

# ANALYSE DIACHRONIQUE, GRACE AUX IMAGES LANDSAT, DE LA DYNAMIQUE SPATIALE DES FORÊTS SACRÉES DU HAUT BASSIN DU NIGER EN RÉPUBLIQUE DE GUINÉE (PÉRIODE 1986-2017)

Fodé Salifou Soumah<sup>1</sup>, Kouami Kokou<sup>2</sup>, Mohamed Diakité<sup>3</sup>,  
Youssouf Camara<sup>1</sup>, Sidiki Kourouma<sup>4</sup>, Souleymane Kourouma<sup>5</sup>

<sup>1</sup> : Département de biologie/université Julius Nyerere de Kankan, BP : 209 Kankan,  
Tél : +224 623751130, [lifsoumah@gmail.com](mailto:lifsoumah@gmail.com)

<sup>2</sup> : Laboratoire de recherche forestière (LRF)/université de Lomé, BP. 1515 Lomé Togo,  
Tél : +22822713344, [kokoukouami@hotmail.com](mailto:kokoukouami@hotmail.com)

<sup>3</sup> : Département de géographie/université Julius Nyerere de Kankan, BP : 209 Kankan,  
Tél : +224 622990950, [mamadidiate1953@gmail.com](mailto:mamadidiate1953@gmail.com)

<sup>4</sup> : Département de sociologie/université Julius Nyerere de Kankan, BP : 209 Kankan,  
Tél : +224 622242981, [sidikikourouma748@gmail.com](mailto:sidikikourouma748@gmail.com)

<sup>5</sup> : Direction régionale de l'environnement, des eaux et forêts de Kankan,  
Tél : +224 622555942, [souleykruma@gmail.com](mailto:souleykruma@gmail.com)

## Résumé

La présente étude porte sur l'analyse diachronique, entre 1986 et 2017, de la dynamique spatiale de 20 forêts sacrées du bassin du Haut Niger en république de Guinée. L'interprétation des images satellites Landsat TM (1986, Landsat OLI/TIRS (2017), ainsi que les relevés de terrain, ont été utilisés. L'étude a révélé que malgré leur caractère sacré, la surveillance des sites forestiers étudiés pose problème. L'analyse diachronique de l'évolution spatiale de chacune des 20 forêts étudiées montre, à l'exception d'un seul site, une tendance régressive de l'ensemble des superficies initiales qui, sont passées de 2 581,10 ha en 1986, à 1 206,6 ha en 2017. Durant les trois décennies, la superficie initiale totale des 20 forêts a diminué de 57,5 % en moyenne, avec un taux annuel moyen de 3,8 %. Cette réduction considérable de la superficie est principalement liée à l'agriculture (63%). La pression démographique, la proximité des villages, l'affaiblissement des systèmes traditionnels de gestion et l'influence de l'islam, sont à l'origine de cette déforestation. La gestion foncière des terres dans les terroirs villageois du bassin est nécessaire pour la sauvegarde de ce patrimoine écologique.

**Mots clés** : analyse diachronique, images satellites Landsat, dynamique spatiale, forêts sacrées, Haut Niger en Guinée

## Abstract

*This study focuses on the diachronic analysis, between 1986 and 2017, of the spatial dynamics of 20 sacred forests in the Upper Niger basin in the Republic of Guinea. Interpretation of Landsat TM satellite images (1986, Landsat OLI / TIRS (2017), as well as field surveys, were used. The study revealed that despite their sanctity, monitoring of the forest sites studied is problematic. The diachronic analysis of the spatial evolution of each of the 20 forests studied shows, with the exception of one site, a regressive trend of all the initial areas which, increased from 2,581.10 ha in 1986, to 1,206.6 ha in 2017. During the three decades, the initial total area of the 20 forests decreased by 57.5% on average, with an average annual rate of 3.8%. This considerable reduction in area is mainly linked to agriculture (63%). Demographic pressure, the proximity of villages, the weakening of traditional management systems and the influence of Islam are at the origin of this deforestation. In the village terroirs of the basin is necessary for the care of this ecological heritage.*

**Keywords:** diachronic analysis, Landsat satellite images, spatial dynamics, sacred forests, Haut Niger in Guinea

## 1. Introduction

Les forêts sont parmi les écosystèmes terrestres les plus productifs du monde. Elles sont indispensables à la vie sur terre et au développement durable (FAO, 2018). Il convient de rappeler, malheureusement, que cette ressource régresse dans le monde et particulièrement en Afrique. Entre 2010 et 2020, ce continent a enregistré le taux annuel le plus élevé de perte nette de forêt, avec 3,9 millions d'hectares (FAO, 2020). Cette déforestation ou conversion de la forêt à d'autres utilisations des terres (FAO, 2020), est devenue une préoccupation majeure, tant à l'échelle locale que mondiale. Elle a un impact important sur la biodiversité et plusieurs services écosystémiques (Biaou *et al.*, 2019). Pour les bassins versants, les forêts exercent une influence bénéfique sur l'alimentation et le débit des sources, sur la protection des sols et sur la pluviosité (Andréassian, 2004). L'idéal serait donc de les maintenir ou de les accroître.

Les forêts sacrées constituent des lieux saillants du paysage, situés autour de sources, au sommet de collines, à proximité des villages. Des entités surnaturelles y sont associés (Juhé-Beaulaton, 2013). Ces espaces traditionnellement protégés sont encore plus ou moins bien maintenus dans nombreux pays d'Afrique, et leur rôle social et écologique est prouvé par de nombreux travaux (Kokou *et al.*, 2005 ; Hamberger, 2006 ; Leciak, 2008 ; Savadogo *et al.*, 2011 ; Ali *et al.*, 2014 ; Soumah, 2018). Ces auteurs évoquent l'influence négative des facteurs anthropiques, notamment l'influence des nouvelles religions (islam, christianisme), la croissance démographique, l'agriculture et l'urbanisation sur ces systèmes. Toutefois, l'appréciation quantitative de la transformation des terres intervenue sur ces sites n'est pas souvent abordée. Les informations issues d'une analyse diachronique des images satellites de la couverture végétale sont pourtant toujours utiles dans l'identification des meilleures stratégies de gestion des terres (Kpedenou *et al.*, 2017).

Le bassin du Haut Niger en Guinée abrite la source du Niger, le plus grand fleuve d'Afrique de l'Ouest. La destruction des écosystèmes forestiers de cette zone dans ces dernières décennies s'explique par l'intensification des pressions anthropiques (Barry *et al.*, 1999). Ainsi, même les forêts à caractère sacré, jouissant d'une certaine protection fondée sur des croyances, n'échappent pas à ce phénomène. Bien qu'elles présentent un enjeu majeur dans la conservation des ressources forestières (Dioubaté, 2002 ; Sow, 2003 ; Diallo, 2011, Soumah *et al.*, 2018), leur dynamique spatio-temporelle n'est pas connue. Dans un contexte local de forte anthropisation, une analyse diachronique des changements d'occupation des terres s'avère nécessaire pour une meilleure appréciation des tendances de l'évolution des terres mises en défens. L'objectif de ce travail est de comprendre la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols au niveau des forêts sacrées du

bassin de 1990-2017, à partir des images satellites et des observations de terrain, en vue d'aider à la gestion durable.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1 Zone d'étude

Le bassin du Haut Niger en république de Guinée correspond à la région de la Haute Guinée, située au nord-est du pays. Cette région est composée de deux régions administratives : Faranah et Kankan. La première comprend les préfectures de Faranah, Dabola et Dinguiraye, et la seconde, les préfectures de Kankan, Kouroussa, Siguiri, Mandiana et Kérouané (Figure 1). Le bassin est situé entre 8° 45' et 12° 35' N, et entre 8° et 11° 37' W. Le climat est de type soudano-guinéen (Aubréville, 1950). La pluviométrie moyenne est de 1800 mm, avec une température moyenne de 28°C. Le relief, légèrement incliné vers le nord-est, est dominé par les plateaux. Les formations géologiques sont diverses, avec le complexe granito-gneiss au sud-ouest, le grès au nord, les micaschistes à l'est, les schistes et quartzites d'est en ouest, des roches vertes au centre et la dolérite au nord-ouest (Beavogui, 2004). Le réseau hydrographique comprend le fleuve Niger et ses affluents. Les sols ferrallitiques à horizon superficiel gravillonnaire se trouvent dans les plateaux et les sols hydromorphes alluviaux recouvrent les plaines et bas-fonds. Les végétations sont inféodées aux types de sols et dominées par des savanes soudanaises et guinéennes, parcourues des forêts galeries.

En deux décennies, la population humaine de la région est passée de 1.4005.214 habitants (recensement de 1996) à 2.9245.054 habitants (recensement de 2014). Les défrichements agricoles ont fait reculer la végétation arborescente de la zone. Il reste néanmoins difficile d'évaluer la superficie annuelle moyenne de ce recul sans données historiques précises (Adam, 1948). Malgré la forte islamisation de la population, qui comporte plus de 95 % de musulmans (Beavogui, 2004), certains lieux de cultes (forêts et mares) conservent leur valeur ancestrale.

### 2.2 Choix des sites forestiers étudiés

Les 20 forêts sacrées étudiées (Figure 1) ont été choisies dans des secteurs fortement anthropisés de la zone d'étude, ce contexte étant idéal pour mieux apprécier les systèmes traditionnels de gestion des ressources forestières. À partir des images satellites de Google Earth et d'une liste de forêts sacrées dont dispose l'inspection régionale de l'environnement, des eaux et forêts de Kankan, plus d'une vingtaine de forêts péri-villageoises ont été ciblées. Le choix définitif des forêts a reposé sur leur accessibilité, leur valeur socioculturelle et écologique, et surtout l'accord d'étude, obtenu auprès des populations locales.

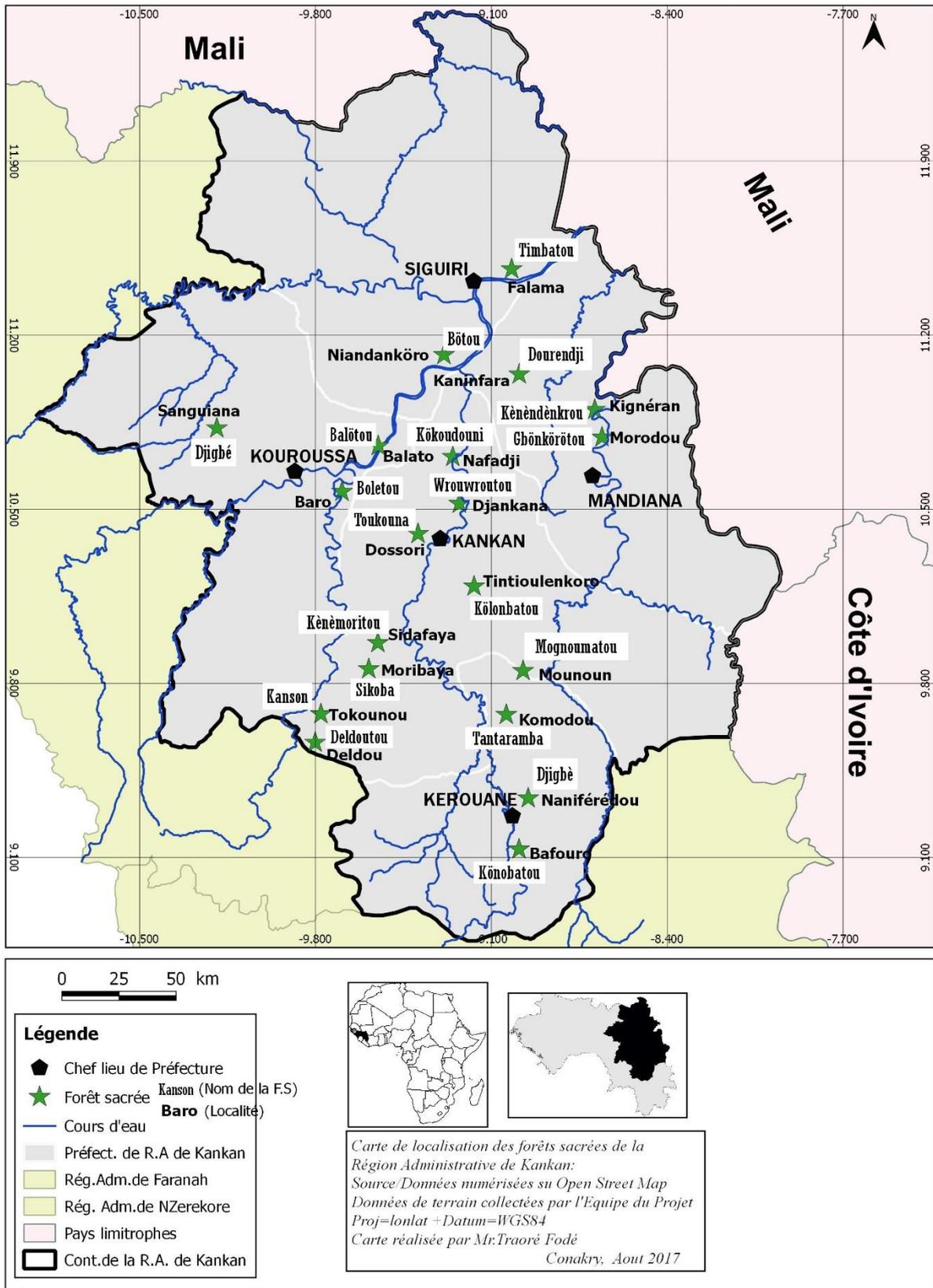


Figure 1 : Localisation des forêts sacrées étudiées

### 2.3 Données utilisées

Le suivi de l'évolution du paysage par l'analyse de l'occupation du sol sur les sites des forêts sacrées du bassin du Haut Niger en Guinée se base sur l'analyse de deux sources de données : les images satellites Landsat TM (1986, Landsat OLI/TIRS (2017) et les relevés de terrain.

**Images Landsat :** les images Landsat ont été utilisées pour analyser la dynamique de l'occupation du sol dans le paysage de chacune des 20 forêts sacrées étudiées dans la zone du bassin du Haut Niger en Guinée. Il s'agit des images TM pour l'année 1986 et OLI-TIRS pour l'année 2017. Les caractéristiques des différentes images sont consignées (cf. Tableau 1).

L'imagerie satellitaire Landsat a été choisie pour cette étude, car elle offrait un niveau de détail suffisant pour repérer les caractéristiques de la couverture terrestre, tout en offrant une couverture plus ou moins complète de la zone d'étude, généralement à plusieurs dates. La résolution spatiale des images utilisées est de 30 mètres. Elle permet d'observer des paysages hétérogènes et d'envisager un suivi spatial détaillé des objets.

**Observations de terrain :** des visites de terrain ont été effectuées par notre équipe de recherche en vue de géoréférencer les sites (cf. Tableau 2) et de vérifier et reconnaître des types d'occupations des sols souvent difficiles à apprécier par la télédétection (Lanly, 2003). Les relevés, réalisés à l'aide d'un GPS (Garmin Etrex 10), ont principalement concerné des points d'échantillonnage ayant servi à la classification des images. Des illustrations des unités d'occupation du sol ont également été faites grâce à un appareil photographique.

**Enquêtes socioéconomiques :** des entretiens avec les populations locales ont été effectués dans les différents villages, et principalement auprès des acteurs communautaires chargés de la surveillance des ressources locales, y compris des forêts sacrées. Les questions d'entretien ont concerné les fondements des forêts sacrées, la gestion locale, les causes et facteurs de déforestation ainsi que l'aide à la gestion. Ces données ont été analysées pour mieux appréhender les écueils du système de gestion local.

#### ▪ Traitement cartographique des données

**Extraction de l'information des images Landsat :** L'extraction de l'information des images Landsat s'est déroulée à travers toute une série d'opérations, regroupées en deux phases : une première phase consacrée au prétraitement des images, et une seconde dédiée au traitement proprement dit.

**Prétraitement des images Landsat :** le prétraitement des données regroupe toutes les opérations qui sont effectuées dans le but de rendre les lots de données lisibles et superposables. Il s'agit des corrections géométriques et radiométriques. Les améliorations radiométriques corrigent les effets des différents artefacts qui perturbent la mesure radiométrique, alors que les améliorations géométriques rendent possible la superposition à d'autres documents cartographiques de référence (Shlien, 1997).

**Traitement numérique :** des compositions colorées combinant les bandes 4-5-3 pour les Landsat TM et 5-6-4 pour les OLI-TIRS (Chatelain, 1996 ; Girard & Girard, 1999 ; Oszwald, 2005) furent réalisées. L'objectif était d'obtenir une synthèse d'informations en vue d'une bonne discrimination des unités d'occupation du sol. De plus, l'interprétation visuelle des images, qui a pour rôle d'établir une relation entre le terrain et l'image, a permis d'identifier des détails comme les forêts (forêts dégradées, forêts sèches, forêts galeries), les savanes (arborées et arbustives), les cultures et jachères, les plans d'eau, les bâtis et sols nus sur les différentes images. Il est à signaler que la forêt sacrée peut correspondre à différentes structures de forêts (galeries, sèches, etc.)

La connaissance des secteurs d'étude a guidé le choix en faveur de la classification supervisée. Celle-ci consiste à appliquer le même traitement à chaque pixel, indépendamment des pixels voisins. Sous le logiciel de traitement d'image utilisé (SCP couplé à QGIS 2.18), le processus de classification a été opéré à travers la définition de la légende ou le renseignement du ROI (*Regions Of Interest*) sur les images de 1986 et 2017. La méthode de classification supervisée a été utilisée. Pour cela, l'opérateur définit lui-même les classes à produire (nombre, caractéristique spectrale, etc.). Une telle classification sous-entend que l'on possède une bonne connaissance de l'occupation du sol de la zone à l'époque où l'image a été prise. L'équipe d'étude a aussi réalisé des enquêtes de terrain. La photo-interprétation a également été utilisée en se servant du logiciel de cartographie Google Earth.

**Évaluation de la classification :** 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 (Congalton, 1991 ; Girard & Girard, 1999). La matrice de confusion permet de connaître, d'une part les différentes erreurs commises par un algorithme de prédiction, et d'autre part les différents types d'erreurs commises. Elle affiche les statistiques de la précision de classification d'une image, notamment le degré de classification erronée parmi les diverses classes. Elle est calculée avec des valeurs exprimées en pixels et en pourcentages. L'image satellite de 2017 du site de la forêt sacrée du village de Tintioulenkoro a servi d'exemple pour démontrer la matrice de confusion associée à la classification. Elle a permis d'identifier cinq (5) classes d'occupation du sol (bâti, galerie forestière, savane, culture et jachère et sol nu) avec une précision globale de 92,9 (cf. Tableau 4), ce qui représente une bonne classification.

La structure de la matrice de confusion (Denis, 2014) est la suivante :

Une colonne de la matrice fait référence aux zones de validation de la classe identifiée par cette colonne et permet de calculer l'erreur d'omission de cette classe  
Une ligne de la matrice fait référence aux pixels classifiés par cette ligne (dans les zones de validation de l'ensemble des classes) et permet de calculer l'erreur de commission de cette classe.

La diagonale de la matrice de confusion représente tous les pixels correctement classifiés, pixels déclarés (par la création des zones de validation) comme appartenant à une classe et classifiés par le logiciel dans cette classe.

La somme des totaux par colonnes ou par lignes correspond à la somme des pixels de l'ensemble des zones de validation de l'ensemble des classes.

**L'erreur d'omission** d'une classe donnée est calculée en divisant le nombre total de **pixels incorrectement classifiés** dans les zones de validation **de cette classe** («omis» de la classe étudiée) par le nombre total de pixels des zones de validation de cette classe. Dans la matrice de confusion, ce calcul s'effectue sur la base de la colonne correspondant à la classe étudiée.

La précision de production est calculée en divisant le nombre total de pixels correctement classifiés dans les zones de validation de cette classe par le nombre total des zones de validation de cette classe (elle est égale à : (1-erreur d'omission)).

L'erreur de commission d'une classe donnée en divisant le nombre total de pixels incorrectement classifiés dans cette classe dans les zones de validation des autres classes (erreur « commise dans les autres classes ») par le nombre total de pixels classifiés dans cette classe sur l'ensemble des zones de validation de l'ensemble des classes. Dans la matrice de confusion, ce calcul s'effectue sur la base de la ligne correspondant à la classe étudiée.

La dernière étape du traitement des images a abouti à la conception des cartes d'occupation des terres et de

l'élaboration des statistiques. Elle regroupe les opérations de vectorisation des rasters, l'intégration des résultats sous SIG et la production des cartes. L'interprétation des images satellites a abouti au calcul du taux de déforestation suivant la formule de Puyravaud (2003):

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) * 100 ; \text{Où}$$

$r$  = taux annuel de déforestation ;  $A_1$  = superficie forestière de l'année initiale ;  $A_2$  = superficie forestière de l'année, finale ;  $t_1$  = l'année initiale ;  $t_2$  = l'année finale et  $\ln$ : logarithme népérienne, à partir des résultats de la classification.

**Tableau 1** : Caractéristiques des bandes spectrales utilisées

Capteurs	Bandes spectrales utilisées	Longueur d'onde $\mu\text{m}$ )	Résolution spatiale (m)	Date d'acquisition	Observations
Landsat 5 TM	1	0,443	30	21.01.1986	Pour des raisons de nébulosité, les images du 21.01.1986 ont été préférées à celles de 1987 pour la même période, car on a finalement voulu analyser la dynamique spatio-temporelle sur une période de 30 ans (1987-2017) au lieu de 31 ans (1986-2017).
	2	0,490			
	3	0,560			
	4	0,665			
	5	0,705			
	6	0,740			
Landsat 8 TIRS/OLI	2	0,490	30	16.04.2017	
	3	0,560			
	4	0,665			
	5	0,705			
	6	0,740			
	7	0,783			

**Tableau 2** : Coordonnées des forêts sacrées étudiées

N°	Noms locaux des Forêts sacrées	Localités	Préfectures	Coordonnées des forêts sacrées (N/W)	Altitude (m)
1	"Deldoutou"	Deldou	Kankan	09,52733/-09,7991	535
2	"Wrouwrououtou"	Diankana	Kankan	10,4858/-09,2325	372
3	"Toukouna"	Dossori	Kankan	10,36439/-09,3711	381
4	"Kènèmoritou"	Sidafaya	Kankan	09,92082/-09,5589	429
5	"Sikoba"	Moribaya	Kankan	09,03041/-09,5790	434
6	"Kökoudouni"	Batè-Nafadji	Kankan	10,6601/-09,2445	359
7	"Kölonbatou"	Tintioulénkoro	Kankan	10,24104/-09,1805	411
8	"Kanson"	Tokounou	Kankan	09,63701/-09,7762	432
9	"Konobadou "	Bafouro	Kérouané	09,17213/-09,0155	532
10	"Djigbè"	Naninférédou	Kérouané	09,28254/-08,9535	608
11	"Mögnoumatou"	Mounoun	Kérouané	09,81096/-08,9738	502
12	"Tantaramba"	Komodou	Kérouané	09,63223/-09,05448	579
13	"Bolètou"	Baro	Kouroussa	10,61253/-09,7016	339
14	"Balotou"	Balato	Kouroussa	10,70838/-09,5666	370
15	"Djigbè"	Sanguiana	Kouroussa	10,78208/-10,1904	394
16	"Douréndji"	Kaninfara	Mandiana	10,99424/-08,9821	404
17	"Kènèndénkrou"	Kignènin	Mandiana	10,93961/-08,6561	376
18	"Gbonkörötou"	Morodou	Mandiana	10,83365/-08,6621	385
19	"Timbatou"	Falama	Siguiri	11,43805/-09,0380	341
20	"Bôtou"	Niandankoro	Siguiri	11,0817/-09,2844	375

**Tableau 3** : Matrice de confusion associée à la classification supervisée de la zone de la forêt sacrée de Tintioulénkoro en 2017

C L A S S I F I C A T I O N	VALIDATION								
	Classes d'occupation de sol	Bâti	Galerie forestière	Savane	Culture et jachère.	Sol nu	Total	Erreurs de commission	Précision d'utilisation
	Bâti	14	0	0	2	0	16	12,5	87,5
	Galerie forestière	0	47	0	0	0	47	0	100
	Savane	0	4	33	0	0	37	11	89
	Culture et jachère	5	0	0	50	0	55	9,1	90,9
	Sol nu	1	0	0	0	13	14	7,1	92,9
	<b>Total</b>	20	51	33	52	13	169		
	Erreur omission	30%	8%	0%	4%	0%		<b>Erreur globale = 7,1%</b>	
Précision de production	70%	92,2%	100	96,2%	100			<b>Précision Glob. = 92,9</b>	

### 3. Résultats

#### 3.1 Évolution de la superficie des forêts sacrées entre 1986 et 2017

La tendance la plus évidente dans l'ensemble, est la forte régression de la superficie de différentes forêts sacrées (Figure 2). Cette régression varie en fonction des sites, allant de 5,77 % (Tokounou) à 91,69 % (à Baro), avec des taux annuels de déforestation variant respectivement de 0,19 à 8,02 % (Figure 2 et Tableau 4). Dans l'ensemble, la superficie totale initiale des forêts sacrées étudiées a connu une régression de plus de la moitié de cette superficie (57%) en 31 ans.

En fonction des taux de déforestation annuels, quatre classes de forêts sacrées, décrites ci-après, ont été distinguées avec des exemples (Figure 3 à Figure 6).

▪ **Forêts sacrées agrandies** : il s'agit des sites ayant connu une extension de leurs superficies initiales entre 1986 et 2017. C'est le cas du site de Deldou (Figure 3).

▪ **Forêts sacrées de faible à moyen taux de déforestation** : il s'agit des forêts sacrées dont les surfaces perdues au cours de la période d'étude sont  $\leq 50\%$ , avec des taux annuels de déforestation  $\leq 2,0\%$  par an. C'est le cas par exemple de la forêt de Tintioulénkoro, dont les 15,3 ha de 1986 ont été réduits à 11,2 ha en 2017 (Figure 4), soit 26,1%, avec un taux annuel de déforestation de 1 % par an (cf. Tableau 4).

▪ **Forêts sacrées à fort taux de déforestation** : elles ont perdu plus de 50 % de leur superficie initiale, avec des taux annuels de perte  $>2\%$  par an. La forêt de Baro en est un bon exemple (Figure 5), avec une perte totale de 91,7 %, à un rythme de 8,0 % par an.

▪ **Forêt sacrée récemment mise en défens** : il s'agit d'une nouvelle mise en défens (après 1986). C'est le cas de la forêt de Niandankoro (41 ha de jachères mises en défens en 1998 sur l'initiative communautaire sous l'appui technique de l'ONG-GED (Figure 6).

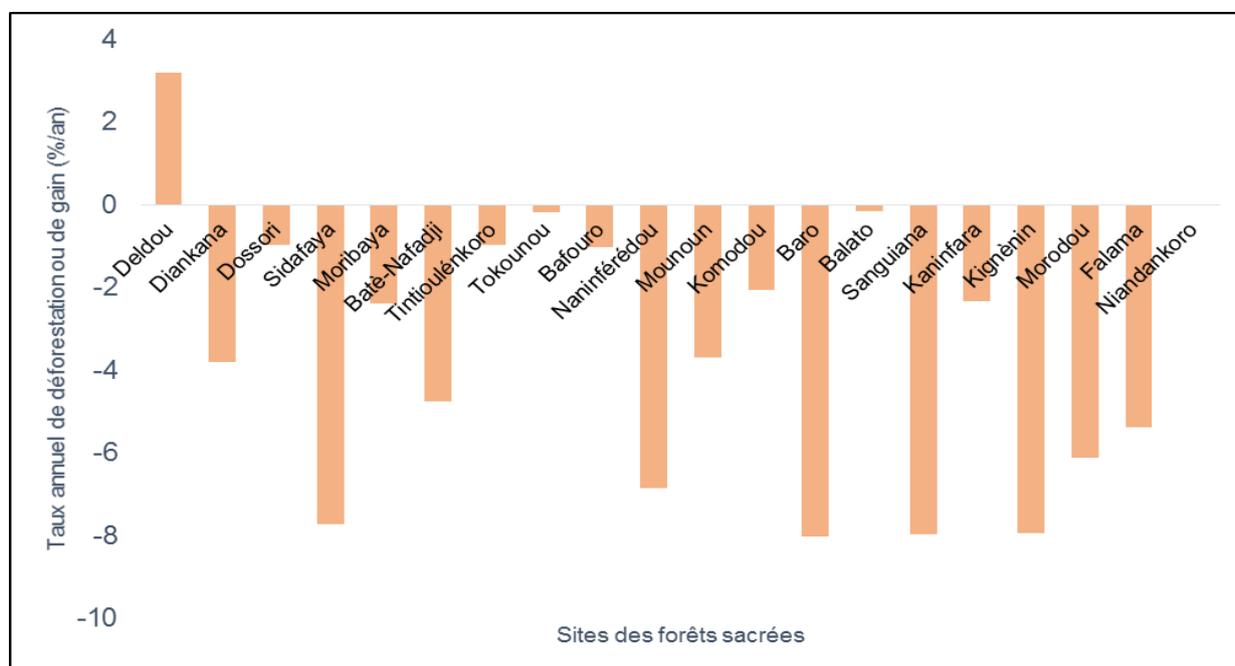
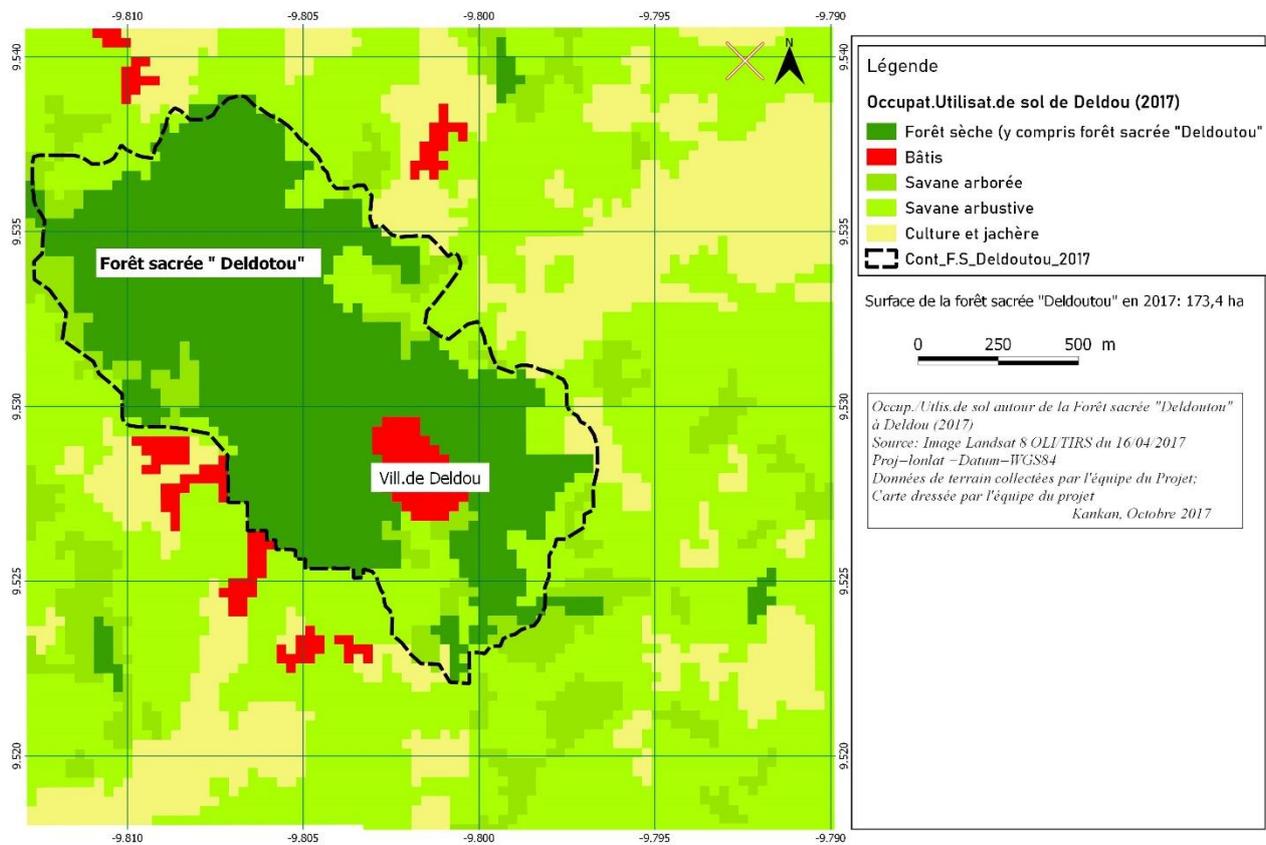
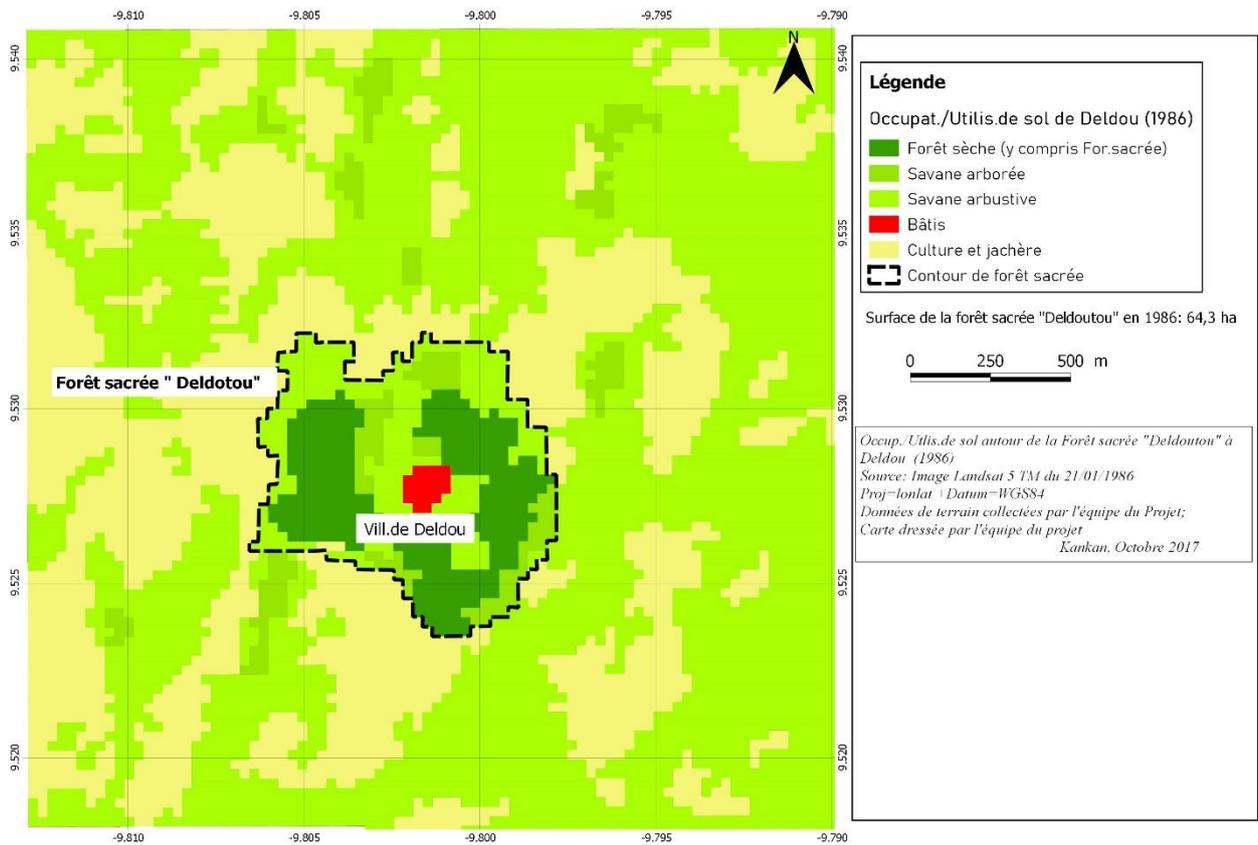


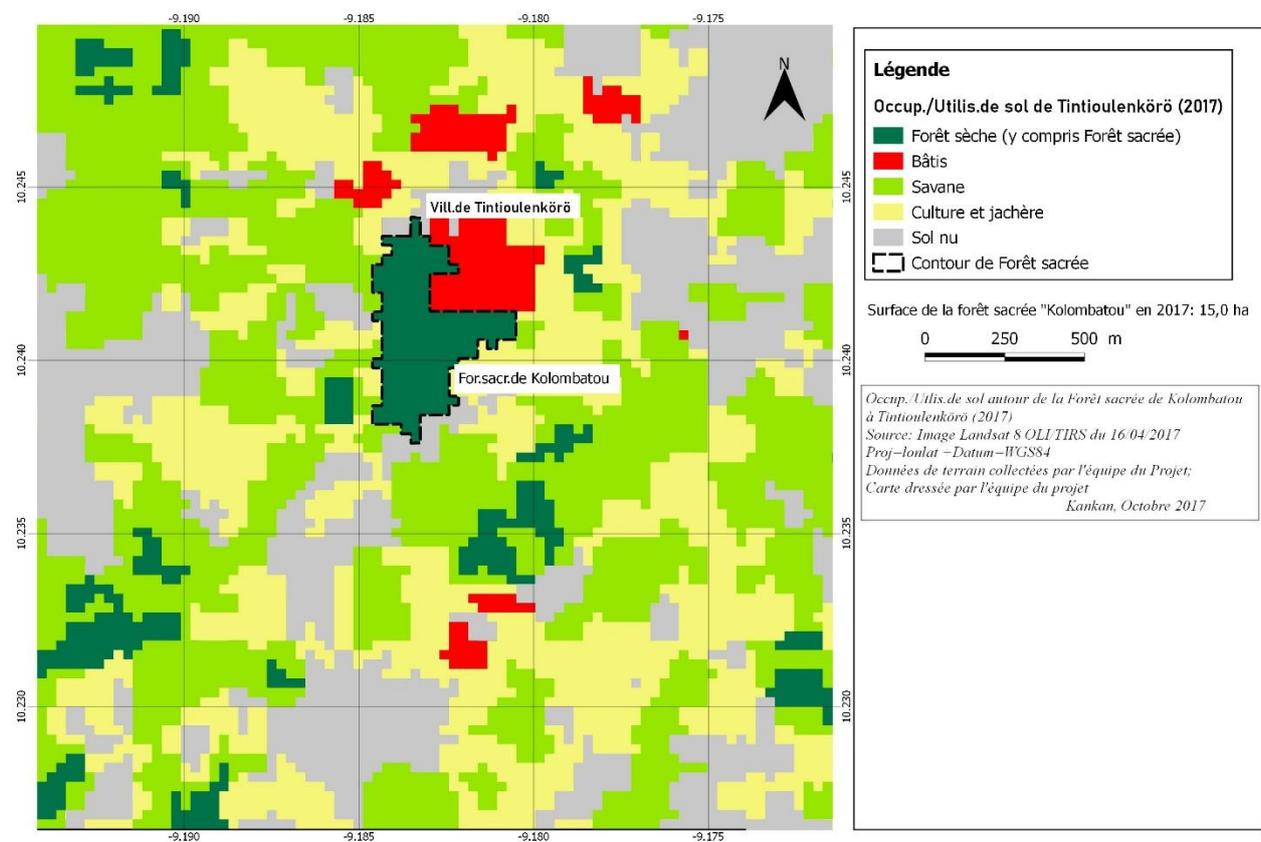
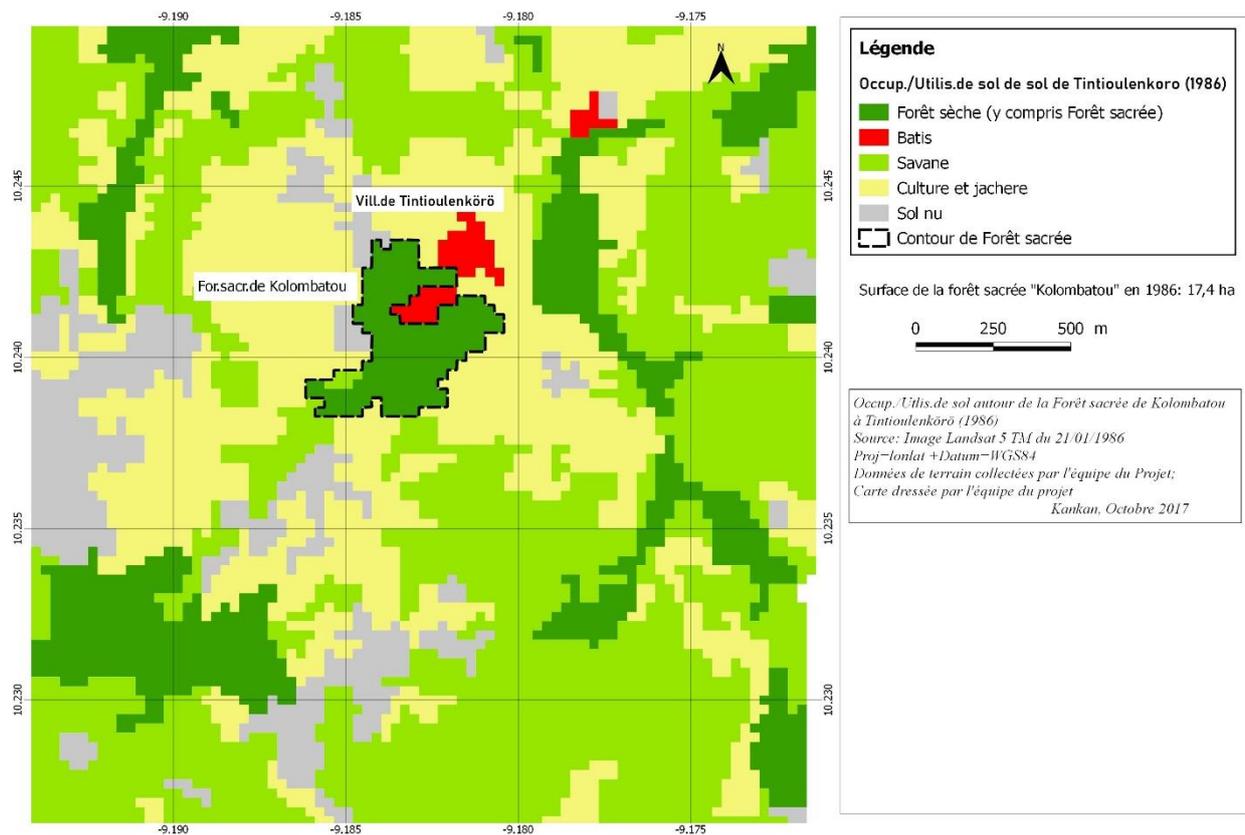
Figure 2 : Evolution spatiale des forêts sacrées entre 1986 et 2017

**Tableau 4 :** Évolution de la superficie des forêts sacrées entre 1986 et 2017 et quelques caractéristiques des sites d'études

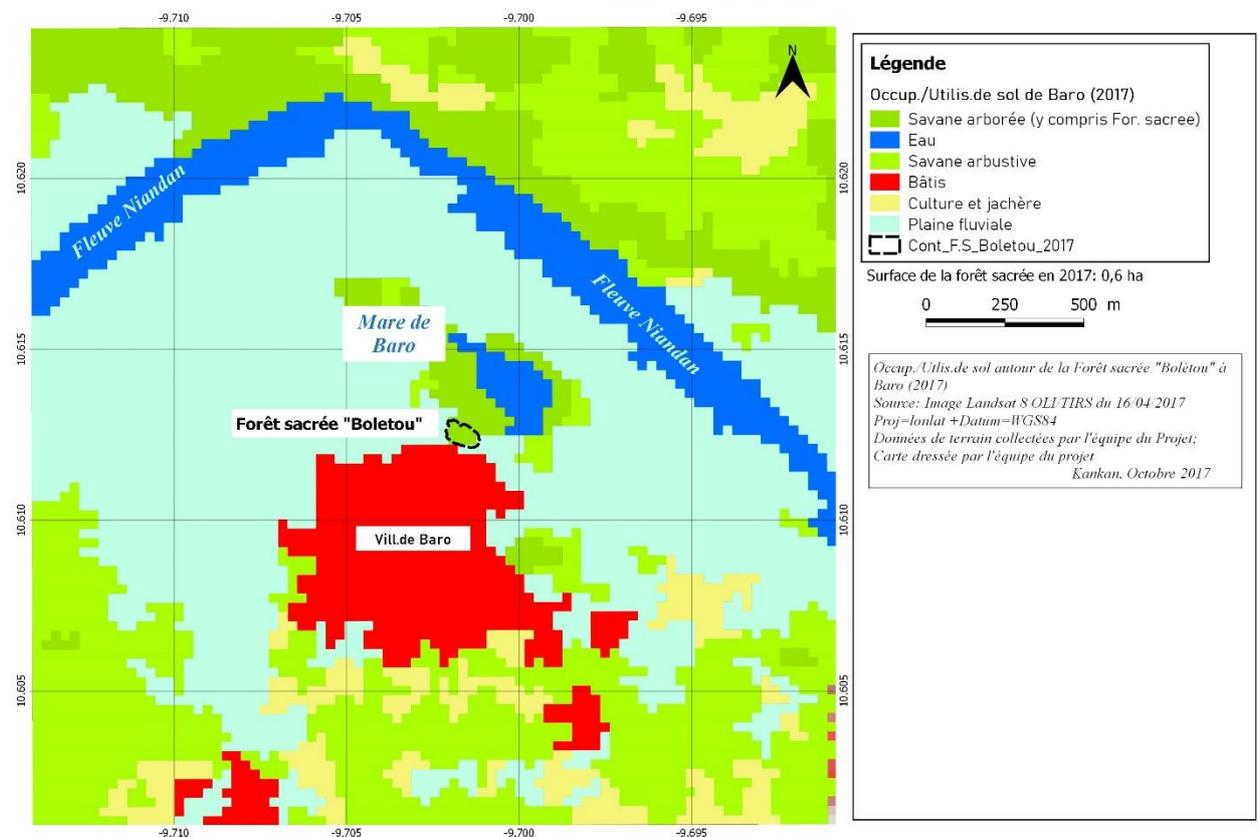
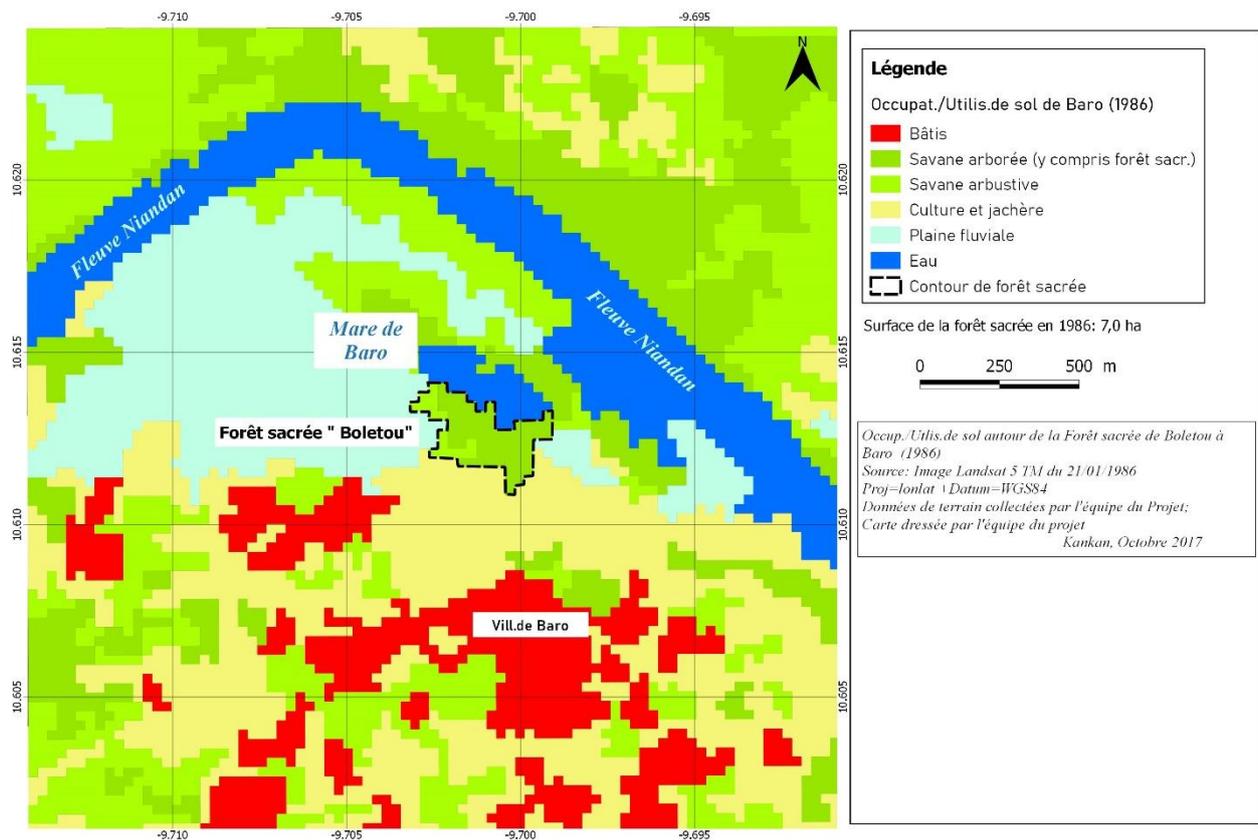
N°	Sites de forêts sacrées étudiées	Superficie en 1986 (ha)	Superficie en 2017 (ha)	Total de déforestation ou d'extension entre 1986 et 2017 (ha)	Taux de déforestation par l'agriculture (ha)	Taux de déforestation par le bâti (ha)	Taux de déforestation par l'exploitation forestière (ha)	Total de déforestation ou d'extension forestière entre 1986 et 2017 (%)	Taux annuels de déforestation ou de gain (%/an)	Distance village-forêt (km)	Nombre d'habitants (en 2014)	Appuis externes dans la gestion	Observations
1	Deldou	64,3	173,4	+109,1	3,5	0	0	+169,67	+3,20	0	428	Projet Bassin versant en 1994	Extension de 109,1 ha
2	Diankana	40,8	12,5	28,3	23,6	4,7	0	69,36	-3,82	0	3200	Projet Bassin versant en 1998	Reboisement
3	Dossori	3,8	2,8	1	0,6	0	0,4	26,32	-0,99	0	240		
4	Sidafaya	72,5	6,6	65,9	43,2	0	22,7	90,90	-7,73	0	75	Projet Bassin versant en 1998	Reboisement
5	Morbaya	56,5	26,9	29,6	26,7	0	2,9	52,39	-2,39	3	1170	Projet Bassin versant en 1998	Reboisement
6	Batè-Nafadjji	13,1	3	10,1	9,5	0,6	0	77,10	-4,75	0	5180		
7	Tintoulénkoro	15,3	11,3	4	2,8	1,2	0	26,14	-0,98	0	809		
8	Tokounou	173,2	163,2	10	0	10	0	5,77	-0,19	0	4611	Projet Bassin versant en 1994	Reboisement
9	Bafouro	26,8	19,4	7,4	7,4	0	0	27,61	-1,04	0	329		
10	Naninférédou	381,4	45,5	335,9	201,7	0	134,2	88,07	-6,86	3	260		
11	Mounoun	14,1	4,5	9,6	9,2	0,4	0	68,09	-3,68	0	317		
12	Komodou	377,4	199,5	177,9	120,3	0	57,6	47,14	-2,06	0	3444	Projet Bassin versant en 1994	Reboisement
13	Baro	7,2	0,6	6,6	4,5	2,1	0	91,67	-8,02	0	5025	Reboisement en 2015	Reboisement
14	Balato	6,5	6,2	0,3	0	0,3	0	4,62	-0,15	0	1637		Dégradation du couvert
15	Sanguiana	141,3	11,9	129,4	72,3	8,4	48,7	91,58	-7,98	0	3564		
16	Kaninfara	937,1	455,9	481,2	265,2	0	216	51,35	-2,32	7	3392		
17	Kignénin	150,2	12,8	137,4	114,1	23,3	0	91,48	-7,94	0	1268		
18	Morodou	45,5	6,8	38,7	38,7	0	0	85,05	-6,13	0	6578		
19	Falama	12,7	2,4	10,3	1,6	8,7	0	81,10	-5,37	0	3140		
20	Niandankoro	41,4	41,4	0	0	0	0	0,00	0,00	3	3377	Appui de l'ONG-GED en 1998	Nouvelle mise en défens de 4,4 ha
<b>Totaux/Moyennes</b>		<b>2 581,10</b>	<b>1 206,6</b>	<b>1483,6</b>	<b>941,40</b>	<b>59,7</b>	<b>482,5</b>	<b>57,48</b>	<b>-3,81</b>	<b>0,8</b>	<b>48044</b>		
<b>Proportion (%)</b>					<b>63,45</b>	<b>4,02</b>	<b>32,52</b>						



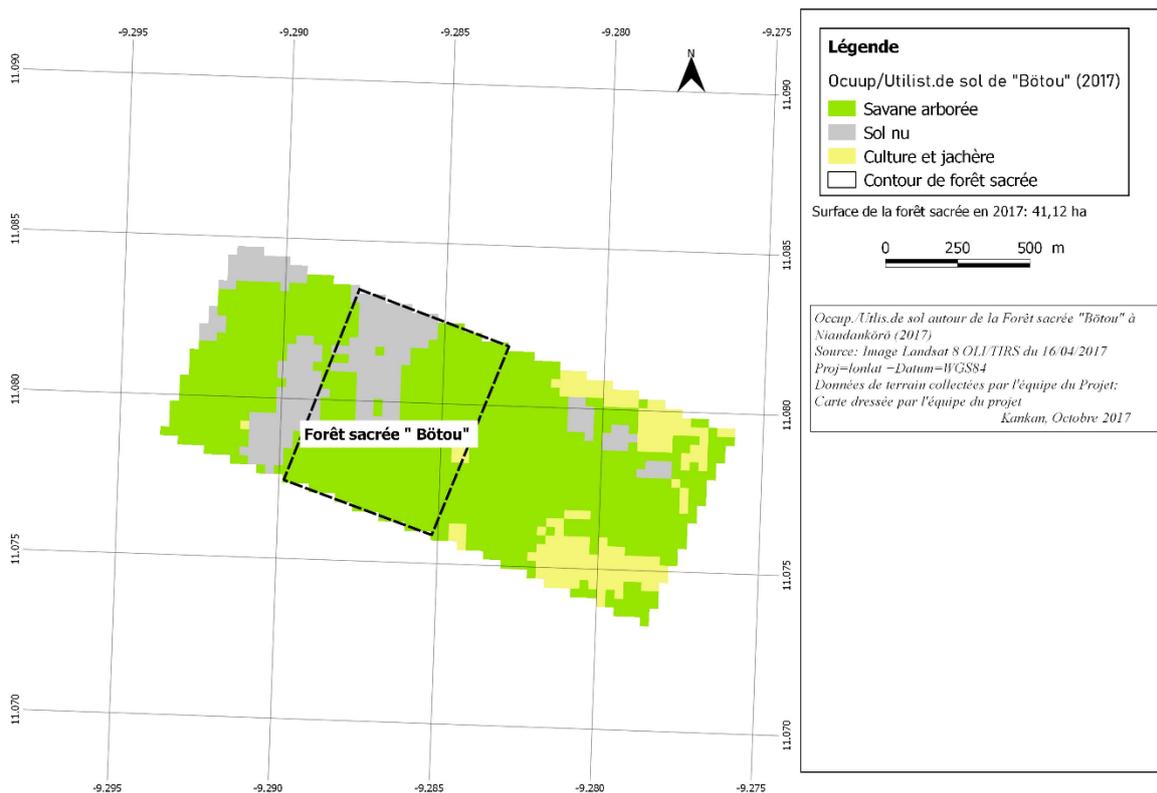
**Figure 3 :** Occupation de sol du village de Deldou et évolution de la superficie de la FS Deldoutou entre 1986 et 2017



**Figure 4 :** Occupation de sol du village de Tintioulenkörö et évolution de la superficie de la FS Kolombatou entre 1986 et 2017



**Figure 5 :** Occupation de sol du village de Baro et évolution de la superficie de la FS Bolètou entre 1986 et 2017



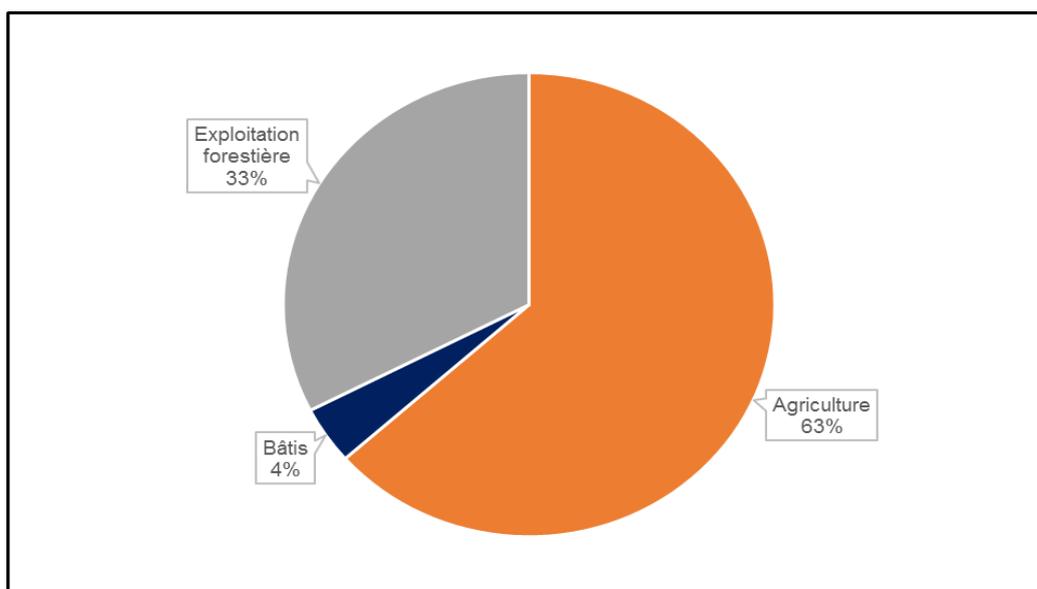
**Figure 6 :** Occupation de sol du site de la forêt sacrée Bötou de Niandankoro et le contour (limites) de la forêt en 2017

### 3.2 Facteurs et causes de la déforestation des forêts sacrées

#### 3.2.1 Principaux facteurs de déforestation

L'analyse diachronique des images satellites de 1986 et de 2017, suivie des observations de terrain au niveau des espaces forestiers à caractère sacré, révèle que l'agriculture (63%) est le facteur prédominant de déforestation des forêts sacrées (Figure 7).

L'occupation récente des forêts sacrées par des champs et des habitations humaines a été observée dans de nombreux villages (Figure 8). L'exploitation forestière (prélèvements de bois, pâturage, feu, etc.) conduisant à la transformation des forêts denses en forêts dégradées, constitue le phénomène de dégradation représentant le second facteur (33%) et l'urbanisation (4%), le troisième.



**Figure 7 :** Proportion des principaux facteurs de déforestation des forêts sacrées



a) Déforestation\_Forêt sacrée du village de Kignèni par l'agriculture et le bâti (10,93961 N/-08,6561 W)



b) Déforestation\_Forêt sacrée du village de Diankana par l'agriculture et le bâti (10,4858 N/-09,2325 W)



c) Déforestation\_Forêt sacrée du village de Baro par l'agriculture (10,61253 N/-09,7016 W)



d) Déforestation\_Forêt sacrée du village de Tintioulenkoro par l'agriculture (10,24104 N/-09,1805 W)



e) Dégradation\_Forêt sacrée du village de Komodou par le prélèvement du bois de feu (09,63223 N/-09,05448 W)



f) Dégradation\_Forêt sacrée du village de Kanifara par le prélèvement du bois d'oeuvre (10,99424 N/-08,9821 W)

**Figure 8** : Clichés de quelques zones de déforestation concernant les forêts sacrées

### 3.2.2 Causes de déforestation des sites sacrés

La proximité des villages avec les forêts sacrées, la croissance démographique, l'affaiblissement du système traditionnel de gestion et l'influence de l'islam sont les principales causes qui déclenchent, accélèrent et maintiennent le processus de déforestation de ces sites.

#### ▪ Influence de la proximité de la forêt avec le village

Les forêts sacrées sont majoritairement situées à l'orée des habitations humaines. Seulement quatre (4) forêts sacrées sur les vingt (20) étudiées sont un peu éloignées des bâtis. Ce sont les forêts sacrées de Kaninfara, de Moribaya, de Naninférédou et de Niandankoro (toutes

situées à plus de 3 km des villages propriétaires). Aucune part de déforestation sur ces sites ne relève des bâtis, contrairement à des forêts comme celles de Kignèni, de Tokounou, de Falama et de Diankana, situées à l'orée des villages, pour lesquelles une part de la déforestation revient aux bâtis (cf. Tableau 4). La proximité prédispose donc ces forêts à l'occupation agricole comme infrastructurale.

#### ▪ Influence de la croissance démographique

Pour ce qui est de l'influence démographique, certaines forêts, en l'occurrence celles de Dossori (240 habitants) et de Bafouro (329 habitants), relativement moins peuplées, sont parmi les moins anthropisées, avec respectivement 26,3 et 27,7 % de surfaces perdues entre 1986 et 2017. En revanche, les forêts de Kignènin (5180 habitants), de Baro (5025 habitants) ou de Morodou (6578 habitants) qui sont parmi les plus peuplées, ont perdu plus de 70 % de leur superficie initiale au cours de la même période (cf. Tableau 4).

Le manque de pertinence de la gestion locale des forêts est une réalité dans la zone. L'essentiel des règles coutumières est oral. Il arrive que les jeunes générations n'étant pas confrontées aux mêmes réalités que celle de leurs parents (ou « aînés »), outrepassent les prescriptions pour répondre à leurs besoins. De ce fait, les principes locaux sont violés. L'analyse des discours de certains chefs coutumiers (cf. Encadré 1) montre que des difficultés de gestion résultant de l'irrévérence des jeunes gens vis-à-vis de la tradition pèsent aussi sur ces systèmes.

#### ▪ Influence de l'affaiblissement de la tradition

*Avec l'évolution que nous connaissons actuellement, nous avons compris que les règles coutumières ne peuvent pas elles seules assurer la protection de nos forêts. La forêt connaît une menace réelle. L'irrespect de la tradition par les générations actuelles constitue des handicaps à la préservation. Malgré des efforts, les jeunes gens viennent se cacher dans la forêt pour fumer les stupéfiants. Ils ne savent plus quel arbre il faut couper ou il ne faut pas couper. Les sols argileux des forêts sont prélevés par les femmes pour entretenir leurs maisons en cases (Lanciné KOUROUMA, doyen des descendants du clan fondateur de la forêt sacrée de Batè-Nafadji).*

*C'est en ce moment que nous avons délégués certains de nous pour veiller sur la forêt (Comité villageois de gestion), sinon avant, cela n'existait pas et on n'avait pas de problème de surveillance de la forêt (Mamadi KABA, porte-parole des sages du village de Diankana).*

**Encadré 1 :** Extraits de discours de chefs traditionnels lors de nos visites de terrain en 2017

#### ▪ Influence de l'islamisation

En plus de l'oralité sur laquelle reposent les principes de gestion traditionnelle, il ne faut pas ignorer le poids de l'islam, qui contribue à profaner tout ce qui relève des religions traditionnelles africaines. Dans la pensée locale de la communauté Malinké, majoritaire dans la région, les forêts sacrées sont celles qui sont hantées d'esprits, de génies, de diables et d'animaux féroces, et au nom desquels toute attaque constitue leur provocation.

Elles sont en conséquence devenues des lieux de divers rites sacrés. Certains coutumiers déclarent désespérément que ces lieux ne peuvent plus garder leur statut « sacré ». Or, ces coutumes constituent l'essence même des principes de la gestion locale. Sur le terrain, les populations s'attaquent à tous ces lieux profanés pour faire des champs ou des maisons (cf. Encadré 2).

*Il existait un endroit dans cette forêt Kanson où se tenaient des rituels sacrés. Tous les anciens connaissent l'endroit, mais comme de nos jours ces rituels ne se font plus, à cause de l'islam, tout le monde a accès à la partie. Sinon, avant, seules quelques personnes s'y rendaient sans avoir la frayeur (Faramani KANTE, membre de la notabilité de Tokounou).*

*La forêt Komagbèntou signifie littéralement « la forêt du masque sacré appelé Koma ». Elle était le cadre unique des festivités à l'occasion desquelles les porteurs de masques sacrés étaient maîtres de cérémonies. Comme ces cérémonies relevaient des croyances traditionnelles, elles ont été abandonnées à cause de l'islamisation progressive de la communauté. À cette époque, la pénétration de la forêt était réservée aux initiés. Aujourd'hui tout le monde peut pénétrer la forêt (Sékoudjan KOUROUMA, un descendant du clan fondateur de Tintioulékoro et porte-parole des doyens du village).*

**Encadré 2 :** Extraits des discours des chefs traditionnels lors de nos visites de terrain en 2017

#### ▪ Appuis externes à la gestion des forêts sacrées

En revanche, les appuis externes, techniques ou matériels, émanant des organismes publics ou privés envers les communautés locales dans la gestion des forêts à caractère sacré, contribuent sans doute à l'effort de conservation de ces forêts. C'est le cas des villages de Tokounou, Diankana, Moribaya, Deldou, Niandankoro et Komodou où les forêts, relativement moins anthropisées, ont bénéficié des conseils et de l'appui technique au reboisement de leurs forêts à la faveur du programme dit « Bassin versant », installé dans la zone entre 1994 et 1998 (cf. Tableau 4). Ces appuis ont été particulièrement bénéfiques pour le village de Deldou, qui a accepté de céder et reboiser plus de 109,1 ha de jachère autour d'un espace sacré initialement mis en défens, pour que la forêt sacrée de ce village de passe de 63,3 à 173,4 ha. La forêt du village Niandankoro (41 ha) est un autre cas positif, car elle a été délimitée et mise en défens en 1998 par l'initiative communautaire sous l'appui technique de l'ONG-Guinée environnement et développement) (GED).

### 4. Discussion

#### 4.1 Tendances de l'évolution spatiotemporelle des terres

L'étude de l'évolution de la superficie de 20 forêts à caractère sacré dans le bassin du Haut Niger en Guinée révèle une régression d'environ 57 %, soit plus de la moitié de la superficie initiale totale de tous les sites en trois décennies, avec un taux annuel moyen de 4,6%. Ce rythme de déforestation est nettement supérieur à celui observé par Kpedenou *et al.* (2017). Ces auteurs ont étudié l'occupation du sol dans un paysage du sud du Togo et observé après six décennies un taux de déforestation annuel de moins de 1 %. Les résultats d'Akpoyètè *et al.* (2018) font état d'une réduction de la superficie d'environ 72 % des formations naturelles entre 1986 et 2016, au profit des occupations anthropiques. La régression des superficies forestières est la tendance qui domine largement dans le bassin du Haut Niger en Guinée. L'inverse de cette dynamique, bien que rare, a été observée dans un des sites du bassin étudiés, avec un taux annuel d'accroissement de la superficie d'environ 3 %. Cette situation, absolument positive a aussi été remarquée au Burkina Faso (Tankoano, 2012 ; Millogo *et al.*, 2017). Les changements d'utilisation des terres au niveau des forêts sacrées ont provoqué la transformation de 1483,6 ha du couvert forestier du bassin en zones de cultures, d'habitation et de forêts dégradées au cours de ces trois dernières décennies. Si rien n'est fait, la totalité de ce patrimoine du bassin risque de disparaître au cours des trois prochaines décennies. La recherche d'Irotori *et al.* (2017) prédit aussi la disparition de la grande partie du bois sacré du nord-ouest du Bénin à l'horizon 2050. Nous voyons ainsi que le phénomène étudié est une préoccupation sous-régionale.

#### 4.2 Facteurs de déforestation et de dégradation des espaces protégés

Cette étude montre que les principales pressions pesant sur les espaces forestiers de la zone sont l'extension des zones agricoles et d'habitations. Ces pressions sont aussi liées à l'accroissement rapide des populations locales. Les besoins en terres fertiles sont toujours croissants chez ces populations, majoritairement

agricoles. Les populations riveraines de la forêt classée de Toui-Kilibo au Bénin, également principalement agricoles, ont occasionné la destruction de cette forêt (Igue *et al.*, 2010). Nombreuses études (Mama *et al.*, 2013 ; Kpedenou *et al.*, 2017 ; Oloukoi, 2017 ; N'go *et al.*, 2018) montrent que l'extension des zones agricoles et d'habitation, liée à la charge démographique, est le facteur majeur de régression des forêts proches des zones habitées. La plupart des bosquets sacrés de la région du Kerala en Inde sont grignotés au profit des terres de cultures (Chandrashekar, 2011). Nombreux travaux effectués dans des aires protégées d'état (N'Guessan *et al.*, 2006 ; N'Da *et al.*, 2009 ; Diallo, 2011 ; Dimobe *et al.*, 2011 ; Andon *et al.*, 2018) révèlent une déforestation essentiellement due à la dynamique agraire et la proximité des villages. Ces résultats corroborent la conclusion de N'go *et al.* (2018) selon laquelle l'exploitation des écosystèmes forestiers à des fins agricoles et d'urbanisation impriment une forte dynamique de l'occupation du sol. Ces forêts sacrées ne peuvent résister, même à l'agriculture vivrière de superficie relativement faible. Par ailleurs, la zone rurale du bassin du Niger en Guinée connaît depuis deux décennies une prolifération de la culture d'anacardier. Dans la zone, les portions grignotées des espaces sacrés en faveur des infrastructures sont souvent attribuées aux ressortissants qui reviennent s'installer définitivement dans leurs villages. Il s'agit souvent de fils dignitaires (descendants des clans fondateurs des villages) auxquels il est impossible de refuser l'héritage domanial. Aussi, les sites ayant perdu leurs fonctions culturelles ancestrales, sont souvent investis par les riverains, faute de limites matérielles. Comme le soulignent Kokou et Sokpon (2006), l'absence de repères clairs et tangibles des limites facilite la destruction des forêts sacrées.

Par ailleurs, l'étude révèle aussi que l'islamisation progressive de la zone s'est faite au détriment des forêts sacrées. Les conséquences de l'abandon des traditions, dont témoignent les chefs coutumiers de la zone, confirment la conclusion de Kokou *et al.* (2005) selon laquelle les modes de gestion locale n'arrivent plus à protéger les forêts sacrées et leur biodiversité face aux mutations sociales et économiques actuelles. Ils rapportent aussi que le développement du christianisme a eu des effets sur le culte vaudou dans les villages du sud-est du Togo.

L'une des raisons expliquant la forte anthropisation de ces écosystèmes « sacrés » est bien leur proximité avec les villages. Ce fait a aussi été mentionné par Beaulaton et Roussel, (1998). L'augmentation progressive du nombre d'habitants dans les villages explique également l'intensité de la déforestation péri-villageoise. Les travaux de N'Da *et al.* (2009) confirment cette réalité dans plusieurs localités du parc national de Marahoué, en Côte d'Ivoire.

### 5. Conclusion

Cette étude aborde des problèmes de conservation des forêts sacrées dans la zone du bassin du Haut Niger en Guinée. Elle révèle que ces forêts, malgré leur caractère sacré, sont en général fortement affectées par l'anthropisation. Grâce à l'analyse diachronique spatiale des images satellites, l'étude révèle que ces sites ont perdu plus de 50 % de leur superficie initiale, en 31 ans, à un taux annuel moyen d'environ 4 %. La gestion foncière des terres par l'élaboration et la mise en œuvre

des schémas d'aménagement adaptés avec un plan d'occupation des sols (POS) est primordiale pour la préservation des ressources naturelles. La sensibilisation des populations à ce sujet est aussi nécessaire.

### Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Agence française de développement qui a financé le projet d'observation spatiale des forêts d'Afrique centrale et de l'Ouest (OSFACO) en 2017. Ils remercient aussi les populations locales pour leur collaboration.

### Références

- Adam J. G., 1948. Les reliques boisées et les essences des savanes dans la zone préforestière en Guinée française. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 95, 22-26.
- Akpoiyè H, Landeou R.C. et Orékan V.O., 2018. Anthropisation et dynamique des paysages en pays Agonlin au Bénin. *European Scientific Journal*, 14, (36), 571-594.
- Ali R. K. F. M., Odjoubere J, Brice A., Tente H et A. Sinsin B., 2014. Caractérisation floristique et analyse des formes de pression sur les forêts sacrées ou communautaires de la Basse Vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin. *Afrique SCIENCE*, 10 (2), 243-257.
- Andon N.S, Konan K. H, Alla D. A et Djah A.G., 2018. Etat des lieux d'une forêt protégée périurbaine en région de savane de 1998 à 2018 : cas de la forêt classée du mont Korhogo au nord de la côte d'Ivoire. *LONNIYA, Revue du Laboratoire des Sciences Sociales et des Organisations*, 1 (5), 227-247.
- Andréassian V., 2004. Couvert forestier et comportement hydrologique des bassins versants. *La houille blanche/N° 2*, 31-35.
- Aubréville A., 1950. La flore forestière soudano-guinéenne. A.O.F-Cameroun- A.E.F. Société d'éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales 17, RUE JACOB (VI). Paris. 519 p.
- Barry M. S, Dioubaté M, Baldé A. K, Diallo M. S, Diakité A., 1999. Identification, hiérarchisation des pressions humaines et analyse de la durabilité des systèmes d'exploitation des ressources sur la diversité biologique terrestre et de causes principales des pressions en Haute Guinée. Stratégies plan d'action. Diversité Biologique (SNPADB). Ministère de Mines, de la Géologie et de L'Environnement. République de Guinée.
- Beaulaton D.J. et Roussel B., 1998. A propos de l'historicité des forêts sacrées de l'ancienne côte des esclaves, 17 p.
- Béavogui, F., 2004. Dynamiques agraires et perspectives d'occupation et d'intensification des plaines alluviales de Haute Guinée. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse-Le Mirail, Option développement rural, 288 p.
- Belemviré A, Maïga A, Sawadogo H, Sawadogo M, Ouédraogo S., 2008. Evaluation des impacts biophysiques et socio-économiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au nord du plateau central du Burkina Faso. Rapport de synthèse, étude Sahel, Ouagadougou, 94 p.
- 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, Université de Genève.
- Congalton R.G., 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37, 35-46.
- Denis A, 2014. Travaux pratiques de télédétection spatiale. Arlon Campus Environnement, Université de Liège, Belgique, 82 p.
- Dioubaté, M., 2002. Système traditionnel de gestion de quelques ressources naturelles: cas de la sous-préfecture de Baro. Mémoire de Diplôme d'Etudes approfondies (DEA), en Sciences de l'Environnement CERE- UQAM, Université de Conakry, 127 p.
- FAO., 2013. Actes de l'atelier d'adoption d'un Plan de Convergence Forestier pour l'Afrique de l'Ouest par les ministres de la CEDEAO.
- FAO., 2018. Travaillons avec les divers secteurs pour arrêter la déforestation et étendre les superficies forestières- de l'aspiration à l'action. Actes de Conférence internationale 20-22/02/2018, 37 p.
- FAO., 2020. La situation des forêts du monde 2020. Forêts, Biodiversité et activité humaine. 32 p.
- FAO., 2020. Global Forest Resources Assessment. The data in FRA 2020, 16p.
- Girard, M.C. and Girard, C.M., 1999. Traitement des données de télédétection. Dunod, Paris, 529 p.
- Hamberger K., 2006. Les sites sacrés naturels au Togo de Sud-est. Cadre social et fonction religieuse. Rapport final du projet : les sites sacrés naturels et la conservation de la biodiversité. <halshs-00346724>. 53 p.
- Igue A.M, Houndagba C.J, Worou R, Gaiser T, Mensah G.A and Stahr K., 2010. Aspects de la dynamique de l'occupation du sol et du projet d'aménagement participatif de la forêt classée de Toui-Kilibo au Bénin. *Rev. Sc. Env. Univ. Lomé (Togo)*, (006), 113-219.
- Irotori Y.A., Abdoulaye D. & Tente A.B., 2017. Dynamics of the occupation of sacred wood in the north west of the Atacora Department in Benin. *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch*. 2 (03), 52-70.
- Juhé-Beaulaton D., 2013. Forêt ou bois sacré : une tentative de « définition ». Les bois sacrés en Afrique. <https://boissacre.hypotheses.org>
- Kokou K, Adjossou K. et Hamberger K., 2005. Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *VertigO - Revue électronique en Sciences de l'Environnement*, 6 (3)
- Kokou K. et Sokpon N., 2006. Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et forêts des tropiques*, 288 (2), 15-23.
- Kpedenou K.D, Drabo O, Ouoba A.P, Da D.C.E, Tchamie T.T.K., 2017. Analyse de l'occupation du sol pour le suivi de l'évolution du paysage du territoire Ouatchi au sud-est Togo entre 1958 et 2015. *Cahiers du Cerleshs, Presses de l'Université d'Ouagadougou*, XXXI (55), 203-228.
- Lanly J.P., 2003. Les facteurs de déforestation et de dégradation des forêts. Version originale d'un mémoire soumis au XIe Congrès Forestier Mondial, 2003, Québec City, Canada.
- Leciak E., 2008. Des objets au croisement des disciplines : Les facettes éco-paysagères de Guinée Maritime. *VertigO - Revue électronique en Sciences de l'Environnement*, 8 (2).

- Mama A, Sinsin B, De Cannière C. & Bogaert J., 2013. Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *Tropicultura*, 31 (1), 78-88
- Millogo D, Nikiema A.A, Koulibaly B et Zombre N.P., 2017. Analyse de l'évolution de l'occupation des terres à partir de photographies aériennes de la localité de Loaga dans la province du Bam, Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11 (5), 2133-2143.
- N'Da H.D, N'Guessan E.K, Wajda M.E, Affian K., 2009. Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Editions des Archives Contemporaines/Editions scientifiques GB/Gordon and Breach Scientific Publishers*, 8 (1), 17-34.
- N'go A.Y, Kouadio A.Z, Deguy J.P.A, Hien A.S, Goula A.B.T and Savané I., 2018. Influence de la dynamique de l'occupation du sol sur la quantité de perte de sol au Sud du bassin versant du Sassandra (Côte d'Ivoire). *Int. J. Adv. Res.* 6 (4), 830-838.
- N'Guessan, K. E. et alii, 2006. Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire : Apport de la télédétection. *Revue Télédétection*, 5 (4), 307-323.
- Oloukoi J, 2017. Rate of land cover change and its determinants in the soudano-guinea transition zone of Benin Republic. *Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management* 10(5), 69-704.
- Oswald, 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 de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille, 304 p.
- Puyravaud, J.P., 2003. Standardizing the Calculation of the Annual Rate of Deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177, 593-596.
- Savadogo S, Ouédraogo A. et Thiombiano A., 2011. Diversité et enjeux de conservation des bois sacrés en société Mossi (Burkina Faso) face aux mutations socioculturelles actuelles. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (4), 1639-1658.
- Shlien, S., 1997. Geometric correction, registration and resampling of Landsat imagery, *Canadian journal of remote sensing*, 55-59.
- Soumah F.S., 2018. Les forêts sacrées de Guinée : intégration de l'écologie pour la conservation d'un patrimoine national. Thèse de doctorat de l'Université Toulouse III-Paul Sabatier (France), 215 p.
- Soumah F.S, Kaniewski D. et Kokou K., 2018. Les forêts sacrées de Guinée : entre écologie et conservation. *C. R. Biologies* (341), 433-443.
- Sow M., 2003. Pratiques culturelles et conservation de la biodiversité en Guinée. *Éducation Relative à l'Environnement*, 4, 289-295.
- 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 de Fin de Cycle. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB)/Institut du Développement Rural (IDR), 94 p.

## TITRE ET LEGENDES EN ANGLAIS

**Title:** DIACHRONIC ANALYSIS OF THE SPATIAL DYNAMICS OF THE SACRED FORESTS OF THE UPPER NIGER BASIN IN THE REPUBLIC OF GUINEA

**Figure 1:** Location of the sacred forests studied

**Figure 2:** Spatial evolution of sacred forests between 1986 and 2017

**Figure 3:** Land use of the village of Deldou and evolution of the area of FS Deldoutou between 1986 and 2017

**Figure 4:** Land use of the village of Tintioulenkoro and evolution of the area of FS Kolombatou between 1986 and 2017

**Figure 5:** Land use of the village of Baro and evolution of the area of FS Bolétou between 1986 and 2017

**Figure 6:** Land use of the site of the sacred forest Bôtou of Niandankoro and the contour (limits) of the forest in 2017

**Figure 7:** Proportion of the main drivers of deforestation of sacred forests

**Figure 8:** Factors of deforestation of sacred forests

**Table 1:** Characteristics of the spectral bands used

**Table 2:** Coordinates of the sacred forests studied

**Table 3:** Confusion matrix associated with the supervised classification of the Tintioulenkoro Sacred Forest area in 2017

**Table 4:** Evolution of areas of sacred forests between 1986 and 2017 and some characteristics of the study sites

**Encadré 1:** Extracts from the speeches of traditional leaders during our field visits in 2017

**Encadré 2:** Extracts from the speeches of traditional leaders during our field visits in 2017