

Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire)

Charles Yao Sangne, Yao Sadaïou Sabas Barima, Issouf Bamba and Claude-Thierry Aké N'Doumé

Volume 15, Number 3, 2015

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1035879ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Sangne, C. Y., Barima, Y. S. S., Bamba, I. & N'Doumé, C.-T. A. (2015). Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire). *VertigO*, 15(3).

Article abstract

The classified forest of Haut-Sassandra which is considered as the best protected classified forest of Côte d'Ivoire, knows several intrusions in its conventional limits supported by the military political crisis in the country, and which lasted from 2002 till 2011. Several pioneers fronts were opened and entailed the clearing of several thousand hectares of natural forests followed by installation of cash crop in particular the cocoa. In this context, the present work tries to estimate the remaining forest surfaces of this protected area mainly in the North, previously controlled by armed groups rebel to Government authority. On the one hand, this work aims to map the land use of the North of the classified forest of Haut-Sassandra and its periphery in 2001 and 2013 ; and on the other hand to follow the dynamics of the forest cover and these land use types from 2001 till 2013. To achieve these objectives, two Spot images from Spot 4 of 14/12/2001 (scene 190.53) and Spot 5 of 28/12/2013 (scene 192.53) were acquired and treated. This study revealed that the surfaces of the natural rain forests strongly declined and passed from 37749.06 hectares in 2001 to 7 844.62 hectares in 2013 (that is 79.22 %). On the contrary, the surfaces of mosaics fallows-cultures strongly increased and passed from 9 909.74 hectares to more than 36 374 hectares. Of the forest massif of the North of the classified forest of Haut-Sassandra, it remains only scraps of generally degraded forests today.



Charles Yao Sangne, Yao Sadaïou Sabas Barima, Issouf Bamba et Claude-Thierry Aké N'Doumé

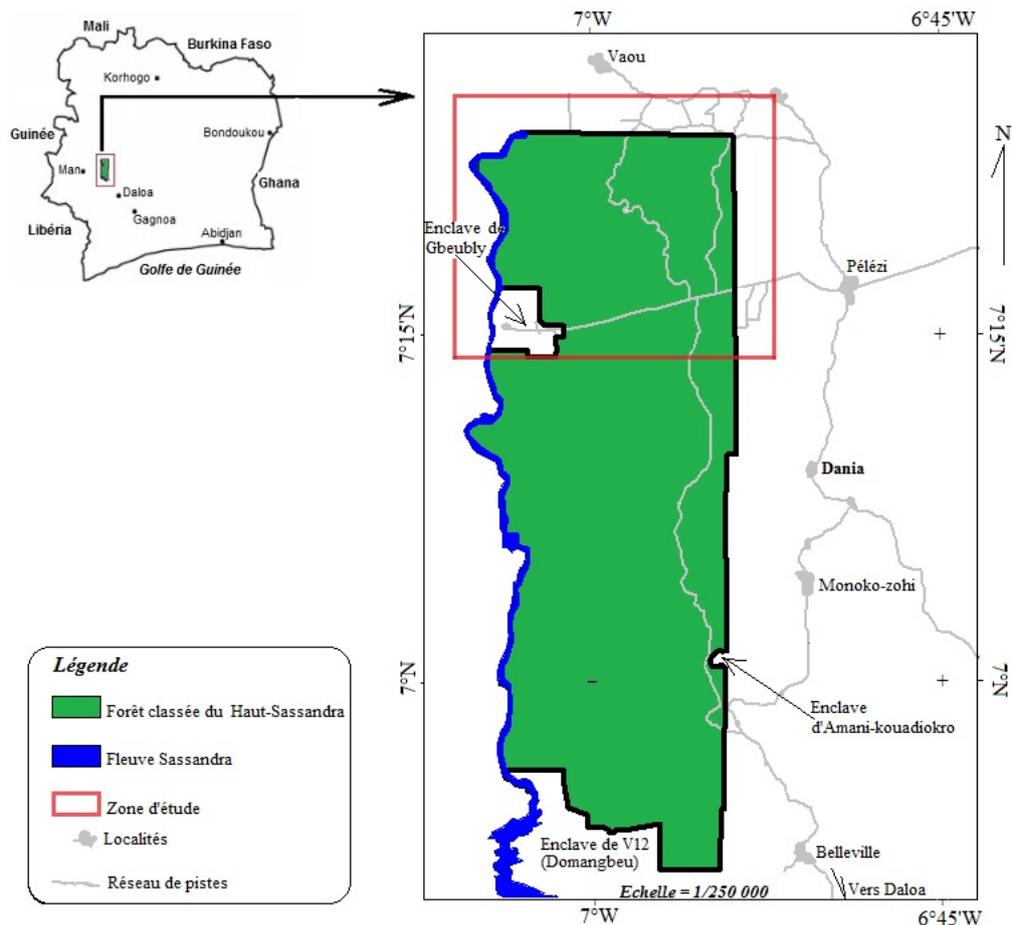
Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire)

Introduction

- 1 La Côte-d'Ivoire est située en Afrique occidentale en deçà du 10^e parallèle entre les longitudes 2°20' et 8°30' Ouest. Cette situation lui permet de bénéficier du nord au sud de différents types de végétations dont la forêt dense tropicale dans sa moitié sud. L'exploitation forestière et l'agriculture constituent depuis toujours les principales activités qui ont fondé pour une bonne part, l'économie du pays. Ces activités favorisées par un code foncier peu précis, puis aggravées par un flux d'immigration très élevé et non maîtrisé ont porté un gros préjudice au milieu naturel notamment à la forêt dense. Plusieurs surfaces de forêts ont été détruites et transformées soit en exploitations agricoles (plantations vivrières, commerciales ou plantations agro-industrielles) ou en jachères (Guillaumet et Adjanohoun, 1971). L'estimation du massif forestier ivoirien qui était de 16 millions d'hectares en 1947 (Lanly, 1969) est passée à environ 2,5 millions d'hectares en 1996 selon la Société de Développement des Forêts en Côte d'Ivoire (SODEFOR). Les aires protégées représentées par les 182 forêts classées et les 8 parcs nationaux sont désormais, les derniers vestiges de la forêt dense ivoirienne.
- 2 Alors que certaines de ces aires protégées portaient déjà les stigmates d'une agression de la part des populations riveraines (Chatelain, 1996 ; Kouamé, 1998 ; N'Guessan, 2004 ; Adou Yao, 2005 ; Lauginie, 2007 ; N'Da Dibi, 2007 ; Dibi *et al.*, 2008 ; Sangne, 2009), les crises politico-militaires déclenchées en 2002 et consacrant la partition du pays vont soustraire du contrôle de l'État plusieurs autres aires protégées. D'où une aggravation de l'emprise humaine sur ces dernières. Les forêts classées et autres réserves et parcs nationaux situés à l'ouest du pays semblent les plus affectés. Après la fin de la crise en 2011, il serait bon de faire l'état des lieux afin d'actualiser les données tant sur les surfaces forestières restantes que sur la structure de la végétation et sa composition floristique. Ces informations sont en effet, indispensables pour susciter un intérêt auprès des décideurs et bailleurs de fonds quant à la réhabilitation des espaces dégradés. C'est pour répondre à cette préoccupation qu'a été initiée la présente étude sur la forêt classée du Haut-Sassandra, jusqu'alors considérée comme l'une des forêts classées la mieux conservée de la Côte d'Ivoire (Oszwald, 2005). Cette forêt classée avait fait office de frontière entre la partie nord du pays sous contrôle des groupes armés opposés à l'autorité gouvernementale et la partie sud contrôlée par le gouvernement. Une recrudescence des installations illicites dans la forêt classée du Haut-Sassandra est donc à craindre.
- 3 La présente étude a pour objectif d'évaluer les surfaces forestières de cette aire protégée principalement dans la partie nord anciennement contrôlée par les groupes armés rebelles à l'autorité gouvernementale. De façon spécifique, il s'agira dans un premier temps, de produire la carte d'occupation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2001 et 2013, puis dans un deuxième temps, de suivre la dynamique des différents types d'occupation de cette période.

Milieu d'étude

- 4 La forêt classée du Haut-Sassandra (Figure 1) est située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, entre 6°52' - 7°24' de latitude Nord et 6°59' - 7°10' de longitude Ouest. Elle couvre une superficie estimée à environ 102 400 hectares (SODEFOR, 1994). Sa limite Ouest est matérialisée par le lit du fleuve Sassandra. Elle est à cheval sur les départements de Vavoua au Nord-Est et de Daloa au Sud-Est. La végétation de la forêt classée du Haut-Sassandra est une forêt dense humide semi-décidue (Guillaumet et Adjanohoun, 1971).

Figure 1. Présentation du milieu d'étude (Oswald, 2005) / Presentation of the study area.

Matériel et méthodes

- 5 Les images satellitaires de type SPOT datant du 14/12/2001 (scène 190.53, 20 m de résolution) et du 28/12/2013 (scène 192.53, 10 m de résolution), déjà géoréférencées, l'image du 14/12/2001 a fait l'objet d'un rééchantillonnage spatial afin de les ramener toutes à une même résolution spatiale de 10 m. La méthode de rééchantillonnage du plus proche voisin est celle que nous avons utilisée. En effet, cette méthode utilise la valeur du pixel le plus proche sans aucune interpolation pour créer la valeur du pixel rectifié. Les valeurs radiométriques des pixels ne sont donc pas affectées lors du rééchantillonnage (Richards, 1999). L'image de 2001, ne couvrant que la moitié nord de la forêt classée du Haut-Sassandra, une zone d'intérêt centrée sur cette partie de la forêt classée a été découpée dans chaque scène. Pour les besoins de l'étude, outre la forêt classée, la zone d'intérêt prend aussi en compte une bande du domaine rural sur environ 3 km de large. Cette zone d'intérêt est limitée par les coordonnées 6°51'58.54'' et 7°06'18.50'' de longitude Ouest et 7°13'43.87'' et 7°25'41.44'' de latitude Nord. Tous ces traitements radiométriques et cartographiques ont été réalisés à partir des logiciels ENVI 4.7 et ArcView 3.2.
- 6 Pour une meilleure interprétation des images, outre les bandes d'origine nous avons procédé à la création de 3 néocanaux : l'indice de végétation normalisé (NDVI) ; l'indice de brillance des sols (IB) et l'indice d'humidité des sols (NDWI). Ces trois indices ont permis respectivement de caractériser les différents types d'occupation par rapport à l'intensité de leur activité photosynthétique, leur recouvrement au sol et leur humidité ou niveau de stress hydrique pendant la saison sèche.

$$NDVI = \frac{XS3 - XS2}{XS3 + XS2}$$

(1)

$$IB = \sqrt{XS2^2 + XS3^2}$$

(2)

$$NDWI = \frac{XS3 - XS4}{XS3 + XS4}$$

(3)

- 7 Avec XS2 : Bande du rouge ; XS3 : Bande du proche infra rouge et XS4 : Moyen infra rouge.
- 8 Grâce aux indices et à la composition colorée (XS2/XS3/XS1) de l'image 2013 plus récente, quinze (15) points en raison de cinq (5) par type de coloration majeure ont été sélectionnés et leurs coordonnées géographiques enregistrées dans un GPS (Global Positioning System) de marque *GARMIN (GPSmap 62s)* à disposition. Ces points nous ont guidés lors de nos missions de terrains et ont permis d'établir une correspondance entre coloration sur l'image « 'fausse couleur » et types d'occupation sur le terrain. Par ailleurs, les différents traitements couplés aux observations recueillies sur le terrain (types de cultures, pistes, techniques culturales, les campements, recouvrement des forêts, etc.) ont conduit à la classification dirigée des deux images. La méthode de classification du maximum de vraisemblance est celle qui a servi à exécuter cette classification.
- 9 Pour vérifier les résultats de la classification, nous avons eu recours à un test statistique basé sur la réalisation d'une matrice de confusion pour chacune des images classifiées. Pour ce faire, à partir des différentes classes observées sur les images compositions colorées (ou images « fausses couleurs »), nous avons sélectionné lors de nos campagnes de terrain pour chaque classe, outre des points d'entraînement (pour parcelles d'entraînement qui ont servi pour la classification), des points de contrôle (5 points par type). L'algorithme « confusion matrix » fait correspondre à chacune des classes ses points de contrôle, points qui n'ont pas été utilisés lors de la classification dirigée. Par cette méthode et pour chaque classe, pixels classifiés et pixels de contrôle sont confrontés grâce à des calculs statistiques. Un meilleur taux (ou précision cartographique) enregistré à l'issue de cette confrontation confirme l'appartenance effective des pixels classifiés à la classe testée. Meilleurs sont ces taux pour chacune des classes, meilleure sera la précision cartographique globale de l'image entière. Outre la précision cartographique affichée pour chaque classe et la précision cartographique globale, la matrice de confusion donne l'indice de Kappa. Cet indice exprime en effet, la réduction proportionnelle de l'erreur obtenue par une classification comparée à l'erreur obtenue avec une classification pseudo-aléatoire (Girard et Girard, 1999). Un indice de Kappa s'échelonnant de 0,75 à 1 peut être estimé comme satisfaisant dans le cadre d'une classification assistée par maximum de vraisemblance pour le milieu tropical (N'Doumé *et al.*, 2000).
- 10 Enfin, nous avons eu recours à une matrice de transition afin de mettre en évidence les proportions d'affectation (ou de transformation) d'un type d'occupation du sol donné en 2001 en un autre type en 2013. En effet, selon Bell, 1974, Turner, 1989 et Schlaepfer, 2002 *in* Bamba, 2010, la matrice de transition est une méthode qui permet de décrire de manière

condensée, sous forme d'une matrice carré, des changements d'état des éléments d'un système pendant une période donnée.

Résultats et discussion

Résultats

Compositions colorées

- 11 Les compositions colorées réalisées sur la base de ces différents indices (IB/NDVI/NDWI) pour l'image de 2001 (Figure 2) et des bandes d'origine notamment (XS2/XS3/XS1) pour l'image de 2013 (Figure 3) ont permis de mettre en évidence différents types de colorations majeures correspondant aux types d'occupation du sol, pour chacune des images. Il a été ainsi possible de discriminer les forêts, les zones agricoles, les sols nus et l'eau.

Figure 2. Composition colorée utilisant dans l'ordre les indices IB-NDVI-NDWI de l'image de décembre 2001 / Composite image using in order BI (brightness index)-NDVI (normalized difference vegetation index)-NDWI (normalized difference water index) index from the image acquired on December 2001.

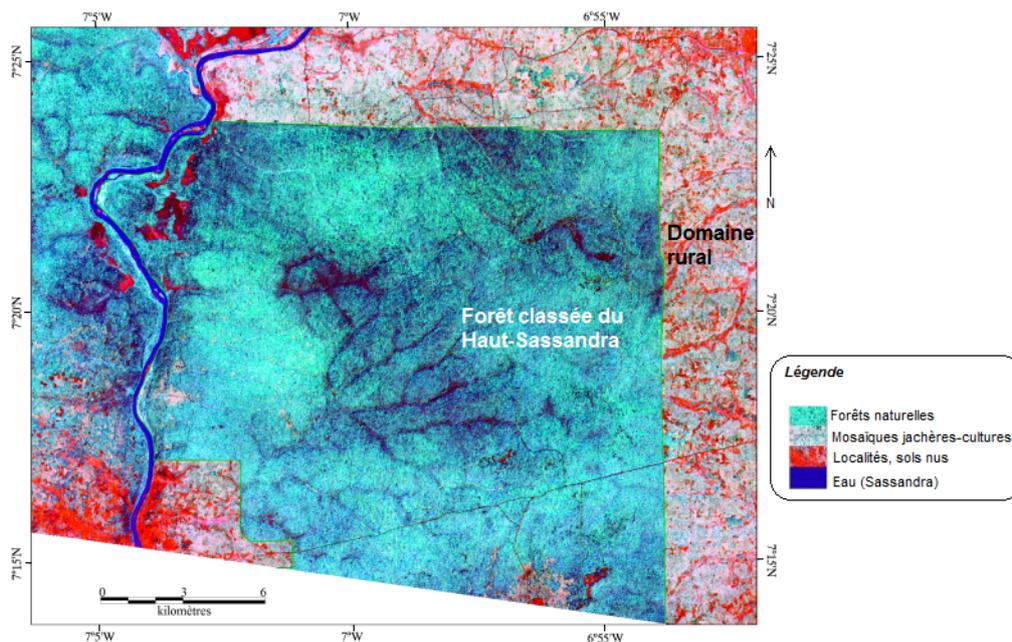
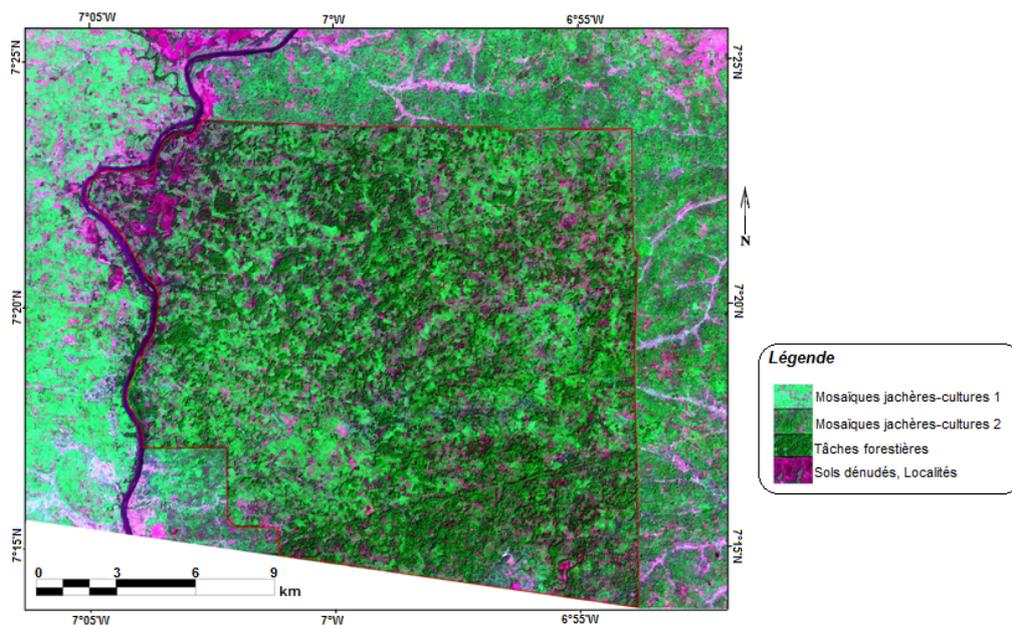


Figure 3. Composition colorée XS2/XS3/XS1 de l'image Spot 5 du 28 décembre 2013 de la forêt classée du Haut Sassandra mettant en évidence sols nus, reliques de forêt et cultures / Colored Composite (XS2/XS3/XS1) from spot image (December 28th, 2013) of classified forest of Haut-Sassandra highlighting naked soils, remained forests and cultures.



Classification des images Spot 4 de 2001 et Spot 5 de 2013

12 Pour l'image de décembre 2013, plus récente, cette classification a été effectuée sur la base de 5 types d'occupation du sol qui sont :

- Les forêts denses humides semi-décidues ;
- Les mosaïques jachères-cultures : cette classe est caractérisée par une forte prédominance de la culture du cacao dont on distingue d'une part, de jeunes plantations cohabitant avec des jachères (Figure 4) dominées par des espèces telles que *Chromolaena odorata*, *Solanum erianthum*, *Panicum maximum*, etc. ; et d'autre part, des plantations adultes auxquels se mélangent aussi souvent des jachères. Dans ce dernier cas, on note surtout dans le domaine rural, la présence quelquefois, de certains arbres laissés à dessein par les paysans ;
- Les sols nus ;
- et l'eau.

Figure 4. Jachères observées dans la forêt classée du Haut-Sassandra montrant encore en arrière-plan la présence des arbres / Fallows observed in the classified forest of Haut-Sassandra showing still in the background the presence of trees.



- 13 Il faut noter cependant que pour l'image de décembre 2001, il n'a pas été possible de subdiviser la classe Mosaïques jachères-cultures. De sorte que pour cette image, seulement 4 classes ont été retenues pour la classification (Tableau 1).
- 14 Par ailleurs, les tableaux 2 et 3 donnent les matrices de confusion respectives de la classification des images de 2013 et de 2001. Ces matrices affichent des précisions cartographiques globales de 92,88 % pour l'image de 2013 et 92,42 % pour celle de 2001. L'indice de Kappa qui est de 0,90 pour 2013 et 0,89 pour 2001 peut être estimé comme satisfaisant.

Tableau 1. Différentes classes retenues au niveau de chaque image satellitaire / Selected classes from each satellite image.

Date	Classes retenues
Décembre 2013	1. Forêts denses humides semi-décidues
	2. Mosaïques jachères-cultures
Décembre 2001	3. Sols dénudés
	4. Eau

Tableau 2. Matrice de confusion issue de la classification de l'image de décembre 2013 / Confusion matrix resulting from image classification of December 2013.

	Forêt dense	Mosaïques jachères-cultures	Sols dénudés	Eau
Forêt dense	86,74	0,00	0,00	0,04
Mosaïques jachères-cultures	12,65	98,22	9,89	0,00
Sols dénudés	0,49	1,78	90,11	1,16
Eau	0,12	0,00	0,00	98,80

Légende : Kappa coefficient : 0,90

Tableau 3. Matrice de confusion issue de la classification de l'image de décembre 2001 / Confusion matrix resulting from image classification of December, 2001.

	Forêt dense	Mosaïques jachères-cultures	Sols dénudés	Eau

Forêt dense	94,3	2,84	0,00	0,37
Mosaïques jachères-cultures	5,36	92,95	13,42	0,00
Sols dénudés	0,00	4,21	86,4	1,43
Eau	0,34	0,00	0,18	98,2

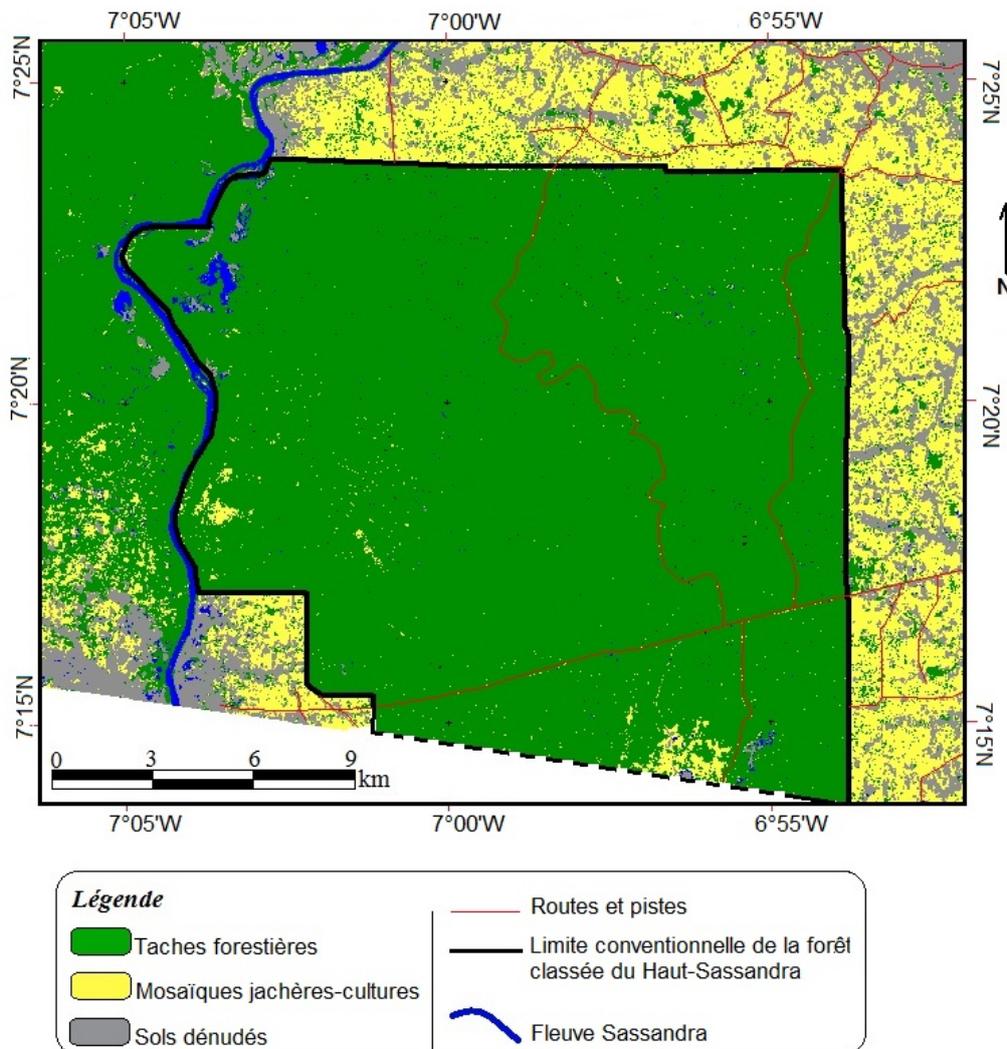
Légende : Kappa coefficient = 0,89

- 15 Les valeurs en gras dans la diagonale (Tableaux 2 et 3) correspondent pour chaque type d'occupation du sol, aux taux de pixels bien classés c'est-à-dire les taux de pixels d'une classe effectivement affectés à celle-ci par la méthode de classification utilisée. Dans l'ensemble, les différentes classes retenues ont enregistré des taux de précision au-dessus de 80 %. On note cependant que des confusions entre classes dont les plus élevées existent, en 2013, entre Forêt dense et Mosaïques jachères-cultures (12,65 %) et entre Sols dénudés et Mosaïques jachères-cultures (9,89 %) (Tableau 2). En effet, l'absence de limites tranchées (nettes) entre les différentes classes qui s'entremêlent, conséquence d'une occupation « anarchique » de l'espace, a rendu ces dernières plus ou moins hétérogènes.
- 16 En ce qui concerne la classification de l'image de 2001 (Tableau 3), les confusions les plus importantes ont été enregistrées entre Sols dénudés et la classe Mosaïques jachères-cultures (13,42 %). La classe « Eau » représentée par le fleuve Sassandra, grâce à sa forme linéaire et surtout grâce à la « pureté » des pixels qui la mettent en évidence a été nettement séparée des autres types d'occupation avec le meilleur taux de pixels bien classés de 99,66 % et 98,2 % respectivement pour l'image 2013 et l'image 2001.

Cartographie de l'occupation du sol

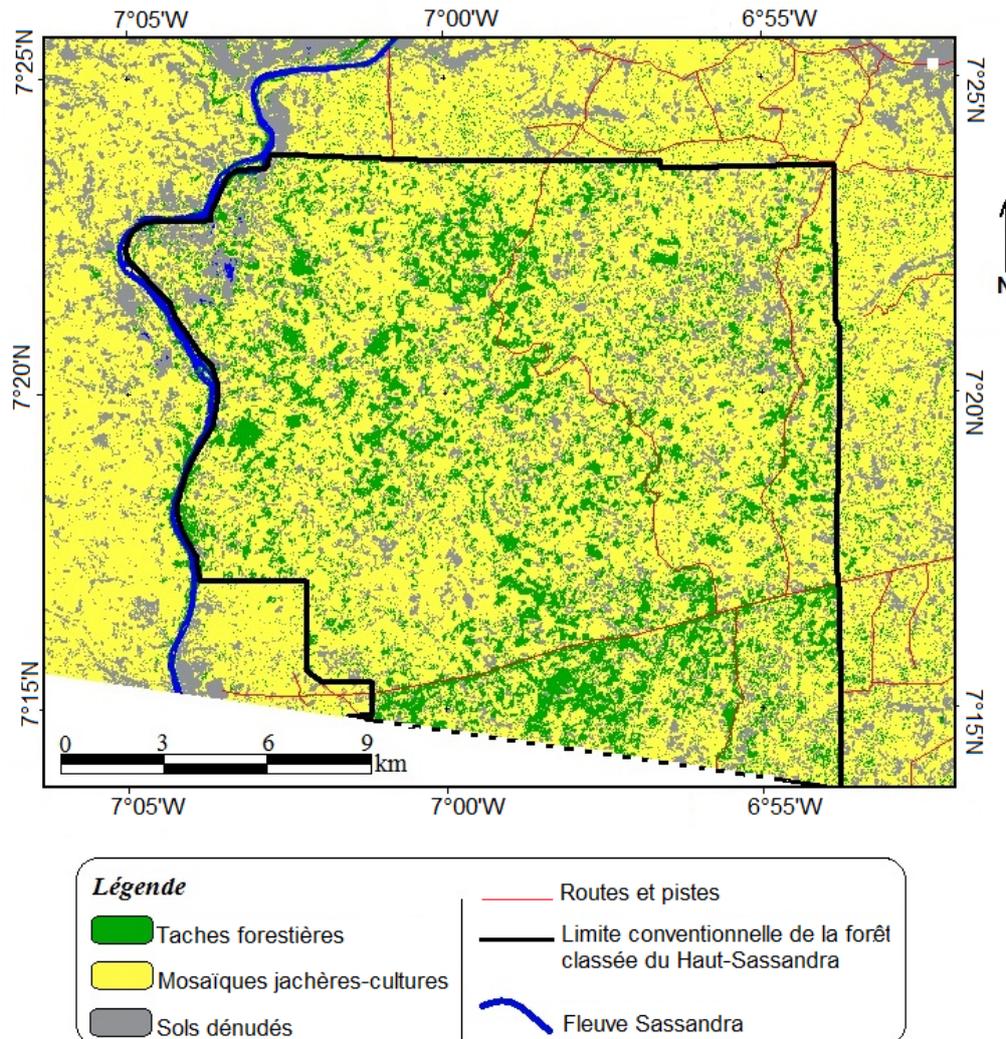
- 17 La classification dirigée des images satellitaires a permis de produire la carte de l'occupation du sol pour 2001 (Figure 5) et pour 2013 (Figure 6).
- 18 Sur la carte de 2001, les forêts denses semi-décidues très denses et homogènes occupent presque la quasi-totalité du nord de la forêt classée du Haut Sassandra. Outre les forêts circonscrites par les limites de cette forêt classée, les forêts denses sont encore bien visibles à l'ouest du fleuve Sassandra. Sur cette portion nord de la forêt classée du Haut-Sassandra et de sa zone périphérique, les cultures étaient surtout présentes dans le domaine rural, notamment au nord et à l'est de la forêt classée. Ces cultures sont représentées pour une part plus importante par de jeunes plantations de cacaoyers qui laissent encore apparaître les sols nus.

Figure 5. Carte de l'occupation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2001 réalisée à partir de l'image satellitaire Spot 4 acquise le 14/12/2001 / Map of the land use of the classified forest of Haut-Sassandra in 2001 using the Spot 4 satellite image acquired on 12/14/2001.



- 19 Sur cette carte d'occupation du sol de 2013, les forêts denses semi-décidues qualifiées de « forêts compactes » sur la carte de 2001 ont fait place à des lambeaux ou taches de forêts disséminées sur toute la surface de la forêt classée du Haut-Sassandra. Les mosaïques jachères-cultures qui étaient signalées surtout dans le domaine rural sur la carte d'occupation du sol de 2001, ont occupé la quasi-totalité de la portion nord de la forêt classée du Haut-Sassandra. Cette situation est la même de l'autre côté du fleuve Sassandra à l'ouest de la forêt classée du Haut-Sassandra. Cependant, les différentes campagnes de terrain nous ont permis de faire le constat que, contrairement au domaine rural, la moyenne d'âge des cultures dans les limites de la forêt classée du Haut-Sassandra se situe autour de 5ans à 6 ans.

Figure 6. Carte d'occupation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2013 réalisée à partir de l'image satellitaire Spot 5 acquise le 28/12/2013 / Land use map of the forest classified of Haut-Sassandra in 2013 using Spot 5 satellite image acquired on 12/28/2013.



Dynamique de la végétation de 2001 à 2013

- 20 La figure 8 met en évidence l'évolution des surfaces des différentes classes d'occupations du sol de 2001 à 2013. En 12 ans, il y a eu une très forte régression des surfaces des forêts denses humides qui sont passées de 37 749,06 ha à 7 844,62 ha soit une régression de 79,22 %. Au contraire, pendant la même période de crise, les surfaces des mosaïques jachères-cultures ont pratiquement quadruplé passant d'environ 9 909,74 ha à plus de 36 374 ha, soit une augmentation de plus de 263 %. Hormis quelques localités qui sont prises en compte dans la classe « Sols dénudés », les sols dénudés (ou ces sols nus) sont pour la plupart des défrichements (Figure 7) en vue d'une mise en culture.
- 21 Sur la même portion, la surface des plans d'eau (dominé par le fleuve Sassandra) est passée de 855,59 ha à 524,54 ha soit une régression de 38,69 %.
- 22 Par ailleurs, la matrice de transition de l'occupation du sol (Tableau 4) montre qu'au cours de cette période, le paysage a fortement été modifié. En effet, la classe forêt qui occupait plus de 69 % du paysage de la zone soumise à étude en 2001 est passée à 14,48 % en 2013. La classe « Mosaïques jachères-cultures » et la classe « Sols nus » ont quant à elles, augmenté leur superficie dans le paysage passant respectivement de 18,25 % et 10,37 % à 67,17 et 17,38 %. Sur les 69,80 % du paysage qu'occupait la classe « Forêt » en 2001, il y a 45,58 % qui sont devenus des Mosaïques jachères-cultures (plus de la moitié de la surface de la classe forêt) et 10,84 % (soit 15,5 % de la surface originellement occupée par cette classe) sont devenues « Sols nus ». Seulement 13,26 % du paysage a été maintenu « Forêt ».

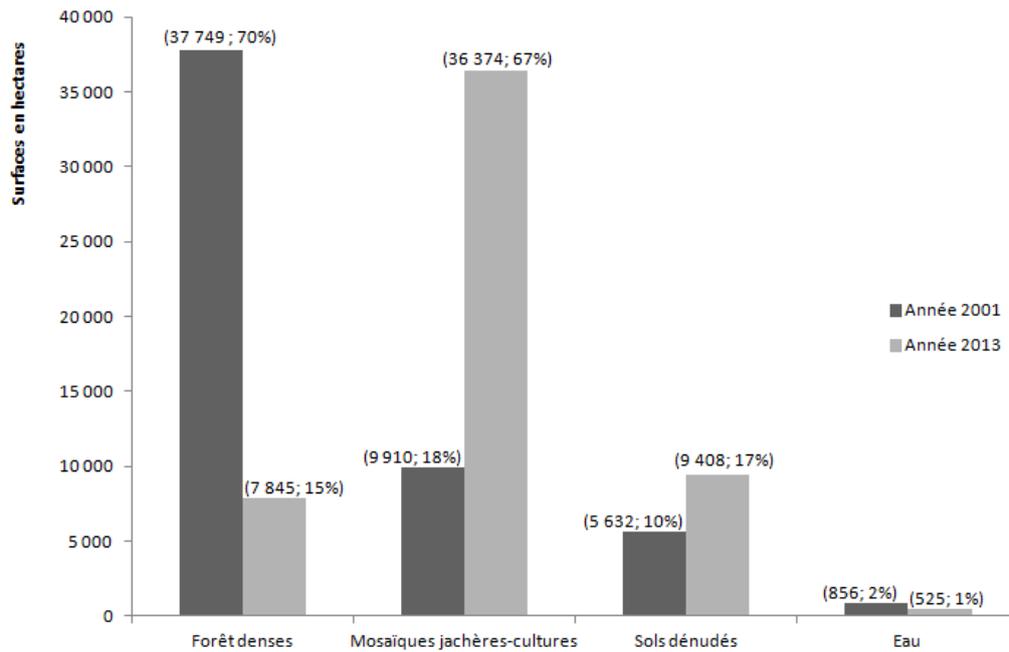
Tableau 4. Matrice de transition de l'occupation du sol (en pourcentage) de la forêt classée du Haut-Sassandra entre 2001 et 2013 / Transition matrix about the land use (in percentage) of the classified forest of Haut-Sassandra from 2001 to 2013.

	Forêt dense	Mosaïques jachères-cultures	Sols nus	Eau	Total 2001 (% du paysage total)
Forêt dense	13,26	45,58	10,84	0,11	69,80
Mosaïques jachères-cultures	0,97	15,44	1,83	0,00	18,25
Sols nus	0,16	5,91	4,29	0,01	10,37
Eau	0,09	0,23	0,41	0,84	1,58
Total 2013 (% du paysage total)	14,48	67,17	17,38	0,97	100,00

Figure 7. Nouveau défrichage montrant la présence de jeunes plants de cacaoyers comme celui entouré en rouge / New clearing showing the presence of seedlings of cacao trees as that surrounded in red.



Figure 8. Évolution de la surface des types d'occupation de sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2001 à 2013 et de sa périphérie / Evolution of land use types surface of the forest classified of Haut-Sassandra from 2001 till 2013.



Discussion

Précision cartographique et types d'occupation

- 23 Les différents indices de télédétection notamment le « Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) » et le « Brightness Index (BI) » ont permis de caractériser les types d'occupation de la forêt classée du Haut-Sassandra et de sa zone périphérique immédiate, respectivement par rapport à l'intensité de l'activité photosynthétique et au recouvrement au sol. Cette démarche méthodologique a permis de donner une interprétation des grands ensembles qui occupent la forêt classée du Haut-Sassandra grâce au changement de leur réponse spectrale d'un indice à l'autre. Ainsi, les indices de télédétection constituent des informations potentielles, originales et utiles à la connaissance du milieu naturel (Bannari *et al.*, 1995 ; Ozbakir et Bannari, 2008 ; Meneses-Tovar, 2011).
- 24 Par ailleurs, les différents types d'occupation du sol ont été discriminés et assez bien reconnus grâce à des précisions cartographiques globales de 92,88 % avec un indice de Kappa de 0,90 pour l'image de 2013, et de 92,42 % avec un indice de Kappa de 0,89 pour l'image d'avant de début des crises en Côte d'Ivoire. Ces valeurs corroborent celles de N'Guessan *et al.* (2003) et Oszwald (2005) qui ont travaillé dans la même forêt classée. En effet, N'Guessan *et al.* (2003) ont obtenu des précisions cartographiques de 92,75 % et 93,25 % en classifiant respectivement des images Spot de 1988 et 2001. De même, Oszwald (2005) a obtenu une précision cartographique de 96 % avec un Kappa de 0,92 en classifiant une image Landsat TM acquise en janvier 1986. Mais ce dernier auteur a obtenu une précision cartographique de 78 % avec un indice Kappa de 0,7 après classification d'une image Landsat TM de 2002.
- 25 Cependant, si les résultats de la présente étude sont comparables avec ceux obtenus par ces auteurs en ce qui concerne le taux de précision cartographique, ils ne sont pas en phase avec les classes obtenues par leurs travaux. En effet, au niveau de la classification, ces travaux antérieurs ont mis en évidence plusieurs types d'occupation. La classe forêt par exemple a été déclinée en plusieurs sous-classes à savoir : forêt dense à canopée fermée, forêt dense à canopée ouverte, forêt hydromorphe, forêt dégradée. Cette subdivision n'était pas nécessaire dans la présente étude dans la mesure où les travaux de reconnaissance sur le terrain ont permis de constater l'emprise des activités agricoles sur le couvert forestier du nord de la forêt classée du Haut-Sassandra. Aussi, dans la pratique de leurs activités, les clandestins ne semblent pas montrer une préférence pour un type particulier de forêt. Les cultures, presque essentiellement

représentées par la culture du cacaoyer cohabitent souvent avec des jachères dominées par l'espèce *Chromolaena odorata* (Asteraceae) comme l'avait déjà signalé Fournier *et al.* (2001), Oszwald (2005) et Sangne (2009). Dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra, l'âge des plantations peut être estimé à 15 à 20 ans en moyenne. Par contre, dans les limites de la forêt classée, cet âge est estimé à moins de 10 ans. Ce qui dénote une occupation de la forêt classée durant la période de conflits en Côte d'Ivoire.

Dynamique de la végétation de 2001 à 2013 et mode d'occupation de la forêt

26 La présente étude a mis en évidence une forte diminution des surfaces forestières au profit des Mosaïques jachères-cultures. Les espaces mis en culture sont préférentiellement exploités avec des plantes pérennes de type commercial, notamment le cacaoyer. L'ensemble des superficies des jachères et cultures était estimé à environ 5 658 hectares en 1994 par la SODEFOR. En 2001, il est estimé à plus de 9 900 hectares et en 2013 à plus de 36 000 hectares seulement pour la zone soumise à étude. Cette forte propension à l'extension des parcelles agricoles sur les forêts, conséquence d'une pression foncière importante, a déjà été signalée par Oswald (2005). Cette situation est attestée par le foisonnement d'un réseau de pistes carrossables et pédestres et de campements, observés au cours des travaux de reconnaissance sur le terrain. Ces pistes et campements contribuent négativement à accentuer la pression sur les forêts comme l'ont démonté les travaux de Bamba *et al.* (2010a ; 2010 b) en République Démocratique du Congo. Ces dernières sont passées de 37 749 hectares en 2001 à 78 44 hectares en 2013. Les travaux de Sangne (2009) ont signalé de telles réductions des surfaces de forêts denses au sein de la forêt classée de Téné dans le département d'Oumé.

27 Par ailleurs, l'examen des lambeaux de forêts restantes de la forêt classée du Haut-Sassandra, mis en évidence sur l'image satellitaire de 2013, révèle qu'il s'agit en réalité pour la plupart, de forêts profondément dégradées. La classe qui a le plus profité de la perte de la forêt est la classe « Mosaïques jachères-cultures ». En effet, plus de la moitié des superficies de la classe « Forêt » en 2001 se sont transformées en « Mosaïques jachères-cultures » en 2013. Le constat est le même en ce qui concerne la classe « Sols dénudés » où s'est observé un transfert important des superficies occupées par cette classe vers la classe « Mosaïques jachères-cultures » soit jusqu'à 5,91 % (plus de la moitié occupée par les Sols dénudés en 2001). Les observations faites sur le terrain nous ont permis de décrire en trois étapes le processus de conversion des forêts en cultures par les clandestins. La première étape après infiltration est le défrichage du sous-bois forestier suivi d'un semi-direct des fèves de cacao sous l'ombrage des grands arbres. Cette disposition leur évite l'enherbement de leur culture par les espèces adventices, mais surtout constitue un camouflage de la nouvelle culture vis-à-vis des agents affectés à la surveillance de la forêt. La deuxième étape intervient à environ 6 à 18 mois plus tard, et consiste à la mise à mort sur pied des grands arbres soit au feu, soit à l'aide de produits chimiques. Enfin, la mort des grands arbres fait place à la jeune plantation de cacaoyer qui commence à rentrer en production 3 à 5 ans plus tard. Tout ceci se déroule d'une manière désordonnée sur toute l'étendue de la surface de la forêt classée du Haut-Sassandra. De ce fait, les taches forestières restantes ne sont pour la plupart que des forêts dégradées. La conséquence d'une telle fragmentation diffuse (Oszwald, 2005), est la présence de façon disparate des taches forestières cohabitant avec les sols nus et les mosaïques jachères-cultures.

28 Ce qui reste des forêts naturelles de la forêt classée du Haut-Sassandra est représenté presque principalement par une sorte de « rideau » d'une largeur oscillant entre 20 et 50 mètres observés par moment le long des routes conventionnelles de la forêt classée.

29 À terme, si rien n'est fait, la forêt classée du Haut-Sassandra fera entièrement place à de vastes étendues de plantations de cacaoyers et friches dominées par des espèces héliophiles.

Forêt classée du Haut-Sassandra : l'espoir est-il encore possible ?

30 Il est certain que la situation qui prévaut actuellement dans la forêt classée du Haut-Sassandra est préoccupante aux vues des résultats de la présente étude. Bannon et Collier (2003) et Busset (2009) ont fait remarquer que la fin des conflits ou de la guerre, ne signe pas aussitôt celle des conséquences néfastes qu'ils ont contribué à faire naître dans l'esprit et dans les habitudes. Nous pensons donc que l'occupation actuelle de la forêt classée du Haut-Sassandra est le fait

du prolongement de telles conséquences pendant la période de conflits armés, en l'absence de moyens humains, logistiques et financiers qui n'ont pas rendu possibles les patrouilles de surveillance. En effet, si des moyens humains et logistiques sont redéployés et maintenus pendant un certain temps, ils pourront contribuer à réduire substantiellement voire stopper de nouveaux défrichements. Dans cette perspective, il va sans dire que la conservation des ressources naturelles redevienne l'une des priorités nationales (Lauginie, 2007).

31 L'espoir est encore possible dans la mesure où la forêt classée du Haut-Sassandra n'a pas été le lieu d'une occupation par les réfugiés, comme ce fut le cas dans certains parcs nationaux et réserves en République Démocratique du Congo (RDC) notamment dans les parcs nationaux de Kahuzi Biega et Virunga (Banamuhere, 2001 ; WWF, 2008), elle n'a pas été non plus objet de bombardement, ni sujette au traitement de produits défoliants tels que « l'Agent orange » utilisé au Vietnam (Combat Monsanto, 2008). De ce fait, l'arrêt des défrichements et le déguerpissement des populations agricoles des limites de la forêt classée du Haut-Sassandra peuvent favoriser une reconstitution progressive des milieux dégradés et une recolonisation des forêts. En effet, les travaux de Spichiger et Pamard (1973) et Spichiger (1975, 1977) effectués sur le contact forêt-savane ont montré que malgré la destruction de la forêt, le processus climacique naturel va dans le sens d'une reforestation aux dépens de la savane.

32 Cependant, si la forêt classée du Haut-Sassandra n'a pas connu de tels actes aux conséquences presque irréparables, on note qu'à la faveur de la guerre l'occupation clandestine a entamé la quasi-totalité des surfaces forestières de cette aire protégée et avec elles, toutes les populations animales et végétales qu'elle abritait.

33 La fin des hostilités a permis le retour progressif de la paix, ce qui est un facteur de développement des écosystèmes et de protection des aires protégées.

Conclusion

34 L'analyse et l'interprétation des données spatiales haute résolution, notamment les données satellitaires issues des capteurs Spot 4 et Spot 5 acquis respectivement en 2001 et en 2013, ont permis de discriminer les types d'occupations majeures qui se partagent la forêt classée du Haut-Sassandra et sa zone périphérique immédiate. Il s'agit des forêts denses, des mosaïques jachères-cultures (plus jeunes), établies à l'intérieur de la forêt classée du Haut-Sassandra, des mosaïques jachères-cultures (plus anciennes), présentes en zone rurale, des sols nus et de l'eau représentée essentiellement par le fleuve Sassandra. Ces différentes unités cartographiques ont été assez bien reconnues dans l'ensemble avec un taux de précision cartographique globale techniquement et scientifiquement acceptable.

35 Par ailleurs, l'examen de la dynamique des différentes unités cartographiques de 2001 à 2013 s'est traduit par une très forte réduction des surfaces de forêts denses naturelles au profit des cultures de rentes notamment le cacao (plus de 67 % de la superficie de la zone d'étude). Des forêts naturelles, il ne reste de nos jours que des reliques plus ou moins dégradées dont la superficie totale est estimée à environ 7844,62 hectares.

36 Si des travaux antérieurs ont signalé des intrusions et des défrichements clandestins à l'intérieur des limites de la forêt classée du Haut-Sassandra, cette étude a démontré sans aucun doute que ces activités illégales ont connu un intense développement au cours de la décennie de crise.

37 Cependant, l'espoir d'une reconstitution du couvert forestier est encore possible si des actions rigoureuses en vue de mettre fin aux intrusions notoires et à de nouveaux défrichements sont menées.

Remerciements

38 La présente étude a été réalisée dans le cadre du projet GEOFORAFRI financé par le Fonds français pour l'Environnement mondial (FFEM) avec l'appui technique de l'Institut de recherche pour le développement (IRD, France). Il a aussi bénéficié du soutien du Programme d'appui stratégique à la recherche scientifique en Côte d'Ivoire (PASRES), de l'Académie des sciences, des arts, des cultures d'Afrique et des diasporas africaines (ASCAD, Côte d'Ivoire) et de The World Academy of Sciences. L'étude a été possible grâce à l'accord de la Société

de développement des forêts en Côte-d'Ivoire (SODEFOR) qui a autorisé l'accès à la Forêt Classée du Haut-Sassandra.

Bibliographie

- Adou, Y.C.Y., 2005, Pratiques paysannes et dynamique de la biodiversité dans la forêt classée de Monogaga (Côte d'Ivoire), Thèse Doctorat, Museum national d'histoire naturelle de Paris, 234 p.
- Bamba, I., 2010, Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de paysages forestiers en République Démocratique du Congo, Thèse unique de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 181 p.
- Bamba, I., M.S. Yedmel et J. Bogaert, 2010a, Effets des routes et des villes sur les forêts denses dans la province orientale de la République démocratique du Congo, *European Journals of Scientific Research*, 43 : 417 – 429.
- Bamba, I., Y.S.S. Barima et J. Bogaert, 2010b, Influence de la densité de la population sur la structure spatiale d'un paysage forestier dans le bassin du Congo en R. D. Congo, *Tropical Conservation Science* vol. 3 (1) : 31 – 44.
- Banamuhère, B., 2001, L'impact de conflits armés sur les écosystèmes forestiers et les parcs nationaux en République Démocratique du Congo (RDC), *ministère des Droits Humains*, [En ligne] URL : http://www.sifée.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/ouagadougou/session-3/1_Shuku_communication.pdf (consulté le 07 août 2014).
- Bannari, A., D.R. Morin, A.R. Huete et F. Bonn, 1995, A review of vegetation index ; *Remote sensing reviews*, n° 13 : 95-120.
- Bannon, I. et P. Collier, 2003, *Natural resources and violent conflicts. Options and Actions*. Washington DC, The World Bank, 429 p.
- Barima, Y.S.S., 2007, Dynamique du paysage d'une zone de transition forêt-savane dans le département de Tanda à l'Est de la Côte d'Ivoire, Mémoire DEA, Université libre de Bruxelles, Belgique, 65 p.
- Bell, E.J., 1974, Markov analysis of land use change : an application of stochastic process to remotely sensed data, *Socio-Economic planning Sciences*, 8 : 311-316.
- Busset, G., 2009, Les évaluations des impacts sur l'environnement en période de conflits armés, Mémoire de Master en ingénierie et management en environnement et développement durable, Université de Technologie de Troyes, 65 p.
- Chatelain, C., 1996, Possibilités d'application de l'imagerie satellitaire à haute résolution pour l'étude des transformations de la végétation en Côte d'Ivoire forestière, Thèse Doct.ès Sc., Fac. Sc., Université de Genève, 206 p.
- Combat-Monsanto, 2008, Pour que le monde de Monsanto ne devienne jamais le nôtre, *Combat Monsanto* [En ligne] URL : <http://www.combat-monsanto.org/spip.php?article11> (Page consultée le 07 août 2014).
- Foumier, A., C. Floret et G.-M. Gnahoua, 2001, Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale, *La jachère en Afrique tropicale* - Ch. Floret, R. Pontanier John Libbey Eurotext, Paris © 2001, pp. 123-168
- Girard, M.C. et C.M. Girard., 1999, *Traitement des données de télédétection*. Dunod, Paris, 529 p.
- Guillaumet, J.-L. et E. Adjanohoun, 1971, La végétation de la Côte d'Ivoire, *In* Avenard, J. M., Eldin, M., Girard, G., Sircoulon, J., Touchebeuf, P., Guillaumet, J.-L., Adjanohoun, E. et Perraud, A. : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mémoires O.R.S.T.O.M. Paris, 1971, pp. 155- 261.
- Kouamé, N'. F., 1998, Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (centre-ouest de la Côte d'Ivoire), Thèse de doctorat, Université de Cocody, Abidjan, 227 p.
- Lanly, J.P., 1969, Régression de la forêt dense en Côte d'Ivoire. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* ; n° 127 ; septembre-octobre 1969.
- Lauginie, F., 2007, Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire, NEI/Hachette et Afrique Nature, Abidjan, XX + 668 pp.
- Meneses-Tovar, C.L., 2011, L'indice différentiel normalisé de végétation comme indicateur de la dégradation : Application d'une méthode d'interprétation des images de télédétection à l'observation de l'évolution de la santé des forêts dans le temps, *Unasyuva* 238, vol. 62, 2011/2, pp. 39-46.
- N'Da, D.H., 2007, Étude et suivi par télédétection et système d'information géographique d'une aire protégée soumise aux pressions, Thèse de Doctorat unique, Université de Cocody-Abidjan, 174 p.

- N'Da, D.H., K.E. N'Guessan, E. M. Wadja et A. Kouadio, 2008, Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le parc national de la Marahoué (Côte d'Ivoire), *Télédétection 2008*, vol. 8, n° 1, pp. 17-34.
- N'Doumé, C., P. Lachenaud, A. Hussard, H. Nguyen, et A. Flori, 2000, Étude de faisabilité pour l'élaboration d'une cartographie statistique d'inventaire des vergers de café et de cacao en Côte d'Ivoire par télédétection satellitale, *In Bulletin SFPT (157)*, pp. 3-10.
- N'Guessan, K.E., M.F. Bellan et F. Blasco, 2003, Suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée soumise à des pressions anthropiques. *Télédétection 2003*, volume 3, numéro 5, pp. 443 – 456.
- N'Guessan, K.E., 2004, Utilisation des données satellitaires à haute résolution pour l'étude des ressources végétales en Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier Toulouse III : Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries, 220 p.
- Oswald, 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.
- Ozbakir, A. et A. Bannari, 2008, Performance of TDVI in urban land use/cover classification for quality of place measurement, *The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVII, Part B7, Beijing 2008.
- Richards, J.A., 1999, *Remote Sensing Digital Image Analysis*, Springer-Verlag, Berlin, p. 240.
- Sangne, Y.C., 2009, Dynamique du couvert forestier d'une aire protégée soumise aux pressions anthropiques : cas de la forêt classée de Téné (Département d'Oumé, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire), Thèse unique de doctorat, Centre universitaire de recherche et d'application en télédétection (CURAT), Université de Cocody, 175 p.
- Schlaepfer, R., 2002, Analyse de la dynamique du paysage. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Écosystèmes, École polytechnique de Lausanne, Suisse.
- Société de développement des forêts (SODEFOR), 1994, Aménagement de la forêt classée du Haut Sassandra, 1994-2014, Rapport SODEFOR, 81 p.
- Spichiger, R. et C. Pamard, 1973, Recherches sur le contact forêt savane en Côte d'Ivoire : Étude du recru forestier sur des parcelles cultivées en lisière d'un îlot forestier dans le sud du pays Baoulé, *Candollea* 28, pp. 21-37.
- Spichiger, R., 1975, Recherches sur le contact forêt savane en Côte d'Ivoire : Les groupements écologiques dans une à *Loudetia simplex* du sud du pays Baoulé, *Candollea* 30, pp. 157-176.
- Spichiger, R., 1977, Contribution à l'étude du contact entre la flore sèche et la flore humide sur les lisières des formations forestières humides semi décidues du « V baoulé » et de son extension nord-ouest (Côte d'Ivoire), Thèse Université de Genève, 261 p.
- Turner, M.G., 1989, Landscape ecology : the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecological System*, 20, pp. 171-197.
- World Wildlife Fund (WWF), 2008, Guerre et environnement, *In WWF, World Wildlife Fund, Al-Hamandou Dorsouma et Michel-André Bouchard, « Conflits armés et environnement », Développement durable et territoires [En ligne], Dossier 8 | 2006, mis en ligne le 07 janvier 2013, consulté le 12 juin 2014. URL : <http://developpementdurable.revues.org/3365> ; DOI : 10.4000/developpement.durable.3365*

Pour citer cet article

Référence électronique

Charles Yao Sangne, Yao Sadaïou Sabas Barima, Issouf Bamba et Claude-Thierry Aké N'Doumé, « Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire) », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 3 | 2015, mis en ligne le 28 décembre 2015, consulté le 12 février 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/16784> ; DOI : 10.4000/vertigo.16784

À propos des auteurs

Charles Yao Sangne

Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de formation et de recherche en environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire, courriel : y_sangne@yahoo.fr

Yao Sadaïou Sabas Barima

Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de formation et de recherche en environnement, BP 150
Daloa, Côte d'Ivoire, courriel : byssabas@gmail.com

Issouf Bamba

Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de formation et de recherche en environnement, BP 150
Daloa, Côte d'Ivoire, courriel : bambisso@yahoo.fr

Claude-Thierry Aké N'Doumé

Bureau national d'étude technique et de développement (BNETD), Centre de cartographie et de
télé-détection (CCT), 04 BP 945 Abidjan 04, Côte d'Ivoire, courriel : ndoumec@yahoo.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

La forêt classée du Haut-Sassandra considérée comme l'une des forêts classées les mieux protégées de la Côte d'Ivoire connaît aujourd'hui plusieurs intrusions dans ses limites conventionnelles à la faveur de la crise militaro-politique dans le pays, de 2002 à 2011. De nombreux fronts pionniers ont été ouverts et ont entraîné le défrichage de plusieurs milliers d'hectares de forêts naturelles suivi d'installation de cultures de rente notamment le cacao. C'est dans ce contexte que le présent travail tente d'évaluer les surfaces forestières restantes de cette aire protégée anciennement contrôlée par les groupes armés rebelles à l'autorité gouvernementale. De façon spécifique, il s'est agi d'une part de cartographier l'occupation du sol du nord de la forêt classée du Haut-Sassandra et de sa périphérie Nord en 2001 et 2013 et, d'autre part, de suivre la dynamique des différents types d'occupation du sol de 2001 à 2013. À cette fin, deux images satellitaires Spot 4 du 14/12/2001 (scène 190.53) et Spot 5 du 28/12/2013 (scène 192.53) ont été acquises et traitées. Il ressort de ces travaux que les surfaces des forêts denses humides naturelles ont fortement régressé dans la zone d'étude et sont passées de 37749 hectares en 2001 à 7844 hectares en 2013 (soit 79,22 % de régression). Au contraire, les surfaces des mosaïques jachères-cultures ont fortement augmenté et sont passées de 9910 hectares à plus de 36 374 hectares. Du massif forestier du Nord de la forêt classée du Haut-Sassandra, ne subsiste aujourd'hui que des lambeaux de forêts généralement dégradées.

The classified forest of Haut-Sassandra which is considered as the best protected classified forest of Côte d'Ivoire, knows several intrusions in its conventional limits supported by the military political crisis in the country, and which lasted from 2002 till 2011. Several pioneers fronts were opened and entailed the clearing of several thousand hectares of natural forests followed by installation of cash crop in particular the cocoa. In this context, the present work tries to estimate the remaining forest surfaces of this protected area mainly in the North, previously controlled by armed groups rebel to Government authority. On the one hand, this work aims to map the land use of the North of the classified forest of Haut-Sassandra and its periphery in 2001 and 2013 ; and on the other hand to follow the dynamics of the forest cover and these land use types from 2001 till 2013. To achieve these objectives, two Spot images from Spot 4 of 14/12/2001 (scene 190.53) and Spot 5 of 28/12/2013 (scene 192.53) were acquired and treated. This study revealed that the surfaces of the natural rain forests strongly declined and passed from 37749.06 hectares in 2001 to 7 844.62 hectares in 2013 (that is 79.22 %). On the contrary, the surfaces of mosaics fallows-cultures strongly increased and passed from 9 909.74 hectares to more than 36 374 hectares. Of the forest massif of the North of the classified forest of Haut-Sassandra, it remains only scraps of generally degraded forests today.

Entrées d'index

Mots-clés : cartographie, crise militaro-politique, occupation du sol, Afrique, Côte d'Ivoire

Keywords : mapping, military political crisis, land use, Africa, Ivory Coast

Lieux d'étude : Afrique