



**HAL**  
open science

## Modélisation prospective de la déforestation dans le Parc National du Mont Sangbé (Côte d'Ivoire)

Eugene Konan, Kouassi Combo Mafou, Daouda Sylla, Gondo Diomande, Dali  
Serge Lida

► **To cite this version:**

Eugene Konan, Kouassi Combo Mafou, Daouda Sylla, Gondo Diomande, Dali Serge Lida. Modélisation prospective de la déforestation dans le Parc National du Mont Sangbé (Côte d'Ivoire). Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Mar 2019, Cotonou, Bénin. hal-02189428

**HAL Id: hal-02189428**

**<https://hal.science/hal-02189428>**

Submitted on 19 Jul 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Modélisation prospective de la déforestation dans le Parc National du Mont Sangbé (Côte d'Ivoire)

KONAN Kouadio Eugène <sup>(1,\*)</sup>, MAFOU Kouassi Combo <sup>(2)</sup>, SYLLA Daouda <sup>(1)</sup>, DIOMANDE Gondo <sup>(3)</sup>, LIDA Dali Serge <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

<sup>(2)</sup> Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG), Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>(3)</sup> Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, [sitasahi@yahoo.fr](mailto:sitasahi@yahoo.fr)

<sup>(4)</sup> Institut d'Ethnosociologie, Université Félix Houphouët Boigny, [sergelida@aol.fr](mailto:sergelida@aol.fr)

<sup>(\*)</sup> Auteur correspondant: KONAN Kouadio Eugène, [enzokkeugene@yahoo.fr](mailto:enzokkeugene@yahoo.fr)

## Résumé

De nombreuses études portant sur la déforestation et le suivi de la dynamique des forêts à l'échelle mondiale, montrent une tendance générale à la disparition des surfaces forestières. Les aires protégées n'échappent pas à ce fléau. Ainsi, cette étude tente-t-elle d'analyser la gestion des aires protégées en Côte d'Ivoire à travers le cas du Parc National du Mont Sangbé. Globalement, l'étude vise à évaluer l'impact des pratiques humaines sur les ressources de cette aire protégée. Comme activités, il s'agit de caractériser la dynamique de l'occupation du sol dans le parc ; de déterminer les facteurs de cette dynamique et enfin d'évaluer le risque de dégradation de la couverture végétale dans ladite aire protégée à travers une analyse prospective. Pour atteindre ces objectifs, cette étude s'appuie sur des images satellites (Spot 4, 5 et 7) de 2001, 2008 et 2015, des données cartographiques, des données socio-économiques et sociodémographiques, et des observations de terrains. Les outils privilégiés pour le traitement et l'analyse des données sont la télédétection et les SIG. Les résultats montrent que les espaces naturels sous l'effet des actions humaines connaissent une dégradation très avancée. Parmi les couvertures subissant une dégradation, il faut noter une grande proportion représentée par les forêts avec 88,34 % de perte entre 2001 et 2015. Le Parc est sous l'influence des activités humaines, de fortes densités de population. Cette observation conduit à la mise en place de deux scénarios possibles sur l'avenir du Parc en 2050 à travers une modélisation prospective dont l'outil utilisé est le model CA-MARKOV. Ainsi, le premier scénario basé sur l'absence de nouvelles plantations révèle une reconversion du Parc par la forêt et la savane. Le deuxième scénario qui s'appuie sur l'intensité des activités humaines, permet d'évaluer les risques de dégradation de la diversité biologique dans cet espace protégé avec une croissance des zones agricoles à l'horizon 2050.

**Mots clés :** Télédétection, SIG, Modélisation, Analyse prospective, déforestation, Mont Sangbé

## Abstract

Many studies on deforestation and monitoring of forest dynamics worldwide show a general trend towards the loss of forest area. Protected areas are not immune to this scourge. Thus, this study attempts to analyse the management of protected areas in Côte d'Ivoire through the case of Mount Sangbé National Park. Overall, the study aims to assess the impact of human practices on the resources of this protected area. Activities include characterizing the dynamics of land use in the park; determining the factors of these dynamics; and finally assessing the risk of degradation of vegetation cover in the protected area through prospective analysis. To achieve these objectives, this study is based on satellite images (Spot 4, 5 and 7) from 2001, 2008 and 2015, cartographic data, socio-economic and socio-demographic data, and field observations. The preferred tools for data processing and analysis are remote sensing and GIS. The results show that natural areas under the influence of human actions are deteriorating at a very advanced stage. Among the deteriorating covers, a large proportion is represented by forests with 88.34 % loss between 2001 and 2015. The Park is under the influence of human activities and high population densities. This observation leads to the implementation of two possible scenarios on the future of the Park in 2050 through prospective modelling using the CA-MARKOV model as the tool. Thus, the first scenario based on the absence of new plantations reveals a reconversion of the Park by the forest and savannah. The second scenario, based on the intensity of human activities, makes it possible to assess the risks of biodiversity degradation in this protected area with a growth of agricultural areas by 2050.

**Keywords :** Remote sensing, GIS, Modelling, Prospective analysis, deforestation, Mount Sangbé

## 1. INTRODUCTION

La question de la déforestation et de la dégradation des espaces protégés, occupe une place centrale dans le domaine de la recherche en Côte d'Ivoire. Les enjeux soulevés par l'expansion de l'agriculture à l'intérieur de ces espaces sont clairement identifiés à travers plusieurs recherches scientifiques (Konan, 2008 ; Adon, 2010 ; Goh, 2015). Aujourd'hui, les rares massifs forestiers persistant encore en Côte d'Ivoire se rencontrent dans les forêts classées et les aires protégées. Cependant, les actions des populations riveraines sur ces espaces protégés entraînent chaque année la disparition de plusieurs milliers d'hectares de forêt avec un taux de déforestation sur la période 1969-2004 qui a été estimé à 200 000 ha par an (BNETD, 2004).

Aussi dans la perspective actuelle de développement durable et des politiques d'adaptation au changement climatique, il est indispensable d'identifier et d'évaluer les paramètres à la base de la déforestation et de la dégradation des forêts en vue de comprendre et maîtriser les changements futurs, en particulier pour des enjeux sociétaux d'échelle régionale (valeur patrimoniale et économique) ou planétaire (stock et émission de carbone, biodiversité). L'utilisation de l'approche prospective régionale devient ainsi de plus en plus incontournable, dans le souci de la mise en place des stratégies plus efficaces de lutte contre la déforestation, et de gestion adaptée à chaque territoire.

La mise en œuvre d'approches géoprospectives est donc importante dans le but d'éclairer les décisions d'aménagement et de gestion des territoires afin d'anticiper à moyen et/ou long terme les évolutions spatiales et paysagères.

Sur cette base, l'inquiétude directrice qui fonde cette recherche se décline comme suit : Quel est l'état de la conservation de la couverture végétale dans le Parc National du Mont Sangbé ? L'examen attentif de cette question centrale suscite en nous les questions subsidiaires suivantes : Quel est le niveau de l'occupation et de l'utilisation du sol dans le parc national du Mont Sangbé ? Quels sont les facteurs explicatifs de la dégradation de la couverture végétale dans le parc national du Mont Sangbé ? A quels risques est exposée la biodiversité du parc national du Mont Sangbé ?

L'objectif central de cette étude est d'élaborer une modélisation prospective de la déforestation dans le Parc National du Mont Sangbé (Côte d'Ivoire) pour la compréhension des caractéristiques de changements d'utilisation et d'occupation des sols et leur simulation prédictive à court et moyen termes.

De façon spécifique il s'agit de: i) évaluer la dynamique de la couverture végétale du parc par télédétection satellitaire optique à très haute résolution (THR), et ce, sur au moins les 3 dernières décennies; ii) établir la complexité du système multicritère (facteurs explicatifs) responsable au niveau régional des évolutions de l'occupation du sol et des transitions agro-paysagères dans le parc; iii) produire des scénarii prospectifs spatialisés (tendancielles et contrastés) pour une gamme de futurs possibles des types d'occupation du sol dans le parc.

Situé dans l’Ouest de la Côte d’Ivoire et à cheval sur les départements de Biankouma et de Touba, le Parc National du Mont Sangbé couvre une superficie de 95 000 hectares (Figure 1). Il occupe sensiblement l’ancien massif du Mont Sangbé lui-même constitué en forêt domaniale en 1945 ; celle-ci couvrait alors 105 000 ha et englobait les massifs de Kangolo (24 000 hectares), et du Mont Boin (16 000 hectares). Par décret n°76-215 du 19/02/76, la zone d’occupation des trois massifs (Sangbé, Kangolo et Mont Boin) a été regroupée en Parc national, du nom du sommet le plus élevé.

Un réseau hydrographique très dense constitué de cours d’eau dont les principaux sont le Baba et le Bafing, principaux affluents du fleuve Sassandra arrose l’ensemble du parc. La couverture végétale très variée est composée de forêt dense, forêt claire, forêt galerie et de savane arborée, herbeuse, boisée et arbustive. Cette diversité de formations végétales fait du Parc National du Mont Sangbé une réserve de biodiversité exceptionnelle et un refuge pour de nombreuses espèces menacées comme les grands singes, le buffle et l’éléphant. On peut également y observer de nombreuses autres espèces animales comme la panthère, l’antilope royale, l’hyène tachetée, le léopard, l’Hippopotame amphibie, ainsi que plusieurs espèces de crocodile (OIPR, 2011). Le parc se trouve entièrement localisé en zone montagneuse où sont concentrés 14 sommets de plus de 1000 mètres d’altitude.

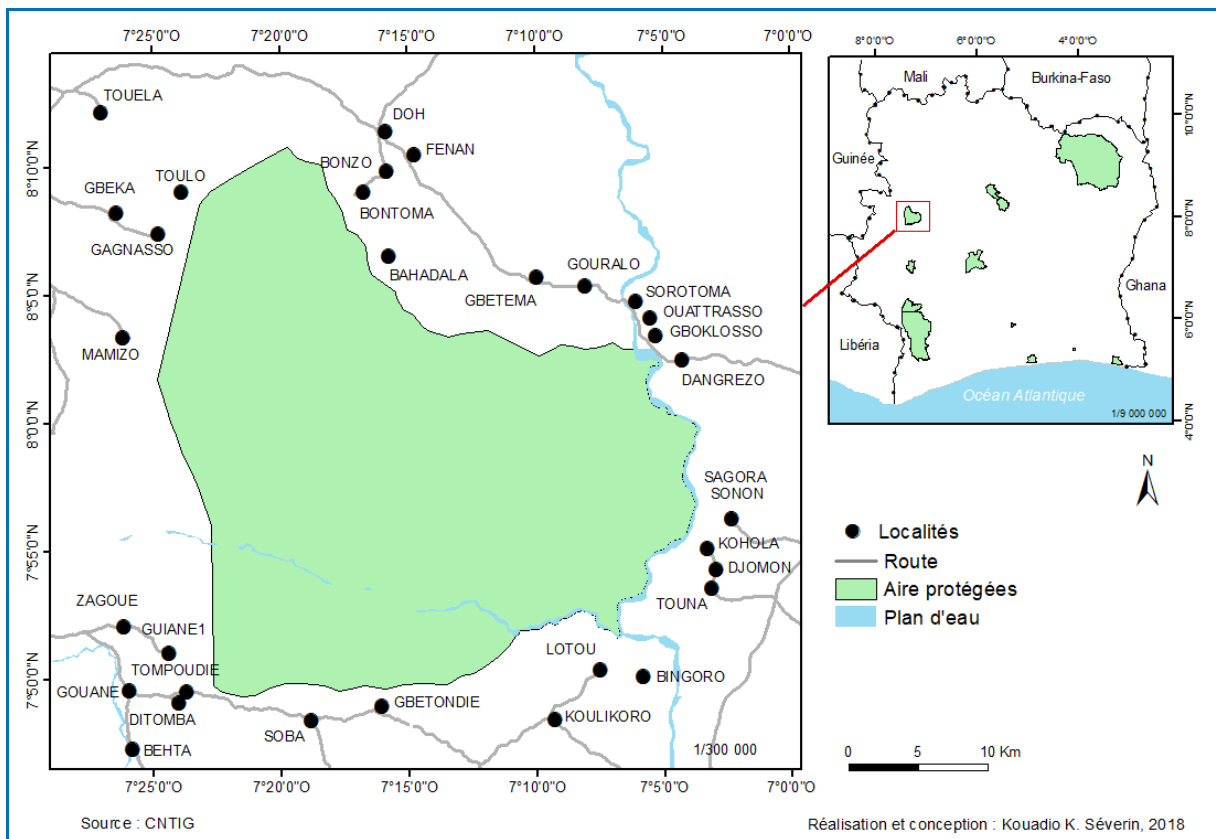


Figure 1 : Carte de localisation du Parc National du Mont Sangbé.

## **2. DONNEES ET METHODES**

### **2.1. Données**

Dans cette étude quatre types de données ont été utilisés. Il s'agit de données satellitaires, de données cartographiques, de données socio-économiques et sociodémographiques et de relevés de terrain.

Les données satellitaires correspondent à trois (03) images satellites des capteurs optiques Spot 4; 5 et 7, acquises en 2001, 2008 et 2015.

Les données cartographiques concernent des couches vectorielles de localités, du réseau routier, du réseau hydrographique, des limites des aires protégées et d'autres données en format analogique (la carte de Man 4d (Feuille NB-29-XXIII-4 d) au 1/50 000 de 1966, la carte de Touba (Feuille NC-29-V) au 1/200 000 réalisée en 2015). Ces cartes ont permis non seulement d'apprécier l'occupation du sol dans la zone du parc, mais ont aidé à l'identification des entités géographiques sur les images.

Les données socio-économiques et sociodémographiques sont des données des Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 1998 et 2014 utilisées pour l'analyse de la pression humaine.

Les relevés de terrain sont les points de géolocalisation à l'aide d'un GPS couplés de prises de vues photographiques des différents types d'affectation au sol et des pratiques des populations dans le parc. Ces points GPS ont été d'une importance capitale dans la détermination des classes d'occupation du sol et la validation des classifications réalisées.

Les méthodes de collecte des données portent essentiellement sur des entretiens et des observations directes sur le terrain. Les entretiens se sont effectués dans un premier temps auprès des autorités chargées de la surveillance du parc à savoir les agents de l'OIPR et avaient pour but de recueillir des informations relatives à la gestion du Parc, à sa composition floristique et faunique et surtout à la pression exercée par les populations riveraines sur le parc. D'autre part, auprès des populations riveraines et portaient sur leur perception du parc, sur les activités qu'elles exercent autour et dans le Parc et sur leurs actions pour la sauvegarde du PNMS.

L'observation directe a eu pour cadre l'espace restreint du parc et a consisté à identifier les espèces végétales, et surtout à repérer les indices de l'action des populations dans le parc.

### **2.2. Traitement et analyse des données**

Le traitement et l'analyse des données ont porté essentiellement sur le traitement des images, et l'exploitation de la base de données dans un environnement SIG et la Simulation de la dynamique de l'occupation du sol. Les techniques de traitement données utilisées sont les méthodes de télédétection et de SIG.

### 2.2.1. Traitement des images

Le traitement des images a consisté d'abord à la définition de 6 thèmes retenus pour l'analyse et la cartographie de l'occupation du sol. Ensuite, à l'identification des objets à cartographier à partir des compositions colorées et des indices d'humidité et de brillance du sol qui permettent une meilleure discrimination des formations végétales (Jussof, 2003). Enfin, la dernière étape est celle de la cartographie de l'occupation du sol par télédétection. Dans la présente étude la technique utilisée est la classification dirigée ou classification hiérarchique pseudo-dirigée (Fotsing, 1998). Le choix porté sur cette méthode s'explique par la forte hétérogénéité des éléments de l'occupation du sol dans l'espace d'étude et la grande probabilité de confusion de certaines composantes. L'algorithme utilisé pour la classification est le « maximum de vraisemblance » qui se présente comme la plus efficace dans la production des cartes (Bonn et Rochon, 1992). A travers cet algorithme, les pixels sont affectés aux échantillons les plus proches selon la distance bayésienne, qui calcule la probabilité qu'un pixel d'appartenir à une classe donnée. Le pixel est affecté à la classe pour laquelle la probabilité est la plus forte. Toutes les opérations se sont effectuées avec le logiciel Envi.

### 2.2.2. Intégration des données dans un système d'information Géographique (SIG)

Après le traitement des données, une base de données a été constituée sous un environnement SIG à partir du logiciel Arc-Gis. L'exploitation de cette base a porté sur des requêtes, des géotraitements et des calculs statistiques. Toutes ces opérations visent à rechercher de l'information ou à produire de nouvelles cartes ou graphiques.

### 2.2.3. Simulation de la dynamique de l'occupation du sol

#### *Choix du modèle*

Le modèle CA Markov a été choisi pour la simulation de l'occupation du sol. Le choix de ce modèle se justifie par sa performance, son potentiel multi-échelle, sa procédure spatialement explicite basée sur des données matricielles. Il est disponible le logiciel IDRISI. L'analyse de la chaîne de Markov prédit l'avenir des modes d'utilisation des terres en se basant sur la connaissance de ceux du passé et du présent.

#### *Identification des critères*

Le choix des variables explicatives à intégrer au modèle dépend de leur disponibilité, leur spatialisation ainsi que de leur influence sur la localisation et les changements des types d'occupation du sol (Tableau 1). Le nombre de facteurs présentés et intégrés est restreint comparativement à la palette des variables (environnementales, socio-édaphiques, politico-économiques, biophysiques, etc.) potentiellement explicatives énumérées par Geist et Lambin (2001).

*Tableau 1 : Critères utilisés et différentes aptitudes des classes d'occupation du sol*

Facteurs	Types d'occupation du sol				
	Forêt	Savane	Culture-Jachère Sol nu	Culture	Eau
Densité de population	<5 hbts/km <sup>2</sup>	> 5 hbts/km <sup>2</sup>	> 10 hbts/km <sup>2</sup>	>10 hbts/km <sup>2</sup>	>10 hbts/km <sup>2</sup>
Distance des routes	>500 m	>300 m	<100 m	<100 m	<200 m
Distance des localités	>1000 m	<500 m	<1000 m	<500 m	<500 m
Cours d'eau	-	-	-	-	0-10 m

### *Pondération des facteurs*

A la suite de l'identification des facteurs, ils ont donc été comparés, deux à deux, dans une matrice de Saaty (1990), en fonction de leur importance relative par rapport à l'objectif fixé (Tableau 2). Il faut signifier que la note est subjective et dépend entièrement de l'analyste.

*Tableau2 : Échelle de Saaty pour la pondération des facteurs par paires (Saaty, 1990)*

Expression d'un critère par rapport à un autre	Échelle numérique	Expression d'un critère par rapport à un autre	Échelle numérique
Même importance que	1	Modérément moins important que	1/3
Modérément plus important que	3	Fortement moins important que	1/5
Fortement plus important que	5	Très moins important que	1/7
Très important que	7	Extrêmement moins important que	1/9
Extrêmement plus important que	9		

### *Calibration et validation du modèle*

La simulation de la dynamique de l'occupation du sol en 2050 nécessite la calibration du modèle sur des données connues. Ainsi, l'image de 2015 fait l'objet d'une première simulation-test, calibrée par deux dates antérieures (2001 et 2008).

Pour la validation, le résultat de la simulation de l'occupation du sol de 2012 est comparé à la carte d'occupation du sol de 2015 issue de la classification.



### 3. RESULTATS

#### 3.1. Diagnose spatiale de l'occupation du sol dans le parc

Dans le parc national du Mont Sangbé, diverses formations végétales s'y développent. Il s'agit de : la forêt dense, la forêt claire, la savane boisée, la savane arborée, la savane herbeuse. La savane herbeuse se rencontre généralement dans les secteurs Nord du parc. Les autres types de savane se retrouvent un peu partout dans le parc. Quant aux forêts, elles sont localisées au Sud, à l'Ouest et à l'Est du parc. La rivière Bafing et de nombreuses autres rivières constituent pour l'essentielle de l'occupation hydrologique. Les affleurements rocheux et certains espaces dépourvus de couvert végétal y sont également observables. Les espaces humanisés se répartissent entre les lieux d'habitation, les jachères et les cultures.

##### 3.1.1. Analyse de l'occupation et de l'utilisation du sol de 2001 à 2015

L'occupation du sol en 2001 présente un milieu faiblement anthropisé (Tableau 3 et Figure 2). Les forêts couvrent en 2001 une superficie de 41 915 ha, soit 44 % de la superficie totale du parc et se localisent dans presque tout l'espace. Les savanes couvrent presque la même surface que les forêts avec environ 40 697 ha soit 43 % de la superficie totale de la zone. Les cultures représentent seulement 11,08 % de l'espace de la zone. Elles se traduisent par quelques plantations de café. Hormis les quelques superficies occupées par les plantations de café, l'essentielle de la végétation dans le parc à cette date, était naturelle. Les habitats et sols nus occupent à cette date environ 1 % de la superficie totale. Il s'agit des anciens villages des déguerpis de 1998 dans le cadre du projet d'aménagement du parc du Mont Sangbé qui a abouti au déguerpissement effectif des occupants. Ces espaces se localisent au centre du parc.

Tableau 3 : Répartition des types d'occupation du sol dans le parc en 2001 ; 2008 et 2015

	Superficies (ha) 2001	% en 2001	Superficies (ha) 2008	% en 2008	Superficies 2015	% en 2015
Forêt	41915	44	18779	20	4886,27	5,15
Savane	40697	43	29450	31	15380,35	16,21
Culture-Jachère	-	-	29261	31	44239,24	46,64
Culture	10525	11	16359	17	29429,98	31,03
Hydrographie	954	1	1009	1,1	827,41	0,87
Habitat-Sol nu	766,78	0,81	-	-	89,71	0,09
Total	95000	100	95000	100	95000	100

En 2008 la superficie forestière est passée à 18 779 ha soit 20 % de la surface total du parc Cette situation est due à la réappropriation suivie de la mise en culture d'espaces forestiers dans la zone. En effet, la crise politico-militaire qu'a connue la Côte d'Ivoire à partir de 2002, a entraîné le départ de l'administration dans cette partie du pays provoquant ainsi de nouvelles infiltrations dans le parc. Les savanes quant à elles couvrent 29 450 ha soit 31 % de la superficie de la zone. Ces reliques de savanes

sont perceptibles dans presque tout l'espace de la zone (Tableau III et Figure 3). Les espaces anthropisés à savoir les jachères et les cultures couvrent respectivement 31 % et 17 % de la superficie totale du Parc. Elles se localisent dans les secteurs Sud, Nord et Est de l'aire protégée. Elles regroupent les anciennes plantations de café restées toujours en friche, mais également des parcelles récemment abandonnées par les paysans suite à leur mise en culture saisonnière.

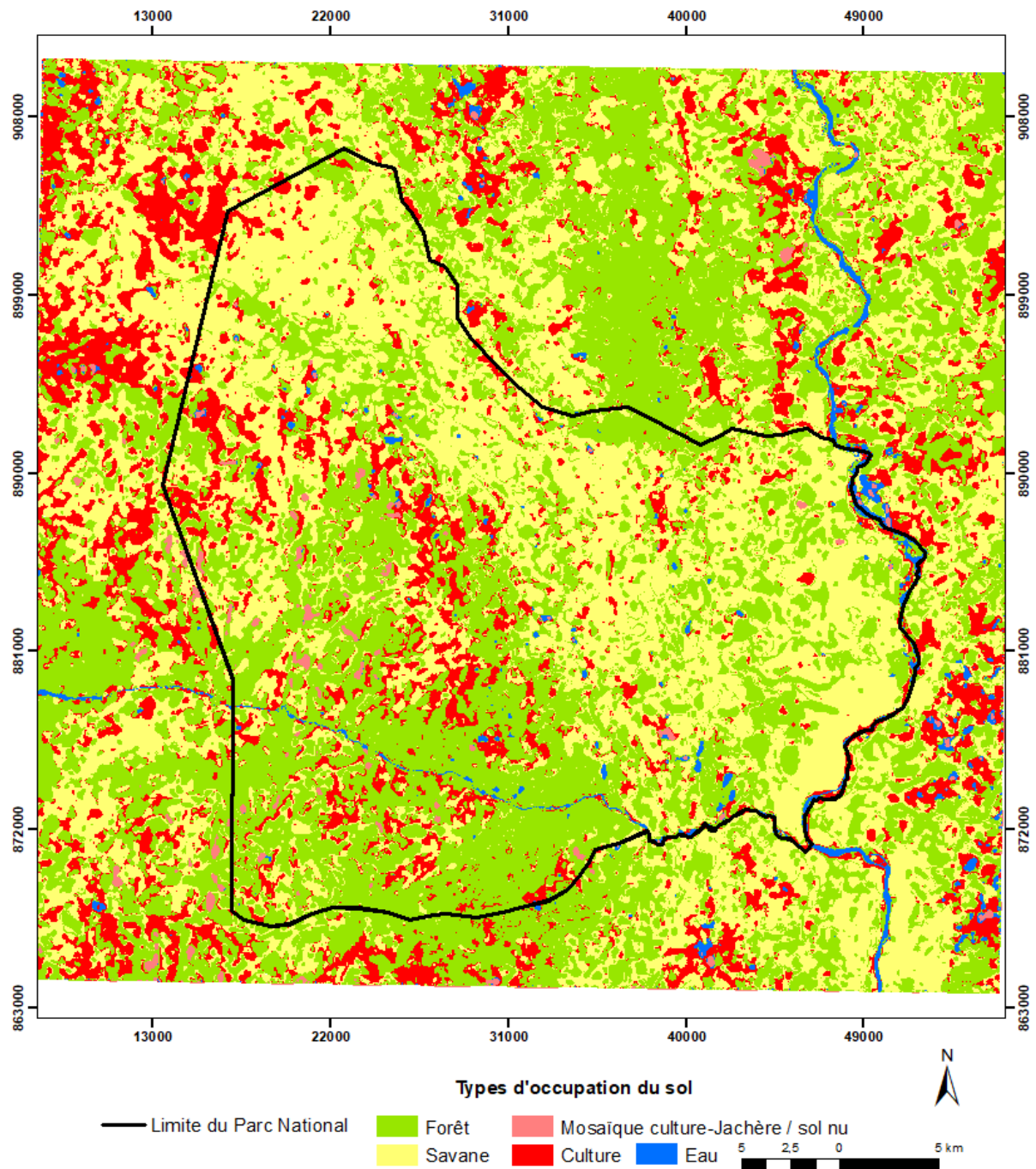


Figure2 : Occupation du sol autour et dans le parc national du Mont Sangbé en 2001

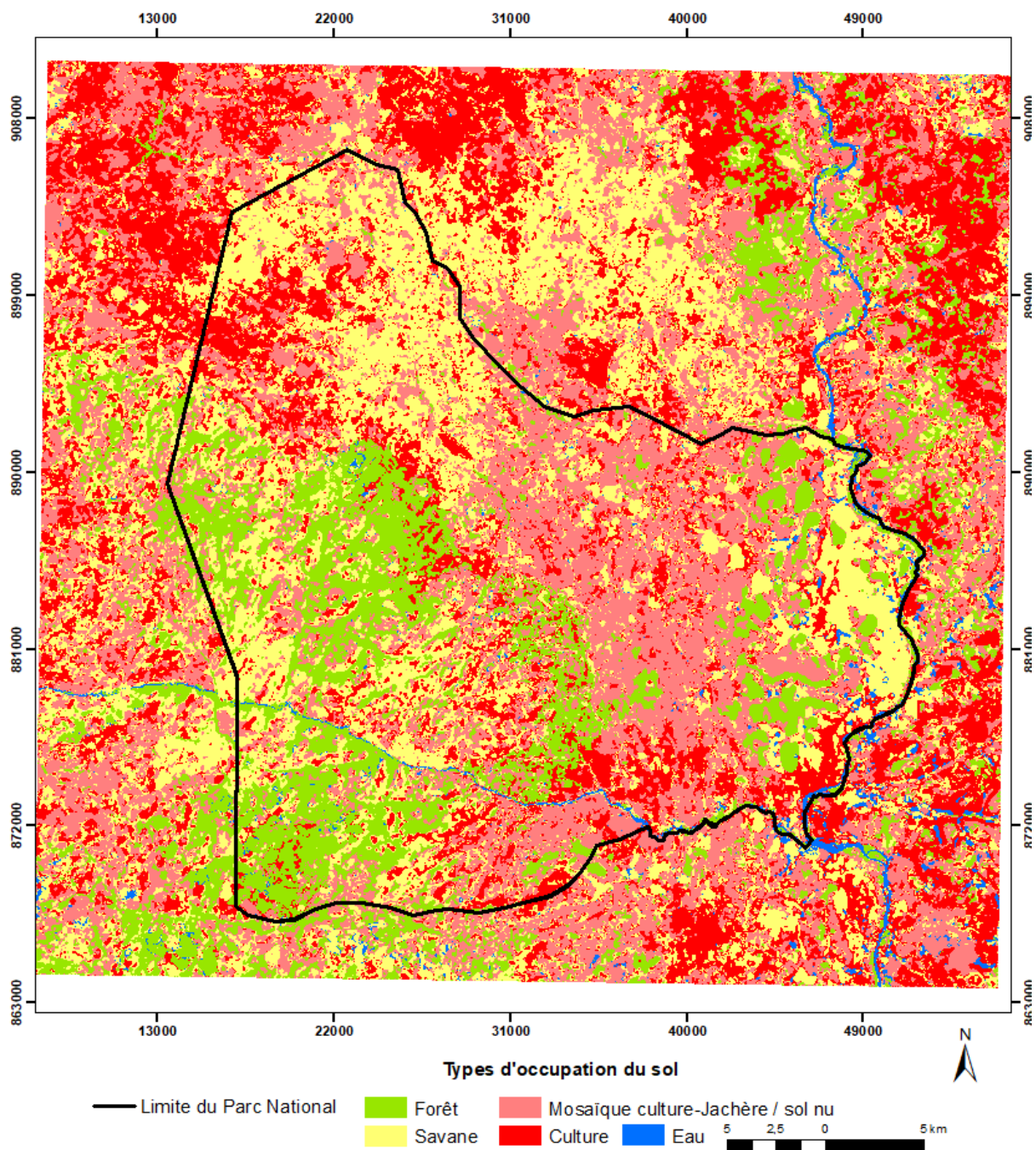


Figure 3 : Occupation du sol autour et dans le Parc National du Mont Sangbé en 2008

L'occupation du sol de 2015 présente un bouleversement profond au niveau de la répartition spatiale et des superficies occupées par les formations végétales naturelles (Tableau 3 et Figure 4). Les surfaces forestières occupent environ 5,15 % de l'espace du parc contre 16,21 % pour les savanes et 77,64 % pour les espaces humanisés (46,64 % pour les jachères et 31,03 % pour les cultures). Les rares portions de forêt se localisent dans leur grande majorité à l'Ouest du parc. Ce tarissement des ressources forestières est le fait de l'inaction de l'administration forestière domaniale ivoirienne



depuis l'éclatement de la crise en 2002. En effet, il faut noter que jusqu'en 2011, l'administration public n'existaient pas dans les zones.

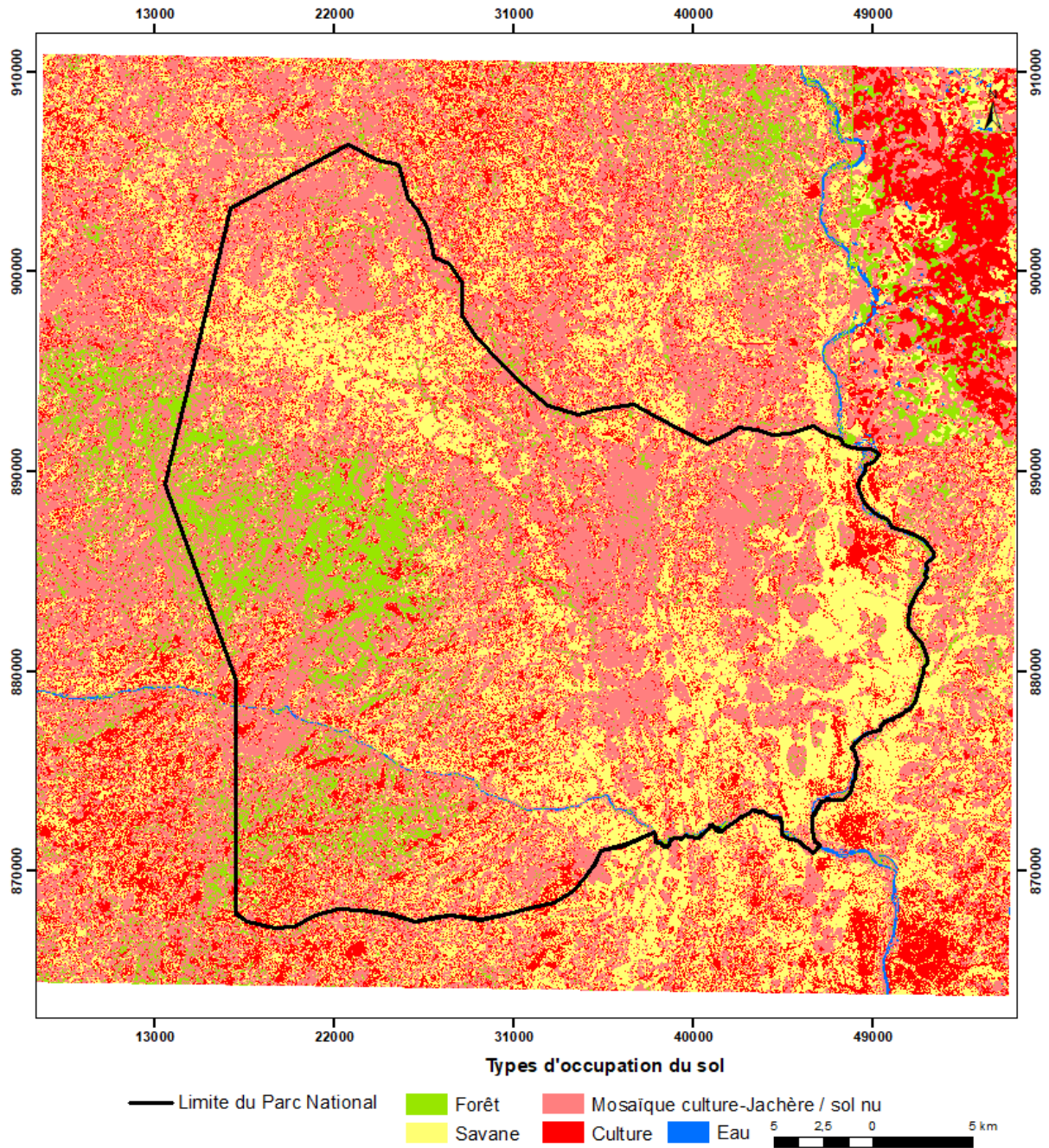


Figure 4 : Occupation du sol autour et dans le Parc National du Mont Sangbé en 2015

### 3.1.2. Une forte régression des espaces naturels et Une forte croissance des espaces humanisés dans le parc de 2001 à 2015

Durant cette période, les différents types d'affectation au sol présents dans le parc ont évolué différemment. Les étendues des espaces naturels ont régressé alors que celles des espaces humanisés se sont accrues (Tableau 4).

Globalement, les forêts ont connu une régression d'environ -38,98 %. Dans le détail, sur la période 2001-2008, la régression des superficies forestières se chiffre à 23 136 ha soit un taux de régression de -24,4 %. Les surfaces savanicoles ont diminué de -11,8 %. Sur la période de 2008 à 2015, la régression des superficies forestières a atteint -13 892,51 ha, soit un taux de -14,62 %. La savane quant à elle, a régressé d'environ -26,65 %.

Contrairement aux espaces naturels qui disparaissent sous l'action conjuguée de diverses pressions anthropiques ; les espaces humanisés quant eux connaissent en 14 ans un accroissement de leurs surfaces. Partout, les cultures, les jachères et les habitats ou sols nus ont vu leurs superficies s'accroître.

Ainsi de 2001 à 2015 les jachères ont connu un accroissement de 30,80 % (2001-2008) et de 15,77 %. Quant aux cultures, elles ont enregistré respectivement des augmentations de 6,14 % (2001-2008) et de 13,76 % (2008 à 2015).

Cette dynamique des surfaces de cultures et de jachères se fait au dépend de celles des forêts et des savanes. En effet, les espaces naturels, grâce à leurs impressionnantes aptitudes culturelles, constituent les principaux réceptacles de toutes pratiques culturelles. Ainsi, à mesure que les superficies de ces milieux s'amenuisent, celles des cultures et jachères s'accroît.

Les surfaces occupées par les habitats et les sols nus ont considérablement régressé de 2001 à 2015 avec un taux estimé à -0,71 %. De 2008 à 2015, l'existence des sols nus dans l'espace du parc pourrait s'expliquer par la destruction et la mise à feu de certaines plantations par la brigade forestière dès le retour de l'administration dans cette région de la Côte d'Ivoire en 2011.

*Tableau 4 : Évolution de l'occupation du sol dans le parc du Mont Sangbé entre 2001 et 2015*

	Accroissement 2001-2008 (ha)	Taux	Accroissement 2008-2015	Taux	Accroissement 2001-2015 (ha)	Taux
Forêt	-23136	-24,4	-13892,73	-14,62	-37028,62	-38,98
Savane	-11247	-11,8	-14069,65	-14,81	-25316,82	-26,65
Culture-Jachère	29261	30,80	14978,24	15,77	44239,24	46,57
Culture	5834	6,14	13070,98	13,76	18904,98	19,90
Hydrographie	55	0,06	-181,51	-0,19	-126,59	-0,13
Habitat-Sol nu	-766,78	-0,81	89,71	0,09	-677,07	-0,71

### 3.2. L'environnement humain du parc et la dégradation des ressources : recherche de corrélation

Il est question dans cette partie d'analyser le lien existant entre les facteurs humains et la dégradation des milieux dans le parc. Ce sont : les densités et volumes de population, les localités riveraines et les routes.

#### 3.2.1. Facteurs démographiques

Selon les Recensements Générales de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 1998 et 2014, la population de la zone du parc national du Mont Sangbé est passée de 6 776 habitants en 1998 à 22 101 habitants en 2014. Ce qui correspond à un accroissement de 16 255 habitants en 16 ans. Dans le détail, les volumes de population varient d'une localité à l'autre (Figure 5). Sur la période 1998-2014, les localités riveraines enregistrant les volumes de population les plus élevés sont celles Bingoro, Bonzo, Doh, Gouané, Gbétéma, Guiané 1, Sorotoma, Soba et Koulikoro avec des effectifs de population compris entre 300 et 500 habitants en 1998. En 2014, ces effectifs excèdent tous les 1000 habitants.

L'analyse minutieuse de cette population permet de dégager cinq (04) grandes catégories de localités : les localités à très forte population, les localités à forte population, les localités à moyenne population et les localités à faible population.

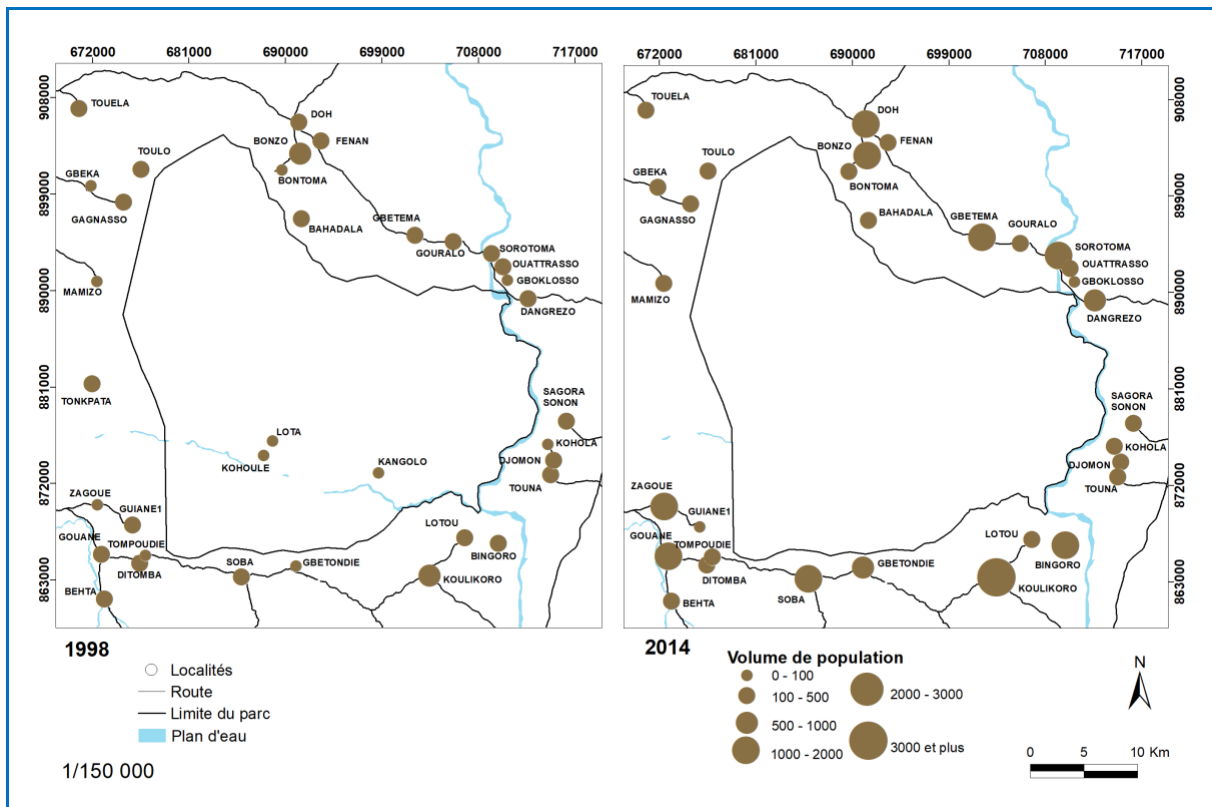


Figure 5 : Distribution de la population autour du Parc National du Mont Sangbé en 1998 et 2014

Au niveau des densités rurales de population, de 1998 et 2014, elles varient de 0 à environ 18 habitants au km<sup>2</sup> (Figure 6). Les densités de l'année 1998 vont de 0 à 6 habitants au km<sup>2</sup>. Cependant, à y voir de près, les densités comprises entre 1 et 3 habitants au km<sup>2</sup> sont les plus dominantes aux alentours du Parc. On les rencontre surtout au Sud, à l'Est et au Nord du parc. Les faibles densités sont de plus en plus importantes quand on s'éloigne des limites du parc. Autour des grands foyers de peuplements, c'est-à-dire à Gouané, Gouané 1, Soba, Gboklossou, Sorotoma, on observe des densités avoisinant les 6 habitants au km<sup>2</sup>.

En 2014, on remarque des densités beaucoup plus importantes qu'en 1998. Cependant, la répartition spatiale des foyers de peuplement n'a quasiment pas évolué. Les mêmes foyers de peuplement de 1998 ont été considérablement grossis faisant ainsi passer les densités à plus de 15 habitants au km<sup>2</sup>. Trois principaux foyers se localisent au Sud, au Nord et à l'Est du Parc. Les densités nulles se trouvent à l'Ouest et à l'intérieur du parc ainsi qu'en quelques endroits bien isolés et ponctuels au Nord.

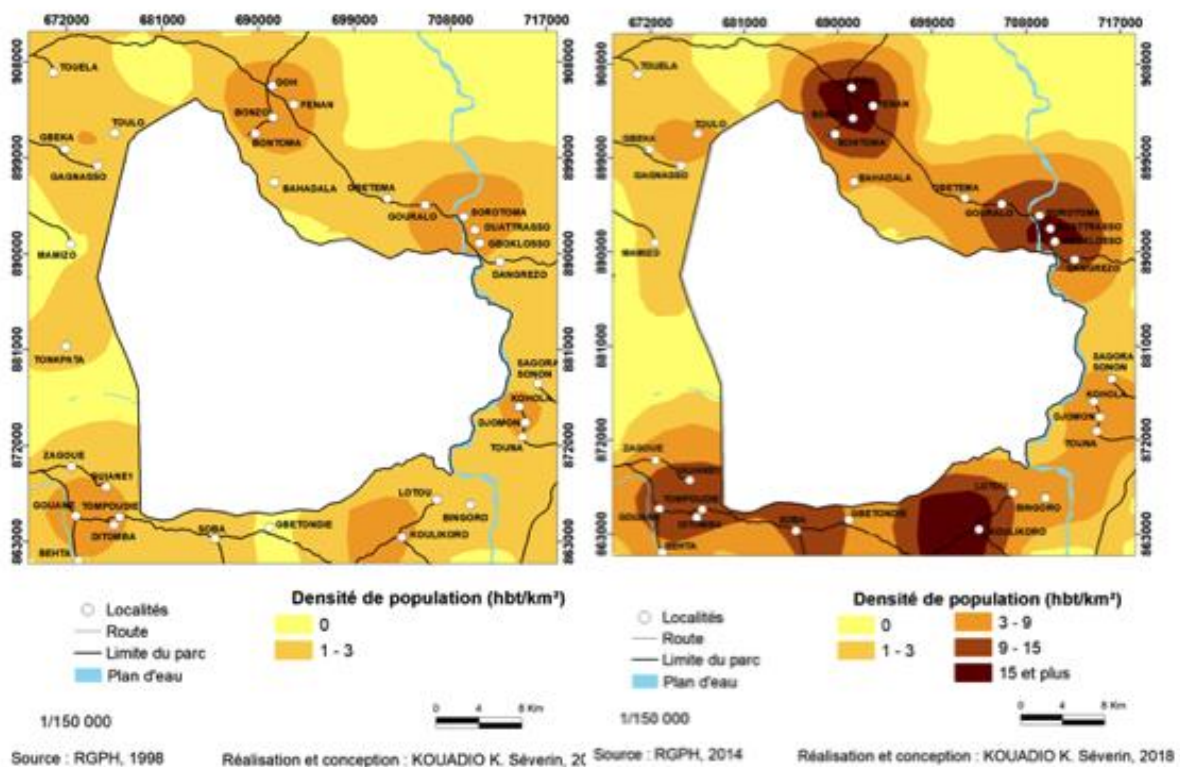


Figure 6 : Densité de population autour du Parc National du Mont Sangbé en 1998 et 2014



### 3.2.2. Voies de communication et la dynamique des milieux

Les voies de communication constituent des moyens qui guident la formation des fronts pionniers. L'étude de Moise (2002) portant sur la compréhension du déboisement dans le bassin amazonien a montré que les routes et les cours d'eau constituent les principales voies de pénétration pionnière conduisant à l'accaparement et à la mise en culture des milieux forestiers. Pour Koli Bi (1981) in Konan (2008), ce sont elles qui permettent la pénétration en milieu forestier, la diffusion des hommes et leur installation. Le seul type de voie de communication présent dans les secteurs du parc du Mont Sangbé est la route. Les pistes secondaires de relais et les pistes de pénétration pionnières sont présentes dans le secteur du Mont Sangbé. Les pistes secondaires de relais assurent la communication entre les localités riveraines et le transport des marchandises vers les pistes principales de liaison. Aux alentours du parc national du Mont Sangbé, cette catégorie de route existe particulièrement en abondance et sert, dans certains cas, de limite entre le parc et le domaine rural voisin. Elles représentent donc pour le parc un danger permanent. Selon Brou (2005), le passage d'une route à l'intérieur ou à proximité d'un massif forestier représente un risque pour la survie de celui-ci. Les pistes de pénétration pionnière sont, quant à elles, les voies d'accès à la forêt (le parc) et sont empruntées par les populations pour coloniser le milieu naturel (Konan, 2008). Elles y sont également nombreuses et sont observables dans tous les secteurs subissant d'importantes pressions humaines. Dans chaque localité périphérique, existe une piste de pénétration pionnière. La plus célèbre de toutes est l'entrée principale du parc au niveau de la localité de Kokialo. Ces pistes jouent un rôle très crucial dans le processus d'humanisation des milieux dans le parc.

En définitive, il faut noter que plusieurs facteurs contribuent à la dégradation de la couverture végétale dans le parc national du Mont Sangbé ((Figure 7). Il s'agit des facteurs démographiques, socioéconomiques et environnementaux. En effet, la croissance démographique, le rapprochement des localités des limites du parc ainsi que l'aptitude culturelle des sols de l'intérieur du parc constituent des éléments exacerbant la pression humaine sur les ressources. Ainsi, les taux de dégradation sont-ils très élevés dans les secteurs à forte croissance démographique. Par ailleurs, la saturation foncière issue de la densité des surfaces agricoles autour du parc, qui est un corollaire direct de la croissance démographique pousse les populations à la conquête de nouvelles terres arabes dans l'aire protégée. La dynamique observée des types occupations du sol dans le parc est la résultante de la pression humaine sur ces formations à causes des nombreuses activités pratiquées par les riverains dans le parc.



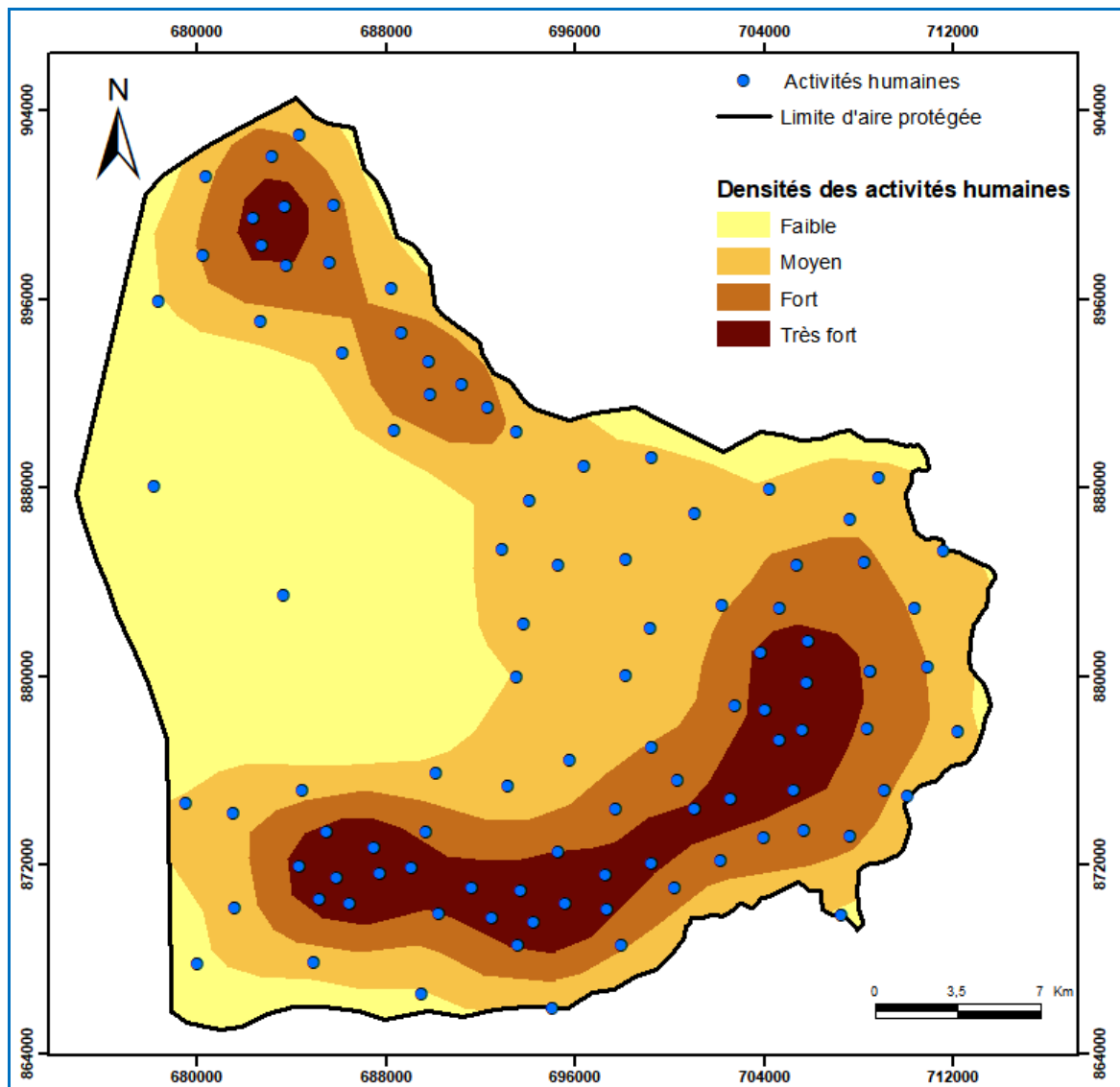


Figure7 : Densités des activités humaines dans le parc en 2017

### 3.3. Simulation de l'occupation du sol à l'horizon 2050

Après le calibrage et la validation du modèle, il a été question de faire la prédiction de l'occupation du sol en 2050 en considérant la transition entre les occupations du sol de 2008 et 2015 et, la prise en compte de l'environnement humain à l'intérieur et autour du parc. La considération de tous ces facteurs permet de mettre en place deux scénarios possibles de l'occupation du sol dans le PNMS en 2050.

Le premier scénario résulte de la transition entre 2008 et 2010 et des actions des autorités en charge de la gestion du parc (déguerpissement des populations et interdiction de création de nouvelles plantations). L'analyse du résultat de cette simulation montre une recolonisation totale de l'espace du parc par les formations naturelles que sont les savanes et les forêts en 2050 (Figure 8).

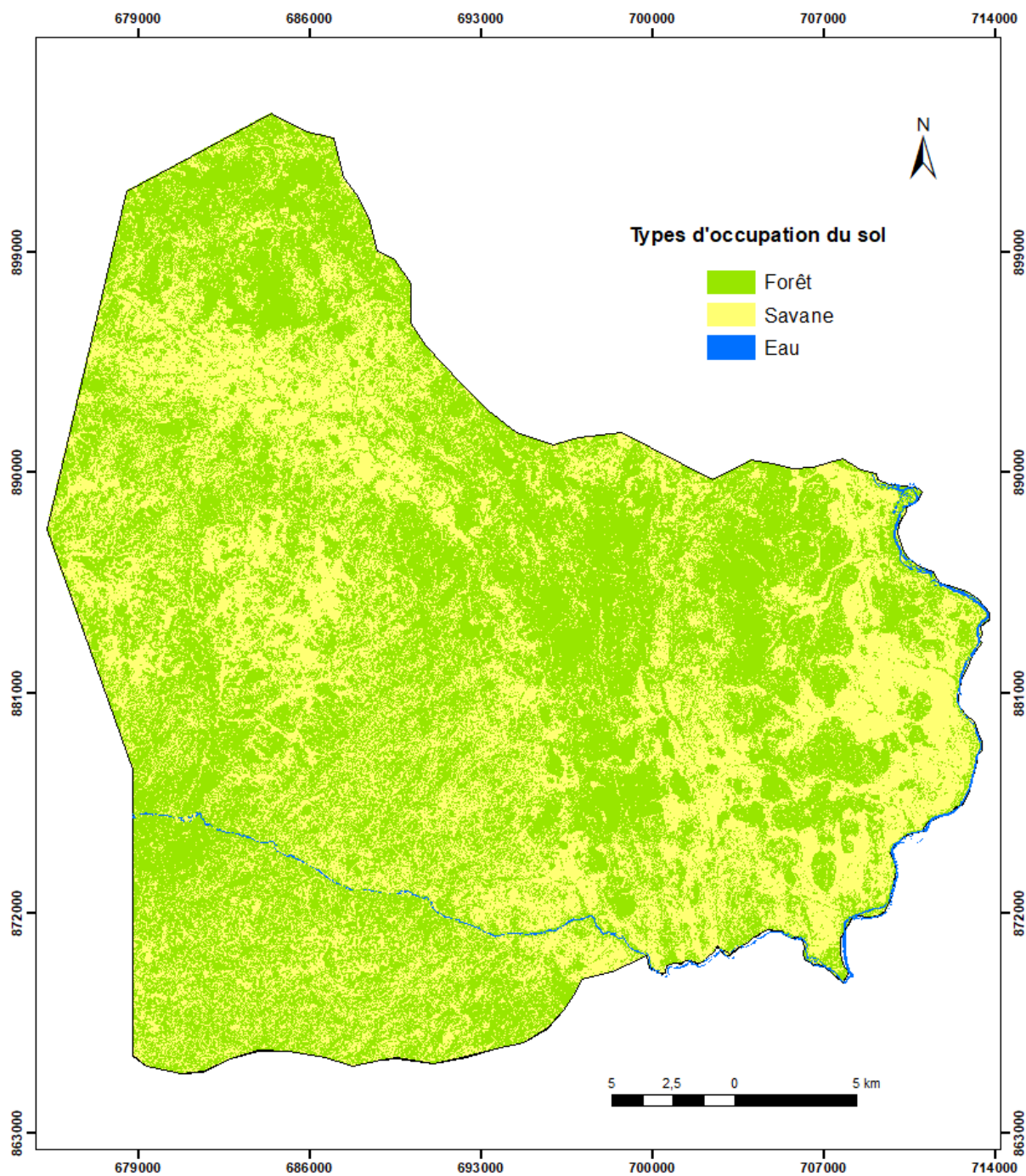


Figure 8 : Occupation du sol dans le Parc National du Mont Sangbé en 2050 (Scénario 1)

Le deuxième scénario plus axé sur les facteurs environnementaux et socio-économiques autour et dans le parc, permet de voir de fortes pressions humaines sur le parc.

Cette situation se traduit par le fort taux de zones de cultures qui laisse penser que si rien n'est fait le parc connaîtra en 2050 une disparition totale de ses espaces naturels à savoir la forêt et la savane (Figure 9)

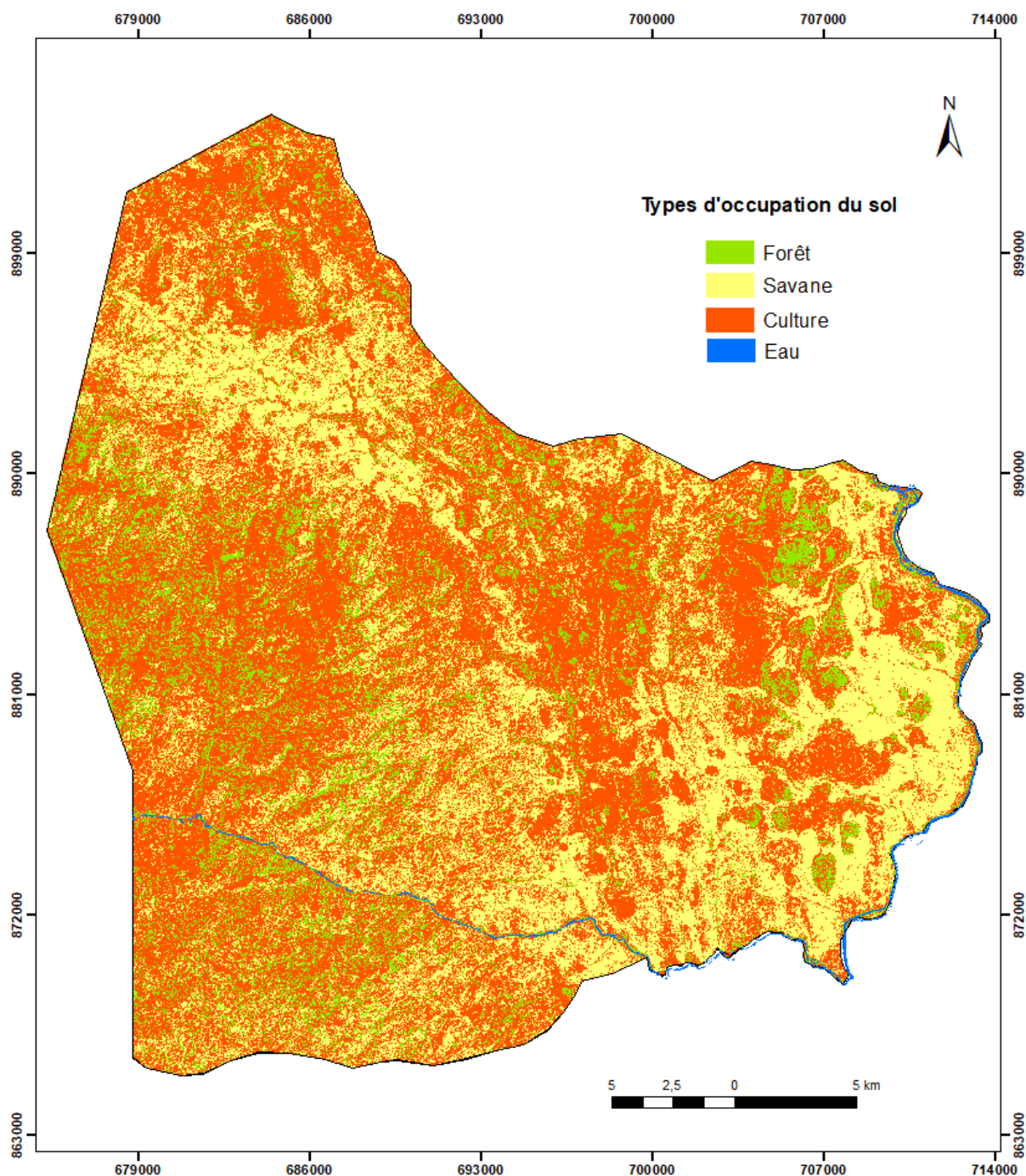


Figure 9 : Occupation du sol dans le Parc National du Mont Sangbé en 2050 (Scénario 2)

#### 4. CONCLUSION

Cette étude menée dans le parc national du Mont Sangbé a cherché à évaluer l'impact des pratiques des populations sur les ressources naturelles du Parc National du Mont Sangbé. Elle a permis dans un premier temps de caractériser les types d'occupation du sol dans le parc pour les trois années d'observation (2001, 2008 et 2015) pour ensuite modéliser la dynamique de dégradation du couvert

végétal du parc en 2050. Toutes ces opérations ont permis d'évaluer la superficie de chaque type d'affectation au sol, sa localisation ainsi que les changements survenus dans l'occupation du sol durant chacune des périodes. Dans un second temps, les facteurs qui sous-tendent l'évolution des types d'affectation au sol dans l'espace du parc ont été déterminés. Les risques potentiels de dégradation des ressources naturelles ont enfin été évalués et ont permis de prédire l'occupation du sol dans le parc en considérant deux scénarios. En effet, outre la pratique agricole à l'intérieur du parc national du Mont Sangbé ; on y observe également de nombreuses autres pratiques humaines. Celles-ci concernent la chasse, la cueillette, les feux de brousse, le pâturage et les prélèvements de produits ligneux (coupes de bois, prélèvement de bois de chauffe, prélèvement de paille). Les prélèvements sont aussi bien destinés à la commercialisation qu'à l'usage domestique. Ces pratiques illicites ont pour conséquence d'entraîner une érosion irréversible des ressources naturelles.

L'utilisation d'une multitude donnée de diverses sources a nécessité le recours à plusieurs techniques d'analyse. Les techniques de télédétection ont été requises pour le traitement des images satellites et d'autres techniques relevant de la statistique ont été appliquées pour l'analyse des données de population et d'entretien. La mise en synergie de l'ensemble de ces données a été possible grâce aux SIG.

Les techniques de télédétection ; les représentations cartographiques et les méthodes statistiques (Taux d'évolution moyen annuel, taux d'évolution global, Taux de déforestation) s'accordent sur la réalité d'une importante pression humaine sur les ressources du parc. Cette méthodologie déjà mise en œuvre dans de nombreuses recherches, a permis d'aboutir à des résultats satisfaisants (Adon, 2010 ; Wafo, 2008 ; Konan, 2008 ; Brou, 2005). Egalement dans la présente étude, cette méthodologie a permis d'atteindre l'objectif poursuivi à savoir analyser la pression humaine dans le parc national du Mont Sangbé.

La simulation de l'occupation du sol par CA Markov a permis de prédire l'occupation du sol en 2050 et montre qu'il existe des relations spatiales entre ces facteurs et les changements d'occupation.

Ces résultats ne doivent pas permettre de perdre de vue les contraintes rencontrées dans cette étude dont la principale reste le manque de données (critères) disponibles à jour pour mener l'étude.

La modélisation prospective apparaît comme un outil efficace qu'il faudrait dans l'avenir intégrer dans des études de moyen ou long terme couvrant le passé, le présent et le futur afin de contribuer à une meilleure compréhension de l'historicité des changements d'occupation et d'utilisation des terres et prendre des décisions rigoureuses et raisonnées dans la gestion des espaces naturels.

## Bibliographie

Adon S., 2010. Evaluation de la politique de protection forestière domaniale de la Côte d'Ivoire à partir d'outils Géomatiques: cas du Parc national de la Marahoué, Thèse de Doctorat de 3ème cycle en sciences environnementales; Université de Québec, Montréal 135 p.

Anhuf, 1993. Etude de la végétation en Afrique au moment du dernier optimum et du dernier pessimum climatique; Bonn, pp. 18-27.

Antoine D., 2013. Travaux Pratiques de Télédétection Spatiale, Université de Liège, Belgique, 84p.

Bonn, F., & Rochon, G. (1992). Précis de télédétection volume 1: Principes et méthodes. Sainte- Foy: Presse de l'université du Québec/AUPELF, 485 p

Brou Y. T., 2005. Climat, mutations socio - économiques et paysages en Côte d'Ivoire, HDR, Université des Sciences et Technologies de Lille, 226 p.

Bruno M., Anne D., Porquet G., Xavier M., Picard R., Fournel E., 2008. Les retombées économiques et les aménités des espaces naturels protégés; Etude réalisée pour Parcs Nationaux de France; Département évaluation des politiques publics; pp. 15-18.

Corgne S., Magagi R., Yergeau M., Sylla D., 2010. «*An integrated approach to hydro-geological lineament mapping of a semi-arid region of West Africa using Radarsat-1 and GIS*». Remote Sensing of Environment, Vol. 114, pp. 1863 à 1875.

FAO, 2016. Situation des forêts du Monde; Forêts et Agriculture: Défis et Possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome, 137p.

Filleron J-C, 1990. Potentialités du milieu naturel, densité de population et occupation du sol dans le Nord-Ouest ivoirien in la dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest JF Richard-AUPELF, Coopération Française UICN, OSTROM; ENDA, Dakar, pp 65-86.

Fotsing J.-M., 1998. Evolution des systèmes agraires et dynamiques des paysages de l'ouest-Cameroun: Analyses multi scalaires des rapports Homme-Espace. HDR de Géographie et Environnement, Université de Paris IV-Sorbonne, 2 vol. + un atlas. 75 p.

Geist H. J. et Lambin E. F., 2001. *What Drives Tropical Deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*. LUCC Report Series, No. 4, 136 p.

Girard, M. C., 1999. *Traitement des données de télédétection*. Dunod, Paris, 529 p.

Goh D., 2015. Le Parc national de la Marahoué: De la logique de conservation à la logique de prédation; ISAD; Université de Cocody-Abidjan in European scientific journal édition 2015 vol.11; n°8, ISSN: 18577881, e-ISSN 1857-7431.



Issouf B., Yao S. et Jan Bogaert, 2010. Influence de la densité de la population sur la structure spatiale d'un paysage forestier dans le bassin du Congo en R. D. Congo; Mongabay.com Open Access Journal - Tropical Conservation Science Vol. 3 (1):31-44. 2010

Jussof K., 2003: Quantifying deforestation in a permanent forest reserve using vectorised Landsat TM, in Journal of tropical forest science 15 (4): pp 570-582.

Konan K. E., 2008. Conservation de la diversité végétale et activités humaines dans les aires protégées du sud forestier ivoirien: l'exemple du Parc d'Azagny national; Thèse de doctorat du troisième cycle en Géographie, Université de Cocody-IGT, 270 p.

Konan K. E., 2009. Diagnostic-Analyse de l'environnement humain du Parc National de la Marahoué; Revue de Géographie Tropicale et d'environnement n°1; EDUCI; 2009.

Konan K. E., Kangah A., Sylla D., Koli B. Z., 2016. « *Dynamique urbaine et conservation des espaces protégés à Abidjan: l'exemple de la réserve naturelle de Dahliafleur* ». ÉCHANGES, Vol. 3, Tome 2, n° 007, pp. 849 à 859.

Konan K. S., 2010. La prospective territoriale au service de la gestion durable des aires protégées; les exemples des Parcs Nationaux de Tai et de la Marahoué en Côte d'Ivoire. Thèse de Géographie, IGT, UFHB Abidjan, 448 p.

Leclerc R., 2008. Suivi des changements d'occupation et d'utilisation des sols d'origine anthropique et climatique à l'échelle régionale par télédétection moyenne résolution (Application à la Bretagne); Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Rennes 2, 326 p.

Moïse T. D., 2002. Caractérisation et suivi de la déforestation en milieu tropical par télédétection: application aux défrichements agricoles en Guyane française et au Brésil, Thèse de Doctorat en Géographie; Université d'Orléans; 242 p.

N'da D. H., N'guessan K. E., Egnakou W. M., Sagne Y. C., Kouame K. F.; Affian K. E., 2009. Apport de la Télédétection au suivi de la déforestation dans le parc National de la Marahoué (Cote d'Ivoire). HAL, archives-ouvertes.fr, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00386032>, 19p.

N'goran R. K., 2010. Application de l'évaluation environnementale stratégique dans un contexte conflictuel en Côte-d'Ivoire, Mémoire de Master en Science environnementale; Université de sherbrooke. 83 P.

OIPR, 2011. Grands dossiers, MINEDD MAG / N° 001- Juin 2011-Décembre 2011, 5p.

RCI, 2014. Cinquième Rapport National sur la biodiversité, Mars 2014; 106p.

Robin, M., 1995. *La télédétection*. Nathan, Paris, France. 318 p.

Saaty, T. L., 1990. *How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process*. European Journal of Operational Research, 48: pp.9-26.

SCDB, 2014. Approche par écosystème (Ligne directrice de la CDB), Montréal: Secrétariat de la conservation sur la diversité Biologique; 51 p.

Sylla D., Hauhouot C., 2016. « *Dynamique de l'occupation du sol dans la zone dense de Korhogo à partir d'une approche « pixel par pixel » appliquée à des images Landsat TM/ETM<sup>+</sup>* ». Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement, n° 2, pp. 31 à 39.

Sylla D., 2016. « *Variation spatio-temporelle des états de surface à partir de données radar au sud-ouest du Niger* ». Revue de Géographie de l'Université de Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, n° 005, Vol. 01, pp. 120 à 138.

Wafo T. G., 2008. Les aires protégées de l'extrême- Nord Cameroun entre politique de conservation et pratiques locales; Thèse de doctorat de troisième cycle; Université d'Orléans; 326p.