

Cartographie par Télédétection et SIG des zones de cultures issues de la déforestation dans la Sous-préfecture de Gabiadji (Sud-ouest Ivoirien): Plaidoiries pour un renforcement de la gouvernance des zones à haute valeur de conservation naturelle en Côte d'Ivoire.

N'DOH Ange Fabrice¹, SALEY Mahaman Bachir¹

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

Auteur Correspondant : N'DOH Ange Fabrice

RESUME: La dynamique de la déforestation à Gabiadji n'a pas seulement touché les massifs forestiers. Même les soupçons de forêts ont été convertis en des espaces agricoles, rendant ainsi vulnérables les populations locales. Cette étude vise à contribuer à la mise en place d'un dispositif pour le renforcement de la gouvernance des zones à haute valeur de conservation naturelle par la mise à disposition d'informations actualisées sur la dynamique de déforestation et les mutations agricoles associées. La démarche a consisté premièrement en l'exploitation d'images satellites Landsat des années 1986, 2004 et 2017 pour retracer l'évolution des formations forestières. Deuxièmement, l'utilisation croisée des couches vecteurs dans un SIG ont permis d'apprécier l'ampleur des mutations. Il en ressort que de 1986 à 2017, le taux de couverture des forêts denses est passé de 39,37% à 8,29%. Les taux de couverture des forêts dégradées et des formations marécageuses et bas-fonds sont passés respectivement de 9,18% à 31,42% et de 33,95% à 10,53%. Dans le même temps, ces trois unités d'occupation ont été converties en d'autres types d'occupation dont principalement les cultures et jachères, avec des taux globaux de conversion respectifs de 78,95%, 21,38% et 30,04%. Ces données attestent des fortes pressions sur les espaces naturels et justifient l'urgence d'une gouvernance plus renforcée.

MOTS-CLES - Côte d'ivoire, Cultures, Forêts, Gouvernance, SIG, Télédétection

Date of Submission: 04-08-2021

Date of Acceptance: 17-08-2021

I. INTRODUCTION

La dynamique de déforestation en Côte d'Ivoire est alarmante. Estimé à 37 % du territoire national en 1960, le couvert forestier s'est réduit à moins de 14 % en 2010 [1]. Selon le dernier rapport sur l'inventaire forestier faunique national en date de 2021, le taux de couverture forestière est de 1,6%. L'extension des terres agricoles pour la culture du cacao, dont le pays est le premier producteur mondial, est l'un des principaux moteurs de déforestation [2]. La fertilité décroissante des sols, les maladies, le vieillissement des plantations et l'absence de bonnes pratiques agricoles sont autant de facteurs qui ont poussé les petits producteurs de cacao ivoiriens à chercher de meilleurs rendements sur les terres forestières [2]. Le rapport 2021 sur l'inventaire forestier faunique national a ainsi révélé que 71% des personnes enquêtées ont déclaré posséder des exploitations agricoles dont le cacao en forêts classées contre 25% dans le domaine rural.

Cette dynamique de déforestation touche toutes les zones forestières de la Côte d'Ivoire à l'instar de Gabiadji qui demeure une importante zone de production cacaoyère du Sud-ouest. Cependant, cette dynamique de déforestation au profit de l'agriculture semble-t-il, n'a pas seulement touché les zones protégées, corroborant ainsi le caractère incontrôlé de la dégradation des ressources naturelles.

L'étude vise donc une actualisation des données la dynamique de déforestation à Gabiadji. Spécifiquement, l'objectif est d'analyser les mutations spatiales des formations forestières au profit de l'agriculture à partir d'une série de données satellites en vue d'alerter sur l'urgence d'actions concertées.

La Sous-préfecture de Gabiadji est une localité du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Elle s'inscrit dans un quadrilatère défini par les coordonnées : 5° 01' 24" de longitude Nord et 6° 33' 42" latitude Ouest (figure 1). Au plan administratif, elle appartient au département et à la région de San-Pedro. Elle couvre une superficie de 1159 Km² et regroupe vingt-quatre villages. Elle est limitée :

- Au Nord par la sous-préfecture de Méagui ;
- Au Sud par la Sous-préfecture de San-Pedro ;
- A l'Est par la Sous-préfecture de Lobakuya ;
- A l'Ouest par la Sous-Préfecture de Doba.

La pluviométrie moyenne de 1971 à 2018 de la Sous-Préfecture est de 1600 mm de pluie par an répartie sur une moyenne de 114 jours dans l'année. La température moyenne annuelle est de 26°C. La Sous-Préfecture enregistre ses températures les plus basses en Juillet et Août tandis que les plus hautes s'observent en Février, Mars et Avril.

Au plan géologique, la Sous-Préfecture de GABIADJI se situe dans le domaine guinéo-libérien, dans la zone à formations éburnéennes volcano-sédimentaires. Le relief est accidenté et fait d'une succession de bas-fonds, de plaines de faible altitude. Les altitudes culminent jusqu'à 354 mètres dans la partie Nord et dans le Centre-Ouest tandis que les plus basses sont observées au Sud et au Sud-Ouest. Le principal cours d'eau est le fleuve San-Pedro d'une longueur de 150 km. Il prend sa source dans le parc national de Taï et s'écoule dans la forêt classée des Rapides Grah en direction du Sud [3].

La Sous-Préfecture est également irriguée par un ensemble de cours d'eau secondaires (rivières essentiellement) aux régimes spécifiques. La végétation est constituée de quelques îlots de forêts denses et de forêts dégradées. A ces formations végétales, s'ajoutent les mosaïques de jachères et de plantations de café, cacao, hévéa et palmier.

La population est cosmopolite. Les populations autochtones sont constituées de Bakoué et Kroumen. A ceux-ci, s'ajoutent les populations allochtones composées de Baoulé, Koulango, Malinkés et Sénoufos. La population est complétée par les populations allogènes Burkinabès, Maliennes et Libériennes. Ces derniers constituent pour la plupart, avec les populations allochtones baoulés, l'essentiel de la main d'œuvre agricole dans les plantations agricoles de cacao, café et hévéa. Sur le plan démographique, la population a connu une croissance dans la tendance nationale et, s'établit en 2014, à 109 933 habitants.

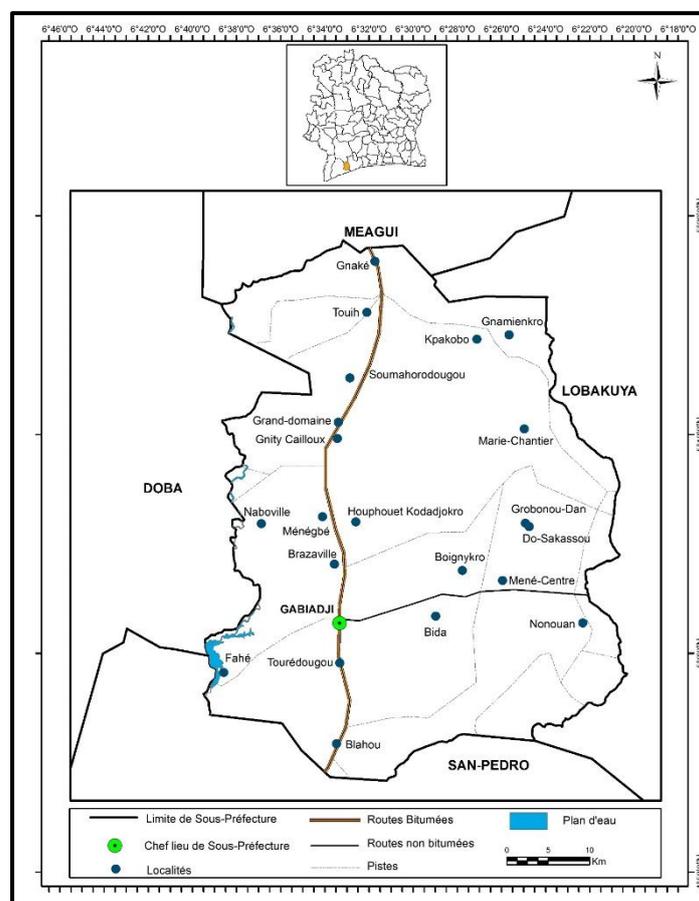


Figure1: Localisation de la zone d'étude

II. MATERIELS ET METHODES

2.1 Matériel et Données utilisées

2.1.1. Données

L'étude a nécessité l'exploitation d'images Landsat à 30 m de résolution spatiale. Plus précisément, les scènes 197-056 et 197-057 des capteurs TM du 16 janvier 1986, ETM+ du 10 janvier 2004 et OLI du 23 décembre 2017. Des données cartographiques ont été obtenues auprès de l'INS. Elles sont géoreferencées et constituées en couches numériques. Elles se composent de données sur le découpage administratif de la sous-préfecture de GABIADJI ainsi que le réseau routier et le réseau hydrographique.

2.1.2. Matériel

Le matériel est constitué du logiciel ENVI 5.2 pour le traitement des images satellites et d'ArcGis 10.2 pour les analyses spatiales et les restitutions cartographiques.

2.2. Méthodes

2.2.1. Prétraitement des images satellitaires

Une correction des effets atmosphériques a été entreprise sur chacune des bandes des images. Les principaux effets atmosphériques, notamment l'absorption par vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, l'oxygène et l'ozone, la diffusion par les molécules, la visibilité de la scène et les aérosols ont été pris en compte [4]. Une correction radiométrique a permis de convertir la réflectance au sommet de l'atmosphère en réflectance de surface en utilisant le Dark Object Subtraction (DOS) [5] cité par [6].

2.2.2. Corrections des rayures

Une opération de correction utilisant l'outil Gapfil de ENVI a été nécessaire. Les lignes manquantes ont été corrigées en remplaçant chaque ligne avec la valeur des pixels de la ligne au-dessus ou au-dessous, ou avec la moyenne des deux par l'utilisation d'un filtre médian (3x3) [7].

2.2.3. Mosaïquage des scènes

La Sous-Préfecture de Gabiadiji étant couverte par deux scènes, l'opération a consisté à les juxtaposer pour une exploitation plus optimale et plus aisée. Le résultat fait apparaître un contraste de teinte. Deux opérations ont permis d'homogénéiser l'image mosaïquée : l'harmonisation d'histogramme des images afin de rééquilibrer les contrastes et l'estompage de la zone de jonction par la méthode linéaire de « Edge Feathering » [8].

2.2.4. Fusion d'images

Elle a été nécessaire dans notre étude pour rééchantillonner d'une part les images Landsat multispectrales des années 2004 et 2017. En effet, leurs résolutions spatiales étant de 30m, l'outil <Gram-Schmidt Pan Sharpening> du logiciel ENVI a été utilisé pour les rééchantillonner à 15 mètres (résolution de la bande panchromatique).

2.2.5. Extraction de la zone d'étude

Cette opération a consisté à extraire de la scène entière une portion d'image correspondant au quadrilatère circonscrit à la Sous-Préfecture de GABIADJI avec l'outil ROI du logiciel ENVI.

2.2.6. Traitements des images satellites

Les opérations de traitements effectués sont le calcul d'indices notamment le NDVI, l'Analyse en Composantes principales, le TASSELED CAP et les compositions colorées. Au terme de ces opérations, la composition colorée PC1-NDVI-IV a permis la discrimination détaillée de six unités d'occupation du sol dont les forêts denses, les forêts dégradées, les formations marécageuses/bas-fonds, les sols nus et habitats, les surfaces d'eau et les cultures/jachères.

2.2.7. Campagne de terrain

Une campagne de terrain a permis la description au sol des unités d'occupation du sol discriminées sur les images. Une base de données de 122 points de cheminement a été constituée à cet effet.

2.2.8. Classification des images

La classification supervisée a été réalisée selon l'algorithme maximum de vraisemblance. C'est une opération qui permet de ranger les pixels d'une image en fonction de leurs probabilités d'appartenance, plus ou moins importante, à une classe et d'y être intégrés [9].

2.2.9. Evaluation et amélioration des classifications

L'évaluation des classifications a été faite par un examen de la matrice de confusion à travers la précision globale et l'indice kappa. L'amélioration a consisté en l'application d'un filtre médian 5x5 à partir du module « Majority/Minority Analysis ».

2.2.10. Vectorisation et rédaction cartographique

La vectorisation a consisté en la conversion en mode vecteur des images raster classifiées et en des requêtes spatiales Cette opération facilite leur gestion dans le logiciel Arcgis. La rédaction cartographique a, quant à elle, consisté à réaliser les cartes d'occupation du sol des années 1986, 2004 et 2017 par ajout de nouvelles couches d'information comme les villages, le réseau routier, le chef-lieu de Sous-Préfecture.

2.2.11. Evaluation des changements de la dynamique des formations forestières et de l'occupation du sol

L'évaluation des changements de la dynamique des forêts a été possible grâce à une analyse quantitative des changements survenus sur toute la période de 1986 à 2017. L'analyse quantitative produit une matrice de détection des changements issue de la comparaison entre les pixels des classifications entre deux dates [10].

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Unités d'occupation du sol identifiées et retenues

Les types d'occupation du sol retenues au terme des classifications supervisées sont les forêts denses, les forêts dégradées, les formations marécageuses/bas-fonds, les sols nus et habitats, les surfaces d'eau et les cultures/jachères.

3.2. Evaluation quantitative des classifications

L'analyse des indices montre que les classifications pour les trois années d'observation sont bonnes avec notamment des précisions globales respectives de 82,19% en 1986, 88% en 2004 et 81,22% en 2017. Les indices kappa sont de 75% en 1986 et 2017 et 85% en 2004 (Tableau 1).

Tableau 1: Indices statistiques des classifications supervisées

Années	Précision globale (%)	Indice Kappa
1986	82,19	0,75
2004	88	0,85
2017	81,22	0,75

L'analyse des différentes matrices de confusions révèle une prépondérance de pixels bien classés pour chaque unité d'occupation dans l'ordre de 90% dans l'ensemble. En 1986, les classes forêts denses, surfaces d'eau et formations marécageuse/bas-fonds présentent les taux les plus élevés de pixels bien classés, avec respectivement, 96,14%, 95,80% et 95,17%. En 2004, Les surfaces d'eau gardent la même tendance avec 97,9% de pixels bien classifiés ainsi que les forêts denses avec 90,15%. Les formations marécageuses et les sols nus/habitats ont aussi des taux élevés respectifs de 95,70% et 90,77%. Pour l'année 2017, les formations marécageuses/bas-fonds présentent le taux le plus élevé de pixels bien classés avec 93,73%. Les forêts dégradées, les forêts denses et les surfaces d'eau ont des taux respectifs de 90,11%, 91,69% et 91,33%. Quant aux cultures/jachères, le taux avoisine les 90% avec un taux précis de 89,35% (Tableau 2).

Tableau 2: Récapitulatif des pixels bien classifiés par année

Classes	Pixels bien classifiés (%)		
	1986	2004	2017
Forêts denses	96,14	90,15	91,69
Forêts dégradées	80,89	82,84	90,11
Formations marécageuses/Bas-fonds	95,17	95,70	93,73
Surfaces d'eau	95,80	97,91	91,33
Sols nus/habitats	85,47	90,77	89,21
Cultures jachères	87,08	84,84	89,35

Toutefois, des confusions spectrales sont indiquées entre des classes d'occupations au cours des différentes années. Les plus importantes en 1986 se sont opérées entre les classes forêts denses et forêts dégradées à hauteur de 12,24% (Tableau 3). En 2004, les plus importantes confusions se sont opérées entre les forêts denses et les formations marécageuses/bas-fonds à hauteur de 8,67% (Tableau 4). En 2017, On note le plus haut taux de confusion spectrale (6,17%) entre les sols nus/habitats et les forêts dégradées (Tableau 5).

Données de référence	SE	FDg	FD	CJ	FMb	SH	Précision utilisateur	Erreur de commission (%)
Forêts dégradées	0,00	80,89	0,07	0,35	0,14	0,08	98,72	1,28
Forêts denses	0,48	12,24	96,14	1,15	4,52	4,13	90,8	9,20
Cultures/jachère	0,00	0,20	0,10	87,08	0,10	5,14	92,56	7,44
Formations marécageuses/Bas-fonds	3,46	6,65	3,61	10,37	95,17	5,18	74,21	25,79
Sols nus et habitats	0,07	0,02	0,07	2,05	0,26	85,47	94,03	5,97
Total	100	100	100	100	100	100		
Précision réalisateur (%)	95,80	80,89	96,14	87,08	95,17	85,47		

Erreur d'omission(%)	4,20	19,11	3,86	13,92	4,83	14,53		
----------------------	------	-------	------	-------	------	-------	--	--

Tableau3: Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 1986

Données de référence	SE	FDg	FD	CJ	FMb	SH	Précision utilisateur	Erreur de commission (%)
Surfaces d'eau	97,91	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	97,13	2,87
Forêts dégradées	0,25	82,84	0,32	3,20	0,94	0,92	94,62	5,38
Forêts denses	0,80	4,32	90,15	5,32	2,47	3,44	87,07	12,93
Cultures/jachère	1,38	3,20	0,32	84,84	0,35	2,36	96,45	3,55
Formations marécageuses/Bas-fonds	0,70	2,08	8,67	5,08	95,70	2,49	88,62	11,38
Sols nus et habitats	0,96	3,53	0,51	1,53	0,54	90,77	80,1	19,90
Total	100	100	100	100	100	100		
Précision réalisateur (%)	97,91	82,84	90,15	84,84	95,70	90,77		
Erreur d'omission(%)	2,09	17,16	9,85	15,15	4,30	9,23		

Tableau4: Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 2004

Données de référence	SE	FDg	FD	CJ	FMb	SH	Précision utilisateur	Erreur de commission (%)
Surfaces d'eau	91,33	0,20	0,06	0,79	0,03	0,12	84,64	15,36
Forêts dégradées	0,42	90,11	0,11	0,96	0,41	4,07	79,09	20,91
Forêts denses	1,34	1,16	91,69	3,51	2,49	2,54	82,52	17,48
Cultures/jachère	0,98	1,68	0,17	89,35	0,24	0,45	98,28	1,72
Formations marécageuses/Bas-fonds	0,34	0,67	4,91	1,12	93,73	3,61	78,16	21,84
Sols nus et habitats	5,59	6,17	3,06	4,27	3,11	89,21	70,37	29,63
Total	100	100	100	100	100	100		
Précision réalisateur (%)	91,33	90,11	91,69	89,35	93,73	89,21		
Erreur d'omission(%)	8,67	9,88	8,31	10,65	6,27	10,79		

Tableau5: Matrice de confusion de la classification de l'image Landsat 2017

3.3. Situation quantitative de l'occupation du sol

En 1986, les forêts denses qui représentaient 39,37% du territoire de Gabiadji, n'en représentent que seulement 8,29% en 2017. Corrélativement, les forêts dégradées qui représentaient 9,18% du territoire de Gabiadji en 1986, représentent 31,42% de la sous-préfecture en 2017. Par ailleurs, les formations marécageuses/bas-fonds sont passées d'une proportion de 33,95% de la superficie de la sous-préfecture en 1986 à seulement 10,53% en 2017. Cette unité d'occupation du sol n'a pas échappé à l'exploitation massive et à l'exploitation progressive et incontrôlée des zones à haute valeur de conservation. Enfin, les sols nus/habitats, les surfaces d'eau et les cultures/jachères sont passés respectivement de 4,06% à 16,80%, de 0,40% à 1,69% et de 13,04% à 31,28% de la superficie totale de Gabiadji de 1986 à 2017 (figure 2).

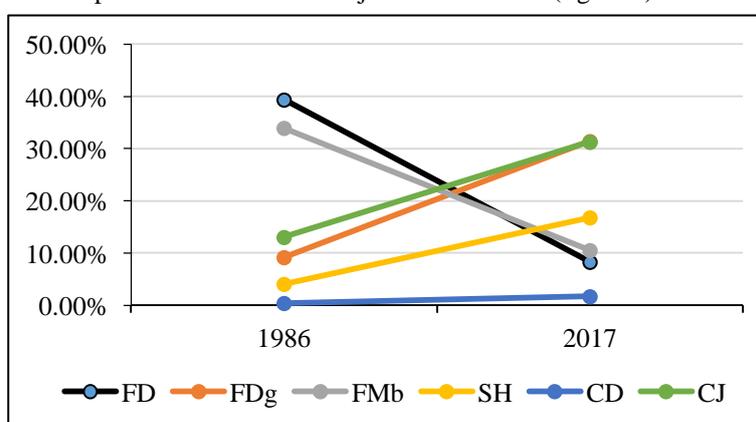


Figure2: Evolution des taux de couverture des unités d'occupation du sol par rapport à la superficie de Gabiadji de 1986 à 2017

3.4. Evolution des unités d'occupation du sol

3.4.1. Evolution des unités d'occupation du sol de 1986 à 2004

Au cours de la période 1986 à 2004, seules les forêts denses ont régressé contrairement à toutes les autres unités d'occupation du sol en présence. Elles sont passées d'une superficie initiale de 45 651,51 hectares en 1986 à 26 094 hectares en 2004 pour un taux de variation global négatif de -3,05%. Les forêts dégradées affichent le plus fort taux de variation, soit 4,23%, pour une superficie initiale de 10 648,38 hectares en 1986 à une superficie de 22 449,1 hectares en 2004. Les sols nus/habitats sont restés relativement stables au cours des dix-huit années d'observation avec 4709,81 hectares en 1986 contre 4792,7 hectares en 2004, soit un taux de variation de 0,09%. Les formations marécageuses/Bas-fonds passent de 39 371,31 hectares en 1986 à 44 823,9 hectares en 2004 soit un taux de variation global de 0,72%. Les cultures jachères passent de 15 122,28 hectares en 1986 à 17 254,64 hectares en 2004 pour un taux positif de 0,73%. L'évolution des surfaces d'eau est également positive avec un taux de 1% (Tableau 6). Ces surfaces sont passées de 464,61 hectares en 1986 à 555,79 hectares en 2004 (figure3).

Tableau6: Taux de variation globaux des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2004

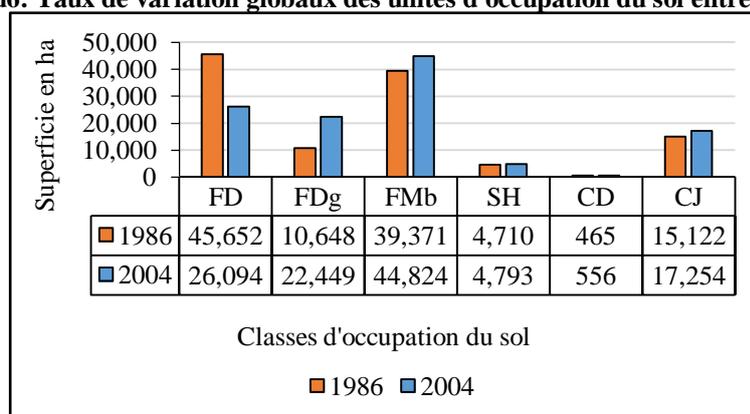


Figure3: Evolution des classes d'occupation du sol entre 1986 et 2004

3.4.2. Evolution des unités d'occupation du sol de 2004 à 2017

L'analyse des taux de variation globaux des classes d'occupation du sol de 2004 à 2017 montre que cette seconde période d'observation connaît les plus grands changements. Les forêts denses connaissent une régression en passant de 26 094 hectares en 2004 à 9 609,6 hectares en 2017, soit un taux de variation global négatif de -7,39%. A l'instar des forêts denses, les formations marécageuses/Bas-fonds connaissent également une forte régression en passant de 44 823,9 hectares en 2004 à 12 208,73 hectares en 2017, soit un taux de variation global négatif de -11,39%. Les forêts dégradées, les sols nus/habitats, les surfaces d'eau et les cultures/jachères sont les classes d'occupation ayant connu des évolutions positives au cours de la période. Les forêts dégradées sont passées de 22 449,1 hectares en 2004 à 36 436,67 hectares en 2017, soit un taux de variation de 3,79%. Les sols nus/habitats ont connu le plus fort taux de variation, soit de 11,39%, en passant de 4792,7 hectares en 2004 à 19 480,91 hectares en 2017. Quant aux surfaces d'eau, elles ont connu une augmentation de 10,17% (tableau7) en passant de 555,79 hectares en 2004 à 1959,35 hectares en 2017. Enfin, les cultures/jachères sont passées de 17 254 hectares en 2004 à 36 272,64 hectares en 2017 (figure4), soit un taux de variation global de 5,88%.

Tableau7: Taux de variation globaux des unités d'occupation du sol entre 2004 et 2017

Classes d'occupation du sol	Tg (%)
Forêts denses	-7,39
Forêts dégradées	3,79
Formations marécageuses/Bas-fonds	-9,52
Sols nus/Habitats	11,39
Surfaces d'eau	10,17
Cultures/jachères	5,88

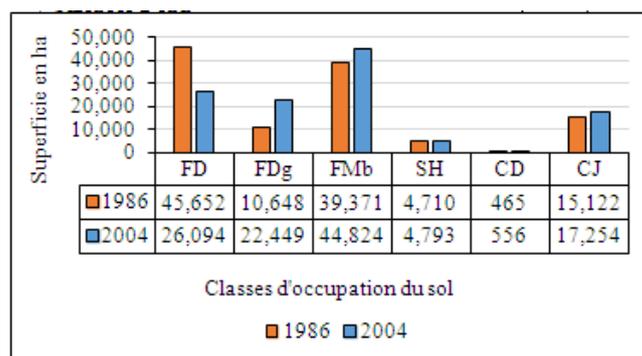


Figure4: Evolution des classes d'occupation du sol entre 2004 et 2017

3.4.3. Evolution des unités d'occupation du sol de 1986 à 2017

Sur la période 1986 à 2017, les forêts denses et les formations marécageuses/Bas-fonds sont les unités d'occupation du sol ayant connu des régressions, tout comme sur la période d'observation précédente. En effet, le taux de variation global des forêts denses s'établit sur cette période à - 4,90%, pour un passage surfacique de 45 651,51 hectares en 1986 à 9 609,6 hectares à 2017. Les formations marécageuses sont passées de 39 371,31 hectares en 1986 à 12 208,73 hectares en 2017, soit un taux de variation global négatif de -3,70% (Tableau8). A l'instar des précédentes périodes d'observation, les forêts dégradées ont connu une augmentation, passant de 10 648,38 hectares en 1986 à 36 436,67 hectares en 2017, soit un taux de variation global positif de 4,04% en l'espace de 31 ans. Les sols nus/habitats sont passés de 4709,81 hectares à 19 480,91 hectares pour un taux de variation global de 4,75%. Les surfaces d'eau et les cultures jachères affichent des taux de variation globaux positifs respectifs de 4,75% et 2,86%, ce qui traduit des augmentations importantes, pour des régressions respectives de 464,61 hectares à 1959,35 hectares, et de 15 122,28 hectares à 36 272,64 hectares (figure5).

Tableau 8: Taux de variation globaux des unités d'occupation du sol entre 1986 et 2017

Classes d'occupation du sol	Tg (%)
Forêts denses	-4,90
Forêts dégradées	4,04
Formations marécageuses/Bas-fonds	-3,70
Sols nus/Habitats	4,68
Surfaces d'eau	4,75
Cultures/jachères	2,86

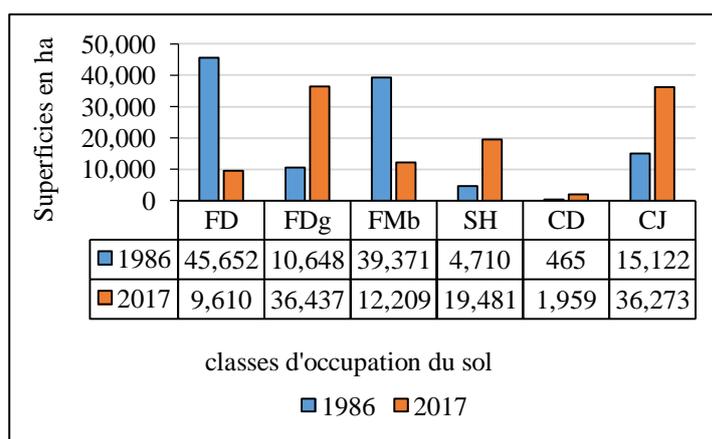


Figure5: Evolution des classes d'occupation du sol entre 1986 et 2017

3.4.4. Mutations des formations forestières

3.4.4.1. Mutations des forêts denses de 1986 à 2017

L'analyse du tableau 9 montre que de 1986 à 2017, seulement 21,05% des forêts denses sont restées stables. Cependant la proportion de mutation desdites forêts est assez alarmante car 78,95% ont été converties en d'autres types d'occupation du sol. Plus précisément, 33,16% des forêts denses ont été converties en cultures/jachères et 19,63% ont été converties en forêts dégradées. Aussi, 9,84% des forêts ont été converties en

formations marécageuses/bas-fonds, 14,90% en sols nus/habitats et 1,41% en surfaces d'eau. La répartition spatiale de l'ensemble de ces mutations est donnée par la figure 6.

Tableau 9: Matrice de mutation des forêts denses de 1986 à 2017

Conversion	Forêts denses en 1986		
	Superficies (Ha)	%	
Forêts denses en 2017	9610	21,05%	21,05
Forêts dégradées	8963,38	19,63%	78,95
Formations marécageuses/Bas-fonds	4490,1	9,84%	
Sols nus/Habitats	6802,53	14,90%	
Surfaces d'eau	645,48	1,41%	
Cultures/jachères	15140,02	33,16%	
TOTAL	45651,51	100	100

3.4.4.2. Mutations des formations marécageuses/bas-fonds de 1986 à 2017

L'analyse révèle que 31% des formations marécageuses/Bas-fonds sont restées stables et 69% ont été converties en d'autres types d'occupation du sol. 7,77% de cette unité d'occupation ont été converties en forêts denses, 11,17% en forêts dégradées tandis que 18,87% sont devenues des sols nus/habitats. Enfin, 1,13% des formations marécageuses/Bas-fonds ont été converties en surfaces d'eau et 30,04% en cultures/jachères (Tableau10). La répartition spatiale de ces changements est donnée par la figure7.

Tableau 10: Matrice de mutation des formations marécageuses/Bas-fonds de 1986 à 2017

Conversion	Formations marécageuses/Bas-fonds 1986		
	Superficies (Ha)	%	
Formations marécageuses/Bas-fonds en 2017	12209	31	31
Forêts denses	3059,72	7,77	69
Forêts dégradées	4399,85	11,17	
Sols nus/Habitats	7431,06	18,87	
Surfaces d'eau	443,29	1,13	
Cultures/jachères	11828,39	30,04	
TOTAL	39371,31	100	100

3.4.4.3. Mutations des forêts dégradées de 1986 à 2017

L'analyse du tableau 10 des mutations des forêts dégradées montre que 23,66% sont restées stables. Par ailleurs, 13,93% ont été converties en forêts denses, 17,26% en formations marécageuses/Bas-fonds, 22,49% en sols nus/habitats, 1,48% en surfaces d'eau et 21,38% en cultures/jachères (Tableau11). La répartition spatiale de ces transitions est donnée par la figure 8.

Tableau11: Matrice de mutation des forêts dégradées de 1986 à 2017

Conversion	Forêts dégradées en 1986		
	Superficies (Ha)	%	
Forêts dégradées restées forêts dégradées	2519,61	23,66	23,66
Forêts denses	1483,58	13,93	76,34
Formations marécageuses/Bas-fonds	1838,19	17,26	
Sols nus/Habitats	2394,66	22,49	
Surfaces d'eau	135,94	1,28	
Cultures/jachères	2276,77	21,38	
TOTAL	10648,75	100	100

3.4.4.4. Cartographie des zones de cultures issues de la déforestation

La cartographie des zones les plus déforestées combine, subséquentement aux mutations spatiales des forêts denses, des formations marécageuses/Bas-fonds et des forêts dégradées, les zones de cultures issues de la dégradation de ces trois unités d'occupation du sol. Il en ressort que les zones marquées par la déforestation à Gabiadji au cours de la période d'étude se localisent sur l'ensemble de la région d'étude telles que rapportées par la figure 9. Ainsi, aucune aire géographique, quelle qu'en soit sa nature et sa particularité au plan physico-floristique de la Sous-préfecture de Gabiadji, n'a échappé à la dynamique de déforestation et de dégradation.

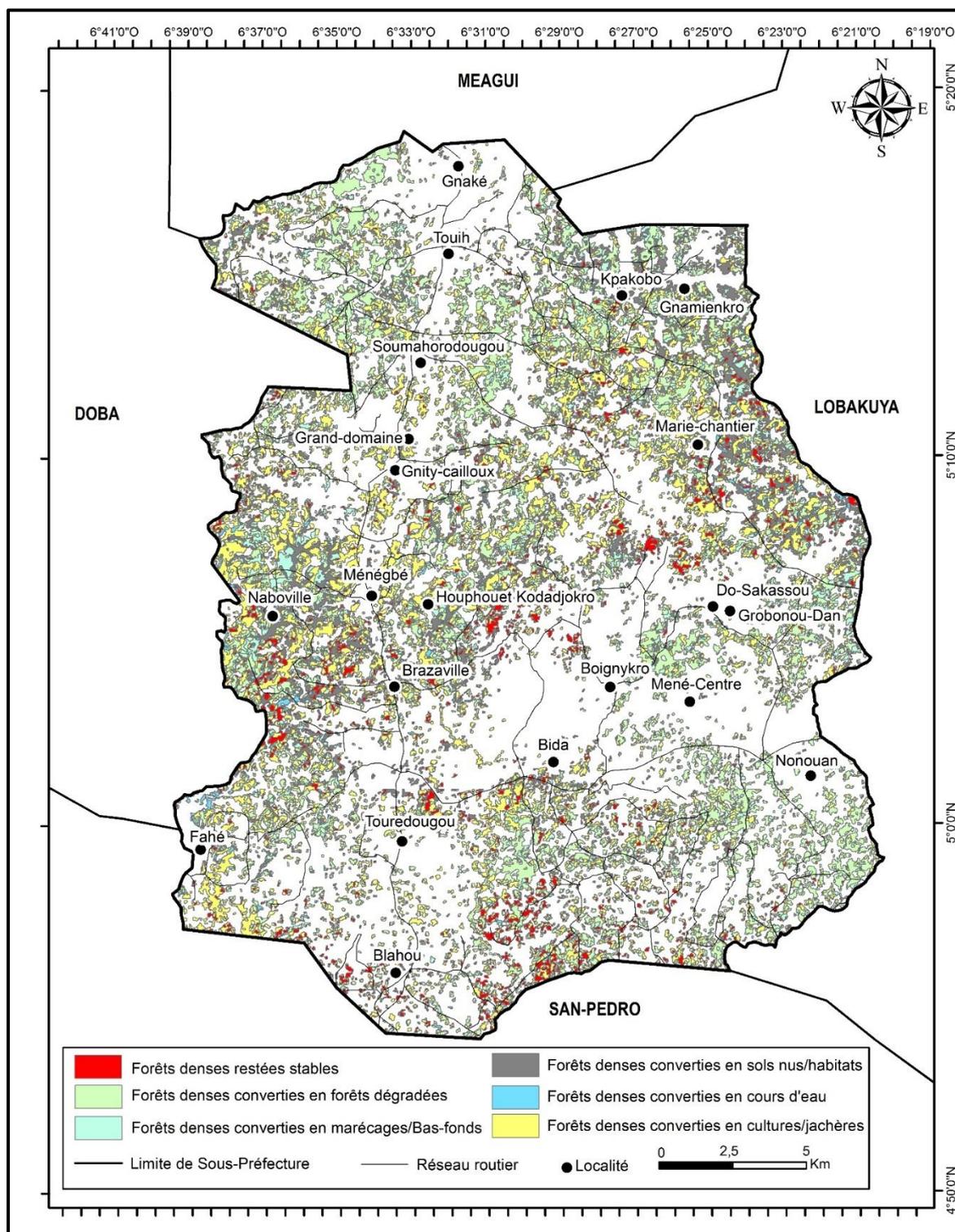


Figure6: Répartition spatiale des mutations des forêts denses de 1986 à 2017 à Gabiadji

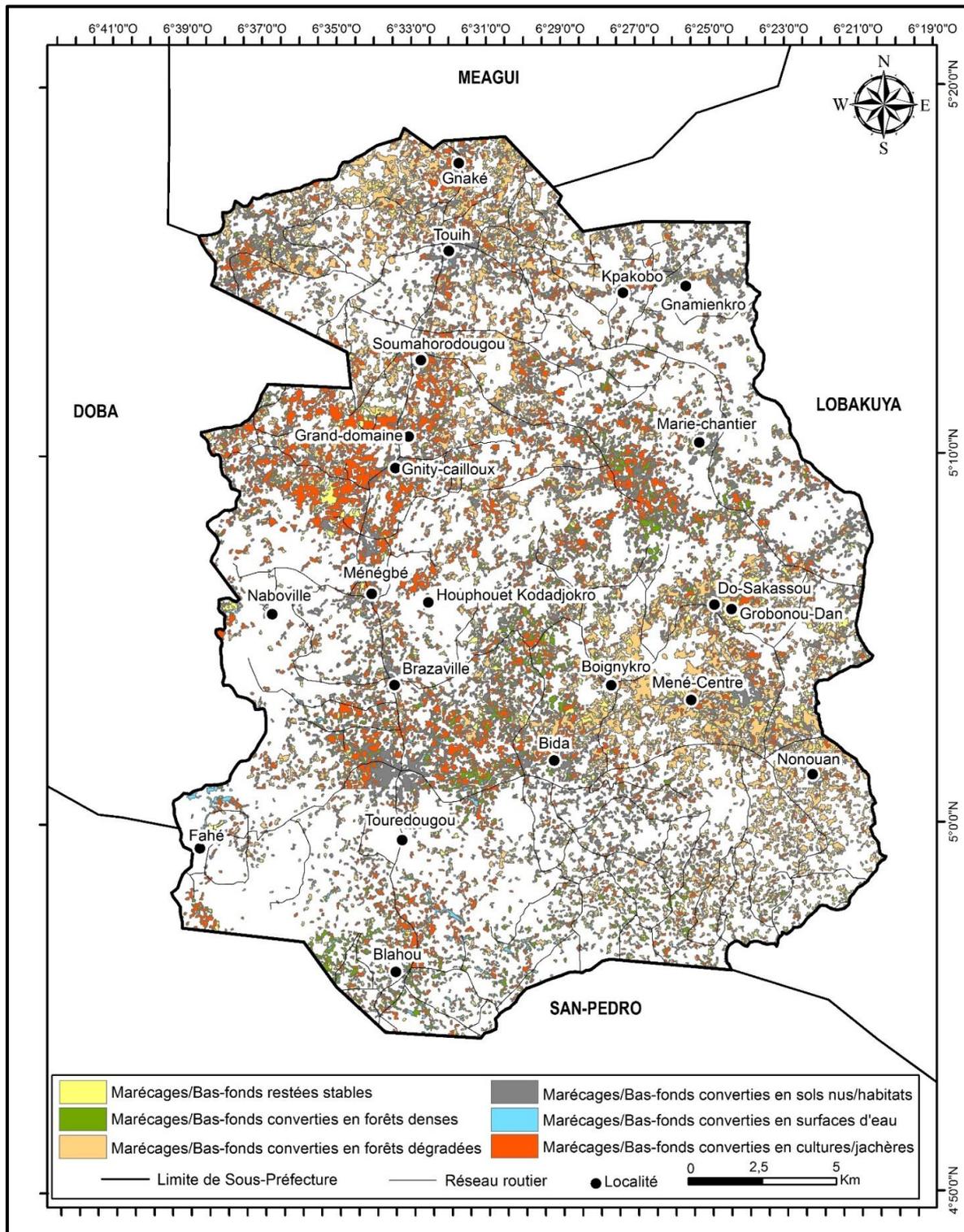


Figure 7 : Répartition spatiale des mutations des formations marécageuses/Bas-fonds de 1986 à 2017 à Gabiadj

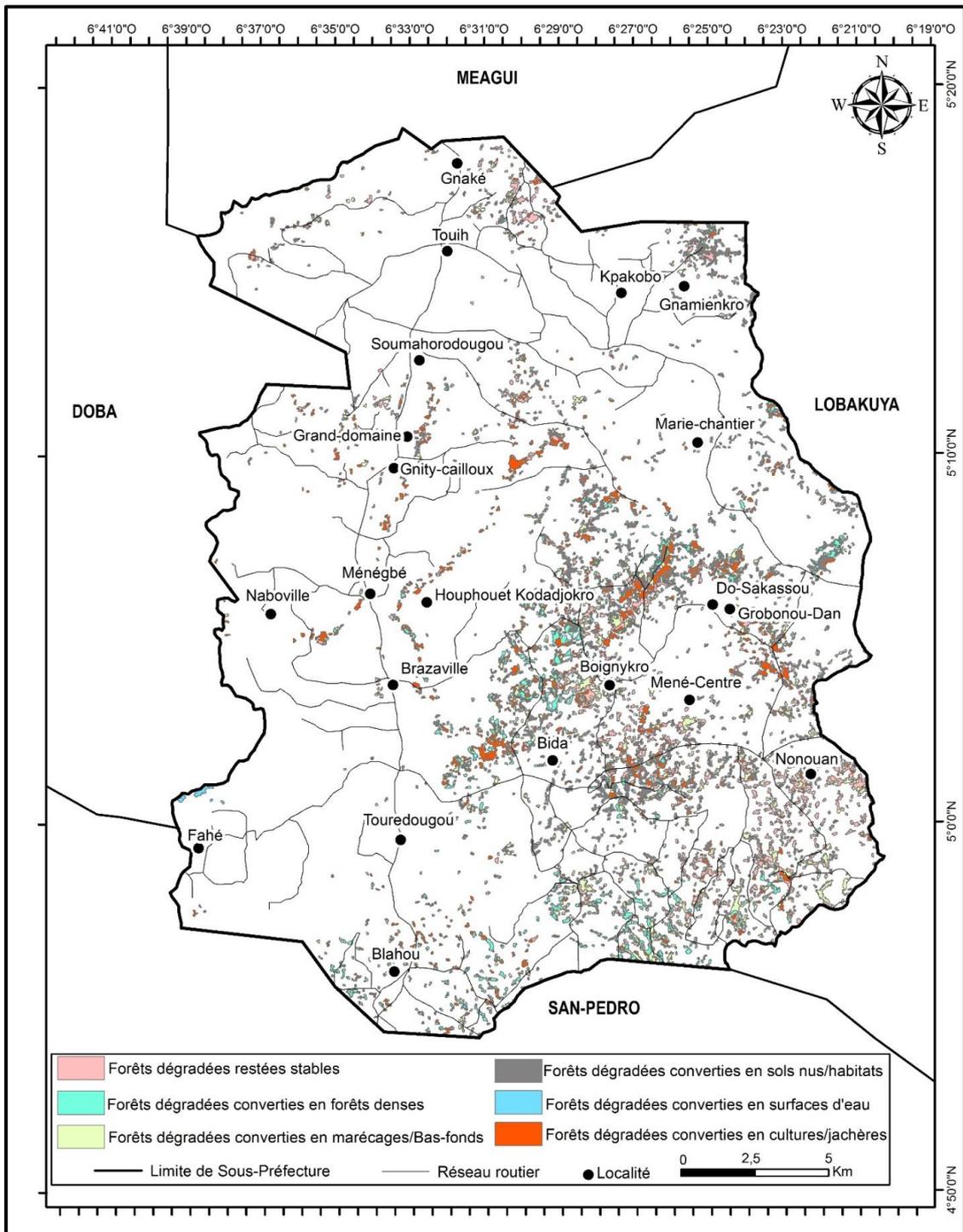


Figure8 : Répartition spatiale des mutations des forêts dégradées de 1986 à 2017 à Gabiadij

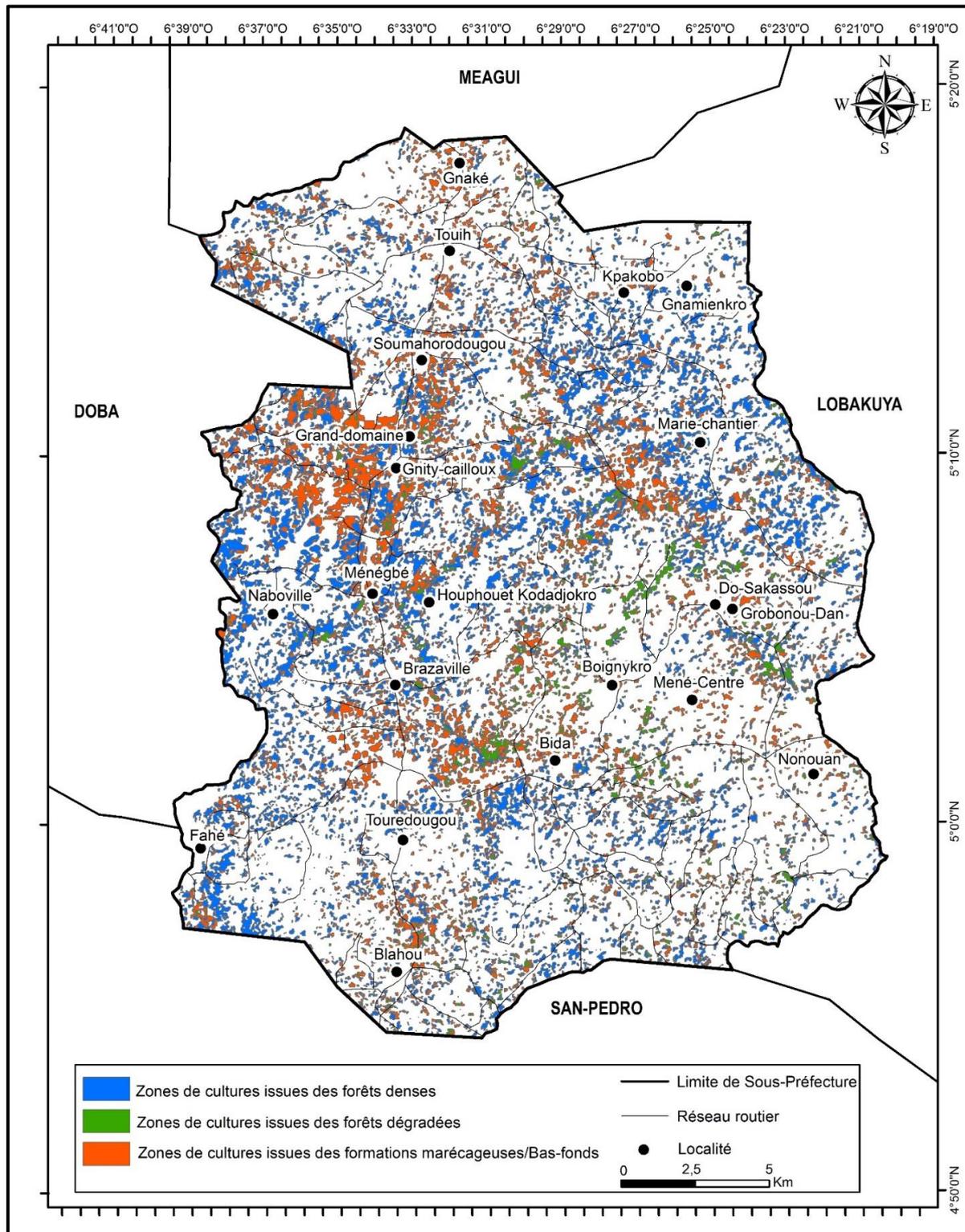


Figure9 : Répartition spatiale des zones de cultures issues de la déforestation à Gabiadij

La dynamique de déforestation à Gabiadij n'a pas suivi la logique traditionnelle. Quoiqu'ayant fortement touché les massifs forestiers (autrefois de la Nonoua) et aujourd'hui la portion ouest de la forêt classée de Rapide Grah, le constat est que les formations marécageuses et les bas-fonds ont été durement touchés. L'épuisement des surfaces propices principalement à la cacaoculture et à l'hévéaculture ont conduit les populations locales et les producteurs à exploiter des zones de marécages et de bas-fonds, illustrant ainsi les mutations des pratiques agricoles et des habitudes. [11] a également mis en évidence la pression foncière sur les formations forestières dans la zone Ramsar de Grand Bassam et ses environs avec des mutations vers les

cultures de rente. Dans le même ordre, [12] a également mis en évidence la pression foncière avec les mutations des cultures pérennes à Abengourou.

Par ailleurs, ce recours systématique aux espaces de seconde zone pour l'agriculture d'exportation en particulier traduit les mauvaises pratiques agricoles et le faible impact des programmes de sensibilisation sur les communautés locales. Le risque d'une production ne répondant pas aux normes spécifiques de qualité reste donc latent.

IV. CONCLUSION

La pression sur les ressources naturelles à Gabiadji a atteint un niveau alarmant. La multiplication des surfaces agricoles pour la cacaoculture principalement et l'hévéaculture ensuite en illustre ce fait. L'apport de la télédétection et du SIG à contribuer premièrement à retracer l'évolution de l'occupation du sol de 1986 à 2017 et à apprécier ensuite l'ampleur des mutations des formations forestières au profit de l'agriculture a été considérable. Les mutations au profit de l'agriculture de rente ont touché aussi bien les zones de prédilection traditionnelle que les zones naturelles insoupçonnées. Afin de garantir une meilleure gouvernance en vue de la sauvegarde des dernières zones naturelles à haute valeur de conservation du pays, une série d'actions concrètes devrait être mis en œuvre. Ce sont :

- le renforcement de la gouvernance autour des aires protégées et des forêts classées. Cela passe aussi bien par un durcissement de la répression des cas d'infiltrations que par la mise en place d'une structure autonome de contrôle des activités et actions de protection. Cette structure devra développer des indicateurs de performance des actions de protection en vue d'apprécier leur impact ;

- la création et la mise en place par décret d'une structure externe de protection des aires protégées du pays. Cette structure devra avoir le statut d'une EPN afin de garantir la réussite des missions à lui assigner ;

- le renforcement des partenariats publics-privés pour la vulgarisation, le renforcement et le développement des bonnes pratiques agricoles au sein des OPA ;

- l'intensification de l'agroforesterie dans les exploitations agricoles ;

- la mise en place d'un programme d'informations spécifique sur le changement climatique en faveur des communautés locales.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements sont adressés aux Professeurs SALEY Mahaman Bachir (notre Directeur de Thèse) et KOUAME Kan Jean (Directeur du CURAT-Université de Cocody-Côte d'Ivoire) pour leurs conseils, assistances et orientations lors de nos travaux. Notre amitié est transmise ici à tous nos collègues doctorants en l'occurrence Marc Zahoui TOTO pour le partage d'idées et d'expériences.

REFERENCES

- [1]. **BNETD**, Cartographie et identification des moteurs de la déforestation et de la dégradation des forêts. Atelier de validation de la cartographie forestière sur les périodes historiques, 27 Octobre 2016, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- [2]. **ONU-REDD+**, Données forestières de base de la REDD+ en Côte d'Ivoire : Cartographie de la dynamique forestière de 1986 à 2015. Côte d'Ivoire, 2015.
- [3]. **K.G.KOUASSI**, Analyse technique et socio-économique de l'exploitation agricole de M. Djato Emmanuel à Emmanuel-Bango (département de San Pedro). https://www.memoireonline.com/02/12/5233/m_Analyse-technique-et-socio-economique-de-l-exploitation-agricole-de-M-Djato-Emmanuel--Emmanuel-B6.html, 2010.
- [4]. **V. C .JOFACK**, Cartographie des potentialités en eau souterraine dans les hauts plateaux de l'Ouest – Cameroun .Contribution de la télédétection (Optique et Radar), des systèmes d'informations géographiques et des réseaux de neurones. Thèse de Doctorat. Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'ivoire, 2016.
- [5]. **P.S.JR. and CHAVEZ**, Image-based atmospheric corrections-revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 62(9):1998, 1025-1036.
- [6]. **MC.A.L.AKADJE**, Analyse par télédétection des pressions anthropiques sur une zone d'intérêt écologique : Cas de la zone Ramsar de Grand-Bassam et ses environs. Thèse de Doctorat. Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire, 2013.
- [7]. **K. BINDAODOU**, Analyse par télédétection des vecteurs de changement des types d'occupation et d'utilisation du sol de 1988 à 2013 dans la sous-préfecture d'Amou au sud-ouest du Togo. Mémoire de Master, Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire, 2014.
- [8]. **V. C .JOFACK**, Cartographie des potentialités en eau souterraine dans les hauts plateaux de l'Ouest – Cameroun .Contribution de la télédétection (Optique et Radar), des systèmes d'informations géographiques et des réseaux de neurones. Thèse de Doctorat. Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'ivoire, 2016.
- [9]. **M. LILLESAND and R. KIEFFER**, Remote sensing and image interpretation. John Wiley and Sons., New York, 1987.
- [10]. **M.C. GIRARD**, Traitement des données de Télédétection. Dunod, Paris, France, 1999.
- [11]. **MC.A.L.AKADJE**, Analyse par télédétection des pressions anthropiques sur une zone d'intérêt écologique : Cas de la zone Ramsar de Grand-Bassam et ses environs. Thèse de Doctorat. Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire, 2013.
- [12]. **L.KOFFI, N.H.BIDI, K.F.N'DRI, K.E.BROU and K.F.KOUAME**, 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). *International Journal of Engineering Science Invention*. 7(5), 2018.