

# Apport de la géomatique à la discrimination des agroforêts à base de cacao dans la nouvelle boucle du cacao: Cas de la Sous-préfecture de Dakpadou au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.

TOTO Zahui Marc, HAUHOUOT Célestin<sup>1</sup>, DIBI N'da Hyppolite<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT)/Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire)

Auteur Correspondant : TOTO Zahui Marc

---

**RESUME:** En Côte d'Ivoire, la cacaoculture a représenté 38% des facteurs directs de la déforestation et de la dégradation des terres entre 1990 et 2015. Ce constat de déforestation dû à l'agriculture a conduit l'État ivoirien à adhérer au mécanisme REDD+. L'un des objectifs de la politique REDD+ en Côte d'Ivoire vise une transition vers une agriculture zéro déforestation en vue de reconstituer le couvert forestier avec un objectif de 20% du territoire national l'horizon 2040. Cette étude vise d'une part à caractériser les agroforêts à base de cacao à l'aide des images Landsat et Sentinel-2 en vue de contribuer à la mise en œuvre de la politique de la REDD+ en Côte d'Ivoire et d'autre part à évaluer la dynamique de la déforestation et les mutations agricoles entre 1986 et 2017. Des relevés de 854 parcelles de cacao ont été réalisés accompagnés d'un dispositif de 100 placettes de 20\*20 m afin d'approcher les agroforêts à base de cacao de manière quantitative. L'exploitation conjointe de la résolution spatiale et spectrale des images SENTINEL-2 (10 m) combinées aux relevées de terrain ont conduit à l'élaboration d'une cartographie détaillée des différents agroforêts à base de cacao, à savoir (cacao plein soleil, cacao semi couvert et cacao sous-bois). Les résultats révèlent également que de 1986 à 2017, le taux de couverture des forêts denses à l'échelle de la sous-préfecture de Dakpadou est passé de 39,83% à 6,70%.

**MOTS-CLES** - Côte d'Ivoire, Agroforêt, Cacao, SIG, Télédétection

---

Date of Submission: 05-09-2021

Date of Acceptance: 15-09-2021

---

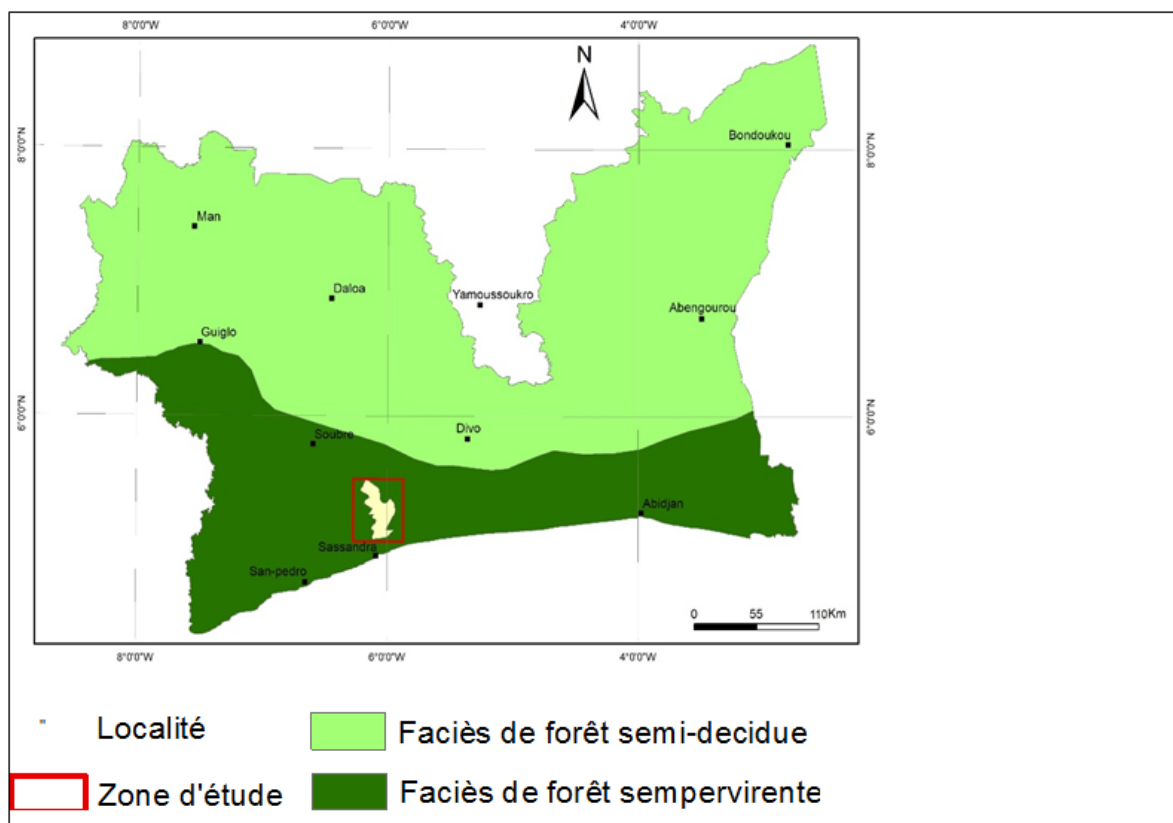
## I. INTRODUCTION

Selon Food and Agriculture Organization l'offre mondiale de la production du cacao est concentrée en Afrique de l'Ouest avec une part de 70 % [1]. En 2014, les exportations de cacao ont dépassé les 1,7 millions de tonnes, plaçant ainsi la Côte-d'Ivoire au 1<sup>er</sup> rang des producteurs mondiaux [2]. Ce produit compte encore aujourd'hui pour environ 1/3 des recettes d'exportations et plus de 10% des recettes fiscales. Cette activité procure des revenus directement et indirectement à près de 5 millions de personnes, principalement dans les zones de production concentrées au sud du pays [3]. Cependant la filière du cacao est perçue en Côte-d'Ivoire comme une source de tragédie écologique. En effet, sur la période de 1990 à 2015 la cacaoculture a représenté 38 % des facteurs directs de la déforestation et de la dégradation des terres [2].

Cependant, les perspectives de développement agricole couplées au constat de dégradation continue des forêts ivoiriennes ont conduit la Côte d'Ivoire à adhérer aux mécanismes REDD+ (Réduction des Émissions de gaz à effet de serre issues de la Déforestation et de la Dégradation des forêts). L'un des objectifs de la mise en place dudit mécanisme entend effectuer une transition vers une agriculture zéro déforestation et de reconstituer le couvert forestier avec un objectif de 20 % du territoire national afin de soutenir conjointement le développement agricole et le développement du secteur forestier [4]. Ainsi, les transformations profondes induites par la REDD+ nécessitent un système de surveillance et de suivi, d'évaluation, de notification et de vérification à différents niveaux [5]. L'étude des systèmes agroforêts à base de cacao s'avère donc fondamentale, notamment pour le captage du niveau de dégradation des forêts en vue de leur gestion et de leur protection.

L'étude vise à discriminer les agroforêts à base de cacao en vue de mettre en place un système de suivi et de surveillance des forêts ivoiriennes à travers les outils de la télédétection et des SIG afin d'aboutir à un développement durable intégré

La sous-préfecture de Dakpadou est située au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire (Figure 1). Elle appartient à la région du Gboklé. La région du Gboklé est située dans le secteur ombrophile du domaine guinéen. Elle renferme trois types de formation végétale, la forêt dense de type humide et sempervirente, la forêt dense semi-décidue et les forêts annexes telles que les mangroves. Le climat est de type tropical humide avec une température moyenne annuelle de 27°C. Avec une quantité d'eau annuelle de 1393,4 mm en 2016, pour 130 journées de pluies, la région du Gboklé est caractérisée par l'existence de deux saisons sèches et deux saisons de pluies. Au plan topographique, le relief comporte un ensemble de bas plateaux et de cordon littoral incliné du Nord au Sud en direction de la mer. Ce relief repose sur deux (2) grands types de sols qui restent largement dominés par les sols ferrallitiques moyennement lessivés. Ces différentes potentialités naturelles font de la région du Gboklé, un important foyer d'immigration après le déclin de la première boucle du café et du cacao qui était au centre-est et l'est de la Côte d'Ivoire.



**Fig. 1: Présentation de la zone d'étude**

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Matériel et Données utilisées

#### 2.1.1. Données

L'élaboration de cette étude a nécessité l'utilisation des images satellitaires et des données de terrains. Les données satellitaires sont constituées d'images Landsat TM5, ETM+, OLI datant respectivement du 06 janvier 1986, du 10 Janvier 2004, du 23 Décembre 2017 avec une résolution spatiale de 30 m. et d'une image Sentinel-2B datant du 29 Décembre 2018 avec une résolution spatiale de 10 m. Quant aux données de terrains, elles sont constituées principalement des fichiers vecteurs (polygones) de 854 plantations cacaoyères prélevés en 2018 à l'aide d'un GPS et reparties sur l'ensemble de la zone d'étude.

#### 2.1.2 Matériel

Le matériel de terrain est composé de deux (2) rubans de 40 m pour délimiter les placettes et d'un GPS "Garmin 64s" (global system position) pour l'enregistrement des coordonnées des parcelles. Le matériel informatique est constitué de logiciels tels qu'Envi Classic pour le traitement des images satellitaires et Qgis 2.18 pour les différentes analyses d'occupation du sol et les restitutions cartographiques.

## **2.2 Méthode**

L'approche méthodologique adoptée pour la réalisation de la dynamique des agroforêts à base de cacao dans la Sous-préfecture de Dakpadou s'est basée essentiellement sur l'exploitation des compositions colorées issues des images Landsat et Sentinel-2B. En effet, intégration de données annexes (les shapés de plantations cacaoyères, les localités, les routes, le réseau hydrographique et les limites artificielles) aux différentes compositions colorées 8A/11/4, ACP2/ACP1/ACP3 de l'image sentinel-2B et les visites de terrain ont permis de faciliter l'interprétation visuelle des différents types agroforêts à base de cacao. Ainsi, nous avons identifié et délimité avec cent (100) placettes de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) des parcelles caractérisant les agroforêts à base de cacao. L'analyse de ces données ont permis de séparer les classes de cacao qui ont des signatures spectrales très proche afin de réaliser leur dynamique ente 1986 et 2017.

### **2.2 Étude la dynamique des agroforêts à base de cacao à l'échelle de la zone d'étude**

L'étude de la dynamique des agroforêts a base s'est déroulée en plusieurs étapes : (i) Le prétraitement des images, (ii) Le calcul des indices, (iii) Amélioration d'image et extraction d'informations sur l'occupation du sol, (iv) La collecte des données de terrain pour la validation (v) la classification des images et validation des résultats et (vi) L'analyse spatiale des mutations des agroforêts par la matrice de transition

#### **2.2.1 Le prétraitement des images**

Le prétraitement des images regroupe l'ensemble des opérations effectuées sur une image pour restituer aussi fidèlement que possible le signal d'origine. Il a pour objectif de corriger les déformations géométriques et radiométriques des plates-formes, des capteurs spécifiques, afin d'améliorer la lisibilité des images [6]

#### **2.2.2 Le calcul des indices**

Les indices de végétation sont des rapports entre les bandes du visible, du proche et du moyen infrarouge [7]. Ainsi les indices tels que l'indice de végétation normalisé (NDVI), indice de Brillance des sols (BI) et indice d'humidité (WI) ont permis d'identifier sur l'image satellitaire, les grandes formations végétales (forêts, les agroforêts à base de cacao et les autres cultures de rentes.

#### **2.2.3 Amélioration d'image et extraction d'informations sur l'occupation du sol**

Pour déterminer les classes détaillées, les compositions colorées ACP2/ACP1/ACP3 (rehaussé 'Equalization') et 8A-11-4 ont été retenues pour l'image Sentinel-2 B. En appliquant sur toute l'image le masque végétation, l'extraction de 9 classes a été possible. Quant à l'image Landsat TM, ETM+ et OLI, ce sont les compositions ACP2/ACP1/ACP3 rehaussé 'Equalization', OLI 6-4-3 (rehaussée à 2%) qui se sont avérées aptes pour la discrimination des classes détaillées (sous classes).

#### **2.2.4 La collecte des données de terrain pour la validation**

L'étape de la collecte a consisté à effectuer des levées de 854 parcelles de cacao à l'aide d'un GPS répartie sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces levées de parcelles ont été accompagnées par un dispositif de 100 placettes de 20\*20 m pour décrire l'état de surface de ces plantations cacaoyères. Un jeu de relevés GPS d'environ 200 points caractérisant chacun une unité d'occupation du sol a été également réalisé. Ces unités d'occupations du sol sont les suivants: forêt, bas-fonds, cours d'eau, localité sol nu, autres cultures de rentes, cultures/jachères

#### **2.2.5 La classification et la validation des résultats**

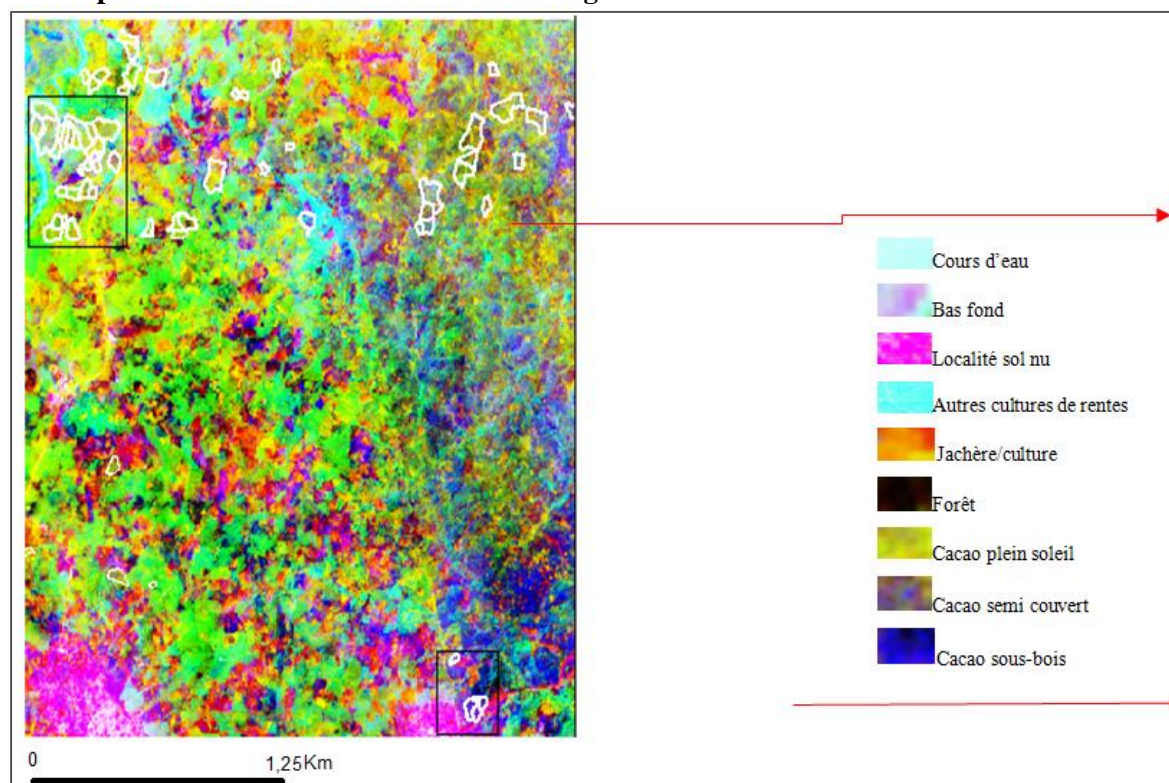
La classification des images sentinel-2B de l'année 2018 a été réalisé l'algorithme de classification (Maximum Likelihood). Elle s'est appuyée essentiellement sur les coordonnées du dispositif des 100 placettes pour catégoriser les sous classes des agroforêts à base de cacao et sur 200 points GPS appartenant aux autres classes d'occupation de sol. Quant aux images historiques de 2017, 2004 et 1986, les unités d'occupation du sol resté invariant dans le temps ont servi de repère. Les images classifiées converties en vecteurs, ont été exportées dans QGIS pour validation et analyse statistique descriptive. La validation, réalisée à la fois de façon thématique et statistique, a consisté à vérifier et à évaluer les précisions (globale et le Kappa) des classifications.

#### **2.2.6 L'analyse spatiale des mutations des agroforêts à base de cacao par la matrice de transition**

La matrice de transition est le résultat d'une addition d'images entre deux dates. Cette opération a été réalisée à partir de l'option «MapAlgebra» intégrée dans la boîte à outils du logiciel «Arcgis». L'analyse des informations issues de ces différentes matrices s'est avérée importante pour comprendre la dynamique des agroforets à base de cacao et l'impact des pressions anthropiques sur les ressources naturelles en occurrence la forêt.

### III. RESULTAT ET DISCUSSION

#### 3.1 Composition colorée et discrimination des agroforêt a base de cacao



**Fig. 2 : Composition colorée réalisée à partir des bandes ACP2/ACP1/ACP3 sur l'image sentinel-2 de 2018 intégrée aux shapes des plantations cacaoyères**

La composition colorée ACP2/ACP1/ACP3 rehaussé à 'Equalization' de l'image Sentinel-2B a permis de faire une meilleure discrimination avec neuf (9) types d'occupation du sol (Figure 2). Cette composition a servi d'élément de base aux missions de terrain pour la description des différentes formations végétales. Ainsi, sur cette composition le cacao sous-bois est caractérisé par la coloration bleu foncé, le cacao semi couvert par une mosaïque de violet et vert citron, le cacao plein soleil est représenté par vert citron. On note que les forêts (ilots de forêt dégradée et les forêts galeries) sont spectralement confondues et apparaissent dans une coloration rouge sombre.

#### 3.2 Évaluation des classifications des images 2018, 2017, 2004 et 1986

Les tableaux 1, 2, 3 et 4 présentent les matrices de confusion issues des différentes classifications. Les précisions globales sont bonnes et varient de 85,04 à 87,38%. Les résultats obtenus mettent en exergue les confusions notamment entre les forêts dégradées, les bas-fonds, les autres cultures de rentes, le cacao plein soleil et le cacao sous-bois. Ces confusions se justifient par la complexité paysagère et la forte hétérogénéité des objets biogéographiques [8].

**Tableau 1 : Matrice de confusion en pourcentage de l'image Sentinel-2B 2018**

Classe	Cours d'eau	Bas fond	Localité Sol nu	Culture jachère	Autres cultures de rente	Forêt	Cacao plein soleil	Cacao Semi couvert	Cacao sous-bois
<b>Cours d'eau</b>	91,25	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bas fond</b>	4,58	88,46	2,66	0	0	0	0	0	0
<b>Localité Sol nu</b>	4,17	0	87,83	0	0	0	0	0	0
<b>Culture jachère</b>	0	0	6,46	88,24	0	0	0	23,53	0
<b>Autres cultures de rente</b>	0	0	0	0	100	3,33	0	0	0

<b>Forêt</b>	0	0	0	0	0	<b>96,67</b>	0	0	0
<b>Cacao plein soleil</b>	0	11,54	0	0	0	0	<b>73,08</b>	11,76	31,25
<b>Cacao Semi couvert</b>	0	0	2,66	1,47	0	0	23,08	<b>52,94</b>	0
<b>Cacao sous-bois</b>	0	0	0,38	10,29	0	0	3,84	11,76	<b>68,75</b>
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Précision globale = 85.04 % Kappa Coefficient = 0.80**

**Table 2 : Matrice de confusion en pourcentage de l'image OLI 2017**

Classe	Cours d'eau	Bas fond	Localité Sol nu	Culture jachère	Autres cultures de rente	Forêt	Cacao plein soleil	Cacao sous-bois
<b>Cours d'eau</b>	<b>88,75</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bas fond</b>	0	<b>77,98</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Localité Sol nu</b>	1,25	0	<b>100</b>	4,29	0	0	0	0
<b>Culture jachère</b>	0	7,0	0	<b>84,29</b>	0	0	4,35	0
<b>Autres cultures de rente</b>	1,25	0	0	0	<b>85,71</b>	6,22	0	0
<b>Forêt</b>	1,25	15,02	0	0	14,29	<b>81,51</b>	0	0
<b>Cacao plein soleil</b>	7,50	0	0	11,43	0	0	<b>65,22</b>	9,09
<b>Cacao sous-bois</b>	0	0	0	0	0	12,27	30,43	<b>90,91</b>
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

**Précision globale = 89.69 % Kappa Coefficient = 0.88**

**Table 3 : Matrice de confusion en pourcentage de l'image Landsat ETM+ 2004**

Classe	Cours d'eau	Bas fond	Localité Sol nu	Culture jachère	Autres cultures de rente	Forêt	Cacao plein soleil	Cacao sous-bois
<b>Cours d'eau</b>	<b>94,67</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bas fond</b>	0	<b>77,98</b>	6	0	0	0	0	0
<b>Localité Sol nu</b>	0	0	<b>94</b>	4,20	0	0	0	0
<b>Culture jachère</b>	0	7,0	0	<b>89,20</b>	0	0	0	0
<b>Autres cultures de rente</b>	0	0	0	0	<b>85,71</b>	6,22	0	20
<b>Forêt</b>	5,33	15,02	0	0	14,29	<b>81,51</b>	0	0
<b>Cacao plein soleil</b>	0	0	0	6,6	0	0	<b>71,23</b>	12,73
<b>Cacao sous-bois</b>	0	0	0	0	0	12,27	21,92	<b>63,64</b>
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

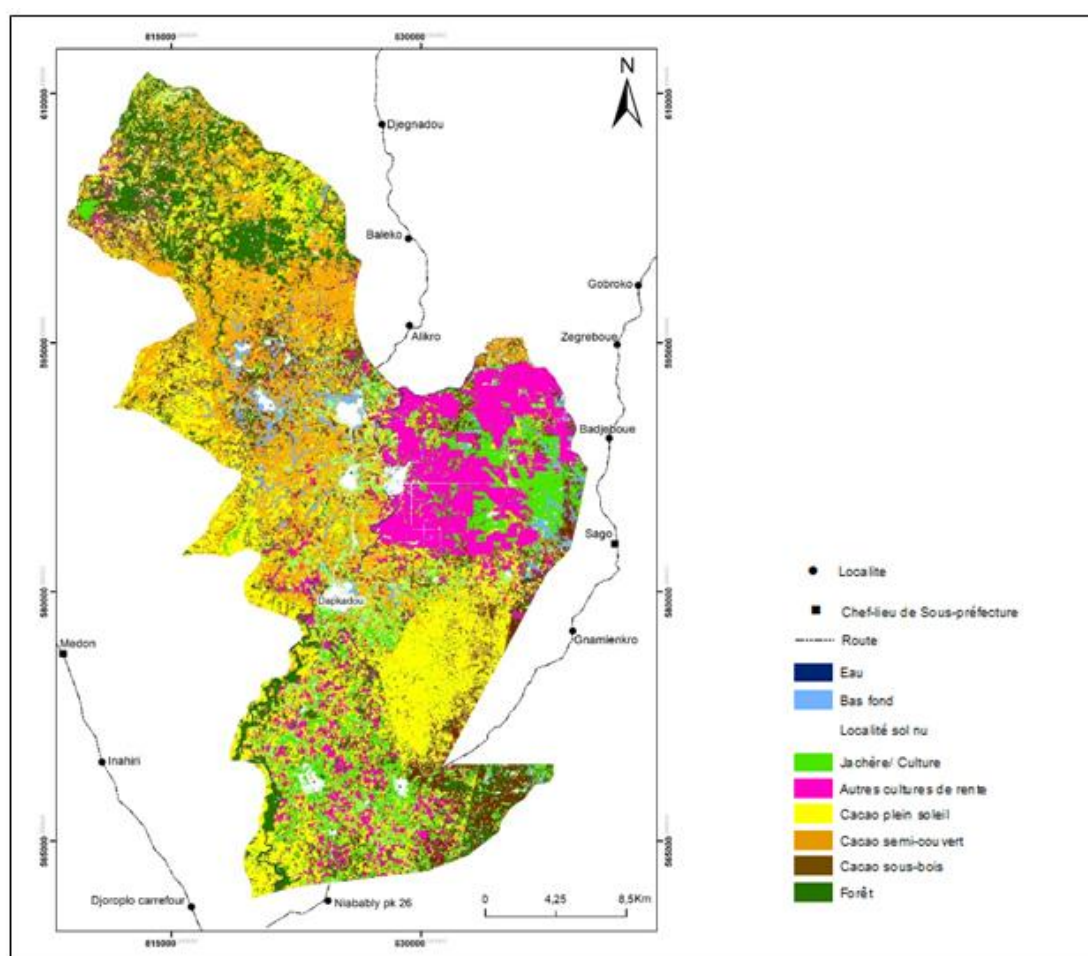
**Précision globale = 87.38 % Kappa Coefficient = 0.84**

**Table 4 : Matrice de confusion en pourcentage de l'image Landsat ETM+ 1986**

Classe	Cours d'eau	Bas fond	Localité Sol nu	Culture jachère	Autres cultures de rente	Forêt	Cacao plein soleil	Cacao sous-bois
Cours d'eau	91	0	0	0	0	0	0	0
Bas fond	0	55,56	17,22	0	2,17	12,70	0	3,57
Localité Sol nu	0	0	81,59	0	0	0	0	0
Culture jachère	0	0	1,19	88,20	0	0	0	0
Autres cultures de rente	0	38,89	0	11,80	87,60	6,67	0	0
Forêt	9	5,56	0	0	10,23	85,71	0	0
Cacao plein soleil	0	0	0	0	0	0	88,02	14,29
Cacao sous-bois	0	0	0	0	0	1,59	11,98	82,14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Précision globale = 85,09 % Kappa Coefficient = 0.84

### 3.4 Cartographie de l'occupation de sol de la zone d'étude en 2018 à l'aide limage Sentinel-2B



**Fig. 3 : Carte d'occupation du sol de 2018 issue de l'image Sentinel-2B**

**Tableau 5** : Superficies des différents états de surface en 2018

Occupation du sol	Superficie en ha	Pourcentage
eau	291,78	0,39
Bas fond	2263,53	3,05
Localité sol nu	5615,39	7,56
Culture/jachère	7743,47	10,42
Autres cultures de rente	10105,78	13,61
Forêt	8767,13	11,80
Cacao plein soleil	19657,97	26,47
Cacao semi couvert	11881,61	16,0
Cacao sous-bois	7945,30	10,70
Total	74271,95	100

Les images multi spectrale Sentinel-2B (10 m) ont été d'un apport inestimable dans la discrimination des agroforêts à base de cacao à l'échelle de la zone d'étude. Elles ont permis de catégoriser le cacao en trois sous classe, à savoir le cacao plein soleil, le cacao semi-couvert et le cacao sous- bois. La précision globale et le coefficient Kappa obtenu à l'issue de la classification sont respectivement de 85.04% et 0,80. Ces valeurs sont proches de [9] qui ont obtenu une précision 78 à 80 % en classifiant les images Sentinel 2A (10 m) de cette région. Bien vrai que les résultats obtenus sont comparables avec ceux obtenus par [9] en ce qui concerne le nombre de classes (9) et les précisions cartographiques, il diffère par les résultats obtenus. En effet, au niveau de la classification, la discrimination du cacao en sous classe n'a été guère possible.

D'autre part, le cumul des superficies des différentes sous-classes de cacao est estimé 39485 hectares soit 53,14%, permet d'affirmer que le cacao reste la première cause de la déforestation dans zone d'étude.

### 3.5 Analyse de la dynamique de l'occupation du sol de 1986 à 2017 dans la zone d'étude

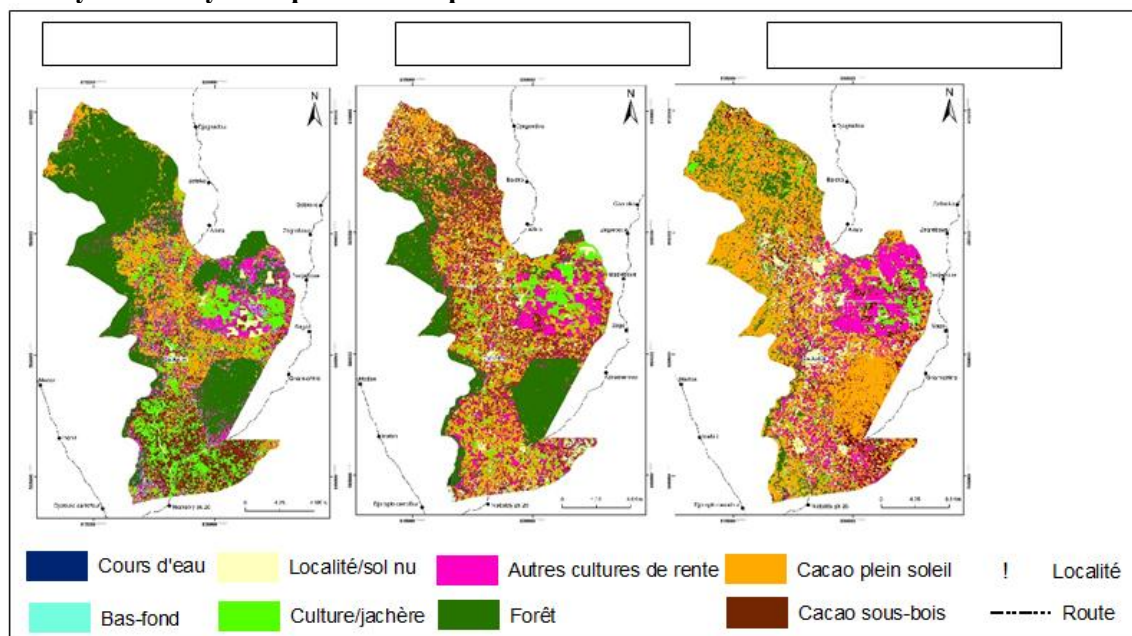
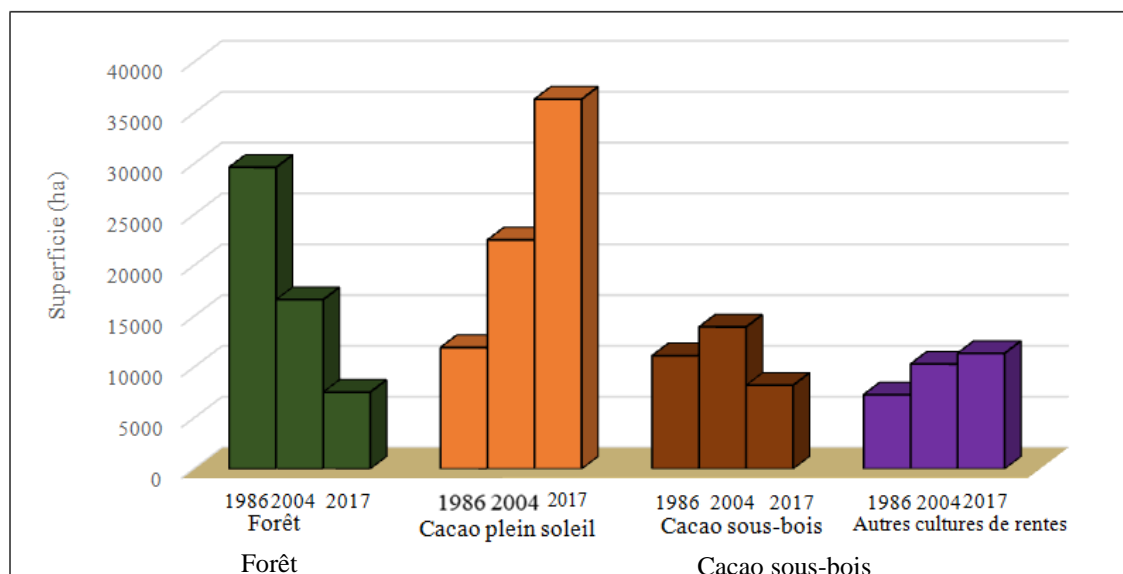


Fig. 4: Carte d'occupation du sol de 1986 à 2017 issues des images Landsat



**Fig. 5 :** Graphe de l'évolution des superficies (ha) des principaux types d'occupation du sol en fonction des années dans la Sous-préfecture de Dakpadou de 1986 à 2017

L'analyse de la dynamique d'occupation du sol représenté par les figures 4 et 5 montre une forte dégradation des écosystèmes forestiers au profit des cultures de rentes. En effet, l'écosystème forêt a connu une diminution régulière de ses superficies. De 29655 ha en 1986, on est passé à 16643 en 2004 et 7543 en 2017, soit une perte de 13012 ha entre la période 1986-2004 et 9100 ha entre la période 2004-2017. La deuxième classe est celle du cacao plein soleil. Les superficies de cacao plein soleil ont connu une augmentation vertigineuse au cours du temps. En effet, de 11938 ha, on dénombre 22517 ha en 2004 et 36326 ha en 2017. Soit 10579 ha de plantations de cacao plein soleil créées entre 1986-2004 et 13839 ha entre 2004-2017. La tendance du cacao sous-bois quant à lui a connu dynamique en dent de scie. Elle est passée de 11127 ha en 1986 à 13958 ha en 2004, puis à 8221 à 2017. La quatrième classe est celle composée des autres cultures de rentes en occurrence (palmier à huile, hévéa). Les surfaces occupées par cette classe ont augmenté faiblement avec le temps contrairement à la classe cacao. L'on enregistre une augmentation de 3015 ha entre 1986 et 2004 et de 1056 ha entre 2004 et 2017.

### 3.6 Analyse de la mutation des agroforêts à base de cacao

**Table 6 : Mutation spatiale des agroforêts à base de cacao de 1986 à 2004**

	Forêt		Autres culture de rente		Cacao plein soleil		Cacao sous-bois	
	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)
Forêt	<b>14634</b>	19,7	2765	3,7	6476	8,7	3904	4,8
Autres culture de rente	1055	1,4	<b>1244</b>	1,7	1924	2,6	1347	1,8
Cacao plein soleil	125	0,2	1201	1,6	<b>4745</b>	6,4	3581	4,8
Cacao sous-bois	302	0,4	1677	2,3	4563	6,1	<b>2506</b>	3,4



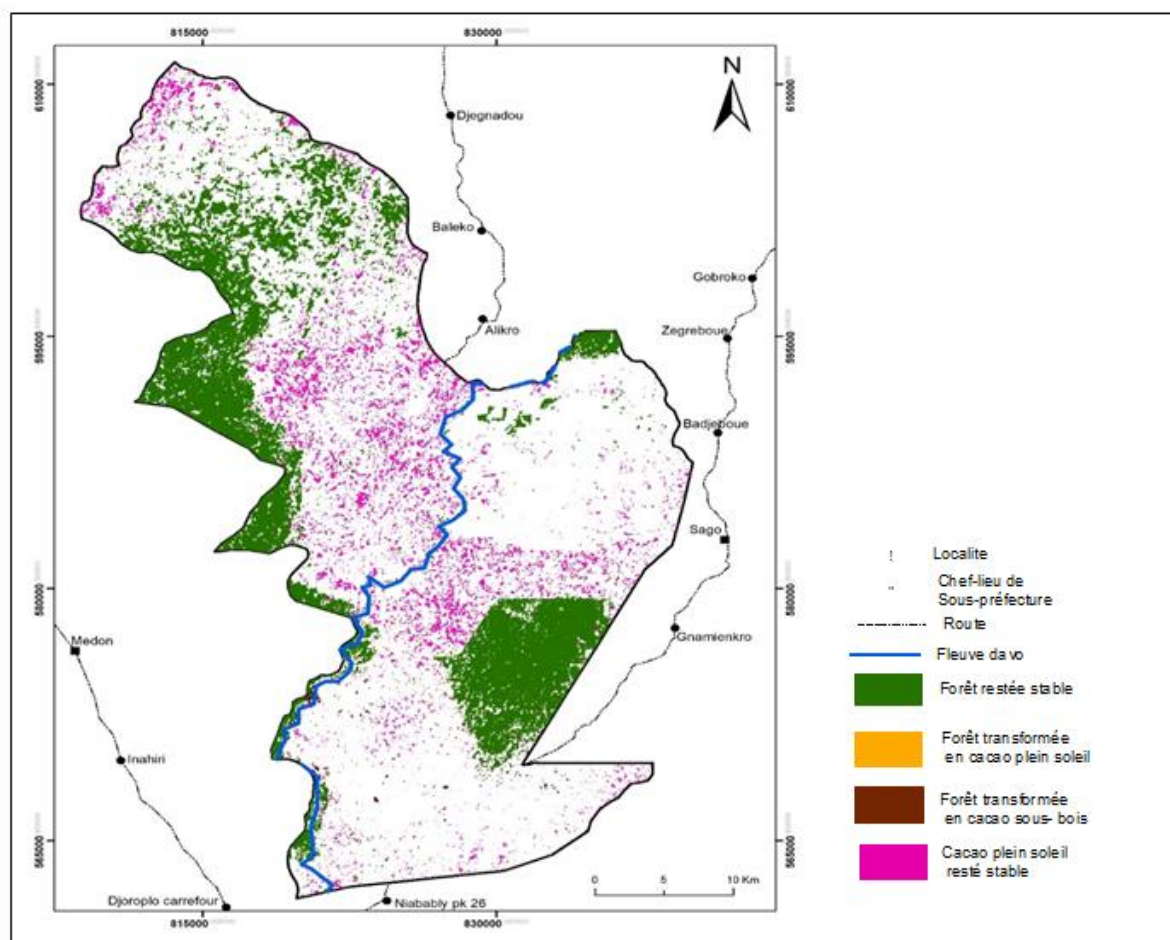


Fig. 6 : Mutation spatiale des types d'occupation de 1986 à 2004

Le tableau 6 et la figure 6 mettent en exergue les mutations spatiales des types d'occupation du sol observées dans la zone d'étude entre 1986 et 2004. 14949 ha, soit 20,13% des 39,83 % de la superficie des écosystèmes forêts de la zone d'étude se sont transformées en d'autres unités d'occupation contre 14634 ha (19,7%) demeurés inchangés. Cette conversion a été très rentable au secteur de l'agriculture avec respectivement 6476 ha (8,7 %) pour le cacao plein soleil, 3904 ha (5,3 %) pour la cacao sous-bois et 2765 ha (3,7 %) pour les autres cultures de rentes. Le reste des forêts s'est transformé en culture jachère 669 ha (1 %), localité sol nu 555 ha (0,3 %) et bas fond (0,2%). L'on remarque que le cacao plein soleil et le cacao sous-bois, malgré l'avantage tiré de la disparition des forêts ont également subi d'importantes transformations. Évaluées à 16,05 % et 14,98 % de la superficie totale du secteur d'étude respectivement pour le cacao plein soleil et le cacao sous-bois, ils n'ont pu garder en 2004 que 6,39 % et 3,37 % du territoire occupé en 1986. Une autre classe d'occupation du sol à avoir subi d'importantes transformations est celle qui représente les cultures jachères. Sur 9821 ha (13,22 %) en 1986, seulement 803 ha (1,1 %) sont restés stables. Les cultures jachères ont été majoritairement transformé en cacao plein soleil 3627 ha (4,9 %) suivi des autres cultures de rentes 2386 ha (3,2 %) et 1859 ha (2,5 %) du cacao sous-bois. Quant aux autres cultures rentes, sur 7320 ha en 1986, seulement 1244 ha sont restés stables. Ils ont été convertis en cacao plein soleil 1924 ha (2,6 %), 1347 ha (1,8 %) en cacao sous-bois, 1297 ha (1,7 %) en culture jachère et 1055 ha (1,4 %) en forêt.

**Table 7: Mutation spatiale des agroforêts à base de cacao de 2004 à 2017**

	Forêt		Autres culture de rente		Cacao plein soleil		Cacao sous-bois	
	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)
Forêt	<b>3053</b>	4,1	209	0,2	11689	15,7	1175	1,6
Autres culture de rente	1266	1,7	<b>2015</b>	2,7	3683	4,9	1416	1,9
Cacao plein soleil	1416	1,9	3826	5,1	<b>10756</b>	14,5	2729	3,7
Cacao sous-bois	1415	1,9	1891	2,5	6901	9,2	<b>1836</b>	2,5

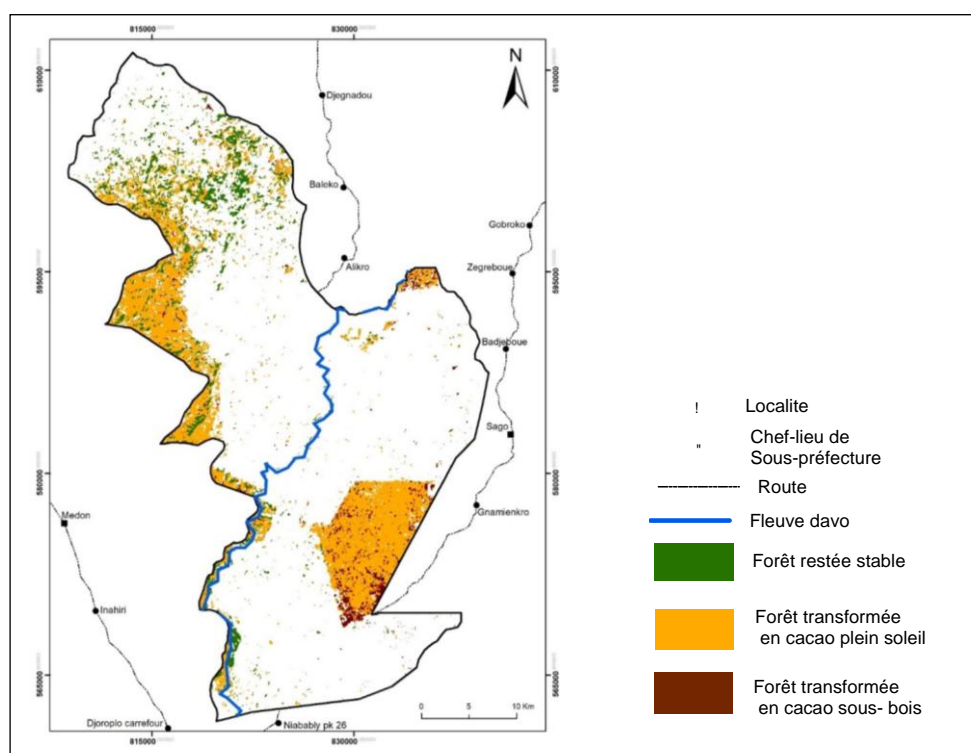


Figure 7: Mutation spatiale des types d'occupation de 2004 à 2017

Les proportions des superficies des types d'occupation du sol observées dans la zone d'étude entre 2004 et 2017 sont traduites par le tableau 7 et la représentation cartographique par la figure 7. Seules 3053 ha (4,1 %) des formations forestières estimées à 16336 ha (22,4 %) en 2004 sont restées dans cette catégorie en 2017. 13283 ha (17,88 %) ont subi une conversion vers d'autres classes dont 11689 ha (15,7 %) en cacao plein soleil, 1175 ha (1,6 %) en cacao sous-bois et 209 ha (0,2 %) en autres cultures de rentes. Les formations de cacao plein soleil ont conservé 10756 ha du total de leur superficie soit 14,5 % du secteur d'étude, alors que 2729 ha (3,7 %) sont transformés en cacao sous-bois, 3826 ha (5,1 %) en autres cultures de rentes, 1416 ha (1,9 %) en forêt, 1639 ha (2,2 %) en localité et sols nus et 1200 ha (1,6 %) en cultures et jachères. Les formations de cacao sous-bois, les autres cultures de rentes, les cultures et jachères, les localités et sols nus, les bas-fonds ainsi que les cours d'eau, ont quant à eux, conservé respectivement 1836 ha (2,5 %), 2015 ha (2,7 %), 307 ha (0,4 %), 851 ha (1,1 %), 806 ha (1,1 %) et 73 ha (0,1 %) de leurs superficies.

Table 8 : Mutation spatiale des agroforêts à base de cacao de 1986 à 2017

	Forêt		Autres culture de rente		Cacao plein soleil		Cacao sous-bois	
	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)	Sup (ha)	Sup (%)
Forêt	5016	6,7	1310	1,8	19509	26,3	2100	2,8
Autres culture de rente	396	0,5	2886	3,9	2429	3,3	850	1,1
Cacao plein soleil	773	1,0	2013	2,7	5440	7,3	1420	1,9
Cacao sous-bois	755	1,0	2341	3,1	4215	5,7	1859	2,5

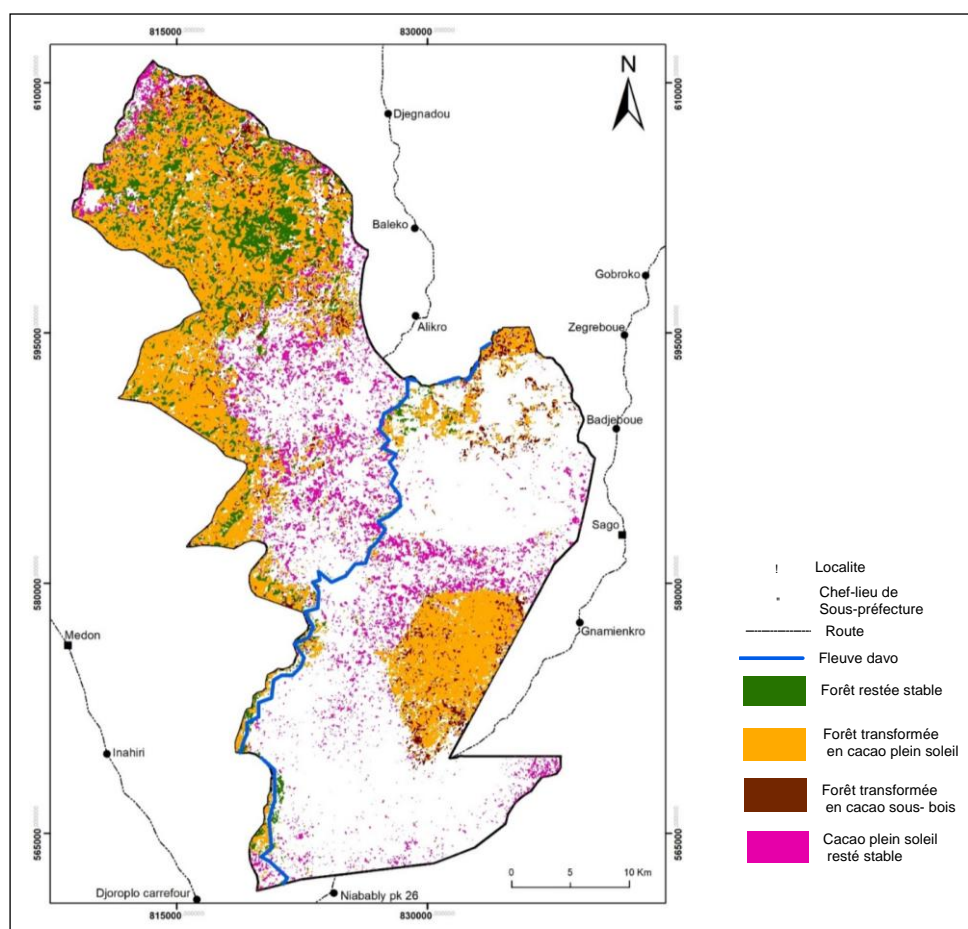


Figure 8 : Mutation spatiale des types d'occupation du sol de 1986 à 2017

De 1986 à 2017, la distribution des agroforêts à base de cacao à l'échelle de la zone d'étude s'est faite au détriment des forêts. En effet 21 609 ha (29,1 %) des 29583 ha (39,83%) de la superficie du secteur d'étude occupée par les forêts se sont transformés en cacao. Cependant, le cacao plein soleil reste le principale bénéficiaire de cette mutation avec 19 509 ha (26,3 %) contre le cacao sous-bois 2100 ha (2,8%).

Cette conversion des espaces en cacao plein soleil au lieu des plantations de cacao sous-bois dont la structure est proche des forêts secondaires n'est pas spécifique à la Côte d'Ivoire. Plusieurs facteurs sont évoqués pour justifier le choix d'une culture intensive. L'un des plus importants est lié aux services d'encadrement des paysans. Ils font généralement la promotion et la vulgarisation de variétés culturales hybrides plus productives mais qui ne supporteraient pas un ombrage excessif [10] Le second facteur est lié aux populations étrangères (allogènes) orientées vers un accroissement de la production au dépend de la durabilité du système.

#### IV. Conclusion

Au terme de cette étude, il convient de noter que l'utilisation des données de télédétection et le traitement des images ont permis d'améliorer les connaissances sur la réalité de l'agroforesterie à base de cacao à l'échelle de la zone d'étude entre 1986 et 2018.

Les images Sentinel-2, (10 m) contrairement aux images Landsat (30 m) ont montré leur capacité à réaliser une étude détaillées dans le domaine de l'agroforesterie à base de cacao, à savoir faire ressortir la classe de cacao plein soleil, cacao semi- couvert et le cacao sous-bois.

Dans l'optique de la mise en œuvre de la politique de « Agriculture zéro déforestation » souhaité par la Côte d'Ivoire, cette étude permettra non seulement de développer une politique d'inversion des tendances pour le développement d'une agriculture durable intégrée et permettra aussi la préservation des superficies forestières restantes.

## REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements aux Professeurs HAUHOUOT Célestin (notre Directeur de Thèse), DIBI N'Da Hyppolite (Sous-Directeur du CURAT-Université de Cocody-Côte d'Ivoire) et KOUAME Kan Jean (Directeur du CURAT-Université de Cocody-Côte d'Ivoire) pour les conseils avisés et les orientations pour la réussite de cette étude. Nos remerciements également tous ceux qui de près ou de loin nous ont apporté leur soutien en l'occurrence N'doh Ange Fabrice.

## REFERENCES

- [1]. **FAO**, Mesurer la dégradation forestière, Unasylva, vol62, n°238, 2011.
- [2]. **ONU-REDD**, Analyse qualitative des facteurs de la déforestation et de dégradation des forêts en Côte d'Ivoire. 2015
- [3]. **Banque Mondiale**, Pour que demain ne meure jamais : la côte d'ivoire face au changement climatique 2018
- [4]. **Ministère de l'agriculture**, Agriculture zéro déforestation en Côte d'Ivoire, 2017
- [5]. **ONU-REDD**, Proposition de mesures pour l'état de préparation (R-PP) Côte d'Ivoire 2014.
- [6]. **F.BONN FERDINAND and G. ROCHON**, Précis de Télédétection : Principes et Méthodes. Presses Université de l'Université du Québec, 1993.
- [7]. **N.DIBI**, Étude et suivi par télédétection et système d'informations géographiques d'une aire protégée soumise aux pressions anthropiques : cas du parc national de la Marahoué. Thèse de Doctorat. Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire, 2005.
- [8]. **N. DIBI, K.E. N'GUESSAN, E.M. WADJA, K. AFFIAN**, Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le parc national de la Marahoué. *Revue teledetection*. 8 (1), 2008.
- [9]. **V.J Sokeng, Y.L Akpa, T Assoma, F Kouame, S Corgne, J.P Rudant, T Ouattara, F. Sorho, N. Yao et P. Kouame**, Suivi par télédétection des affectations des terres pour la promotion d'une agriculture intégrée au développement forestier en Côte d'Ivoire. Conférence OSFACO. Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Cotonou, Bénin. hal-02189403, 2019.
- [10]. **Ruf. F**, libéralisation, cycles politique et cycles du cacao : le décalage historique Côte d'Ivoire-Ghana. *Cahiers Agricultures*, 18(4), 2009.

TOTO Zahui Marc, et. al. " Apport de la géomatique à la discrimination des agroforêts à base de cacao dans la nouvelle boucle du cacao: Cas de la Sous-préfecture de Dakpadou au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire." *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Vol. 10(09), 2021, PP 01-12. Journal DOI- 10.35629/6734