



ISSN Print: 2394-7500
 ISSN Online: 2394-5869
 Impact Factor (RJIF): 8.4
 IJAR 2024; 10(6): 193-202
www.allresearchjournal.com
 Received: 13-03-2024
 Accepted: 15-04-2024

Moussa Abdou Ousseini
 Département de Recherches en
 Economie Rurale, Institut
 National de la Recherche
 Agronomique du Niger, B.P.
 429 Niamey, Niger

Soumaila Siddo Ibrahim
 Département de Génie Rural et
 Eaux & Forêts, Faculté
 d'Agronomie, Université
 Abdou Moumouni de Niamey,
 B.P. 10960 Niamey, Niger

Dan Guimbo Iro
 Département de Génie Rural et
 Eaux & Forêts, Faculté
 d'Agronomie, Université
 Abdou Moumouni de Niamey,
 B.P. 10960 Niamey, Niger

Gama Dadi Hamza
 Département de Génie Rural et
 Eaux & Forêts, Faculté
 d'Agronomie, Université
 Abdou Moumouni de Niamey,
 B.P. 10960 Niamey, Niger

Corresponding Author:
Moussa Abdou Ousseini
 Département de Recherches en
 Economie Rurale, Institut
 National de la Recherche
 Agronomique du Niger, B.P.
 429 Niamey, Niger

Dynamique spatio-temporelle d'occupation du sol dans la commune de Simiri, ouest-nigérien

Moussa Abdou Ousseini, Soumaila Siddo Ibrahim, Dan Guimbo Iro and Gama Dadi Hamza

Abstract

This study was carried out in the commune of Simiri, Ouallam department, in the Tillabéri region. Its aim was to establish the spatio-temporal occupation of the land between 1970 and 2020. The methodology involved a diachronic study based on Landsat satellite images. The images were processed using ArcGIS 10.3 software. A total of five (5) different land use classes were selected: vegetation class, agricultural zone class, residential zone class, bare soil class and water body class. The results showed that between 1973 and 2020, vegetation had declined significantly in the municipality. Vegetation cover fell from 42% in 1973 to 10.64% in 2020. On the other hand, the surface areas of agricultural and residential zones, as well as bodies of water, have increased. Agricultural areas increased from 16.6% in 1973 to 36.75% in 2020. Residential areas increased from 10.5% in 1973 to 20.92% in 2020. The area under water rose from 2.9% in 1973 to 2.6% in 2010 and 4.5% in 2020. Bare soil increased from 27.97% in 1973 to 32.40% in 2010, then fell to 27.15% in 2020. The study found that woody formations are deteriorating, while human activities are increasing.

Keywords: Landsat images, vegetation, land cover, Simiri, Niger

1. Introduction

De par ses insuffisances, la pluviométrie constitue le principal objet de la vulnérabilité des populations rurales sahéliennes face aux aléas climatiques puisque la principale activité de subsistance qu'est l'agriculture pluviale, en dépend (Sultan *et al.*, 2015) [42]. Ainsi, la pluviométrie constitue le principal facteur climatique de la dynamique des écosystèmes terrestres Ouest-africains (Ago, 2016 ; Expédit, 2017) [4, 18]. Or, le Sahel en général et le Niger en particulier, se caractérise par des événements pluviaux qui varient dans le temps et dans l'espace (Idrissa, 2018) [25]. Cette inégale répartition a été amplifiée par la réduction de près de 30% des précipitations à la fin du 20e siècle (Sultan, 2011) [43]. Cette irrégularité de la pluviométrie entraîne des chocs comme les sécheresses récurrentes, en témoignent celles des années 1974 et 1984 (Harouna, 2002 ; Amoussou *et al.*, 2016) [21, 9].

Cependant, outre la pluviométrie, les températures dans le pays sont fortes avec la moyenne minimale tournant autour de 23,8 °C et celle maximale autour de 37,2°C (INS, 2018) [27]. Ce qui ne reste pas sans conséquences sur les cultures en particulier et sur les écosystèmes en général. On assiste alors à des évapotranspirations élevées avec une moyenne annuelle d'environ 3000 mm (Amadou, 2012) [8].

Par ailleurs, en plus des aléas climatiques, les activités anthropiques deviennent de plus en plus importantes, du fait de l'augmentation des populations humaines et animales (Luc *et al.*, 2012) [31]. La population du Niger passe de 5 102 990 habitants en 1977 à 17 138 707 habitants en 2012 avec 4 personnes sur 5, vivant dans les zones rurales (INS, 2015) [26]. Cela implique une augmentation des besoins vitaux. Or, au Niger comme ailleurs dans le monde, les ressources naturelles (fourrage, bois d'énergie et d'œuvre, produits forestiers non ligneux, etc.) constituent des sources de satisfaction des besoins vitaux des populations animales et humaines (Ago, 2016) [4]. En effet, les formations forestières constituent pour les populations, un potentiel réservoir de produits alimentaires pendant les périodes difficiles (soudure, famine, faible disponibilité en vivres) (Douma, 2016) [17].

Ainsi, la conjugaison des impacts des activités anthropiques (agriculture, élevage, exploitation des formations forestières, etc.)

ET des facteurs climatiques, entraîne une évolution de l'occupation des sols. Cette dynamique paysagère évolue constamment et est fonction des zones. La présente étude a pour objectif d'établir l'occupation spatio-temporelle dans la commune rurale de Simiri entre 1970 et 2020.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Zone d'étude

L'étude a été effectuée dans la commune rurale de Simiri, dans le sud du département de Ouallam (Figure 1). Le climat de la zone est caractérisé par une saison de pluies (3 à 4 mois) et de 8 à 9 mois de saison sèche. La commune est comprise entre les isohyètes 500 et 300 mm du sud au nord. La température moyenne minimale tourne autour de 23,8°C et celle maximale autour de 37,2°C (INS, 2018) [27]. La vitesse de ces vents varie de 2,6 m/s à 6,1 m/s par jour et peut atteindre 100 km/h. L'évapotranspiration annuelle est d'environ 3000 mm avec un minimum de 460 mm en saison humide et 2460 mm en saison sèche (Amadou, 2012) [8]. S'agissant des types de sol, on rencontre essentiellement les sols ferrugineux tropicaux, les sols peu évolués, les sols minéraux brutes (lithosols) et les sols ferrugineux tropicaux lessivés (Boubacar *et al.*, 2013 ; Seyni, 2019) [13, 40].

2.2 Analyse diachronique de l'occupation des sols

2.2.1 Choix des dates et zones d'étude

Au Niger, la dynamique des écosystèmes a connu une importance après les années 1970 (Issoufou *et al.*, 2018) [28]. Au sahel en général et dans la zone d'étude en particulier, les différentes classes d'occupation du paysage ne sont observables dans leur intégralité que pendant l'unique saison des pluies. Cela, aux mois où la végétation (herbacée et ligneuse) et les activités agricoles (limites des champs) sont assez développées. Cette période va d'août à septembre de l'année, dans la zone de la présente d'étude. En effet, le choix est porté sur le mois de septembre pour les observations (collecte des données satellitaires). Le choix du mois de septembre a été aussi motivé parce que le ciel est dégagé (absence relative de nuages), comparé au mois d'août, car la qualité des images satellitaires dépend des éléments atmosphériques. Le mois d'observation étant défini, le choix des années a été basé sur trois (3) critères que sont : les images Landsat, l'exclusion des années de sécheresse et la résilience écologique (après la survenue de ces sécheresses). Le choix a été porté sur les images Landsat à cause de leur accessibilité ainsi que de leur résolution élevée. Elles sont idéales pour les études (délimitation et classification) des écorégions car elles intègrent à la fois les attributs biophysiques et anthropiques du paysage (CILSS, 2016) [16]. Les années de sécheresse (Boureima, 1988 ; Ali et Lebel, 2009) [14, 6] ont été exclues car elles constituent des années atypiques (anormales) pour une étude de végétation. Quant à la résilience écologique (Luc, 2021) [32], elle a été considérée comme étant le temps mis par les écosystèmes pour retrouver un certain équilibre suite à une sécheresse. Ainsi, il a été supposé que les écosystèmes observent 2 à 3 ans pour retrouver l'équilibre qui prévalait avant le choc (Hountondji, 2008) [22]. En effet, les années retenues sont : 1973 ; 1989 ; 2010 et 2020. L'année 1973 a été retenue parce qu'elle constitue l'année qui précède la sécheresse de 1974, mieux les images de Landsat ont commencé à voir le jour à partir de 1972. Lorsqu'on considère un pas de 10 ans, la deuxième date à retenir serait 1983-84 qui constitue une année de sécheresse. Compte tenu du choc (sécheresse) et de

la résilience écologique qui doit être considérée, cette date (1984) ainsi que sa période post-immédiate (1985 à 1987), ne peuvent pas être considérées, d'où le choix de l'année 1989. La troisième date retenue a été 2010 parce qu'entre 1990 et 2007, il y avait eu plusieurs chocs (sécheresse et attaque d'ennemi). Enfin, 2020 qui est la quatrième et la dernière date retenue, son choix a été motivé par la particularité de la décennie 2010-2020, caractérisée par une absence de sécheresse et mieux, elle constitue une période marquée par des efforts consentis à la restauration des terres dégradées dans la zone d'étude (Laminou *et al.*, 2020) [30].

2.2.2 Méthodologie

Cette analyse d'occupation du sol par le biais de la télédétection spatiale et de la cartographie comprend deux grandes étapes : le téléchargement des images satellitaires et le traitement des images dans un logiciel.

2.2.3 Téléchargement des images

Les images satellitaires utilisées sont des images du satellite Landsat disponibles en téléchargement libre sur le site de l'institut d'études géologiques des États-Unis (USGS). Le processus du téléchargement a intégré la correction de la nébulosité. Toutes les images sont du mois de septembre des années retenues (Tableau 1).

Tableau 1 : Dates des images utilisées

Années	Jours et mois
1973	25 Septembre
1989	11 Septembre
2010	30 Septembre
2020	09 Septembre

2.2.4 Traitement et analyse des images

La méthode de traitement utilisée a été celle de la classification de vraisemblance maximale à l'aide d'un algorithme incorporé dans le logiciel ArcGIS 10.3. Cette méthode est basée sur des méthodes statistiques et probabilistes.

S'agissant de l'analyse des images, elle est basée sur le théorème de Bayes de prise de décision. La nomenclature des différentes classes d'occupation (Tableau 2) a été basée sur la réalité de la zone d'étude et les noms conventionnels utilisés dans les travaux (Abdou *et al.*, 2016 ; Abel *et al.*, 2019) [1, 2].

Tableau 2: Nomenclature des classes d'occupation

Classes d'occupation	Contenus
Végétation	Ce sont les formations forestières ligneuse et herbacée, localisées sur les différentes unités paysagères.
Zone agricole	Regroupe toutes les unités relatives aux activités agricoles (culture pluviale, parc agroforestier, maraichères). Il s'agit surtout des champs de cultures.
Eau	Cours d'eau temporaire ou permanent tel que les koris, les bas-fonds inondés ou les mares, ayant un plan d'eau ou surface en eau.
Zone urbaine	Regroupe les zones d'habitation (les villages, hameaux et villes) qui comportent souvent des portions de sol nu (maison) ou de végétation entre les bâtis.
Sol nu	Ce sont les surfaces dénudées, sans végétation chlorophyllienne.

Le taux d'évolution annuel (T) entre les dates consécutives a été calculé suivant la formule ci-après (Oloukoi *et al.*, 2007) [39].

$$T = \frac{(\ln S_{i+1} - \ln S_i)}{t \times \ln e} \times 100$$

S_i est la superficie de la classe d'occupation à la date i ; S_{i+1} est la superficie de la classe d'occupation à la date suivante ; t est le nombre d'années qui sépare les dates d'observation S_i et S_{i+1} ; \ln est le logarithme népérien et e est la base des logarithmes népériens ($e = 2,71828$).

3. Résultats

3.1 Occupation des sols

Les résultats de la cartographie des différentes classes d'occupation sont donnés par les figures 2 à 5. Il ressort que la végétation diminue progressivement par opposition aux activités anthropiques (les zones agricoles) et sols nus. Les couleurs verte, jaune, rose, marronne et bleue, représentent respectivement la végétation, les sols nus, les zones agricoles, les zones urbaines et les surfaces en eau.

3.2 Evolutions des classes

Le taux annuel d'évolution (Figures 7) montre que la végétation régresse par opposition aux autres classes d'occupation. Les taux qui sont en dessous de zéro, représentent une régression tandis que ceux qui sont au-dessus de zéro sont des progressions. Le taux annuel d'évolution montre que la régression ou la progression d'une classe d'occupation n'est pas constante. La moyenne du taux d'évolution sur la période 1973-2020 démontre que dans la commune rurale de Simiri, la végétation avait connu une régression tandis que les zones agricoles, les zones urbaines et les eaux, ont progressé.

La chute des superficies des sols nus entre 2010 et 2020, serait liée à une conversion de plusieurs hectares de surfaces nues (Figure 8).

4. Discussion

4.1 Végétation

Les résultats ont relevé que le paysage a connu des mutations dont la régression de la végétation et l'augmentation des actions anthropiques sont les plus perceptibles. Ainsi, entre 1973 et 2020, la végétation a régressé de 25,31% dans la commune. La contribution de la végétation à la superficie totale de la zone d'étude est passée de 42,03% en 1973 à 10,64% en 2020. La régression de la végétation est généralement obtenue par les différents travaux portant sur la dynamique paysagère. Issoufou *et al.* (2018) [28] qui ont étudié l'évolution de l'occupation des sols (Niger), ont trouvé que les formations végétales naturelles, ont régressé de 28,79% en 1972 à 12,15% en 2016. Au Bénin, l'étude de la dynamique de la forêt classée de la Mekrou, faite par Boni *et al.* (2016) [12], montre que la superficie des formations végétales naturelles est passée de 70,53% en 1992 à 39,33% en 2012. La régression des formations végétales ligneuses, entraîne parfois, la disparition totale de la végétation. Cette dégradation, jusqu'à la disparition complète d'une formation végétale, a été rapportée par plusieurs travaux (Hountondji, 2008 ; Appolinaire *et al.*, 2017 ; Brun *et al.*, 2018) [22, 10, 15]. Ainsi, Brun *et al.* (2018) [15] ont obtenu que la savane arbustive qui occupait 11,47% de la superficie totale en 1990, avait complètement disparu en 2014.

Les causes de la dégradation de la végétation sont anthropiques (coupe du bois, défrichement) et

climatiques, particulièrement l'insuffisance de la pluviométrie. Cette assertion a été partagée par plusieurs travaux (Abdou *et al.*, 2016 ; Médard *et al.*, 2021) [1, 35]. Akobi *et al.* (2017) [5] ont confirmé que la pluviométrie et la croissance de la population (exploitation anthropique), sont les facteurs dominants de la dynamique des peuplements et des paysages. Au cours de leur travail qui a étudié la dynamique d'occupation des espaces pastoraux et de l'anthropisation, dans l'ouest du Niger, Kassoum *et al.* (2019) [29] ont abouti à la conclusion selon laquelle la régression de la végétation est liée à l'évolution spatio-temporelle des facteurs naturels (les précipitations) et aux actions anthropiques dont entre autres : le déboisement, le surpâturage, le défrichement et les feux de brousse. Selon, Alohoun *et al.* (2016) [7], la fragmentation des espaces forestiers constitue le facteur de l'érosion de la flore et de la faune.

Par ailleurs, la végétation pourrait avoir une dynamique progressive. D'après l'étude menée par Soulama *et al.* (2015) [41] sur la dynamique de la végétation d'une réserve partielle (Pama, Sud-Est du Burkina Faso), la couverture végétale a connu une amélioration de 66,8% entre 2001 et 2013.

4.2 Zones agricoles

Les zones agricoles sont passées de 16,6% en 1973 à 36,75% en 2020. La majorité des études portant sur l'occupation du sol, a rapporté l'évolution positive des superficies agricoles (Hamidou *et al.*, 2012 ; Gildas *et al.*, 2016 ; Appolinaire *et al.*, 2017 ; Mamane *et al.*, 2018) [20, 19, 10, 34]. Ainsi, Issoufou *et al.* (2018) [28] dont leur zone d'étude, partage quasiment le même contexte (Nord-Tillabéri/Niger), ont trouvé que les terres agricoles étaient passées de 164 772 ha en 1972 à 200 697 ha, donnant un accroissement de 22%. Au Sud-Tillabéri, dans la commune rurale de Torodi, Aboubacar *et al.* (2009) [3] ont obtenu une évolution des cultures pluviales allant de 16391 ha (24,92%) en 1975 à 40777 ha (61,99%) en 2005. A l'échelle de la région de Tillabéri, le travail réalisé par Ibro et Assoumane (2009) [24] fait état d'une progression de l'occupation des cultures pluviales passant de 2,4% en 1975 à 5,7% en 1999. A l'échelle du pays, d'après les résultats de CILSS (2016) [16] sur l'occupation des terres de la zone agricole du Niger, sur la période 1975-2013, les superficies des cultures pluviales ont augmenté, passant de 12,6% en 1975 à 18,1% en 2000 et à 24,5% en 2013.

4.3 Zones urbaines

Parmi les classes d'occupation ayant connu une évolution de ses superficies, on retient le bâti (habitations humaines), dénommé dans ce travail « Zone urbaine ». Dans cette classe, on a les hameaux, villages et le chef-lieu de la commune. Fortement liées à la croissance de la population ou au nombre de ménages, les zones urbaines ont progressé de 10,5% en 1973 à 20,92% en 2020. Au Mali, Abdou *et al.* (2016) [1] ont trouvé une augmentation des zones d'habitation de l'ordre de 81,6% entre 1986 et 2013. Au Sud Bénin, Brun *et al.* (2018) [15], ont obtenu entre 1990 et 2014, une augmentation de 2,71% des agglomérations (bâti).

4.4 Sols nus

En ce qui concerne les sols nus, ils augmentent dans le temps. La classe des sols nus était passée de 27,97% en 1973 à 32,40% en 2010 puis chuta à 27,15% en 2020. Cette

régression des sols nus entre 2010 et 2020, peut-être la contribution des actions de récupération des terres dégradées menées dans la zone. La restauration des terres dégradées permet le retour de la végétation. Dans son travail qui a évalué des initiatives et pratiques correctives face à la dégradation des terres dans le centre ouest du Burkina Faso, N'Bagassi (2017) [38] rapporte que les bonnes pratiques adoptées par les paysans ont permis d'améliorer la couverture végétale. Dans leur étude, Millogo *et al.* (2017) [36] ont trouvé que les zones nues qui étaient estimées à 214 ha en 1982, ont disparu entre 1995 et 2008. Cette disparition a été l'un des services obtenus de l'aménagement des sites par le biais des techniques de conservation des eaux et des sols (CES) dans le terroir.

4.5 Eaux

S'agissant des plans d'eau, les superficies sont passées de 2,9 à 2,6 puis à 4,5% respectivement de 1973 à 2010 et à 2020. On note une évolution en 2020 qui serait liée à la pluviométrie de l'année 2020. Elle constitue la meilleure pluviométrie annuelle de la période 1973-2020. La tendance qui se dégage est la régression des surfaces en eau. Cette tendance a été relevée par Biga *et al.* (2020) [11] où entre 1984 et 2017, ils ont obtenu la régression des plans d'eau de 344,19 ha (23,16%) à Gothèye et de 376,33 ha (11,67%) à Torodi. Au Mali, Abdou *et al.* (2016) [1] ont obtenu que la classe d'occupation des eaux est passée de 9,92% en 1987 à 0,98% en 2013.

Par contre, des travaux ont rapporté que les plans d'eau ont augmenté. Moussa *et al.* (2020) [37] ont obtenu une évolution de 0,70% à 2,23% des mares entre 1973 et 2018, suite à leur étude de la dynamique hydro-géomorphologique des mares

dans l'ouest nigérien (commune de Dogonkiria). Aussi, Issoufou *et al.* (2018) [28] ont trouvé que les mares semi-permanentes évoluent sur la période d'étude. Sur la superficie totale de la zone d'étude, celle des mares semi-permanentes est passée de 0,09% en 1972 à 0,32% en 2016, soit une progression qui dépasse 250%. Sous réserve de la pluviométrie, la régression des plans d'eau pourrait due au phénomène de l'ensablement par le biais des érosions hydrique et éolienne. A ce titre, Mamadou (2012) [33] confirme qu'à l'échelle des petits bassins versants élémentaires, la régression de la couverture végétale conduit à une activité de l'érosion hydrique dont la conséquence est l'apparition de zones de dépôts sableux sur les replats et les bas-fonds, rétrécissant ainsi les lits des surfaces d'eau. Quant à la progression des surfaces en eau, l'accentuation du ruissellement (infiltration réduite de l'eau suite à l'encroustement du sol) serait à la base (Ibrahim *et al.*, 2011 ; Seyni, 2019) [23, 40]. En ce sens, dans l'étude réalisée par Boubacar *et al.* (2013) [13] dans la commune de Simiri, les surfaces productrices de ruissellement représentaient 51,3 à 90,54% des agroécosystèmes très dégradés sylvo-pastoraux des plateaux et les agrosystèmes des glacis. Le coefficient de ruissellement (Kr) des croûtes d'érosion (bassins versants de Tondi Kiboro à l'Ouest du Niger) a été estimé à 59,5% par Luc *et al.* (2012) [31]. L'une des conséquences de l'activité de l'érosion hydrique, c'est l'apparition ou l'extension des koris qui constituaient une forme de dégradation des terres (Mamadou, 2012) [33]. Dans leur travail porté sur la dynamique de l'occupation du sol dans la Réserve Totale de Faune de Tamou (Ouest du Niger), Mamane *et al.* (2018) [34] ont obtenu l'apparition des koris dans la période de 1989 à 2013, occupant 5,65%.

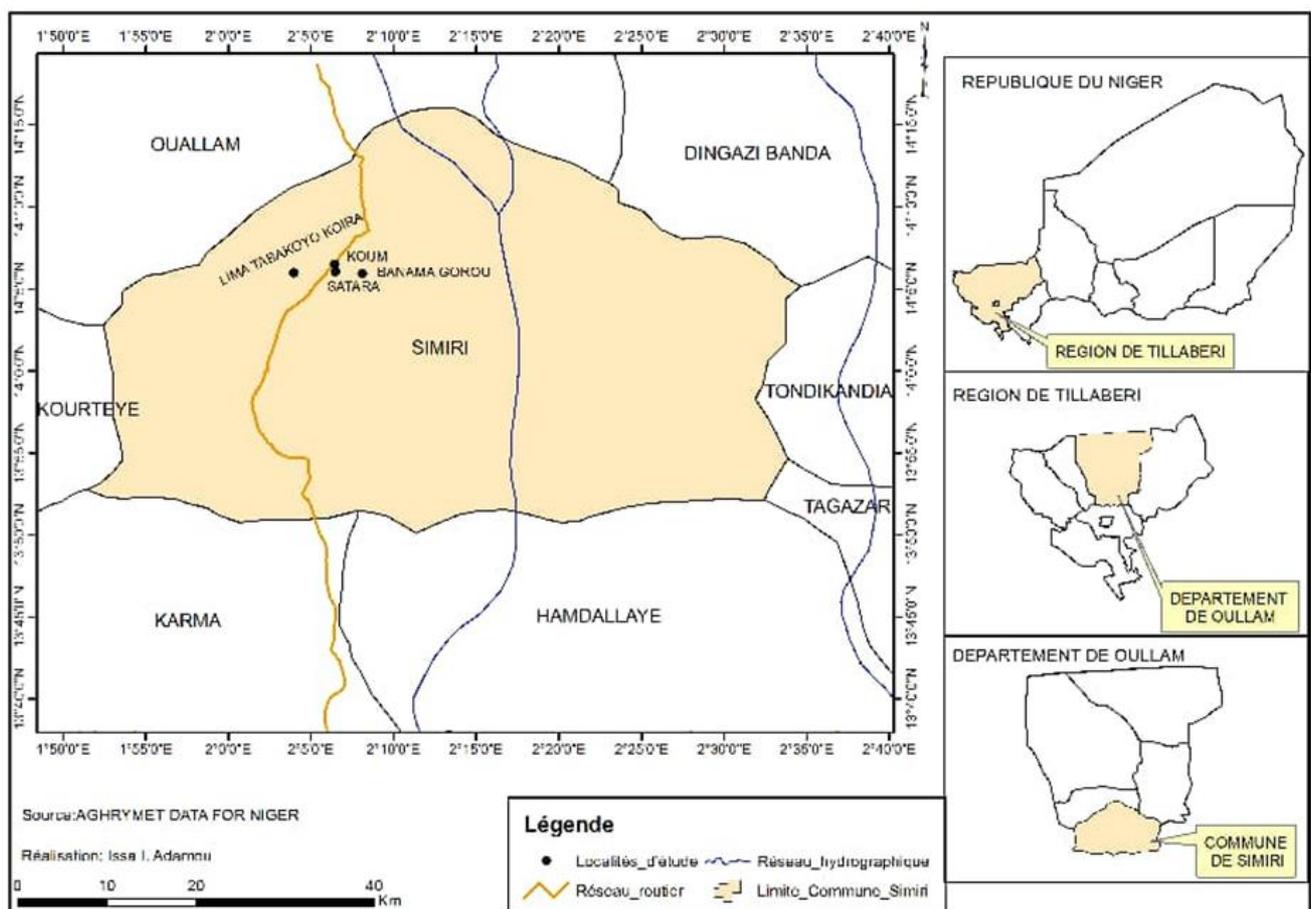


Fig 1: Localisation de la commune rurale de Simiri

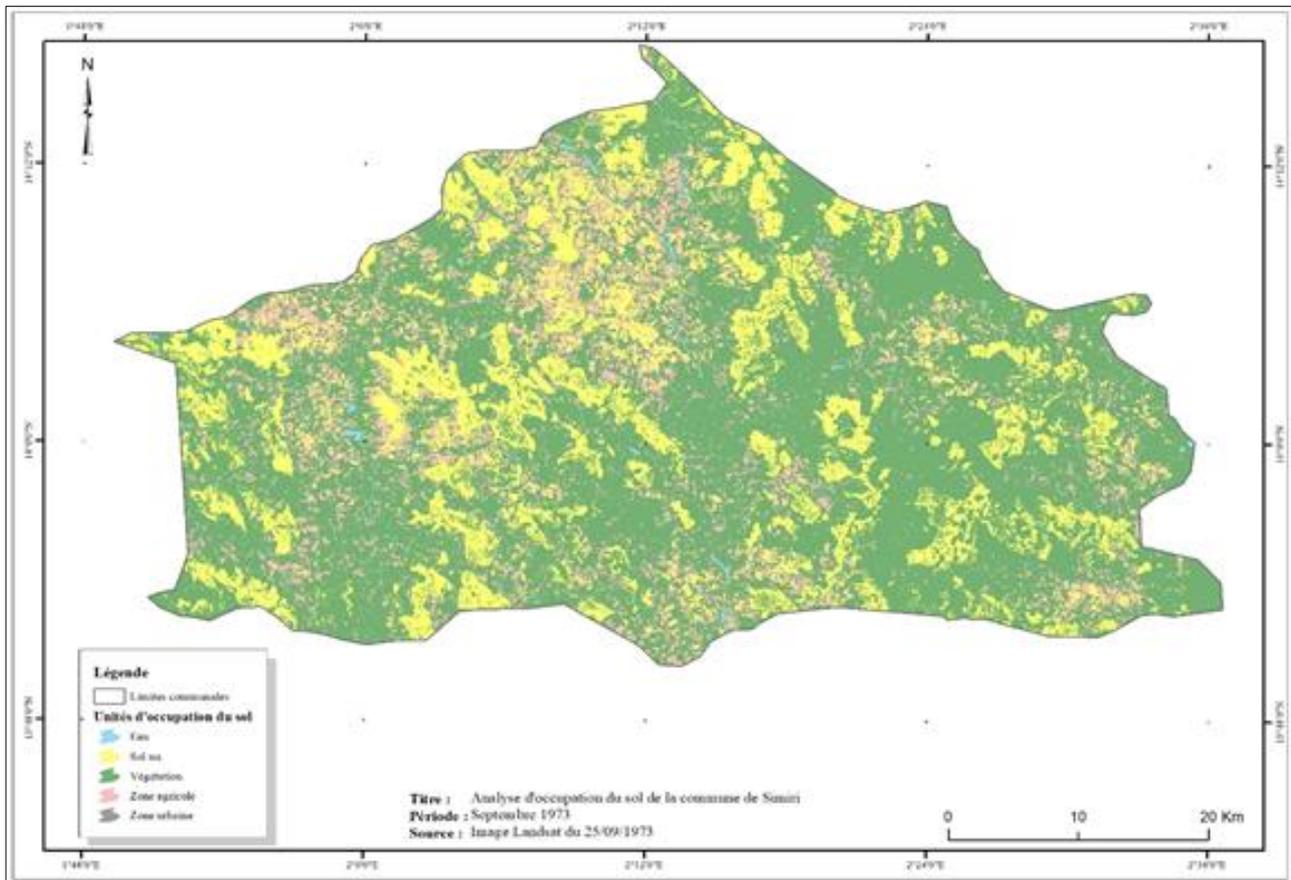


Fig 2: Classes d'occupation dans la commune de Simiri en 1973

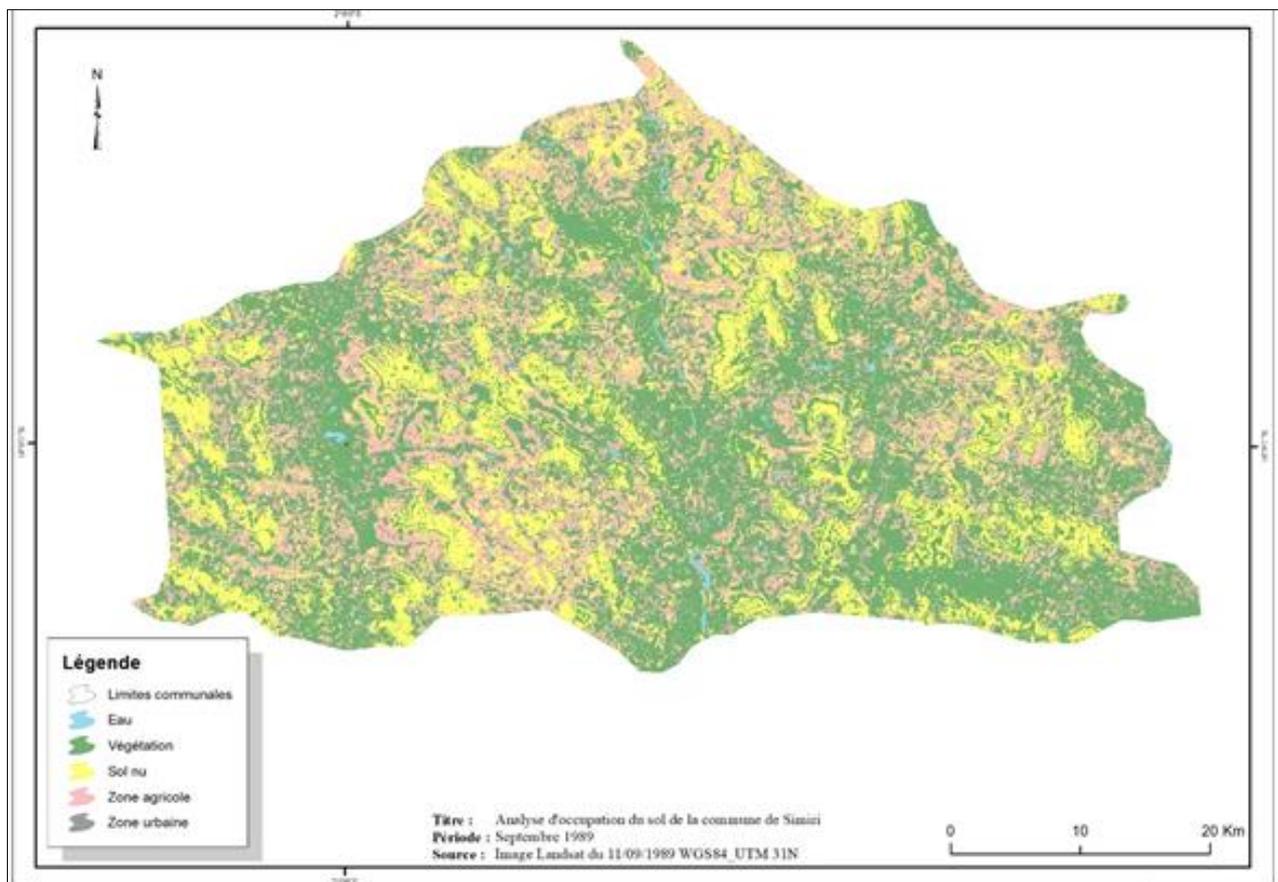


Fig 3: Classes d'occupation dans la commune de Simiri en 1989

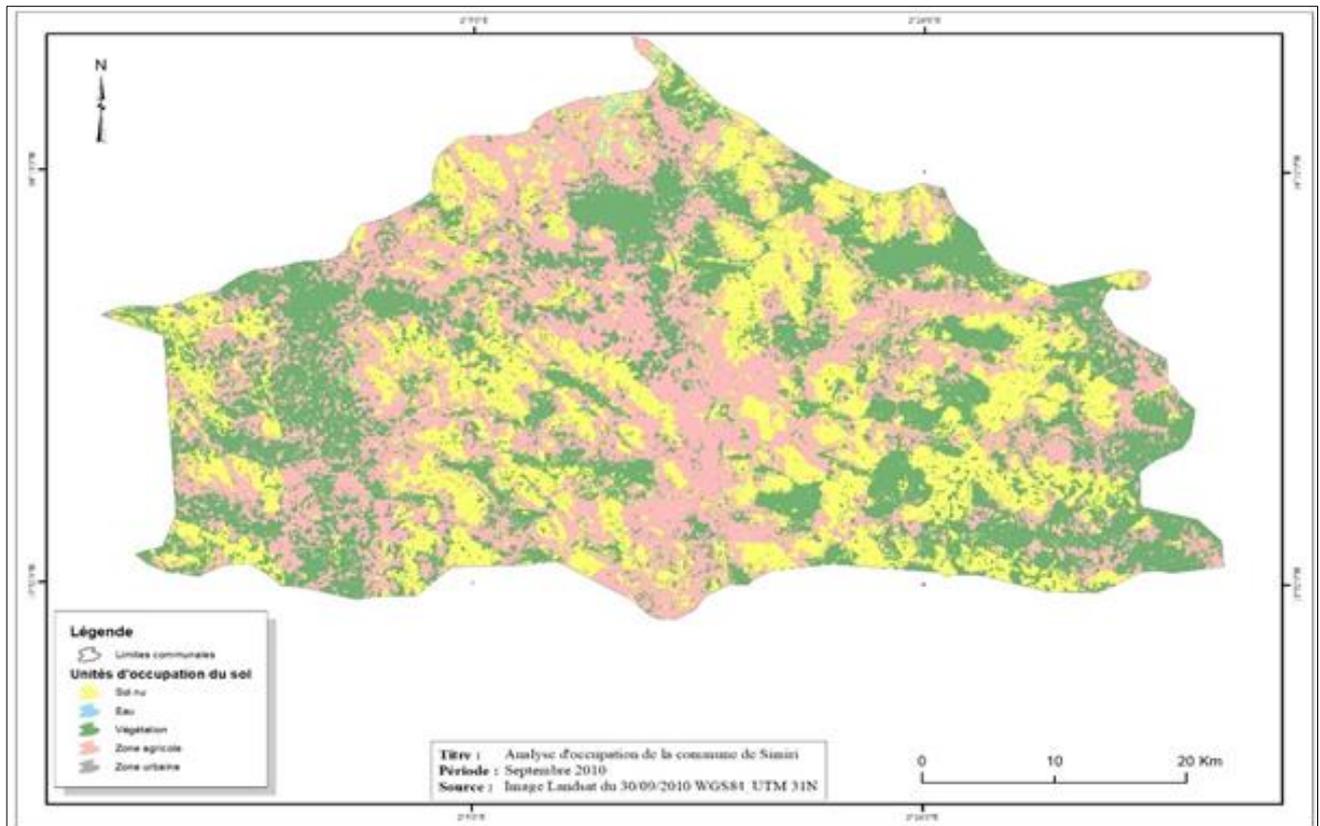


Fig 4: Classes d'occupation dans la commune de Simiri en 2010

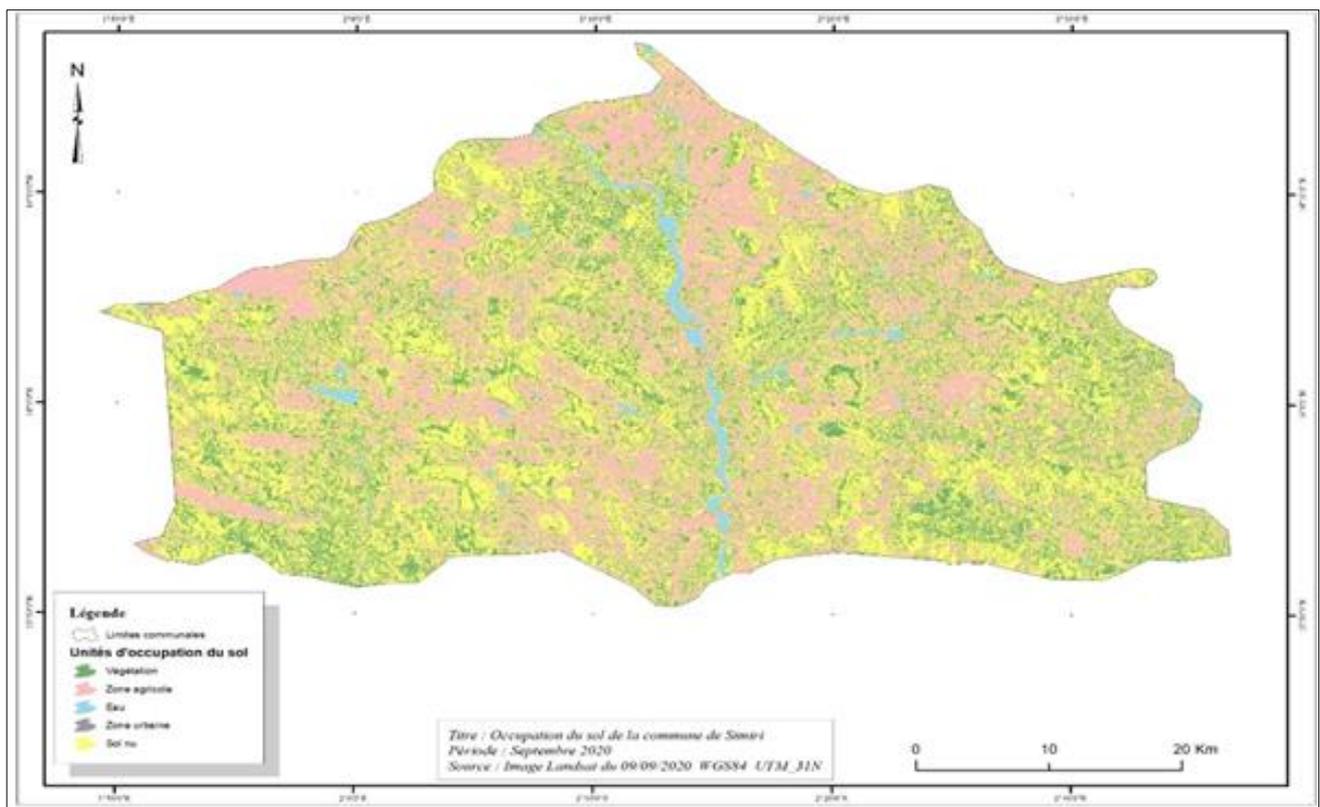


Fig 5: Classes d'occupation dans la commune de Simiri en 2020

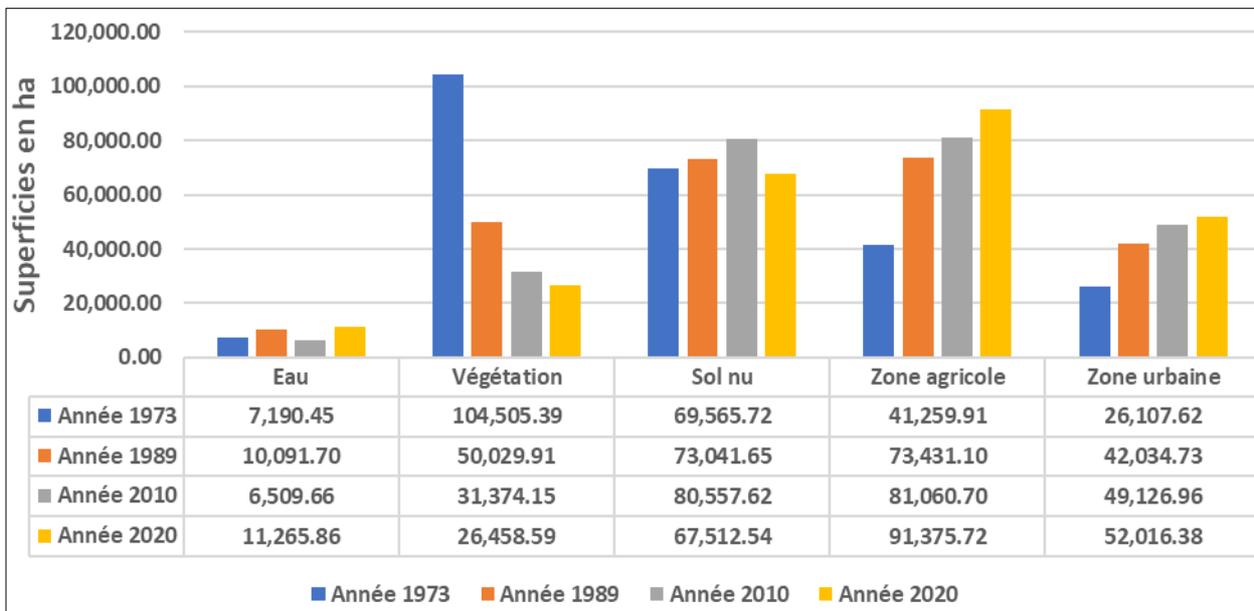


Fig 6: Superficies des classes d'occupation de 1973-2020 dans la commune de Simiri

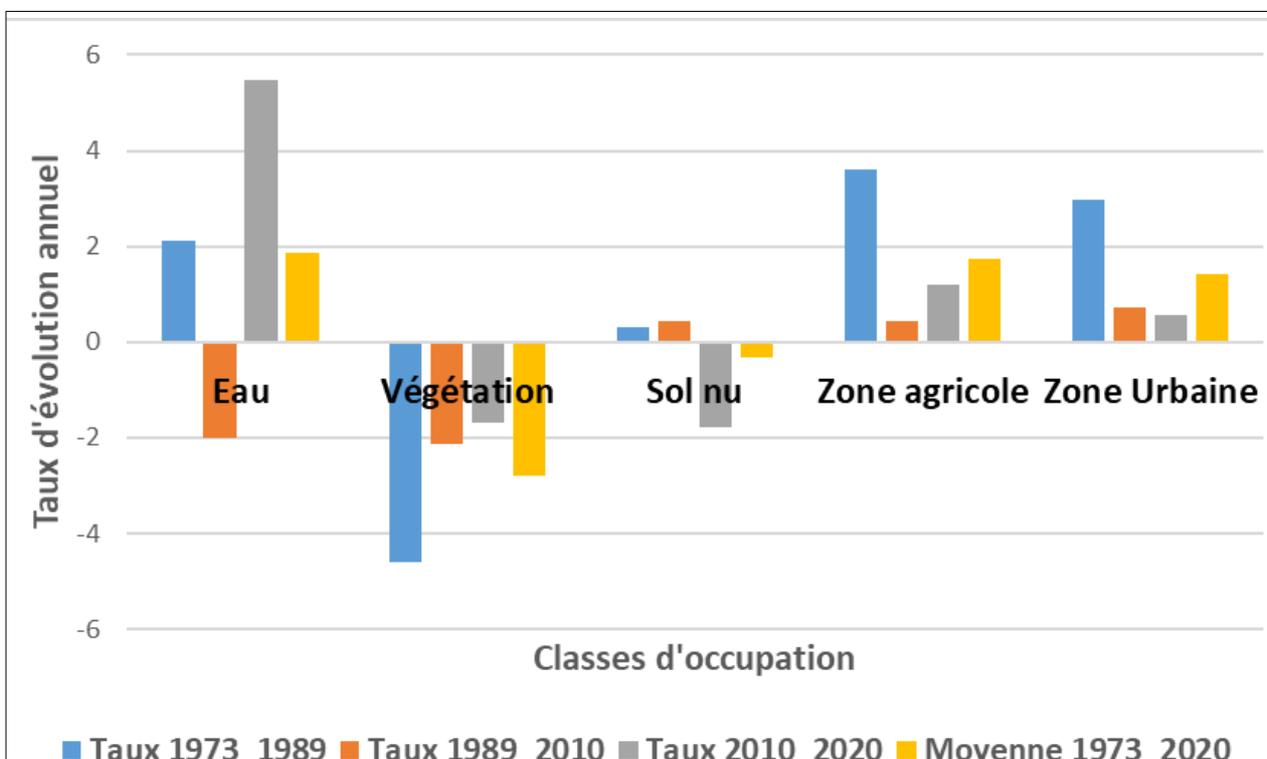


Fig 7: Taux annuels d'évolution des classes d'occupation dans la commune de Simiri



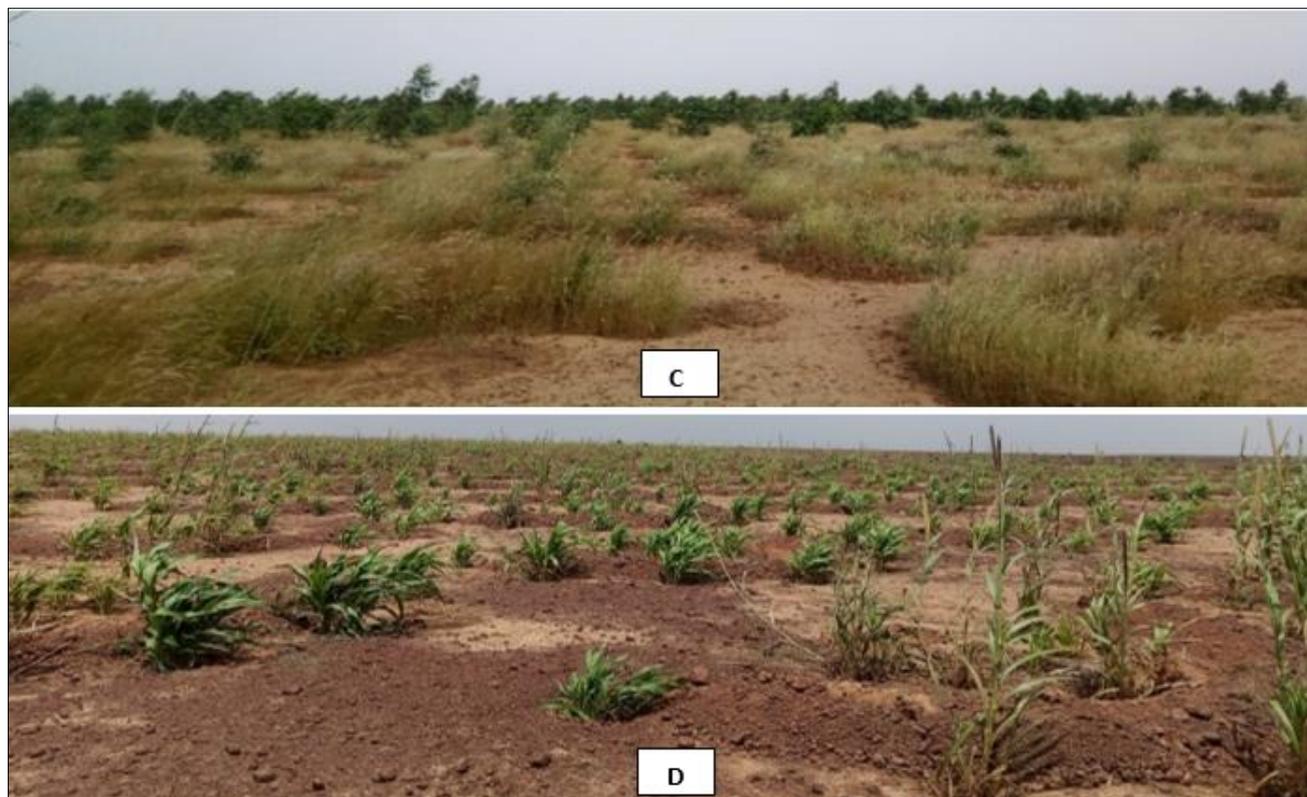


Fig 8: Surfaces nues revégétalisées: A: Témoin; B: Glacis récupéré à travers le zaï; C: Plateau traité à des fins sylvopastorales et D: Plateau traité à des fins agricoles.

5. Conclusion

L'occupation du sol dans la zone d'étude, évolue perpétuellement. La végétation ligneuse, composante environnementale qui stabilise les écosystèmes demeure en régression au profit des activités des populations (humaines et animales) et de la dégradation des terres. Les ligneux occupent une place fondamentale dans la vie des populations. En dehors des avantages dans les champs, ils sont aussi utilisés dans la fourniture d'énergie, de bois d'œuvre et de service, la pharmacopée traditionnelle, etc. Les facteurs de la dynamique paysagère, sont alors anthropiques mais aussi climatiques. L'interaction ou l'interdépendance existant entre ces facteurs fait que ceux climatiques peuvent être à la fois la cause et la conséquence des facteurs anthropiques. En effet, la zone d'étude appartient aux régions exposées aux changements climatiques et ne possède aucune forêt classée. Ces caractéristiques réconfortent l'opinion selon laquelle la dynamique ou la dégradation des écosystèmes serait plus d'ordre climatique qu'anthropique. Ainsi, les efforts de sensibilisation en vue de l'adoption de techniques de gestion de l'arbre et de la fertilité des terres, doivent être consentis, notamment la pratique de la régénération naturelle et les actions de Conservation des Eaux et des Sols (CES) ou de Défense et Restauration des Sols (DRS).

6. Références

1. Abdou B, Souleymane ST, Baba C, Cheick Hamalla D, Moriké D, Alou T, Sidi D. Pressions anthropiques et dynamique d'occupation des terres dans le terroir de Ziguéna, zone cotonnière du Mali. *European Scientific Journal*. 2016;12(5):90-99. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n5p90.
2. Abel K, François WK, Soungalo S, Marco S, Adjima T, Joseph IB. Dynamique des unités de végétation et réponse des espèces ligneuses à la dégradation des terres en zone sub-sahélienne du Burkina Faso. *Rev. Ivoir. Sci. Technol*. 2019;34:144-162. Available from: <http://www.revist.ci>.
3. Aboubacar I, Ali M, Tidjani AD, Gandou Z, Abassa I. DNSE du Niger: Etat de référence des observatoires de Diffa, Zinder, Azawad et Torodi-Tondikandia. 2009;117 pages.
4. Ago E. Dynamique des flux de carbone entre l'atmosphère et des écosystèmes Ouest-Africains: cas des forêts et savanes sous climat soudanien au BENIN. Thèse de Doctorat, Université de Liège Gembloux Agro Bio Tech, Bruxelles. 2016;184 pages.
5. Akobi K, Yabi I, Agnon N, Amoussou E, Boko M. Peuplement spontané et accès à l'éducation primaire dans la commune de Bantè au centre du Bénin. *European Scientific Journal*. 2017;13(19):168-190. DOI: 10.19044/esj.2017.v13n19p168.
6. Ali A, Lebel T. The Sahelian standardized rainfall index revisited. *International Journal of Climatology*. 2009;29:1705-1714. DOI: 10.1002/joc.
7. Alohoun EC, Ouinsavi C, Sokpon N. Fragmentation des écosystèmes forestiers: Définitions des concepts et évolution des méthodes d'évaluation. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 2016;17(2):474-486. Available from: <http://www.ijias.issr-journals.org/>.
8. Amadou I. Ciblage et analyse de la vulnérabilité: Cas du deuxième projet d'urgence d'appui à la sécurité alimentaire (PUSA II) dans le département de Ouallam. Mémoire de Master, Faculté d'Agronomie/UAM. 2012;65 pages.
9. Amoussou E, Totin Vodounon S, Hougni A, Vissin E, Houndenou C, Mahe G, Boko M. Changements environnementaux et vulnérabilité des écosystèmes

- dans le bassin-versant béninois du fleuve Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2016;10(5):2183-2201. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.20>.
10. Appolinaire BT, Brice AT, Ibouaïma Y. Pression agro-foncière et mutations agraires sur le plateau Adja au sud-ouest du Bénin. *European Scientific Journal*. 2017;13(8):177-199. DOI: 10.19044/esj.2017.v13n8p177.
 11. Biga I, Amani A, Soumana I, Bachir M, Mahamane A. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols des communes de Torodi, Gothèye et Tagazar de la région de Tillabéry au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2020;14(3):949-965. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.24>.
 12. Boni SB, Paulin JD, Boureïma A, Brice S. Exploitation des ressources biologiques et dynamique de la forêt classée de la Mekrou au Bénin. *European Scientific Journal*. 2016;12(36):228-244. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n36p228.
 13. Boubacar MM, Inoussa MM, Ambouta JMK, Mahamane A, Jorgen AA, Harissou Y, Rabiou H. Caractérisation de la végétation ligneuse et des organisations pelliculaires de surface des agroécosystèmes à différents stades de dégradation de la Commune rurale de Simiri (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2013;7(5):1963-1975. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.15>.
 14. Boureïma AG. Sécheresse et famine au Sahel: Crises alimentaires et stratégies de subsistances en Afrique Sahélienne: Burkina Faso, Mali, Niger. Thèse de Doctorat, Tom II, Université Jussieu, Paris. 1988;516 pages.
 15. Brun L, Gaudence D, Gibigaye M, Tente B. Dynamique de l'occupation du sol dans les zones humides de la commune d'Allada au Sud-Bénin (Sites Ramsar 1017 et 1018). *European Scientific Journal*. 2018;14(12):59-77. DOI: 10.19044/esj.2018.v14n12p59.
 16. CILSS. Les paysages de l'Afrique de l'Ouest: une fenêtre sur un monde en pleine évolution. U.S. Geological Survey EROS, 47914 252nd St, Garretson, SD 57030, United States. 2016;219 pages.
 17. Douma S. Etude ethnobotanique et écologique des plantes ligneuses alimentaires de soudure des systèmes agroforestiers du sud-ouest du Niger: diversité, importance, structure et niveau de menace. Thèse de Doctorat Unique de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. 2016;93 pages.
 18. Expédit VW. Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, France. 2017;258 pages.
 19. Gildas LD, Henri STV, Nickson EK. Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de Sinendé au Nord-Bénin. *Cahiers du CBRST, Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique*. 2016;101-121.
 20. Hamidou A, Morou B, Mahamane A, Saadou M, Issaka A. Caractérisation de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans le complexe des forêts de classées de Dan kada Dodo - Dan Gado (région de Maradi, Niger). *Journal des Sciences de l'Environnement*. 2012;1(1):16-26.
 21. Harouna M. De la migration circulaire à l'abandon du territoire local dans le Zarmaganda (Niger). *Revue européenne des migrations internationales*. 2002;18(2):1-23. DOI: <https://doi.org/10.4000/remi.1662>.
 22. Hountondji YH. Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest: analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique. 2008;131 pages.
 23. Ibrahim BM, Luc D, Oumarou FM, Emmanuèle G, Mahaman MA, Michel E, Kadidiatou SY, Moussa MA, Ibrahim M, Eric LB, Bachir A. Les changements d'usage des sols et leurs conséquences hydrogéomorphologiques sur un bassin-versant endoréique sahélien. *Secheresse*. 2011;22:13-24.
 24. Ibro A, Assoumane G. Occupation des sols des forêts classées du Niger et l'analyse des dynamiques de changement. Document de travail 168, Programme d'évaluation des ressources forestières du Département des forêts de la FAO, Rome, Italie. 2009;19 pages.
 25. Idrissa M. Impact du climat et des activités anthropiques sur les écosystèmes dans le Nord-Ouest de la région de Tillabéri au Niger. Thèse de Doctorat Unique de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. 2018;139 pages.
 26. INS (Institut National de la Statistique du Niger). Etat et structure de la population du Niger en 2012. Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2012. 2015;54 pages.
 27. INS (Institut National de la Statistique du Niger). Le Niger en chiffre. Rapport. 2018;88 pages.
 28. Issoufou M, Boureïma O, Ado D. Evolution de l'occupation des sols dans la partie Nord du Dallol Bosso, départements de Filingué et Balleyara, région de Tillabéri, Niger. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 2014;9(4):1988-1999. Available from: <http://www.ijias.issr-journals.org/>.
 29. Ivoirien DJ, Yapo MJS, Dosso M, Lazou AD. Analyse des dynamiques de l'occupation des sols dans le bassin versant du fleuve Sassandra (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*. 2016;12(17):411-424. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n17p411.
 30. Kamagaté B, N'Guessan AK, Ouattara D, Konan JL. Contexte paysager de l'implantation des manguiers dans les localités de Niakaramandougou et Dabakala au Nord de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*. 2016;12(12):82-93. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n12p82.
 31. Keïta A, Koutou MK, Traoré A. Dynamique et mode d'occupation des sols dans le bassin de Samendéni au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2017;11(4):1648-1661. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i4.12>.
 32. Kiari A, Mahamane A, Mahamane S. Effets des modes de gestion des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. et *Karité* (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) sur la composition floristique et la diversité des ligneux dans la zone sahélienne et sahélo-soudanienne du Niger. *European Scientific Journal*. 2016;12(23):158-180. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n23p158.
 33. Koulidiati J, Tovissodé CF, Dakouo JP, Fandohan B, Glele Kakai RL, Sinsin B. Occupation du sol et dynamique du paysage en zones de conservation et

- zones tampons dans le Sud-Est du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2016;10(6):2548-2564. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i6.12>.
34. Koulidiati J. Occupation du sol et dynamique du paysage en zones de conservation et zones tampons dans le Sud-Est du Burkina Faso. 2015.
35. Lanza R. L'activité pastorale et la dynamique des sociétés à l'est du Mali. Rapport final. Amsterdam, Pays-Bas. 2011;33 pages.
36. Larwanou M, Niang M, Saadou M, Oumarou N. Dynamique spatio-temporelle des parcs à karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) au Niger. *Sécheresse*. 2010;21(1):61-67.
37. Luc D, Mahaman MA, Sighomnou D, Michel E, Kadidiatou SY, Mahaman KA, Abdoulaye D, Eric LB, Bachir A. Utilisation et dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant du lac Tchad: Cas du bassin versant du Komadugu Yobe. *Sécheresse*. 2010;21(1):36-42.
38. Madiouni T. Dégradation des sols et perspectives de développement durable en Afrique: Dynamiques comparées des processus de dégradation et modèles de développement en Algérie et au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l'Université de Picardie Jules Verne, Amiens. 2010;369 pages.
39. Mahamadou I. Les unités géomorphologiques et leurs états de surface dans la région de Téra: morphopédologie des écosystèmes forestiers. Thèse de Doctorat Unique de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. 2017;175 pages.
40. Mahamane A, Abdourahamane H. Effets des modes de gestion des parcs agroforestiers à Combretaceae sur la composition floristique et la structure de la végétation ligneuse au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2016;10(6):2640-2659. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i6.19>.
41. Maïdoka IA, Tidjani M. Impact de l'exploitation des ressources naturelles sur la dynamique de la végétation et les systèmes de production agropastoraux de la commune de Gueskéro au sud-est du Niger. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.* 2017;30:152-168. Available from: <http://www.revist.ci>.
42. Maman AI, Amadou MM, Amadou MA, Adamou O. Dynamique des processus de dégradation de la végétation ligneuse et stratégie paysanne d'adaptation au Niger: Cas de la région de Zinder. *European Scientific Journal*. 2016;12(20):202-216. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n20p202.
43. Marceau V, Aubert S. Enjeux démographiques, enjeux alimentaires et dynamique des systèmes de production agricole dans les communes rurales du canton central de Batna. Rapport final. Université de Rennes. 2014;88 pages.
44. Oussou K, Zinsou O, Kinsou SMJ, Boko M. Etude de la dynamique des phénomènes de déforestation et d'ensablement dans les zones agro-pastorales du Nord-Bénin. *European Scientific Journal*. 2017;13(18):306-322. DOI: 10.19044/esj.2017.v13n18p306.
45. Réseau Sahel Désertification. Impacts des changements climatiques sur les sociétés et les environnements de l'Afrique de l'Ouest: un état des lieux. Rapport final. 2011;146 pages.
46. Rupa DK, Tognigban L, Zampaligré N, Kiema A, Ganaba S, Ouattara K. La dynamique de l'occupation des terres en relation avec la dégradation des ressources naturelles dans la réserve de faune de Pama et sa zone périphérique (Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2014;8(6):2587-2601. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.22>.
47. Salifou I, Mahamane S. Impact de la dynamique de l'occupation des sols sur l'évolution de la faune terrestre dans le Parc W du Niger. *European Scientific Journal*. 2016;12(27):1-12. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n27p1.
48. Soumana I, Gado BA. Caractérisation de la dynamique de l'occupation des terres de la commune de Zinder (Niger) à partir d'images Landsat et de photographies aériennes. *European Scientific Journal*. 2017;13(27):157-175. DOI: 10.19044/esj.2017.v13n27p157.
49. Soumana I, Mahamane A, Sarr MS, Amadou MM, Samna DA. Dynamique des modes d'occupation des sols et gestion paysanne des terres dans le terroir villageois de Sabon Machi (Niger). *European Scientific Journal*. 2017;13(24):149-170. DOI: 10.19044/esj.2017.v13n24p149.
50. Soumana I. Contribution à l'étude des facteurs de dégradation des terres de la région de Maradi: Exemple de la commune de Mayahi (Niger). *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 2017;19(3):489-504. Available from: <http://www.ijias.issr-journals.org/>.