

EVOLUTION DU COUVERT VEGETAL DE LA RESERVE DE BIOSPHERE TRANSFRONTALIERE DU W/BURKINA FASO

SANOU Kwéssé Moïse *

*Ministère de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement (Burkina Faso)
sanoukmoise@gmail.com*

LOMPO Mamadou

*Doctorant en Géographie, Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau,
Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi,
Bénin, 03 BP :1122 Cotonou,
mohamedelnoura@gmail.com*

ADOUABOU Basile Aoupoaoune

*Ministère de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement (Burkina Faso)
adouabonbasile@yaboo.fr*

TINTO Boureima

*Ministère de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement (Burkina Faso)
Btinto2@gmail.com*

Résumé

La gestion des aires protégées dans le contexte du terrorisme constitue un enjeu et un défi au Burkina Faso. L'objectif de cette étude est de contribuer au suivi de la couverture ligneuse de la réserve de biosphère transfrontalière du W du Burkina Faso dans un contexte de terrorisme. Pour ce faire, des images satellitaires Landsat (2002, 2013 et 2023), des images satellitaires Fcover de PROBA-V (2003 à 2023) et des données shapefiles sur les surfaces brûlées (2012 à 2023) ont été utilisées. Les images Landsat ont été traitées sur Envi 5.3 et ArcGis 10.8. Celles de PROBA-V et les données shapefiles ont été traitées sur ArcGis 10.8. Les résultats montrent d'une part, une expansion de la superficie des champs dans la zone tampon que sont les concessions de chasse de Tapoa-Djerma et de Kourtiagou et d'autre part une amélioration du couvert végétal, remarquable à l'intérieur du parc W. Les champs ont connu une évolution moyenne par an de 6,74% entre 2002 et 2013 comparativement à la période 2013 et 2023 qui est de 15,41% sur l'ensemble de la réserve. Le taux d'évolution annuel des savanes arborées est de 1,16% entre 2002 et 2013 contre 4,71% entre 2013 et 2023. Le traitement des images satellitaires Fcover de PROBA-V a permis de mesurer le taux de couverture végétal de la zone d'étude. En 2003, 55,71% de la superficie totale de la réserve avait une bonne et très bonne couverture végétale. Il est de 58,83% en 2013 et 63,13% en 2023.

Mots clés : *Burkina Faso, évolution, couvert végétal, biosphère transfrontalière du w*

Abstract

The objective of this study is to contribute to the monitoring of the woody cover of the W transboundary biosphere reserve of Burkina Faso in a context of terrorism. To do this, Landsat satellite images (2002, 2013 and 2023), Fcover satellite images from PROBA-V (2003 to 2023) and shapefile data on burned areas (2012 to 2023) were used. The Landsat images were processed on Envi 5.3 and ArcGis 10.8. Those from PROBA-V and the shapefile data were processed on ArcGis 10.8. The results show on the one hand, an expansion of the area of fields in the buffer zone that are the hunting concessions of Tapoa-Djerma and Kourtiagon and on the other hand an improvement in the plant cover, remarkable within the W park. The fields have experienced an average evolution per year of 6.74% between 2002 and 2013 compared to the period 2013 and 2023 which is 15.41 % over the entire reserve. The annual evolution rate of wooded savannahs is 1.16 % between 2002 and 2013 against 4.71 % between 2013 and 2023. The processing of the Fcover satellite images of PROBA-V made it possible to measure the rate of plant cover of the study area. In 2003, 55.71 % of the total area of the reserve had good and very good plant cover. It is 58.83 % in 2013 and 63.13 % in 2023.

Keywords: *Burkina Faso, evolution, plant cover, transboundary biosphere of the w*

Introduction

La forêt contribue à l'équilibre de la nature et du climat. Elle sert d'habitat à un grand nombre d'espèces animales et végétales et remplit également de nombreuses autres fonctions comme le contrôle de l'érosion, le stockage de l'eau, la séquestration et la du carbone, redistribution des précipitations (Kabulu *et al.*, 2008 ; Tankoano *et al.*, 2015 : 1984). Le XXI^{ème} siècle est marqué par une dégradation croissante des paysages naturels sous l'influence des activités humaines, menant à une diminution du couvert forestier à l'échelle mondiale (Salomon *et al.*, 2021 : 478). Cette dégradation est un phénomène qui affecte également les pays sahéliens (Gansaonré, 2018: 1). Ainsi, au Burkina Faso les tendances évolutives des formations naturelles montrent une diminution des superficies forestières au profit de celles des cultures agricoles (MEEVCC, 2019: 3). Entre 2000 et 2022 la superficie forestière du pays est passée de 6 956 631,47 ha à 5 117 777,07 ha soit une perte de 83 584,29 ha/an au profit des terres cultivées (SP-REDD+, 2023). Le changement des domaines forestiers en terres agricoles, est généralement associé à la baisse des réserves de carbone terrestre et la perte de la biodiversité (Sibanda *et al.*, 2018; Adjonou *et al.*, 2019: 3) . Il entraîne également la fragmentation des habitats fauniques et une perturbation de l'écologie et des processus hydrologiques (Adjonou *et al.* 2019 : 3).

Pourtant l'état et la dynamique de la végétation jouent un rôle clé dans le cycle global du climat et du carbone (Smet *et al.*, 2018). Cette situation de dégradation des ressources forestières au Burkina Faso constitue un défi environnemental majeur (MEEVCC, 2019 :) à l'instar des autres pays du monde.

La RBTW/B est confrontée de nos jours à d'énormes problèmes de dégradation des ressources naturelles liés aux activités anthropiques et aux facteurs climatiques. Le braconnage, le pacage illégal et la faible pluviométrie avec ses problèmes connexes constituent les principales sources de dégradation de l'écosystème de la Réserve. En particulier, les densités en animaux sauvages des parcs du W sont d'une manière générale inférieures à celles rencontrées dans la plupart des parcs et réserves de l'Afrique de l'Est et du Sud (Héma *et al.*, 2012 : 11).

Ainsi la dégradation de la végétation peut constituer une menace pour l'équilibre écologique sahélien et pour les activités économiques telles que l'élevage encore fortement dépendant de la végétation naturelle. Le suivi de l'évolution de la végétation devient de ce fait une nécessité pour la gestion durable de cette ressource (Ouoba *et al.*, 2014 : 2). L'étude de la dynamique de l'occupation du sol à travers l'analyse diachronique multi-dates des cartes d'occupation du sol s'avère de plus en plus indispensable, à la fois pour la connaissance d'un territoire et pour son aménagement (Jofack *et al.*, 2016 ; Biga *et al.*, 2020 : 950). De nombreux auteurs ouest-africains (Avakoudjo *et al.*, 2014 ; Gildas *et al.*, 2016 ; Orekan *et al.*, 2019 ; Adjonou *et al.*, 2019 ; Biga *et al.*, 2020) ont utilisés les méthodes de système d'information géographique (SIG) et la télédétection pour cerner la dynamique de l'occupation des sols. Cette technique permet à partir de l'analyse et de l'interprétation des images satellitaires à multi-dates d'appréhender l'évolution du paysage (Biga *et al.*, 2020 : 951).

L'objectif de ce travail est d'analyser l'évolution couvert végétal de la réserve de biosphère transfrontalière du W/Burkina Faso.

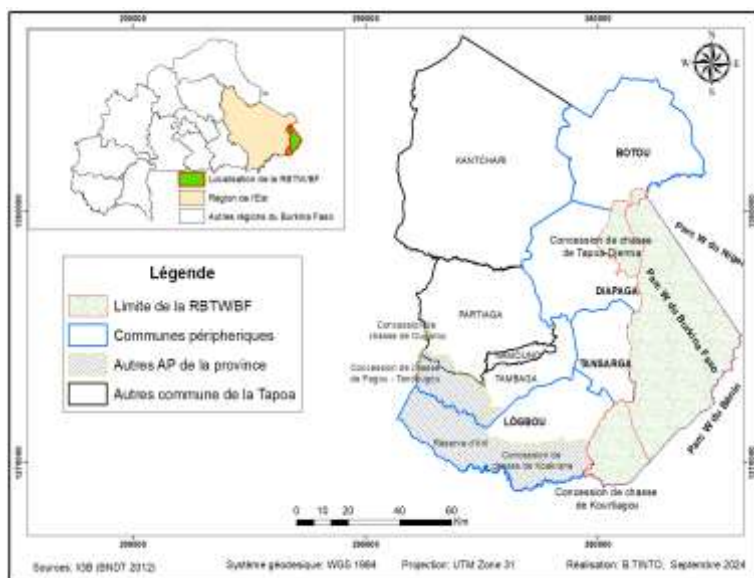
1. Méthode d'étude

1.1. Présentation de la zone d'étude

La RBTW/BF est localisée dans la province de la Tapoa, située dans la partie orientale du pays et s'étendant entre les parallèles 11°24,728' et 12°22,435' de latitude Nord et les méridiens 1°50,446' et 2°22,320' de

longitude Est. Elle est limitée à l'Est par la composante W Niger et Bénin, à l'ouest par les départements de Diapaga et Tansarga, au nord par le département de Botou et au Sud par le département de Logobou et la composante W Bénin de sa portion Sud. Elle comprend : Une aire centrale qui est constituée du Parc national du W (2 350 km²) ; Une zone tampon qui comprend la réserve partielle de faune de la Kourtiagou (510 km²) et la zone cynégétique de chasse sportive de Tapoa Djerma (300 km²). Les zones villageoises d'intérêt cynégétique à la périphérie des concessions de chasse sportive font partie intégrante de cette aire de transition qui correspond aux espaces les plus anthropisés (agriculture, élevage) s'étendant depuis la limite extérieure de la zone tampon sur un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres. La figure 1 donne un aperçu sur la situation géographique du secteur d'étude.

Figure 1: Localisation de la RBTW/BF



1.2. Données d'études

1.2.1. Acquisition des imageries satellitaires Landsat

Imagerie satellitaire Fcover de PROBA-V : Project for On-Board Autonomy-Vegetation (PROBA-V) est un instrument de mesure de la végétation à bord du satellite PROBA. Les images Fcover ont été obtenues par le concours de l'Observatoire National du Développement Durable (ONDD). Ces images proviennent du site internet Copernicus Global Land Service (CGLS). Cette plateforme est désignée comme une composante du service terrestre pour exploiter « une composante du service polyvalente » qui fournit une série de produits biophysiques sur l'état et l'évolution de la surface terrestre à l'échelle mondiale (Swinen *et al.*, 2021 : 17). Il s'agit principalement des images de la Fraction de couverture verte de la végétation en anglais Fraction of Green Vegetation Cover (Fcover) d'une résolution spatiale de 300 m pour les images de 2003 à 2012 et de 1 000 mètres pour celles de 2013 à 2023. Le mois de septembre a été retenu pour l'enregistrement de l'ensemble des images. Le choix de la période vise à prendre en compte le niveau de croissance maximale de la biomasse végétale car septembre coïncide avec les dernières pluies dans la zone soudano-sahélienne. Le choix de ces images se justifie par le fait que sa combinaison avec la dynamique de l'occupation des terres donne des informations plus complètes sur l'évolution de la végétation (Gansaonré *et al.*, 2020 : 6).

1.2.1. Base de données terrain

Les données terrains ont concerné les coordonnées de relevé terrain de la BDOT 2002 et les coordonnées de relevé terrain des placettes du second Inventaire Forestier National (IFN2) 2012. Ces données ont été acquises auprès de la Division du Système d'Information Forestier (DSIF). En effet ces données ont servi de base terrain pour la réalisation de la cartographie d'occupation des terres de 2002 et 2013. Elles ont été complétées par les images de très haute résolution de Google Earth et de Bing Maps.

Analyse et traitement des données

1.2.2. Outils de traitement des données

Pour le traitement et l'analyse des données satellitaires, différents types de logiciels ont été utilisés :

- ❖ **Arcgis 10.8** : il a été utilisé pour le traitement cartographique des données issues du traitement des images satellitaires PROBA-V, et des données sur les surfaces brûlées ;
- ❖ **Microsoft office (Excel)** : il a été utile pour l'analyse statistique des données et la réalisation de graphiques de différentes formes (histogrammes, courbes...) ;
- ❖ **Microsoft office (Word)** : Il a servi à la rédaction de cette étude.

1.2.3. Matériels cartographiques utilisés

Le matériel cartographique suivant a été utilisé dans le cadre de l'étude :

- ✚ Imagerie satellitaire Fcover de PROBA-V : la dynamique de la fraction de la couverture végétale (Fcover) a été possible grâce aux images satellitaires de PROBA-V. Il s'agit de 21 images satellitaires Fcover du capteur PROBA-V de 2003 à 2023 couvant la zone d'étude ;
- ✚ Les plateformes Google Earth et Bing Maps : Ces plateformes en ligne ont permis de faire la collecte de données sur la zone d'étude ;
- ✚ Les bases de données cartographiques de l'IGB : Il s'agit de la BNDT 2012.

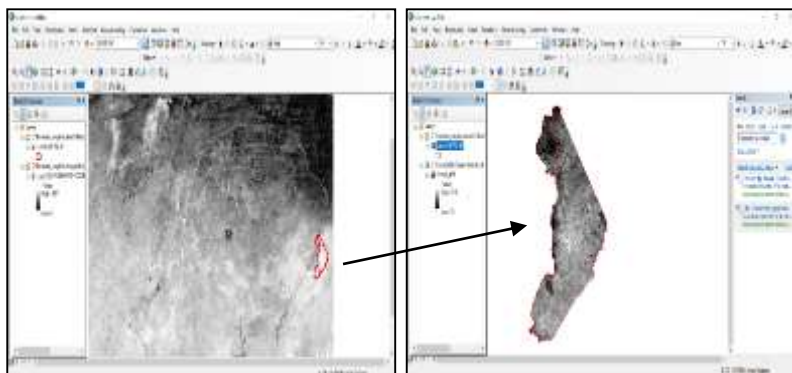
1.2.4. Technique de traitement des images Fcover

Le Fcover est exprimé comme une fraction sans unité de la surface du sol couverte par la végétation. Il est utilisé pour séparer la végétation et le sol dans les processus de bilan énergétique, y compris la température et l'évapotranspiration et est calculé à partir de l'indice de surface foliaire et d'autres variables structurelles de la canopée. C'est un très bon indicateur pour le remplacement des indices de végétation classiques pour la surveillance de la végétation verte. En raison de sa relation quasi-

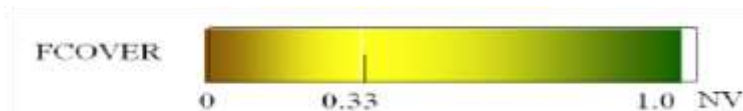
linéaire avec les réflectances, le FCover ne dépend que marginalement de l'échelle (Weiss *et al.*, 2000 : 6).

Après l'acquisition des images, elles ont été importées dans le logiciel SIG (ArcGis) pour le traitement. Ainsi, il a été procédé à l'affichage de l'image raster puis à la délimitation de la zone d'étude (figure 2). Cette opération a été faite sur l'interface ArcMap de ArcGis à travers la commande « Extract by Mask ».

Figure 2 : *Affichage des images Fcover et extraction de la zone d'étude*



Par la suite, l'image raster de la zone d'étude a été vectorisée grâce à l'outil « Raster to vector ». Cela a permis de réaliser les opérations de calcul et de classification pour les statistiques. Le taux de couverture réel correspond aux valeurs réelles des pixels. Ces valeurs sont comprises entre 0 et 1 avec 0 pour les zones complètement dénudées et 1 pour les zones entièrement couvertes.



La détermination des valeurs réelles de pixels a été faite à travers l'outil « field calculator » dans la table d'attribut des données de l'image. Les données ont été classifiées en cinq (05) classes suivant les valeurs de pixels.

1.2.4. Technique d'analyse des images Fcover

La couverture végétale est le meilleur repère pour apprécier les changements du milieu entre différentes périodes dans une région (Bouchelouche *et al.*, 2022:). L'image du Fcover est obtenue sur le site de Copernicus avec des valeurs brutes appelées Digital Number (DN) et vont de 0 à 250, les valeurs réelles (taux de couverture réel) situées entre 0 et 1 sont obtenues en appliquant la formule de Davy *et al.*, (2020) :

PhyVal = DN * scale_factor + add_offset ; avec :

- *PhyVal* : Valeurs réelles (Physical Value), situé entre 0 et 1
- *DN* : Compte Numérique de l'image brute (Digital Number), situé entre 0 et 250
- *Scale factor* : facteur d'échelle, égale à 1/250
- *Add offset* : décalage, égale à 0

Les valeurs réelles des pixels des 5 classes ont été caractérisées de très faible, faible, moyenne, bonne et très bonne couverture à travers les proportions que chacune d'elle occupe.

La superficie par classe a été obtenue en multipliant le nombre total de pixel par classe avec la résolution spatiale concernée d'un pixel.

S/C = RS*NP avec:

S/C : Superficie par classe

RS : Résolution spatiale d'un pixel

NP : Nombre total de pixels par classe

Ensuite les proportions sont obtenues en divisant la superficie totale des pixels des différentes classes sur la superficie totale des pixels de la RBTW/BF.

L'analyse des données du Fcover a été faite à travers les 5 classes de valeurs des pixels.

2. Résultats

2.1. Evolution du couvert végétal de la RBTW/BF en 2003, 2013 et 2023

La cartographie de la couverture végétale à partir des images satellitaires

du FCover a permis d'avoir des informations sur les taux du couvert végétal en 2003, 2013 et 2023. Les résultats des différentes tendances avec leurs caractéristiques sont présentés dans les tableaux I, II et III.

Tableau I : Répartition du taux de couverture végétale par classe en 2003

Classe de Valeur réelle	Proportion (%)	Couverture de la végétation
0,45 - 0,57	2,54	Très faible
0,58 - 0,63	11,91	Faible
0,64 - 0,67	29,85	Moyenne
0,68 - 0,7	33,16	Bonne
0,71 - 0,78	22,55	très bonne

Source : *Traitement image satellitaire PROBA-V*

Tableau I: Répartition du taux de couverture végétale par classe en 2013

Classe de Valeur réelle	Proportion (%)	Couverture de la végétation
0,42 - 0,56	8,17	Très faible
0,53 - 0,62	11,91	Faible
0,63 - 0,67	21,09	Moyenne
0,68 - 0,72	35,57	Bonne
0,73 - 0,81	23,26	Très bonne

Source : *Traitement image satellitaire PROBA-V*

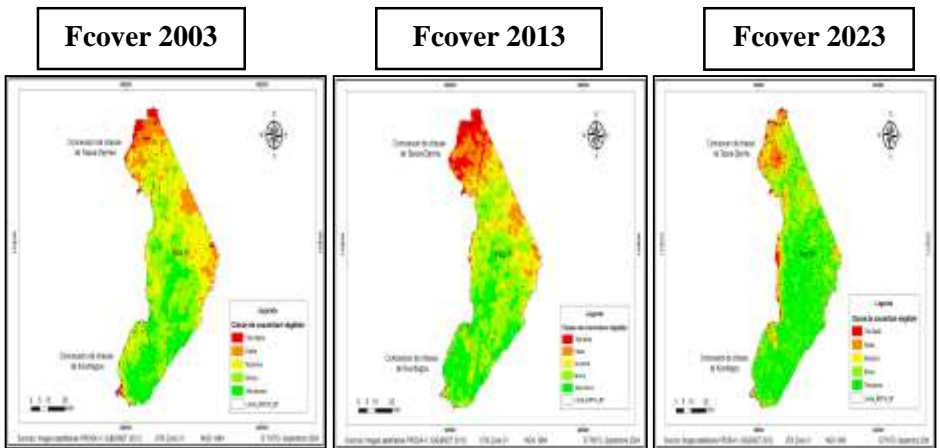
Tableau II: Répartition du taux de couverture végétale par classe en 2023

Classe de Valeur réelle	Proportion (%)	Couverture de la végétation
0,34 - 0,52	2,81	Très faible
0,53 - 0,57	11,62	Faible
0,58 - 0,64	22,44	Moyenne
0,65 - 0,69	36,40	Bonne
0,7 - 0,81	26,73	Très bonne

Source : *Traitement image satellitaire PROBA-V*

De l'analyse de ces tableaux, il ressort qu'en 2003, 2,54 % de la superficie totale de la réserve avait une très faible couverture végétale. On note un accroissement de ce taux en 2013 qui est de 8,17 %. Il a connu une baisse significative en 2023 avec 2,81 %. On observe que 22,55 % avait une très bonne couverture en 2003. Ce taux a progressé en 2013 (23,26 %) et en 2023 (26,73 %). On enregistre également une progression de 33,16 % (2003), 35,57 % (2013) et 36,40 % (2023) de la portion de bonne couverture végétale de la réserve. La figure 3 illustre l'évolution spatiale du Fcover entre ces trois périodes (2003, 2013 et 2023).

Figure 3 : *Fcover de la RBTW/BF de 2003, 2013 et 2023*



L'analyse spatiale des 3 périodes indique une augmentation progressive de la couleur vert clair et vive caractérisant la bonne et très bonne couverture végétale dans la RBTW/BF. La couleur jaune qui représente le taux de couverture moyenne qui était important en 2003 a régressé en 2013 et 2023. Le taux de faible couverture représenté par la couleur orange est relativement stable dans les 3 périodes. La couleur rouge caractérisant le taux de très faible couvert végétal est importante en 2013 comparativement à 2003 et 2023. Globalement les niveaux très faible et

faible couverture végétale sont observés dans les concessions de chasse. Les autres niveaux de couverture (moyenne, bonne et très bonne) sont plus observés à l'intérieure du parc W.

2.2. Evolution du Fcover entre les périodes de 2003 à 2012 et de 2013 à 2023

Le Fcover des deux périodes a été obtenue en faisant la moyenne des images Fcover de 2003 à 2012 et de 2013 à 2023. Cette opération a été réalisé à travers l'outil « raster calculator » de ArcMap. Les résultats sont consignés dans le tableau IV.

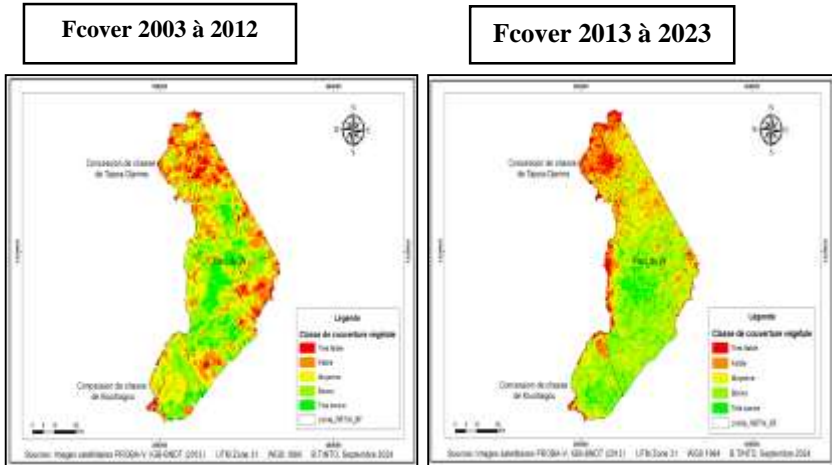
Tableau IIIIV : *Valeur du Fcover moyen de 2003 à 2012 et de 2013 à 2023 de la RBTW/BF*

Période	Minimum	Maximum
2003-2012	0,488	0,78
2013-2023	0,352	0,86

Source : Traitement image satellitaire PROBA-V

L'analyse du tableau IV montre un taux de couverture minimal de 48,8 % et maximal de 78 % sur la période 2003 et 2012. Entre 2013 et 2023, on constate un taux minimal de 35,2 % et le maximal est à 86 %. La figure 4 illustre l'évolution du Fcover entre ces deux périodes.

Figure 4 : Evolution du Fcover de la RBTW/BF entre 2003 à 2012 et 2013 à 2023



L'analyse spatiale du Fcover entre ces deux périodes (2003 à 2012 et 2013 à 2023) indique dans un premier temps que les niveaux de très faible et faible couverture végétale sont plus importants dans la première période (2002 à 2012) que la deuxième (2013 à 2023). On note une répartition spatiale de ces niveaux sur l'ensemble de la réserve. Dans le deuxième temps, les niveaux bons et très bonne couverture végétale sont importants entre 2013 et 2023 comparativement entre 2003 et 2012. On observe qu'entre 2013 et 2023, les niveaux faibles et très faible couverture végétale sont plus localisés dans la zone de concession (Tapoa-Djerma et Kourtiagou).

3. Discussion

La dynamique du FCover a été étudiée pour appuyer les résultats de l'occupation des terres. Elle est utilisée pour la surveillance de la végétation verte. Ainsi son association avec la dynamique de l'occupation

des terres donne des informations plus complètes sur l'évolution des massifs forestiers. Cependant elle est peu utilisée dans les études cartographiques au Burkina Faso. La plupart des études (Yelemou, 2019; Sanou, 2020; Sawadogo, 2019) portant sur la dynamique de l'occupation des terres ne prend pas en compte les NDVI ou Les FCover. Gansaonré *et al.*, 2020 ont étudié la dynamique de l'occupation des terres associées aux indices de végétation par différence normalisé (NDVI) dans les périphéries du parc W entre 1984 et 2015. Swinnen *et al.*, 2021 ont noté que le Fcover est un très bon indicateur pour remplacer les indices de végétation classiques pour la surveillance de la végétation verte. Il fournit des données sur le taux d'évolution du couvert végétal. Il convient d'utiliser les FCover pour appréhender l'évolution de la couverture végétale dans le contexte de terrorisme.

Les résultats du Fcover montrent une hausse de la superficie totale de la réserve avec une très faible couverture végétale entre 2003(2,54 %) et 2013 (8,17 %). Le taux a baissé en 2023 avec 2,81%. Cela indique, que la réserve a subi une pression en 2013 augmentant ainsi la superficie de la classe faiblement couverte par la végétation. Ce résultat est en accord avec les travaux réalisés par Gansaonré (2018) et Gansaonré *et al.*, (2020) dans le parc W et de ses périphéries. Ces auteurs ont trouvé également une tendance régressive des indices de végétation dans la zone d'étude entre 2001 à 2015. Pour eux, l'activité humaine constitue la principale cause de la régression significative de l'indice de végétation. Ils soutiennent que d'autres facteurs non moins importants que sont les variations climatiques influencent également la dynamique de la végétation. Rasmussen *et al.*, (2014) dans leur analyse expliquent que l'évolution régressive des indices de végétation dans la zone sahélienne du Burkina Faso est à 30 % due à la variation de la pluviométrie, les autres causes pouvant être d'origine naturelle ou anthropique. En outre, certains auteurs indiquent que les activités agropastorales croissantes, la transhumance peuvent expliquer la régression de la biomasse végétale (Emeterio *et al.*, 2013).

Conclusion

Cette étude avait pour ambition de contribuer au suivi par télédétection de l'évolution du couvert végétal de la RBTW/BF. La combinaison de données multi sources, de technologies géospatiales et d'une approche

méthodologique appropriée, offre la possibilité d'une bonne appréhension de l'évolution du couvert végétal du secteur d'étude. En effet, les résultats du Fcover montrent une hausse de la superficie totale de la réserve avec une très faible couverture végétale entre 2003 (2,54 %) et 2013 (8,17 %). Le taux a baissé en 2023 avec 2,81 %. Cela indique, que la réserve a subi une pression en 2013 augmentant ainsi la superficie de la classe faiblement couverte par la végétation. Cette progression rapide du couvert végétal a été plus observée à l'intérieur du parc W où l'accès semble être difficile par les populations riveraines.

La mise en œuvre des projets de protection des parcs nationaux du W énoncé dans l'analyse diachronique et le contexte de terrorisme marqué par l'inaccessibilité de la zone d'étude pourraient expliquer la baisse de la superficie très faiblement couverte par la végétation entre 2013 et 2023.

Références bibliographiques

- ADJONOU Kossi, BINDAODOU Issa Abdou-Kérim, IDOHOU Rodrigue, SALAKO Valère Kolawole, Glele- GLELE-KAKAÏ Romain, KOKOU Kouami,** (2019). « Suivi satellitaire de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015 », in: B, M., Orekan, V. (Eds.), Conférence OSFACO : Des Images Satellites Pour La Gestion Durable Des Territoires En Afrique, *Actes de La Conférence OSFACO : Des Images Satellites Pour La Gestion Durable Des Territoires En Afrique*. Cotonou, Benin, p. 25.
- AVAKOUDJO, J., MAMA, A., TOKO, I., KINDOMIHOU, V., SINSIN, B.** (2014). « Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8, 2608–2625. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.22>
- BIGA, I., AMANI, A., SOUMANA, I., BACHIR, M., MAHAMANE, A.** (2020). « Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols des communes de Torodi, Gothèye et Tagazar de la région de Tillabéry au Niger ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14, 949–965.
- DAVY W., ALEIXANDRE V., ROXANE V.G, JORGE S.Z.** (2022). product user manual, Leaf Area Index (LAI), Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (FAPAR), Fraction of green Vegetation Cover (FCover) : Collection 300m, Version 1.1. 85 p

- EMETERIO, J.L.S., ALEXANDRE, F., ANDRIEU, J., GÉNIN, A., MERING, C.** (2013). « Changements socio-environnementaux et dynamiques des paysages ruraux le long du gradient bioclimatique nord-sud dans le sud-ouest du Niger (régions de Tillabery et de Dosso) ». *VertigO - Rev. Électronique En Sci. Environ.* <https://doi.org/10.4000/vertigo.14456>
- GANSAONRE, R.N.**, (2018). « Dynamique du couvert végétal et implications socio-environnementales à la périphérie du parc W/Burkina Faso ». *VertigO, - Rev. Électronique En Sci. Environ.* <https://doi.org/10.4000/vertigo.20249>
- GANSAONRE, R.N., ZOUNGRANA, B.J.-B., YANOGO, P.I.** (2020). « Dynamique du couvert végétal à la périphérie du Parc W du Burkina Faso ». *Belg. Rev. Belge Géographie.*
- GILDAS LD, HENRI STV, NICKSON EK,** (2016). « Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de Sinendé au nord Bénin ». *Cahiers du CBRST*, 9 : 101-121.
- HEMA, D.E.M., HEBIE, L., SANOU, Y.** (2012). Protocoles et plans d'actions de suivi écologique dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Burkina Faso, 171 p.
- MEEVCC, 2019. Stratégie nationale en matière d'environnement (SNE) 2019-2023. 87 p + annexes
- OREKAN, V.O.A., PLAGBETO, H., EDEA, E., SOSSOU, M.** (2019). Évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois, in : Mertens, B., Orekan, V. (Eds.), Conférence OSFACO : Des Images Satellites Pour La Gestion Durable Des Territoires En Afrique, Actes de La Conférence OSFACO : Des Images Satellites Pour La Gestion Durable Des Territoires En Afrique. Cotonou, Benin.
- OUOBA, P.A., DAPOLA, E.C.D., PARE, S.** (2014). « Perception locale de la dynamique du peuplement ligneux des vingt dernières années au Sahel burkinabé ». *VertigO - Rev. Électronique En Sci. Environ.* <https://doi.org/10.4000/vertigo.15131>
- RASMUSSEN, K., FENSHOLT, R., FOG, B., VANG RASMUSSEN, L., YANOGO, I.** (2014). « Explaining NDVI trends in northern Burkina Faso ». *Geogr. Tidsskr.-Dan. J. Geogr.* 114, 17–24. <https://doi.org/10.1080/00167223.2014.890522>
- SALOMON, W., SIKUZANI, Y.U., KOUAKOU, A.T.M., BARIMA, Y.S.S., THEODAT, J.M., BOGAERT, J.** (2021). « Cartographie et quantification de la perte du couvert forestier dans les

parcs nationaux du Sud de la République d’Haïti de 1985 à 2018 : rôle des activités agricoles locales ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15, 477–496. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.9>

SANOU, K.M. (2020). Analyse spatio-temporelle de la dégradation des ressources forestières dans la commune urbaine de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Mémoire de master professionnel, institut panafricain pour le développement Région Afrique de l’Ouest et Sahel. 93p +annexes

SAWADOGO, B.J. (2019). Étude de la dynamique des formations végétales et du potentiel ligneux de la forêt classée de Kari au Burkina Faso. Mémoire de master professionnel, Département de géographie, Université de Ngaoundéré. 99 p + annexes

SMETS B., TIM J., VERGER A. (2018). Fraction de rayonnement photo synthétiquement actif (FAPAR), fraction de couverture végétale (Fcover) collecte 300m, version 1. GIOGL1_PUM_LAI300m-V1. 41p

SP-REDD+, 2023. Rapport d’étude sur l’utilisation de l’outil collect earth pour la production des statistiques de l’occupation /l’utilisation des terres au Burkina Faso. 41 p

SWINNEN, E., VAN HOOLST, R., TOTÉ, C. (2021). Copernicus Global Land Operations” Vegetation and Energy”. Issue I1 12.

TANKOANO Boalidia, Mipro HIEN, N’Da Hyppolite DIBI, Zézouma SANON, Jérôme T. YAMEOGO et Irénée SOMDA (2015). « Dynamique spatio-temporelle des savanes boisées de la forêt classée de Tiogo au Burkina Faso ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(4): 1983-2000, August 2015, <http://ajol.info/index.php/ijbcs> <http://indexmedicus.afro.who.int>

WEISS Marie, Frédéric Baret, Ranga Myneni, Agnès Pragnère, Youri Knyazikhin, (2000). Investigation of a model inversion technique to estimate canopy biophysical variables from spectral and directional reflectance data. *Agronomie*, 2000, 20 (1), pp.3-22.

YELEMOU, S.F. (2019). Approche cartographique et gestion durable des terres dans la zone d’intervention de la grande muraille verte au Burkina Faso : cas de la commune de laye, région du plateau central. Mémoire de fin de cycle Inspecteur des eaux et forêts, ENEF, 88 p.