion assez importante. Les champs progressent de 847,94 ha/an, les forêts-galeries 13,37 ha/an et les habitats, 61,23 ha/an.

Cartographie et états des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050: Projection pessimiste ou tendancielle avec CA Markov

Cartographie des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050: Dans ce scénario, la dynamique actuelle des unités d'occupation des terres va se poursuivre suivant le même rythme que celui observé entre les années 2010 et 2020. La cartographie des unités d'occupation des terres en 2050 issue des analyses est représentée par la figure 7. La carte montre une dominance des espaces agricoles (couleur jaune) sur l'ensemble du territoire communal.

Tableau 2. État des unités d'occupation des terres entre 2000 et 2020

Années	2000		2010		2020	
	Superficie en ha	Pourcentage	Superficie en ha	Pourcentage	Superficie en ha	Pourcentage
Champs	29476,16	40,58	34540,58	47,55	46435,02	63,93
Forêt-galerie	1051,26	1,45	1141,20	1,57	1318,84	1,82
Habitat	244,35	0,34	1056,83	1,46	1469,12	2,02
Plan d'eau	160,10	0,22	65,69	0,09	28,89	0,04
Savane arborée	2527,14	3,48	455,79	0,63	302,70	0,42
Savane arbustive	39129,45	53,87	35326,60	48,64	23032,12	31,71
Sol nu	44,51	0,06	46,27	0,06	46,27	0,06
total	72632,96	100	72632,96	100	72632,96	100

Source: d'après les données de traitement de l'image Landsat 7(2000 et 2010) et Landsat 8 de 2020

Tableau 3. Évolution des unités d'occupation des terres entre 2000 et 2010

Unités	Superficies en 2000 (ha)	Superficies en 2010 (ha)	Taux d'évolution en %	Vitesse d'expansion en ha/an
Espace agricole	29476,16	34540,58	17,18	506,44
Forêt-galerie	1051,26	1141,20	8,56	8,99
Habitation	244,35	1056,83	332,51	81,25
Plan d'eau	160,10	65,69	-58,97	-9,44
Savane arborée	2527,14	455,79	-81,96	-207,13
Savane arbustive	39129,45	35326,60	-9,72	-380,28
Sol nu	44,51	46,27	3,96	0,18

Source: d'après les données de traitement de l'image Landsat 7 de 2000 et Landsat 7 de 2010

Tableau 4. Évolution des unités d'occupation des terres entre 2010 et 2020

Unités	Superficies (ha) en 2010	Superficies (ha) en 2020	Taux évolution	Vitesse d'expansion en ha/an
Espace agricole	34540,58	46435,02	34,44	1189,44
Forêt galerie	1141,20	1318,84	15,57	17,76
Habitat	1056,83	1469,12	39,01	41,23
Plan d'eau	65,69	28,89	-56,03	-3,68
Savane arborée	455,79	302,70	-33,59	-15,31
Savane arbustive	35326,60	23032,12	-34,80	-1229,45
Sol nu	46,27	46,27	0,00	0,00

Source : d'après les données de traitement de l'image Landsat 7 de 2010 et Landsat 8 de 2020

Tableau 5. Évolution des unités d'occupation des terres entre 2000 et 2020

Unités	Superficies (ha) en 2000	Superficies (ha) en 2020	Taux d'évolution	Vitesse d'expansion en ha/an
Champ/espace agricole	29476,16	46435,02	57,53	847,9430168
Forêt-galerie	1051,26	1318,84	25,45	13,37886745
Habitation	244,35	1469,12	501,24	61,23870337
Plan d'eau	160,10	28,89	-81,96	-6,560592495
Savane arborée	2527,14	302,70	-88,02	-111,2215597
Savane arbustive	39129,45	23032,12	-41,14	-804,8664899
Sol nu	44,51	46,27	3,96	0,088107584

Source: d'après les données de traitement de l'image Landsat 7 de 2000 et Landsat 8 de 2020

Tableau 6. États des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050 avec CA-Markov

Unités	Superficie en ha	Superficie en %
Espace agricole	54820,13891	75,48
Forêt-galerie	776,0472478	1,07
Habitat	2245,68	3,09
Plan d'eau	18,82984951	0,03
Savane arborée	139,634482	0,19
Savane arbustive	14586,45707	20,08
Sol nu	46,17	0,06
TOTAL	72632,95756	100

États des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050: Les analyses statistiques (tableau 6) indiquent qu'en 2050, les espaces agricoles constitueront l'unité dominante avec 75,47 % du territoire communal. Cette unité est suivie par la savane arbustive avec 20,08%. Les autres unités occupent une faible proportion avec 3,09 % pour l'habitat, 1,06% pour la forêt-galerie, 0,2 % pour les plans d'eau, 0,19% pour la savane arborée et 0,06 pour les sols nus. L'occupation du sol par les unités d'occupation des terres simulées de 2050 montre une tendance à l'extension des espaces agricoles et une tendance de diminution des surfaces savaniques particulièrement la savane arbustive. Cela se traduit par une augmentation des champs au détriment de la végétation naturelle.

Projection optimiste avec LCM

Cartographie des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050: L'examen de la figure 8 d'occupation des sols par les unités d'occupation des terres de la période de simulation (2050) montre une diminution des surfaces occupées par les champs (couleur jaune) et une progression de la savane arbustive (vert claire) voire une recolonisation de la savane arbustive par rapport à leur état de 2020. Cette recolonisation de la savane arbustive s'avère être l'impact des politiques démographiques et de protection mises en œuvre dans le cadre des initiatives prises au niveau local et de leur respect sous l'égide d'une politique d'intensification agricole, comme le suggère le modèle de simulation.

États des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050 avec LCM: En 2050, l'occupation des sols par les unités d'occupation des terres dans la commune rurale de Kouka sera marquée par une codominance des savanes arbustives et des espaces agricoles entrecoupés par des habitations, des savanes arborées et des forêts-galeries. En effet, les espaces agricoles constitueront l'unité dominante 50,99% d'occupation d'espace. Les savanes arbustives codominent avec 44, 98 % de la proportion communale. Les autres unités occupent de très faibles proportions (Figure 9).

DISCUSSION

L'analyse de la dynamique des unités d'occupation des terres de la commune rurale de Kouka de 2000 à 2020 a montré une dégradation en termes de diminution des formations naturelles au profit des espaces anthropisés. Les facteurs de modification profonde de la végétation sont liés aux activités anthropiques (production agricole, consommation de bois de chauffe). En effet, le défrichement est une pratique courante pour l'installation de nouveaux espaces cultureux. Ces résultats ont montré que les formations naturelles ont connu une forte dégradation entre 2000 à 2020. Ce qui justifie l'extension des emblavures des espaces cultivés qui ont connu un taux d'évolution de 57,53 % et une vitesse d'expansion de 847,9430168 ha/an au détriment des formations végétales naturelles.

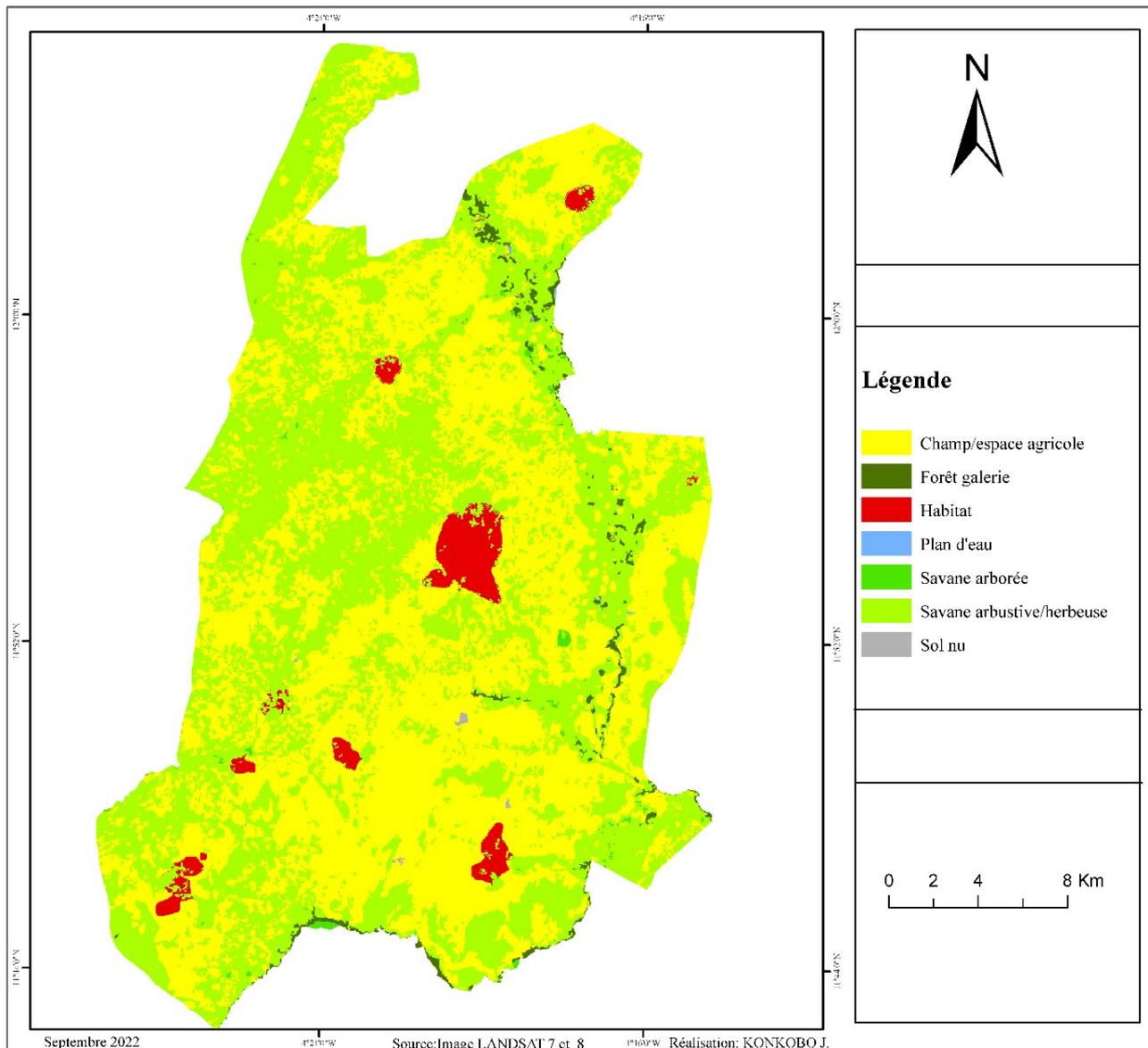


Figure 8. Prévision optimiste de la dynamique des unités d'occupation des terres

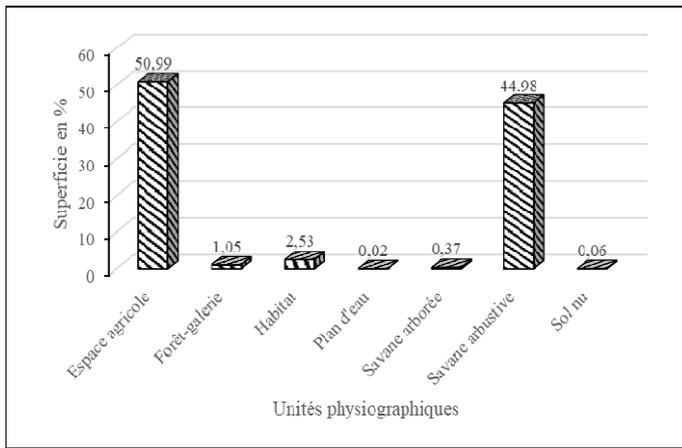


Figure 9. États des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050

La simulation de l'occupation du sol par les unités d'occupation des terres dans cette étude participe de la nécessité de comprendre le fonctionnement de l'espace paysagique rural. Ce constat corrobore celui de HONVOU S. H. S., et al., (2022, p.26), qui soulignent que l'importance de la modélisation prospective n'est pas de déterminer de façon précise le devenir d'un territoire, mais d'amener les décideurs à être proactifs afin d'anticiper la dégradation instantanée des ressources naturelles. La modélisation et la projection de changements d'usage et de couverture des sols se sont imposées ces dernières années comme un outil majeur dans l'analyse des pressions exercées par l'activité humaine sur les écosystèmes. Cette modélisation constitue de ce fait l'un des outils pertinents d'analyse des politiques de planification territoriale dans le but d'évaluer ou d'anticiper leurs impacts environnementaux, notamment les impacts sur les services écosystémiques, le font remarquer LONGARETTI P. Y. et al., (2016, p.52). KOUASSI K. J-L., (2014, p.45) a montré qu'il existe des relations spatiales entre les facteurs de la dynamique des unités d'occupation des terres et les changements d'occupation des terres. En effet, la simulation de l'occupation du sol par les unités d'occupation des terres avec CA Markov a montré que les formations végétales ont perdu de leur superficie au profit des espaces agricoles. Quant à la modélisation avec LCM, les résultats montrent que ce sont les espaces agricoles qui seront grignotés en faveur d'autres unités. Cependant, OLOUKOI J., et al., (2006, P. 321) ont constaté que dans la modélisation de la dynamique de l'occupation des terres, la plupart des autres catégories perdent considérablement de superficies au profit des champs. Cet écart de résultats pourrait s'expliquer dans le choix des modèles et des scénarios optés et surtout dans le cadre de l'objectif poursuivi. Toutefois, nos résultats avec Ca_Markov corroborent ceux de HONVOU S.H.S., et al., (2022, p.25) qui ont montré dans une modélisation prédictive des parcours à l'horizon 2035 et 2050, une régression continue des formations naturelles au profit des mosaïques de cultures et des agglomérations. Avec CA_Markov, SEKO O. M. A., et al., (2020, p. 280) ont également montré que les formations végétales connaissent des régressions de leurs superficies au profit des zones anthropisées au Bénin. Pour tous ces auteurs, les tendances sont à envisager avec l'hypothèse que les facteurs potentiels et les variables qui influenceront la dynamique du paysage garderont la même emprise que dans celle de la période de base considérée. Cependant, nos résultats obtenus avec LCM montrent que l'espoir est permis quant à la régénération du couvert végétal ; ce qui concorde avec les résultats obtenus par FALL A. N., (2021, P. 1219). En effet, au-delà de l'exploitation des ressources ligneuses et de l'expansion des terres agricoles, il est indispensable de mettre en place des stratégies de gestion durable des ressources naturelles de la commune rurale de Kouka. Toutefois, l'utilisation du modèle LCM est sujette à discussion. En effet, KABORE O., (2013, p.204) a démontré dans un scénario optimiste avec LCM, une tendance à la progression des champs et une tendance à la régression des savanes. Cette discordance de résultat avec le même modèle de simulation s'explique par l'accent mis par cet auteur dans la préservation d'une réserve de forêt qui offrira d'énormes possibilités en termes de pérennisation de l'activité d'élevage. Au niveau

national, la Stratégie de Développement Rural (SDR) s'inscrit dans un contexte où nous assistons à une nette évolution des stratégies et politiques de développement de ce secteur. En effet, l'étude prospective Burkina 2025 réalisée en 2005, avait pour objectif de renforcer les capacités nationales d'anticipation et de gestion stratégique concertée du développement par l'élaboration d'un cadre prospectif de référence en vue de définir une vision consensuelle du futur du pays (SDR, 2015).

Selon cette vision prospective, le grand défi du secteur agricole, pour les prochaines années, sera d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle d'une population de plus en plus croissante dans un contexte de développement durable impliquant particulièrement les jeunes dans un processus de modernisation des exploitations agricoles. La vision de la Stratégie de Développement Rural à l'horizon 2025, est que l'agriculture burkinabé est moderne, compétitive, durable et moteur de la croissance économique, fondée sur des exploitations familiales et des entreprises agricoles performantes et assurant à tous les burkinabés un accès aux aliments nécessaires pour mener une vie saine et active. Cependant, cette vision de l'agriculture burkinabé de demain repose sur des conditions requises pour la réussite de la mise en œuvre des actions, des hypothèses : la volonté politique, le retour à la stabilité sociopolitique, les conditions climatiques et surtout la qualité des ressources humaines, matérielles et financières. La réalisation de cette politique prospective pourrait être source de stabilisation des unités d'occupation des terres tendant vers un contexte d'équilibre écologique.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, on note que le traitement des images et les SIG ont permis d'analyser la dynamique de l'occupation des terres entre les années 2000, 2010 et 2020 et de faire des simulations de l'état des unités à l'horizon 2050. Les simulations de l'occupation des terres par Ca_Markov et LCM ont permis de projeter l'occupation des terres pour l'horizon 2050 avec respectivement une forte dégradation et une légère amélioration des formations végétales naturelles suivant le modèle choisi. Malgré ces résultats jugés acceptables, nous ne perdons pas de vue que des erreurs sont rencontrées lors des classifications suivies des enregistrements pendant le traitement des images. Toutefois, l'approche prospective utilisée dans cette étude a permis de comprendre et de montrer le devenir des unités d'occupation des terres de la commune rurale de Kouka à l'horizon 2050. Le modèle Ca_Markov utilisé pour la simulation a permis d'observer des modifications et des changements dans l'occupation du sol en fonction du scénario utilisé. La dynamique des unités d'occupation des terres dans la commune rurale de Kouka a révélé une régression des formations naturelles et une progression des espaces agricoles. Par ailleurs, la projection à l'horizon 2050 a confirmé une forte anthropisation si les pratiques actuelles de l'exploitation des ressources naturelles sont maintenues. L'agriculture extensive ; l'abattage des arbres pour l'obtention de bois de chauffe, pour des activités artisanales et les effets de la variabilité climatique sont les facteurs mis en cause pour la dégradation des formations végétales. Cette situation implique la nécessité de mettre en place des stratégies de gestion des ressources végétales et des sols afin de limiter la perte de la biodiversité à travers des politiques démographiques, environnementales et agricoles adéquates ; en l'occurrence l'adoption d'une politique basée sur l'agroécologie. Si ces politiques sont adoptées et mises en œuvre, la simulation des unités d'occupation des terres avec LCM est source d'espoir quant à la régénération du couvert végétal. Les études futures de la dynamique des unités d'occupation des terres devront intégrer les facteurs socio-économiques, les unités géomorphologiques pour une analyse plus approfondie.

RÉFÉRENCES

FALL, A N., FATY A., THIAM, M., KANE, A. & PASTORI, M. (2021) Détermination de scénario d'occupation du sol dans le

- contexte du changement climatique dans le bassin versant du fleuve Sénégal. In *International Journal of Scientific & Engineering Research* Volume 12 (3), P. 1212-1219
- HONVOU, S. H. S., ABOH, A. B., TEKA, O., SEWADE, C., GANDONOU, B. C., OUMOROU, M. & SINSIN, B. (2022) Modélisation de la dynamique de l'occupation du sol des parcours des transhumants dans la Basse et Moyenne Vallée de l'Ouémé (Bénin). *Sciences et Technologies pour l'Agriculture Durable*, p. 18-29
- KABORE, O. (2013) Dynamique de l'utilisation des terres dans les écosystèmes de savane et systèmes agraires du bassin versant de la Komienga (Burkina Faso), Thèse de Doctorat Unique de Géographie, Université de Ouagadougou (BURKINA FASO), 281 p.
- KOUASSI, K. J-L. (2014) *Suivi de la dynamique de l'occupation du sol à l'aide de l'imagerie satellitaire et des systèmes d'information géographiques : cas de la direction régionale des eaux et forêts de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)*, Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Agronomie Approfondie, Ecole supérieure d'Agronomie, Côte d'Ivoire, 74 p.
- LONGARETTI, P-y., VANNIER, C., LASSEUR, R. & LAVOREL, S. (2016) La modélisation des changements d'usage et de couverture des sols comme outil d'aide à la planification territoriale ». *Sciences Eaux & Territoires*, INRAE, 2016, 21, pp.52-57.
- MARIANA de O. T. (2018) Modélisation spatiale des changements dans les milieux humides ouverts par automate cellulaire : étude de cas sur la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue, au Québec, Canada, maîtrise en géographie, Université de Montréal, 95 p.
- MAS, J-F., KOLB, M., HOUET, T., PAEGELOW, M. & OLMEDO, M. T. C. (2011) Éclairer le choix des outils de simulation des changements des modes d'occupation et d'usages des sols. Une approche comparative ». *Revue Internationale de Géomatique, Lavoisier*, VOL 21 (3), pp.405-430. ff10.3166/ri.15.405-430ff. fhal-00642139f.
- OLOUKOI, J., MAMA, V. J. & et AGBO, F. B. (2006) Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin, Télédétection, vol. 6, n° 4, p. 305-323
- PCD (Plan de Développement Communal Kouka. (2021). 116 P.
- RGPH 2006 (Recensement Général de la Population et de l'habitation du Burkina). (2008). *Résultats définitifs*, INSD, Ouagadougou, 52 p.
- RGPH 2019 (Recensement Général de la Population et de l'habitation). (2021). *Résultats définitifs*, INSD, Ouagadougou, 69 p.
- STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT RURAL (SDR) A L'HORIZON 2016-2025 DU BURKINA FASO, rapport, 54 p.
- SEKO, O. M. A., CHIBOZO, E. A. M., KAKI, C. & CLEDJO, P. F.G.A. (2020) Modélisation de la Dégradation Environnementale du Paysage du Bassin Aurifère de la Rivière Perma (Commune De Natitingou, Benin) ». *European Journal of Scientific Research*, Vol. 157 No 3, pp.273 – 285 .
- TCHIBOZO, É. A. M. (2020) Modélisation De La Dynamique Spatio – Temporelle De L'occupation Du Sol Et Analyse Des Changements Du Territoire De La Lama Au Bénin ». *European Scientific Journal* Vol.16, No.6, pp. 499-523
- VAUBOUD, E. M-D. (2019) *Etude comparative de modèles de simulation de la dynamique de l'occupation du sol d'une forêt anthropisée : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra (centre ouest de la Côte d'Ivoire)*, Mémoire de Master en bioressource et agronomie, Université Jean LOROUGNON GUEDE, 64 p.
