



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :  
2019-2020

N° D'ORDRE :0356/2021

N° CARTE D'ETUDIANT :  
CI0416000470

## MASTER

Génie de l'Eau et de l'Environnement

THÈME :

**Dynamique de l'occupation du sol dans le  
département de Séguéla  
(Nord-ouest de la Côte d'Ivoire)**

LABORATOIRE :  
SCIENCES ET  
TECHNOLOGIES DE  
L'ENVIRONNEMENT

Présenté par :

**ANGBOH Aké Xavier Jorès**

JURY

Président : M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de Conférences  
Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. KONAN-WAIDHET Arthur Brice, Maître de Conférences  
Université Jean Lorougnon Guédé

Encadreur : M. KOUASSI Kouakou Hervé, Maître-Assistant  
Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : M. ZRO Bi Gohi Ferdinand, Maître de Conférences  
Université Jean Lorougnon Guédé

Soutenu publiquement

le : 27/02/2021

## TABLE DES MATIERES

|   | Page |
|---|------|
| TABLE DES MATIERES .....  | i    |
| DEDICACE.....   | iii  |
| REMERCIEMENTS .....   | iv   |
| LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES .....   | v    |
| LISTE DES TABLEAUX.....   | vi   |
| LISTE DES FIGURES.....  | vii  |
| INTRODUCTION.....   | 1    |
| PREMIERE PARTIE : GENERALITES .....   | 3    |
| 1.1. GENERALITES SUR LA ZONE D’ETUDE .....                                      | 3    |
| 1.1.1 Situation géographique .....  | 3    |
| 1.1.2 Végétation et faune .....   | 3    |
| 1.1.3 Géologie et pédologie .....   | 4    |
| 1.1.4 Relief et hydrographie.....   | 4    |
| 1.1.5 Climat.....   | 5    |
| 1.1.6 Population .....  | 6    |
| 1.1.7 Activités économiques .....   | 7    |
| 1.2 QUELQUES CONCEPTS AGRICOLES .....   | 8    |
| 1.2.1 Notions sur le paysage agricole .....                                     | 8    |
| 1.2.2 Politique agricole ivoirienne .....                                       | 8    |
| 1.3 TELEDETECTION SATELLITAIRE .....  | 9    |
| 1.3.1 Définition .....  | 9    |
| 1.3.2 Principe .....  | 9    |
| 1.3.3 Comportements spectraux de quelques objets .....                          | 10   |
| 1.4. MODELES ET SIMULATION.....   | 11   |
| 1.4.1 Définition .....  | 11   |
| 1.4.2 Quelques modèles utilisés dans la simulation de l’occupation du sol ..... | 11   |
| DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES .....                                    | 13   |
| 2.1 MATERIEL D’ETUDE.....   | 13   |
| 2.1.1 Données vectorielles .....  | 13   |
| 2.1.2 Donnée topographique .....  | 13   |
| 2.1.3 Données satellitaires .....   | 13   |
| 2.1.4 Logiciels.....  | 14   |

|  |    |
|--|----|
| 2.2 METHODES .....   | 14 |
| 2.2.1 Choix des images .....                                       | 14 |
| 2.2.2 Prétraitement d'image satellitaire .....                     | 14 |
| 2.2.2.1 Mosaïquage et amélioration des contrastes des images ..... | 14 |
| 2.2.2.2 Extraction de la zone d'étude.....                         | 15 |
| 2.2.2.3 Composition colorée .....                                  | 15 |
| 2.2.2.4 Interprétation des cartes de compositions colorées .....   | 16 |
| 2.2.2.5 Classification supervisée et évaluation .....              | 16 |
| 2.2.2.6 Filtrage de l'image classifiée.....                        | 17 |
| 2.2.2.7 Vectorisation et représentation cartographique.....        | 17 |
| 2.2.3 Analyse de la dynamique de l'occupation du sol.....          | 17 |
| 2.2.4 Simulation de la dynamique de l'occupation du sol .....      | 18 |
| 2.2.4.1 Choix du modèle .....                                      | 18 |
| 2.2.4.2 Calibration et validation du modèle .....                  | 18 |
| TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION .....                   | 21 |
| 3.1 RESULTATS.....   | 20 |
| 3.1.1 Carte d'occupation du sol .....                              | 20 |
| 3.1.1.1 Carte d'occupation du sol de 1988 .....                    | 20 |
| 3.1.1.2 Carte d'occupation du sol de 2004.....                     | 21 |
| 3.1.1.3 Carte d'occupation du sol de 2020 .....                    | 22 |
| 3.1.2 Analyse de la dynamique des occupations du sol.....          | 24 |
| 3.1.2.1 Evolution des occupations du Sol de 1988 à 2020.....       | 24 |
| 3.1.2.2 Dynamique du paysage agricole .....                        | 25 |
| 3.1.3 Simulation de l'état de l'occupation du sol.....             | 26 |
| 3.1.3.1 Calibration et validation du modèle .....                  | 26 |
| 3.1.3.2 Simulation de l'occupation du sol à l'horizon 2050 .....   | 28 |
| 3.2 DISCUSSION.....  | 30 |
| CONCLUSION .....   | 32 |
| REFERENCES.....  | 33 |

## **DEDICACE**

**Je dédie ce mémoire**

**A mes parents,**

**pour leur soutien, les sacrifices**

**et tous les efforts consentis**

**pour mon éducation et ma formation**

**Je tiens à vous témoigner ma reconnaissance**

**mon amour et mon affection**

## REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire de Master a été possible grâce au concours de plusieurs personnes, à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je tiens à exprimer mes remerciements au Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, pour son dévouement dans la formation des étudiants.

Ma reconnaissance va ensuite à l'endroit du Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Professeur KOUASSI Kouakou Lazare. Merci Professeur de m'avoir inculqué la rigueur et l'efficacité dans le travail, dans les bonnes comme dans les conditions les plus défavorables. Comme vous le dites si bien « à l'UFR Environnement, on bosse sous pression !!! ».

J'exprime toute ma reconnaissance au Docteur DIBI Brou, Directeur du Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement (LSTE) de Daloa, pour avoir permis la réalisation de ce travail au sein du laboratoire qu'il dirige.

J'adresse mes sincères remerciements au Docteur MANGOVA Oi Mangoua Jules, responsable de la filière Génie de l'Eau et de l'Environnement (GEE). Merci Docteur de toujours prêter l'oreille à mes questions et de me garder dans votre viseur d'avancement.

Mes remerciements vont à l'endroit du Docteur KONAN-WAIDHET Arthur Brice, Maître de Conférences, qui a accepté d'assurer la direction scientifique de ce mémoire.

J'exprime mes reconnaissances au Docteur KOUASSI Kouakou Hervé qui a assuré l'encadrement de ce travail. J'ai été très sensible à sa grande disponibilité en dépit de ses responsabilités multiples et à la totale confiance qu'il m'a toujours accordée. Ses précieux conseils et ses encouragements ont permis le bon déroulement et l'aboutissement de ce travail.

J'exprime mes reconnaissances à l'endroit des membres de jury pour le soutien et l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail notamment Docteur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Président de jury et Docteur ZRO Bi Gohi Ferdinand, examinateur.

Je suis extrêmement reconnaissant à mes devanciers AFFESSI Affessi Christian Serge Désiré, KADJO Ettibou Damase qui ont contribué à l'amélioration du mémoire.

## LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

|                |  |
|----------------|--|
| <b>CA</b>      | Cellular Automata  |
| <b>CCT</b>     | Centre de Cartographie et de Télédétection   |
| <b>CLUE-S</b>  | Conversion of Land-Use and its Effects at Small regional extent  |
| <b>EMC</b>     | Evaluation Multi-Critère   |
| <b>ETM+</b>    | Enhanced Thematic Mapper Plus  |
| <b>FAO</b>     | Food and Agriculture Organization  |
| <b>HTTP</b>    | Hypertext Transfer Protocol  |
| <b>INS</b>     | Institut National de la Statistique  |
| <b>IR</b>      | Proche Infrarouge.   |
| <b>LANDSAT</b> | Land Satellite   |
| <b>LCM</b>     | Land Change Modeler  |
| <b>MNT</b>     | Modèle Numérique de Terrain  |
| <b>OS</b>      | Occupation du Sol  |
| <b>OLI</b>     | OLI : Operational Land Imager  |
| <b>PRICI</b>   | Projet de Renaissance des Infrastructures et de Gestion Urbaine en Côte d'Ivoire   |
| <b>REDD+</b>   | Réduction des Emissions Résultant de la Déforestation et de la Dégradation des Forêts (REDD) et conservation/accroissement des stocks de carbone forestier (+) |
| <b>RGPH</b>    | Recensement Général de la Population et de l'Habitat   |
| <b>SIG</b>     | Système d'Information Géographique   |
| <b>SPOT</b>    | Système Probatoire d'Observation de la Terre   |
| <b>SRTM</b>    | Shuttle Radar Topography Mission   |
| <b>Tc</b>      | Taux de changement   |
| <b>Tg</b>      | Taux de variation globale  |
| <b>TM</b>      | Thematic Mapper  |
| <b>URL</b>     | Uniform Resource Locator   |
| <b>USGS</b>    | United States Geological Survey  |

## LISTE DES TABLEAUX

|   | Page |
|---|------|
| <b>Tableau I</b> : Répartition de la population du département de Séguéla .....                   | 7    |
| <b>Tableau II</b> : Caractéristiques de quatre outils de modélisation .....                       | 12   |
| <b>Tableau III</b> : Caractéristiques radiométriques des images Landsat .....                     | 13   |
| <b>Tableau IV</b> : Matrice de confusion de la classification de l'image de 1988.....             | 21   |
| <b>Tableau V</b> : Matrice de confusion de la classification de l'image de 2004 .....             | 22   |
| <b>Tableau VI</b> : Matrice de confusion de la classification de l'image de 2020.....             | 23   |
| <b>Tableau VII</b> : Evolution des classes d'occupation du sol entre 1988-2020.....               | 25   |
| <b>Tableau VIII</b> : Matrice de probabilité de transition pour la simulation de 2019.....        | 26   |
| <b>Tableau IX</b> : Matrice de confusion entre l'occupation du sol observée et simulée de 2020 .. | 28   |

## LISTE DES FIGURES

|   | Page |
|---|------|
| <b>Figure 1</b> : Situation administrative du département de Séguéla .....  | 3    |
| <b>Figure 2</b> : Carte pédologique du département de Séguéla.....  | 4    |
| <b>Figure 3</b> : Relief du département de Séguéla .....  | 5    |
| <b>Figure 4</b> : Réseau hydrographique du département de Séguéla .....   | 5    |
| <b>Figure 5</b> : Diagramme ombrothermique du département de Séguéla (1990-2019).....   | 6    |
| <b>Figure 6</b> : Quelques cultures pratiquées dans le département de Séguéla : a- Culture d'anacarde ; b- Culture de Coton. ....   | 8    |
| <b>Figure 7</b> : Schéma du principe de la télédétection .....  | 10   |
| <b>Figure 8</b> : Courbe de réflectance de quelques objets .....  | 10   |
| <b>Figure 9</b> : Mosaïque des scènes couvrant la zone d'étude de 1988.....   | 15   |
| <b>Figure 10</b> : Synthèse de la méthodologie utilisée pour le suivi de l'occupation du sol .....  | 19   |
| <b>Figure 11</b> : Carte d'occupation du sol de 1988 .....  | 20   |
| <b>Figure 12</b> : Carte d'occupation du sol de 2004 .....  | 22   |
| <b>Figure 13</b> : Carte d'occupation du sol de 2020 .....  | 23   |
| <b>Figure 14</b> : Evolution des superficies des classes d'occupation du sol de 1988 à 2020 .....   | 24   |
| <b>Figure 15</b> : Carte de la dynamique du paysage agricole de 1988 à 2020 .....   | 25   |
| <b>Figure 16</b> : Comparaison des cartes d'occupations du sol (observée et simulée) 2020 : a- Carte d'occupation du sol observée en 2020 ; b- Carte d' occupation du sol simulée en 2020 ..... | 27   |
| <b>Figure 17</b> : Carte d'occupation du sol simulée de l'année 2050 .....  | 29   |
| <b>Figure 18</b> : Evolution des superficies des classes d'occupation du sol entre 2020 et 2050 ....  | 29   |



# **INTRODUCTION**

## Introduction

En Côte d'Ivoire, l'utilisation du sol pour l'agriculture constitue le principal facteur de la déforestation. En effet, le choix économique de la Côte d'Ivoire, basé sur l'agriculture a favorisé la création et l'extension d'importantes superficies agricoles au détriment des formations forestières. Ainsi, en 50 ans d'indépendance le pays a perdu près de 90% de ses forêts naturelles au profit des activités agricoles avec un taux de déforestation annuelle estimée à 250 000 ha/an entre 1990 et 2015 (REDD+, 2016). Le département de Séguéla n'est pas en marge de cette réalité. Dans cette zone, comme dans d'autres localités du pays, l'agriculture demeure le responsable des répercussions directes sur l'occupation du sol et la configuration du paysage.

En effet, les cultures vivrières conjuguées aux cultures de rentes ont perturbées le processus de succession de la végétation et ont provoqué l'éclatement des grands ménages agricoles en entraînant la multiplication de fermes agricoles (Diwediga *et al.*, 2012). Vu la situation préoccupante et l'importance de l'agriculture dans l'économie ivoirienne, des études doivent être entreprises pour apporter des solutions à ce problème. Une telle étude nécessite une vue globale du site d'étude.

Les images satellitaires sont devenues une excellente source de données de vaste superficie révélant la dynamique historique et intra-saisonnière de la performance des cultures, ainsi que du rendement agricole sous l'influence des conditions de croissance locales combinées aux tendances météorologiques du moment. Par conséquent, la télédétection est devenue l'élément principal pour plusieurs entreprises d'experts-conseils en agriculture. Bien souvent, ces fournisseurs combinent les données recueillies à certains points de contrôles avec des modèles de prédiction pour optimiser les intrants agricoles (Viacheslav, 2014). Ainsi, la télédétection est la méthode qui s'adapte au mieux pour mener cette étude, car son aspect synoptique, et sa répétitivité permettent la distinction de la totalité des occupations du sol.

La présente étude qui a porté sur le thème « Dynamique de l'occupation du sol dans le département de Séguéla, Nord-ouest de la Côte d'Ivoire » s'inscrit dans la mise en place d'un protocole de cartographie du paysage agricole. Elle a pour objectif général d'évaluer la dynamique du paysage agricole dans le département de Séguéla.

De façon spécifique, il s'agit :

- de cartographier l'occupation du sol en 1988, 2004 et 2020 du département de Séguéla ;
- de décrire la dynamique du paysage agricole de 1988 à 2020 ;
- de prédire des occupations du sol à l'horizon 2050 de la zone d'étude.

## Introduction

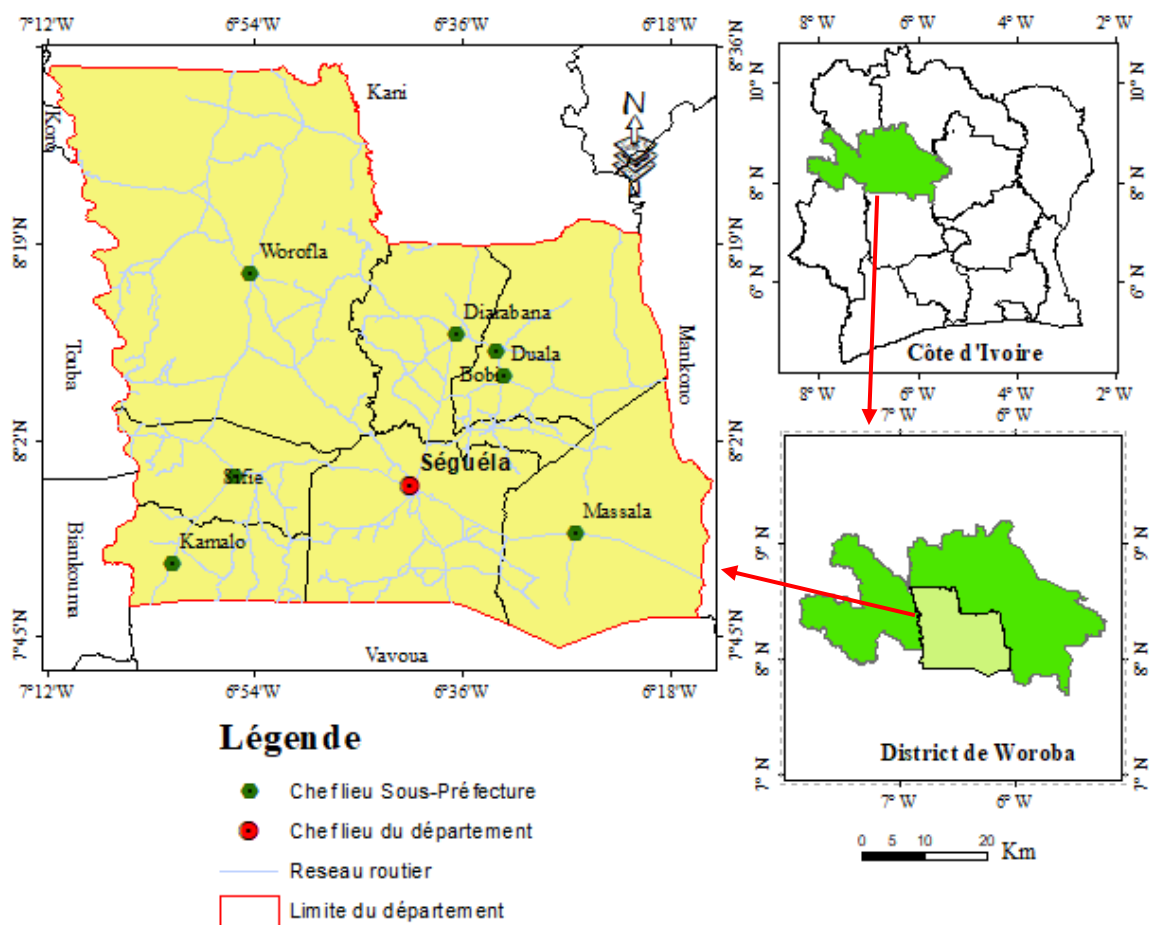
Ce présent document s'articule autour de trois parties. La première est une synthèse bibliographique sur la zone d'étude, et sur le thème. La seconde partie est consacré à la description du matériel et des méthodes utilisées dans ce travail. Enfin, la troisième partie présente les résultats obtenus et la discussion qui en découle. Une conclusion suivie de références achèvera cette étude.

# **PREMIERE PARTIE : GENERALITES**

## 1.1. GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

### 1.1.1 Situation géographique

Le département de Séguéla est situé au Nord-ouest de la Côte d'Ivoire et entre les longitudes 7°12' à 6°17' Ouest et les latitudes 8°30' à 7°45' Nord (Figure 1). Il est limité au Nord par le département de Kani, à l'Ouest par les départements de Koro, Touba, de Biankouma, au Sud par le département de Vavoua et à l'Est par le département de Mankono. Au plan administratif, il appartient à la région de Woroudougou et au district de Woroba, dont Séguéla est le chef-lieu. Il s'étend sur une superficie de 6.511km<sup>2</sup> et couvre 8 sous-préfectures, dont Bobi, Diarabana, Dualla, Kamalo, Massala, Séguéla, Sifié, Worofla (INS, 2014).



**Figure 1** : Situation administrative du département de Séguéla

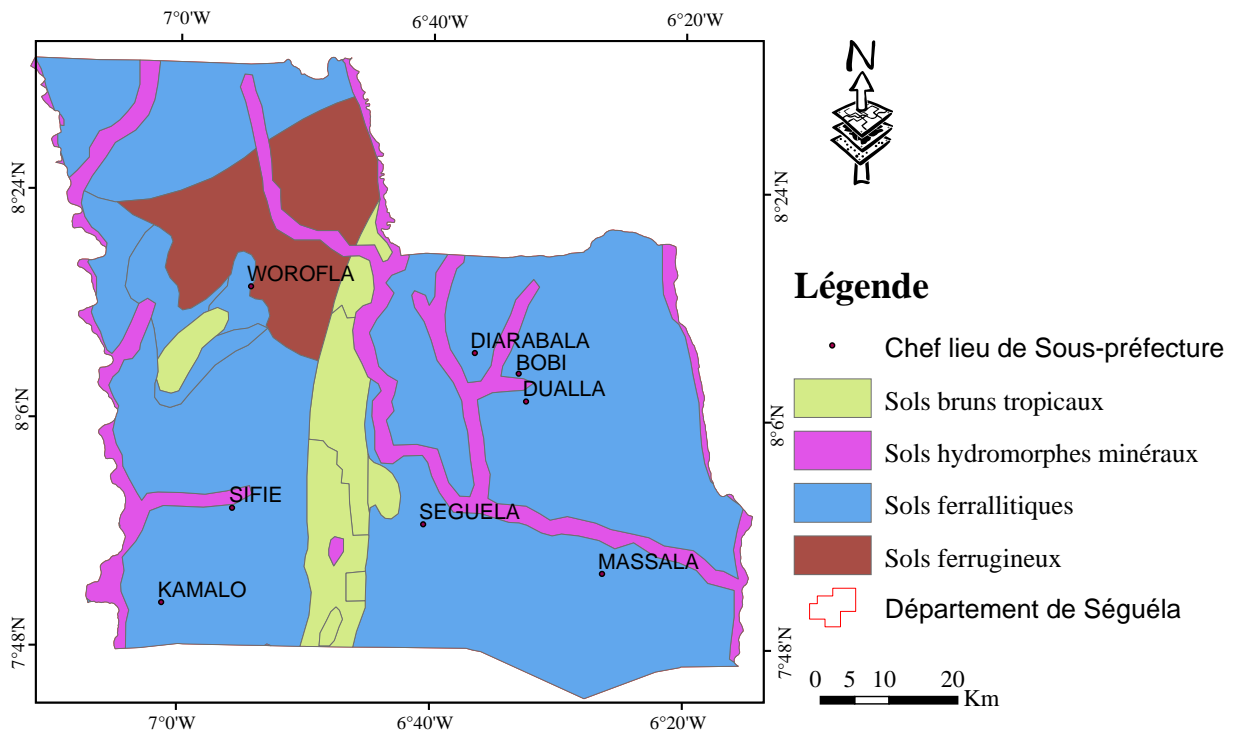
### 1.1.2 Végétation et faune

Le département de Séguéla est situé dans la zone de transition forêt-savane avec une végétation de plus en plus clairsemée en allant du Sud au Nord. La végétation est constituée de savane parsemée de galeries forestières. Aujourd'hui, du fait de la dégradation progressive de la végétation et de l'habitat faunique naturel, l'équilibre écologique est rompu et a contraint la

grande faune à migrer vers des zones plus réceptives. Toutefois, on y note la présence de quelques espèces fauniques de types petits rongeurs et reptiles (Loua *et al.*, 2015).

### 1.1.3 Géologie et pédologie

Selon les études menées par Loua *et al.* (2015), le département de Séguéla est constitué de deux catégories de roches : les roches cristallines et des roches métamorphiques. En plus de ces deux types roches, on distingue quatre principaux types de sols : les sols ferrugineux, sols ferralitiques, sols hydromorphes minéraux et les sols bruns tropicaux. Les sols ferralitiques couvrent la quasi-totalité du département de Séguéla (figure 2).



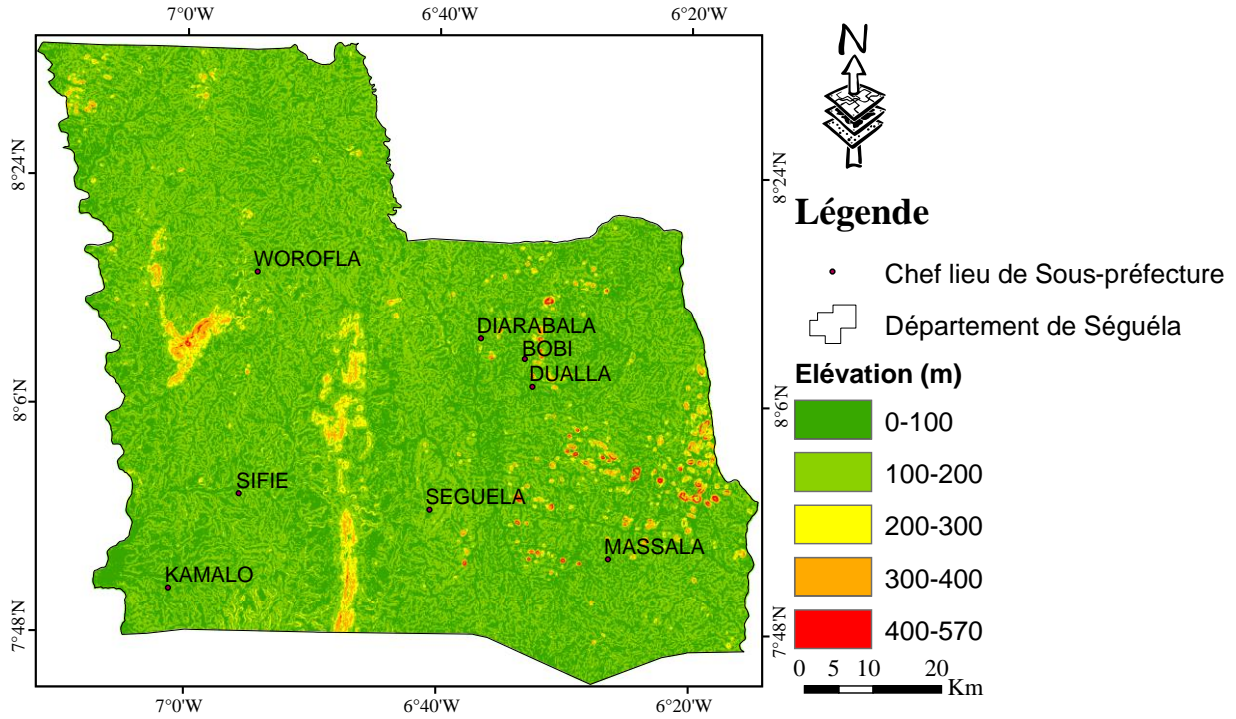
**Figure 2** : Carte pédologique du département de Séguéla

### 1.1.4 Relief et hydrographie

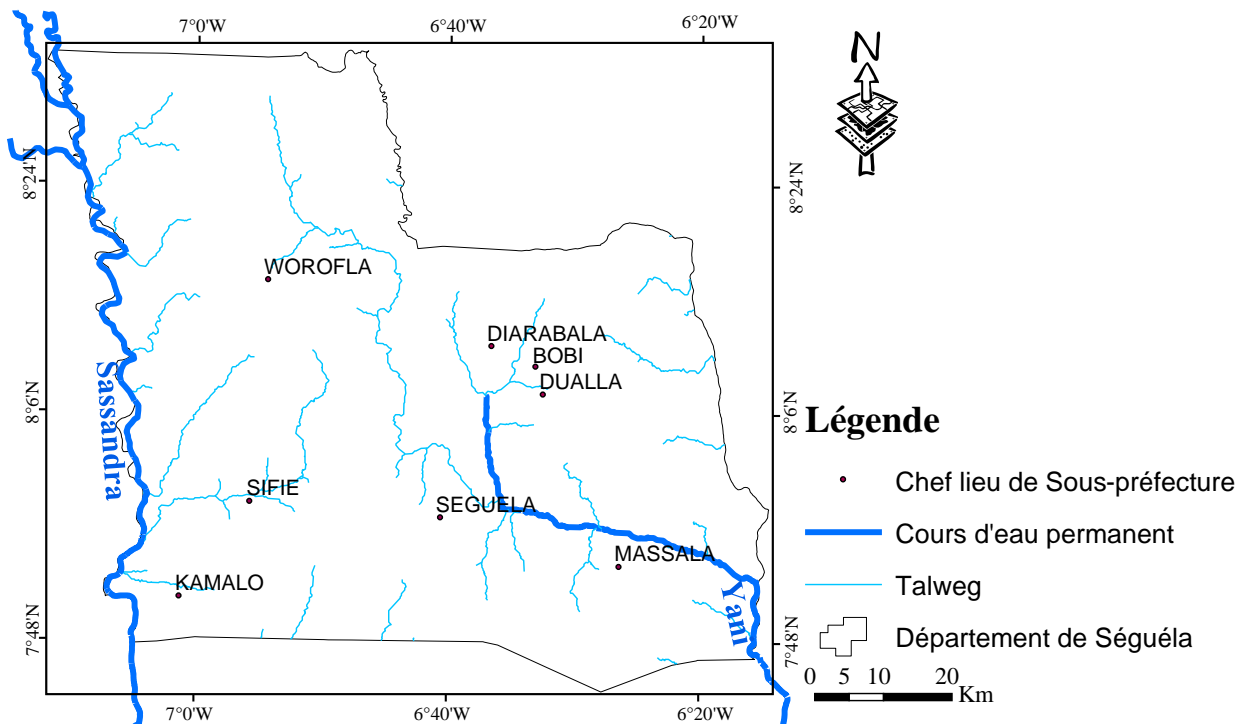
Le département de Séguéla a un relief essentiellement constitué de plateaux et 9 plaines. Les plateaux sont caractérisés par un relief tourmenté avec des buttes aux versants raides et des sommets plats. Mais, on y trouve également, dans quelques endroits, des collines granitiques avec une altitude moyenne de 260 m et le point culminant à une altitude de 570 m (Figure 3) (PRICI, 2016).

Quant au réseau hydrographique, il est marqué par la présence de deux fleuves (le Sassandra et le Yani qui est un affluent de la Marahoué) et de nombreuses rivières (Figure 4). Dans le département de Séguéla, la majorité des activités maraichères se développent aux environs des cours d'eau (PRICI, 2016).

## Généralités



**Figure 3 :** Relief du département de Séguéla



**Figure 4:** Réseau hydrographique du département de Séguéla

### 1.1.5 Climat

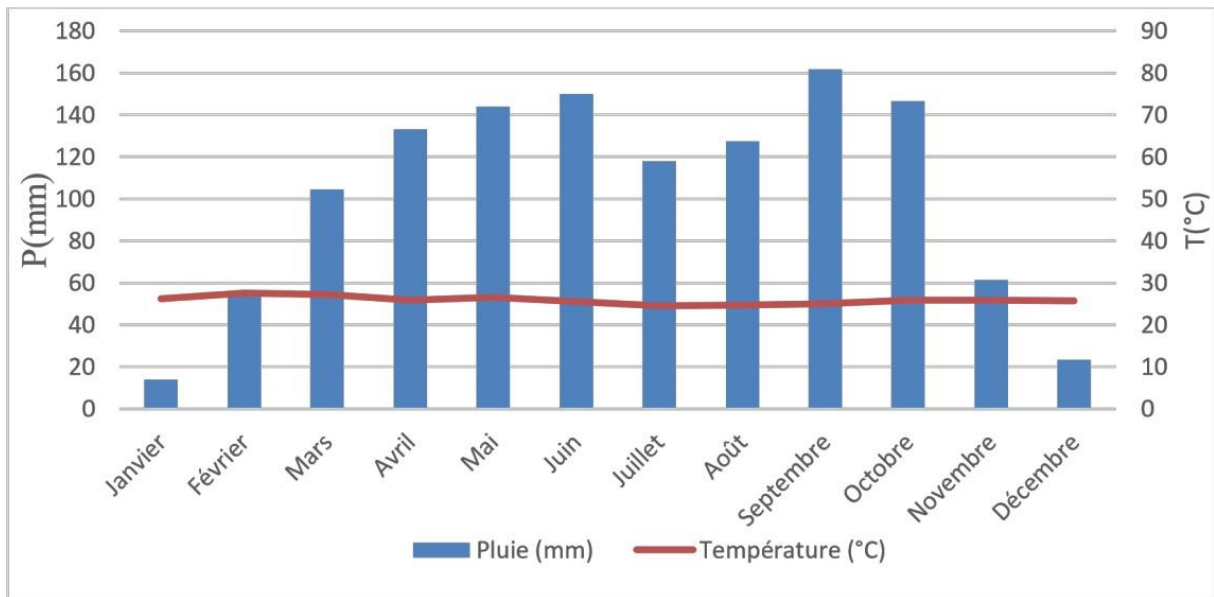
Le département de Séguéla est sous l'influence un climat de type Sud-soudanais caractérisé par deux saisons (Figure 5) :

## Généralités

-une saison des pluies de mars à novembre avec un ralentissement des précipitations en juillet-août ;

-une saison sèche très marquée de Novembre à Février comportant quelques précipitations isolées.

La pluviométrie annuelle moyenne y est supérieure à 1200 mm. La température moyenne est de l'ordre de 28° C avec des fluctuations journalières et saisonnières assez marquées.



**Figure 5** : Diagramme ombrothermique du département de Séguéla (1990-2019)

### 1.1.6 Population

Selon les résultats du RGPH 2014, la population du département de Séguéla est de 198 445 habitants dont 63 774 habitants au niveau de la Sous-préfecture de Séguéla (Tableau I). Cette population est constituée majoritairement de l'ethnie malinké communément appelé Worodougouka à laquelle se greffe les Sénoufos, au nord, et les autres groupes ethniques de la Côte d'Ivoire ainsi que les ressortissants des pays de la CEDEAO.



**Tableau I** : Répartition de la population du département de Séguéla

| Sous-préfecture             | Population résidente |              |               |                        |
|-----------------------------|----------------------|--------------|---------------|------------------------|
|                             | Ensemble localité    |              |               | Rapport de masculinité |
|                             | Hommes               | Femmes       | Total         |                        |
| <b>Ensemble département</b> | <b>105495</b>        | <b>92950</b> | <b>198445</b> | <b>113,5</b>           |
| Bobi                        | 3894                 | 3100         | 6994          | 125,6                  |
| Diarabana                   | 10133                | 8122         | 18255         | 124,8                  |
| Dualla                      | 4134                 | 3996         | 8130          | 103,5                  |
| Kamalo                      | 5271                 | 4512         | 9783          | 116,8                  |
| Massala                     | 11806                | 11215        | 23021         | 105,3                  |
| Séguéla                     | 32333                | 31441        | 63774         | 102,8                  |
| Sifié                       | 12251                | 11416        | 23667         | 107,3                  |
| Worofla                     | 23673                | 19148        | 42821         | 123,6                  |

Source : INS, 2014

### 1.1.7 Activités économiques

Le département de Séguéla est une zone à vocation agricole. L'agriculture est l'activité principale qui occupe la majorité de la population active. Le milieu rural étant dominé par l'agriculture, on y trouve plusieurs cultures de rente notamment le café, le cacao, le coton, l'anacarde et les cultures vivrières (Figure 6). Au niveau des cultures vivrières, le maïs, le riz, l'igname, la banane plantain, le piment, l'aubergine et le manioc constituent les principales cultures de subsistance des populations (INS, 2014). C'est une agriculture extensive, anarchique, pluviale et manuelle, qui compense ses faiblesses par la conquête permanente de terres nouvelles (INS, 2014).



a- Culture d'anacarde



b- Culture de Coton

**Figure 6** : Quelques cultures pratiquées dans le département de Séguéla : a- Culture d'anacarde ; b- Culture de Coton (Angboh, 2020).

## 1.2 QUELQUES CONCEPTS AGRICOLES

### 1.2.1 Notions sur le paysage agricole

Le paysage est un espace de terre qui résulte d'une association de différents éléments qui interagissent les uns avec les autres. Il est la manifestation spatiale des relations entre les sociétés et leur environnement, dont la structure actuelle est la résultante d'une dynamique évoluant dans le temps (McGarigal *et al.*, 2002 ; Décamps *et al.*, 2004 ; IFN, 2005). Pour les agronomes, le paysage agricole est le système où les agriculteurs interagissent avec les ressources naturelles et sociales à travers la gestion de leurs champs et des motifs associés comme la bordure de champs (Benoît *et al.*, 2012). Le paysage agricole est donc le résultat de l'aménagement de la terre par l'homme (agriculteur). La configuration spatiale d'un paysage agricole concerne aussi bien les caractéristiques topographiques d'un ensemble de parcelles (exemple : formes, taille et localisation) que les relations spatiales et fonctionnelles avec d'autres éléments du paysage (exemple : canaux d'irrigation, drainage).

### 1.2.2 Politique agricole ivoirienne

Selon le Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche de Côte d'Ivoire (2009) le secteur agricole représente environ 33% du PIB et 66% des recettes nationales d'exportation. Ce secteur emploie plus des deux tiers de la population active du pays. Les terres cultivables sont estimées à 21 Mha, soit 65 % de la superficie totale du pays. En 2002, la surface mise en culture représentait 6,9 Mha environ, soit 21% de la superficie totale du pays et 33% de la

superficie cultivable. Le secteur agricole a constitué le principal moteur de la croissance ivoirienne depuis l'indépendance jusqu'au début des années 1980, avec le développement spectaculaire des cultures de rente impulsé par l'État. Les principales cultures d'exportation sont : le cacao, le café (les deux filières café et cacao sont associées depuis le début des années 1960 dans une dynamique conjointe), le coton, principale ressource économique de la région de savane ; le palmier à huile, le caoutchouc, la banane, l'ananas et l'anacarde... Il convient également de mentionner la filière sucrière, qui contribue avec le coton au développement économique et social du nord.

### **1.3 TELEDETECTION SATELLITAIRE**

#### **1.3.1 Définition**

Selon le CCT (2002), la télédétection est la technique, qui par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout, le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information.

Le COMITAS (1988) définit la télédétection comme étant un ensemble de connaissances et de techniques utilisées pour la détection des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance sans contact direct avec ceux-ci. La télédétection englobe donc tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, en vue de la mettre en application.

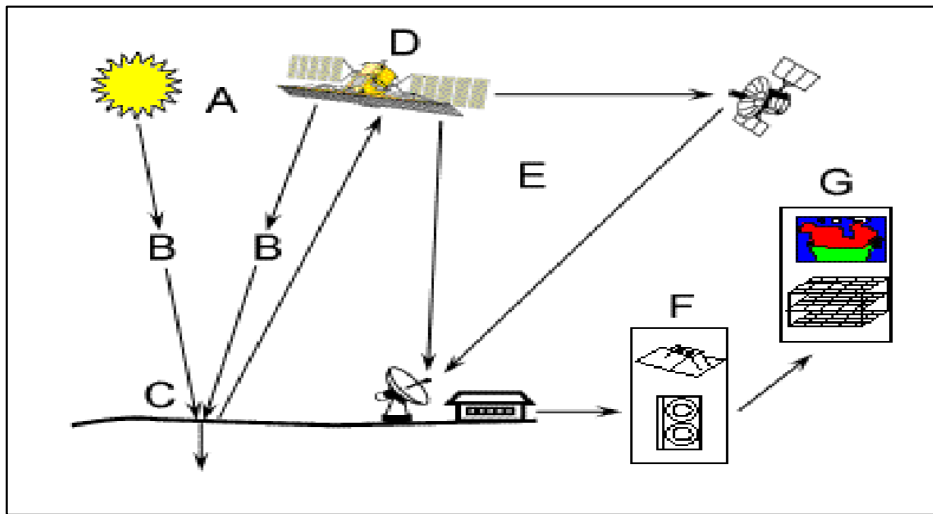
Il existe deux types de télédétection en fonction de la source d'énergie :

- la télédétection passive, où seules les sources naturelles de rayonnement (Soleil) sont mises en jeu et le capteur est un simple récepteur, passif;
- la télédétection active, dans laquelle une source de rayonnement, artificielle, est embarquée à bord du satellite. Son émission s'effectue en direction des objets observés qui renvoient un signal que détecte le capteur du satellite. Les images radars appartiennent au domaine de la télédétection active.

#### **1.3.2 Principe**

Selon Bégni *et al* (2005), le principe de la télédétection repose sur l'acquisition de signaux de radiation issus de l'interaction entre l'énergie qui est transmise par le rayonnement électromagnétique provenant d'une source naturelle (par exemple le soleil) ou artificielle (par exemple l'émission de micro-ondes) et la cible. Cette énergie est ensuite captée par un système

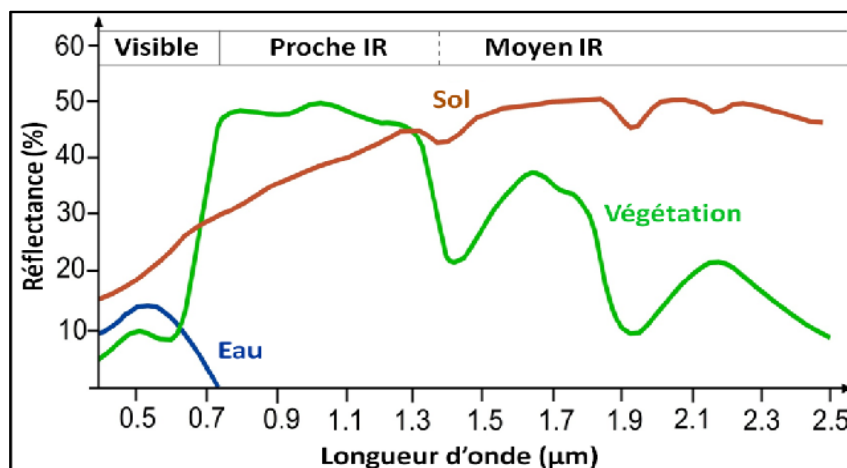
d'observation, le capteur, installé sur différentes plates-formes telles que l'avion, le satellite, etc.) qui l'enregistre et la transmet à une station de réception traduisant alors ce signal en image numérique (Figure 7).



**Figure 7** : Schéma du principe de la télédétection (CCT, 2002)

### 1.3.3 Comportements spectraux de quelques objets

L'analyse et l'interprétation des images de télédétection se fait en fonction du comportement spectral qui est le produit de l'interaction du rayonnement et de l'objet à traiter. La figure 8 donne les courbes de réflectance de quelques objets à la surface de la terre.



**Figure 8** : Courbe de réflectance de quelques objets (Soudani *et al.*, 2006)

#### ➤ Les sols

Les réponses spectrales des sols se caractérisent par des valeurs de réflectance régulièrement croissantes dans le visible et le proche infrarouge ainsi que dans le moyen infrarouge réflectif. Ces valeurs, d'autant plus faibles que les sols sont humides, sont particulièrement faibles pour les bandes d'absorption de l'eau à 1,45, 1,95 et 2,45 μm.

### ➤ L'eau

Le comportement spectral de l'eau présente un maximum dans la bande bleue avec une réflectance de 0.75  $\mu\text{m}$  et quasi nulle dans l'infrarouge. La turbidité, le transport de matériaux en suspension et une eau peu profonde modifient ses caractéristiques et la réflectance devient plus importante pour toutes les longueurs d'onde.

### ➤ La végétation

En télédétection, le terme végétation fait référence à la chlorophylle. Le comportement spectral de la végétation dépend de la nature de l'espèce, la pigmentation, de la structure physiologique, du contenu en eau de la plante, du stade de développement, du taux de recouvrement et de l'état du peuplement. La figure 8, montre que dans le visible la réflectance de la végétation est faible, avec un maximum dans le vert (0,55  $\mu\text{m}$ ) et élevée dans le proche infrarouge (0,7-0,9  $\mu\text{m}$ ).

## 1.4. MODELES ET SIMULATION

### 1.4.1 Définition

Un modèle représente un idéal ou un prototype donné, qui peut soit servir de référence, soit être reproduit. Il est aussi défini comme une représentation « simplifiée » de l'objet réel (processus, ensemble de phénomènes, etc.). Il se focalise uniquement sur l'intérêt de l'objet, ignore les détails et sélectionne l'espace et le temps adéquats (Coquillard & Hill, 1997). La modélisation est la conception d'un modèle. Il a pour objectifs de (i) expliquer (comprendre), (ii) décrire (résumer) les données et (iii) prédire (ou simuler) le fonctionnement d'un phénomène. La simulation, quant à elle, consiste en la mise en action du modèle (Coquillard & Hill, 1997). Cependant, par simple commodité, nous utilisons les termes modélisation et simulation l'un pour l'autre, en nous référant à un usage fréquent du terme simulation qui sous-entend l'immersion du modèle dans le temps. Dans cette étude, nous simulerons l'occupation du sol, notre variable étudiée.

### 1.4.2 Quelques modèles utilisés dans la simulation de l'occupation du sol

Pour simuler l'occupation du sol, plusieurs modèles sont utilisés. Parmi les plus utilisés et/ou diffusés, on peut citer : CA-Markov sur IDRISI, Land Change Modeler (disponible sur IDRISI et comme extension de ArcGIS), DINAMICA EGO et CLUE-S (Tableau II).

**Tableau II** : Caractéristiques de quatre outils de modélisation

| Outil de modélisation | Quantités de changements           | de | Probabilité de changement  | Relation variable d'influence / OS               | Besoin de connaissances expertes | Dépendance aux données | Logiciel libre |
|-----------------------|------------------------------------|----|----------------------------|--|----------------------------------|------------------------|----------------|
| <b>CA Markov</b>      | Chaînes Markov                     | de | Carte d'aptitude           | Evaluation multicritère                          | Oui                              | Non                    | Non            |
| <b>LCM</b>            | Chaînes Markov<br>Données externes | de | Probabilités de transition | Régression logistique<br>Perceptron multicouches | Non                              | Oui                    | Non            |
| <b>Dinamica</b>       | Chaînes Markov<br>Données externes | de | Probabilités de transition | Poids d'évidence<br>Algorithme génétique         | Oui<br>Non                       | Oui<br>Oui             | Oui            |
| <b>.220CLUE-S</b>     | Données externes                   |    | Carte d'aptitude           | Régression logistique                            | Non                              | Oui                    | Oui            |

(Kouassi, 2014)

**CA** Cellular Automata**CLUE-S** Conversion of Land-Use and its Effects at Small regional extent**LCM** Land Change Modeler**OS** Occupation du Sol

# **DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES**

## 2.1 MATERIEL D'ETUDE

### 2.1.1 Données vectorielles

Les données vectorielles utilisées dans cette étude concernent les limites administratives, les routes et les noms des localités. Ces données ont été téléchargées gratuitement à partir des URL : <http://www.diva-gis.org/gdata> et <http://www.openstreetmap.org/>.

### 2.1.2 Donnée topographique

La donnée topographique utilisée dans cette étude est un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de 90 m de résolution, fournie par la plateforme de distribution de données Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

### 2.1.3 Données satellitaires

Les données satellitaires utilisées sont des images Landsat 5, 7 et 8 issues respectivement des capteurs TM, ETM+ et OLI. Les différentes scènes couvrant la zone d'étude varient en fonction des capteurs, ainsi pour les capteurs TM et ETM+, la zone d'étude chevauche quatre scènes dont 197-54, 197-55, 198-54 et 198-55 et seulement deux scènes avec le capteur OLI (197-55 et 198-54). Ces images ont été acquises à différentes dates dont : pour les images TM du 06/12/1998, 07/12/1988, 31/12/1988 et 09/12/1988 ; ETM+ 07/01/2004, 14/01/2004 et 23/01/2004 et pour le capteur OLI le 14/01/2020 et 06/02/2020 (Tableau III). Toutes ces images sont disponibles gratuitement sur le site <http://glovis.usgs.gov/>.

**Tableau III** : Caractéristiques radiométriques des images Landsat

| Satellite | Capteur | Résolution spectrale (µm) | Canal utilisée | Résolution spatiale (m) | Année |
|-----------|---------|---------------------------|----------------|-------------------------|-------|
| Landsat 5 | TM      | Band 3 :0,63-0,69         | Rouge          | 30                      | 1988  |
|           |         | Band 4 :0,76-0,90         | Proche IR      | 30                      |       |
|           |         | Band 5 :1,55-1,75         | Moyen IR       | 30                      |       |
| Landsat 7 | ETM+    | Band 3 :0,63-0,69         | Rouge          | 30                      | 2004  |
|           |         | Band 4 :0,76-0,90         | Proche IR      | 30                      |       |
|           |         | Band 5 :1,55-1,75         | Moyen IR       | 30                      |       |
| Landsat 8 | OLI     | Band 4 :0,64-0,67         | Rouge          | 30                      | 2020  |
|           |         | Band 5 :0,85-0,88         | Proche IR      | 30                      |       |
|           |         | Band 6 :1,57-1,65         | Moyen IR       | 30                      |       |

TM : Thematic Mapper,

ETM+ : Enhanced Thematic Mapper Plus,



OLI : Operational Land Imager,

IR : Proche Infrarouge.

### 2.1.4 Logiciels

Les logiciels utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- **ENVI 4.7** pour les traitements des images satellitaires ;
- **IDRISI 17.0** pour la détection des changements et la modélisation de l'occupation du sol ;
- **ArcGIS Desktop 10.5** pour la réalisation des cartes ;
- **Google Earth** pour identifier les différents sites agricoles ;
- **Excel** pour la réalisation des graphes.

## 2.2 METHODES

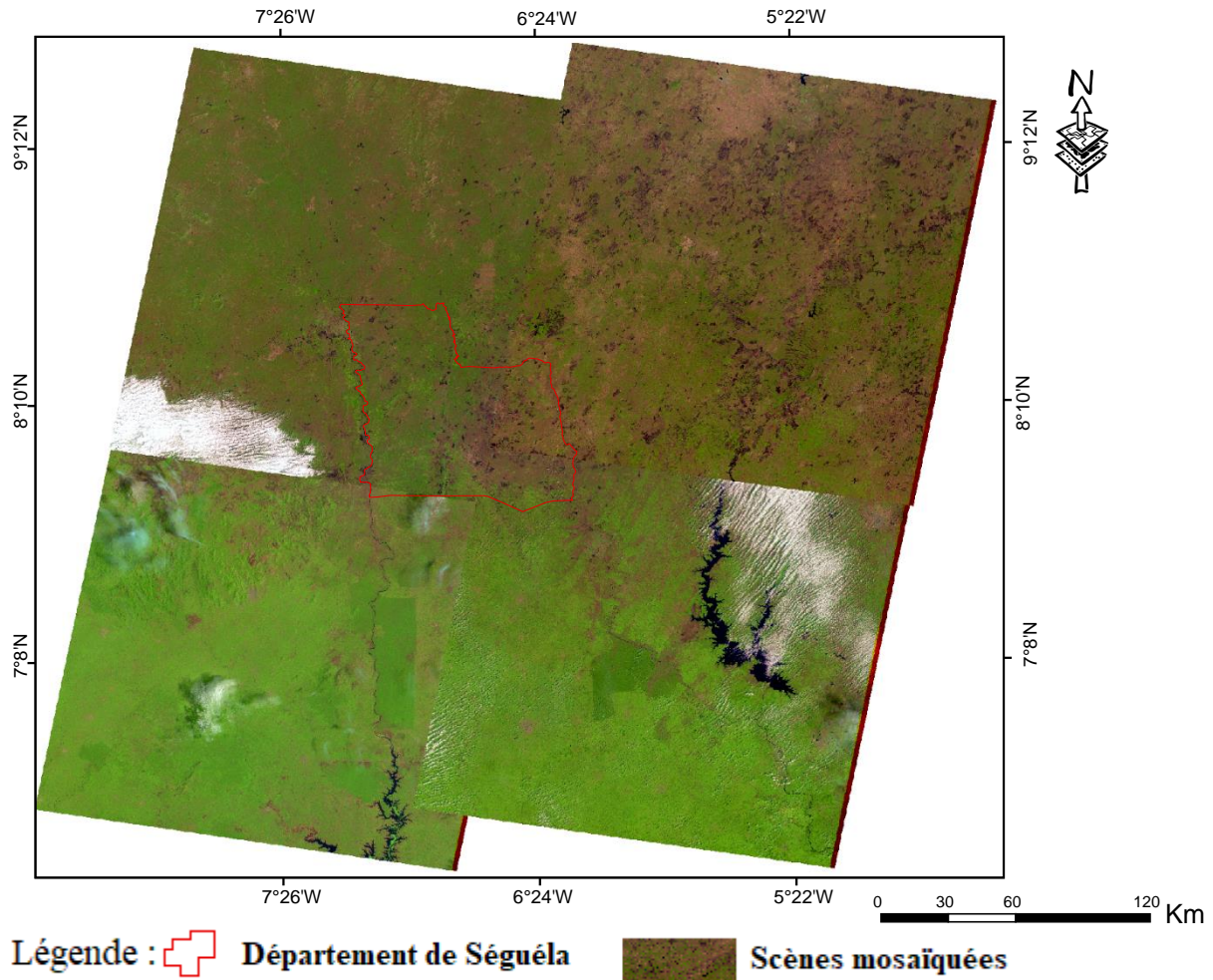
### 2.2.1 Choix des images

D'après Tran *et al.* (2009), la date d'acquisition de l'image est très importante dans l'étude des changements du paysage à partir de données satellites. Pour cela, nos données ont été sélectionnées avec un intervalle de 16 ans car, pour pouvoir percevoir les changements à niveau de la végétation, il faut au moins 10ans (Konan, 2012). Et l'ensemble des images utilisées sont enregistrés par les capteurs pendant la grande saison sèche (décembre à janvier), c'est-à-dire la période de l'année où le taux de nébulosité et de couverture nuageuse sont les plus faibles (Chatelain, 1996). Par ailleurs, ce choix contribue à diminuer d'éventuels effets saisonniers. Les différentes années choisies sont : 1988 ,2004 et 2020.

### 2.2.2 Prétraitement d'image satellitaire

#### 2.2.2.1 Mosaïquage et amélioration des contrastes des images

Avant le traitement des images, les différentes scènes couvrant la zone d'étude ont été mosaïquées. Le mosaïquage consiste à juxtaposer les différentes bandes identiques des scènes entre elles pour en former une de plus grande. En plus, les images ont été rehaussées dans le but d'uniformiser les teintes des bandes spectrales des différentes images. Par ailleurs, bien que les images soient issues du même capteur, il n'est pas rare que deux images adjacentes (scènes) n'aient pas la même luminosité, faisant apparaître un fort contraste. Pour régler ce problème de luminosité entre les images, nous avons procédé à une amélioration locale du contraste suivant deux étapes (Donnay, 2000 ; Wiederkehr, 2013) : D'abord, dans un premier temps la distribution radiométrique a été homogénéisée pour chaque image par le biais d'un étirement radiométrique, ensuite dans un second temps, un ajustement dynamique a été effectué entre plusieurs images. La radiométrie de l'image à corriger a été ajustée à l'image de référence (Figure 9).



**Figure 9** : Mosaïque des scènes couvrant la zone d'étude de 1988

### 2.2.2.2 Extraction de la zone d'étude

Après avoir mosaïqué les différentes scènes sur Envi, nous avons importé la limite administrative du département de Séguéla grâce la fonction "Open vector file". Cette couche de limite administrative a été juxtaposé à l'image mosaïquée en utilisant "Export active layer to ROIs" dans le but d'utiliser la fonction "Subst data via ROIs" pour extraction de la zone d'étude.

### 2.2.2.3 Composition colorée

Chaque image issue d'un canal est en niveau de gris. Nous avons utilisé la composition colorée pour produire une image couleur à partir de la combinaison de trois bandes spectrales. Cette combinaison repose sur le principe d'affectation des bandes spectrales, choisies en fonction des objectifs de l'étude, aux trois couleurs primaires rouge, vert et bleu (Enonzan, 2010).

L'objectif de cette opération est d'avoir une synthèse d'information en vue de faire une bonne discrimination des types d'objets à étudier. Il s'agit dans notre cas des différentes occupations du sol (eau, forêts, savanes arborées, cultures et jachères, et bâtis et sols nus). Au terme de

plusieurs combinaisons deux types de compositions colorées ont été retenus à savoir :4-3-5 pour les images issues des capteurs TM et ETM+ et 4-5-6 pour des images du capteur OLI car elle présente les meilleures discriminations des types d'occupation du sol. Ces compositions colorées ont permis de :

- sélectionner des sites à visiter et l'orientation sur le terrain ;
- choisir des parcelles d'entraînement pour la réalisation des classifications dirigées ;
- choisir des parcelles de contrôle pour l'évaluation des classifications.

### **2.2.2.4 Interprétation des cartes de compositions colorées**

Les différentes compositions colorées réalisées ont été interprétées à partir de la connaissance des caractéristiques de chacune des bandes spectrales utilisées, de celles du comportement des différents des occupations du sol présentes et l'utilisation du logiciel Google Earth. L'interprétation des compositions colorées a été également vérifiée par des observations de terrain.

### **2.2.2.5 Classification supervisée et évaluation**

La bonne connaissance de la zone d'étude nous a permis d'opter pour une classification supervisée. Elle consiste à appliquer le même traitement à chaque pixel, indépendamment des pixels voisins. L'algorithme Maximum de Vraisemblance (Maximum Likelihood) a été choisi pour la classification les différentes bandes de la composition colorée. Cette méthode calcule la probabilité d'appartenance d'un pixel à une classe donnée. Le pixel sera affecté à la classe pour laquelle la probabilité est la plus forte. Cependant, si cette probabilité n'atteint pas le seuil escompté, le pixel est classé "inconnu". Ensuite, la qualité de la classification obtenue a été évaluée à l'aide des paramètres calculés par la matrice de confusion que sont la précision globale et le coefficient Kappa (Girard & Girard, 1999). Appelée aussi tableau de contingence, la matrice de confusion est un tableau affichant les statistiques de la précision de classification d'une image, notamment le degré de classification erronée parmi les diverses classes. Elle est calculée avec les valeurs exprimées en pixels et en pourcentage. De plus, d'autres mesures synthétiques de fiabilité de la classification peuvent être calculées : la précision pour l'utilisateur, la précision pour le réalisateur, les erreurs d'omission et de commission (Congalton, 1991).

### 2.2.2.6 Filtrage de l'image classifiée

Dans le but d'améliorer la classification, les pixels isolés ont été réassociés à une classe. Cette opération a consisté à filtrer l'image classifiée par un filtre de convolution. Il s'agit d'un filtre médian de taille 5x5.

### 2.2.2.7 Vectorisation et représentation cartographique

La vectorisation constitue la dernière étape du traitement des images. Elle a consisté à convertir les images classifiées du mode raster en mode vecteur (polygones) dans le but de faciliter leur gestion dans le logiciel d'analyses SIG, ArcGIS 10. La rédaction cartographique a consisté à réaliser les cartes d'occupation sols de 1988, 2004 et 2020 enfin d'extraire les différentes cartes agricoles, en ajoutant les localités, le nord géographique, la légende et l'échelle.

### 2.2.3 Analyse de la dynamique de l'occupation du sol

L'analyse des changements survenus sur toute la période d'étude a été faite par une comparaison post-classification. Elle produit une matrice de détection des changements issue de la comparaison entre les pixels de deux classifications entre deux dates (Girard & Girard, 1999). A partir de cette situation, le taux de changement global (Tg) et le taux moyen annuel d'expansion spatiale (Tc) ont été calculés. Les changements à l'échelle globale ont été déterminés en ressortant les superficies des différentes unités d'occupation du sol pour chaque année. Les changements ont été déterminés sur le période de 1988-2020 Cela a consisté à effectuer le rapport entre la différence des superficies et les superficies initiales pour chaque période. Dans un second temps, nous sommes passés à une analyse approfondie, en évaluant les changements intervenus au sein de chaque unité d'occupation du sol prise isolément. Cette analyse se fait par le calcul du taux de changement (Tc) ou taux moyen annuel d'expansion spatiale, couramment utilisé dans les études sur le changement d'occupation du sol (FAO, 1996 ; Hadjadj, 2011). Ces taux de changement s'évaluent à partir des formules des équations 2 et 3 suivantes

$$Tg = [(S2 - S1) / S1] \times 100 \quad (\text{Eq 1})$$

$$Tc = [(S2 / S1)^{1/t} - 1] \times 100 \quad (\text{Eq 2})$$

Où :

Tg = taux de changement global (%)

Tc = taux de changement annuel (%)

S1 = superficie du territoire à la date t1

S2 = superficie du territoire à la date t2 (t2 > t1)

$t$  = nombre d'années entre les deux dates.

L'analyse des valeurs du taux de changement montre que les valeurs positives indiquent une "progression" et les valeurs négatives, une "régression". Les valeurs proches de zéro indiquent que la classe est relativement "stable".

### **2.2.4 Simulation de la dynamique de l'occupation du sol**

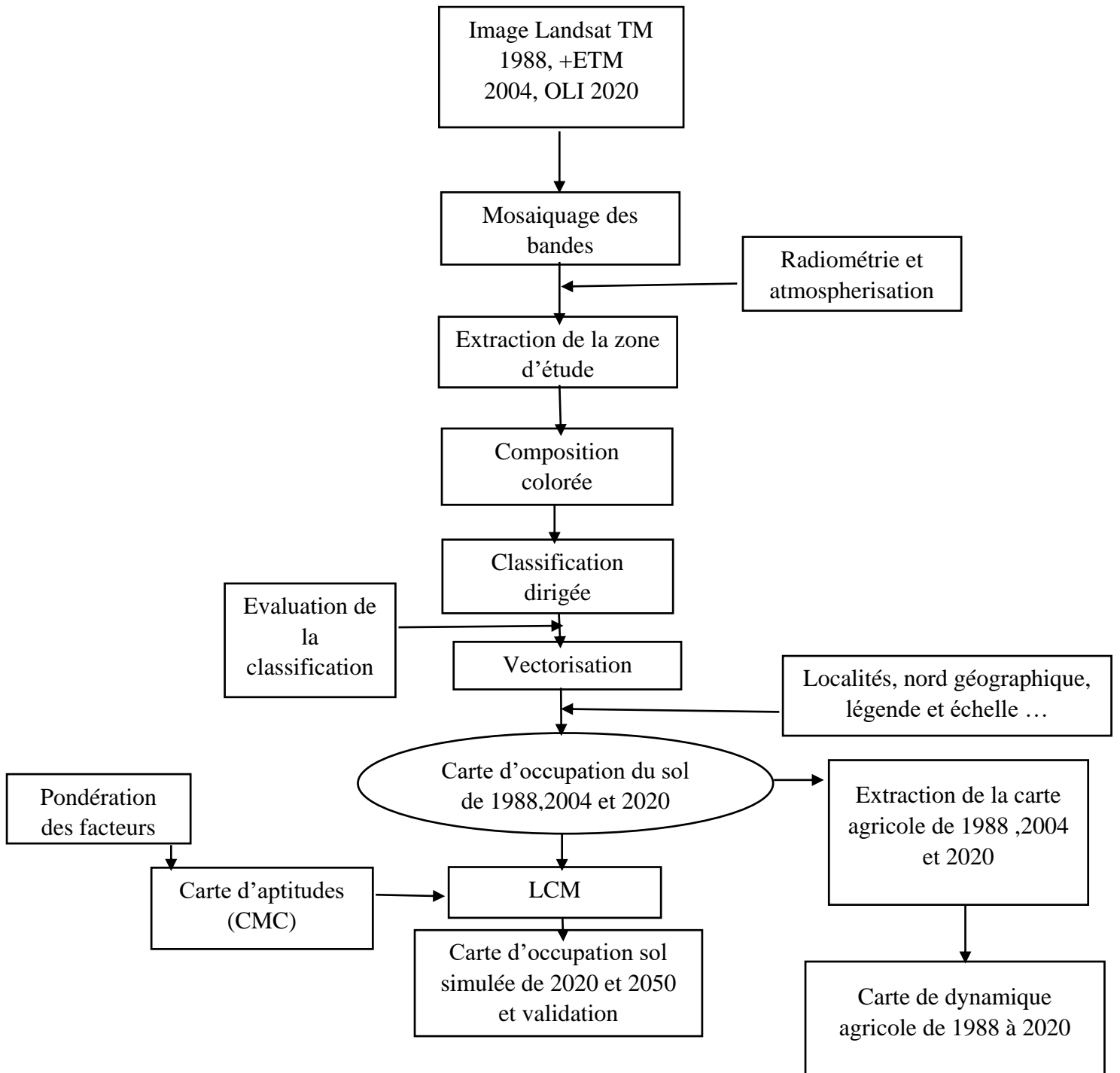
#### **2.2.4.1 Choix du modèle**

Il existe plusieurs modèles pour la simulation de l'occupation du sol dont les plus utilisés sont CA-Markov, LCM, Dinamica EGO et CLUE-S. Parmi une large gamme d'approches de modèles de simulation de l'occupation des terres, nous avons choisi le modèle LCM pour sa performance, son potentiel multi-échelle, sa procédure spatialement explicite basée sur des données matricielles et le fait qu'il ait été appliqué de multiples fois avec succès dans les régions tropicales. Selon les travaux de Akadje (2017) le modèle LCM a donné des résultats meilleurs dans la simulation de l'occupation du sol comparativement aux autres modèles (CA-Markov, Dinamica et CLUE-S). Aussi, il est disponible gratuitement avec la version d'essai d'IDRISI 17.0. Ce modèle utilise les réseaux neuronaux artificiels pour modéliser des systèmes écologiques complexes. L'analyse de la chaîne de Markov prédit l'avenir des modes d'utilisation des terres en se basant sur la connaissance de ceux du passé et du présent. Elle est également complétée par l'application d'automates cellulaires et une évaluation multicritère d'un certain nombre de critères de changement afin de spatialiser et de mieux comprendre le changement.

#### **2.2.4.2 Calibration et validation du modèle**

Afin de simuler la dynamique de l'occupation du sol à une date ultérieure (2050), il convient au préalable de calibrer le modèle sur des données connues. L'image de 2020 étant la plus récente, elle fera l'objet d'une première simulation-test, calibrée par deux dates antérieures (1988 et 2004). Les images de 1988 et 2004 servent de base pour extrapoler les quantités de la future occupation du sol. Il s'agit d'une extrapolation linéaire, car la simulation se base sur deux points dans le temps afin de calibrer le modèle. D'après Pontius (2010), la calibration est l'estimation et l'ajustement des paramètres et des contraintes du modèle afin d'améliorer l'adéquation entre les sorties du modèle et un ensemble de données. Cette étape est fondamentale, car la qualité des résultats obtenus dépendra du bon paramétrage du modèle. Pour la validation, le résultat de la simulation de l'occupation du sol en 2020 est comparé à la carte d'occupation du sol 2020 issue de la classification. La méthodologie adoptée dans cette étude est résumée et présentée dans la figure 10.

## Matériel et méthodes



**Figure 10** : Synthèse de la méthodologie utilisée pour le suivi de l'occupation du sol

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| <b>EMC</b>  | Evaluation Multi-Critère      |
| <b>ETM+</b> | Enhanced Thematic Mapper Plus |
| <b>TM</b>   | Thematic Mapper               |

# **TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION**

### 3.1 RESULTATS

#### 3.1.1 Carte d'occupation du sol

Les classifications des images Landsat TM, ETM+ et OLI réalisées à partir de la composition des bandes spectrales 4,5,3 ont permis de caractériser cinq classes d'occupation du sol. Il s'agit de (i) l'eau, (ii) bâtis et sols nus, (iii) Cultures et jachères, (iv) les forêts et (v) les savanes arborées. Les différentes classifications ont été évaluées par les matrices de confusion représentées par les tableaux IV, V et VI à travers le calcul de la précision globale de classification et du coefficient de Kappa. Ces tableaux affichent dans la diagonale, le pourcentage de pixels bien classés et hors diagonale, le pourcentage de pixels mal classés.

##### 3.1.1.1 Carte d'occupation du sol de 1988

La figure 11 présente la carte de l'occupation du sol du département de Séguéla en 1988 issue de la classification supervisée. Les résultats de cette classification révèlent que les forêts et les savanes arborées sont pour la plupart entourées par les cultures et jachères et couvre presque la totalité du territoire. Les périphéries Nord-ouest et Sud-ouest sont essentiellement dominé par les forêts et les savanes arborées. Les cultures et jachères sont moins denses et concentrés dans la partie Est. Quant au bâtis et sols nus, ils sont essentiellement présents dans la partie Est du département et ils sont constitués des zones brûlées, des habitations, des friches et des affleurements rocheux.

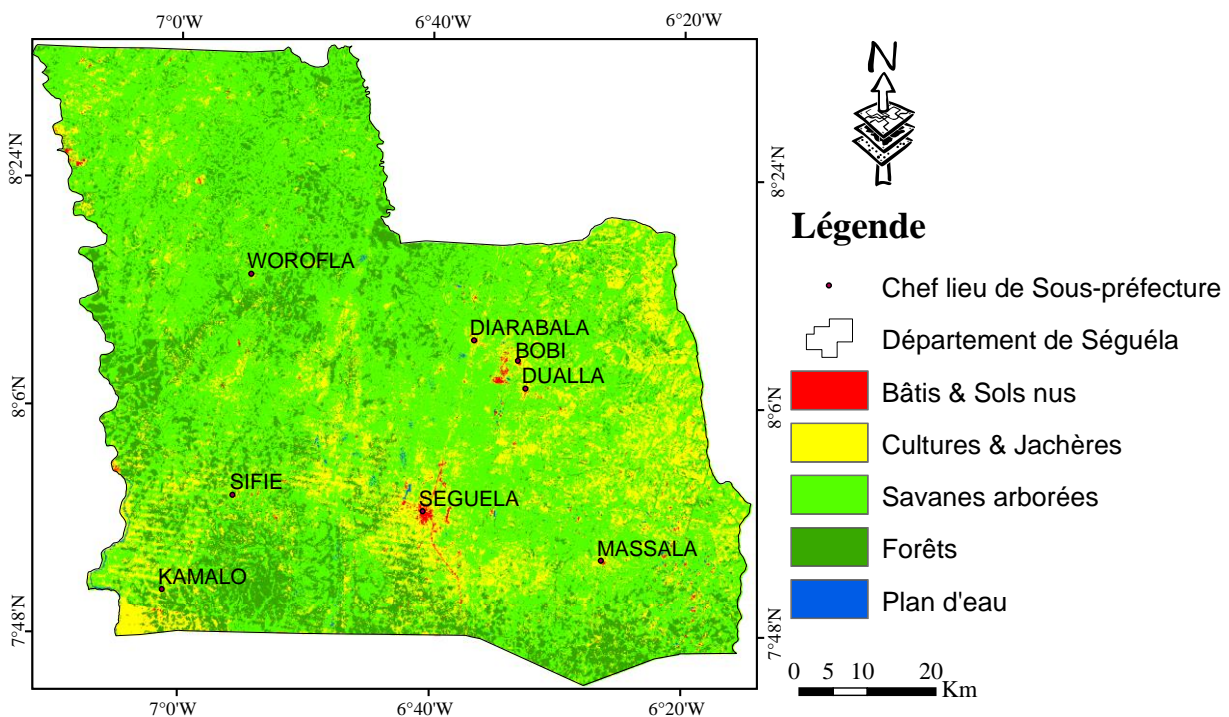


Figure 11 : Carte d'occupation du sol de 1988



**Tableau IV** : Matrice de confusion de la classification de l'image de 1988

| Classes              | Bâtis et sols nus | Cultures et jachères | Forêts | Savanes arborées | Plan d'eau |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------|------------------|------------|
| Bâtis et sols nus    | 94,86             | 6,15                 | 0      | 0                | 0          |
| Cultures et jachères | 5,14              | 86,43                | 0      | 1,36             | 0          |
| Forêts               | 0                 | 0                    | 99,54  | 0                | 2,26       |
| Savanes arborées     | 0                 | 7,43                 | 0,19   | 97,17            | 3,55       |
| Plan d'eau           | 0                 | 0                    | 0,28   | 1,47             | 94,19      |
| Total                | 100               | 100                  | 100    | 100              | 100        |

Précision globale = 95,42% ; Kappa Coefficient = 0,94

La matrice de confusion (Tableau IV) et son coefficient Kappa (0,94) montrent une bonne classification de l'image. Cependant, quelques confusions ont été observées. Les plus importantes de ces confusions sont les cas suivants :

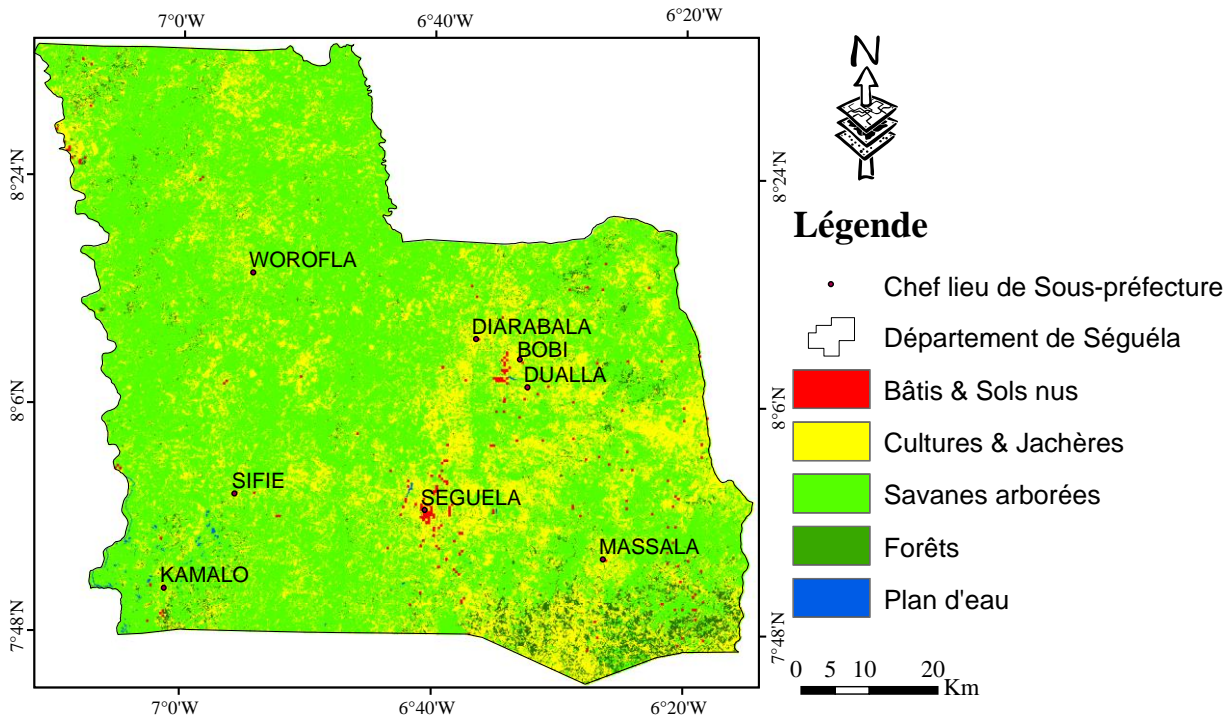
-6,17% des bâtis et sols nus confondus aux cultures et jachères ;

-7,43% des savanes arborées confondus aux cultures et jachères.

### 3.1.1.2 Carte d'occupation du sol de 2004

La carte de l'occupation du sol de l'année 2004 (Figure 12) montre une disparition progressive des formations forestières sur l'ensemble de la zone d'étude pour laisser place aux savanes arborées. Ces savanes arborées qui sont présentes sur l'ensemble du territoire du département de Séguéla. Les cultures et jachères sont réparties sur l'ensemble du territoire avec une forte concentration au centre est et sud-est. La prise d'images en saison sèche, période où les feux de brousse sont intenses, cela fait que l'on observe une présence remarquable des bâtis et sols nu bien su qu'occupant une petite partie du territoire avec une concentration plus prononcée à l'Est.

## Résultats et Discussion



**Figure 12** : Carte d'occupation du sol de 2004

**Tableau V** : Matrice de confusion de la classification de l'image de 2004

| Classes              | Eau   | Bâtis et sols nus | Cultures et jachères | Savanes arborées | Forêts |
|----------------------|-------|-------------------|----------------------|------------------|--------|
| Eau                  | 92,50 | 0                 | 0                    | 1,99             | 3,60   |
| Sols nus et habitat  | 0     | 94,26             | 5,49                 | 0                | 0      |
| Cultures et jachères | 0     | 5,74              | 85,98                | 1,72             | 0      |
| Savanes arborées     | 2,5   | 0                 | 8,54                 | 97,41            | 5,05   |
| Forêts               | 5     | 0                 | 0                    | 0,86             | 91,35  |
| Total                | 100   | 100               | 100                  | 100              | 100    |

Précision globale : 92,0927%, Coefficient de Kappa : 0,8783

La matrice de confusion (Tableau V) avec un coefficient de Kappa environnant 0,88 nous permet d'affirmer que la classification obtenue est très bonne. Cependant, quelques confusions se sont produites. Les plus importantes de ces confusions sont les cas suivants :

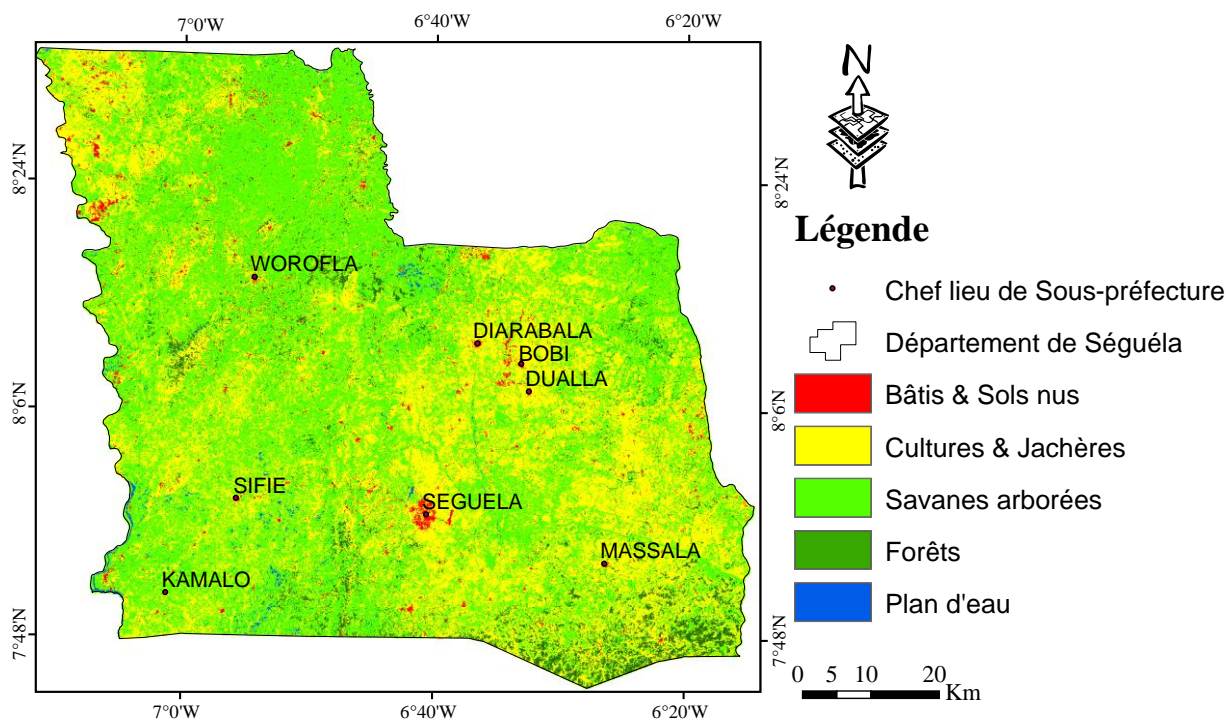
- 8,54% des Savanes arborées confondus aux Cultures/Jachères ;
- 5,74 % des bâtis/Sols nus confondus aux Cultures/Jachères.

### 3.1.1.3 Carte d'occupation du sol de 2020

L'observation de la carte de l'occupation du sol de l'année 2020 (Figure 13) montre une disparition des formations forestières sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces formations sont

## Résultats et Discussion

représentées par quelques tâches forestières correspondant à des bois sacrés ou des îlots forestiers préservés. Elles sont en majorité localisées dans le Nord. Les savanes arborées sont réparties sur l'ensemble du territoire, mais elles sont plus concentrées au Sud-Ouest et le Nord. Les parties Centre sont dominées par les cultures et jachères. Les bâtis et sol nu sont moins denses et répartis sur l'ensemble du territoire, cela est dû à la prise de l'image en saison sèche, période des feux de brousse. Les sols nus sont des surfaces où l'influence du sol est importante, malgré la présence de quelques ligneux ou herbacés.



**Figure 13** : Carte d'occupation du sol de 2020

**Tableau VI** : Matrice de confusion de la classification de l'image de 2020

| Classes              | Bâtis et sols nus | Cultures et jachères | Forêts | Savanes arborées | Plan d'eau |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------|------------------|------------|
| Bâtis et sols nus    | 86,55             | 0                    | 0      | 0                | 0          |
| Cultures et jachères | 13,45             | 95,14                | 2,64   | 3,73             | 3,52       |
| Forêts               | 0                 | 4,86                 | 97,37  | 0                | 0          |
| Savanes arborées     | 0                 | 0                    | 0,53   | 93,38            | 3,96       |
| Plan d'eau           | 0                 | 0                    | 0      | 2,89             | 92,51      |
| Total                | 100               | 100                  | 100    | 100              | 100        |

Précision globale : 86,11 % ; Coefficient Kappa : 0,83

## Résultats et Discussion

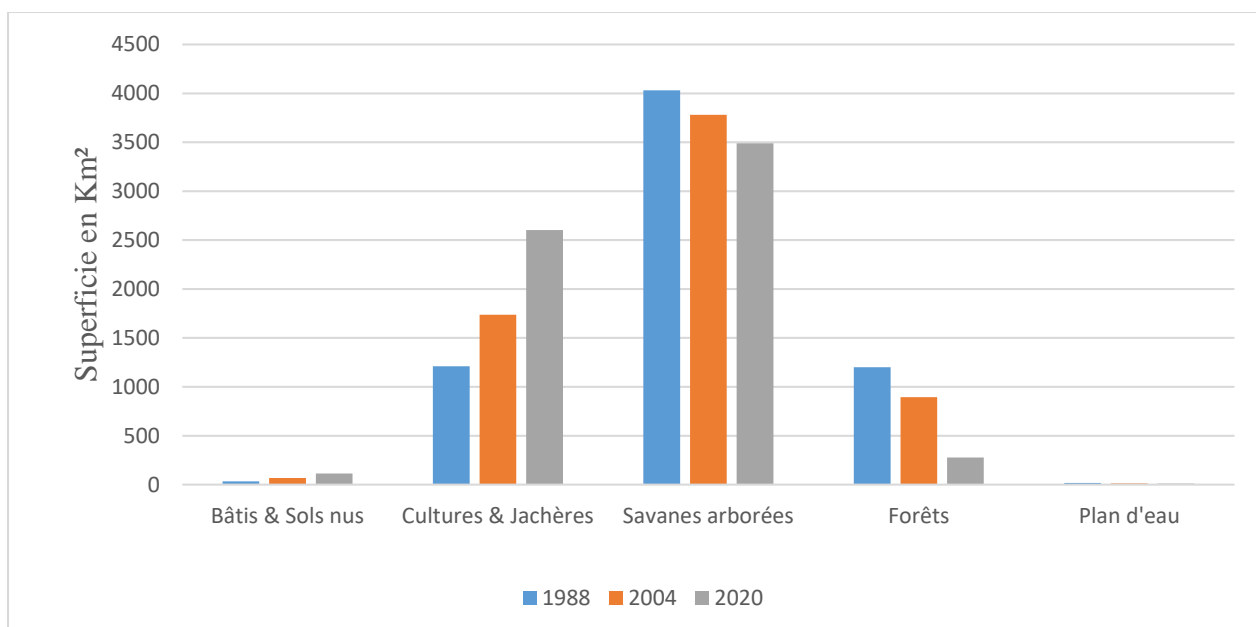
Le coefficient Kappa montre une bonne classification de l'image. Mais le tableau VI indique que la classe cultures et jachères présente de fortes confusions avec certaines classes. Il s'agit de :

- 13,45 % des Bâties et sols nus confondus aux Cultures et jachères ;
- 3,96 % des Savanes arborées confondus aux Cultures/Jachères.

### 3.1.2 Analyse de la dynamique des occupations du sol

#### 3.1.2.1 Evolution des occupations du Sol de 1988 à 2020

L'analyse de la figure 14 montre qu'en 1988, le paysage était dominé par la forêt. En 2004, nous assistons à une croissance équilibrée des forêts et des cultures et jachères. En 2020, les forêts se sont intensifiées dans le département et les bâties et sols nus connaissent aussi une augmentation 2004 puis une régression en sols nus en 2020.



**Figure 14** : Evolution des superficies des classes d'occupation du sol de 1988 à 2020

L'évolution des superficies des différents types d'occupation du sol est représentée par la figure 14. Cette figure indique deux tendances d'évolutions. Entre 1988 et 2020, mais ceux qui retiennent notre attention sont les savanes arborées et les cultures et jachères. On note, une augmentation des superficies des savanes arborées, il n'est de même pour les cultures et jachères qui passent respectivement de 10% de la superficie totale du département de Séguéla à 49% et de 31% à 43%.

L'évolution des classes d'occupations du sol observés durant la période 1988-2020 sont représentés par le tableau VII.

**Tableau VII** : Evolution des classes d'occupation du sol entre 1988-2020

| Occupation du sol    | Tg      | Tc    |
|----------------------|---------|-------|
| Bâties et sols nus   | +229,06 | +3,79 |
| Cultures et jachères | +115    | +2,42 |
| Savanes arborées     | -13,42  | -0,45 |
| Forêts               | -76,93  | -4,48 |
| Plan d'eau           | -35,61  | -1,37 |

Tg : Taux de changement global

Tc : Taux de changement moyen annuel

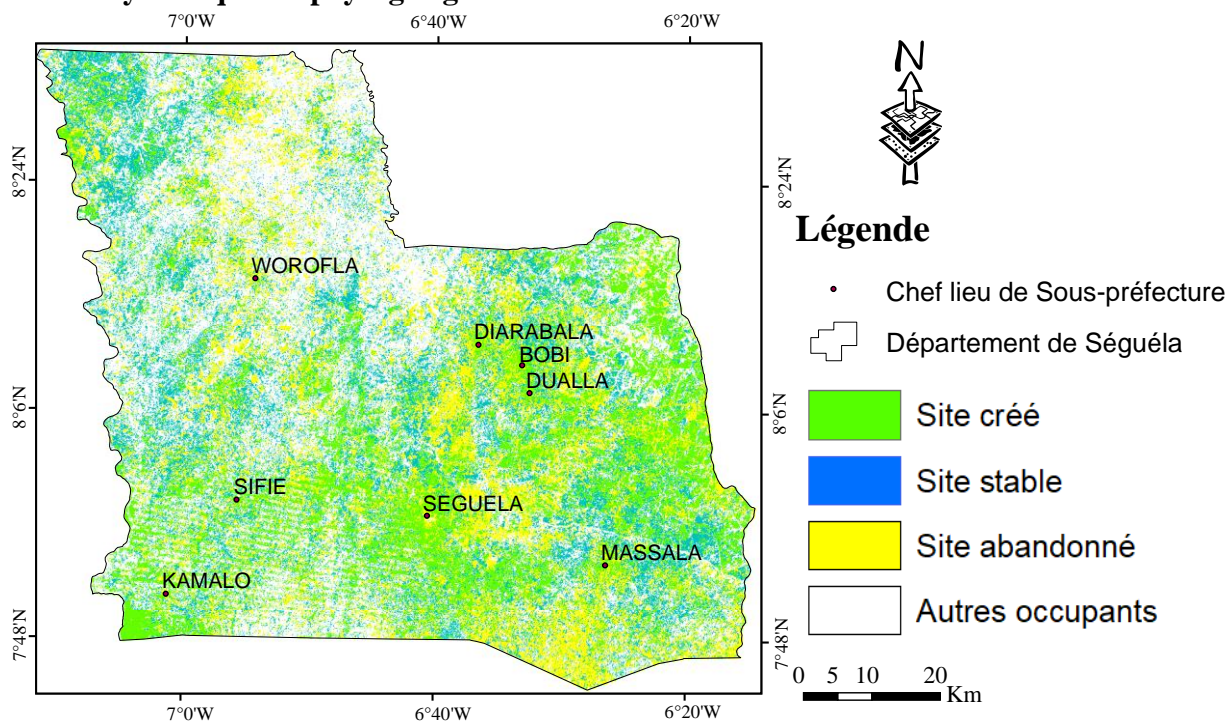
L'analyse de ce tableau montre une augmentation moyenne annuelle de 3,79 % et de 2,42% respectivement des superficies des bâties et sols nus et des cultures et jachères de la zone d'étude.

En somme, on observe trois grands processus qui se sont déroulés dans le paysage en 32 ans.

Il s'agit de :

- une augmentation spectaculaire des bâties et sols nus et des cultures et jachères au détriment des autres classes ;
- la régénération naturelle ou anthropique du couvert forestier qui a abouti à la restauration et à la formation de savanes arborées ;
- l'ensablement et l'eutrophisation des plans d'eau.

### 3.1.2.2 Dynamique du paysage agricole



**Figure 15** : Carte de la dynamique du paysage agricole de 1988 à 2020

## Résultats et Discussion

Les résultats de la dynamique du paysage agricole de 1988 à 2020 sont présentés par la figure 15. Les sites agricoles ont connu une évolution importante au cours de cette période avec un taux de changement global (Tg) positif de 115% et un taux de changement annuel (Tc) de 2,42%. En effet, initialement localisé dans les parties sud et Est autour des sites d'habitation, ils se sont repartir sur l'ensemble du territoire en 2020 sous l'action des paysans. Aussi, l'analyse de la dynamique de cette unité thématique a permis de déceler trois principaux types de mutation dans le département de Séguéla. Il s'agit de l'abandon, de la conservation et de la création. La superficie qui a été abandonnée est estimée à près de 916,41 km<sup>2</sup>, contre 1365,88 km<sup>2</sup> de site agricole créés. Quant à la surface restée stable, elle est de 3273,8 km<sup>2</sup>.

### 3.1.3 Simulation de l'état de l'occupation du sol

#### 3.1.3.1 Calibration et validation du modèle

Ainsi, pour le calage, une matrice de probabilité de transition (Tableau VIII) a été générée à parti des classes d'occupation du sol entre 1988 et 2004, afin de l'utiliser comme de données de base pour la projection de l'occupation du Sol en 2020.

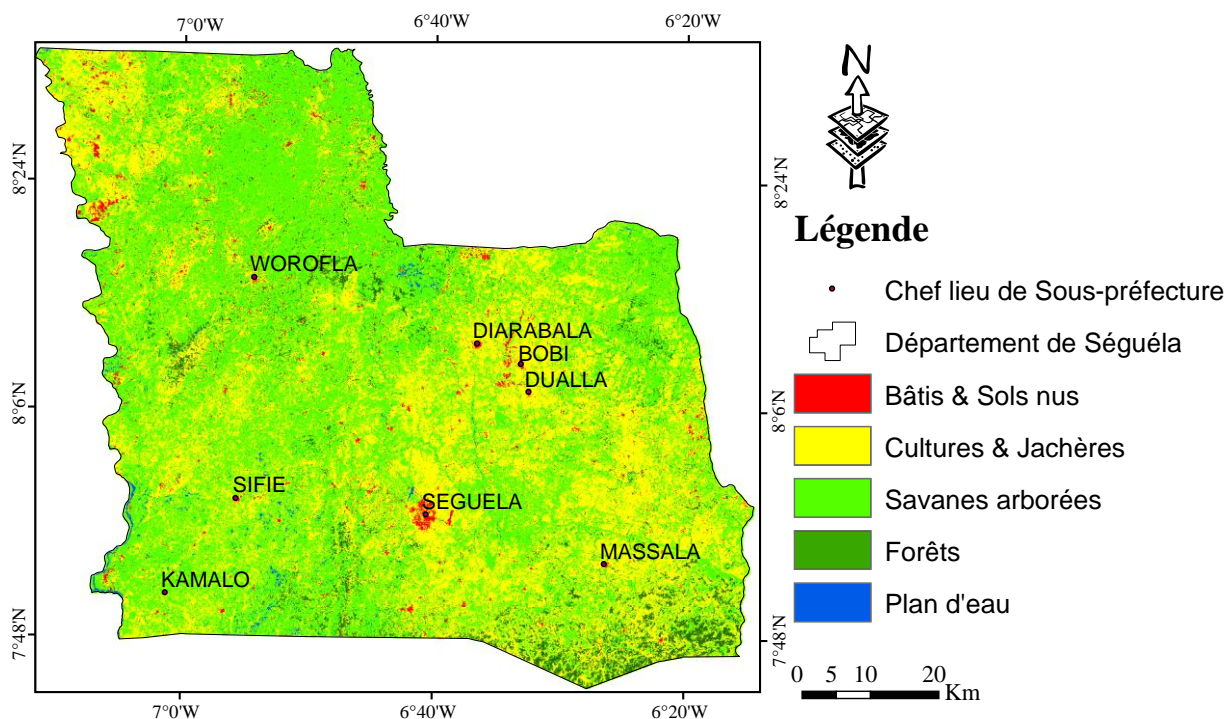
**Tableau VIII** : Matrice de probabilité de transition pour la simulation de 2020

| 2004 \ 1988       | Eau    | Bâtis/sols nus | Savanes arborées | Forêt  | Cultures/Jachères |
|-------------------|--------|----------------|------------------|--------|-------------------|
| Eau               | 0,5678 | 0,0386         | 0,0523           | 0,2476 | 0,0937            |
| Bâtis/sols nus    | 0,060  | 0,705          | 0,0225           | 0,0403 | 0,1738            |
| Savanes arborées  | 0,001  | 0,0267         | 0,7381           | 0,0528 | 0,1814            |
| Forêt             | 0,0056 | 0,1872         | 0,2320           | 0,4249 | 0,1403            |
| Cultures/Jachères | 0,0002 | 0,0343         | 0,0992           | 0,2694 | 0,5969            |

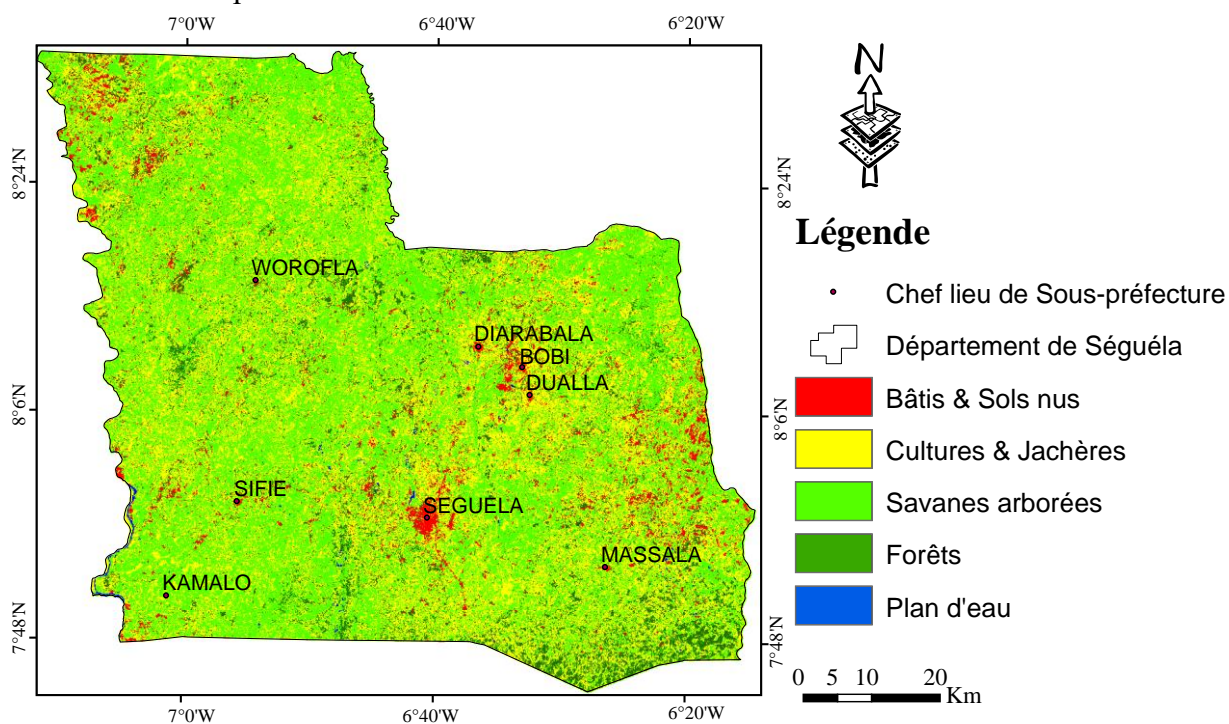
De l'analyse de ce tableau, on remarque une stabilité globale avec un maximum pour les bâtis/Sols nus et les savanes arborées.

Pour la calibration du modèle, la carte d'occupation du sol simulée en 2020 a été validée en la comparant à la carte d'occupation du sol de 2020 issue de la classification comme l'indique la figure 16

## Résultats et Discussion



a- Carte d'occupation du sol observée en 2020



b- Carte d'occupation du sol simulée en 2020

**Figure 16** : Comparaison des cartes d'occupations du sol (observée et simulée) 2020 : a- Carte d'occupation du sol observée en 2020 ; b- Carte d'occupation du sol simulée en 2020

L'analyse comparative de l'occupation du sol simulée et celle observée de 2019 a permis d'élaborer la matrice de confusion représentée par le tableau IX.

**Tableau IX** : Matrice de confusion entre l'occupation du sol observée et simulée de 2020

| Simulée \ Observée | Eau    | Bâtis/sols nus | Savanes arborées | Forêt    | Cultures/Jachères |
|--------------------|--------|----------------|------------------|----------|-------------------|
| Eau                | 4,6332 | 0,32           | 0,427            | 2,0228   | 0,7655            |
| Bâtis/sols nus     | 29,54  | 148,78         | 25,853           | 8,505    | 15,575            |
| Savanes arborées   | 0,68   | 60,57          | 1220,648         | 165,1425 | 865,18            |
| Forêt              | 0,450  | 8,2879         | 338,72           | 426,918  | 126,39            |
| Cultures/Jachères  | 0,6247 | 107,1527       | 0,0992           | 216,80   | 2489,506          |
| Prédiction (%)     | 0,12   | 3              | 37,83            | 10,83    | 47,9              |

Précision globale : 80,35 % ; Coefficient Kappa : 0,69

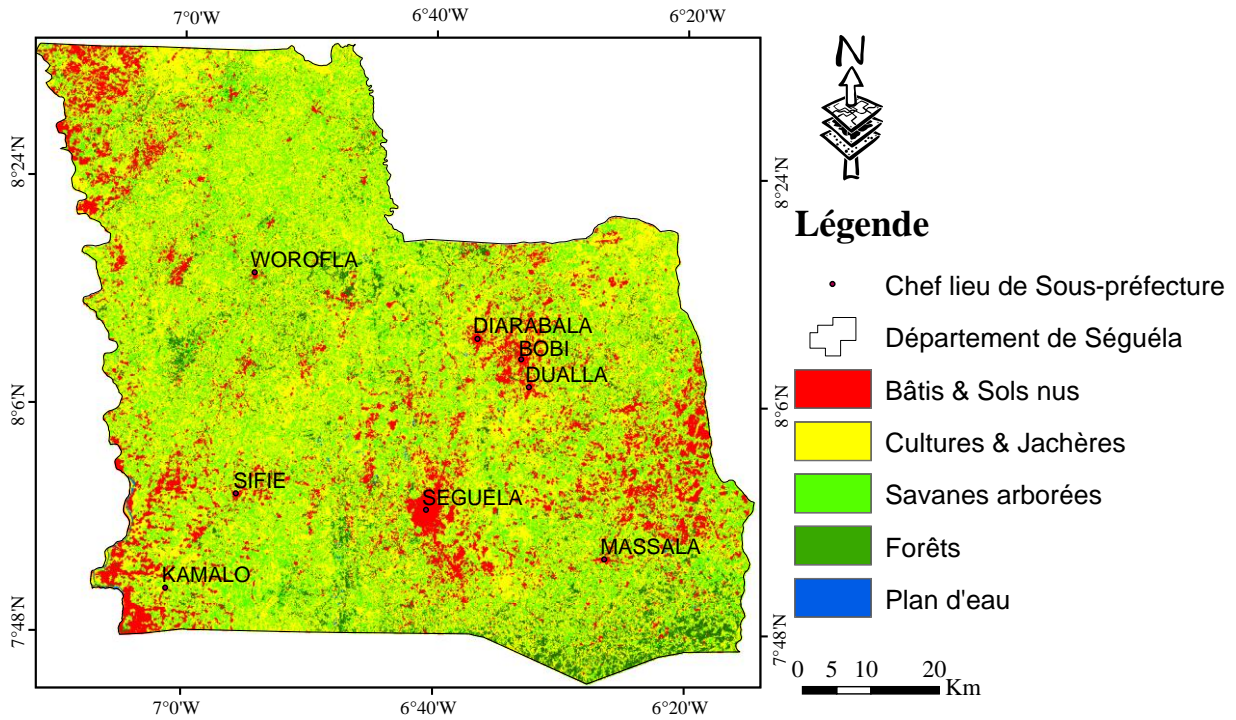
Cette analyse montre que la simulation a prédit 0,12 % des surfaces en eau, 10,83 % des surfaces forestières, 37,83 % des surfaces des savanes arborées, 3% des surfaces des bâtis-sols nus et 47,9% des surfaces des cultures et jachères.

### 3.1.3.2 Simulation de l'occupation du sol à l'horizon 2050

Après le calibrage du modèle et l'évaluation de sa validité, il était intéressant d'examiner la structure et la tendance du changement à une date ultérieure (2050). La prédiction de l'occupation du sol en 2050 a été faite sur la base de la transition entre les occupations du sol de 2004 et 2020. Le résultat de la prévision de l'occupation du sol pour l'année 2050 est illustré par la figure 17.

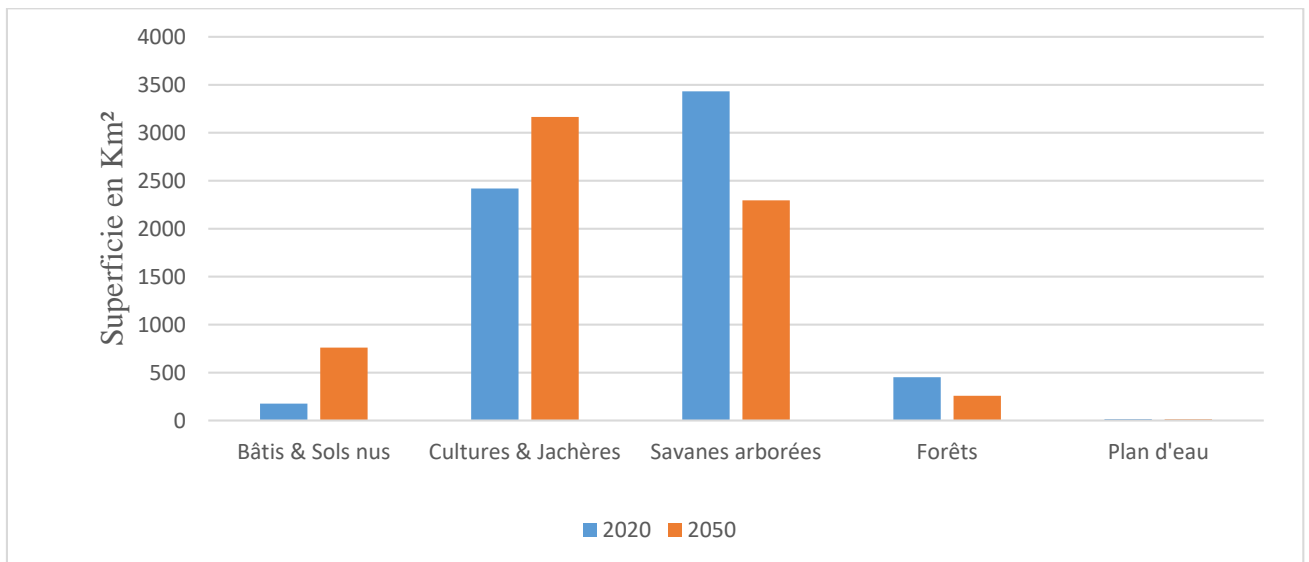


## Résultats et Discussion



**Figure 17** : Carte d'occupation du sol simulée de l'année 2050

L'analyse visuelle du résultat de cette simulation indique que les cultures et jachères et les bâti sols nus auront un taux de croissance très élevé. Les savanes arborées connaîtront une forte décroissance allant vers leurs disparitions. Les forêts et l'eau seront en disparitions comme l'indique la figure 18.



**Figure 18** : Evolution des superficies des classes d'occupation du sol entre 2020 et 2050

Pour mieux comprendre cette forte augmentation des superficies des cultures et jachères, nous avons évalué la dynamique de ces cultures dans une des zones fortement dominées par les surfaces cultivées.

### 3.2 DISCUSSION

La présente étude a permis de cartographier l'occupation du sol à partir des images satellitaires (TM 1988, ETM+ 2004 et OLI 2020). Ces différentes cartographies réalisées ont mis évidence cinq types d'occupation du sol du département de Séguéla à savoir : les forêts, savanes arborées, les plan d'eaux, les bâtis sols nus ainsi que les cultures et jachères. Mais, il ressort des résultats obtenus que chacune des cartes d'occupations du sol ont donné un taux de précision global supérieur à 90 % et un coefficient de Kappa également supérieur à 87%. Cependant, quelques confusions ont été observées lors des différentes classifications. Ces confusions pourraient s'expliquer par l'hétérogénéité de la zone d'étude. La variation au sein de la couverture ligneuse et le passage des feux de brousse offrent une diversité de signatures spectrales relativement proches de certaines formations pendant la saison sèche. Oswald (2005) ; N'Guessan *et al.* (2006) ; Kouassi (2014) ; Kouassi *et al.*, (2020), ces auteurs ont mené des études similaires à la nôtre dans différentes zones ont également signalés ces difficultés. Ils soutiennent que, les confusions sont dues à une similarité de réponses spectrales de certaines formations ligneuses. Malgré ces confusions, nous pouvons affirmer que les valeurs (les coefficients de Kappa) obtenues sont satisfaisantes et indiquent que les différentes classifications sont correctes car, selon Pontius (2010) une classification est jugée acceptable lorsque le coefficient de Kappa est supérieur à 50%.

L'étude de la dynamique de l'occupation du sol entre 1988 et 2020 révèlent que les superficies des eaux et des forêts ainsi les savanes arborées ont subi des régressions avec des taux de pertes annuelles estimés respectivement de 1,37%, 4,48% et 0,45%. Ces régressions se sont faites au profit des cultures et jachères, des savanes arborées et les bâtis et sols nus. Cette situation pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs notamment la croissance de la population. Cette population qui était de 88379 en 1988 est passée à 239171 en 2020 (INS, 2014). En plus de la croissance démographique, les différentes politiques mises par le gouvernement ivoirien ont aussi favorisé le développement de l'agriculture. En effet, la politique du retour à la terre et le plan national de développement 2012-2015 adopté par le gouvernement ivoirien, visant à faire de la Côte d'Ivoire un pays émergent à l'horizon 2020. Il s'est fixé comme objectifs : l'amélioration de la compétitivité, notamment par l'accroissement de la productivité, la recherche de l'autosuffisance et de la sécurité alimentaire. Ainsi que, la hausse des produits agricoles tel que de l'anacarde qui est passé de 85 F CFA/kg à 440 F CFA/kg entre 1991 et 2017 (Aloko-N'guessan *et al.*, 2018). Toutes ces raisons ont poussé les paysans à s'intéresser à l'agriculture. Malheureusement, compte tenu du faible taux de rendement en milieu paysan et des techniques

## Résultats et Discussion

culturelles non encore améliorées, l'augmentation de leurs revenus les oblige à augmenter les superficies cultivées. Ce qui a conduit à une augmentation progressive des territoires cultivés entre 1988 et 2020. Ces territoires cultivés sont estimés à 5556,09 km<sup>2</sup>, malgré qu'une partie des territoires cultivés ont été abandonnés (916,41 km<sup>2</sup>) au cours du temps au profit d'autres types d'occupation du sol. L'agriculture demeure le principal occupant de cette partie du Nord ivoirien.

Quant aux résultats des simulations 2020 et 2050, ils indiquent les mêmes tendances d'évolution de la couverture terrestre et de l'utilisation des sols. Les bâtis et sols nus ainsi que les cultures et jachères devront croître considérablement aux dépens des forêts naturelles et les savanes arborées. Cela induit une augmentation des terres agricoles et une perte de végétation naturelle. Ces mêmes observations ont été faites par Kouassi *et al.* (2020) et Akadjé (2017) lors de leurs études respectives sur le bassin versant de la rivière Lobo à Nibehibe et le RAMSAR de Grand-Bassam. En effet, les projections faites selon l'INS (2014) prévoient une population de 597680 habitants en 2050 soit plus du double de la population actuelle du département de Séguéla. Dans quelques années, dans les régions à forte densité de population tout l'espace disponible sera converti à l'agriculture. Ce qui conduira à un taux de déforestation très élevé dans le département de Séguéla.

# **CONCLUSION**

## Conclusion

L'utilisation de la télédétection passant par la méthode de classification, plus précisément par la méthode de maximum de vraisemblance a permis la mise en évidence de la dynamique générale des occupations du sol, notamment des transformations du paysage agricole du département de Séguéla entre 1988, 2004 et 2020.

Il ressort des résultats obtenus que le département de Séguéla est fortement anthropisé d'une part et, d'autre part, il a subi d'importantes mutations. Il apparaît par ailleurs que, malgré cette forte utilisation des terres dès les années 80, les cultures vivrières et jachères ont eu une croissance ralentie au profit des cultures pérennes. Plus particulièrement la culture d'anacarde qui a eu une croissance incroyable dans cette partie de la Côte d'Ivoire. Cette croissance des cultures pérennes s'est faite au détriment des surfaces forestières avec une diminution globale de 115%. Concernant la simulation de l'occupation du sol par LCM, elle a permis de prédire l'occupation du sol pour l'horizon 2050 avec une précision de 80,35%. Elle montre que les tendances actuelles de décroissance des surfaces forestières et d'expansion des cultures se poursuivront à l'avenir.

En perspective, il sera judicieux de mener des études pour estimer le rendement des cultures pérennes et vivrière par unité de terre dans le département de Séguéla dans le but de proposer des nouvelles techniques culturales permettant de maximiser le rendement pour éviter la destruction des forêts naturelles.

## **REFERENCES**

## Références

- Aloko-N'guessan J., Koffi-Didia M.A. & Coulibaly H.T. (2018). Développement agricole et gouvernance foncière à Tioroniaradougou (Nord de la Côte d'Ivoire). *EchoGéo*, 43 : 1–16.
- Akadje L.M., Kangah A., Boussougou G., Hauhouot A. C., Brou Y. (2017). Modelisations prospectives de l'occupation du sol d'une zone anthropique : Cas du site RAMASAR de Grand-Bassam, (Sud-est de la Côte d'Ivoire). *Cahier centre beninois de la recherche scientifique et de l'innovation*,11: 13-33.
- Barima Y.S.S., Barbier N., Bamba I., Traoré D., Lejoly J. & Bogaert J. (2009). Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. *Bois & forêts des tropiques*, 299(299) : 1-15.
- Begni.G., Escadafal R., Fontannaz D & Nguyen A.T (2005). La télédétection :un outil pour le suivi et l'évaluation de la désertification. *Les dossiers thématiques du CSFD*, 2 : 1-44.
- Chatelain C. (1996). Possibilités d'application de l'imagerie satellitaire à haute résolution pour l'étude des transformations de la végétation en Côte d'Ivoire forestière. Thèse de doctorat, Université de Genève (Genève, Suisse), 158 p.
- COMITAS (1988). Glossaire des termes officiels de la télédétection aérospatiale, *Bull SFPT*, 112 : 1-50.
- Coquillard P. & Hill D. (1997). Modélisation et simulation d'écosystèmes : des modèles déterministes aux simulations à évènements discrets. Masson, Paris (France), 273 p.
- Diwediga B., Hounkpe K., Wala K., Batawila K., Tatoni T. & Akpagana K. (2012). Agriculture de contre saison sur les berges de l'Oti et ses affluents. *AfricanCrop Science Journal*, 20 : 613-624.
- Donnay J.P. (2000). Les spartiocartes en composition colorée. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*,(38) : 43-61.
- Eastman J.R. (2006). IDRISI Andes guide to GIS and image processing. Clark University, Worcester (États-Unis), 328 p.
- Enonzan F.B. (2010). Utilisation de la télédétection et des SIG dans la gestion durable des aires protégées : cas des forêts classées de Dogo-Ketou au Bénin. Mémoire de fin d'études, Obafemi Awolowo University Campus (Ife, Nigéria), 89 p.
- FAO. (1996). Forest resources assessment 1990 : Survey tropical forest cover studies of change processes. FAO Forestry Paper 130, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome (Italie), 152 p.

## Références

- Girard M.C. & Girard C.M. (1999). Traitement des données de télédétection. Dunod, Paris (France), 529 p.
- Hadjadj M.F. (2011). Apport des SIG et des images satellites pour la cartographie numérique de la forêt du Chettabah (Wilaya de Constantine) : Modélisation climatique et classification. Mémoire de fin d'études, Université El-Hadj Lakhdar Batna, (Constantine, Algérie), 178 p.
- Institut Nationale de la Statistique (INS). (2014). Répertoire des localités Région de Worodougou. (Côte d'Ivoire), 12 p.
- Kouassi K., Konan-Waidhet A., Yao A., Koffi B. & Kadjo E. (2020). Simulation of the Dynamics of Land Cover and Land Use in the Lobo River Watershed Upstream of Nibéhibé (Center-West of Côte d'Ivoire). *Journal of Geographic Information System*, 12 : 519-530.
- Kouassi J.L. (2014). Suivi de la dynamique de l'occupation du sol à l'aide de l'imagerie satellitaire et des systèmes d'informations géographiques : cas de la direction régionale des eaux et forêts de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie (DAA), Option : Eaux et forêts, Ecole Supérieure d'Agronomie, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire), 74 p.
- Lambin E.F. & Ehrlich D. (1997). Land-cover changes in sub-Saharan Africa (1982-1991): Application of a change index based on remotely-sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale. *Remote Sensing of Environment*, 61(2): 181-200.
- Loua B.D., Weiléko H.D., Coffi K., Brahim K. & Kouamé Y.A. (2015). Les teneurs en carbone, azote et phosphore du sol sur l'occurrence de *Lippia multiflora* M. (théier de savane) et la composition chimique de son huile essentielle extraite des feuilles au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. *International journal of biological and chemical sciences*, 9(1) : 492-503.
- Mama.A., Sinsin B., Canniere C. & Bogaert J. (2013). Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin, in *Tropicultura*, 31(1) : 78-88.
- Mas J.F., Kolb M., Houet T., Paegelow M. & Olmedo M. (2011). Éclairer le choix des outils de simulation des changements des modes d'occupation et d'usages des sols. *Géomatique et occupation des sols*, 21(3) : 405-430.
- Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche de Côte d'Ivoire (2009). Les politiques agricoles à travers le monde : Quelque exemple, Abidjan (Côte d'Ivoire), 4



## Références

- p.
- Moussa K., Guy-Casimir D.K., Seydou S.S., Abdramane S.F., Joachim N.Y., Innocent K. & Lacina C (2020). Cartographie de l'occupation du sol et dynamique des anacardières de la sous-préfecture de Napié, au nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences* 6(2): 35-46.
- N'guessan E., Dibi N.H., Bellan M.F. & Blasco F. (2006). Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire : Apport de la télédétection. *Revue Télédétection*, 5(4) : 307-323.
- Oszwald J. (2005). Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) : Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, (Lille, France), 304 p.
- Pontius R.G. (2010). Workshop Land Change Modeling Methods: Calibration, Validation and Extrapolation. SAGEO'10-Spatial Analysis and Geomatics, Toulouse (France), 3 p.
- PRICI .(2016). Financement additionnel au projet d'urgence de renaissance des infrastructures : Cadre de gestion environnementale et sociale (CGES). Rapport final, 204 p
- REDD+. (2016). Stratégie Nationale REDD+ de la Côte d'Ivoire, Abidjan, 16 p.
- Sitayeb T. & Benabdeli K. (2008). Contribution à l'étude de la dynamique de l'occupation du sol de la plaine de Matca (Algérie) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique, *Compte rendus biologies*, 331(6) : 466-474.
- Soares-Filho B .S., Pennachin C .L & Cerqueira G. (2002). DINAMICA-a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling*, 154 (3) : 217-235.
- Soro N. (2006). Paysages et évolution du couvert végétal dans le terroir de Katiali (nord-ouest de la zone dense de Korhogo). Thèse de doctorat unique, IGT, Université Cocody, (Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire, 270 p.
- Soudani K., François C., le Maire G., Le Dantec V. & Dufréne E. (2006). Comparative analysis of IKONOS, SPOT, and ETM+ data for leaf area index estimation in temperate coniferous and deciduous forest stands. *Remote Sensing of Environment*, 102(2) : 161–175.
- Sylla D. & Hauhouot C. (2016). Dynamique de l'occupation du sol dans la zone dense de Korhogo à partir d'une approche pixel par pixel appliquée à des images LANDSAT TM/ETM+. 9 p.

## Références

- Tran D B., Skupinski G. & Weber C.(2009). Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude de changement urbain et suburbain – Le cas de la base vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France), *Cybergeo : European Journal of Geography* , 439 : 1-55.
- Verburg P. H., Soepboer W., Veldkamp A., Limpiada R., Espaldon V. & Sharifah M.(2002). Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use : the CLUE-S Model. *Environmental Management*, 30 (3) : 391-405.
- Viacheslav I.A. (2014). Les outils de l'agronome d'aujourd'hui et de demain : Une approche systémique de l'adoption de l'agriculture de précision, Quebec (Canada), 39 p.
- Wiederkehr E. (2013). Apports de la géomatique pour une caractérisation physique multi-échelle des réseaux hydrographiques : Élaboration d'indicateurs appliqués au bassin du Rhône. Thèse de doctorat, Université de Lyon, (Lyon, France), 287 p.

## RESUME

Le suivi de l'occupation du sol occupe une place très importante dans l'analyse de la dynamique du système terrestre. Il permet d'en comprendre l'organisation et contribue à fournir des éléments pertinents pour l'établissement de diagnostics et l'élaboration de perspectives environnementales. L'objectif de cette étude est de suivre l'évolution de l'occupation du sol dans le département de Séguéla de 1988 à 2020 et de faire une prédiction à l'horizon 2050, afin de gérer les espaces raisonnablement. La méthodologie adoptée est basée d'une part sur le traitement des images satellitaires pour aboutir à l'analyse de l'occupation du sol et d'autre part sur la modélisation prédictive (modèle LCM) à l'horizon 2050. Les résultats obtenus montrent que les cartes d'occupation du sol réalisées à l'issue du traitement des images satellitaires ont permis de mettre en évidence la dynamique du paysage agricole dans cette partie de la région du Worodougou. Durant la période 1988 à 2020, on assiste à une augmentation de la superficie du territoire cultivé ainsi qu'une légère réduction des savanes arborées qui sont en grande partie constituées de cultures pérennes (anacardières, cacaoyers, caféiers...). Ces deux classes précitées ont des taux de changement annuel respectifs de 2,42% et -0,44%. Un scénario de modélisation des changements d'occupation du sol en 2050 avec une précision globale de 80.35% a révélé une croissance continue des cultures et jachères au détriment des forêts naturelles et des savanes arborées.

**Mots-clés :** Images satellitaires, occupation du sol, simulation, département de Séguéla.

## ABSTRACT

Land use monitoring occupies a very important place in the analysis of the dynamics of the earth system. It helps to understand the organization and helps to provide relevant elements for the establishment of diagnoses and the development of environmental forecasts. The objective of this study is to follow the evolution of the agricultural landscape in the department of Séguéla from 1988 to 2020 and to make a prediction for 2050, in order to manage the spaces reasonably. The methodology adopted is based on the one hand on the processing of satellite images for the analysis of land cover and on the other hand on predictive modeling (LCM model) by 2050. The results obtained show that the land use maps produced after processing the satellite images made it possible to highlight the dynamics of the agricultural landscape in this part of the Worodougou region. During the period 1988 to 2020, we witness an increase in the area of cultivated territory as well as a slight reduction in wooded savannas which are largely made up of perennial crops (cashew trees, cocoa trees, coffee trees, etc.). These two aforementioned classes have respective annual rates of change of 2.42% and -0.44%. A scenario modeling land cover changes in 2050 with an overall accuracy of 80.35% revealed a continued growth of crops and fallows to the detriment of natural forests and wooded savannas.

**Keywords:** Satellite images, land use, simulation, Séguéla department