DEFORESTATION ET DEGRADATION DES FORMATIONS VEGETALES DANS LA COMMUNE DE PITOA, CAMEROUN : ENJEUX ENVIRONNEMENTALE

Plong Claude Yannick [1], **Julius Tata Nfor** [1], **Tsalefac Maurice** [1], ***NGAPGUE Jean Noel*** [2],
[1]*Département de Géographie, Aménagement-Environnement, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Dschang-Cameroun*
yannickplong@gmail.com/jtnfor2007@yahoo.com/tsalefac@yhoo.fr/maurice.tsalefac@univ-dschang.org
[2]*Département de Géographie, Ecole Normale Supérieure de Yaoundé*

Résumé

Située dans la zone soudano-sahélienne au Cameroun, la commune de Pitoa, est au cœur de la problématique environnementale. Ses ressources forestières, principales pourvoyeuses des ménages en charbon de bois, en bois énergie et en produits forestiers non ligneux, sont aujourd'hui soumises à de multiples formes de pressions. Le présent article s'intéresse à la déforestation et à la dégradation de ces formations végétales en étudiant spécifiquement les agents et les causes. Une analyse multi-temporelle des images satellitaires a permis de déterminer les zones affectées par la perte du couvert végétal. L'évaluation de la biomasse a nécessité l'utilisation de la méthodologie proposée par Hariah et al (2010) et les équations allométriques développées par Chave (2005). Il est montré que les causes principales de la déforestation sont outre l'agriculture itinérante sur brûlis, l'augmentation rapide de la population, l'exploitation du bois et le surpâturage. Le taux de déforestation en 26 ans (1990-2016) est de 4,14% soit 2 903,07 hectares. L'analyse chronologique de série d'NDVI de la période témoigne d'une régression du couvert végétal. Le carbone séquestré fait état de 3.479.497,37 tonnes de carbone et les émissions associées représentent 12.769.755,33 TCO_2-e. Malgré ce taux de déforestation, l'absence d'une politique de gestion des ressources forestières conduirait à l'augmentation des émissions de CO_2. D'où la nécessité de prendre des mesures visant à réduire la pression de la population sur les ressources forestières, de promouvoir une agriculture à faible impact d'émission de gaz à effet de serre, de vulgariser les foyers améliorés et de développer les projets REDD+.

Mots clés : *Formation végétale, Déforestation, Dégradation, Stock de carbone, Pitoa.*

Abstract

Located in the Sudano-Sahelian agro-ecological zone of Cameroon, the Council of Pitoa is at the heart of the environmental problematic. Its forest resources, the main suppliers of households in agricultural products, charcoal and wood energy are today subject to multiple forms of pressure. This article analyzes

the agents and causes of deforestation and degradation of vegetal formations. A multi-temporal analysis of the satellite images made it possible to determine the areas affected by the loss of forest cover. Direct observations associated with surveys and interviews have identified the agents and causes of deforestation and forest degradation. The evaluation of biomass required the use of the methodology proposed by Hariah et al (2010) and the allometric equations developed by Chave (2005). It was shown that slash-and-burn agriculture, the exponential growth of the population, the abuse of timber and overgrazing are the main causes of deforestation. The deforestation rate in 26 years (1990-2016) is 4,14% or 2 2903.86 hectares. The NDVI series chronological analysis of the period shows a regression of the vegetation cover. The sequestered carbon shows 3,479,497.37 tons of carbon and the associated emissions represent 12,769,755.33 TCO2-e. Despite this rate of deforestation, the absence of a forest resource management policy that could reduce the impact of human pressure on vegetation cover would lead to an increase in CO2 emissions. It is therefore important to take measures to reduce population pressure on forest resources, promote low greenhouse gas emissions agriculture, popularize improved stoves and develop REDD + projects
Keywords: *Forest, Deforestation, Degradation, Carbon Stock, Pitoa*

Introduction

La FAO (2010) estime à 13 millions d'hectares par an la quantité de forêts détruites annuellement dans les années 2000. Au Cameroun, près de 8 millions de personnes, la grande majorité habitant en milieu rural et en situation économique de pauvreté, tirent des forêts leurs sources de produits alimentaires, de plantes médicinales, de bois de chauffe et de matériaux de construction (Topa et *al*, 2010). Le prélèvement de ces produits dans la forêt peut être de ce fait considéré comme une source de déforestation et de dégradation de celle-ci.[i] Pour vivre, la population développe une agriculture itinérante sur brulis. De façon artisanale elle procède à la collecte de bois de feu (Dafourny et *al*., 2011 ; Ernst et *al.,* 2013 ; Mayaux et *al.,* 2013). L'expansion de l'agriculture est responsable à 83% des surfaces forestières en Côte d'Ivoire (Aké Assi, 1984; Chatelain, 1996; Nguessan, 2004; 2006) et des trois-quarts de déforestation en Afrique centrale et (Hosonuma et *al.,* 2012). Les parcs nationaux sont aussi touchés par le phénomène de déforestation (Chevalier, 1998 ; MINEFOR, 2001). De fait, le développement de l'agriculture et plus précisément de l'agriculture itinérante sur brûlis est la cause directe la plus indexée pour expliquer la déforestation; elle serait responsable de 80 à 95 % de la de la perte du

couvert végétal (Essama-Nssah et Gockowski 2000) et son caractère destructeur proviendrait essentiellement du raccourcissement de la durée des jachères (Kotto Same et *al.* 1997 ; Gockowski et *al.* 1998 ; Devers et Vande Weghe 2007).

L'exploitation du bois-énergie constitue aussi une cause directe de la dégradation des forêts Avec 9,5 millions de m^3 (FA0) et 12 millions de m^3 (Topa et al. 2010), le bois de feu et le charbon de bois représenteraient en termes de volume d'arbres abattus (Essa-Nssah et Gockowski 2000), le plus grand marché de produits forestiers. Si le phénomène est beaucoup plus accentué en périphérie urbaine, l'activité constitue une menace importante. Il en découle que l'augmentation démographique rapide liée à l'urbanisation non contrôlée et à la dépendance de près de 90 % de la population au bois-énergie entraine une déforestation massive dans des rayons de plus en plus vastes autour de certains centres urbains.

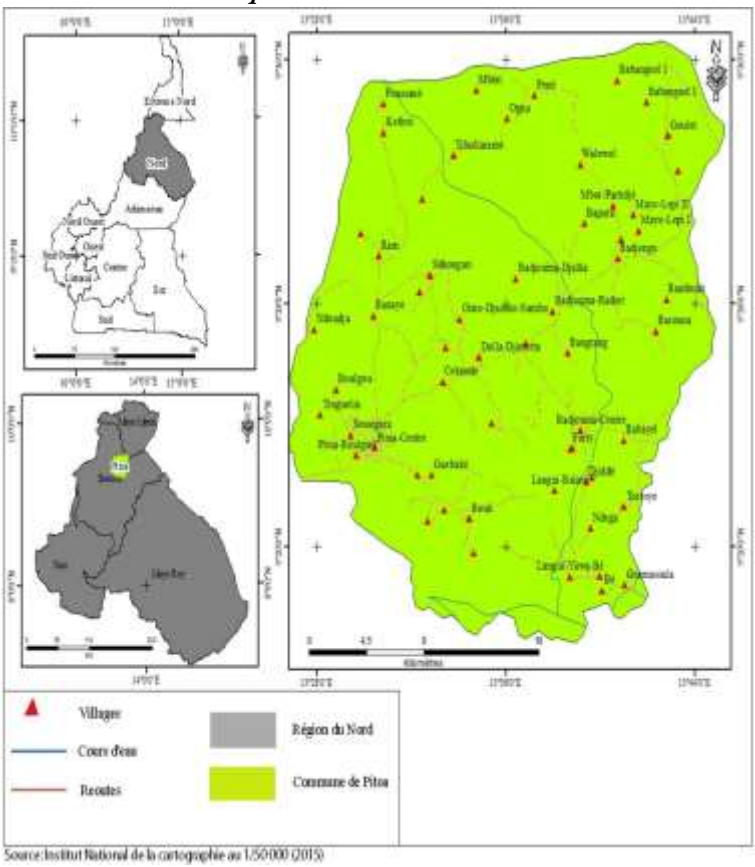
Située dans la partie septentrionale du pays, la zone soudano sahélienne est caractérisée par une végétation constituée des savanes arbustives et des galeries forestières. Ces différentes formations végétales qui doivent être conservées disparaissent à un rythme très alarmant mais la source de cette perte du couvert végétal n'est pas toujours bien définie, même s'il est admis que la pression humaine est seule responsable de la disparition des espèces forestières. L'exemple pris sur Pitoa nous permet d'élucider les causes de la déforestation et de la dégradation des formations végétales dans cette partie du territoire camerounais.

1. Cadre spatial de l'étude

La Commune de Pitoa couvre l'ensemble de l'Arrondissement de Pitoa, une des unités administratives du Département de la Bénoué créée par *Décret présidentiel N° 92/127 du 26 Juin 1992*. Située à 15 km de Garoua chef-lieu de la Région du Nord, elle est limitée au Nord par les Communes de Dembo et de Guider ; à l'Est par la Commune de Bibémi ; à l'Ouest par les Communes de Garoua II, de Bascheo et de

Gaschiga ; au Sud par la commune de Lagdo et de Garoua III. (Figure 1).

Figure1. Localisation et présentation de la commune de Pitoa



La collectivité territoriale a une superficie de 812 km² et une population de 117.653 habitants, soit une densité moyenne de 145 habitants au Km². Les zones de plus fortes densités sont la zone urbaine formée par la ville de Pitoa et les localités de Badjouma Centre,

Badjengo, Badjouma Radier et Dolla. Elle compte 62 villages dirigés chacun par des chefs traditionnels de troisième degré.

2. Méthodologie

Cette étude est basée sur la revue de la littérature, les observations de terrain adossées sur la construction d'une base d'images satellitaires. Les documents et les travaux exploités sont les articles, les mémoires, les thèses ayant un rapport avec les agents et les causes de la déforestation et de la dégradation des formations végétales. Les observations directes et les enquêtes de terrain faites ont permis d'identifier les zones touchées par le phénomène et de relever les différents agents de la déforestation. Les personnes interrogées habitent les villages (Tchollaram, Forty, Babanguel Sorfalou, et Guébaké) sélectionnées du fait de la leur proximité des massifs forestiers et des pâturages. L'analyse des moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts, a pris en compte l'utilisation de la méthode de Geist et Lambin de 2001 et 2002.

Afin de mesurer et d'évaluer les changements intervenus, nous avons construit une base d'images satellitaires, que nous avons ensuite interprétée de manière automatique en essayant de déterminer les mêmes classes sur chaque image. Les images utilisées représentent plusieurs dates de la scène 185/053 de l'instrument Enhanced Thematic Mapper (ETM) du satellite Landsat 7 et 8. Ces échantillons nous ont permis d'étudier la situation en deux dates différentes (1990 et 2016), réparties sur une période de 26 ans. L'analyse spatiale de la dégradation a nécessité l'utilisation de l'indice NDVI issues des images satellitaires Landsat dont la résolution est de 30 mètres. Cet indice représente une mesure de la capacité photosynthétique de la canopée et de la vitalité de la végétation. Cette étude permet de déterminer la significativité de leur contribution à la déforestation ou à la dégradation dans la commune de Pitoa, de disposer des informations de terrain permettant de vérifier et d'affiner les analyses spatiales.

3. Résultats et Discussion

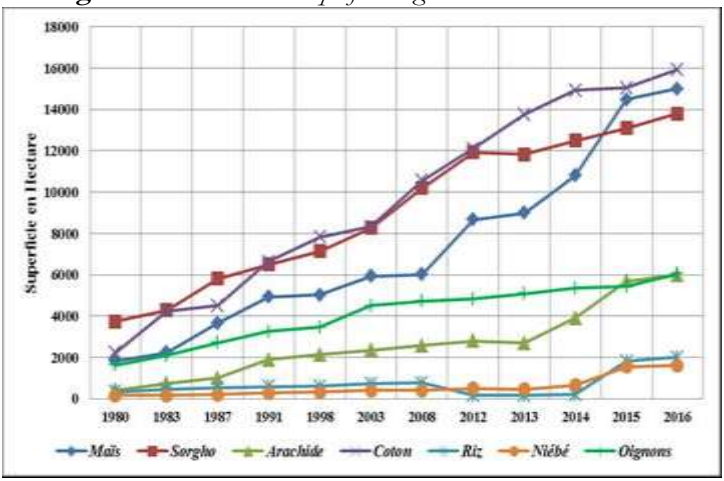
3.1 Agents et Causes De La Déforestation et de La Dégradation dans La Commune de Pitoa

3.1.1. Activités agricoles

La commune de Pitoa, subit une pression énorme sur ses ressources naturelles. Avec une population estimée à 117. 653 habitants en 2015**,** la demande des terres pour produire est assez forte pour une population qui vit à 96,34% de l'agriculture et de l'élevage. Les hommes ici font de l'agriculture itinérante sur brûlis un système d'agriculture extensive qui nécessite beaucoup de terres devenant par ricochet une cause directe de la déforestation[ii]. Les ressources forestières ont ainsi connu une déforestation accélérée. L'évolution des surfaces agricoles et des terres pâturées montre une forte pression sur le sol dans et autour du massif forestier de Tchollaram. Chaque année, environ 150 hectares de galeries forestières et de savanes arbustives sont rasés pour porter des cultures. La faible productivité agricole amène les populations à exploiter de nouveaux espaces forestiers jugés plus productifs ; les surfaces exploitées vont de 0,5 à 10 hectares. Au cours de ces quatre dernières décennies, les superficies cultivées sont passées de 7 532 hectares en 1980 à 23 284 hectares en 2014 et à 29 649 hectares en 2018 (DAADER 2017). Les résultats d'enquête permettent d'identifier trois principaux agents de la déforestation[iii] des forêts liés aux activités agricoles dans la commune :

- les petits agriculteurs (56%) qui pratiquent la culture de coton avec l'appui de la SODECOTON (Société de Développement du Coton) combinée à une agriculture vivrière de subsistance (maïs, mil/sorgho, arachide, haricot niébé) ; les parcelles exploitées vont de 1 à 2 ha ;
- les agriculteurs moyens (31%) qui développent les mêmes spéculations sur des parcelles de 2 à 5 ha ;
- les grands agriculteurs (13%) dont la production est axés sur la culture du coton, du maïs et de l'oignon ; les surfaces cultivées excèdent 5 ha.

Figure 2: *Evolution de superficies agricoles de 1980 à 2016*



Source : (DAADER 2016)

3.1.2. Croissance démographiques

Les données des Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat (RGPH) montrent que la commune de Pitoa enregistre une forte augmentation de sa population avec un taux de croissance annuel de 3,4%. Avec un taux de morbidité[iv] de 31,8%[v], la population qui était de 35.073 habitants en 1976 est estimée aujourd'hui à 117.653 habitants ce qui donne une densité de 145 habitants/km^2. (Tableau 1)

Tableau 1: Evolution de la population dans la commune de Pitoa de 1976 à 2015.

Années	**1976**	**1987**	**2005**	**2015**
Population totale	35 073	42 948	76 715	117 653
Excédent de la population	-	7875	33 767	40 938
Pourcentage de l'évolution	-	22,45%	78,62%	53,36%
Densité la population	44	53	95	145

Source: RGPH (1987-2005; PCD 2015; Estimation 1976[vi]

Cette forte croissance de la population a entrainé l'extension des infrastructures, principalement la construction des habitations, des pistes rurales et autres infrastructures de développement. Les tendances actuelles de la déforestation observée dans la région sont largement liées à l'expansion des activités de subsistance de cette population. Par ailleurs, les vagues de migration qu'a connue la commune de Pitoa dans les années 1991 ont entrainé une forte pression sur les ressources naturelles notamment les forêts. Près de 2500 migrants en provenance de la région de l'Extrême Nord dans les années 1974-1991 (dans le cadre du projet Nord-Est Bénoué), ont contribué à l'installation d'un nombre important d'agriculteurs pour cultiver le coton et les cultures vivrières dans la commune de Pitoa. Cette situation a entrainé une extension des surfaces agricoles au détriment des ressources forestières contribuant ainsi au phénomène de déforestation. Victime des exactions de la secte islamique Boko-Haram dans la région de l'Extrême-Nord ces dernières années, les migrants en provenance des zones de conflits armés s'installent sur les vastes savanes de la commune avec leur bétail et contribuent ainsi à la dégradation de la savane. Le HCR (Haut-Commissariat pour les réfugiés) a dénombré 2 032 immigrants en avril 2017. Au fil des ans ces réfugiés ont occupés d'importante surfaces (Tableau 2).

Villages	**Surface habitées entre 2014-2018**	**Surfaces agricoles entre 2014-2018**	**Surfaces occupées par le bétail entre 2014-2018**
Dolla	11 ha	178 ha	17 ha
Tchollaram	17 ha	191 ha	42 ha
Babanguel	08 ha	105 ha	26 ha
Forty	13,9 ha	165 ha	38 ha

Source : enquête de terrain Avril 2019

A l'analyse, on constate que Tchollaram et Forty enregistrent d'importante surfaces tant sur le plan des habitations que sur le plan agricoles. Aussi, la charge pastorale observée lors de l'enquête de terrain

a permis de constaté que les populations déplacées ont pris avec eux leurs troupeaux de bétail ce qui explique les grandes surfaces occupées par le bétail.

Photo 2: Campement des refugiés autour du massif forestier de Tchollaram (Juillet 2017)

3.2. Agents et Causes de la Dégradation Des Forets a Pitoa

3.2.1 Exploitation du bois-énergie

Dans la commune de Pitoa les besoins en bois de chauffe encouragent les populations démunies à couper du bois de chauffe dans le massif forestier de Tchollaram et les pâturages de Forty Sorfalou et Babanguel pour le vendre à Pitoa et dans la ville Garoua. Près de 99 % de la population vivant dans cette zone reste fortement tributaire du bois énergie comme source d'énergie domestique. La collecte du bois de chauffe est assurée aussi bien par les autochtones que par les allogènes et les migrants. Tous les jours, les bucherons ramassent du bois mort et coupent du bois sur pied (photo 4). L'ampleur de cette coupe est à évaluer de 10 à 12 fagots de bois par mois soit environ 180 kg de biomasse/mois/ménages[vii] et donc 0,18 tonne de biomasse.

Photo 3: Collecte du bois énergie dans le massif forestier de Tchollaram (Juin 2017)

3.2.2 Carbonisation

La production du charbon de bois dans la commune de Pitoa est destinée exclusivement à l'approvisionnement des ménages de Pitoa et de ceux de la ville de Garoua. Cette ressource est très appréciée par les consommateurs pour sa qualité énergétique. Charbon de qualité est obtenu à partir des espèces de bois qui résiste à la chaleur de carbonisation artisanale parmi celles-ci : l'*Accacia albida, le Ziziphus mauritiana, l'Anogeissus leiocarpus, le Combretum nigricans, le Daniellia oliveri, le Kaya senegalensis et l'Acacia seyal qui sont les plus prisées*.

Photo 4: Production du charbon de bois à partir du *Ziziphus mauritiana*, *Daniellia oliveri* et *l'Accacia seyal*

Pour la production de 10 sacs de charbon (quantité en m3), il faut abattre en moyenne 8 arbres. De fait, les charbonniers font recours à des méthodes traditionnelles de production du charbon de bois, le caractère illicite de l'activité ne leur permettant pas d'opérer avec des techniques modernes.

3.2.3. Surpâturage

L'élevage apparaît aussi comme un facteur important de dégradation des formations végétales dans la commune de Pitoa aux vues de l'importance du cheptel dénombré dans la région. En effet, depuis quelques années, le nombre de bétail dans la zone est en constance augmentation suite aux exactions de la secte Boko-Haram. En 2012, la commune Pitoa enregistrait près de 20.663 têtes de bovins[viii], de nos jours, son cheptel bovin est estimé à environ 27.538 têtes. En plus de son cheptel local, la commune enregistre plus 8 421 têtes de bétails en provenance de l'Extrême-Nord et des pays voisins (Tchad, République Centrafricaine)[ix]. La charge pastorale observée lors de l'enquête de terrain est importante, elle est de l'ordre de 4,5 à 6 ha/équivalent bovin. Pendant la saison sèche (janvier à mai), le couvert végétal est le plus menacée par le pâturage. Les éleveurs rencontrent des difficultés d'approvisionnement en fourrage et en eau. Les parcours habituels ne fournissant plus suffisamment de nourriture, les pasteurs Mbororo se trouvent obligés d'orienter les troupeaux vers la galerie forestière et le massif de Tchollaram. Certains éleveurs venus des contrées environnantes, descendent en février-mai vers le sud de la commune de Pitoa en attendant le retour de la saison de pluie en juin. D'autres séjournent dans les pâturages de Boulgou, Liya, Walewol, Bapara et Forty pendant 3 à 4 mois et occasionnent des dégâts énormes sur le couvert végétal. Les surfaces pâturées pendant la saison sèche couvrent les trois quart du territoire de la commune. Cette situation résulte de la rareté des pâturages conduisant ainsi à une coupe abusive des branches.

3.2.4. Usage des feux de brousse

Les feux de brousse dans la commune de Pitoa sont observés pendant la saison sèche. Les pasteurs Mbororo, principaux agents de dégradation des formations végétales observées dans les pâturages et les massifs forestiers, mettent le feu sur les herbes ; cette vieille technique leur permet de rajeunir le pâturage et d'assurer la pérennité de leurs activités. Dans les différents pâturages, les feux détruisent les feuilles et les petites branches, grillent les bourgeons, perturbent la période de végétation et le développement des arbres. Ces derniers sont évidés à la base par le feu à partir d'un enlèvement d'écorces. Ces plaies basses sont creusées progressivement par le passage répété des feux et conduit à la dégradation de la forêt et les pâturages. Aux actions des pasteurs bororos s'ajoutent celles des chasseurs (Toupouri, Guiziga, Mafa et Lamé) qui pendant la saison sèche utilisent les feux de brousse pour distraire et capturer le petit gibier (hérissons, lapins, rats). Ces feux de brousse sont généralement observés dans les formations savanicoles et s'étendent sur 3 à 5 hectares. Les agriculteurs enquêtés affirment utiliser les feux de brousse pour renforcer la minéralisation du sol et augmenter les surfaces agricoles. Les surfaces détruites par les feux de brousse s'étendent sur plusieurs hectares.

4. Enjeux Environnementale de Déforestation et de la Dégradation

4.1. Perte du couvert forestier

L'exploitation de l'imagerie satellitaire (1990 et 2016) à l'échelle de Pitoa permet de mettre en évidence que la superficie de la forêt a régressé d'environ 15,85%, celle de la savane arborée de 59,14 %. De manière générale, la perte nette du couvert végétal est évaluée à 2 903,07 hectares en 26 ans (figure 3). Les cartes diachroniques du changement du couvert forestier révèlent une régression des formations végétales au profit de l'espace agricole, dominé par les champs de maïs, de coton et de sorgho (tableau 2).

Figure 3: Changement du couvert forestier de 1990 à 2016 dans la commune de Pitoa

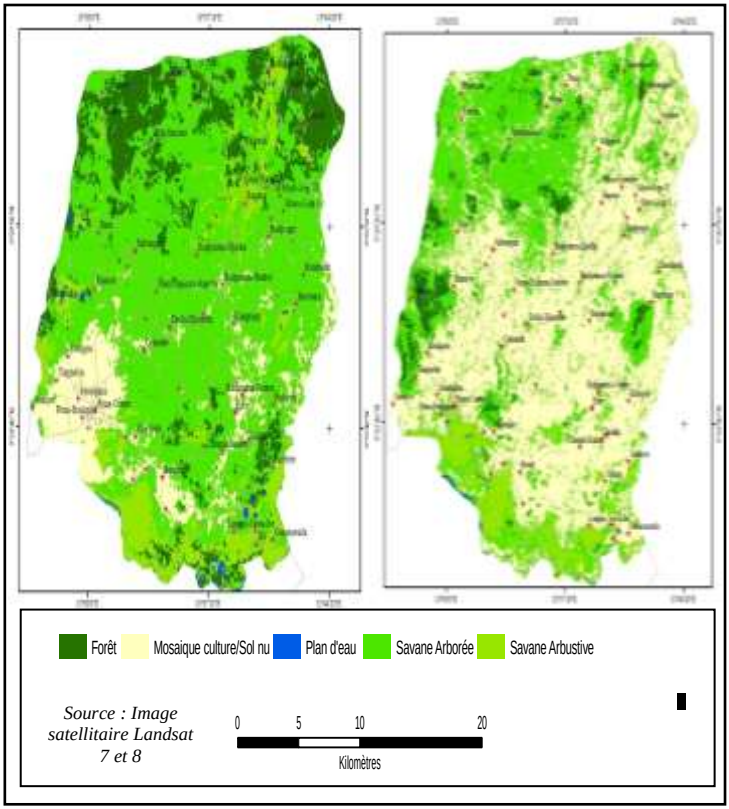


Tableau 2: présentation des superficies du couvert forestier en 1990 et en 2016

Unités d'occupation du sol	**Situation en 1990**		**Situation en 2016**		**Différence entre 1990-2016**
Unités	En hectare	%	En hectare	%	
Forêt	16.451, 81	18,53	14.162,95	15,95	- 2.288,86
Savane	53.130, 45	59,83	52.516,24	59,14	- 614,21

Arborée					
Savanes Arbustive	10.493,29	11,82	8.565,91	9,65	- 1.927,38
Mosaïque Cultures/Sol nu	8.031,25	9,04	12.872,84	14,50	4.841,59
Cours d'eau	691,52	0,78	680,2	0,77	- 11,32
Total	**88.798,32**	**100,00**	**88.798,14**	**100,00**	

Source : Résultats issus de l'analyse des images satellitaires

Lorsqu'on fait la synthèse des changements intervenus à cette période, on remarque une régression de 15,95 % de forêt et 59,14% de savane arborée et 9,65% de savane arbustive. Les surfaces occupées par les cultures passent de 8.031,25 hectares à 12.872,84 hectares.

4.1.1. Calcul du taux de déforestation

L'équation ci-dessous a permis de calculer le taux de déforestation pour la période 1990-2016 (Caloz et Collet, 2001). Le taux annuel de déforestation a été obtenu en divisant le taux de déforestation par le nombre d'années d'étude (26 ans) :

$$T_{\text{déforestations}}(\%) = \frac{(S_2 - S_1)}{S} X100$$

Où : S_2 est l'étendue occ ¸ par la forêt et la savane arborée en 2016 ;

S_1 est l'étendue occupée par la forêt et la savane arborée en 1990;

S est la superficie occupée par la forêt et la savane arborée en 1990.

Tableau 3: Taux de déforestation dans la commune de Pitoa

Classe d'occupation du sol	**Année 1990 Superficie en ha**	**Année 2016 Superficie en ha**	Surfaces déforestées et taux de déforestation en 26 ans
Superficie de forêt et savane arborée	69.582,26	66.679,19	2.903,07 ha (4, 14%)

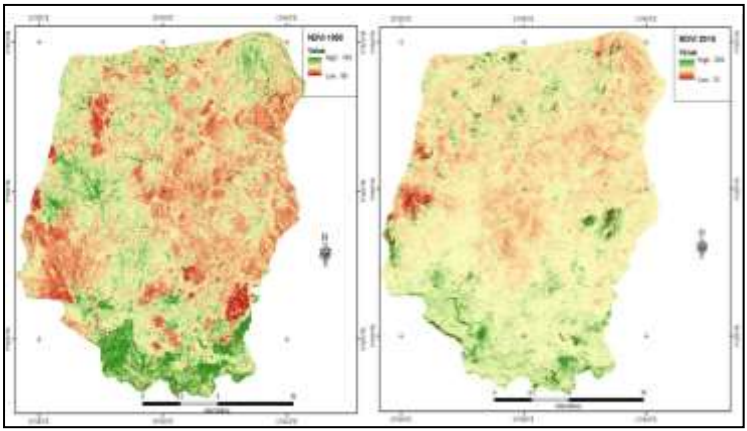
Source : données issus du traitement des images satellitaires 1990-2016)

La cartographie du changement du couvert forestier dans la commune de Pitoa est présentée dans la figure 3. Les tableaux 2 et 3 présentent les superficies du couvert végétal et le taux de déforestation observés dans la commune de Pitoa. Ces résultats montrent que plus de 2 903,07 ha de forêt ont été perdus pour la période allant de 1990 à 2016. On constate aussi que la strate des savanes arborées est visiblement touchée par la déforestation ces dernières années et que la strate des savanes arbustives est moins marquée par la déforestation.

4.1.2. Analyse spatiale de la dégradation

La couleur verte, qui représente la végétation dans l'NDVI (*l'Indice Différentiel Normalisé de Végétation*), est moins apparente sur l'image satellitaire Landsat de 2016 que sur l'image satellitaire Landsat de 1990, ceci est révélateur d'une régression du couvert végétal entre les deux dates. La couleur rouge représente les surfaces où le couvert végétal est absent. Cette dernière est plus prononcée dans l'NDVI de l'image satellitaire Landsat 8 de 1990 que dans l'NDVI sur l'image satellitaire Landsat 7.2016. Cette approche met en évidence une régression du couvert végétal dans la partie nord et Sud de la commune de Pitoa

Figure 4. Cartes de la dégradation des forêts dans la commune de Pitoa (1990-2016)



L'analyse de l'image de 1990 laisses observées qu'environ 75 % de l'image apparait en rouge. Les secteurs identifiés témoignent d'une absence du couvert végétal. Les savanes arborées ont donc nettement régressé cédant la place aux cultures et aux sols nus. Cette régression du couvert végétal s'opère sous l'effet d'une pression humaine croissante. En effet, le nombre d'habitants vivant autour du massif forestier de Tchollaram et dans les zones de pâturages est passé de 8 933 habitants en 2013 à 11 342 habitants en 2016. Plus de 5.035 hectares des superficies forestières ont été détruites entre 1995 et 2016, soit une perte annuelle de 239,76 ha/an. Cette évolution régressive continue du couvert végétal montre que les formations forestières présentes dans la commune Pitoa ont subi au cours de ces dernières décennies une forte dégradation marquée par une perte substantielle de sa richesse.

4.2. Evaluation Des Stocks De Carbone et Calcul Des Emissions Pour La Déforestation

L'approche utilisée pour estimer les stocks de carbone dans la commune de Pitoa est tirée de celle d'ASB (Alternative to Slash and Burn) suivant les recommandations de Hariah et al. (2010) et de Chave (2005). Elle a été adaptée au contexte de savane ou la densité des arbres à l'hectare est relativement faible par rapport aux forêts denses humides. Notre approche a ainsi consisté préalablement à définir un échantillonnage représentatif des différents types de couvert que l'on rencontre dans la zone, puis à effectuer des mesures dendrométriques des arbres et à prélever les échantillons des herbacées et de sol pour analyse et quantification du potentiel en stocks de carbone de ces différents pools. Les émissions de gaz à effet de serre associées à la déforestation dans la commune de Pitoa ont été calculées suivant les orientations de (Mayaux et Achard, 2010) : **Émission = DA x FE.** [x]De fait, le Facteur d'Emission représente la quantité de GES émise ou séquestrée par unité de surface. Elles s'expriment en TCO_2/ha. Dans le cadre de cette étude il a été obtenu à travers un Inventaire Forestier [xi](IF) et des équations allométriques qui permettent de déterminer la biomasse de chaque unité de strate d'occupation des terres

préalablement identifiées (tableau 4) toujours inclure les tableaux au texte.

Tableau 4: Estimation du stock de carbone total dans la commune de Pitoa

Source. Enquête de terrain

Unité d'occupation du sol	**Superficies en 2016 en ha**	**Stocks de Carbone (TC/ha)**	**Séquestration du Carbone à Pitoa (TC)**	**TCO_2-e**
Forêt	16 451,81	54.1	890 042,92	3 266 457,52
Savane Arbustive	52516,24	35.3	1 853 823,27	6 803 531,408
Savanes Arborée	8 565,91	43.5	372 617,09	1 367 504,702
Mosaïque Cultures/ Sol nu	12 872,84	28.2	363 014,09	1 332 261,703
Total	**90 406,80**		**3 479 497,37**	**12 769 755,33**

Conclusion et Perspectives

La commune de Pitoa, connaît depuis deux décennies une perte progressive des ressources forestières et une extension rapide des zones à emprise agricole au détriment des galeries forestières. Les résultats des enquêtes et des entretiens confrontés aux données satellitaires montrent que les causes principales de la déforestation et de la dégradation sont l'agriculture itinérante sur brûlis, l'exploitation du bois (bois de chauffe, charbon de bois et bois de construction) et le surpâturage. Le taux de déforestation est estimé à 4,14 % soit 2.903,07 hectares de forêts perdues. Les évaluations des stocks de carbone ont permis d'estimer les stocks de carbone à 3.479.497,37 tonnes et les émissions à 12.769.755,33 TCO_2. ; le calcul du stock de carbone, donne des résultats comparables à ceux obtenus par d'autres auteurs dans le

Bassin du Congo. Il ressort que la déforestation et la dégradation des forêts sont fortement corrélées à la forte croissance démographique d'où la nécessité de renforcer les mesures d'accompagnement qui concilient le développement et la gestion durable des ressources forestières tout en réduisant les émissions liées à la déforestation et la dégradation des forêts. Afin de réduire la pression de la population sur les ressources naturelles dans la commune de Pitoa, plusieurs mesures méritent d'être prises.

- Urgence est signalée de limiter les activités de substitution aux pratiques de destruction du couvert forestier ; il convient donc de favoriser l'intensification et la diversification agricole dans et autour du massif forestier de Tchollaram et d'éviter de mettre les pâturages sous pression.
- Il convient également d'élaborer un plan d'utilisation des terres en vue de la délimitation des zones de pâturage, des couloirs de transhumance et des zones agricoles ; de promouvoir la production de charbon à partir des rebuts d'exploitation avec amélioration de la pyrolyse ; de développer une démarche raisonnée et inclusive de foyers améliorés (sensibilisation, vulgarisation, formation, suivi, dans le centre-ville de Pitoa et de reboiser les espaces dégradées avec des plantes fertilisantes et des espèces qui s'adaptent à la sècheresse et aux terres pauvres notamment le *Azadirachta indica, Acacia polyacantha,* Alarkardiyonhi, faidherbia, accacia ceyamea, accacia senegalensis et le Karedjé.
- afin de responsabiliser et d'intéresser les communautés locales à la protection des ressources forestières, il convient de leur assurer une certaine réappropriation des ressources forestières pouvant selon les cas reconnaitre un usage collectif des forêts en transférant tout ou partie de la propriété à une structure locale villageoise pour permettre aux communautés de sortir de la vision de survie, destructrice de l'environnement et de sa biodiversité.

Bibliographie

Achard, F., Eva, H., Stibig, H., J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., And Malingreau, J.P., *(2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. Science, 297:pp 999-1003.*

Ali Madi, Peters Huub, Babani Sali*. (2003). La demande urbaine en bois-energie et la nécessite d'une gestion rationnelle des ressources naturelles : le cas de Maroua à L'extrême-Nord du Cameroun. In : Jean-Yves Jamin, Lamine Seiny Boukar, Christian Floret. 2003, Cirad, 9 p.*

ANGELSEN, A.; Kaimowitz, D*. (2001). Agricultural Technologies and Tropical Deforestation; Cabi and CIFOR: New York, NY, USA,; p. 423.*

Caloz, R. And Collet, C. *(2001). Précis de Télédétection. Volume III : Traitements Numériques d'Images de Télédétection. Presses Universitaires du Québec-Agence Universitaire de la Francophonie, 386 p.*

CCNUCC, *(2008). Informal Meeting of Experts on Methodological Issues related to Forest Degradation, 20-21 octobre 2008, Bonn, Allemagne: Chair's summary of Key Messages from the meeting. Bonn. Siteweb: unfccc. int/methods_science/redd/items/4579.php.*

Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns M.A., Chambers J.Q., Eamus D., Fölster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.P., Nelson B.W., Ogawa H., Puig H., Riera B. et Yamakura T. *(2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Ecologia. 13 : 87-99.*

Geist, H. J. & Lambin, E. F. (2001). What drives tropical deforestation. LUCC Report series, 4, 116.

Geist, H. J. & Lambin, E. F. *(2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. BioScience, 52, 143-150 aussi sur : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpgluluc f/ gpgluluc f-languages.html).*

Giec, *(2006). Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Vol. 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations des terres. Hayama, Japon, IGES pour le GIEC (disponible aussi sur : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/ index.html).*

GIEC. *(2006). Guide pour l'inventaire national des gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie et autre usage des terres. Institute for Global Environnemental Strategies, Japon 4 : 46-52.*

GIEC. *(2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de)]. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.*

Gil, Y. *(1999). Forest, Plantation Crops of Small-Scale Agriculture ? An Economic Analysis of Alternative Land Use Options in the Mount Cameroon Area ; Center for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE) Working Paper ; GEC : Buea, Cameroon.*

Haddouche I., Benhanifia K., Hellal B., *(2006). Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation. Cas de la région de Djelfa (Algérie). Revue Écologie-Environnement (Laboratoire Agro-Bio/Zones arides, Université Tiaret), 2 : 1-14.*

Hairiah K., Dewi S., Agus F., Velarde S., Ekadinata A., Rahayu S. ET Van Noordwijk M., *(2010). Measuring Carbon Stocks Across Land Use Systems : A Manual. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre (ICRAF), SEA Regional Office, 155p.*

MINEPDED*, (2016). Moteurs de la Déforestation et Dégradation au Cameroun : Une Synthèse de la Littérature.*

MINEPDED*, Operational Guidelines for Obtaining Free, Prior and Informed Consent in REDD+ Initiatives in Cameroon : Including Principles, Criteria and Indicators (Yaoundé : MINEPDED, 2014).*

MINEPDED, *(2016). Etude sur les facteurs de la déforestation et de la dégradation forestière dans la zone du plateau sud-camerounais, Rapport non publié, 76p.*

MINEPDED*. (2015). Plan National d'Adaptation aux Changements climatiques du Cameroun. MINEPDED. 154 p.*

MINFOF*, (2013). Stratégie de modernisation de la chaine de valeur bois-énergie dans l'Extrême-Nord du Cameroun, 133 p.*

MINFOF, WRI et GFW, *(2007). Atlas forestier interactif du Cameroun, (Version 2.0) Document de synthèse. World Resource Institute Ministère de*

l'Agriculture et du Développement Rural (2010). Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagnes 2009 et 2010

***MINFOF, GIZ Pro-PFE**, (2014). Schéma Directeur d'Approvisionnement Urbain en Bois-Energie, Ville de Maroua. 2013 MINFOF.78pp*

***MINFOF.** (2013). Arrêté 0076 MINADT/MINFI/MINFOF/ du 26 Juin 2012 fixant les modalités de planification, d'emploi et de suivi de la gestion des revenus provenant de l'exploitation des ressources forestières et fauniques destinées aux communes et aux communautés villageoises riveraines. Guide explicatif à l'usage des communes et des communautés villageoises. 60 p*

***Mwayafu, D. And Kimbowa, R.** (2011). Benefit sharing in the Trees for Global Benefit (TGB) Initiative - Bushenyi District (Uganda), REDD-net Case study, March 2011.*

***Nicolas M. et J. Firzli. (**2016). Dépasser la COP21 : changement climatique, responsabilité sociale et capitalisme pondéré », institinvest.com, 15 février 2016.*

***Ntsama Atangana, J., M. Tchindjang, T. Moulende-Fouda et C.L. Nene Bene** (2011). Evaluation environnementale de la problématique du bois de feu dans la ville de Garoua au Nord Cameroun. 16e Colloque international en évaluation environnementale, Yaoundé, 12-15 Septembre 2011. Agence Universitaire de la Francophonie et Le Secrétariat international francophone pour l'évaluation environnementale (SIFÉE)*

***Olander, J., Ebeling, J.** (2011). Créer des Projets de Carbone Forestier - Vue d'ensemble et Guide Étape-par-Étape. Dans Building Forest Carbon Projects, (éd.). Washington, DC : Forest Trends. 76p*

ONU-REDD, (2016), Journal d'apprentissage Académie REDD+, 24P.

***OSS** (2013). La Surveillance environnementale dans le circum Sahara : Guide technique pour la collecte, l'analyse des données et le calcul des indicateurs socio-économiques suivant l'approche harmonisée ROSELT/DNSE/OSS 2012/OSS. Tunis. Jérôme Lewis, Luke Freeman et Sophie Borreill, Juillet 2008*

***Pearson T. et Brown S.** (2005). Guide de Mesure et de Suivi du Carbone dans les Forêts et Prairies Herbeuses. Winrock International, Ecosystem Services Unit, Arlington, 39p.*

***Pearson T., Walker S., Chalmers J., Swails E. ET Brown S.** (2009). Guide pour l'élaboration de projets de boisement/reboisement et de bioénergie sur le marché réglementé du carbone, Winrock International, ITTO, United Nation Environment Programme, 83p.*

Solymosi, K. ; Carodenuto, S. ; Tennigkeit, T. *(2013). Agriculture as the Main Driver of Deforestation and Key Sector for the Implementation of REDD+. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). Available Online : http://star-www.giz.de/fetch/3fQ00o3XY0001HgMEe /giz2013–0627en-agriculture-redd.pdf (accessed on 15 November 2014).*