

Evolution Du Couvert Vegetal Dans Les Sites D'orpillage Des Aires Protegees Du Departement De Mayo-Rey

OUMAR MAHAMAT OUMAR^{1*}, TCHOBSALA², MEGUENI Clautilde², Mohammad BELLO⁴, SALI Bouro¹, PA AI Vivien Nenwala¹

1. Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD, CRRA-Maroua), BP 33 Maroua, Cameroun

2. Facultés des Sciences, Département de Biologie, Université de Maroua, BP : 644 Maroua, Cameroun

3. Facultés des Sciences, Département de Biologie, Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

4. Institut de Recherches Géologiques et Minières (IRGM, CRH-Nkolbisson), B.P 4110, Yaoundé – Cameroun

*Corresponding author: Oumar Mahamat Oumar

*Email: oumarmahamat_oumar@yahoo.fr

RESUME

Les écosystèmes naturels de la zone soudano-sahélienne du Cameroun subissent des changements rapides, mettant en exergue des paysages fragmentés et anthropisés. Les aires protégées à l'instar de celui du parc National de la Bénoué et de Bouba Ndjidda ne sont pas épargnées. Cette perturbation est surtout liée à l'activité de l'homme. L'objectif de ce travail est de contribuer à l'apport de connaissances sur le sujet dans la mesure où elle va nous permettre de mieux connaître l'état de la végétation et les menaces probables dans la zone d'étude. Les différentes modifications qualitatives intervenues au niveau de l'ensemble des unités d'occupation du sol au cours de la période analysée ont été examinées grâce aux variations des valeurs pondérées des différentes classes entre 1986 à 2018 par pas de 16 ans. La géomatique, les indices d'écologie du paysage et les enquêtes sur la perception locale de la dégradation du paysage ont été utilisés. L'analyse diachronique des résultats des deux images traitées permet de déceler le comportement des différents éléments de

l'occupation du sol sur 32 années. Il ressort de l'analyse diachronique des images des années 1986, 2002 et 2018 que le Parc National de la Bénoué est plus affecté par la réduction du couvert végétal avec une régression de -8,20 ha que le Parc National de Bouba-Ndjidda avec évolution régressive de -6,55 ha si nous considérons la classe sols nus et blancs de sables. La dynamique des paysages végétaux de cette zone n'est pas une dynamique d'ensemble de façon générale. Les forêts ne sont pas des entités statiques ou immuables. Elles connaissent une évolution permanente, un perpétuel processus dynamique même en dehors de toute intervention humaine. Ainsi, il est à indiquer que malgré la contribution appréciable de cette activité, ses effets sont écologiquement dangereux sur la végétation. Donc, il faudrait donner des orientations concrètes pouvant aider le plan d'aménagement des aires protégées à minimiser ses effets en faisant les dons et aides dans la localité, impliquant des populations locales dans la gestion des aires protégées et en créant un service de

gestion durable de l'orpaillage dans le management des aires protégées.

Mots-clés : *Evolution, couvert végétal, orpaillage, aire protégée, Mayo-Rey.*

ABSTRACT :

The natural ecosystems of Cameroon's Sudan-Saharan zone are undergoing rapid change, highlighting fragmented and anthropogenic landscapes. Protected areas such as the Benoue National Park and Bouba Ndjidda are not spared. This disturbance is mainly related to human activity. Objective of this work is to contribute to the provision of knowledge on the subject as it will allow us to better know the state of the vegetation and the likely threats in the study area. The various qualitative changes that occurred at the level of all land-use units during the period analysed were examined using variations in the weighted values of the different classes between 1986 and 2018 by 16-year steps. Geomatics, landscape ecology indices and surveys of local perception of landscape degradation were used. Diachronic analysis of the results of the two treated images can detect the behaviour of the different elements of land use over 32 years. The diachronic analysis of the images of 1986, 2002 and 2018 shows that the Benoue National Park is more affected by the reduction of vegetation cover with a regression of -8.20 ha than the Bouba-Ndjidda National Park with a regressive evolution of -6.55 ha if we consider the bare and white sand soil class. The dynamics of the plant landscapes of this area are not an overall dynamic. Forests are not static or immutable entities. They are constantly evolving, a perpetual dynamic process even outside of any human intervention. Thus, it was indicated that despite the significant contribution of this activity, its effects are ecologically dangerous on vegetation.

Therefore, concrete guidance should be given that could help the protected areas development plan minimize its effects by making donations and aid in the locality, involving local people in the management of protected areas and creating a sustainable gold mining management service in the management of protected areas.

Keywords—*Evolution, vegetation cover, gold mining, protected area, Mayo-Rey division.*

I- INTRODUCTION

Les écosystèmes naturels du monde entier sont soumis à des pressions de toutes sortes qui sont à l'origine de leur dégradation. La dégradation des écosystèmes forestiers, représente une des plus importantes causes de réduction de la biodiversité dans le monde [16,14]. C'est ainsi que la création des aires protégées est devenue une nécessité primordiale et un axe d'intervention pour presque tous les Etats dans le monde. L'importance des aires protégées dans la conservation de la biodiversité est actuellement largement reconnue [17]. Le constat positif est que, le nombre et la superficie des aires protégées augmentent régulièrement sur le plan mondial tout comme au Cameroun. Cependant, la péjoration climatique associée à d'autres facteurs anthropiques comme les défrichements à des fins d'une exploitation, le surpâturage, les prélèvements de bois d'œuvre et d'artisanat, de bois de service et d'énergie, les feux de brousse ont été à l'origine de dégradations parfois profondes des formations forestières y compris celles du domaine protégé [3, 20, 18, 8]. En outre, les aires protégées dans le monde entier souffrent très souvent de l'inefficacité de leur gestion ainsi que de la réalisation de certains projets de développement tels que les routes, les barrages, etc. L'utilisation des données d'observation de la terre s'est accrue ces dernières années et apporte une

contribution significative dans divers domaines. Elle constitue pour le Cameroun une option intéressante pour la prospection spatiale, car permet d'observer la surface de la terre à faible coût la surface du territoire en un temps record avec une grande couverture spatiale, et à un faible coût. L'observation de la végétation est un cas d'exemple qui permet de définir pour une région et à une période donnée l'état d'évolution du couvert végétal défini par un indice. Plusieurs recherches ont permis de montrer que l'évolution des indices de végétation d'une zone est fortement corrélée à la démographie et l'intensité de la pression anthropique de la zone concernée. Cette corrélation peut être utilisée comme information utile dans les projets de la gestion des écosystèmes naturels. Le véritable problème que subit le département de Mayo-Rey est la pression sur les terres et les ressources naturelles, que ce soit pour les besoins de subsistance, de bois de feu, de pâturage ou pour l'exploitation forestière. En dépit de ses riches potentialités, le phénomène de désertification et de dégradation des terres a tendance à se généraliser et touche tous les écosystèmes, même les zone dite protégée à cause de l'augmentation de la population et de la déstabilisation de la zone voisine due au phénomène de l'insécurité.

II- MATERIEL ET METHODE

1- Présentation de la zone d'étude

Les recherches ont été déroulées entre les années 2016 et 2018 dans le Parc National de la Bénoué et de Bouba-Ndjidda (5 sites d'orpaillage par parc national). Il s'agit des sites Douala, Fimbél, Million, Lit-Bénoué 1, Lit-Bénoué 2 dans le Parc National de la Bénoué et des sites Mayo-Tokor, Sinassi-Frontier, Taoubawa, Mayo-Bidjou, Gaibalein dans le Parc National de Bouba-Ndjidda (*Figure 1*). Les recherches ont été portées sur les activités

minières artisanales (orpaillage) dans les aires protégées du Département de Mayo-Rey. Ces sites d'étude sont situés dans la circonscription administrative de la région du Nord-Cameroun (*Fig. 1*). En effet, cette région a été créée par le Décret Présidentiel du 23 Août 1983 suite à l'éclatement du Grand Nord en trois Régions (Adamaoua, Nord et Extrême-Nord). Couvrant une superficie de 6.798 km², la région s'étend entre le 8^{ème} et 10^{ème} degré de latitude Nord et le 12^{ème} et 16^{ème} degré de longitude Est [5]. Elle est délimitée au Nord par la Région de l'Extrême-Nord, au Sud par la Région de l'Adamaoua, à l'Est par le Tchad et la Centrafrique, et à l'Ouest par le Nigeria.

Sur le plan Administratif, la Région du Nord dont Garoua est la capitale régionale comprend quatre (4) départements à savoir :

- le Département de Bénoué dont le Chef-lieu est Garoua avec douze (12) Arrondissements ;
- le Département du Mayo-Louti dont le Chef-lieu est Guider avec trois (3) Arrondissements ;
- le Département du Faro dont le Chef-lieu est Poli avec deux (2) Arrondissements ;
- et le Département du Mayo-Rey dont le Chef-lieu est Tcholliré avec 4 Arrondissements. C'est ce dernier département qui fait l'objet de notre étude (*Figure 1*).

Le relief de la région du Nord est dominé par les plaines et les hautes terres. Les plaines sont des zones de culture par excellence à l'exemple de la grande pénéplaine de 200 m à 300 m d'altitude. Les hautes terres se dressent de part et d'autres des plaines. La zone d'étude est soumise à un climat de type soudano-sahélien caractérisé par une longue saison sèche qui dure 8 à 9 mois avec une précipitation moyenne de 850 mm et une température moyenne annuelle est de 28°C et l'amplitude 7° [19]. Le régime hydrologique des principaux cours d'eau du Bassin de la Bénoué est caractérisé par des débits

élevés, des crues annuelles brutales, des étiages très prolongés et un écoulement saisonnier localement appelé Mayo ou cours d'eau saisonniers [12].

La végétation de cette zone est composée d'espèces très caractéristiques de la zone soudanienne et d'espèces normalement associées au nord de la zone guinéenne. Huit différents types de formation végétale ont été définis par [11, 2] : la savane boisée à *Terminalia laxiflora* qui s'étend sur toute l'étendue du parc ; la forêt claire à *Isobertinia doka* ; la forêt claire à *Monotes kerstingii* ; la forêt claire à *Isobertinia doka*, *Monotes kerstingii* et *Anogeissus leiocarpus*; la savane arbustive à *Combretum glutinosum* ; la savane arborée à *Isobertinia doka*, à *Burkea africana*, à *Terminalia macroptera*, à *Azelia africana* et à *Lophira lanceolata*; la galerie forestière à *Anogeissus leiocarpus* ; la végétation de montagne est assez diversifiée en termes d'arbres et arbustes.

L'agriculture constitue la principale activité de production dans la zone et est pratiquée par toutes les couches sociales [4]. La population de cette zone est constituée par des Faly et des Kangou, les peuls qui sont des autochtones [6] et les Toupouri, les Massa, les Moundang, les guigar, les guiziga, Mofou, les Sarah et les Kotoko qui sont les populations venues pour la plupart de l'Extrême-Nord, à la recherche de terres fertiles et d'eau. De même, notons la présence de populations venues des pays frontaliers.

La Région du Nord est située géographiquement entre le 7^e et le 10^e méridien, le 12^e et 16^e parallèle. Sa superficie qui est d'environ 66 333 km² représente 14,2 % de la superficie du territoire camerounais (Tab.1).

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des sites d'orpaillage choisis

Parc Nationaux	Noms des sites	Codes	Latitude (°N)	Longitude (°E)
PNB et ZIC	Douala	PNB/D	13°86'16'	8°18'99'
	Fimbé1	PNB/F1	14°02'50'	08°56'49'
	Million	PNB/M	13°84'05'	8°10'14'
	Lit-Bénoué1	PNB/LB1	13°92'62'	8°56'50'
	Lit-Bénoué2	PNB/LB2	13°99'78'	8°29'91'
PNBN et ZIC	Mayo-Tokor	PNBN/MT	14°53'56'	8°97'30'
	Sinassi-Frontier	PNBN/SF	14°60'40'	8°83'84'
	Taoubawa	PNBN/T	14°47'13'	8°72'25'
	Mayo-Bidjou	PNBN/MB	14°35'69'	8°61'99'
	Gaibalein	PNBN/G	14°52'88'	8°77'83'

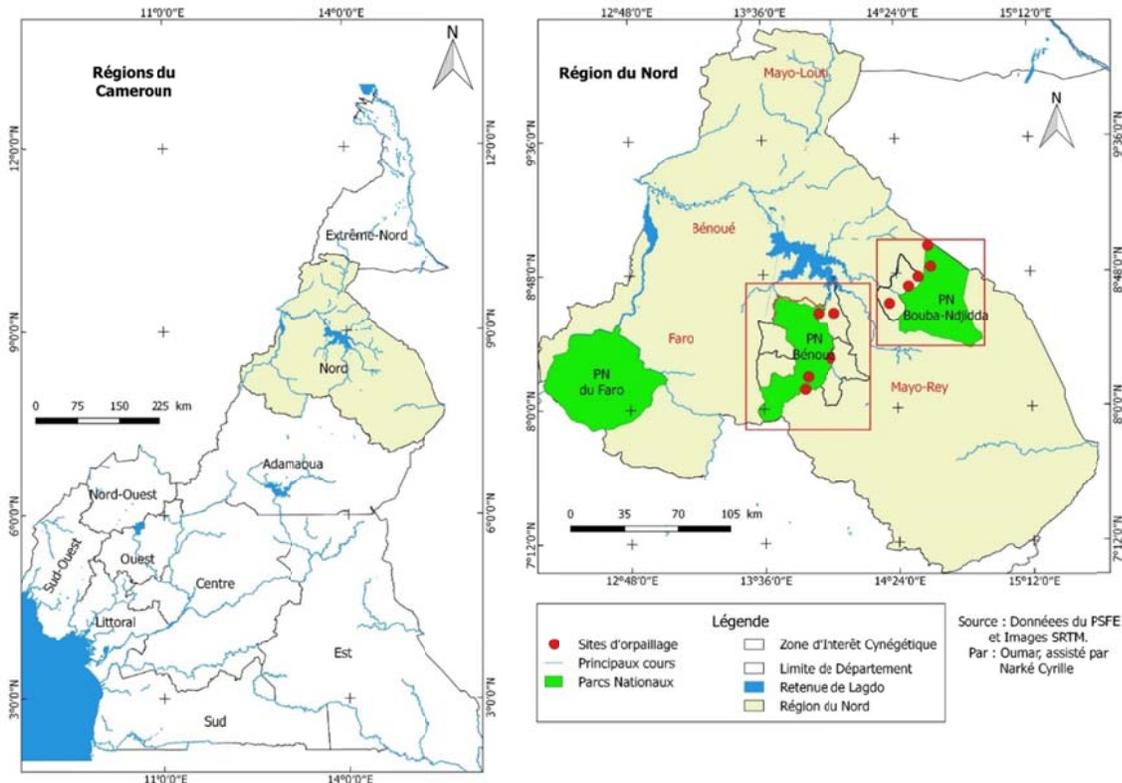


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

2- Analyse diachronique

Dans notre étude, nous nous sommes tout d'abord appuyés sur la carte d'occupation du sol de notre secteur d'étude dressée après une descente sur le terrain en juin-octobre 2016, période de l'année où le couvert végétal est à son plus haut niveau dans la zone, pour essayer d'affecter un coefficient en fonction du type d'occupation du sol observé. Par la suite, il a été difficile pour nous de juger et d'évaluer le taux de recouvrement du sol par la végétation ainsi que la hauteur des différents types de couvert végétal. Cette difficulté d'évaluer visuellement le taux de recouvrement du sol par la végétation nous a poussés à nous appuyer sur l'image satellitaire. L'objectif majeur de l'utilisation de l'image satellitaire est d'obtenir un facteur moyen en prenant en compte l'état phénologique de la végétation en cette période de l'année. Ainsi, les images Landsat-8/LDCM (Landsat Data Continuity Mission) OLI/TIRS

(Operational Land Imager/ Thermal Infrared Sensor) de la scène Path-185/Row-054, de la scène Path-184/Row-054, de la scène Path-184/Row-055 de l'année 1986, 2002 et celle de 2018 sur le site <https://earthexplorer.usgs.gov/> ont été utilisées pour la présente étude. L'image Landsat-8/LDCM OLI/TIRS a ainsi été utilisée pour déterminer l'indice transformé de végétation ajusté pour le sol, le MSAVI2 (Second Modified Soil-Adjusted Vegetation Index).

L'avantage des indices de végétation se situe au niveau de la facilité des calculs. Ils offrent un outil de comparaison rapide et efficace de l'état de la végétation pour une aire et non en un point du territoire. Leur application est possible de manière instantanée jusqu'à une échelle temporelle annuelle, et de manière régionale ou continentale.

L'indice le plus connu et le plus utilisé est l'indice de végétation par différence normalisé ou

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
dont la formule est :

$$NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$$

Où PIR est la réflectance du canal proche infrarouge et R la réflectance dans le rouge.

Le principe de cette méthode est de comparer des données anciennes aux données collectées pendant la présente étude, afin de superposer les modifications environnementales à l'évolution des densités de la végétation.

L'objectif de notre étude est d'appréhender la problématique de l'érosion par une approche qualitative en développant une méthodologie reproductible, permettant d'aboutir à la localisation de zones sensibles à l'érosion hydrique, en utilisant les outils de la géomatique. Il est donc question pour nous de choisir un modèle qui permet grâce aux SIG la spatialisation de la végétation (couvert végétal) à l'échelle de la zone d'étude.

En effet, le taux d'évolution moyen annuel de chaque classe identifié est calculé suivant la formule suivante.

$$Tx = \left(\frac{S_f - S_i}{S_i} \right)$$

Où Tx= taux d'évolution, S_f= valeur finale, S_i= valeur initiale

Cette analyse traduit une dynamique d'ensemble qui prend en compte la totalité des formations végétales dans une perspective temporelle. Cette analyse nous permettra également de percevoir la dynamique d'ensemble entre ces dates. Il s'agit de variations qui, sur le plan général, affectent la couverture végétale. Après avoir présenté les différents types des points de la végétation retenus pour cette analyse ainsi que les caractéristiques des images utilisées, les grandes tendances d'évolution

des paysages de la zone choisie entre ces différentes années seront mis en évidence.

Classification numérique

La classification numérique des images est un procédé très utilisé en télédétection qui consiste à regrouper des ensembles de pixel semblable en classe. Les pixels peuvent avoir la même valeur radiométrique dont il s'agit ici d'effectuer un découpage géographique en classe homogène à partir des données radiométriques issues des capteurs embarqués. Il est exécuté au moyen des programmes automatiques du logiciel ENVI 5.0. On a opté pour ce cas d'étude une méthode de classification mixte ou hybride, qui consiste à emprunter à la fois aux techniques de classification dirigée et celles de la classification non dirigée. Il s'agit en fait d'une classification hiérarchique pseudo-dirigée au cours de laquelle on exécute des partitions successives sur un ensemble de pixel et on isole au fur et à mesure les pixels mal classés jusqu'à l'obtention d'une information jugée satisfaisante pour l'ensemble.

Post-traitements

Elle permet d'intégrer dans une base de données commune, toutes les informations utiles à l'analyse de la dynamique d'occupation du sol. Les informations issues du traitement des images satellites et de l'analyse spatio-temporelle de l'occupation du sol, sont exportées dans une base de données SIG. Elles sont complétées par des informations extraites de données exogènes telles que le découpage administratif et autres. Les requêtes attributaires et les analyses statistiques des données sont ensuite effectuées pour répondre à la problématique qui est la nôtre et enfin on procède à la cartographie de l'occupation du sol et des cartes de synthèse. Il est important de signaler que les résultats finaux en donnée raster qui représentent les

différentes classes d'occupation du sol peuvent alors être convertis en données vecteur et exportées sous un format qui facilite son intégration dans une base de données à référence spatiale. Dès lors, il devient possible de quantifier l'emprise des différents éléments d'occupation du sol pour une meilleure connaissance de la végétation étudiée.

Détection des changements d'occupation

La détection des changements dans les systèmes d'informations géographiques (SIG) est une méthode qui permet de comprendre comment une zone donnée a changé entre deux ou plusieurs périodes de temps. La détection de changement est utile pour visualiser le changement de la couverture forestière, les surfaces d'eau et l'utilisation des terres. Elle consiste à comparer les images satellites d'une zone prise à de périodes différentes.

L'utilisation des données satellitaires pour la détection du changement se base sur le fait que tout changement dans les objets d'intérêts entraîne des changements dans les valeurs de réflectance. Les changements peuvent être causés par des facteurs tels que les différences dans les conditions atmosphériques, l'éclairage et les angles de vision et l'humidité du sol. Vu que la détection de changement numérique est affectée par des contraintes spatiales, spectrales, thématiques et temporelles et parce que de nombreuses techniques de détection des changements

sont possibles à utiliser, la sélection d'une méthode appropriée ou un algorithme pour un projet de recherche donné est important.

Dans ce travail, nous avons utilisés deux techniques pour estimer le changement du couvert végétal et les surfaces d'eau dans la zone d'étude. La première consiste à soustraire la première image de la date postérieure à la deuxième, pixel par pixel, puis déterminer des classes de comparaison selon le degré de changement entre les deux images.

La deuxième technique consiste à calculer un ratio entre deux images de date différente. Le résultat du rapport est une image des changements survenus dans la zone étudiée. Les valeurs de l'histogramme de cette image sont regroupées dans trois classes suivant les types de changement : les valeurs inférieures à 0 indiquent une régression de radiométrie, les valeurs égales à 0 indiquent qu'il n'y a pas de changement alors que les valeurs supérieures à 0 indiquent une progression de radiométrie.

L'analyse de ces résultats a permis de faire un lien entre l'état de la végétation et des surfaces d'eau et le type de changement détecté (Tab. 2). La régression de la radiométrie est liée à une dégradation de l'état d'objets détectés. L'augmentation de la radiométrie est un signe de variation progressive. Par contre la radiométrie inchangée correspond aux zones relativement stables, il s'agit surtout des sols nus et les bâtis.

Tableau 2 : Principe de la technique de détection du changement

Typologie du changement	Variation du code Δi	Description
Déforestation	-3	Destruction d'une forêt
Déboisement	-2	Réduction d'une forêt à moins de 10 %
Dégradation	-1	Réduction sur pied dans une forêt
Zone stable	0	Aucun changement
Amélioration	1	Accroissement d'une forêt sur pied
Boisement	2	Rétablissement d'une forêt inférieur à 10 %
Reboisement	+3	Rétablissement couvert forestier détruit

3- Analyses statistiques

Le traitement de toutes les données des images a été effectué avec les logiciels Erdas Imagine 2013 et ENVI 5.0 pour les pré-traitements et traitements des images ainsi que le calcul de l'indice de végétation, l'analyse spatiale, l'édition des cartes thématiques et la mise en place du SIG.

III- RESULTATS ET DISCUSSION

1- Emprise du couvert végétal de la zone d'étude de 1986, 2002 et 2018

Les figures 2, 3 et 4 montrent l'état d'évolution de la dégradation de la zone étudiée en termes de variation du couvert végétal des années 1986, 2002 et 2018. La dynamique des paysages végétaux de cette zone n'est pas une dynamique d'ensemble de façon générale. Les forêts ne sont pas des entités statiques ou immuables. Elles connaissent une évolution permanente, un perpétuel processus dynamique même en dehors de toute intervention

humaine. Ces figures révèlent que la végétation a subi une évolution régressive à cause d'un certain nombre de phénomènes anthropiques et en particulier celui de l'orpaillage. Cette évolution du couvert végétal n'affecte pas toutes les couvertures végétales, mais l'on observe la progression d'autres types de formation végétale au détriment des autres (Fig. 2, 3 et 4). Ces résultats corroborent ceux de [9] qui ont trouvé sur le mont Ngaoundal qu'il y a progression d'autres type de formation végétale au détriment des autres types de formation végétale et celui de [13] qui avait travaillé sur la fragmentation de l'habitat de la faune sauvage dans la même zone d'étude. Donc, l'interprétation qui découle de ces images est que la végétation de la zone exploitée est très dégradée par rapport à la zone non exploitée. Mais de façon réaliste nous ne pouvons pas déduire que l'orpaillage est la cause de cette dégradation car elle n'est pas la seule activité dégradant de la végétation dans la zone.

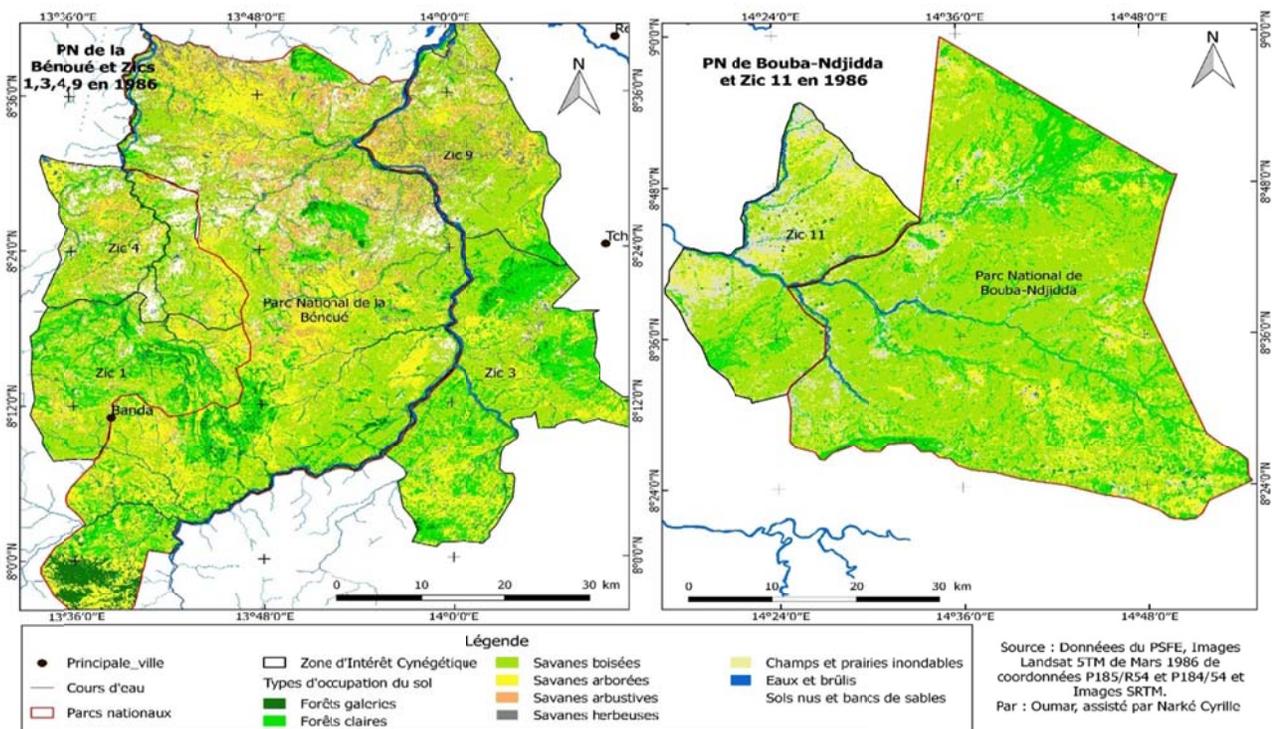


Figure 2 : Emprise du couvert végétal en 1986

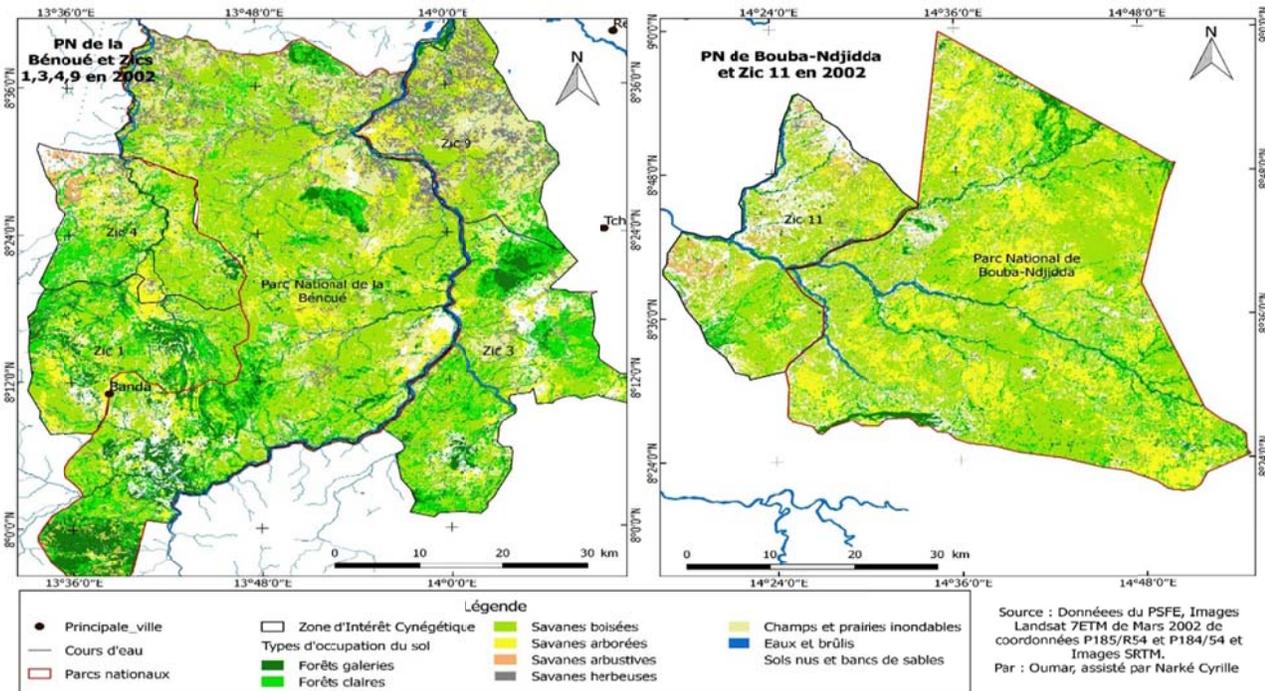


Figure 3 : Emprise du couvert végétal en 2002

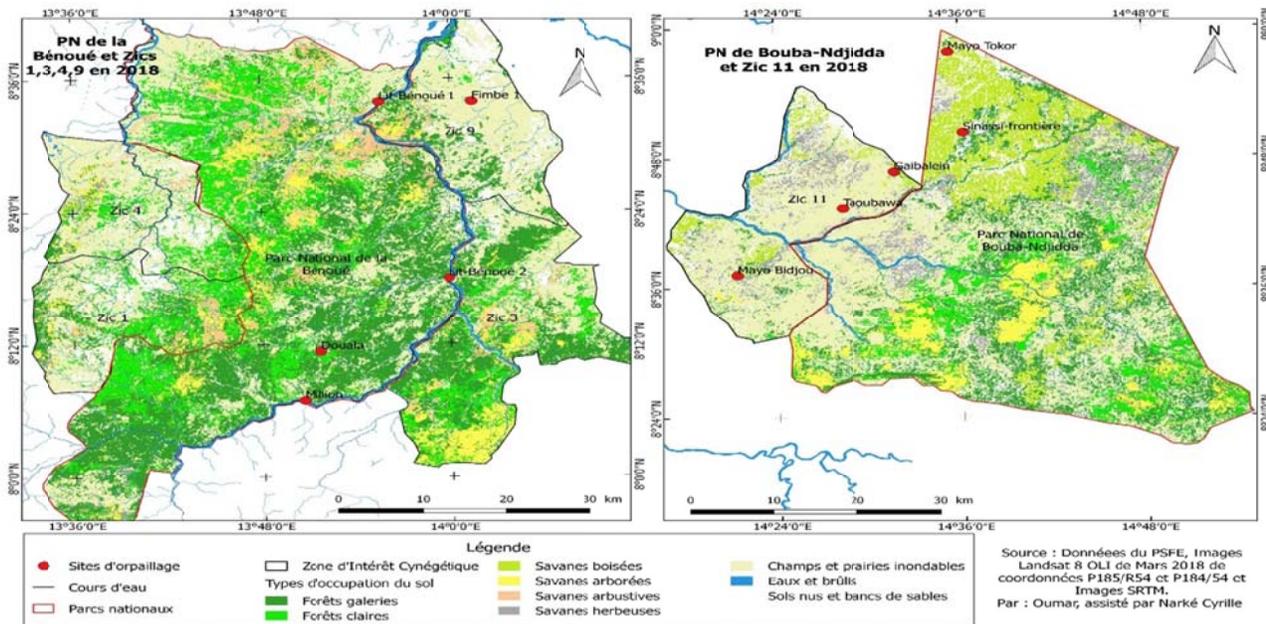


Figure 4 : Emprise du couvert végétal en 2018

a. Evolution du couvert végétal du PNB observée entre 1986, 2002 et 2018

Les différentes modifications qualitatives intervenues au niveau de l'ensemble des unités d'occupation du sol au cours de la période analysée ont été examinées grâce aux variations des valeurs pondérées des différentes classes entre 1986 à 2018 par pas de 16 ans. L'analyse diachronique des

résultats des deux images traitées permet de déceler le comportement des différents éléments de l'occupation du sol sur 32 années. Les superficies des objets classés peuvent progresser ou régresser. Ces résultats montrent que les éléments qui caractérisent l'occupation du sol varient dans l'espace et dans le temps et pressentent deux phénomènes : la réduction et l'ouverture de la végétation. La diminution

concerne les zones à végétation dense alors que l'ouverture s'observe sur la partie impactée ou le sol est complètement nue (Fig. 5, 6 et 7).

Ces images présentent une grande emprise des types d'occupation des sols de la zone d'étude et met directement en évidence le dynamisme des types de formation végétales. Ainsi, la forêt galerie occupait en 1986 une superficie de 227527,2 ha soit 8,48% de la végétation. En 2002 par contre, elle occupait une superficie de 201973,8 ha soit 7,69% d'occupation total. Et en 2018, cette superficie est passée à 252371,2 ha soit 9,35%. Nous constatons une légère diminution de la végétation en 2018 si nous considérons ce type d'occupation du sol. Les forêts galeries sont principalement converties en formation marginales et moins boisées comme les forêts claires et savane boisées lorsqu'elles sont moyennement dégradées. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de [15] qui ont décelé un surcroît d'un reverdissement progressif des prairies sahélienne depuis le milieu 1980. Ceci s'expliquerait par une disparité de relief et du climat de la zone d'étude.

Il ressort de ces images que les formations végétales de la zone d'étude se dégradent à un rythme important. Ainsi, les forêts claires occupaient en 1986 une superficie de 405180,7 ha soit 15,10% de la végétation. En 2002 par contre, elles occupaient une superficie de 400828 ha soit 15,26%. Et en 2018, cette superficie est passée à 352049,7 ha soit 13,05%. Il y a une diminution entre 1986 et 2002, et entre 2002 et 2018. A cet effet, pour minimiser cette tendance d'évolution ; il faut qu'une solution soit envisagée dans les plus brefs délais car le changement net de la superficie est très inquiétant. C'est pour cela que dans le cadre de conservation des plaines de la région de l'Extrême-Nord, [6] a pu montrer que l'hétérogénéité des herbacées dans cette

région s'explique par l'influence du cadre phytogéographique et climatique.

Par ailleurs, les savanes boisées occupaient en 1986 une superficie de 102 3742,4 ha dans l'ensemble de l'image, soit 38,15% de la superficie totale du couvert terrestre. En 2002 par contre, ce type de savane occupait une superficie de 295 992 ha avec une variation de 11,27%. Puis, ce même type d'occupation du sol représente une superficie de 108 264,6 ha en 2018, soit de 4,01%. Il y a une diminution considérable de 34,14% de ce type d'occupation. C'est ne sont autre que des vestiges de la reconstitution du couvert végétal boisé suite à des impacts anthropiques récents. Cette modification s'expliquerai à la fois par deux phénomène antagonistes.

La savane arborée quant à elle occupait une superficie de 293 870,4 ha en 1987 soit un pourcentage de 10,95% de l'ensemble d'image. Cependant, en 2002, cette surface passe à 322 694,1 ha soit un pourcentage de 12,28%. Et en 2018 par contre, elle est de 367 702,1 soit 13,63%. Cette augmentation s'expliquerait l'efficacité du système de protection des ligneux dans cette zone.

En ce qui concerne le type d'occupation les savanes arbustives, elles occupaient une superficie de 372780,8 ha avec un pourcentage de 13,89 % en 1986. Seize ans plus tard en 2002, cette superficie est passée à 625736,4 ha soit un pourcentage de 23,82%. Et en seize ans plus tard encore en 2018, celle est passé de 625736,4 ha à 398386,2 ha soit 14,76 % avec une diminution non significative de - 0,87%. Cette régression s'expliquerait par le fait que dans cette zone, les aires protégées se font ressentir par les impacts anthropiques dégradant la végétation.

En ce qui concerne le type d'occupation les savanes herbeuses, elles occupaient une superficie de 112998,8 ha avec un pourcentage de 4,21% en 1986.

Seize ans plus tard en 2002, cette superficie est passée à 239066,1 ha soit un pourcentage de 9,10%. Et en seize ans plus tard encore en 2018, celle est passé à 277706,4ha soit 10,29% avec régression plus ou moins considérable de – 6,08%. Cela montre que les activités anthropiques en occurrence l'orpaillage ont des impacts considération sur les savanes herbeuses par défrichement des sites exploités.

Il ressort de ces images que les formations végétales de la zone d'étude se dégradent à un rythme important. Ainsi, les champs et prairies inondables occupaient en 1986 une superficie de 85782,1 ha soit 3,20% de la végétation. En 2002 par contre, elles occupaient une superficie de 318999,9 ha soit 12,14%. Et en 2018, cette superficie est passée à 504003,7 ha soit 18,68%. Un très grand recul de – 15,48% de la végétation a été observé après 32 années au détriment des formations arbustives et herbeuses.

La superficie de l'eau et brulis va grandissante avec 4673,7 ha en 1986 soit un pourcentage de 0,17 % de l'ensemble d'image. Quinze ans plus tard en 2002, cette superficie est

passée à 12060,8 ha soit un pourcentage de 0,46%. Et en quinze ans plus tard encore en 2017, celle est passé à 59060,8 ha soit 2,19%. Cette progression nette s'expliquerait par le fait que le couvert végétal qui sert de support du sol à travers ses racines et pouvant servir à la rétention d'eau est détruite et par conséquent, ces eaux de surfaces trouvent de failles et colonisent surface possible.

Et enfin, il est primordial de parler de la croissance démographique observée ce dernier temps car elle a joué son rôle sur les variations des types de classe d'occupation de sol. L'explosion démographique de la population camerounaise sollicite plus de besoin dans tous les domaines vitaux tel que la construction de l'habitat, l'agriculture et autres. Ceux-ci sont des facteurs culminants mettant à nu le sol et blanc de sable. Ainsi, les sols nus et blanc de sable occupaient en 1986 une superficie de 156931 ha soit 5,85% de l'ensemble d'image traitée. En 2002 par contre, elles occupaient une superficie de 209407,8 ha soit 7,97%. Et en 2018, cette superficie est passé à 379005 ha soit 14,04% (Fig. 5, 6 et 7).

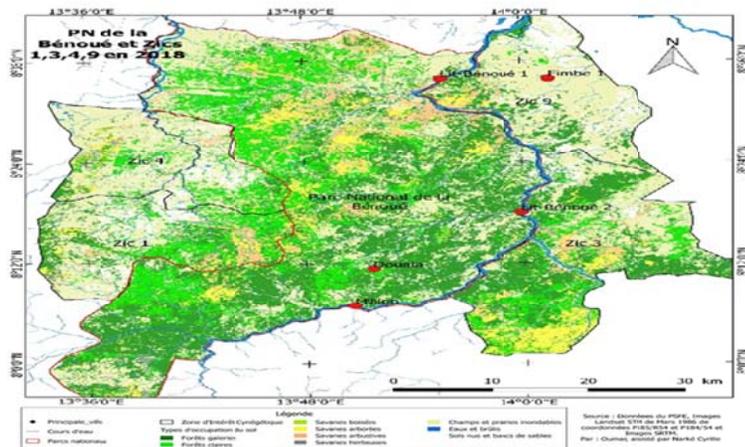


Figure 5 : Evolution du couvert végétal du PNB observée 1986

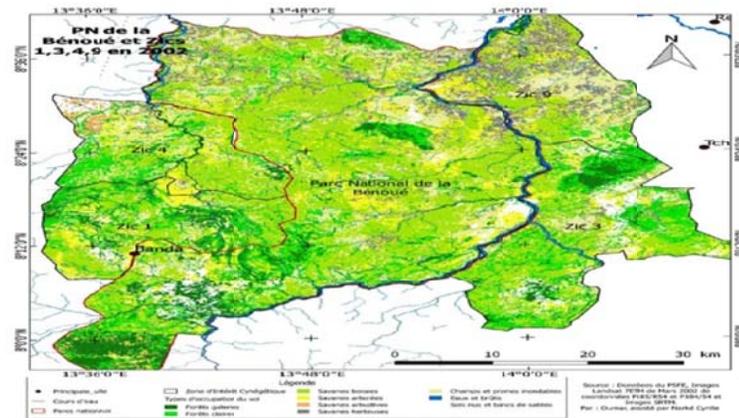


Figure 6 : Evolution du couvert végétal du PNB observée 2002

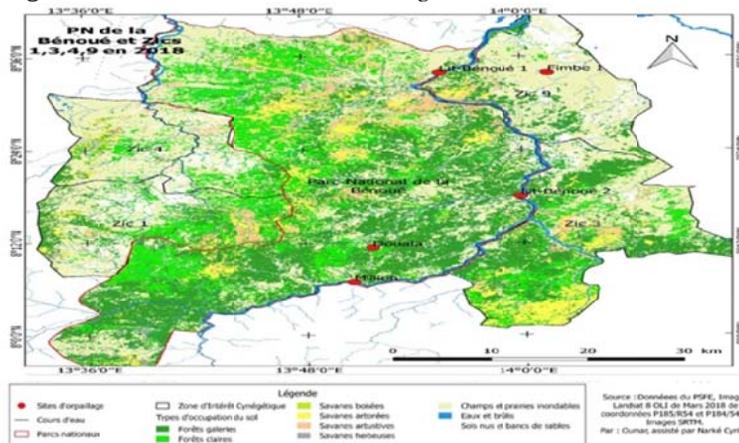


Figure 7 : Evolution du couvert végétal du PNB observée 2018

b. Evolution du couvert végétal du PNB observée entre 1986, 2002 et 2018

L'analyse diachronique des résultats des deux images traitées permet de déceler le comportement des différents éléments de l'occupation du sol sur 32 années. Les superficies des objets classés peuvent progresser ou régresser. Ces résultats montrent que les éléments qui caractérisent l'occupation du sol varient dans l'espace et dans le temps et présentent deux phénomènes : la réduction et l'ouverture de la végétation. La diminution concerne les zones à végétation dense alors que l'ouverture s'observe sur la partie anthropisée ou le sol est complètement nu.

Ces images présentent une grande emprise des types d'occupation des sols de la zone d'étude et met directement en évidence le dynamisme des types de formation végétales. Ainsi, la forêt galerie

occupait en 1986 une superficie de 332196,6 ha soit 8,64% de la végétation. En 2002 par contre, elle occupait une superficie de 455836,9 ha soit 11,86%. Et en 2018, cette superficie est passée à 391969,7 ha soit 10,16% pour un petit recul – 1,52%. Les galeries forestières et les forêts claires sont principalement converties en formation moins boisées comme les savanes arbustives ou zone de cultures et jachères lorsqu'elles sont dégradées. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de [15] qui ont décelé un surcroît d'un reverdissement progressif des prairies sahélienne depuis le milieu 1980. Ceci s'expliquerait par une disparité de relief et du climat de la zone d'étude.

Il ressort de ces images que les formations végétales de la zone d'étude se dégradent à un rythme important. Ainsi, les forêts claires occupaient en 1986

une superficie de 583314,7 ha soit 15,17% de la végétation. En 2002 par contre, elles occupaient une superficie de 668563,8 ha soit une progression de 17,39%. Et en 2018, cette superficie est passée à 426630,6 ha soit une progression de 11,06%. A cet effet, pour minimiser cette tendance d'évolution ; il faut qu'une solution soit envisagée dans les plus brefs délais car le changement net de la superficie est très inquiétant. C'est pour cela que dans le cadre de conservation des plaines de la région de l'Extrême-Nord [7], a pu montrer que l'hétérogénéité des herbacées dans cette région s'explique par l'influence du cadre phytogéographique et climatique.

Par ailleurs, les savanes boisées occupaient en 1986 une superficie de 529030,1 ha dans l'ensemble de l'image, soit 13,76% de la superficie totale du couvert terrestre. En 2002 par contre, ce type de savane occupait une superficie de 479766,7 ha avec une variation de 12,38%. Puis, ce même type d'occupation du sol représente une superficie de 308378,7 ha en 2018, soit de 7,99% avec une évolution 4,11%. Cette modification s'expliquerait à la fois par deux phénomènes antagonistes. Elle résulte d'une part de la dégradation des formations boisées et d'autre part du vieillissement des jachères caractérisées par un recouvrement important des ligneux. C'est ne sont autre que des vestiges de la reconstitution du couvert végétal boisé suite à des impacts anthropiques récents.

La savane arborée quant à elle occupait une superficie de 676381,9 ha en 1986 soit un pourcentage de 17,59% de l'ensemble d'image. Cependant, en 2002, cette surface passe à 581346,9 ha soit un pourcentage de 15,12%. Et en 2018 par contre, elle est de 1151760,7 soit 29,86% avec une augmentation de 5,76%. Cette augmentation s'expliquerait le progrès du système de protection des ligneux dans cette zone.

En ce qui concerne le type d'occupation les savanes arbustives, elles occupaient une superficie de 373716,5 ha avec un pourcentage de 9,72% en 1986. Seize ans plus tard en 2002, cette superficie est passée à 521707,1 ha soit un pourcentage de 13,57%. Et en seize ans plus tard encore en 2018, celle est passé de 521707,1 ha à 272529,2 ha soit 14,76% avec une augmentation de 2,65%. Cette régression s'expliquerait par le fait que les formations boisées tel que les galeries forestières, les forêts claires, et les savanes boisées ont subi l'ouverture pour des raisons anthropiques.

En ce qui concerne le type d'occupation les savanes herbeuses, elles occupaient une superficie de 576992,3 ha avec un pourcentage de 15,01% en 1986. Seize ans plus tard en 2002, cette superficie est passée à 436442,7 ha soit un pourcentage de 11,35%. Et en seize ans plus tard encore en 2018, celle est passé à 222512,6 ha soit 5,77% avec une augmentation 9,23%. Cette progression s'expliquerait par le fait que dans cette zone, les aires protégées se font ressentir et les animaux dangereux constitue un blocage (Fig. 8, 9, 10).

Il ressort de ces images que les formations végétales de la zone d'étude se dégradent à un rythme important. Ainsi, les champs et prairies inondables occupaient en 1986 une superficie de 288088,6 ha soit 7,49% de la végétation. En 2002 par contre, elles occupaient une superficie de 345677,4 ha soit 8,99%. Et en 2018, cette superficie est passé à 456003,9 ha soit 11,82% avec un recul de -4,32% (Fig. 8, 9, 10).

La superficie de l'eau et brulis va grandissante avec 329739,6 ha en 1986 soit un pourcentage de 8,58% de l'ensemble d'image. Quinze ans plus tard en 2002, cette superficie est passée à 130371,9 ha soit un pourcentage de 3,39%. Et en quinze ans plus tard encore en 2017, celle est passé à 218980,8 ha soit 5,68% avec une

augmentation de 2,89%. Cette progression nette s'expliquerait par le fait que le couvert végétal qui sert de support du sol à travers ses racines et pouvant servir à la rétention d'eau est détruite et par conséquent, ces eaux de surfaces trouvent de failles et colonisent surface possible. La déforestation est l'une des causes principales des inondations à travers le changement climatique. Ces résultats sont similaires avec ceux rapportés par [1] dans cette même région d'étude.

Et enfin, il est primordial de parler de la croissance démographique observée ce dernier temps car elle a joué son rôle sur les variations des types de

classe d'occupation de sol. L'explosion démographique de la population camerounaise sollicite plus de besoin dans tous les domaines vitaux tel que la construction de l'habitat, l'agriculture et autres. Ceux-ci sont des facteurs culminants mettant à nu le sol et blanc de sable. Ainsi, les sols nus et blanc de sable occupaient en 1986 une superficie de 155336,1 ha soit 4,04% de l'ensemble d'image. En 2002 par contre, elles occupaient une superficie de 225151,4 ha soit une progression de 5,86%. Et en 2018, cette superficie est passé à 408546,7 ha soit de 10,59% avec une chute de -6,55% (Fig. 8, 9 et 10).

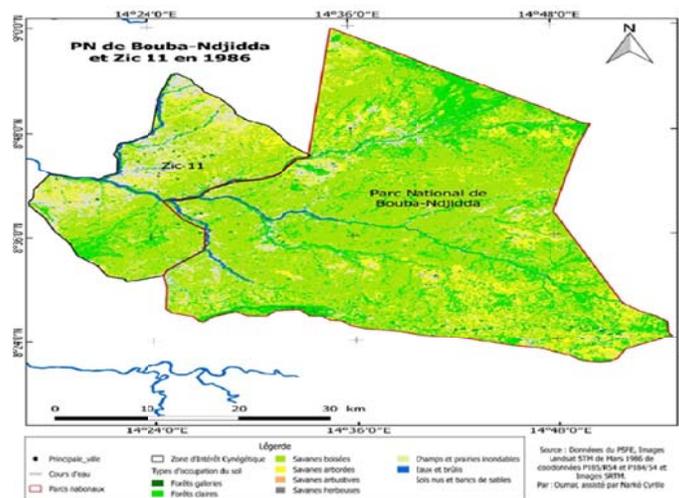


Figure 8 : Evolution du couvert végétal du PNB de 1986

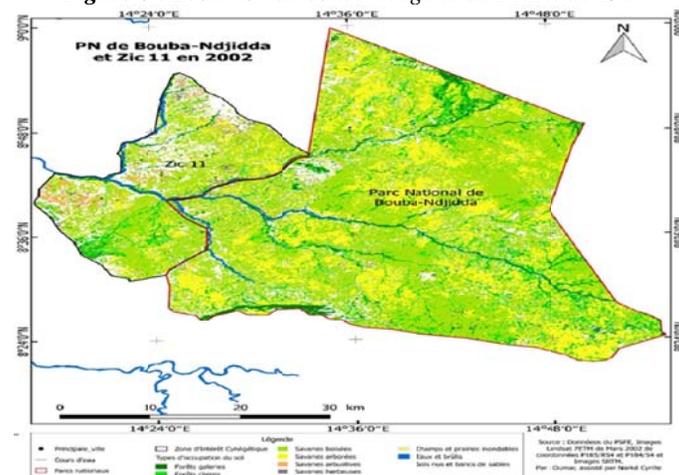


Figure 9 : Evolution du couvert végétal du PNB de 2002

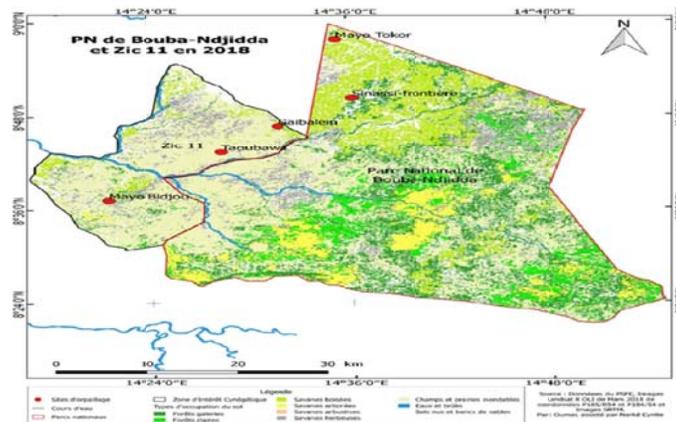


Figure 10 : Evolution du couvert végétal du PNB de 2018

c. Evolution globale du couvert végétal observée entre 1986, 2002 et 2018

Dans PNB, les sols nus et le blanc de sable occupaient en 1986 une superficie de 156931 ha, une superficie de 209407,8 ha en 2002 et est passé à 379005 ha en 2018. De même, dans le PNB, les sols nus et le blanc de sable occupaient une superficie de 155336,1 ha, une superficie de 225151,4 ha en 2002, cette superficie est passée à 408546,7 ha en 2018. Les modifications intervenues au cours de la période analysée ont été examinées grâce aux variations des valeurs pondérées des différentes classes entre 1986 à 2018 (Tab. 2). En général cette dégradation serait due soit aux différentes activités anthropiques soit aux effets de la variation climatique. Ce résultat n'est pas différent de celui

obtenu par [21] qui montre que le phénomène de fragmentation des milieux touche presque tous les régions et son importance s'est accrue du fait du développement des activités humaines. Ce résultat est similaire à celui démontré par [11], qui montre que la végétation du Cameroun se répartie en deux principaux types phénologiques. Le premier représente les forêts denses humides guinéennes avec plusieurs types floristiques : mangroves sur la côte atlantique, forêts sempervirentes congo-guinéennes et littorales, forêts semi-caducifoliées et marécageuses. Le deuxième type est la savane guinéenne péri-forestière qui englobe des savanes herbeuses, arbustives et arborées. Dans cette région, l'activité végétative présente une saisonnalité, même en zone forestière, où le couvert semble a priori sempervirent.

Tableau 2 : Evolution globale du couvert végétal observée entre 1986, 2002 et 2018

Parcs	Année/ Superficie (ha)	1986	2002	2018	1986 à 2002	2002 à 2018
PNB	Forêts galeries	227 527,20	201 973,80	252 371,20	0,79	- 0,87
	Forêts claires	405 180,70	400 828,00	352 049,70	- 0,16	2,05
	Savanes boisées	1 023 742,40	295 992,00	108 264,60	26,88	34,14
	Savanes arborées	293 870,40	322 694,10	367 702,10	- 1,33	- 2,67
	Savanes arbustives	372 780,80	625 736,40	398 386,20	- 9,93	- 0,87
	Savanes herbeuses	112 998,80	239 066,10	277 706,40	- 4,89	- 6,08
	Champs et prairies inondables	85 782,10	318 999,90	504 003,70	- 8,95	- 15,48
	Eaux et brûlis	4 673,70	12 060,80	59 060,80	- 0,28	- 2,01
	Sols nus et bancs de sables	156 931,00	209 407,80	379 005,00	- 2,12	- 8,20
	Total	2 683 487,10	2 626 758,90	2 698 549,70		
PNBN	Forêts galeries	332 196,60	455 836,90	391 969,70	- 3,22	- 1,52
	Forêts claires	583 314,70	668 563,80	426 630,60	- 2,22	4,11
	Savanes boisées	529 030,10	479 766,70	308 378,70	1,28	5,76
	Savanes arborées	676 381,90	581 346,90	1 151 760,70	2,47	- 12,27
	Savanes arbustives	373 716,50	521 707,10	272 529,20	- 3,85	2,65
	Savanes herbeuses	576 992,30	436 442,70	222 512,60	3,66	9,24
	Champs et prairies inondables	288 088,60	345 677,40	456 003,90	- 1,50	- 4,33
	Eaux et brûlis	329 739,60	130 371,90	218 980,80	5,19	2,90
	Sols nus et bancs de sables	155 336,10	225 151,40	408 546,70	- 1,82	- 6,55
	Total	3 844 796,40	3 844 864,80	3 857 312,90		

d. Occupation du sol dans la zone d'étude et simulation en 30 ans

Le tableau 3 présente une grande emprise des types d'occupation des sols de la zone d'étude et met directement en évidence la dynamique des types de formation végétale. L'évolution des forêts galeries du PNB entre les années 1986 à 2002 est estimée à 0,790% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -0,873%. Au cours de 16 premières années l'évolution est progressive alors qu'elle est régressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à -3,216% et -1,522% respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est plus régressive durant les 16 premières années que durant les 16 dernières années. A cet effet, il faut qu'une solution soit envisagée dans les plus brefs délais pour minimiser cette tendance d'évolution car le changement net de la superficie est très inquiétant.

L'évolution des forêts claires du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimée à -0,160% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de 2,053%. Au cours de 16 premières années l'évolution est régressive alors qu'elle est progressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à -2,217% et 4,111% respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est régressive durant les 16 premières années mais progressives durant les 16 dernières années.

L'évolution des savanes boisées du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimée à 26,881% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de 34,138%. Au cours de 16 premières années l'évolution est progressive, et est de même progressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à 1,282% et 5,765% respectivement entre les années

1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est moins progressive durant les 16 premières années que durant les 16 dernières années.

L'évolution des savanes arborées du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimée à -1,334% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -2,675%. Au cours 16 premières années l'évolution est régressive, et est de même régressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à 2,472% et -12,267% respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est progressive durant les 16 premières années mais régressive durant les 16 dernières années.

L'évolution des savanes arbustives du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimée à -9,930% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -0,871%. Au cours de 16 premières années l'évolution est régressive, et est de même régressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à -3,849% et 2,655% respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est régressive durant les 16 premières années mais progressives durant les 16 dernières années.

L'évolution des savanes herbues du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimée à -4,890% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -6,080%. Au cours de 16 premières années l'évolution est régressive, et est de même régressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à 3,656 % et 9,239 % respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est moins progressive durant les 16 premières années que durant les 16 dernières années.

L'évolution des champs et prairies inondables du PNB entre les années 1986 et 2002 est

estimée à -8,948% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -15,480%. Au cours de 16 premières années l'évolution est régressive et est de même régressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à -1,498 % et -4,329 % respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est régressive durant les 16 premières années que durant les 16 dernières années.

L'évolution des eaux et brûlis du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimé à -0,285% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -2,014%. Au cours de 16 premières années l'évolution est régressive, et est de même régressive pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à 5,185 % et 2,899 % respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est plus progressive durant les 16 premières années que durant les 16 dernières années. La déforestation est l'une des causes principales des inondations à travers le changement climatique. Ces résultats sont similaires avec ceux rapportés par [1] dans cette même région d'étude.

L'évolution des sols nus et blancs de sables du PNB entre les années 1986 et 2002 est estimée à -2,124% alors que celle entre les années 2002 à 2018 est de -8,197%. Au cours de 16 premières années l'évolution est régressive, et est de même régressive

pour les 16 dernières années. Dans le PNB par contre, cette évolution est estimée à -1,816 % et -6,551 % respectivement entre les années 1986 à 2002 et les années 2002 à 2018. Elle est régressive durant les 16 premières années et régressive durant les 16 dernières années. Et d'ici 32 prochaines années si rien n'est fait, la végétation aurait chuté énormément de l'ordre de -15 062,60 de surface dans le PNB et de -12 516,50 de surface dans le PNB.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette fluctuation, notamment celle du couvert végétal : l'emprise grandissante des activités rurales, le braconnage des ligneux et l'insuffisance de la protection. Le signe le plus marquant de la dégradation de la végétation dans cette zone d'étude est la présence de quelques étendues de sols nus. Mais de manière générale, la végétation de l'année 1986 est supérieure à celle de 2002 et 2018 même si la différence n'est pas considérable. C'est ce qui justifie la dégradation du couvert végétal sur les sites d'exploitation artisanal de l'or. Mais de façon réaliste nous ne pouvons déduire que l'orpaillage est la cause de cette dégradation car elle n'est pas la seule activité destructive de la végétation. L'analyse diachronique des résultats des deux images traitées permet de déceler le comportement des différents éléments de l'occupation du sol sur 32 années.

Tableau 3 : Evolution de la végétation et simulation en 30 ans

Parcs	Types d'occupation du sol	Evolution en 16 ans (%)	Evolution en 32 ans (%)	Simulation dans 30 ans (%)	Taux d'évolution de 1 an (%)
PNB	Forêts galeries	0,790	-0,873	-26,199	-0,027
	Forêts claires	-0,160	2,053	61,595	0,064
	Savanes boisées	26,881	34,138	1 024,132	1,067
	Savanes arborées	-1,334	-2,675	-80,246	-0,084
	Savanes arbustives	-9,930	-0,871	-26,140	-0,027
	Savanes herbueses	-4,890	-6,080	-182,402	-0,190
	Champs et prairies inondables	-8,948	-15,480	-464,405	-0,484
	Eaux et brûlis	-0,285	-2,014	-60,433	-0,063
	Sols nus et bancs de sables	-2,124	-8,197	-245,902	-0,256

PNBN	Forêts galeries	-3,216	-1,522	-45,647	-0,048
	Forêts claires	-2,217	4,111	123,337	0,128
	Savanes boisées	1,282	5,765	172,950	0,180
	Savanes arborées	2,472	-12,267	-368,010	-0,383
	Savanes arbustives	-3,849	2,655	79,644	0,083
	Savanes herbeuses	3,656	9,239	277,155	0,289
	Champs et prairies inondables	-1,498	-4,329	-129,866	-0,135
	Eaux et brûlis	5,185	2,899	86,977	0,091
	Sols nus et bancs de sables	-1,816	-6,551	-196,540	-0,205

IV- CONCLUSION

Le présent travail a consisté à évaluer la dynamique du couvert végétal sous l'effet de la pression exercée par la pratique d'orpaillage dans les aires protégées du département de Mayo-Rey. Son but était de contribuer à l'apport de connaissances sur le sujet dans la mesure où elle va nous permettre de mieux connaître l'état de la végétation et les menaces probables dans la zone d'étude. L'analyse diachronique de ces images permet de déceler le comportement des

différents éléments de l'occupation du sol. Les superficies de différentes classes ont subi des modifications différentes. Il s'agit de la réduction et/ou l'ouverture de la végétation dans le temps et dans l'espace. La cartographie effectuée sur des images Landsat entre l'année 1986 et 2018 des pressions exercées sur la végétation de la zone d'étude montre que les surfaces dégradées sont les plus importantes dans le PNB que dans PNB. D'ici 32 prochaines années si rien n'est fait, la végétation aurait chuté énormément de l'ordre de -15 062,60 de surface dans le PNB et de -12 516,50 de surface dans le PNB. Ces résultats montrent que les éléments qui caractérisent l'occupation du sol varient dans l'espace et dans le temps et pressentent deux phénomènes : la réduction et l'ouverture de la végétation. La diminution concerne les zones à végétation dense alors que l'ouverture s'observe sur la partie anthropisée ou le sol est complètement nu. Le

signe le plus marquant de la dégradation de la végétation dans cette zone d'étude est la présence de quelques étendues de sols nus. Mais de manière générale, la végétation de l'année 1986 est supérieure à celle de 2002 et 2018 même si la différence n'est pas considérable. Malgré son caractère artisanal, l'orpaillage présente des impacts énormes sur le couvert végétal de la partie exploitée qui peuvent être soit direct ou indirecte.

V- REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements à tous le personnel de la conservation des aires protégées de Mayo-Rey d'avoir contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ce travail.

VI- REFERENCES

- [1] Aoudou D. S., 2006. Dynamique du couvert végétal ligneux dans la haute vallée Bénoué au Nord-Cameroun. Thèse de Doctorat, Université de Ngaoundéré-Cameroun, 307 p.
- [2] Bosch M. L., 1976 : Enquête écologique du Parc National de Bouba Ndjida. Doc. de Trav. No. 2, RAF 74/056, FAO, Rome.
- [3] Boulain N., 2004. Effet des facteurs climatiques et anthropiques dans l'évolution récente des écosystèmes tropicaux : modélisation spatialisée du bilan hydrique d'un petit bassin versant sahélien. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 171 p.
- [3] Boum R., Bene L., Noutsawou D. & Ngwesse B., 2009. Plan de développement de l'unité de

planification de la ZIC 1 (Sakdjé, Bouk, Ouro Bobo). WWF/NSSP. 34 p.

[4] DRFFN (Délégation Régionale des Forêts et de la Faune), 2013. Rapport annuel d'activités du 1er semestre, 132 p.

[5] Essimi B., 2010. L'insécurité alimentaire dans la région du Nord au Cameroun : représentations sociales, stratégies de lutte et enjeux. Master en sociologie, Université de Yaoundé I, 84 p.

[6] Fournier S., 2001. Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. In Ch. Floret et R. Pontanier (édition.) La jachère en Afrique tropicale Paris : John Libbey Eurotext (France), 123-168 p.

[7] Gonzalez P., Tucker C. J. & Sy H. 2012. Tree density and species decline in the African Sahel attributable to climate. *Journal of Arid Environments*, 78 : 55- 64.

[8] Haoua M., Tchobsala & Ibrahima A., 2016. Impact of mount Ngaoundal exploitation on vegetation evolution: Implication on sustainable management. *International Journal of Current Research*, 8(09): 37740-37751.

[9] Kaisidi Tokang, 2012. Importance socio-économique et distribution de *Berlinia grandiflora* (Vahl) Hutch. and Dalz. (Fabaceae Caesalpinoideae) dans les hautes savanes guinéennes (Adamaoua, Cameroun) Mémoire de Master, Université de Ngaoundere, 49 p.

[10] Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. Encyclopédie biologique, Paris, Ed. 51 p.

[12] Mendjemo M., 1998. Etudes préliminaires à l'implication des communautés rurales à la gestion des aires protégées du Nord-Cameroun. Mémoire de fin d'étude. UDS Camerou, 58 p.

[13] Narké J. C., 2017. Habitat Fragmentation and Breakdown of Ecological Connectivity between Benue and Faro National Parks. M.Sc. Thesis, University of Maroua, 14 p.

[14] N'da H. D., Adou C. Y., N'guessan E. K., Koné M. & Sagné Y. C., 2008. Analyse de la diversité

floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 04(3) : 552-579.

[15] Olsson L., Eklundh L. & Ardo J., 2005. Recent greening of the sahel trends, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environment*, 63 : 556-566.

[16] Oszwald J., 2005. Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) : Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique. Thèse de doctorat de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille, 304 p.

[17] Ouedraogo A. H., 2006. Impact de l'exploitation artisanale de l'or (orpaillage) sur la santé et l'environnement., Portail Afrique de l'Ouest, <http://www.mediaterre.org/afrique-ouest/actu.20061121095625.html>.

[18] Ozer A. & Ozer P., 2005. Désertification au Sahel : crise climatique ou anthropique ? *Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer*, 51 : 395-423.

[19] Rader, 2011. Le climat camerounais. Ressource en ligne. Adresse URL : <http://rader-impact.com/?climat> Camerounais. Consulté le 24 décembre 2012.

[20] Sambou B., 2004. Evaluation de l'état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et subguinéen au Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop, 248 p.

[21] Wilcox B. & Murphy D., 1985. Conservation strategy the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist*, 125 : 879-887