

Apport de la Télédétection et des SIG à la caractérisation des mutations de cultures pérennes à base de Cacao et d'Hévéa dans l'ancienne boucle de Cacao : cas du département d'Abengourou (Sud-est de la Côte d'Ivoire)

KOFFI Innocent¹, DIBI N'da Hyppolite¹, N'DRI Kouamé Félix¹, KOFFI Brou Emile², KOUAME Koffi Fernand²

¹(Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (Curat)/ Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire)

²(Département de Géographie/ Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte d'Ivoire)

Corresponding Author : KOFFI Innocent

Résumé : Malgré le déplacement de la boucle du cacao vers le sud-ouest de la Côte d'Ivoire, la pression sur les espaces naturels du département d'Abengourou est restée forte avec l'introduction de la culture de l'hévéa. Cela pose un problème de biodiversité et de sécurité alimentaire. Cette étude vise à contribuer à une meilleure gestion de l'espace cultivable par la mise à disposition de données récentes sur les changements d'affectation des terres induits par les deux cultures principales que sont le cacao et l'hévéa. A partir des images satellitaires Landsat, les mutations des cultures pérennes des années 1986, 2000 et 2016 ont été déterminées. Le croisement des différentes cartes d'occupation des sols indique que de 1986 à 2000, 34,57% de superficies Cacaoyères ont été abandonnées et transformées en mosaïque Cultures annuelles/Jachères. De 2000 à 2016, ce n'est que de 8,53% de surface de Cacao qui sont mutées en mosaïque Cultures annuelles/Jachères. Pendant ce temps il est constaté que 22,79% de surface de cacao et 39,61% de Mosaïque Cultures annuelles/Jachères sont respectivement reconverties en parcelle d'Hévéa. Ceci traduit la réduction des espaces réservés aux cultures vivrières et la mutation des surfaces Cacaoyères au profit de l'Hévéaculture. Ces résultats montrent également un problème de sécurité alimentaire, vu la réduction des espaces dédiés aux cultures vivrières.

Mots Clés- Abengourou, Cacao, Côte d'Ivoire, Hévéa, Matrice de transition, Mutation,

Date of Submission: 07-05-2018

Date of acceptance: 22-05-2018

I. INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, grâce au binôme café-cacao, la Côte d'Ivoire est le premier producteur mondial de cacao et le plus grand exportateur de produits agricoles tropicaux [1]. En effet, sur les 3 989 578 ha de cultures de rente, 48% sont consacrés au cacao et 26% au café. Ce binôme café-cacao fournit environ 40% des revenus d'exportation et 70% des revenus agricoles de la Côte d'Ivoire [2]. Selon un rapport de la Banque Mondiale paru en 2013, ces deux cultures représentent 23% du PIB et emploient 47% de la population active du pays (62% hors pétrole), d'après les chiffres de 2014 de l'Institut National de Statistiques (INS) de pays [3]. Cependant, la politique agricole de la Côte d'Ivoire basée sur le mode extensif et itinérant des cultures a pour conséquence une régression drastique des ressources naturelles et particulièrement des ressources forestières. Pratiquée au temps colonial sur de petites surfaces, la cacao-culture s'est répandue sur des étendues beaucoup plus importantes dans toute la zone forestière dès l'accession du pays à l'indépendance politique. Elle couvre de nos jours plus de deux millions d'hectares et mobilise plus d'un million de personnes [4]. Par ailleurs, d'après des travaux antérieurs [5], [6], [7], [8], cette dynamique agricole a suscité des changements de pratiques culturelles passant ainsi des systèmes agroforestiers pluristratifiés à des cultures sous ombrage modéré ou plein soleil.

A l'instar des régions forestières, le département d'Abengourou (ancienne capitale de la boucle du cacao à l'Est de la Côte d'Ivoire et chef-lieu de la région de l'Indénic-Djuablin) n'a pas échappé à cette réalité de mutations de pratique culturelle. Plus d'une vingtaine d'années, après le déplacement de la boucle du cacao, le département d'Abengourou semble demeurer un pôle agricole. Toutefois, il s'opère progressivement une reconversion de la culture du cacao en hévéaculture.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de déterminer la mutation spatio-temporelle des cultures pérennes dans l'ancienne boucle du cacao. Il s'agira spécifiquement d'analyser les mutations des cultures pérennes opérées au cours des périodes 1986-2000 ; 2000-2016 et 1986-2016 et de produire les cartes afférentes en vue de contribuer aux prises de décisions.

Situé à l'Est de la Côte d'Ivoire à 210 kilomètres d'Abidjan sur l'axe Abidjan-Bondoukou, le département d'Abengourou appartient à la région de l'Indénié-Djuablin. Il est délimité par la longitude 6°43'47" Nord et de latitude 3°29'47" Ouest (figure 1) et s'étend sur une superficie de 5200 km². Le territoire qui fait l'objet de notre étude, couvre 240 000 hectares, soit environ la moitié de la superficie du département.

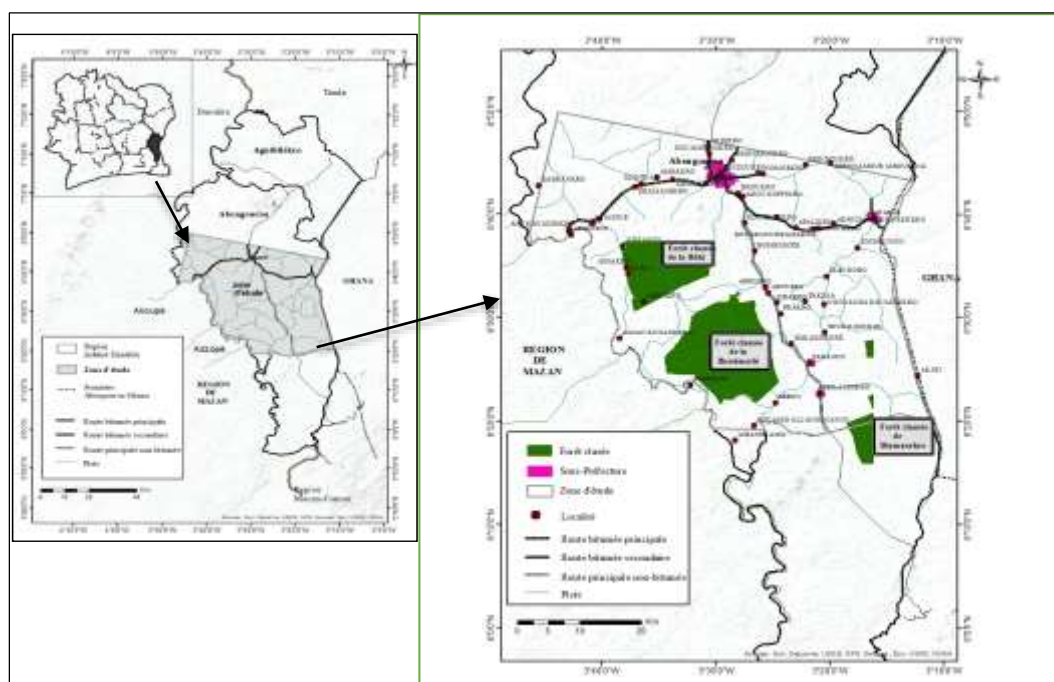


Fig. 1: Localisation de la zone d'étude

Le climat du département d'Abengourou est de type sub-équatorial, chaud et humide avec une température moyenne de 26.7°C. [9]. Il y a quatre saisons : Une grande saison des pluies (Avril à Juillet) et une petite saison des pluies de (Octobre à Novembre) entrecoupées par la petite saison sèche (Août à Septembre) et la grande saison sèche (Décembre à Mars). Les précipitations sont abondantes avec des moyennes annuelles d'environ 1200 mm. Le fleuve Comoé constitue la principale source hydrographique du département et de ses affluents : le Béki et le Manzan. Il prend sa source dans les environs d'Orodara (Burkina Faso) [10], pour se jeter dans l'océan Atlantique en Côte d'Ivoire. Il mesure environ 1674 km de long dont 1160 km en Côte d'Ivoire. Le relief est relativement plat avec une altitude qui varie entre 130 et 300 mètres [9]. Le département appartient au domaine de forêt dense semi-décidue [9]. Des portions du domaine forestier ont été érigées en forêts classées afin de préserver la forêt d'une destruction totale. Le site d'étude abrite les forêts classées de Bossématié¹ et de Béki²[8]. La région de l'Indénié-Djuablin dont fait partie le département d'Abengourou a une population totale estimée à 560 432 habitants [3]. Elle est composée d'autochtone Agni, d'une forte communauté d'allochtones ivoiriens

(Dioula, Baoulé, Bété etc.) et d'allogènes en grande majorité originaires de la sous-région Ouest africaine (Mali, Burkina Faso, Niger etc.). La population active du département d'Abengourou estimée à 88 235 habitants [3].

L'économie du département est dominée par le secteur primaire. Le café et le cacao sont les deux principales cultures de rente [11]. Au cours de la décennie 70, le département d'Abengourou faisait partie de la première région de la boucle³ du cacao du pays. Mais depuis le déplacement de la boucle du cacao au Sud-ouest de la Côte d'Ivoire région (Soubré, Dalao, Méagui etc.), l'hévéaculture est devenue la culture de substitution à cause notamment de sa rentabilité⁴.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Matériel et Données utilisées

2.1.1. Données

(¹) : Elle s'étend sur une superficie de 21 550 ha.

(²) : Elle s'étend sur une superficie de 16 190 ha.

(³) : Premier pôle de production du cacao et du tracé en forme de boucle fermée des régions concernées

(⁴) : Production mensuelle et prix à l'achat parfois relativement plus élevé que celui du cacao.

La réalisation de ce travail a nécessité l'utilisation de plusieurs images satellitaires Landsat⁵. Il s'agit des images satellitaires Landsat 5 TM (Thematic Mapper) acquise le 20-12-1986 de Landsat 7 ETM+ acquises 02-02-2000 et Landsat 8 OLI-TIRS (Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor) acquise 16-01-2016, toutes de scènes 195-55 et 195-56. Des données GPS levées au cours des différentes missions de terrains ont également été utilisées.

2.1.2. Matériel

Le matériel informatique qui a servi au traitement des données dans cette étude, est constitué d'un certain nombre de logiciels. Il s'agit du logiciel ENVI 5.1, qui a servi à la calibration et au traitement des images satellitaires et ArcGIS.10.2.2, qui a été utilisé pour les analyses et les restitutions cartographiques.

2.2. Méthodes

2.2.1. Prétraitement des images satellitaires

Les images Landsat ont d'abord subi une calibration radiométrique et atmosphérique à l'aide du logiciel ENVI.5.1. Ensuite la zone d'étude a été extraite par mask sur les différentes images.

2.2.2. Amélioration d'image et extraction d'informations sur l'occupation du sol

La composition RGB (453), suivie d'un rehaussement par "Equalization" a permis de discriminer les types d'occupation du sol [12]. Selon Koné (2004), cette composition permet de mieux caractériser les différents types de végétation dans des trames variables de couleurs vertes.

2.2.3. Collecte de données de terrain pour la classification des images

Cette phase a consisté à une description des différentes entités cartographiques identifiées sur les images de compositions colorées. A ce stade, il y a eu deux jeux de relevés GPS d'environ 500 points chacun présélectionnés [13] avec les coordonnées géographiques (représentant les unités cartographiques) qui ont été visités et décrits. Ce sont : Forêt dense ; la Forêt dégradée, Mosaique jachère/culture à dominance de jachère sur sol bien drainé ; Mosaique jachère/culture à dominance de jachère dans les bas-fonds ; Mosaique Culture annuelle/jachère avec dominance de culture annelle ; Cacao jeune/Jachère ; Cacao âgé (mature) ; Sol nu/localité ; Hydrographie et Hévéa

2.2.4. Traitement et classification des images

La phase de traitement a consisté à classifier les différentes images. Le processus de classification des images s'est déroulé à travers le choix d'échantillons de parcelles d'entraînement et de l'algorithme de classification (Maximum Likelihood). Au total 350 parcelles d'entraînement ont été sélectionnées.

2.2.5. Post-classification et validation des résultats

L'évaluation des précisions des traitements numériques par analyse des matrices de confusion (indices de précision globale et l'indice de Kappa) [14] et l'amélioration des rendus cartographiques par l'application d'un filtre median 3x3 ont constitué les étapes de cette phase [15].

2.2.6. Détection spatiale des mutations de cultures pérennes par la matrice de transition

La matrice de transition a permis de mettre en évidence les différentes formes de conversion subites par les unités agricoles (cacao et hévéa) entre deux dates t1 et t2 et décrire les changements intervenus [16]. Elle est obtenue à partir de l'exploitation de la table attributaire par le croisement des cartes d'occupation du sol de 1986-2000 ; 2000-2016 et 1986-2016. Ce traitement est rendu possible grâce à la base de données élaborée à partir des données vectrices de l'occupation agricoles entre 1986 et 2016.

III. Résultats Et Discussion

3.1. Différents types d'occupation du sol

A l'issue des classifications, les types d'occupation du sol retenus sont : Forêt dense ; Forêt dégradée, Mosaique jachère/culture à dominance de jachère sur sol bien drainée ; Mosaique jachère/culture à dominance de jachère dans les bas-fonds ; Mosaique Culture annuelle/jachère avec dominance de culture annelle ; Cacao jeune/Jachère ; Cacao âgé (mature) ; Sol nu/localité ; Hydrographie et Hévéa.

3.2. Evaluation des classifications

L'évaluation de la classification de 1986 à travers une matrice de confusion donne une précision générale de 81.07% et un coefficient kappa de 0.75 (Tableau 1). Celle de 2000 présente une matrice de confusion avec pour

(⁵) : Téléchargées gratuitement sur le site : <https://earthexplorer.usgs.gov>

précision globale de 88.74% et un coefficient kappa de 0.83 (Tableau 2). Enfin la matrice de confusion de 2016 donne une précision globale de 84.82% et également un coefficient kappa de 0.83 (tableau 3).

Table 1 : Matrice de confusion en pourcentage pour l'année 1986

1986	Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
1	Forêt dense	80.54	25.22	0.44	0	0	0	0	0	0	41.7
2	Forêt dégradée	4	66.22	0	0	0	0	0	0	0	16.85
3	Jach-dominant/Culture	0.4	1.34	86.73	0	26.34	0	0	0	0	5.04
4	Jach/Culture/Bas-fond	0	0	0	100	0	0	0.66	0.35	0	5.74
5	Dom. Cult. Ann/Jach.	0	0.39	11.06	0	73.66	5.32	0.99	3.18	0	3.95
6	Cacao jeune/Jachère	0	0	0	0	0	94.3	7.89	0	0	4.86
7	Cacao Agé (Mature)	0	6.83	0	0	0	0.38	90.46	0	0	6.49
8	Sol nu/Localité	0	0	0	0	0	0	0	96.47	0	4.88
9	Hydrographie	15.02	0	1.33	0	0	0	0	0	100	10.46
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Précision globale : 81.07% Coefficient de Kappa : 0.75

En 1986 la quasi-totalité des classes ont été mieux discriminées à l'exception des classes Forêt dégradée (66.22%) et Mosaïque Culture annuelle/jachère avec dominance de culture annelle (73.66%) qui sont les plus faibles précisions cartographiques enregistrées. Elles sont confondues respectivement à la classe Forêt dense 25.22% et Mosaïque jachère/culture à dominance de jachère sur sol bien drainée 26.34%.

Table 2 : Matrice de confusion en pourcentage pour l'année 2000

2000	Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
1	Forêt dense	73.29	0	0	0	0	0	0	0	0.74	10.26
2	Forêt dégradée	14.6	95.86	0	0	0	0	0	0	0	8.05
3	Jach-dominant/Culture	9.63	0	70	0	14.05	0	1.16	0.07	0	3.38
4	Jach/Culture/Bas-fond	0	0	0	92.73	2.48	0	0	7.32	0	6.62
5	Dom. Cult. Ann/Jach	1.86	2.07	30	0	83.47	0	8.14	0.44	0	5.84
6	Cacao jeune/Jachère	0	0	0	0	0	98.11	17.44	0	0	2.9
7	Cacao Agé (Mature)	0	2.07	0	0	0	1.89	73.26	0	0	2.9
8	Sol nu/Localité	0	0	0	7.27	0	0	0	92.09	0	54.09
9	Hydrographie	0	0	0	0	0	0	0	0	99.26	5.84
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Précision globale : 88.74% Coefficient de Kappa : 0.83

En 2000, les plus faibles précisions cartographiques enregistrées sont les classes Forêt dense 73.29%, Mosaïque jachère/culture à dominance de jachère sur sol bien drainée 70% et Cacao âgé 73.26%. Ces classes présentent une confusion respective aux classes Forêt dégradée (14.60%), Mosaïque Culture annuelle/jachère avec dominance de culture annelle (30%) et Mosaïque Dominance Cacao jeune/Jachère (17.44%).

Table 3 : Matrice de confusion en pourcentage pour l'année 2016

2016	Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1	Forêt dense	88.93	0	0	0	0	0	0	0	0	5.59	13.75
2	Forêt dégradée	10.33	48.76	1.77	0.17	0.56	0	1.66	7.49	0	1.66	5.19
3	Jach-domnt/Culture	0	6.47	80.97	0	10.61	0	4.15	3.75	0	0	6.35
4	Jach/Culture/Bas-	0	1.99	0	90.73	13.52	6.2	2.49	3	0	0	17.13
5	Dom. Cult.	0	1.99	3.54	4.64	64.69	1.55	0.41	1.12	2.05	0	3.86
6	Cacao jeune/Jach	0	0	13.72	1.82	5.59	89.15	20.75	0	0	0	5.86
7	Cacao Agé (Mature)	0	11.44	0	2.32	0.56	3.1	68.88	0.37	0	0.62	5.73
8	Hévéa	0.37	26.87	0	0.33	0.56	0	0.83	81.27	0.6	0.41	7.7
9	Sol nu/Localit	0	1.99	0	0	3.91	0	0	2.25	97.35	0	22.29
10	Hydrographie	0.37	0	0	0	0	0	0	0.75	0	91.72	12.07
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Précision globale : 84.82% Coefficient de Kappa : 0.83

En 2016, les classes Forêt dégradée 48.76%, Mosaïque Culture annuelle/jachère avec dominance de culture annelle 64.69% et Cacao âgé 68.88% présentent une faible précision cartographique. Elles se confondent à certaines couches. Il s'agit de la Forêt dégradée qui se confond à l'Hévéa (26.87%) et au Cacao âgé (11.44%).

La Mosaïque Culture annuelle/jachère avec dominance de culture annelle est similaire à la fois à la Mosaïque jachère/culture à dominance de jachère dans les bas-fonds à 13.52% et la Mosaïque jachère/culture à dominance de jachère sur sol bien drainée à 10.61%. Enfin le Cacao âgé est également similaire au Cacao jeune à 20.75%. Différentes grandes classes d'occupation du sol regroupant les sous-classes de même entité phytogéographique citées ont été mises en exergue. Ce sont : **Forêt** (Forêt dense + Forêt dégradée), **Jachère-Culture** (Mosaïque dominance Jachère/Culture + Mosaïque dominance Jachère dans Bas-fond/Culture), **Cacao** (Mosaïque Cacao jeune/Jachère + Cacao âgé), **Sol nu/Localité/ Hydrographie** (Sol nu/Localité + Hydrographie), la **Mosaïque dominance Culture annuelle/Jachère** et la classe **Hévéa**.

3.3. Quantification de la mutation spatiale cacaoyère par la matrice de transition

Le changement des superficies des cultures pérennes par la matrice de transition de 1986 à 2000 est traduit par les tableaux 4 et la figure 2 ci-dessous.

Table 4 : Mutation spatiale du Cacao de 1986 à 2000

Transition superf. en ha 1986-2000		10	20	30	40	50
1986-2000	Superf. en hectare	Forêt	Jach-Cult	Cult-ann/Jach	Cacao	Sol nu-Loc-Hydro
1	Forêt	83 608			16 498.87(19.73%)	
2	Jach-Cult	39 804			7 788.49 (19.57%)	
3	Cult-ann/Jach	60 919			9 497.45 (15.59%)	
4	Cacao	43 699	5 562.85 (12.73%)	6 121.60 (14%)	15 106.33 (34.57%)	11 929.14 (27.3%)
5	Sol nu-Loc-Hydro	14 103			1 262.64 (8.95%)	4 692.05 (10.74%)

De 1986 à 2000, les surfaces des types d'occupation du sol ont subi des changements tant au niveau des superficies que des entités phytogéographiques. En ce qui concerne les surfaces des entités phytogéographiques qui ont été changées en Cacao, il s'agit de Forêt (19.73%), la Mosaïque Dominance Jachère/Culture (19.57%), la Mosaïque Dominance Culture annuelle/Jachère (15.59%) et la Mosaïque Sol nu/Localité/Hydrographie (8.95%). En revanche, des surfaces de parcelles de Cacao ont été reconverties en d'autres types d'occupation du sol. Ce sont : Forêt (12.73%), Mosaïque Dominance Jachère/culture (14%), la Mosaïque Dominance Culture annuelle/Jachère (34.57%), la Mosaïque Sol nu/Localité/Hydrographie (8.95%). Pendant cette période, 27.3% des portions de Cacao sont pratiquement restées stables.

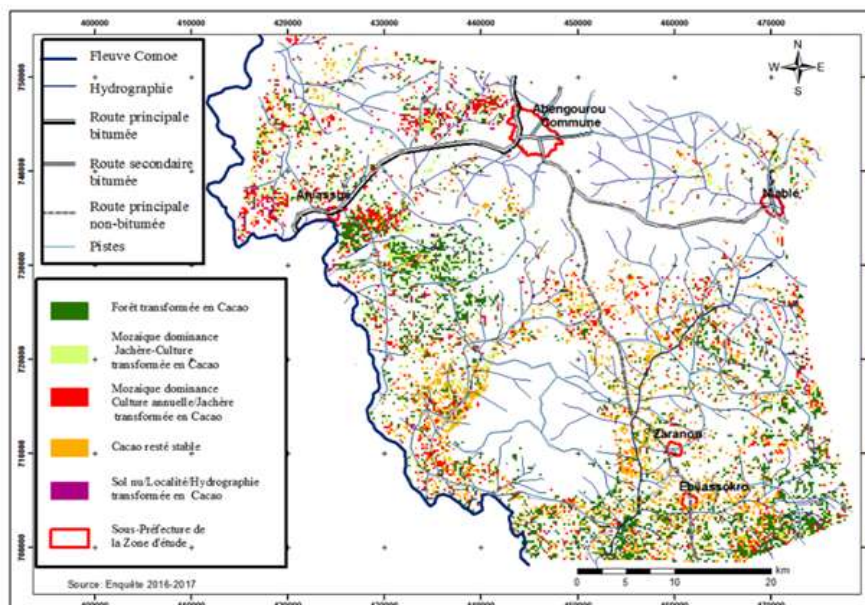


Fig. 2a : Changement des entités phytogéographiques en Cacao de 1986 à 2000

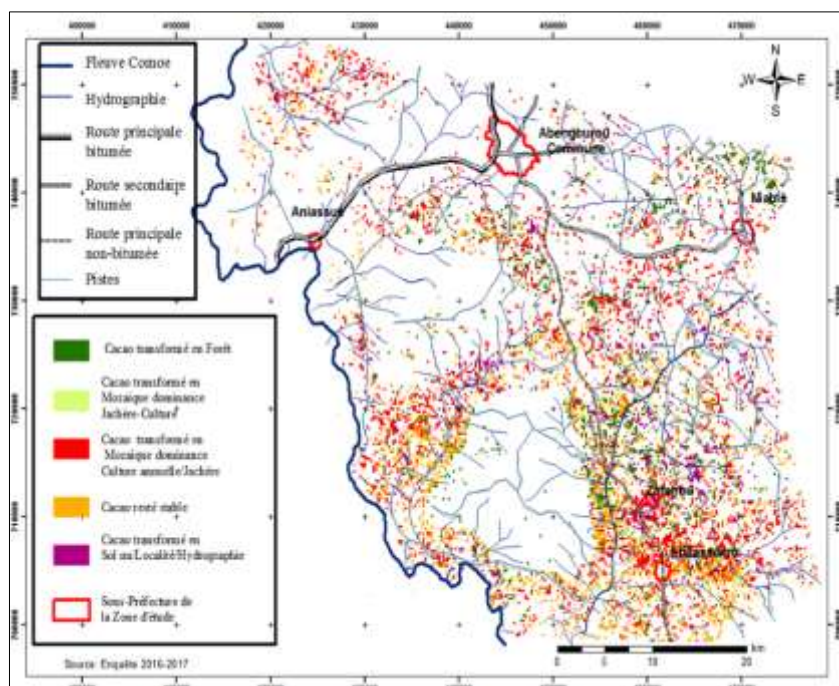


Fig. 2b : Changement du Cacao en entités phytogéographiques de 1986 à 2000

Fig. 2 : Mutation spatiale du Cacao de 1986 à 2000

De 2000 à 2016, il y a eu également des mutations spatiales au niveau des parcelles du Cacao. Elles sont mises en exergue par la matrice de transition à travers la table 5 et la figure 3 ci-dessous.

Table 5 : Mutation du Cacao de 2000 à 2016

Transition superficie. en ha 2000-2016	100	200	300	400	500	600	
2000-2016	Superficie. en hectare	Forêt	Jach-Cult	Cult-ann/Jach	Cacao	Sol nu-Loc-Hydro	Hévéa
10	Forêt				13 956.18 (25.11%)		
20	Jach-Cult	55 572			10 317.78 (27.35%)		
30	Cult-ann/Jach	37 721			18 117.65 (24.11%)		
40	Cacao	75 123	15 3 721.58 (7.82%)	15 754.29 (33.09%)	16 4 061.89 (8.53%)	16 334.34 (34.3%)	5 289 1 872.24 (11.11%)
50	Sol nu-Loc-Hydro	47 616			3 452.28 (12.88%)		
60	Hévéa	26 797					
		0					

Les surfaces des types d'occupation du sol ont également subi des changements de 2000 à 2016. En effet, des portions des types d'occupation ont été transformées en surfaces de Cacao. Ce sont : Forêt 25.11%, Mosaïque dominance Jachère/Culture 27.35%, Mosaïque Dominance Culture annuelle/Jachère 24.11% et Mosaïque Sol nu/Localité/Hydrographie 12.88%. En revanche, des surfaces de parcelles de Cacao ont été reconverties en d'autres types d'occupation du sol. Ce sont : Forêt (7.82%), Mosaïque Dominance Jachère/culture (33.09%), Mosaïque Dominance Culture annuelle/Jachère (8.53%), Mosaïque Sol nu/Localité/Hydrographie (3.93%), Hévéa (11.11%). Toutefois, 34.3% des portions de Cacao sont restées stables.

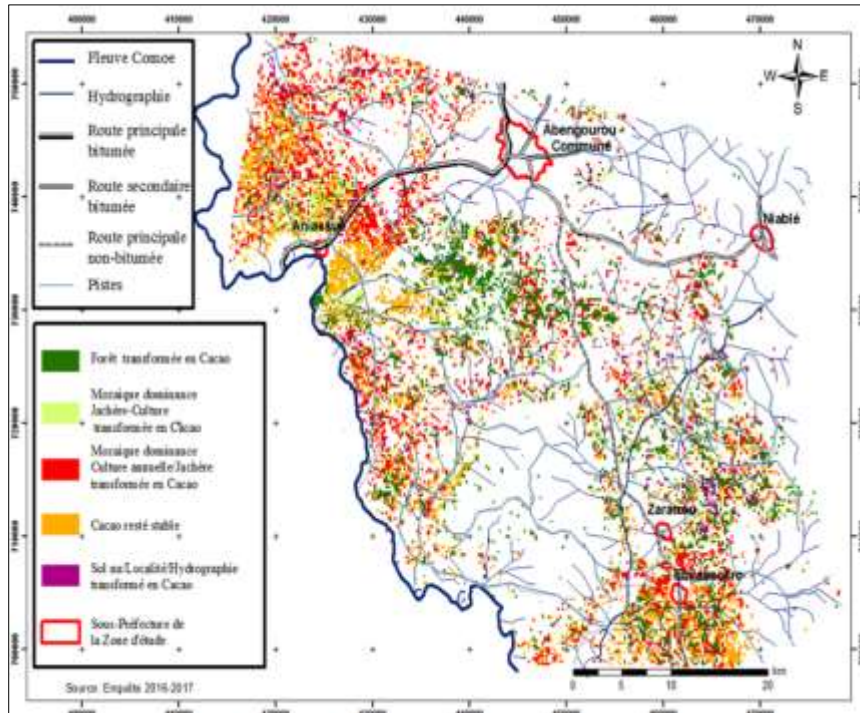


Fig. 3a : Changement des entités phytogéographiques en Cacao de 2000 en 2016

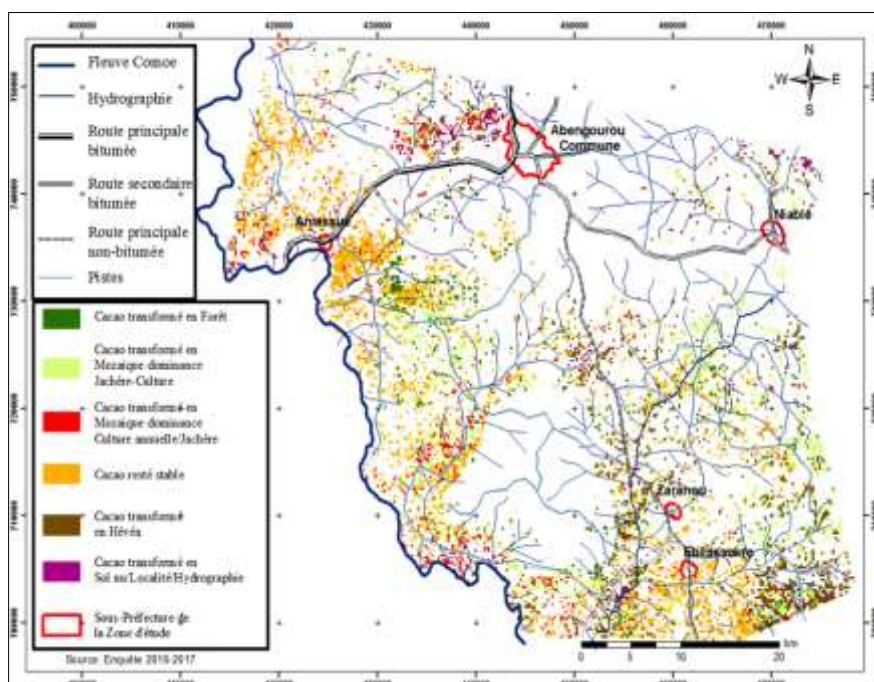


Fig. 3b : Changement du Cacao en entités phytogéographiques de 2000 à 2016
 Fig. 3 : Mutation spatiale du Cacao de 2000 à 2016

En somme, de 1986 à 2016 la mutation spatiale du Cacao se présente comme suit à travers le tableau 6 et la figure 4 ci-dessous.

Table 6 : Mutation spatiale du Cacao de 1986 à 2016

Transition superficie en ha 1986-2016		100	200	300	400	500	600
1986-2016	Superf en ha	Forêt	Jach-Cult	Cult-ann/Jach	Cacao	Sol nu-Loc-Hydro	Hévéa
1 Forêt	83 608				24586.53 (29.41%)		
2 Jach-Cult	39 804				9374.07 (23.55%)		
3 Cult-ann/Jach	60 919				13270.35 (21.78%)		
4 Cacao	43 699	3783.05 (8.66%)	13254.62 (30.33%)	4439.38 (10.16%)	13540.31 (30.98%)	3288.53 (7.52%)	4977.56 (11.39%)
5 Sol nu-Loc-Hydro	14 103				1378.98 (9.78%)		

De 1986 à 2016, les mutations spatiales se sont opérées sur l'espace d'étude. En effet, des portions des types d'occupation ont été reconverties en surfaces de Cacao. Ce sont : Forêt 29.41%, Mosaïque Dominance Jachère/Culture 23.55%, Mosaïque Dominance Culture annuelle/Jachère 21.78% et Mosaïque Sol nu/Localité/Hydrographie 9.78%. Inversement, des surfaces de parcelles de Cacao ont été mutées en d'autres types d'occupation du sol. Ce sont : Forêt (8.66%), Mosaïque Dominance Jachère/culture (30.33%), Mosaïque Dominance Culture annuelle/Jachère (10.16%), Mosaïque Sol nu/Localité/Hydrographie (7.52%), Hévéa (11.39%). Alors que 30.98% des portions de Cacao sont restées stables.

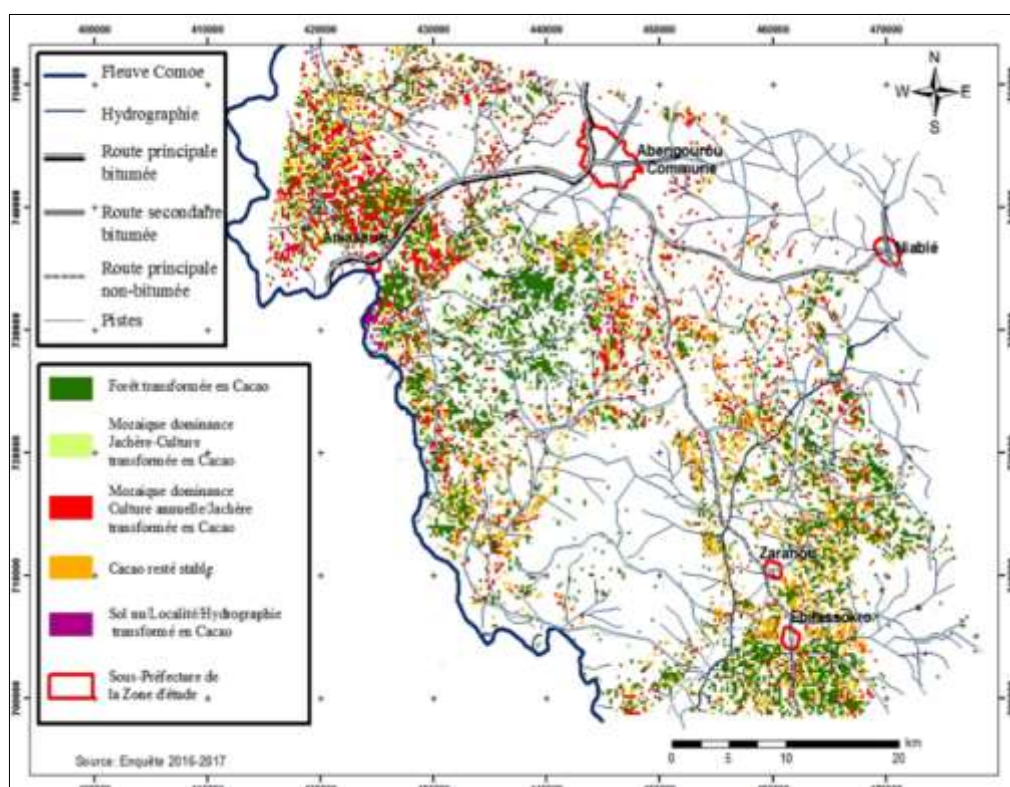


Fig. 4a : Changement des entités phytogéographiques en Cacao de 1986 à 2016

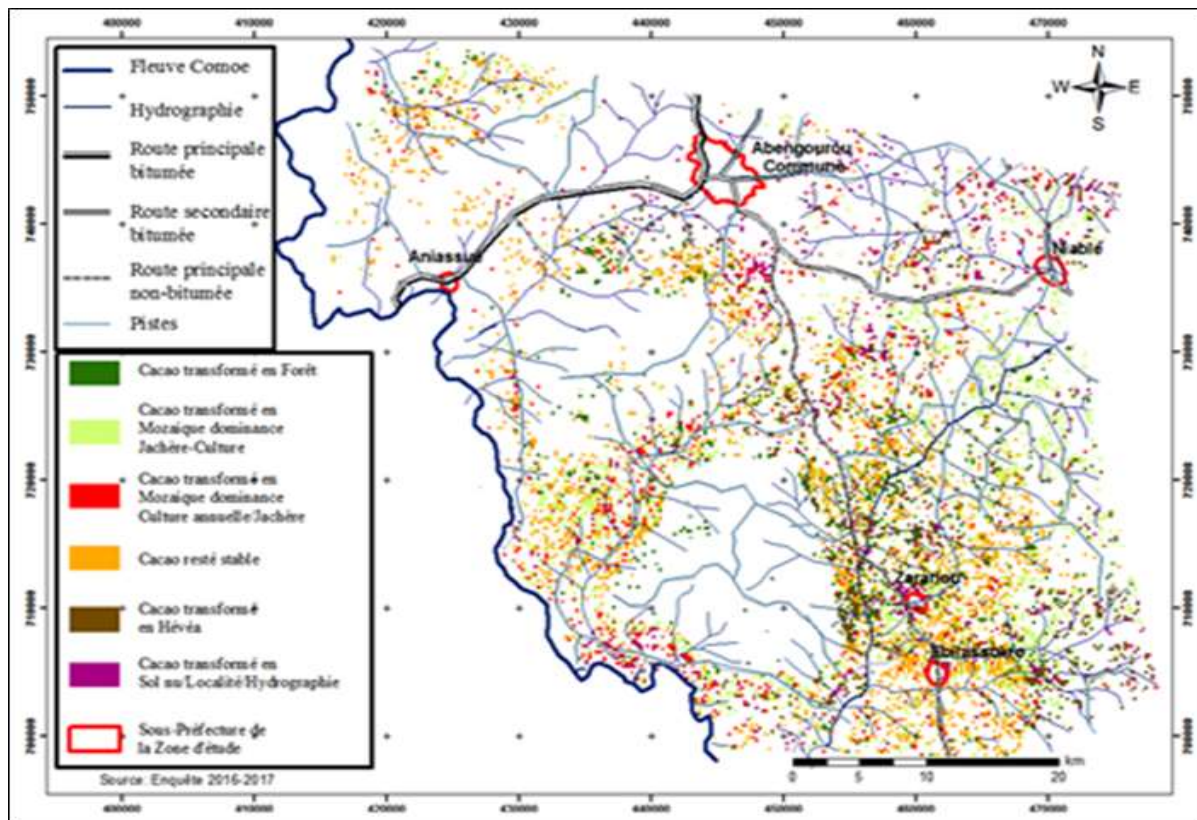


Fig. 4b : Changement du Cacao en entités phytogéographiques de 1986 à 2016

Fig. 4 : Mutation spatiale du Cacao de 1986 à 2016

3.4. Quantification de la mutation spatiale hévéicole par la matrice de transition

En ce qui concerne la culture de l'Hévéa, elle fait suite à la reconversion des entités phytogéographiques présentes sur l'espace d'étude. Ainsi de 1986 à 2016, les différents changements opérés sont révélés à travers les tableaux 7, 8 et figures 5 et 6.

Table 7 : Mutation spatiale du l'Hévéa de 1986 à 2016

Transition superficie en ha 1986-2016		100	200	300	400	500	
	Superficie en hectare	Forêt	Jach-Cult	Cult-ann/Jach	Cacao	Sol nu- Loc-Hydro	Hévéa
1	Forêt						6132 (7.33%)
2	Jach-Cult						3 703 (9.3%)
3	Cult-ann/Jach						8000 (13.13%)
4	Cacao	3 783 (8.66%)	13 255 (30.33%)	4 439 (10.16%)	13 540 (30.98%)	3 289 (7.52%)	4 978 (11.39%)
5	Sol nu- Loc-Hydro						940 (6.66%)
6	Hévéa						0

A l'analyse du tableau, il ressort que de 1986 à 2016, la quasi-totalité des types d'occupation du sol présents sur l'espace d'étude a subi des reconversions en faveur de la culture d'hévéa. En effet, 7.33% de la surface de Forêt est reconvertie en Hévéa. Aussi, 9.3% de la surface de Mosaïque Jachère/culture à dominance Jachère et 13.13% de la superficie de Mosaïque Culture annuelle/Jachère à dominance Culture annuelle sont transformées en surface d'Hévéa. Pour finir l'analyse révèle qu'il en est de même pour 11.39% de portion de Cacao et 6.66% de la surface de Sol nu/Localité/Hydrographie.

Il convient de souligner que les portions de la superficie de Mosaïque Culture annuelle/Jachère à dominance Culture annuelle (13.13%) et de Cacao (11.39%) constituent les entités phytogéographiques qui ont été les cultures les plus reconverties en portions d'Hévéa.

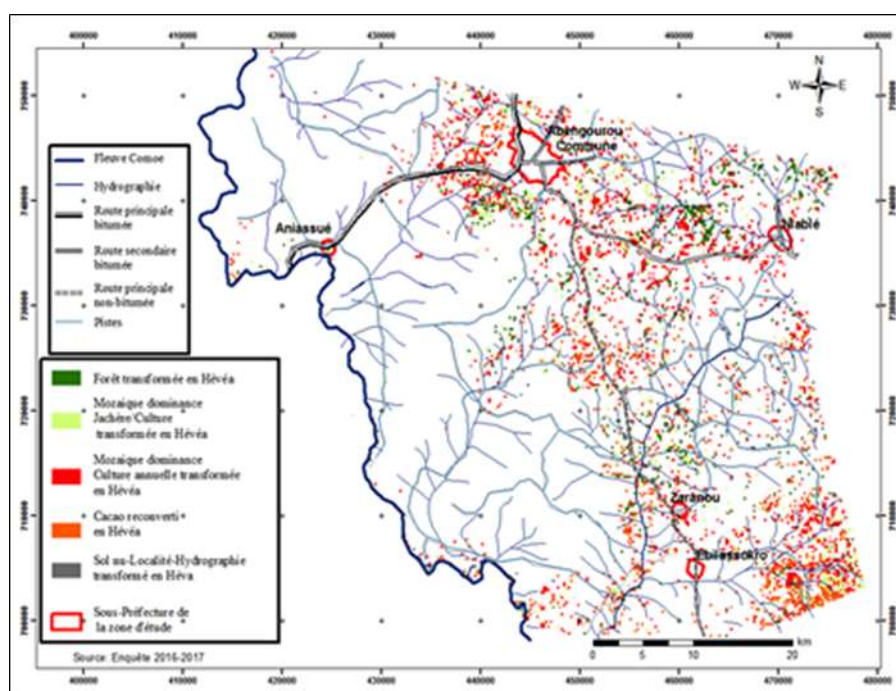


Fig. 5 : Changements des entités phytogéographiques en Culture d'Hévéa de 1986 à 2016

Table 8 : Mutation spatiale de la culture de l'Hévéa de 2000 à 2016

Transition	superf. en ha	2000-2016	100	200	300	400	500	Hévéa
		Superf. en hectare	Forêt	Jach-Cult	Cult-ann/Jach	Cacao	Sol nu- Loc-Hydro	
10	Forêt	55 572						2 950 (5.31%)
20	Jach-Cult	37 721						3 937 (10.44%)
30	Cult-ann/Jach	75 123						9 500 (12.65%)
40	Cacao	47 616	3 722 (7.82%)	16 160 (33.94%)	4 062 (8.53%)	16 334 (34.30%)	1 873 (3.93%)	5 465 (11.48%)
50	Sol nu- Loc-Hydro	26 797						2 129 (7.94%)
60	Hévéa							

Le tableau indique que de 2000 à 2016, les différents types d'occupation présents sur l'espace d'étude ont également subi des mutations en faveur de la culture d'Hévéa. Il s'agit de 5.31% portion de Forêt qui est reconvertie en parcelle d'Hévéa. Il y a aussi 10.44% de surface de Mosaïque Jachère/Culture à dominance Jachère, 12.65% de Mosaïque Culture annuelle/Jachère à dominance Culture annuelle, 11.48% de surface de Cacao et 7.94% de Sol nu/Localité/hydrographie.

Cependant les portions de Mosaïque Culture annuelle/Jachère à dominance Culture annuelle 12.65% et Cacao 11.48% constituent les types d'occupation les plus reconverties en culture d'Hévéa.

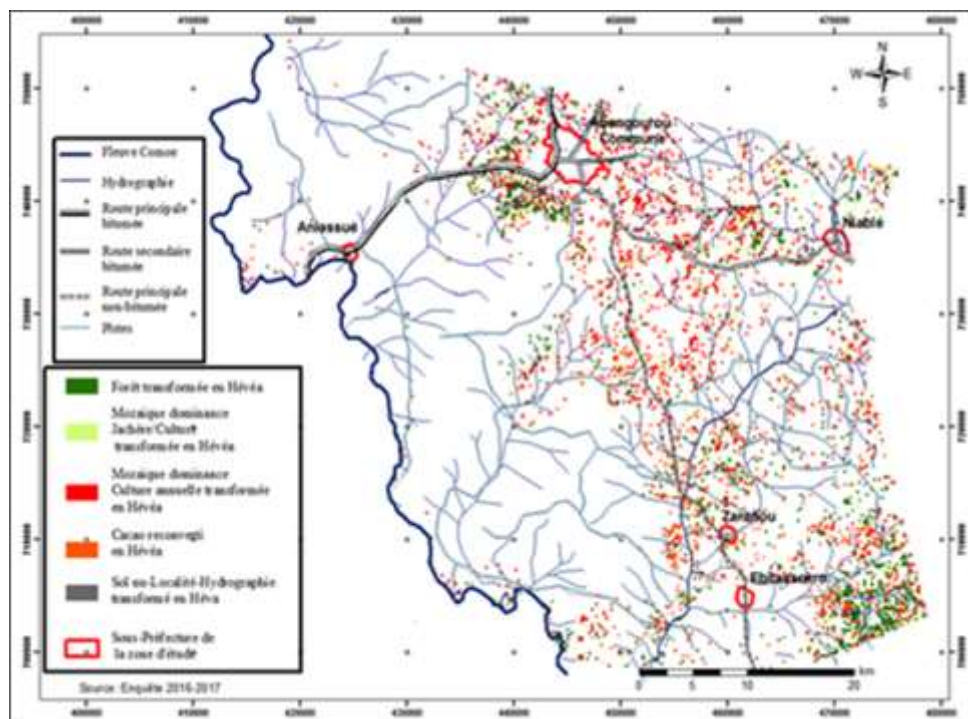


Fig. 6 : Changements des entités phytogéographiques en Culture d'Hévéa de 2000 à 2016

La mutation des cultures cacaoyères en culture hévéicole est due à l'abandon des plantations cacaoyères pendant une certaine période. En effet l'appauvrissement des sols, la non-stabilité des coûts des produits cacaoyers, le vieillissement des vergers cacaoyers, les aléas climatiques et les mauvaises pratiques culturales sont les facteurs de l'abandon des parcelles cacaoyères.

Les plantations basées sur un modèle de production qualifié de rente forestière et installées après une défriche de forêt primaire ou secondaire sont abandonnées avec le vieillissement des vergers. Plutôt que de tenter de replanter, les agriculteurs gardent la vieille plantation en état et partent en créer une autre un peu plus loin compte tenu du surcroît de travail et du surcoût en intrants qu'impliquent la replantation [5].

Dans la même veine pour [17], les surfaces cacaoyères tendent à diminuer à cause des abandons et de la reconversion de certaines vieilles plantations cacaoyères en plantations d'autres cultures pérennes (palmier à huile, hévéa) face aux difficultés de replantation.

De plus en plus, la culture de l'hévéa apparaît comme un effet de mode dans les habitudes agricoles en Côte d'Ivoire. Du haut cadre au citoyen moyen, tout le monde s'active à investir dans de vastes projets de création de champ d'hévéa. Cette ruée vers cette culture de rente s'explique par les signes d'aisance affichés par les premiers producteurs de cette culture de rente. Selon M. Alphonse Koua, responsable de la Société de plantations de Côte d'Ivoire (SPLCI), l'investissement dans l'hévéa attire surtout parce qu'il est plus rentable que le Cacao.

IV. Conclusion

A l'instar de la Côte d'Ivoire, l'espace forestier d'Abengourou est en prise de pression. L'exploitation agricole constitue à n'en point douter un facteur important. Le recours à la Télédétection et aux SIG ont permis non seulement d'évaluer le niveau d'évolution des différents types d'occupation du sol de la zone d'étude de 1986 à 2016, mais surtout de déterminer les mutations agricoles qui opérées au niveau des cultures pérennes que sont le cacao et l'hévéa. Cela n'est pas sans conséquences non seulement sur les ressources naturelles existantes et la population actrice. Il convient donc d'établir un modèle agricole pour une meilleure gestion de l'espace cultivable, vu les changements d'affectation des terres induits par les deux cultures principales que sont le cacao et l'hévéa.

Remerciements

Nous adressons nos remerciements aux Professeurs KOUAME Koffi Fernand, Ex-Directeur du CURAT (Université Félix Houphouët Boigny Côte-d'Ivoire Abidjan-Cocody) et Vice-Président de l'Université Virtuelle (Côte-d'Ivoire Abidjan-Cocody), KOFFI Brou Emile (Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire Bouaké) et aux Docteurs KOUAME Kan Jean, actuel Directeur du CURAT et DIBI N'Da Hyppolite (CURAT), qui nous ont consenti du temps, prodiguer des conseils et guider nos pas pour la réussite de cette étude. Nous n'oublions pas également tous ceux qui de près ou de loin nous ont apporté leur soutien dans l'achèvement de ce travail.

Références

- [1]. **A. A Assiri, E. A. Kacou, F.A. Assi, K.S. Ekra, K. F. Dji, J. Y. Couloud & A. R. Yapo, 2012.** Rentabilité économique des techniques de réhabilitation et de replantation des vieux vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao L.*) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*. **14 (2): 1939 - 1951.**
- [2]. **Anonyme, 2006.** Table ronde sur les produits de base à Yaoundé. Cameroun du 18 au 21 septembre 2006: Les produits de base agricoles en Côte d'Ivoire. Ministère de l'Agriculture 32p.
- [3]. **INS, 2014.** Résultats Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Mémoire ORSTOM. n° 50. Paris. 391 pages.
- [4]. **[4] A. A. Assiri, G. R. Yoro, O. Deheuvels, B. I. Kebe, Z. J. Keli, A. Adiko & A. Assa, 2009.** Les caractéristiques agronomiques des vergers de cacaoyer (*Theobroma cacao L.*) en Côte d'Ivoire, *Journal of Animal & Plant Sciences*. **2 (1): 55 - 66.**
- [5]. **F. O. Ruf, 1991.** Les crises cacaoyères. La malédiction des âges d'or? *Cahiers d'étude africaine*. 31 (121-122): 83 - 134.
- [6]. **K. N'Goran, 1998.** Réflexions sur un système de production durable du cacaoyer: Cas de la Côte d'Ivoire. Afrique. In Conférence Internationale sur la production durable du cacao. 30 Mars au 21 avril 1998, Panama, Smithsonian Institution, Washington, DC, USA, 8 p.
- [7]. **F. O. Ruf & G. Schroth, 2004.** Chocolate Forests and Monocultures: A Historical Review of Cocoa Growing and Its Conflicting Role in Tropical Deforestation and Forest Conservation. In *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, Island Press, 1718 Connecticut Avenue, N.W., Suite 300, Washington, DC (USA), pp 107-134.
- [8]. **J. Oszward, 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, France, 304 p.
- [9]. **L. Eldin, 1971.** Le Climat. In J. M. Avenard (éd.) *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*.
- [10]. **S. Traoré, 1999.** Monographie hydrologique du Bassin Versant de la Comoé à sa confluence avec la Léraba. Rapport Ministère de l'Environnement et de l'Eau, Ouagadougou, Burkina Faso, p. 336
- [11]. **CIRCONSCRIPTION FINANCIERE D'ABENGOUROU, 2011** http://www.tresor.gov.ci/dgtcp/circonscription_financiere_fiche-technique-descirconscriptions-financieres/item/Décembre 2016 sur Institut National de la Statistique: http://www.ins.ci/n/
- [12]. **M. Koné, 2004.** Étude de la variabilité de la couverture ligneuse en milieu de savane à partir de l'imagerie satellitaire à haute résolution Cas du Nord de la Côte d'Ivoire (Région de Korhogo), Thèse de doctorat de 3e Cycle, Université de Cocody, UFR Biosciences, Abidjan, 135 p.
- [13]. **C. Chatelain, 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 Doctorat ès-Science, Faculté des Sciences, Université de Genève, Suisse, 206 p.
- [14]. **G. Skupinski, D. Binhtran, C. Weber, 2009 :** Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain: le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin. France). *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne]. Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, article 439, mis en ligne le 12 mars 2009, consulté le 28 juin 2016. <http://cybergeo.revues.org/21995> ; DOI : 10.4000/cybergeo
- [15]. **G. M. Foody, 2002.** Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote Sensing of Environment*, 80: 185-201.
- [16]. **R. Schlaepfer, 2002.** Analyse de la dynamique du paysage. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne, Suisse, 10 pp.
- [17]. **P. Aguilar, D. Paulin, Y. Keho, G. N'Kamleu, A. Raillard, O. Deheuvels, P. Petithuguenin & J. Gockowski, 2003.** L'évolution des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire entre 1995 et 2002. Actes de la 14e conférence internationale sur la recherche cacaoyère. 18-2 octobre 2003, Accra, Ghana, pp 1167 - 1175.