Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union – Discipline – Travail

UNIVERSITE NANGUI ABROGOUA

UFR des Sciences de la Nature

Année académique
2012-2013

MEMOIRE DE MASTER 1

Option : Protection des végétaux et de l'environnement

THEME :

Cartographie par Télédétection spatiale du Parc National du Banco

Présenté par : **N'GUESSAN Yao Joachim**

Soutenu le : devant le Jury composé de :

Président : Professeur **BAKAYOKO Adama**

Directeur Scientifique : Docteur **KONE Moussa**

Examinateur : Docteur **DANHO Neuba**

INTRODUCTION

L'évolution de la déforestation des forêts tropicales de la Côte d'Ivoire est alarmante et ce malgré les nombreuses initiatives visant à renforcer l'attention accordée aux forêts dans le monde entier (FAO, 2011). Sur plus de 16 millions d'hectares de forêt dense évalués en 1880 (Aké Assi & Boni, 1988), cette surface est passée à près de 9 millions d'hectares en 1966 (CTFT, 1968). Plus de 80% du couvert forestier dense de la Côte d'Ivoire soit environ 60 000 km² a été détruit entre 1958 et 1993 (Dao, 1999). Aujourd'hui il reste moins de 2 millions d'hectares (N'guessan, 2010). En effet la diminution des surfaces boisées est liée aux défrichements agricoles et à l'exploitation forestière (Koné et *al.*, 2007). Cette forte altération des ressources forestières a conduit les pouvoirs publics à créer des parcs nationaux et des réserves dans le but de conserver et de protéger strictement les forêts ivoiriennes (Koné et *al.*, 2007). Les forêts classées, les réserves forestières et les parcs représentent les zones de conservation privilégiées de la flore et de la faune en Côte d'Ivoire. Malheureusement nombreuses sont les aires protégées qui ont subi et subissent encore une forte pression anthropique. Le parc national du banco, bien connu pour sa richesse floristique n'échappent pas à ce phénomène de déforestation. Cette dégradation du couvert végétal est une menace pour la biodiversité. En effet le couvert végétal est la composante: la plus importante de l'occupation du sol dans une aire protégée. Sa présence ou son absence caractérise la nature et l'état de l'espace protégé. En effet il conditionne la présence de la faune et la diversité spécifique de la flore (Tabopda et *al., 2009).*

Malgré le statut de stricte protection que lui confère la loi n°2002-102 du 11 février 2002, par son affectation au domaine public de l'état, le Parc National du Banco, de par sa situation en plein cœur d'Abidjan, capitale économique de la Côte D'ivoire, subit des agressions multiples et préoccupantes dont le grignotage des limites, la récolte incontrôlée et excessive des ressources naturelles, la pollution urbaine (eaux de ruissellement et déchets domestiques) et l'érosion des sols. Ces agressions ont induit des modifications au niveau des limites du parc dues surtout à son grignotage (UICN/BRAO, 2008). L'ouverture de la servitude pour le passage des lignes électriques à haute tension avec l'installation des garagistes en 1997 a accentué l'agression du parc.

Les plans d'aménagement de la ville d'Abidjan ont toujours pris en compte la gestion durable du PNB. Cette mise en valeur du PNB va à l'encontre de certaines catégories de propriétaires fonciers et de promoteurs immobiliers. Selon ces derniers le PNB est « obstacle à l'agrandissement de la ville » et une poche d'insécurité dans l'agglomération (Sako et *al.*,

2013). Ainsi les perceptions divergent entre les différents acteurs et replacent le PNB au centre de logique, d'actions et d'intérêts divers entre les différents acteurs.

Aussi le Parc National du Banco n'a fait l'objet d'aucune étude cartographique récente. Fort de ce constat, la présente étude se propose de cartographier la couverture forestière du Parc National du Banco à partir d'image Landsat. Cet objectif est réalisé à travers les actions suivantes :

- Interpréter visuellement les images satellitaires couvrant le parc du Banco ;
- Déterminer les unités thématiques ;
- Réaliser la classification supervisée.

I. CADRE DE L'ETUDE

I.1. Localisation de la zone d'étude

Cette étude à lieu sur une zone englobant le Parc National du Banco. Cette zone est localisée entre les latitudes 5°21′11″ et 5°25′40″ nord et entre les longitudes 4°6′52″ et 4°0′43″ ouest. Parc péri-urbain lors de sa création par décret le 31/10/1953, le parc national du Banco, couvre une surface de 3 474 hectares et est aujourd'hui englobé par la capitale économique ivoirienne (figure 1). Il est entouré par les zones urbaines des communes de Yopougon au Sud-ouest, d'Attécoubé au Sud, d'Adjamé au Sud Est et celle d'Abobo au Nord-est. Au centre du Parc National du Banco se situent une école forestière, un arboretum, une ferme piscicole et un logement. Il est traversé par la petite rivière Banco, qui prend sa source à la limite nord du parc et se jette dans la lagune Ebrié au pied de son entrée sud.

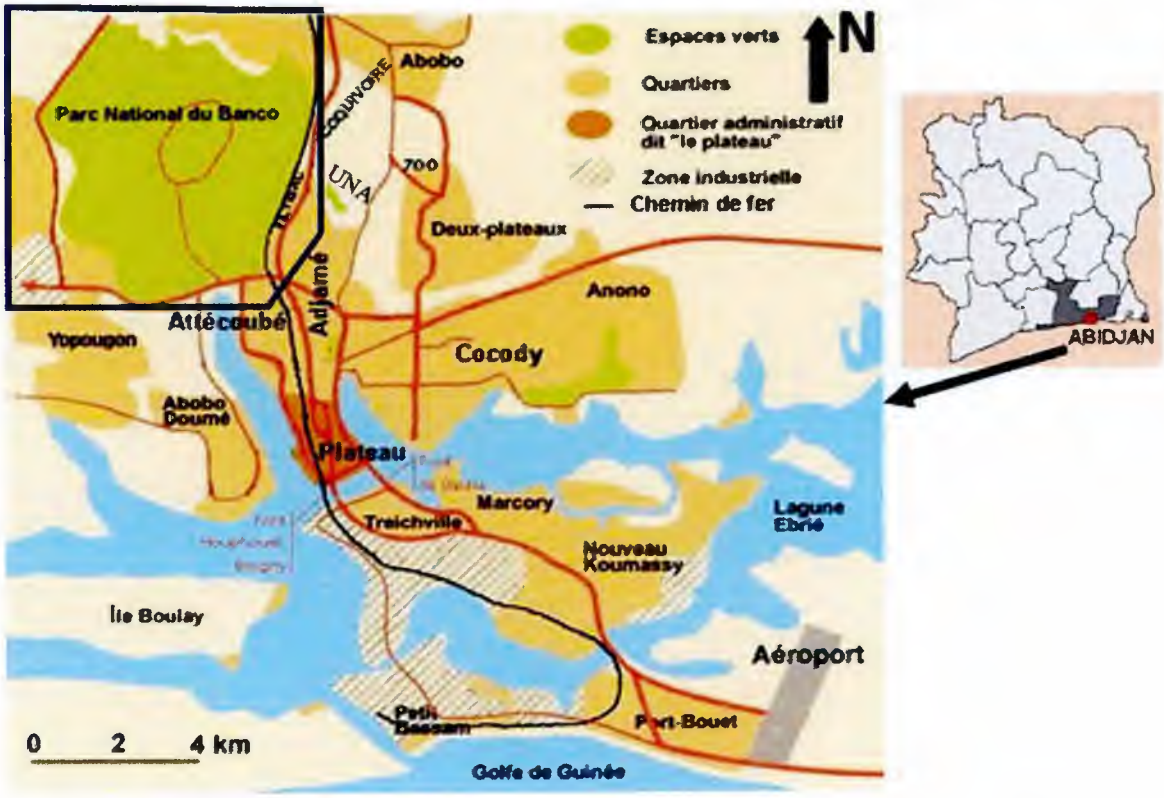

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Yeo et *al*, 2013)

I.2. Facteurs biotiques

I.2.1. Flore et végétation du Parc National du Banco

Le Parc National du Banco appartient au secteur ombrophile selon la classification phytogéographique de Guillaumet & Adjonohoun (1971). Il est caracterisé par la présence de forêts denses humides sempervirentes (Guillaumet & Adjonohoum, 1971 ; De Koning, 1983 ; Lauginie et *al.*, 1996). Ce sont des forêts à *Turraeanthus africana* (Welw. ex C.DC.) Pellegr. et *Heisteria parvifolia* Sm (Mangenot, 1955). On y distingue quatre types de formations naturelles. La plus importante est la forêt de terre ferme psammohygrophile décrite par Mangenot (1955), à *T. africana* et *H. parvifolia*. Les arbres dominants sont *T. africana*, *Synsepalum afzelii* (Engl.) T.D.Penn., *Berlinia confusa* Hoyle, *Blighia welwitschii* (Hiern) Radlk., *Coula edulis* Baill., *Dacryodes klaineana* (Pierre) H.J.Lam, *Lophira alata* Banks ex C.F.Gaertn., *Petersianthus macrocarpus* (P.Beauv.) Liben, *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) Brenan. Le sous-bois est marqué par l'abondance de *Chrysophyllum subnudum* Baker, *Drypetes chevalieri* Beille ex Hutch. & Dalziel, *Eriocoelum pungens* Radlk. ex Engl., *Monodora myristica* (Gaertn.) Dunal, *Tabernaemontana crassa* Benth.et *Xylopia acutiflora* (Dunal) A.Rich.

Les seuls milieux non forestiers du Parc National du Banco sont les étangs de la ferme piscicole et leurs abords, quelques clairières autour du logement et sur les lisières du parc, et les marais herbacés à *Cyrtosperma senegalense* (Schott) Endl. qui bordent localement la rivière Banco.

La flore de la région d'Abidjan est riche de près de 850 espèces de phanérogames (De Koning, 1983), dont plus de 800 pour le seul Parc National du Banco. Plus de 60 sont des endémiques ouest-africaines, dont certaines sont très rares, et quatre ne paraissent exister qu'aux environs immédiats de la ville d'Abidjan: *Albertisia cordifolia* (Mangenot & Miege) Forman, *Dichapetalum dictyospermum* Breteler et *Tapinanthus praetexta* Polhill & Wiens. *Macaranga beillei* Prain a également une aire très restreinte dans la région d'Abidjan–Dabou. Ces espèces, qui peuvent être localement abondantes (du moins les deux premières) sont néanmoins très menacées et leur survie dépend pratiquement de celle du Parc National du Banco.

I.2.2. Faune du Parc National du Banco

La faune du Parc National du Banco semble n'avoir fait l'objet d'aucune étude récente parmi les mammifères. Il était évident depuis le début de la fondation de la réserve, qu'elle était trop petite pour être aussi une réserve de faune. Cependant le Parc National du Banco abrite les Céphalophes bai *Cephalophus dorsalis* et de *Maxwell C. maxwelli*, le Guib harnaché *Tragelaphus scriptus*, le Pangolin à longue queue *Manis tetradactyla*, le Hocheur à nez blanc *Cercopithecus petaurista*, la Mone de Campbell *C. campbelli* (assez commune et facilement visible à l'entrée du parc) et au moins deux espèces d'écureuils (*Protoxerus stangeri* et *Paraxerus poensis*). Béligné (com. pers. mentionne également la présence de la vette *Civettictis civetta*, de la Genette *Genetta genetta* et du Daman des arbres *Dendrohyrax dorsalis*. Plus surprenant, un petit groupe (10–15 individus) de Chimpanzés *Pan troglodytes* se maintient toujours. Les grands mammifères ont disparu du parc il y a de cela plusieurs décennies

I.3. Facteurs abiotiques

I.3.1. Climat

Le climat de notre zone d'étude est de type subéquatorial à quatre saisons: deux saisons sèches (la "grande" de décembre à février et la "petite" en août septembre) et deux saisons pluvieuses (la "grande" de mai juillet et la "petite" en octobre novembre) (figure 2). La pluviométrie moyenne annuelle est de 2000 mm, juin étant le mois le plus arrosé. La température moyenne est de 26 °C, avec des valeurs mensuelles minima et maxima de 21 °C

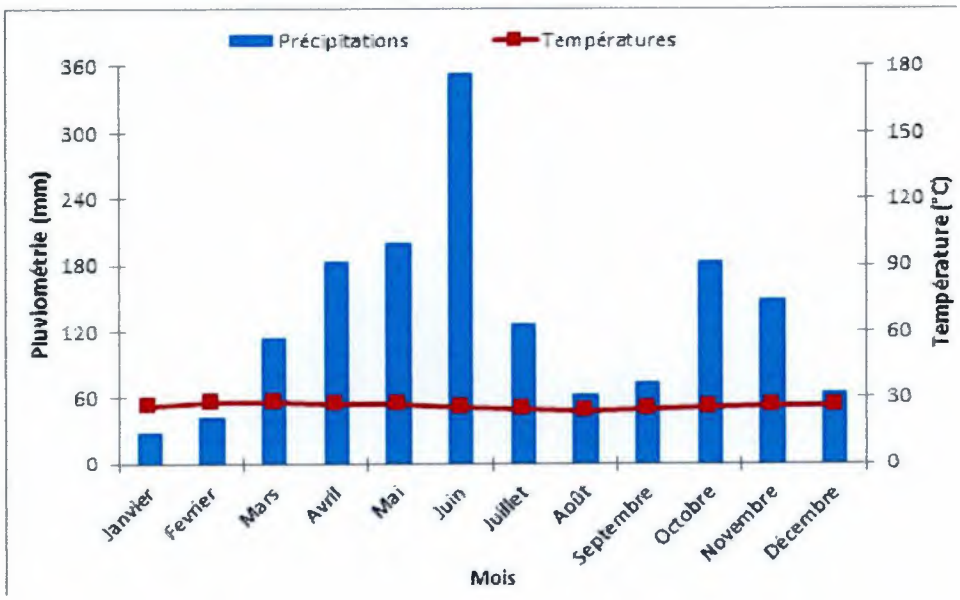

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la ville d'Abidjan de 1999 à 2009 (Source CNRA, Météorologie Anguédédon)

I.3.2. Hydrographie

L'hydrographie du Parc National du Banco est essentiellement celui de la rivière Banco. Cette petite rivière qui a donné son nom à la forêt, la traverse du nord au sud avant de se jeter dans la lagune Ebrié. D'après Paulian (1947), cité par De Koning (1983), la forêt est située au dessus d'une nappe phréatique nourrissant la rivière du Banco et celle d'Adiopodoumé.

I.3.3. Sol

La forêt du Parc National du Banco se trouve dans une bande littorale là où les sols sont très sableux, ferralitiques, fortement désaturés et appauvris superficiellement en argile (Perraud, 1971). Ces sols sont caractérisés par un taux de saturation faible du complexe absorbant (environ 10 % en surface) et par un horizon humifère plus acide que les horizons sous-jacents (Roose & Cheroux, 1966).

La figure 3 présente la topographie simplifiée du PNB.

Figure 3 : Topographie simplifiée du PNB (De Koning, 1983)

1.4. Historique du Parc National du Banco

1.4.1. Date de classement

Les officiers du service forestiers de basse Côte d'Ivoire, en quête d'une station d'essai, a porté le choix sur la forêt du Banco en 1926. Les limites ont été modifiées par l'arrêté n°2825 S. F. signé du lieutenant-gouverneur en date du 11 septembre 1935. L'abattage ou la capture de la faune et la destruction ou la collection de la flore sont interdits de même que le dépôt des ordures. Seule la pêche à la ligne flottante est autorisée. C'est en 1953 qu'il est convenu de transformer la forêt du Banco en Parc National du Banco. Ce dernier implique une stricte protection de la faune et de la flore (De Koning, 1983 ; Sako et *al.*, 2013).

1.4.2. Gestion antérieure du parc national du banco

Tout comme les autres massifs forestiers du pays la forêt du banco a connu des périodes d'occupation par des producteurs qui y ont créé des campements et des cultures de vivriers. Aussitôt choisie par les officiers du service forestier, l'installation et l'aménagement commençaient de façon modérée. Peu à peu l'état rachetait les plantations de vivriers pour les

soumettre à des traitements sylvicoles. Aujourd'hui tous les acteurs reconnaissent à l'unanimité la nécessité de continuer à protéger le PNB en l'affectant au domaine public. Dans cette optique, certaines activités ont déjà fait l'objet de financement, notamment la construction de 8 km de clôture par la coopération japonaise et la réhabilitation de 40 km de pistes par l'état de Côte d'Ivoire (De Koning, 1983 ; Sako et *al.*, 2013).

La figure 4 illustre les aménagements de la forêt du Banco de 1926 à 1953.

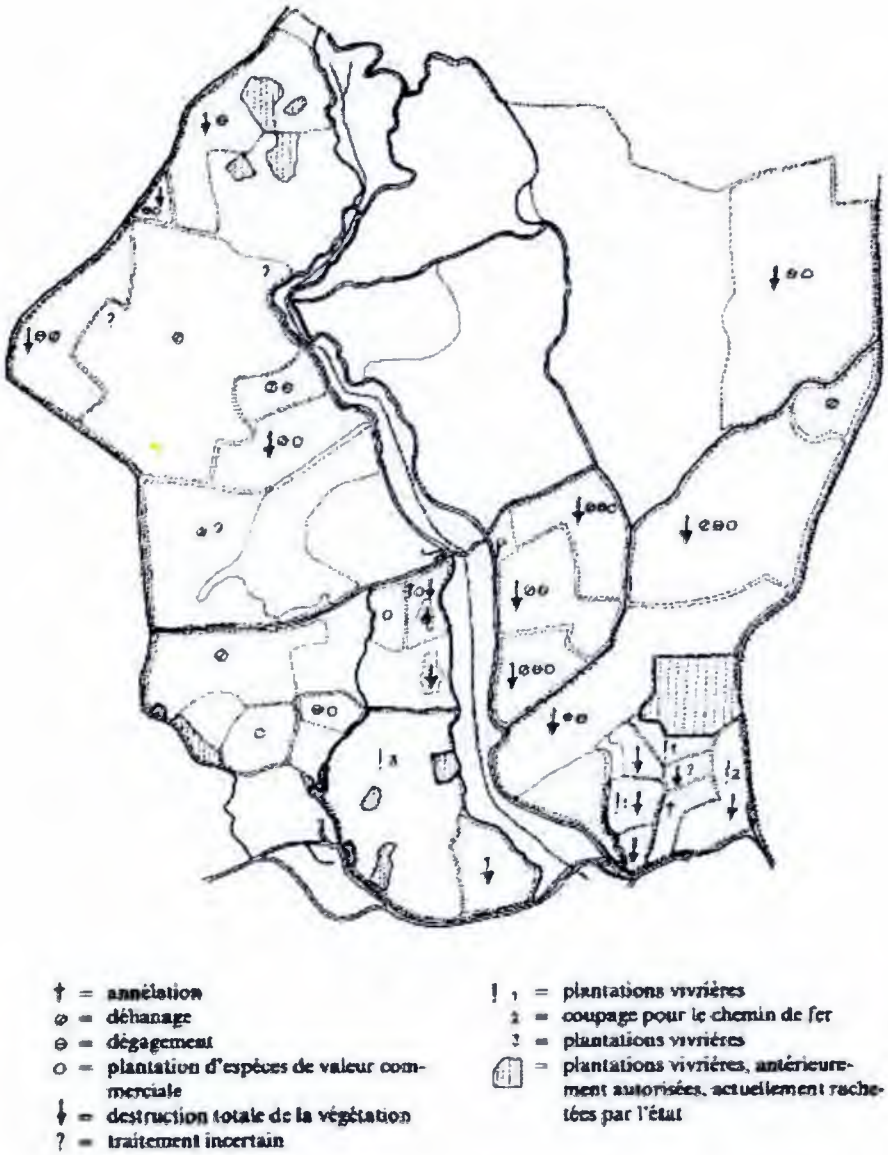

Figure 4 : Aménagement du PNB de 1926 à 1953 (De Koning, 1983)

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Matériels

Plusieurs outils ont servi à cette étude. Il s'agit d'un ordinateur (avec les logiciels informatiques : ENVI 4.7, Paint et ArcGIS 9.3, utilisés respectivement pour le traitement numérique d'image, le traitement cartographique et la cartographie de la couverture végétale de la forêt de Banco), d'un GPS (Global Positioning System) Garmin-76 Cx, utilisé pour localiser les différents points d'échantillonnage et des points d'amers sur le terrain, divers documents bibliographiques, d'une image satellitaire et des données météorologiques (1999-2009) provenant de la CNRA, météorologie Anguédédon.

II.1.1. Description d'image satellitaire

Les images de télédétection sont en mode RASTER ; où l'espace est divisé en unités spatiales élémentaires appelées pixel (Picture element) portant chacun une valeur radiométrique renseignant sur sa luminosité et sa couleur. Ainsi, Un fichier RASTER peut être constitué d'un ou plusieurs plans de couleurs (ou groupes de valeurs radiométriques) et chaque plan image correspond à une bande spectrale précise, c'est-à-dire à une longueur d'onde dans laquelle l'image a été acquise par les différents canaux radiométriques du satellite. Cette matrice de points est constituée de trois éléments à savoir la ligne (i), la colonne (j), et la valeur du pixel (X_{ij}). Chaque pixel est codé en 8 bits (avec une valeur comprise entre 0 et 225). La valeur du pixel représente le niveau de gris du pixel. C'est une grandeur proportionnelle à l'intensité du signal réfléchi par ce pixel lorsqu'il est irradié par une onde électromagnétique.

Le caractère numérique des images satellitaires favorise leur traitement à l'ordinateur. Ainsi, les images satellitaires permettent d'étudier tous les phénomènes visibles en surface de la terre. Dans le cadre de cette étude, les donnés images utilisées sont celles du satellite landsat. Les images Landsat 5 de "Thematic Mapper" (TM) présentent 6 canaux (visible et infrarouge) de 30 m de résolution et un canal thermique avec 120 m de résolution (B*oe*hlert & Schumacher, 1997) (Tableau 1).

Les caractéristiques des satellites Landsat sont leur haute résolution spatiale et la gamme élevée des bandes spectrales qu'ils offrent pour diverses études de la nature. Le canal TM3 est la bande d'absorption des pigments chlorophylliens, et le canal TM4 est sensible à la structure du mésophile des feuilles qui le réfléchit fortement. Ainsi, le rayonnement

électromagnétique dans le canal TM3 est absorbé fortement par la végétation verte et réfléchi dans le canal TM4 (Girard, & Girard, 1999) (figure 5).

Tableau 1 : Caractéristiques des images Landsat TM.

Instrument	Satellite	Largeur de Balayage (km)	Canaux spectraux (µm)	Résolution
TM	Landsat 5 (1986)	180	0,45-0,52 (TM1)	30 m
			0,52-0,60 (TM2)	30 m
			0,63-0,69 (TM3)	30 m
			0,76-0,90 (TM4)	30 m
			1,55-1,75 (TM5)	30 m
			10,4-12,5 (TM6)	120 m
			2,10-2,35 (TM7)	28 m

Source : NOAA technical memorandum, (Boehlert & Schumacher, 1997).

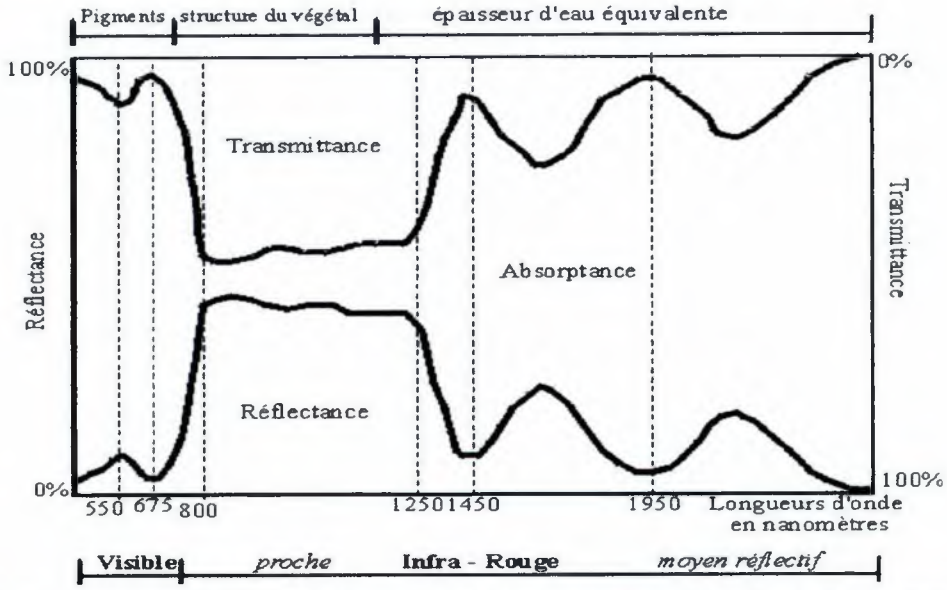

Figure 5 : Comportement spectrale d'un végétal chlorophyllien (Girard, & Girard, 1999)

II.1.2. Description des images utilisées

L'image utilisée dans cette étude, a été téléchargée sur le site internet, "*Global Land Cover Facility*" (http://glcfapp.glcf.umd.edu). Pour cette étude, la scène 196-56 TM du 30 décembre 1990 a été utilisée. Toutes les bandes ont servi à notre étude, sauf la bande thermique. Toutes ces données ont été traitées avec le logiciel "ENVI". Le choix de l'image est lié à sa qualité acceptable, compte tenu du manque de couverture nuageuse de la région.

II.1.3. Données bibliographiques

Diverses sources bibliographiques ont servi de référence à cette étude (De Koning, 1983 ; N'guessan et *al.*, 2003 ; Koné, 2004 ; N'guessan et *al.*, 2006 ; Oszwald et *al.*, 2007 ; Koné et *al.*, 2007 ; UICN, 2008 ; N'guessan, 2010 ; Tankoano, 2012). Les données relatives à l'état de conservation du couvert végétal issues des rapports d'expertises menés sur le site ont, par exemple, permis d'améliorer l'interprétation des images. D'autre part, les méthodes développées dans ce travail tiennent comptent de celles suivies durant les études précédentes afin de produire une information qui soit reproductible.

II.2. Méthodes

Les bandes de l'image satellitaire de 1990, enregistrées au format « *Envi Standard* » ont été soumises à plusieurs traitements pour extraire en les informations utiles. Il s'agit entre autres du rehaussement, de la composition colorée, de indice de végétation, de la classification non supervisée et afin de la classification supervisée pour aboutir à une cartographie de notre fenêtre d'étude qui fera l'objet d'une vérification via l'échantillonnage.

II.2.1. Interprétation visuelle de la fenêtre d'étude

a. Rehaussement d'image brute TM3 par étalement linéaire

Le but du rehaussement radiométrique est d'améliorer l'interprétation visuelle de l'image en augmentant la qualité visuelle (contraste) de l'image (Shalaby & Tateishi, 2007). Il sert à optimiser la dynamique de l'affichage de l'image et permet une meilleure interprétation des éléments de l'image. L'étalement linéaire, elle est basée sur l'analyse de l'histogramme dont la plus faible valeur est ramenée à zéro et la plus forte à 225. Ainsi, cette méthode d'extraction des informations utiles des images satellitaires a permit de maximiser l'interprétation de l'image brute de la bande TM3. Le canal TM3 a été utilisé ici parce qu'il est la bande d'absorption des pigments chlorophylliens. Ce canal rehaussé linéairement a été affichée avec la palette (hue sat value).

b. Compositions colorées

La composition colorée ou fausse couleur consiste à créer une image où les trois couleurs primaires rouge, vert et bleu (RVB) sont attribuées à chacun des trois canaux choisis. Ainsi, la composition colorée RVB des bandes TM7, TM4 et TM3 a été réalisée.

c. Indice de végétation

La recherche de la corrélation entre la réponse spectrale des objets au sol et la variabilité de la végétation a conduit à l'étude de l'indice de végétation (Rouse et *al.*, 1973 ; Tucker, 1977 ; Bariou et *al.*, 1985). L'utilisation de l'indice de végétation trouve sa justification dans la comparaison des courbes de réflectance d'un échantillon de sol (figure 6).

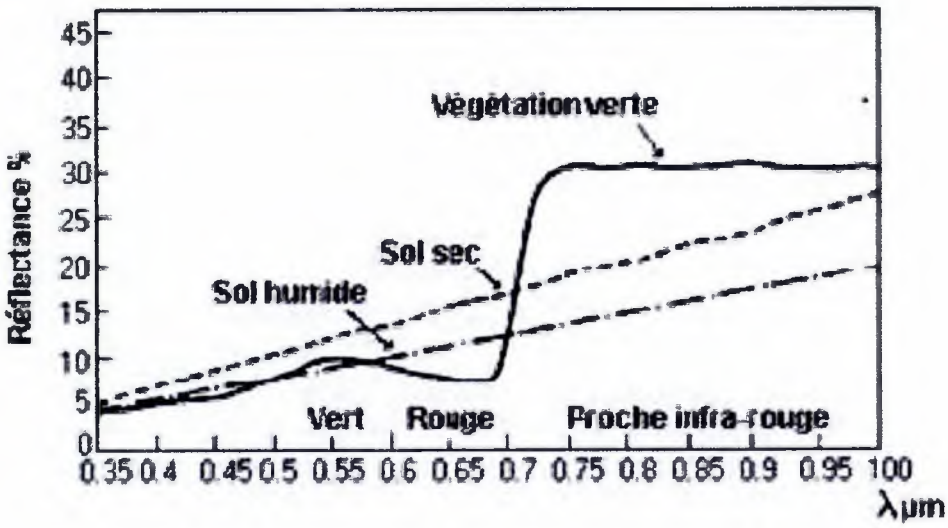

Figure 6 : Réflectance d'un échantillon de sol (Bariou et *al.*, 1985)

Cette figure montre que le rapport des bandes rouge et infrarouge est faible pour les sols nus (sec et humide) et élevé lorsque la végétation est active. Les canaux rouge et infrarouge permettent ainsi de discriminer la végétation. Il existe plusieurs indices de végétation notamment le « Color Vegetation Index » (CVI), le « Ratio Vegetation Index » (RVI), le « Transformed Vegetation Index » (TVI) pour ne citer que ceux là.

L'indice de la différence normalisée de végétation (NDVI) est utilisé ici car il traduit l'activité photosynthétique du couvert végétal à l'instant de la mesure Rouse *et al.* (1973) ; la formule de cet indice est la suivante :

NDVI = (PIR - R) / (PIR + R) (1)

Où PIR est la réflectance dans le proche infrarouge et R celle dans le rouge ; ainsi, le NDVI se calcule à partir des bandes TM de la façon suivante :

NDVI = (TM4 – TM3) / (TM4 + TM3) (2)

Pour une meilleur caractérisation des différentes formations végétales, deux images NDVI ont été utilisées ; une affichée en niveaux de gris et l'autre avec la palette (gren pink).

d. Classification non supervisée

La classification non supervisée, basée sur le principe d'itérations, consiste à la recherche de regroupements naturels des propriétés des pixels d'une image de télédétection. L'algorithme de classification itératif permet à l'ordinateur de créer les regroupements ayant les caractéristiques spectrales semblables (Jahn, 1991).

La classification non supervisée par la méthode « Isodata » avec 10 classes permet d'avoir des surfaces homogènes où les pixels ont des propriétés spectrales similaires. En procédant à la liaison et à l'animation grâce au logiciel « ENVI » des images de la composition colorée et de la classification non supervisée, nous arrivons à interpréter la légende de cette dernière. L'image de la classification non supervisée offre ainsi, une facilité pour la numérisation des régions d'intérêt (ROI, "*Region of interest*") nécessaire à la classification supervisée. Toutes les unités thématiques ou ROI retenues dans le cadre de cette étude ont été décrites.

II.2.2. Cartographie de la fenêtre d'étude

a. Détermination des unités thématiques

Sept unités thématiques ont été retenues pour cette étude. Il s'agit des forêts denses, des forêts dégradées, des jachères arborées, des plantations, des zones herbeuses, des zones anthropisées et de la lagune. Toutes ces unités ont été décrite grâce à la bibliographie et à nos connaissances du terrain.

b. Classification supervisée

La classification supervisée consiste à regrouper, dans une même entité ou classe, tous les pixels ayant la même signature spectrale correspondant aux différents thèmes de l'utilisation du sol prédéfini. Ainsi, il est nécessaire de disposer de zones témoins basées sur la localisation précise d'un grand nombre de « réalités-terrain » (Achard, 1989 ; Chatellain 1996). Le choix des parcelles d'entraînement ou ROI est réalisé grâce au travail de terrain et à l'interprétation visuelle des images en composition colorée. Cela nous a permis :

- de définir la typologie de la forêt (dense, dégradée).
- de constituer une « base de données » forêt, servant de support pour la détermination des zones d'intérêt lors des classifications et des vérifications des résultats à l'aide de matrices de confusion. La digitalisation des ROI a été réalisée en tenant compte du nombre de bandes utilisées dans cette dernière classification. Selon Tonyé et *al.* (1999), au moins 10n pixels de ROI sont collectés pour une classification avec *n* représentant le nombre de bandes.

Dans le cadre de cette étude les six bandes de l'image ont été utilisées pour cette classification avec l'algorithme du maximum de vraisemblance. Cet algorithme qui effectue une classification statistique offre de meilleurs résultats (Achard, 1989; Chatelain, 1996; Koné et *al.*, 2007). Cette classification est réalisée avec le logiciel "ENVI".

c. Echantillonnage

Les échantillons seront principalement utilisés en tant que vérification des résultats issus la classification supervisée. De la précision et la minutie de la prise des échantillons dépend les bons résultats de la classification supervisé et de la fiabilité des résultats de la validation (Congalton, 1991 ; Cohen, 1960). Les échantillons de thème sont numérisés sur l'image de composition colorée RVB, TM7, TM4 et TM3, de préférence point à point avec le logiciel ENVI 4.7 (ROI, Region of Interest). Ils sont vérifiés grâce à une reconnaissance visuelle sur Google Earth.

En raison des problèmes de décalage entre l'image et les différentes vérités terrains dont nous disposons, les échantillons ont dus être repris sur l'image de la classification supervisée .Ainsi deux jeux d'échantillons sont pris en compte.

La mesure de la qualité de la classification est faite à partir de la matrice de confusion de la quelle sont déduit les mesures globales suivantes :

- OA (overall Accuracy) : proportion de pixels bien classés (calcul sur les effectifs)
- AA (Average Accuracy ou MPCC) : moyenne des PCC (Pixel Correctement Classés) de chaque classe
- Kappa : coefficient d'arrangement pour mesurer la qualité globale d'une classification (le plus proche possible de 100)

Tableau 2 : liste des classes avec leur effectif

Numéro de classe	Type d'échantillons	couleur	Nombre de pixels
1	forêt dense	noir	2051
2	Forêt dense dégradée	blanc	730
3	Jachère arborée	rouge	626
4	Zone herbeuse	bleu	568
5	plantation	jaune	1278
6	Zone anthropisée	vert	514
7	eau	cyan	152

III. RESULTAT

III.1. Description des unités thématiques retenues pour la classification supervisée

a. Forêt dense

Dans la classification, la forêt dense est essentiellement localisée l'intérieur du PNB. Elle s'identifie dans le centre du PNB au niveau de la zone de protection de biodiversité. La forêt dense est composée de plusieurs strates généralement denses. La strate dominante comprend de grands arbres. La canopée de cette formation forestière est fermée, ce qui empêche le passage de la lumière. Cette forêt à canopée fermée ne favorise pas le développement des espèces du sous bois.

b. Forêt dense dégradées

Dans la classification, on identifie les forêts denses dégradées aussi bien à l'intérieur du PNB qu'à l'extérieur. Ces zones sont soit, des anciennes zones d'exploitation du bois d'œuvre soit, de vieilles surfaces d'essai sylvicole. Les forêts denses dégradées présentent les mêmes caractéristiques que les denses mais diffèrent de celles-ci par une canopée plus ou moins ouverte et discontinue. La pénétration de la lumière favorise le développement d'un sous bois touffu.

c. Jachères arborées

Dans la classification, les jachères s'identifient beaucoup au nord et au nord-ouest. Les jachères arborées font suite aux anciennes surfaces de cultures sur brûlis, et du fait de l'épuisement de réserves du sol, ces zones abritent peu de grands arbres. La canopée est très ouverte et favorise le développement d'un sous bois généralement dense. La canopée est verdâtre avec une légère influence du sol dans la réponse spectrale. Elles se confondent sur la composition colorée aux forêts denses dégradées et aux zones herbeuses.

d. Plantation

Les plantations sont des exploitations d'hévéa en monoculture. Elles s'identifient au nord-ouest de notre fenêtre d'étude. Du fait de l'entretien de ces plantations, le sous bois n'existe pratiquement pas. Tout comme la forêt dense, elles sont composées de grands arbres et la canopée y est fermée et homogène. La présence de certains pigments dans les cultures couplée à une homogénéité dans la réponse spectrale rend cette formation plus active que la forêt dense. Elles s'identifient facilement sur les NDVI en blanc. Elles sont aussi identifiables

sur la composition colorée dans une couleur vert olive. Sur cette dernière, elles se confondent aux zones herbeuses.

e. Zones herbeuses

Les zones herbeuses sont des surfaces dominés par les herbacés. Elles sont comparables à des savanes arbustives. On y note la présence de quelques arbustes. Ce type de paysage n'est pas naturellement présent dans ce secteur d'Abidjan et caractérise surtout des zones entretenues par l'homme. Elles se localisent le long des voies principales, aux abords des édifices urbaines et autour des îlots de forêt. Sur la composition, elles se confondent plus ou moins aux plantations dans une couleur vert clair à vert olive.

f. Zones anthropisées

Les zones anthropisées sont les surfaces dévégétalisée ou sans couvert végétal. Il s'agit des habitations, des routes, et tout autre terrain dénudé. De manière générale ce thème désigne les surfaces où la réflectance du sol prédomine. Elles s'identifient facilement sur la composition colorée dans une mosaïque de couleur rose à violet.

g. Retenue d'eau

Ce thème caractérise la lagune Ebrié et s'identifie au niveau de l'entrée sud du PNB. L'eau a tendance à absorber le rayonnement électromagnétique aussi bien dans le visible que dans le proche infrarouge.

III.2. Interprétation visuelle de l'image satellitaire

III.2.1. Interprétation de l'image TM3 rehaussée linéairement

Le rehaussement linéaire a amélioré la qualité visuelle de l'image brute du canal TM3 (figure 7). Cette image affichée avec la palette "hue sat value" permet de distinguer les zones de forêt dense et de forêt dégradée des zones couvertes de jachère arborée, d'herbes, d'eau et enfin des zones anthropisées. Mais, elle ne fait pas de distinction entre l'eau, les zones des plantations et les jachères. Cela est dû à la diminution de la réflectance de l'eau et à la présence des pigments chlorophylliens dans les végétaux qui absorbent le rayonnement incident dans le visible.

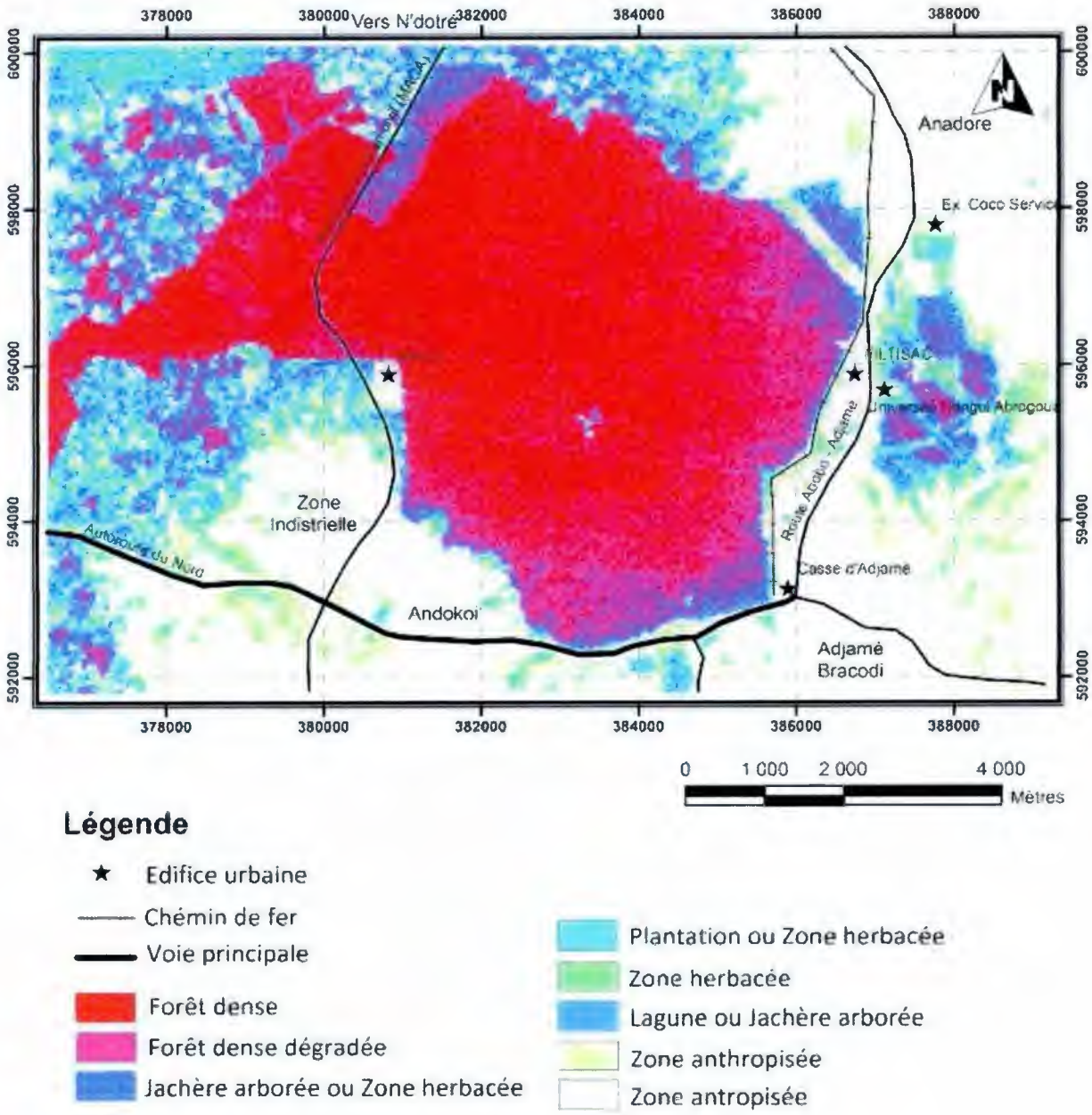

Figure 7 : TM3 rehaussé linéairement et affiché avec la palette hue sat value (1990-12-30)

III.2.2. Interprétation de l'image de composition colorée

L'image composite RVB des bandes TM7, TM4 et TM3 offre une bonne caractérisation de la couverture forestière (Figure 8). La forêt dense est caractérisée en vert sombre. Les zones dégradées sont caractérisées par les couleurs verts légèrement sombres à verts clairs. Il s'agit des forêts denses dégradées et des jachères arborées. La zone herbeuse est caractérisée par un mélange de vert clair et vert très clair tandis que les plantations sont

caractérisées par les pixels en vert olive. Les pixels de couleurs violets et violets clairs caractérisent les zones anthropisées et enfin le bleu caractérise la lagune. Cette image composite offre une bonne séparation des différentes unités thématiques mais la distinction n'est pas tout à fait nette entre les plantations, les jachères arborées et les zones herbeuses. Par contre, elle offre une bonne démarcation de l'eau et les zones anthropisées.

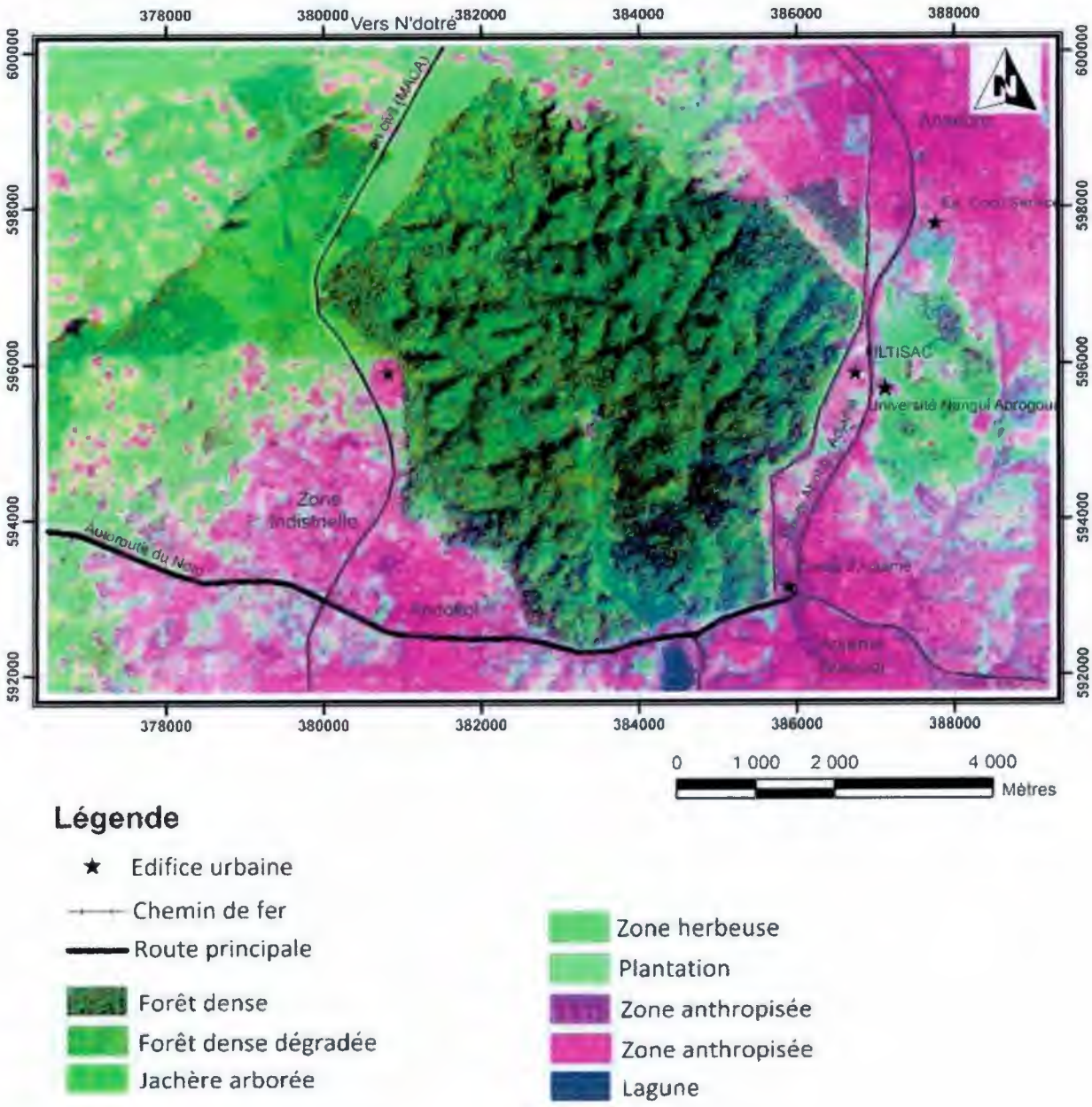

Figure 8 : Composition colorée RVB, TM7, TM4 et TM3 (1990-12-30)

III.2.3. Interprétation de l'image indice de végétation (NDVI)

L'image NDVI en niveau de gris caractérise mieux les différentes formations végétales en fonction de leur activité chlorophyllienne. En niveau de gris, cette image présente des couleurs variant du noir au blanc (Figure 9). Ainsi :

- Les pixels noirs symbolisent les surfaces dépourvues de végétation dont l'activité végétale est nulle. Il s'agit des zones anthropisées et de la lagune. L'identification des unités thématiques se fait en regroupant les classes de végétation identifiées selon le critère d'activité chlorophyllienne. Ce qui ne permet pas la différenciation entre l'eau et les zones à activité photosynthétique nulle.

- Au fur et à mesure que la couleur tend vers le blanc, nous avons une végétation de plus en plus active. Les pixels gris sombres et gris légèrement sombre caractérisent les zones anthropisées et les zones légèrement herbeuses où la réflectance du sol domine.

- Les pixels blancs caractérisent les plantations d'hévéa. Ici la végétation au niveau des plantations est plus active que celle de la forêt parce qu'au niveau des plantations nous avons une homogénéité de la réflectance ; ce qui n'est pas le cas au niveau de la forêt dense où la canopée est discontinue avec par endroit de l'ombre. En effet l'abondance de certains pigments dans les cultures d'hévéa modifie le comportement spectral.

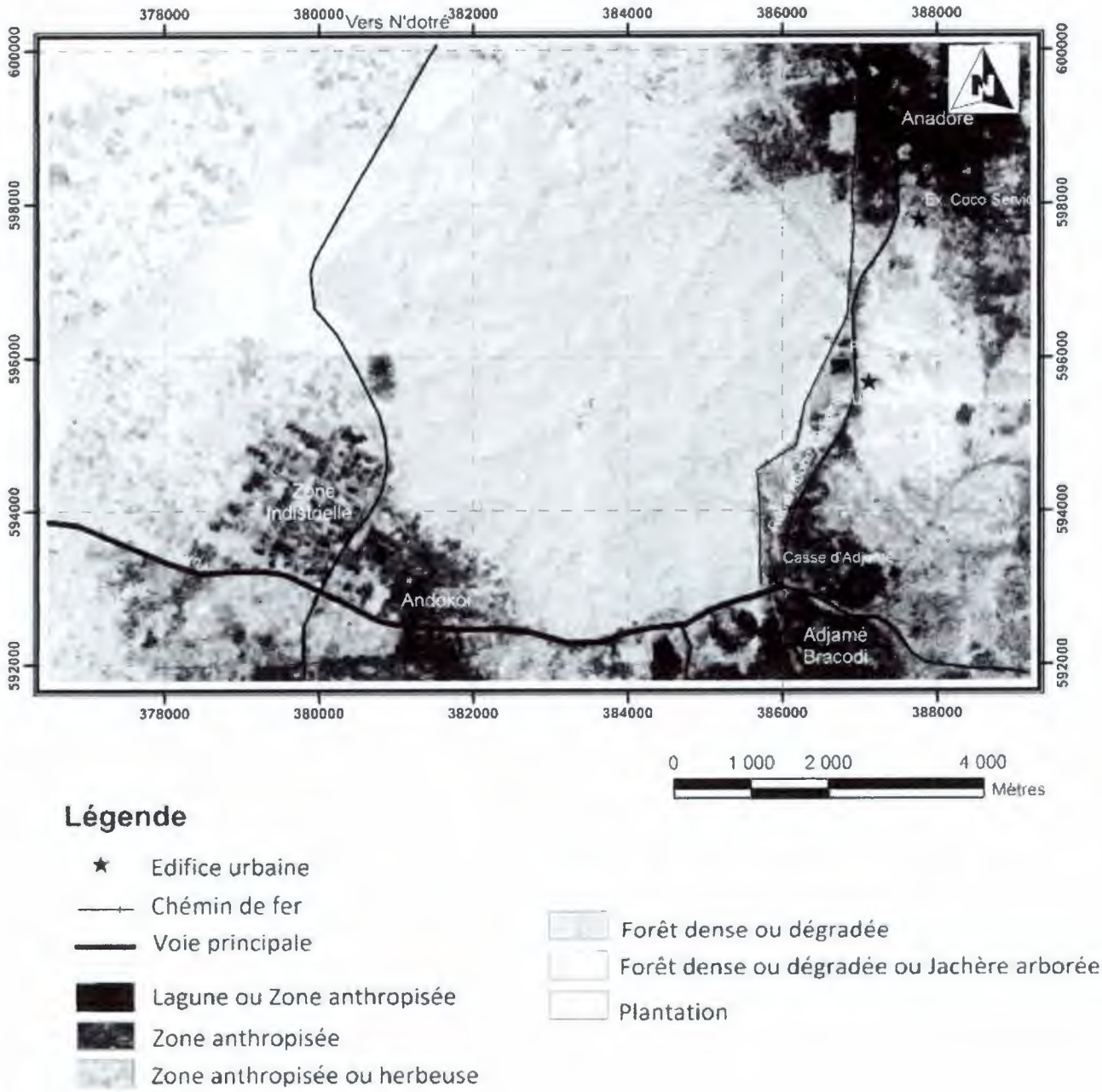

Figure 9 : Image NDVI en niveau de gris (1990-12-30)

L'image NDVI affichée avec la palette "green pink" offre une bonne caractérisation de la couverture végétale (Figure 10). Elle différencie mieux les zones à faible et moyenne activité photosynthétique. Elle met en évidence la lagune et les zones sévèrement anthropisées en noir, les zones anthropisées, fortement ou légèrement herbeuses sont soit en bleu, soit en vert ou soit en mosaïque bleu-vert. Les pixels roses caractérisent la forêt dense. Les pixels

roses clairs caractérisent aussi bien les forêts dégradées que les zones fortement herbeuses. Et enfin les pixels blancs caractérisent les plantations d'hévéa.

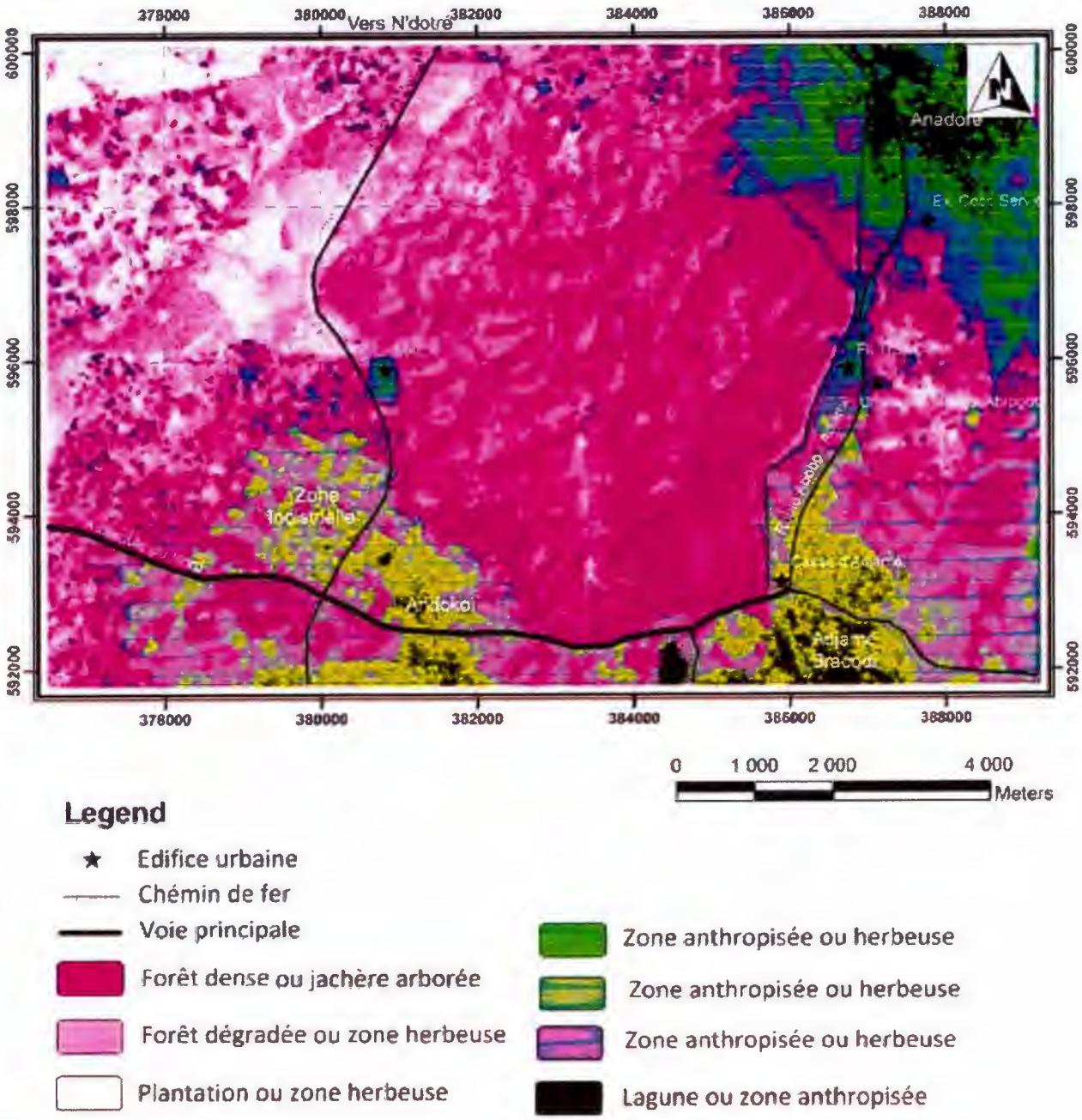

Figure 10 : Image NDVI avec la palette "green pink" (1990-12-30)

III.2.4. Interprétation de l'image de classification non supervisée

La classification non supervisée par la méthode des ISODATA sur l'ensemble des bandes de notre image, avec 10 classes souhaitées, rend mieux compte de la démarcation des

classes et permet ainsi d'identifier les surfaces homogènes qui aident à la digitalisation des ROI. Elle a généré 10 classes (figure 11), 5 d'entre elles mettent en évidence les zones anthropisées (les habitations, les routes ou tout autre terrain dénudé). Les classes résultantes ne reflètent pas toujours la réalité. C'est le cas de la classe 1, symbolisée par les pixels rouges, qui caractérise la forêt dense mais aussi la lagune. La classe 2 met en évidence les forêts denses dégradées, la classe 3 caractérise les jachères arborées, la classe 4 met en évidence les zones herbeuses mais aussi les plantations et enfin la classe 5 caractérise aussi bien les plantations que les zones herbeuses.

Cette classification non supervisée offre un pré zonage suffisant pour obtenir un aperçu grossier de la réalité. Cependant, nous avons privilégié une approche supervisée ici afin d'obtenir un zonage précis des unités paysagères.

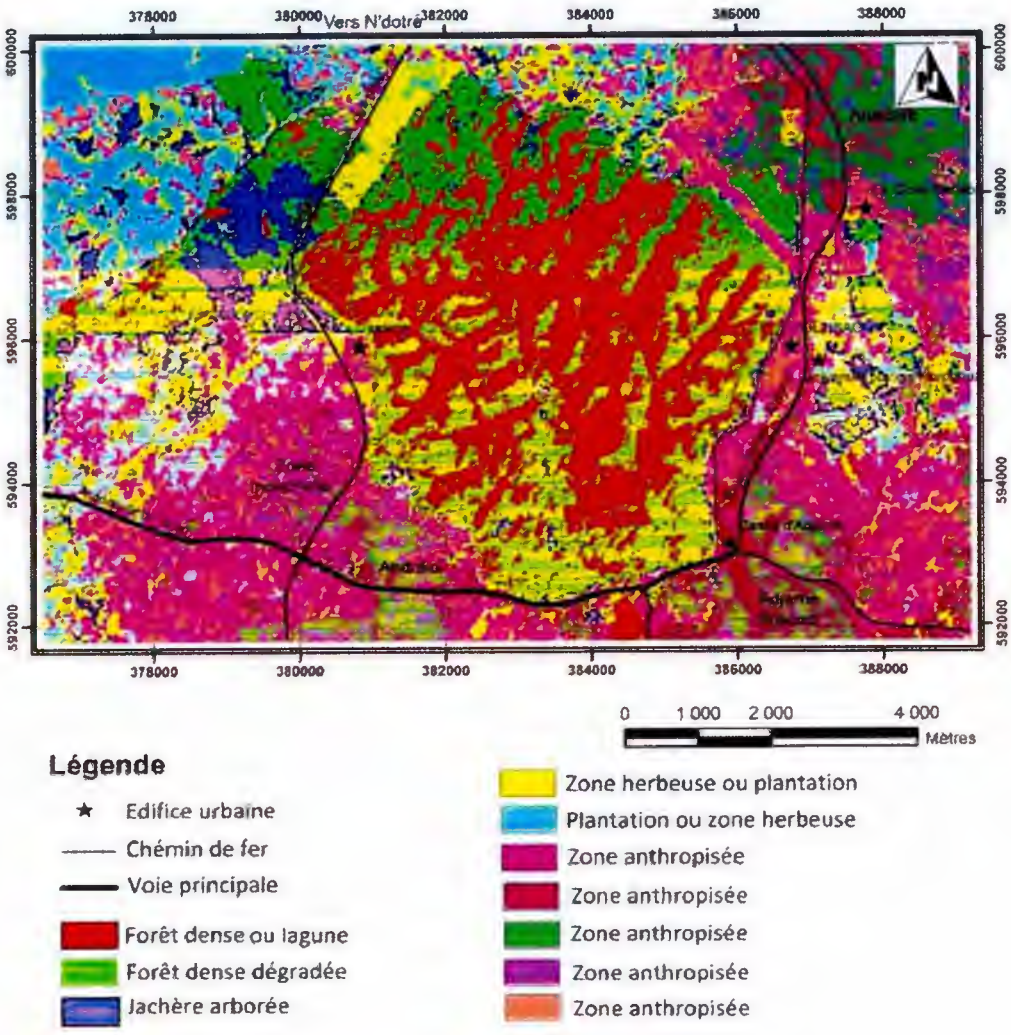

Figure 11 : Image de la classification non supervisée (1990-12-30)

III.3. Cartographie de la zone d'étude

III.3 1. Interprétation de la carte de la fenêtre d'étude

La cartographie finale par maximum de vraisemblance est présentée par la figure 12. Cette carte met en évidence les forêts denses (en vert foncé), les forêts denses dégradées (en vert légèrement clair), les zones herbeuses (en vert très clair), les plantations (en cyan), les jachères arborées (en jaune), les zones anthropisées (en blanc) et la lagune (en bleu foncé).

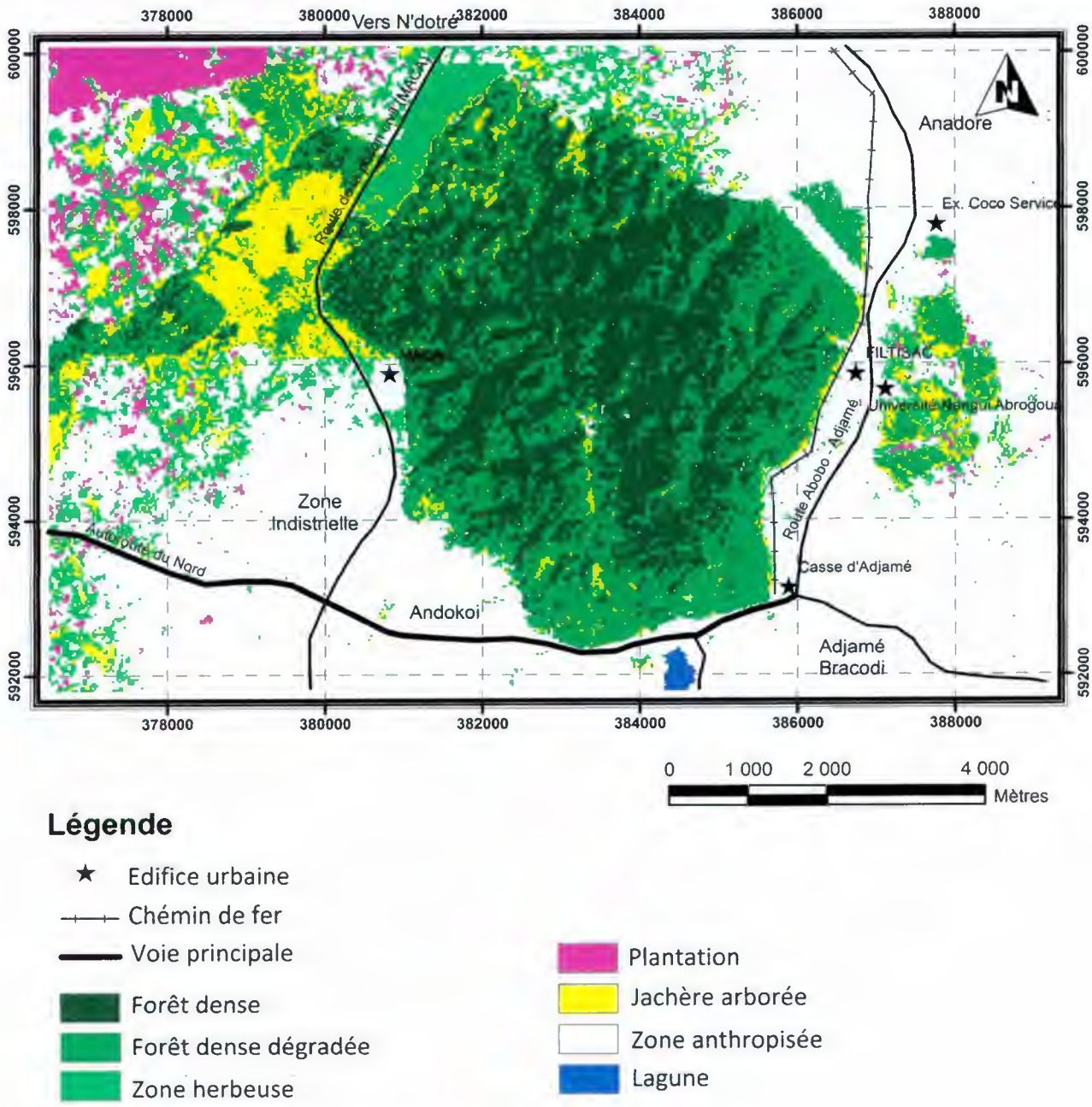

Figure 12 : Carte des types d'occupation du PN du Banco (1990-12-30)

III.3 2. Validation de la carte de la fenêtre d'étude

L'évaluation de la classification dirigée par maximum de vraisemblance est présentée par la matrice de confusion (tableau 2). La matrice de confusion permet de calculer les indices de performance du traitement et permet de vérifier la qualité de l'apprentissage. Les valeurs en diagonale indiquent le pourcentage de pixels bien classés pour chaque thème. Les lignes représentent l'affectation des pixels à chaque thème après classification, alors que les colonnes indiquent la répartition réelle des pixels dans chaque thème. La matrice de confusion montre que le coefficient de Kappa qui indique la performance de la classification est de 99,76%. Les différentes classes présentent des proportions de confusion variables entre elles. L'on observe que 0,99 % des pixels forêts denses sont affectés aux forêts denses dégradées tandis que 0,38 % des pixels forêts denses dégradées sont affectés aux forêts denses. De même, 0,41% des pixels zones herbeuses sont affectés aux jachères arborées, 0,21 % des pixels plantations sont affectés aux zones anthropisées et enfin 0,17 % des pixels jachères arborées sont affectés aux zones antropisées.

Toutefois la classification est très satisfaisante pour toute les classes : 99,01 % pour les forêts denses, 99,62 % pour les forêts denses dégradées, 99,59 % pour les zones herbeuses, 99,79 % pour les plantations, 99,83 % pour les jachères arborées et enfin 100 % pour les zones anthropisées et l'eau. Tout comme les forêts denses, ces deux classes se distinguent bien sur la composition colorée.

Tableau 3 : Matrice de confusion de la classification par maximum de vraisemblance de l'image de 1990 (résultat en pourcentage).

	Forêts denses	**Forêts denses dégradées**	**Zones herbeuses**	**plantations**	**Jachères arborées**	**Zones anthropisées**	**eaux**
Forêts denses	**99,01**	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Forêts denses dégradées	0,99	**99,62**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zones herbeuses	0,00	0,00	**99,59**	0,00	0,00	0,00	0,00
plantations	0,00	0,00	0,00	**99,79**	0,00	0,00	0,00
Jachères arborées	0,00	0,00	0,41	0,00	**99,83**	0,00	0,00
Zones anthropisées	0,00	0,00	0,00	0,21	0,17	**100,00**	0,00
Eaux	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**100,00**
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Erreur (%)	0,99	0,38	0,41	0,21	0,17	0,00	0,00

MPCC (moyenne des pourcentages de bien classés ou AA average accuracy) = 99,69, 0A (overall accuracy) = 99,86, Kappa = 99,76

IV. DISCUSSION

La cartographie des types d'occupation du sol de la forêt du banco s'est faite par une interprétation à partir des traitements d'une image Landsat TM 1990. La classification supervisée a été utilisée dans cette étude. Elle a permis de définir les différents thèmes d'occupation de notre fenêtre d'étude. Cette méthode a été utilisée dans le suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée soumise à des pressions anthropiques (N'guessan et *al.*,2003) ; dans le suivi diachronique par télédétection spatiale de la couverture ligneuse en milieu de savane en Côte d'Ivoire (Koné et *al.*, 2007) ; dans la réserve forestière de Laf-Madjam au Cameroun (Tabopda et *al.*, 2006) ; dans le suivie diachronique de la couverture ligneuse de la forêt classée de Koulbi à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) au Burkina fasso (Tankoano, 2012) avec beaucoup de satisfaction. Cette méthode nous a permis de distinguer des formations proches comme les forêts denses, les forêts denses dégradées et les jachères arborées d'une part et d'autre part comme les zones herbeuses et les zones antropisées pour lesquelles la distinction est relativement délicate. Cette confusion est due à un rapprochement de la densité de la végétation qui occasionne des réponses spectrales similaires. Ces mêmes difficultés ont été trouvé par d'autres auteurs (N'guessan et *al.*, 2003 ; Koné et *al.*, 2007 ; Diallo et *al.*, 2011). En dépit de ces difficultés, l'analyse statistique, portant sur la classification supervisée, permettant de tester la séparabilité des différentes unités thématiques afin de savoir si chacun représentait bien un ensemble de pixels aux caractéristiques spécifiques, confirme un résultat cartographique avec peu de confusion entre les éléments d'occupation du sol. Cette matrice de confusion indique que le coefficient de Kappa qui indique la performance de la classification est de 99,76 %. Cette carte est bonne car selon Pointius (2000), une étude d'occupation du sol est validée avec un coefficient de Kappa $\geq$ 50 %. La grande précision cartographique pourrait être liée à une meilleur interprétation des différents traitements surtout de la composition coloré RVB TM7, TM4, TM3, mais aussi aux choix des parcelles pour le calcul de la matrice qui diffèrent des parcelles d'entrainement. La méthode de classification utilisant l'ensemble des canaux de notre image donne des résultats très satisfaisants.

CONCLUSION

Les nombreuses initiatives des acteurs et de la communauté scientifique à promouvoir la préservation des parcs et réserves ont mis en évidence l'importance du couvert végétal. La cartographie par analyse visuelle et par traitement numérique est efficace pour une meilleure connaissance et une meilleure gestion de ces ressources. Les résultats présentent une carte d'occupation de la fenêtre d'étude englobant le PNB, nécessaire aux différents acteurs pour le maintien du couvert végétal qui pourrait disparaitre du fait de l'activité incessante des hommes. Cette classification nous a permit de caractériser les forêts denses, les forêts denses dégradées, les jachères arborées, les plantations, les zones herbeuses et la lagune. La composition colorée, le NDVI et le canal TM3 ont permis de discriminer les formations forestières. Cependant ces images sont insuffisantes pour distinguer de façon nette les entités d'occupation du sol de notre fenêtre d'étude. De même, la classification non supervisée a permis d'avoir un aperçu grossier de l'occupation du sol de cette fenêtre d'étude. Par contre, la classification supervisée complété par notre connaissance du terrain ont permis de distinguer les différentes entités de végétation avec une très bonne précision de l'ordre de 99%. Cette étude, bien que locale, met en évidence la nécessite de réaliser des études à l'échelle régionale sur la dynamique des forets tropicales humides car elle peut représente un bon indicateur de surveillance de ce type de milieu. Cela peut se faire que par une approche multi capteur et multi date pour une bonne cartographie. Cependant des efforts restent à faire pour l'acquisition des images satellitaire en tout tant et en tout lieu compte tenu de la couverture nuageuse ou des forets.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achard F., 1989 Etude des rythmes saisonniers de la végétation en Afrique de l'Ouest par télédétection spatiale. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 246 p.

Aké Assi L., 2001. Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue systématique, biogéographique et écologie. Conservatoire et Jardin botanique, Genève, *Biosseria* no 57, 396 p.

Aké Assi L., et Boni D., 1988. Développement agricole et protection de la forêt. Quel avenir pour la forêt ? *Mitt. Inst. Allg. Bot.*, 23 (a), pp. 169-176.

Bariou R. ; Lecamus D. et Le Henaaff F., 1985 a. Indices de vegetation, Dossier de teledetection, Centre Regional de Teledetection, Univ. de Rennes 2 Haute Bretagne ISSN 0765-1120, 121 p.

Bariou R. ; Lecamus D. et Le Henaaff F., 1985 b. Indices de végétation, Dossier de teledetection, Centre Regional de Teledetection, Univ. de Rennes 2 Haute Bretagne ISSN 0765-1120, 90 p.

Boehlert G. W. & Schumacher J. D., 1997. NOAA/NESDIS. Ocean Remote Sensing Data Resources and Delivering System, Changing Oceans and Changing Ficheries ; Environmental data for ficheries research and management, NOAA Technical memorandum NMFS, pp 36 - 49.

Chatelain C., 1996. Possibilités D'application De L'imagerie Satellitaire A Haute Resolution Pour L'etude Des Transformations de La Végétation en Côte D'ivoire Foresterie. Thèse Univ. Geneve, 206 P.

Chevalier A., 1920. Exploration botanique de l'Afrique occidentale française. Enumération des plantes récoltées. Tome 1, Lechevalier, Paris, 792 p.

Cohen J.A., 1960 "A coefficient of agreement for nominal scales", Educational and Psychological Measurement, 20, pp. 37-40.

Congalton R.G., 1991, A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data, Remote Sensing of Environment, 37, pp. 35-46.

CTFT (Centre technique forestier tropical)., 1968. Inventaire des ressources forestières de Côte d'Ivoire. Nogent sur Marne, 18 p.

Dao H., 1999. Connaissance de l'environnement et systèmes d'information géographiques : le cas de la déforestation en Côte d'Ivoire. Thèse, Université de Génève. Genève, 370 p.

De Koning J., 1983. La Forêt du Banco. H. Veenman & Zonen, Wageningen. 161p.

Diallo H.; Barnba 1. ; Barirna Y.S.S.; Visser M.; Ballo A.; Marna A.; Vranken 1.; Maïga M. et Bogaert J., 2011. Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du baoulé). *Secheresse,* 22 (3) : 97-107.

FAO., 2011. Situation des forêts dans le monde 2011- Rapport principal. Etude FAO. Forêts. Rome, Italie, 201 p. (Disponible à l'adresse www.fao.org/forestry/fra/fra20 Il/fT).

Girard M.C., & Girard C.M., 1999. Traitement des données de télédétection. Ounod, Paris, France, 529p + CO Rom.

Guillaumet J.L. & Adjanohoun E., 1971 La végétation de la Côte d'Ivoire. *In*: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire, ORSTOM, Paris. 161-263p.

Jahn B., 1991. Digital Image Processing New York : Springer-Verlag, 385 p.

Koné M. ; Aman A. ; Adou Yao C.Y. ; Coulibaly L. et N'guéssan K.E., 2007. Suivi diachronique par télédétection spatiale de la couverture ligneuse en milieu de savane soudanienne en Côte d'Ivoire. *Télédétection*, vol. 7, n° 1-2-3-4, pp 432-452.

Koné M., 2004. Étude de la variabilité de la couverture ligneuse en milieu de savane à partir de l'imagerie satellitale haute résolution: cas du nord de la Côte d'Ivoire (région de Korhogo). *Thèse de doctorat, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire*, 135 p.

Mangenot G., 1955. Étude sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. Étude éburnéennes. Dakar, Sénégal: IFAN, tome 4, 195 p.

N'guessan S.A., 2010. Evaluation de la politique de protection forestière domaniale de la côte d'ivoire à partir d'outils géomatiques: cas du Parc National de la Marahoué. Thèse, Université du Québec à Montréal. 152p.

N'guessan E.; Dibi N'da H.; Bellan M. et Blasco F., 2006. Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire. *Télédétection*, Vol. 5, n°4, pp 307-323.

N'guessan K. E. ; Bellan M.F. et Blasco F., 2003. Suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée, soumise à des pressions anthropiques. *Télédétection*, vol. 3, n° 5, pp. 443–456.

Oszwald J. ; Kouakou Atta J.M. ; Kergomard C. et Robin M., 2007. Représenter l'espace pour structurer le temps: approche des dynamiques de changements forestiers dans le sud-est de la Côte d'Ivoire par télédétection. *Télédétection*, vol. 7, n° 1-2-3-4, pp. 271-282.

Paulian R., 1947. Observations écologiques en forêt de basse Côte d'Ivoire. Encycl. biogéogr. Et ecol. H. Lechevalier, Paris, pp150.

Perraud A., 1971 Les sols, In : le milieu naturel de la Côte d'Ivoire, Mémoires ORSTOM n° 50 : 265-391,

Pointius R.G.Jr., 2000. Quantification error versus location in comparison of categorical maps. *Photogrammetrie Engineering and Remote Sensing,* 66 (8): 1011-1016.

Roose E. & Cheroux M., 1966. Les sols du bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire, Cahiers Orstom, IV (2), 51 p.

Rouse J.W.; Haas R.H.; Deering D.W.; Schell J.A. and Harlan J.C., 1973. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. P. 309-317, *in* S. C. Freden, E. E Mercanti & M. A. Becker (réd.), Third Earth Resources Technology Satellite Symposium Proceedings, Washington, D.C., 10-14 december 1973, NASA Science and Technology Information Office, Washington D.C., Publication *NASA SP-351,* vol. 1.

Sako N. ; Gérard B. T. ; Koffi L. A. ; Hyppolite D. N. et Télesphore B., 2013.
« Dynamique forestière et pression urbaine dans le Parc national du Banco (Abidjan, Côte d'Ivoire) », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, 26p.

Shalaby Adel, & Ryutaro Tateishi, 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the northwestern coastal zone of Egypt. Applied geography. Vol. 27, p. 28-41.

Tabopda W.G.; Tsayem M.D. et Fotsing J-M., 2006. L'information spatialisée comme support d'aide à la gestion des aires protégées au Cameroun: Application de la réserve forestière de Laf Madjam. Interactions Nature-Société, analyse et modèles. UMR6554 LETG, La Baule, 9p.

Tankoano B., 2012. Suivi diachronique de la couverture ligneuse dans la forêt classée de Koulbi à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG). Mémoire, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 94p.

Tonye E. ; Akono A. Et Nyoungui A. N., 1999. Le traitement des images de teledetection par l'exemple, Univ. Yaounde 1. Ecole Nationale Superieure Polytechnique de Yaounde, Laboratoire d'Electronique du Traitement du Signal (LETS) Manuel d'utilisation du Logiciel VOIR, 252 P.

Tucker C. J., 1977. Use of near infrared / red radiance for estimating vegetation biomass and physical status. Proceeding of the 11th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Ann. Arbor, Mi, Vol. 1, ERIM, pp 493 – 494.

UICN/BRAO., 2008. Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées : parcs et réserves de Côte d'Ivoire, 43 p. (Disponible à l'adresse www.iucn.org/places/brao).

Yeo K. ; Seydou T. ; Kaly O. ; Souleymane K. ; Lombart M. ; Maurice K. et Mohamed F., 2013. Impact de la fragmentation et pression humaine sur la relique forestière de l'université d'Abobo-Adjamé. Journal of Applied Biosciences 61, pp 4551 – 4565.

Table des matières

DEDICACE.....*i*

RMERCIMENTS.....*ii*

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....*iii*

LISTE DES FIGURES.....*iv*

LISTE DES TABLEAUX.....*iv*

RESUME.....*v*

INTRODUCTION..... 1

I. CADRE DE L'ETUDE..... 3

I.1. Localisation de la zone d'étude..... 3

I.2. Facteurs biotiques 4

I.2.1. Flore et végétation du Parc National du Banco..... 4

I.2.2. Faune du Parc National du Banco..... 5

I.3. Facteurs abiotiques..... 5

I.3.1. Climat..... 5

I.3.2. Hydrographie 6

I.3.3. Sol 6

1.4. Historique du Parc National du Banco 7

1.4.1. Date de classement 7

1.4.2. Gestion antérieure du parc national du banco 7

II. MATERIELS ET METHODES 9

II.1. Matériels 9

II.1.1. Description d'image satellitaire 9

II.1.2. Description des images utilisées 10

II.1.3. Données bibliographiques 11

II.2. Méthodes 11

II.2.1. Interprétation visuelle de la fenêtre d'étude 11

a. Rehaussement d'image brute TM3 par étalement linéaire 11

b. Compositions colorées 11

c. Indice de végétation 12

d. Classification non supervisée 13

II.2.2. Cartographie de la fenêtre d'étude 13

a. Détermination des unités thématiques 13

b. Classification supervisée 13

c. Echantillonnage 14

III. RESULTAT 15

III.1. Description des unités thématiques retenues pour la classification supervisée 15

a. Forêt dense 15

b. Forêt dense dégradées 15

c. Jachères arborées 15

d. Plantation 15

e. Zones herbeuses 16

f. Zones anthropisées 16

g. Retenue d'eau 16

III.2. Interprétation visuelle de l'image satellitaire 16

III.2.1. Interprétation de l'image TM3 rehaussée linéairement 16

III.2.2. Interprétation de l'image de composition colorée 17

III.2.3. Interprétation de l'image indice de végétation (NDVI) 19

III.2.4. Interprétation de l'image de classification non supervisée 21

III.3. Cartographie de la zone d'étude 23

III.3 1. Interprétation de la carte de la fenêtre d'étude 23

III.3 2. Validation de la carte de la fenêtre d'étude 24

IV. DISCUSSION 26

CONCLUSION 27

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 28

DEDICACE

A la mémoire de mon père

A mes parents et mes amis

Je dédie ce mémoire

REMERCIMENTS

La présente étude n'aurait pu se réaliser sans la contribution de nos enseignants qui ont eu, comme toujours, le mérite de nous dispenser une formation adéquate. C'est pourquoi, j'adresse mes sincères remerciements à tout le corps enseignant de l'Université Nangui Abrogoua et à tous ceux qui ont contribué à ma formation.

Ma profonde gratitude s'adresse principalement au Docteur KONE Moussa, enseignant-chercheur à l'Université Nangui Abrogoua, pour avoir accepté l'encadrement scientifique de ce mémoire. Je lui suis reconnaissant pour tout ce qu'il m'a appris en tant qu'enseignant durant toutes ces années.

Je tiens sincèrement à remercier le Professeur DOGBO Deneson Odette, enseignant chercheur à l'Université Nangui Abrogoua et également responsable de la filière protection des végétaux et de l'environnement.

Je voudrais dire merci à mes camarades étudiants, en particulier, KONE Pitou Woklin Eloge, KOUAME Kouakou Gilbert, KOUAKOU Djaban Eric, BELE Luc, DOUFFI Kouakou Guy-Casimir et NEMOGO Yéo, tous les étudiants à l'Université Nangui Abrogoua pour leur contribution significative à la réalisation des travaux.

Mes vifs remerciements vont à l'endroit de ma grande sœur TANOH Odette et son époux BEN Low, de mon oncle KOUASSI Amani Nestor, et enfin à l'endroit de mon grand frère N'GUESSAN N'dri Aimé, sans lesquels je n'aurais probablement pas achevé ce travail, malgré la profonde passion qu'ils suscitent en moi. Je vous remercie du fond du cœur pour votre soutien et pour m'avoir porté à bout de bras, face aux adversités qui ont émaillé ces années de travaux de mémoire.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AA : Average Accuracy

CTFT: Centre Technique Forestier Tropical

CVI: Color Vegetation Index

FAO: Food and Agriculture Organization

GPS: Global Positioning Spatial

Isodata: Iterative Sel Organising Data Analysis Technique

Kappa : Coefficient d'arrangement pour mesurer la qualité globale d'une classification

Landsat : Land Satellite

MPCC : moyenne des PCC (Pixel Correctement Classés)

NDVI : Normalised Différence Vegetation Index

NOAA : National Oceanographic and Atmospheric Administration

OA : Overall Accuracy (proportion de pixels bien classés)

PIR : Proche infrarouge

PNB : Parc National du Banco

R : Rouge

ROI : Region of interest

RVB : Rouge, Vert et Bleu

RVI : Ratio Vegetation Index

TM : Thematic Mapper

UICN/BRAO : Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources/Bureau Régional pour l'Afrique de l'Ouest

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude 3

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la ville d'Abidjan de 1999 à 2009 6

Figure 3 : Topographie simplifiée du PNB 7

Figure 4 : Aménagement du PNB de 1926 à 1953 8

Figure 5 : Comportement spectrale d'un végétal chlorophyllien 10

Figure 6 : Réflectance d'un échantillon de sol 12

Figure 7 : TM3 rehaussé linéairement et affiché avec la palette hue sat value (1990-12-30). 17

Figure 8 : Composition colorée RVB, TM7, TM4 et TM3 (1990-12-30) 18

Figure 9 : Image NDVI en niveau de gris (1990-12-30) 20

Figure 10 : Image NDVI avec la palette "green pink" (1990-12-30) 21

Figure 11 : Image de la classification non supervisée (1990-12-30) 22

Figure 12 : Carte des types d'occupation du PN du Banco (1990-12-30) 23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des images Landsat TM 10

Tableau 2 : Liste des classes avec leur effectif 14

Tableau 3 : Matrice de confusion de la classification par maximum de vraisemblance de l'image de 1990 25

RESUME

Le couvert végétal est la composante la plus importante de l'occupation du sol dans une aire protégée dans les pays tropicaux. Malheureusement il est menacé par une forte pression anthropique dans le Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. La présente étude se propose de cartographier le parc du Banco dans l'optique de déterminer les limites. Dans cette perspective, les données de télédétection ont été analysées visuellement et par traitements numériques. Dans un premier temps, une interprétation a été effectuée sur le canal TM3, la composition colorée TM7, TM4, TM3, le NDVI et sur la classification non dirigée. A partir de ces résultats, des sites d'entrainement représentatifs des différentes unités thématiques ont été choisi. La structure du couvert végétal a été notée de manière à affiner les résultats de l'interprétation visuelle et effectuer une classification dirigée. Finalement la carte d'occupation de notre fenêtre d'étude est établie avec 7 classes : forêt dense, forêt dense dégradée, jachère arborée, plantation, zone herbeuse, zone anthropisée et eau. Une analyse statistique des classes d'occupation du sol indique une grande précision cartographique, la performance de la classification étant de 99,76.

Les canaux TM7, TM4, TM3, pourraient être recommandés pour discriminer le couvert des forêts tropicales humides.

Mots clés : couvert végétal, aire protégée, pression anthropique, Côte d'Ivoire, télédétection.

ABSTRACT

The covered plant is the most important component of the occupation of soil in an area protected in the tropical countries. Unfortunately it is threatened by a strong anthropique pressure in the national park of the Banco in Ivory Coast. The present survey intends of cartographier the park of the Banco in the optics to determine the limits. In this perspective, the data of remote detection have been analyzed visually and by numeric treatments. In a first time, an interpretation has been done on the TM3 channel, the composition colorful TM7, TM4, TM3, the NDVI and on the non controlled classification. From these results, representative sites of practice of the different thematic units have been chosen. The structure of the plant table setting has been noted of manner has refine the results of the visual interpretation and do a controlled classification. Finally the card of occupation of our survey window is established with 7 classes: dense forest, damaged dense forest, raised fallow, plantation, grassy zone, zone anthropisée and water. A statistical analysis of the classes of soil occupation indicates a big cartographic precision, the performance of the classification being of 99, 76.

The channels, TM7, TM4, TM3, could be recommended to discriminate the table setting of the humid tropical forests.

Key words: covered plant, protected area, anthropique pressure, Ivory Coast, remote detection.