



The 1st International Conference on Local Resource Exploitation

www.lorexp.org / info@lorexp.org
REF: LOREXP_2021_A1158 Pages: 171–185



Analyse prospective des formations forestières du ranch faunique de Djidja au Bénin *Prospective analysis of forest formations on the Djidja wildlife ranch in Benin*

Arouna Ousséni^{1,2,*}, Issiako Dramane^{1,2}, Gibigaye Moussa³, Tenté Brice⁴, Sinsin Brice⁵

¹ Laboratoire de Géosciences, de l'Environnement et Applications, Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics, Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques, Abomey, Bénin

² Laboratoire de Cartographie, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

³ Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

⁴ Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

⁵ Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

* Corresponding Author: arounaousseni@gmail.com

RÉSUMÉ :

Dans la commune de Djidja, la grande faune mammalienne a quasiment disparu parce qu'elle subit à la fois le braconnage et la destruction de son habitat par l'exploitation forestière, les feux de végétation et l'agriculture itinérante sur brûlis. La rareté s'est étendue aux petites antilopes et à l'ensemble des espèces dites « petit gibier », au point où la Commune de Djidja a obtenu l'appui d'un financement de la Banque Africaine de Développement pour créer un espace communal à vocation de « ranch de gibier » appelé ranch faunique. L'objectif de la présente recherche est d'évaluer la tendance évolutive des formations forestières du ranch faunique de Djidja. Les cartes d'occupation du sol de 2005 et de 2019 issues des images satellites ont été les principaux inputs utilisés pour prédire le devenir des formations forestières du ranch faunique de Djidja. Le modèle de prédiction utilisé est Land Change Modeler (LCM) implémenté dans le logiciel Terrset v18.21 en considérant deux scénarii : situation actuelle caractérisée par une mise en œuvre inefficace du plan d'aménagement du ranch faunique et la situation idéale caractérisée par la mise en œuvre efficace du plan d'aménagement. Si la tendance actuelle est maintenue les formations forestières constituées de forêts denses sèches et de forêts galeries connaîtront une diminution de 70 % de leur superficie à l'horizon 2030. Avec le scénario de mise en œuvre efficace du plan d'aménagement, la superficie de ces formations forestières passera de moins de 10 % en 2019 à 20 % en 2030.

Mots clés : formations forestières, images satellites, prédiction, ranch faunique, Djidja, Bénin.

ABSTRACT:

In the District of Djidja, the large mammalian fauna has almost disappeared because it is subjected to both poaching and the destruction of its habitat by logging, vegetation fires and slash-and-burn agriculture. The scarcity has extended to small antelopes and all the species known as "small game", to the point where the District of Djidja has obtained the support of funding from the African Development Bank to create a communal space for "game ranch" called wildlife ranch. The objective of this research is to evaluate the evolutionary trend of the forest formations of the Djidja wildlife ranch. The land cover maps of 2005 and 2019 from satellite images were the main inputs used to predict the fate of the forest formations of the Djidja wildlife ranch. The prediction model used is Land Change Modeler (LCM) implemented in Terrset v18.21 software considering two scenarios: the current situation characterized by an ineffective implementation of the wildlife ranch management plan and the ideal situation characterized by the effectiveness of the management plan. If the current trend is maintained, the forest formations consisting of dense dry forest and gallery forest will decrease in area by 70 % by 2030. Under the scenario of effective implementation of the management plan, the area of these forest formations will increase from less than 10 % in 2019 to 20 % in 2030.

Keywords: forest formations, satellite images, prediction, wildlife ranch, Djidja, Benin.

1. INTRODUCTION

La conservation *in situ* est l'une des stratégies efficaces de conservation de la biodiversité face aux nombreuses menaces anthropiques et naturelles qui pèsent sur les ressources biologiques. Ainsi, les aires protégées et les autres types d'espaces soumis à des règles précises de gestion sont devenus la pierre angulaire de la conservation de la biodiversité (Dudley, 2008).

En Afrique de l'Ouest notamment dans les pays à faible couverture forestière comme le Bénin, la protection de la faune en dehors des parcs nationaux constitue un grand défi. La commune de Djidja au Bénin est une commune où la dégradation du couvert forestier est particulièrement manifeste (Arouna, 2017) et où aucune intervention d'envergure n'est prévue. Dans cette commune jadis giboyeuse (PAGEFCOM, 2011), la grande faune mammalienne a quasiment disparu parce qu'elle subit à la fois le braconnage et la destruction de son habitat par l'exploitation forestière, les feux de végétation et l'agriculture itinérante sur brûlis. La rareté s'est étendue aux petites antilopes et à l'ensemble des espèces dites « petit gibier », au point où la commune de Djidja a recherché des appuis nécessaires pour créer des espaces communaux à vocation de « *ranch de gibier* ». C'est ainsi que le Ranch Faunique de Djidja a vu le jour dont l'objectif est de conserver la faune sauvage dans son habitat naturel.

L'état de l'habitat constitue alors un paramètre important pour l'atteinte de l'objectif fixé au ranch faunique. Cet habitat constitué de végétation est le milieu-cadre et le milieu-ressource de la faune. Toute modification de l'habitat impactera directement l'état de la faune. C'est pourquoi, la tendance évolutive de l'habitat de la faune constitue un indicateur robuste pour le suivi de la faune (Nguinguiri, 2017).

La cartographie historique de l'occupation des terres est la base de la prospective territoriale (Agbanou, 2018) et de la programmation des actions d'aménagement. La prospective constitue une des approches les plus adaptées pour envisager les futurs possibles d'un territoire et aider les aménageurs et acteurs locaux à prendre des décisions. Elle ne vise pas à prédire l'avenir mais bien à donner, sous certaines hypothèses, une représentation des situations futures probables. Ainsi, il est de plus en plus recommandé de partir d'une analyse diachronique pour arriver à une analyse prospective de l'occupation du sol afin d'éclairer les prises de décisions d'aujourd'hui qui vont impacter l'avenir (Houet, 2006 ; Agbanou, 2018).

L'exploration des futurs possibles de l'occupation du sol à partir des outils de télédétection, de SIG et de la modélisation spatio-temporelle constitue l'enjeu méthodologique actuel. C'est dans cette perspective que la présente recherche a été initiée dans le ranch faunique de Djidja. Il s'agit d'un espace jadis giboyeux et protégé par les communautés locales afin de conserver la diversité faunique (Lungren, 2011). Ce site a été pris d'assaut par les braconniers et surtout les exploitants forestiers, charbonniers et les éleveurs bovins (Arouna, 2017). L'érection de ce site en un ranch faunique communal constitue une chance pour la restauration de ce site. Les travaux d'aménagement sommaire du site ont démarré depuis 2012. Un système de surveillance du site a été également mis en place (PAGEFCOM, 2011). Il est alors opportun d'évaluer l'efficacité et l'efficience des aménagements sommaires et du système de surveillance mis en place depuis 2012 à travers l'état de l'habitat de la faune.

Cette recherche est fondée sur l'hypothèse qui stipule que les opérations d'aménagement sommaire et le système de surveillance mis en place n'ont pas pu freiner la dégradation de l'habitat de la faune. L'objectif de cette recherche est d'évaluer la tendance évolutive des formations forestières du ranch faunique de Djidja en se basant sur les résultats de l'analyse diachronique de 2012 à 2019.

1. Matériel et méthodes

1.1 Cadre géographique de recherche

Le ranch faunique de Djidja est situé dans le Département du Zou et précisément dans la commune de Djidja (Figure 1). Il couvre une superficie de 3651,74 ha.

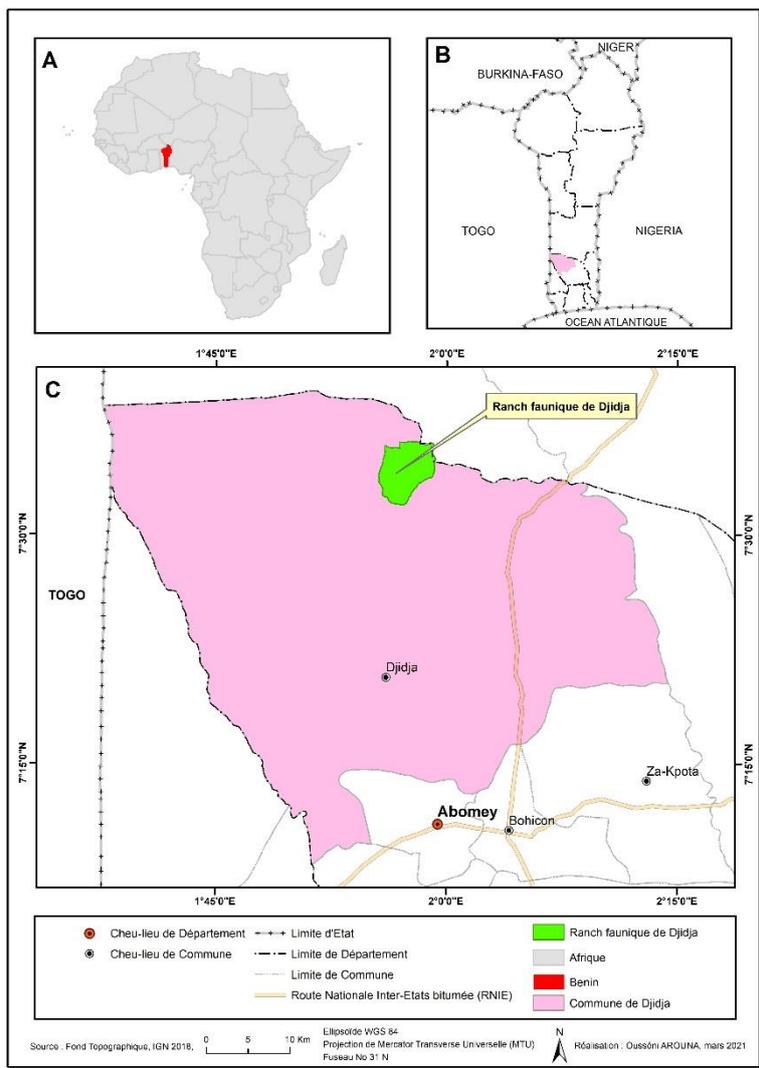


Figure 1 : Localisation du ranch faunique de Djidja.

Le ranch faunique de Djidja est dans la zone du climat subéquatorial, encore appelé climat béninien en raison de la faible pluviométrie par rapport à l'ensemble du climat subéquatorial. La hauteur moyenne des précipitations tourne autour de 1100 mm. Ce climat se caractérise par une faible amplitude thermique annuelle (inférieure à 5 °C). L'amplitude thermique journalière est inférieure à 10 °C minima en août et maxima en février ou mars. L'humidité relative y est élevée (70 à 90 %) en raison de la proximité de l'océan Atlantique. Le climat béninien compte quatre (4) saisons : une grande saison pluvieuse qui s'étend d'avril à juillet, une petite saison sèche d'août, une petite saison pluvieuse de septembre à octobre et une grande saison sèche de novembre à mars. Ce régime pluviométrique bimodal tend progressivement vers un régime unimodal.

L'agriculture, l'agroforesterie, l'élevage, l'exploitation forestière, la chasse et la pêche constituent les principales activités économiques pratiquées par les populations des villages riverains. L'agroforesterie, ancrée dans les pratiques culturelles des populations riveraines constitue un atout pour reconstituer l'habitat de la faune.

L'exploitation forestière est illégalement pratiquée dans le ranch faunique de Djidja. Les principales espèces exploitées sont *Khaya senegalensis*, *Azizia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Ceiba pentandra*, *Terminalia leiocarpa*, *Diospyros mespiliformis*. (Planche 1). En dépit des mesures de surveillance mises en place par le Projet d'Appui à la Gestion des Forêts Communales (PAGEFCOM), l'exploitation forestière n'a pas totalement disparu.



Khaya senegalensis



Azizia africana



Pterocarpus erinaceus



Ceiba pentandra



Terminalia leiocarpa



Diospyros mespiliformis

Planche 1 : Quelques espèces dominantes du ranch faunique de Djidja

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Matériel

Le matériel utilisé dans le cadre de cette étude est constitué de :

- ✓ Orthoimages Quickbird de 2012 ;
- ✓ Images de SAS Planet 2019 ;
- ✓ Cartes topographiques de 2018.

2.2. Méthodes

2.2.1. Cartographie des formations végétales

La cartographie des formations végétales et des autres unités d'occupation des terres a commencé par une mission de reconnaissance. Les images satellites ont été interprétées. Un contrôle-terrain a été effectué. Les cartes thématiques ont été réalisées.

2.2.1.1. Mission de reconnaissance

La mission de reconnaissance a consisté à explorer le ranch faunique de Djidja ; ce qui a permis d'identifier et de localiser les éléments majeurs du paysage tels que les types de relief, les sols, les formations végétales et le réseau hydrographique. Les coordonnées géographiques des différentes formations végétales et autres unités d'occupation des terres ont été enregistrées au GPS.

2.2.1.2. Interprétation des images satellites et production des minutes d'interprétation

Les orthoimages de 2012 et les images obtenues dans SAS Planet de 2019 ont été interprétées en adoptant la méthode d'interprétation visuelle. Une clé d'interprétation a été définie en tenant compte de la forme, de la taille, de la texture, de la structure et de l'environnement des images. Les différentes formations végétales et les autres unités d'occupation des terres ont été identifiées sur la base de la clé d'interprétation et ont été délimitées à une échelle constante de 1/10000. Le degré de généralisation conceptuelle de l'interprétation a été constant avec une unité minimale cartographiable fixée à 0,10 ha. Le logiciel ArcGIS a été utilisé. Les minutes d'interprétation ont été ensuite produites.

2.2.1.3. Contrôle-terrain

Les minutes d'interprétation ont été à cet effet utilisées. Les points à contrôler ont été choisis de façon aléatoire. Les points de confusion qui sont des unités d'occupation des terres qui n'ont pas été clairement identifiées sur les images satellites ont été aussi vérifiés sur le terrain.

2.2.1.4 Evaluation des cartes d'occupation des terres

L'évaluation des cartes des formations végétales et des autres unités d'occupation des terres issues de l'interprétation des images satellites a été faite à partir d'une matrice de confusion. Il s'agit en fait d'un tableau à double entrées où les classes issues des images satellites se trouvent en lignes et les données du contrôle-terrain en colonnes. Sur la diagonale de ce tableau, se trouvent les unités d'occupation des terres bien identifiées et de part et d'autre de cette diagonale les erreurs d'omission et de confusion. Cette matrice a permis de calculer l'indice d'exactitude I des cartes des formations végétales (équation 1) et des autres unités d'occupation des terres (Barima et al., 2009 ; Mugisha et al., 2010).

$$I = \sum x_d / N \quad (1)$$

x_d = les observations de la diagonale ; N = le nombre total des observations.

Si $I \geq 0,9$ alors l'interprétation est correcte (Mugisha et al., 2010).

2.2.1.5 *Élaboration de la matrice de transition*

La matrice de transition est un tableau qui permet de mettre en évidence les différentes formes de conversion qu'ont subies les unités d'occupation des terres entre deux dates. Elle est constituée de X lignes et de Y colonnes. Le nombre de lignes de la matrice indique le nombre d'unités d'occupation des terres au temps t0 (2012) ; le nombre Y de colonnes de la matrice est le nombre de classes d'occupation des terres converties au temps t1 (2019) et la diagonale contient les superficies des unités d'occupation des terres restées inchangées. Les transformations se font donc des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces différentes classes d'occupation des terres ont été calculées à partir du croisement des cartes d'occupation des terres de deux dates à l'aide de la fonction *Intersect* de la boîte à outils Arctoolbox du logiciel ArcGIS 10.5.

2.2.2. *Modèle d'analyse prospective*

Le modèle de prospective utilisé ici est Land Change Modeler (LCM) implémenté dans le logiciel Terrset v18.21 (ex Idrisi). LCM est un modèle générique conçu pour la simulation des changements d'occupation et d'utilisation des terres. Les changements de l'occupation des terres ne sont pas linéaires. Ce modèle nécessite des inputs et des scénarii.

2.2.2.1 *Inputs du modèle*

Les inputs fondamentaux pris en compte pour le modèle sont les cartes des formations végétales et des autres unités d'occupation des terres de 2012 et de 2019. Les variables utilisées sont : distance par rapport aux cours d'eau, distance par rapport aux routes, distance par rapport aux agglomérations, les pentes et la densité de la population. Les autres variables qui peuvent influencer sur l'évolution de l'occupation des terres comme le plan d'aménagement et de gestion de ces différents sites ont été pris en compte.

2.2.2.2. *Description des différents scénarii*

Deux scénarii ont été élaborés pour prédire les tendances évolutives des formations forestières du ranch faunique de Djidja. Ces scénarii sont liés à la mise en œuvre ou non du plan d'aménagement et de gestion du ranch faunique de Djidja.

✓ **Scénario 1 : le ranch faunique de Djidja a un plan d'aménagement et de gestion qui n'est pas mis en œuvre**

Comme dans la plupart des aires protégées, les sites sont dotés de plans d'aménagement qui ne sont pas malheureusement mis en œuvre. C'est en fait le scénario tendanciel actuel. Dans ce scénario, le ranch faunique de Djidja est occupé par les activités humaines. On assistera à un désastre écologique dû à l'impact destructeur du surpâturage constaté dans le ranch de Djidja.

En conséquence, les probabilités de conversion des formations forestières en formations anthropiques sont très élevées. Par contre, les probabilités de conversion des formations anthropiques et des formations ouvertes en formations forestières fermées sont très faibles.

✓ **Scénario 2 : le ranch faunique de Djidja a un plan d'aménagement et de gestion qui est efficacement mis en œuvre**

C'est un scénario optimiste qui considère que le ranch faunique de Djidja est doté de plan d'aménagement et de gestion qui est efficacement mis en œuvre. Ainsi les agriculteurs, les agro-éleveurs, les transhumants installés dans le ranch faunique de Djidja sont déguerpis. L'exploitation forestière et la carbonisation sont interdites. Les Activités Génératrices de Revenus sont mises en œuvre au profit des populations riveraines qui ne sont plus orientées vers ces sites. Dans ce scénario les probabilités de conversion des formations forestières naturelles en formations anthropiques sont quasi nulles. Par contre les probabilités de conversion des formations anthropiques et des formations naturelles ouvertes en formations forestières fermées sont élevées. Pour ce scénario la gestion du ranch faunique de Djidja est plutôt optimale.

2.2.3. Edition cartographique

Les cartes des formations forestières et des autres unités d'occupation des terres de 2012 et 2019 ont été réalisées. La tendance évolutive de l'occupation des terres de ces différents sites a été projetée à l'horizon 2030. L'édition cartographique a été réalisée en format A4 en respectant les règles de la sémiologie graphique.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

Les états du ranch faunique de Djidja en 2012 et 2019 et l'état probable en 2030 constituent les principaux points des résultats obtenus. Les cartes d'occupation des terres de 2012 et de 2019 ont respectivement comme précision 95 % et 96 %. Les changements enregistrés entre ces dates ont été évalués.

3.1.1. Etats du ranch faunique de Djidja en 2012 et 2019

Le tableau 1 et les figures 2 et 3 permettent d'évaluer les états des formations forestières du ranch faunique de Djidja en 2012 et en 2019.

Tableau 1 : Matrice de transition des formations forestières et autres unités d'occupation des terres du ranch faunique de Djidja de 2012 à 2019

FFOT 2012	FFOT 2019						Sup 2012 ha
	FGFR	FDS	FCSB	SASaP	CJ	HA	
FGFR	425,75	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	426,75
FDS	0,00	7,41	1,01	0,00	0,00	0,00	8,41
FCSB	0,00	0,00	359,64	1195,83	7,01	0,00	1562,48
SASa	0,00	0,00	259,31	1356,27	6,72	0,00	1622,30
CJ	0,00	0,00	0,00	20,15	11,60	0,00	31,76
HA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Sup 2019 ha	425,75	7,41	619,96	2572,25	26,33	0,03	3651,74

Sources : Images Quickbird de 2012, images SASPlanet de 2019 et données GPS de novembre 2019

Légende : FFOT : Formations Forestières et autres unités d'occupation des terres ; FG : forêt galerie ; FDS : forêt dense sèche ; FCSB : forêt claire et savane boisée ; SASa : savanes arborée et arbustive ; SASaP : Savanes arborée et arbustive surpâturée ; Ha : habitation ; Sup 2012 ha : Superficie en hectare en 2012 ; Sup 2019 ha : Superficie en hectare en 2019.

L'examen du tableau 1 et de la figure 2 montre que le ranch faunique de Djidja en 2012 était largement dominé par les forêts claires et savanes boisées et les savanes arborées et arbustives. On notait également la présence de forêts galeries et de forêts denses sèches.

Sept ans après, en 2019, tout le ranch faunique de Djidja est devenu un espace surpâturé. Ainsi les savanes arborées et arbustives sont devenues surpâturées. En effet, par la présence tous les jours des troupeaux bovins qui exercent constamment une pression de surpâturage continue, les graminées fourragères ne parvinrent plus à boucler leur cycle biologique. Ces troupeaux de bovins viennent pour la plupart des communes cotonnières du Nord-Bénin où les espaces pastoraux sont obstrués par les champs. Entre ces deux périodes, la grande conversion enregistrée est la conversion des forêts claires et savanes boisées en savanes arborées et arbustives surpâturées. La figure 3 présente les changements physiologiques enregistrés dans le ranch faunique de Djidja entre 2012 et 2019.

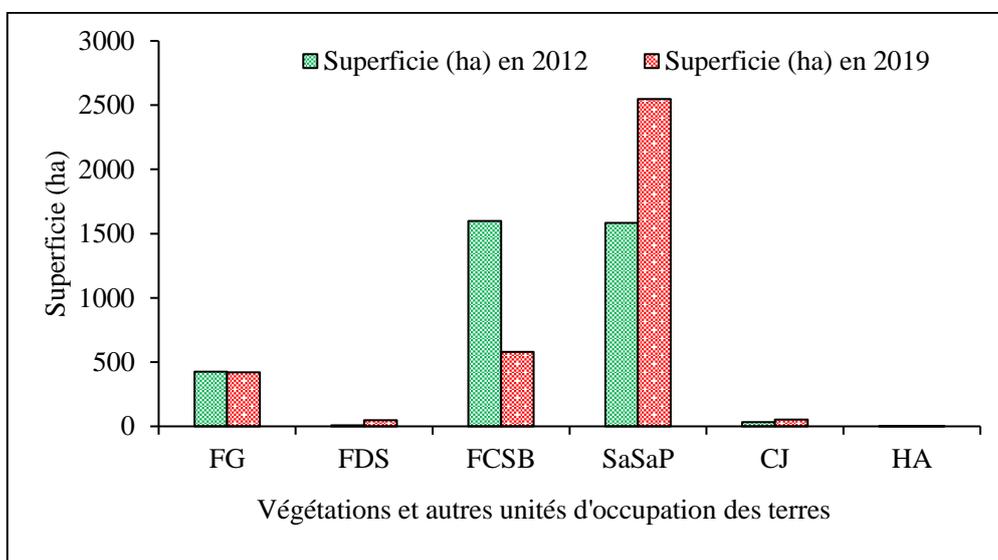


Figure 2 : Synthèse de l'évolution des formations végétales et autres unités d'occupation des terres dans le ranch faunique de Djidja entre 2012 et 2019

Légende : FG : forêt galerie ; FDS : forêt dense sèche ; FCSB : forêt claire et savane boisée ; SASa : savanes arborée et arbustive ; SASaP : Savanes arborée et arbustive pâturée ; Ha : habitation.

L'examen de cette figure 3 permet de confirmer la conversion des forêts claires et savanes boisées au profit des savanes arborées surpâturées. Cette figure permet aussi de constater que les forêts galeries sont demeurées relativement stables au cours de cette période.

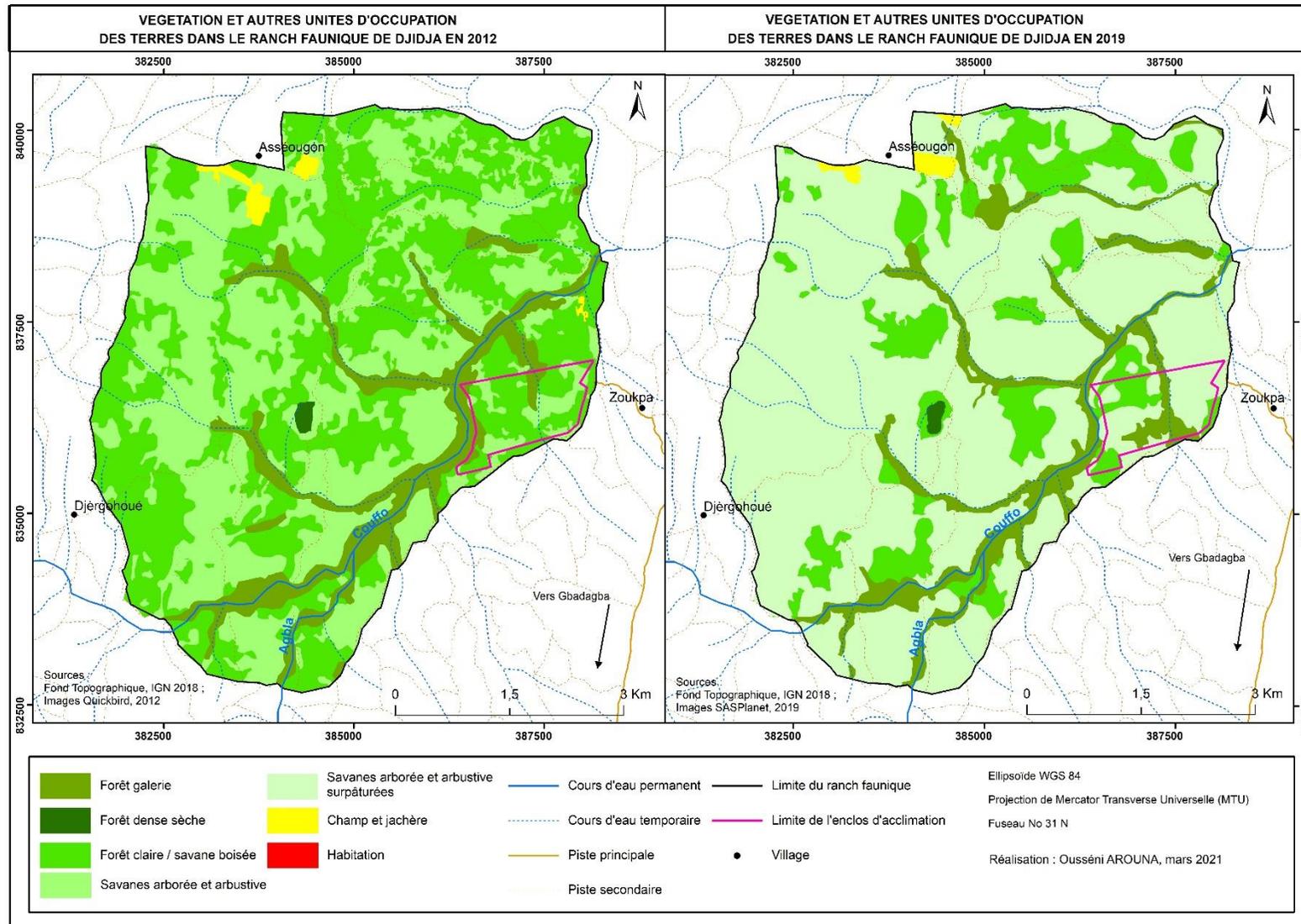


Figure 3 : Formations forestières et autres unités d'occupation des terres du ranch faunique de Djidja en 2012 et en 2019

3.1.2. Tendance évolutive des formations végétales du ranch faunique de Djidja

La tendance évolutive des formations forestières du ranch faunique de Djidja a été projetée à l’horizon 2030 en tenant compte du scénario tendanciel et du scénario idéal relatif à la mise en œuvre efficace du plan d’aménagement en prenant comme base les probabilités de transition.

3.1.2.1. Probabilités de transition des formations végétales de 2012 à 2019

Le tableau 2 présente les probabilités de transition des formations forestières et autres unités d’occupation des terres de 2012 à 2019.

Tableau 2 : Probabilités de transition des formations forestières et autres unités d’occupation des terres de 2012 à 2013

FFOT_2012	FFOT_2019						Total
	FG	FDS	FCSB	SASaP	CJ	HA	
FGFR	0,998	0,000	0,000	0,000	0,002	0	1,000
FDS	0	0,880	0,120	0	0	0	1
FCSB	0	0	0,230	0,765	0,004	0	1
SASa	0	0	0,160	0,836	0,004	0	1
CJ	0	0	0	0,635	0,365	0	1
HA	0	0	0	0	0	1	1

Légende : FFOT_2012 : Formations Forestières et autres unités d’occupation des terres en 2012 ; FFOT_2019 : Formations Forestières et autres unités d’occupation des terres en 2019 ; FG : forêt galerie ; FDS : forêt dense sèche ; FCSB : forêt claire et savane boisée ; SASa : savanes arborée et arbustive ; SASaP : Savanes arborée et arbustive surpâturée

L’examen du tableau 2 révèle que les probabilités de stabilité des formations forestières telles que les forêts galeries et les forêts denses sèches sont élevées. On peut penser que c’est le résultat du dispositif de surveillance mis en place par le projet PAGEFCOM. La probabilité de conversion des savanes arborées et arbustives en savanes arborées et arbustives surpâturées demeurent également élevée. Il est de même de la probabilité de conversion des forêts claires et des savanes boisées en savanes arborées et arbustives surpâturées.

Par contre les probabilités de conversion des formations ouvertes et des formations anthropiques en formations forestières demeurent faibles et parfois nulles notamment les probabilités de conversion des savanes arborées et arbustives en forêts denses sèches et en forêts claires et savanes boisées. Il est de même de la conversion des mosaïques de champs et jachères en formations forestières. La reconstitution des formations forestières dégradées serait difficile si la tendance actuelle est toujours maintenue.

3.1.2.2 Tendance évolutive des formations végétales selon deux scénarii

La tendance évolutive des formations végétales du ranch faunique de Djidja a été modélisée à l’horizon 2030 suivant deux scénarii : la tendance actuelle maintenue avec une faible mise en œuvre du plan d’aménagement et de gestion et le changement de tendance avec la mise en œuvre efficace dudit plan (Figure 4).

Si la tendance actuelle est maintenue notamment le surpâturage, la physionomie du ranch faunique de Djidja sera dominée à l'horizon 2030 par les savanes arborées et arbustives surpâturées. Les formations forestières notamment les forêts denses sèches disparaîtront. Le ranch faunique de Djidja sera un espace essentiellement surpâturé. Au nord-ouest du ranch faunique de Djidja notamment aux environs du village d'Asséougon, il y aura une extension des mosaïques de champs et de jachères. Cette extension des champs pourrait s'étendre sur tout le site du ranch faunique de Djidja à long terme. Si la tendance actuelle est maintenue les formations forestières constituées de forêts denses sèches et de forêts galeries connaîtront une diminution de 70 % de leur superficie à l'horizon 2030.

Si le plan d'aménagement de ce ranch faunique est efficacement mis en œuvre, la physionomie de cette forêt classée sera dominée par les forêts claires et savanes boisées et les savanes arborées et arbustives à l'horizon 2030. Les forêts denses sèches se retrouveront dispersées sur l'ensemble du ranch faunique de Djidja. Les forêts galeries seront aussi remarquablement représentées. Avec la mise en œuvre du plan d'aménagement et de gestion du ranch faunique, on peut espérer une reconstitution des habitats de la faune. Avec le scénario de mise en œuvre efficace du plan d'aménagement, la superficie de ces formations forestières passera de moins de 10 % en 2019 à 20 % en 2030.

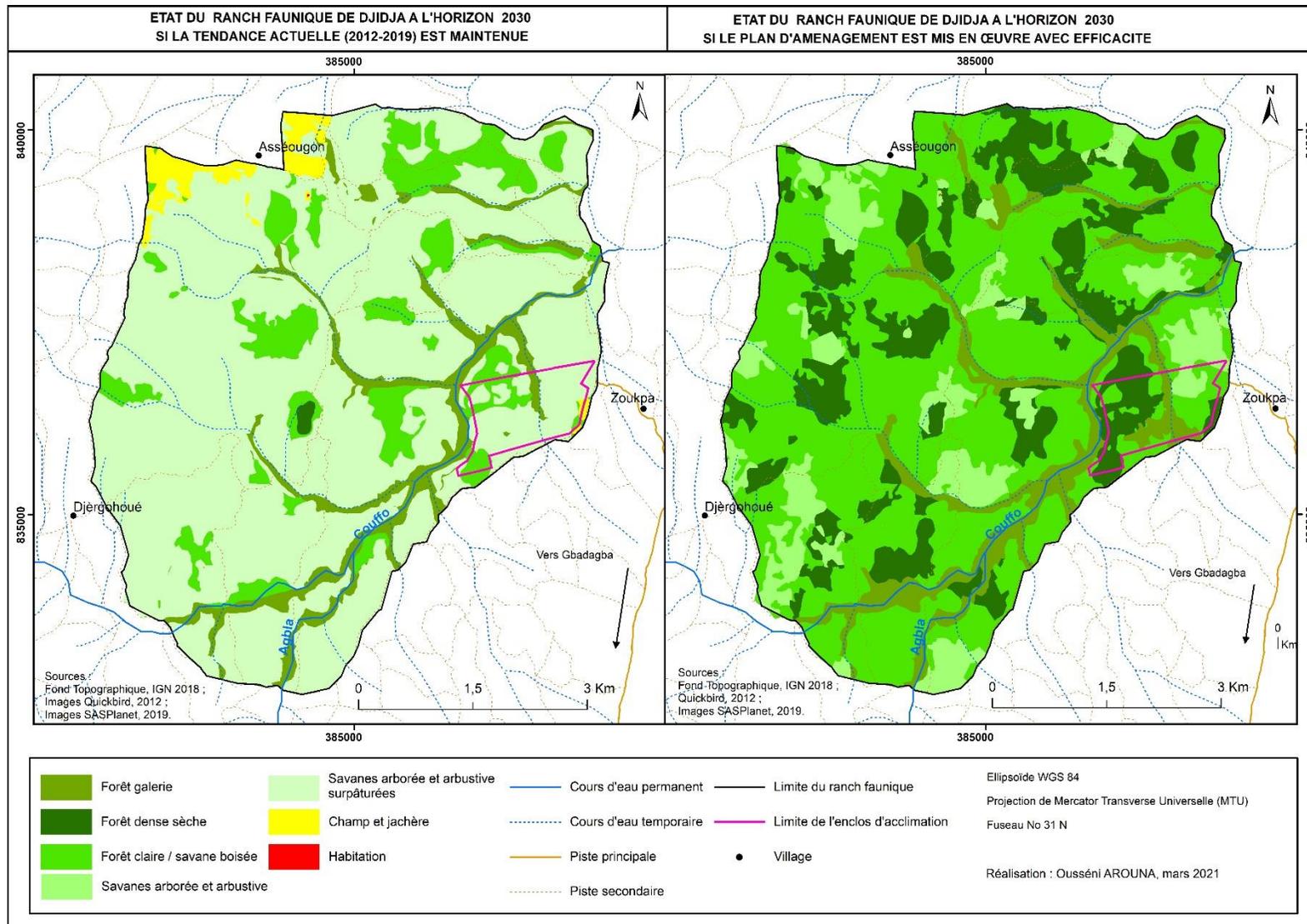


Figure 4 : Formations végétales et autres unités d'occupation des terres du ranch faunique de Djidja à l'horizon 2030

3.2. Discussion

Les données et les méthodes ainsi que les résultats obtenus ont été discutés.

3.2.1. Données et méthodes

Les principales données utilisées sont constituées d'images satellites. Il s'agit notamment des orthoimages Quickbird de 2012 et des images à très haute résolution spatiale téléchargées dans SAS planet. On peut penser que ces images ne sont pas issues du même capteur. Mais l'analyse diachronique de ces images n'a pas été faite pixel par pixel. C'est une analyse post-classification qui a été faite assurant ainsi la qualité des résultats obtenus (Arouna, 2017). La précision des résultats obtenus est également assurée par l'interprétation visuelle adoptée et le contrôle-terrain. Par ailleurs, la précision globale des cartes des formations forestières et des autres unités d'occupation des terres qui tournent autour de 90 % atteste bien la bonne précision des résultats obtenus (Mugisha et al., 2010).

La méthode de modélisation appliquée est basée sur la prospective opérationnalisée par des scénarii. Selon Agbanou (2018), le modèle prospectif a pour but d'imaginer les futurs possibles de l'occupation du sol suivant divers scénarios définis par l'utilisateur ; il constitue aujourd'hui un outil de planification et de gestion territoriale. Il s'agit alors d'un modèle bien adapté au contexte de la présente recherche. La méthode des scénarios en prospective est particulièrement bien adaptée à la prise en compte de la dimension temporelle des territoires (Houet, 2006).

3.2.2. Tendances évolutives des formations forestières

L'évaluation diachronique des formations forestières de 2012 à 2019 à partir des images satellites et la modélisation prospective des formations forestières à l'horizon 2030 laisse envisager la dégradation et la disparition des formations forestières si la tendance actuelle est maintenue et toute chose égale par ailleurs. De 2012 à 2019, il est constaté une dégradation des formations forestières en dépit des aménagements sommaires effectués par le projet PAGEFCOM et le système de surveillance que ce projet a mis en place. Ceci peut s'expliquer d'abord par la faible motivation des acteurs (Brédif & Simon, 2014) sur le terrain. Il en est de même des activités menées comme le pâturage, l'exploitation et la carbonisation dans le ranch faunique de Djidja pour les raisons de survie (PAGEFCOM, 2011).

Les activités anthropiques sont reconnues comme les facteurs directs de dégradation des formations forestières par plusieurs auteurs (Carr et al., 2005 ; UNEP, 2008 ; Arouna et al., 2011). Mais la pratique des activités anthropiques dans les aires protégées comme le ranch faunique est interdite. Si ces activités doivent être menées, elles doivent être encadrées par un plan d'aménagement et de gestion (RB, 1993).

A la lumière des résultats obtenus, l'hypothèse qui stipule que les opérations d'aménagement sommaire et le système de surveillance mis en place n'ont pas pu freiner la dégradation de l'habitat de la faune est alors vérifiée. Il faut alors interroger l'efficacité des opérations d'aménagement et du système de surveillance mis en place.

Les opérations d'aménagement sommaires ont consisté à ouvrir les pistes périmétrales. L'ouverture des pistes est reconnue comme un facteur important de déforestation (Rautner et al., 2013 ; Gillet et al., 2016). Face aux opérations d'aménagement qui ont fait découvrir les ressources forestières aux exploitants illégaux, il faut redynamiser le système de surveillance (Djogbénu, 2010).

4. CONCLUSION

L'évolution des formations forestières du ranch faunique de Djidja a été évaluée à partir des images satellites. Les résultats de cette évaluation ont révélé la régression des formations forestières au profit des formations végétales ouvertes et d'autres formations anthropiques. Les résultats de cette évaluation ont été les inputs de l'analyse prospective des formations forestières.

Si la tendance actuelle observée est maintenue avec une faible mise en œuvre du plan d'aménagement et de gestion du ranch faunique de Djidja, les formations forestières connaîtront une forte dégradation à court et à moyen termes. La mise en œuvre des documents d'aménagement et de gestion peut inverser cette tendance catastrophique. Dans ce cas de mise en œuvre efficace du plan d'aménagement, la physionomie de ce ranch faunique sera dominée par les forêts claires et savanes boisées.

Il est alors opportun de mettre en place un système de biomonitoring de ce ranch faunique. L'un des indicateurs les plus pertinents de ce suivi est l'état de l'habitat de la faune qui sera évalué périodiquement par des technologies géomatiques.

5. CONFLITS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt dans le cadre de la publication de cet article.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agbanou B.T., 2018. Dynamique de l'occupation du sol dans le secteur Natitingou-Boukombé (Nord-Ouest Bénin) : de l'analyse diachronique à une modélisation prospective. Thèse de Géographie, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II; Université d'Abomey-Calavi, 270 p .
- Arouna O., 2017. Changements de l'occupation des terres et nécessité de l'aménagement du territoire à l'échelle locale en Afrique (Cas de la Commune de Djidja au Bénin), L'Harmattan, Paris, France, 222 pages.
- Arouna O., Toko I. Djogbénou C.P. & Sinsin B., 2011. Comparative analysis of local populations' perceptions of socio-economic determinants of vegetation degradation in soudano-guinean area in Benin (West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **3**(7), 327–337.
- 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 et forêts des tropiques*, **299**(1), 15–25.
- Brédif H. & Simon L., 2014. Quelle place pour les acteurs locaux dans la gestion de la biodiversité ordinaire ? *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, **91**(1), 18–35.
- Carr L.D., Suter L. & Barberi A., 2005. Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. *Population and Environment*, **27**(1), 89–113.

- Djogbénu C.P., 2010. Analyse multicritère des Plans d'Aménagement et de Gestion participatifs des forêts classées au Bénin : développement d'un modèle durable. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 226p.
- Dudley N. (Editeur), 2008. Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. Gland, Suisse, UICN, 96p.
- Gillet P., Vermeulen C., Feintrenie L., Dessard H. & Garcia C., 2016. Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et études de cas, *Base*, **20**(2), 1–9.
- Houet T, 2006. Occupation des sols et gestion de l'eau : modélisation prospective en paysage agricole fragmenté (Application au SAGE du Blavet). Thèse en Géographie de l'Université Rennes 2, France, 370p.
- Lungren C. G., 2011. Plan de Gestion et d'Aménagement du Ranch Faunique Communal de Djidja. Rapport de mission, PAGEFCOM, Cotonou, Bénin, 66p.
- Mugisha S., Tenywa M.M. & Burt P. J. A., 2010. An improved technique for the prediction of optimal image resolution(s) for large-scale mapping of savannah ecosystems. *African Journal of Environmental Science and Technology*, **4**(10), 709–717.
- Nguingiri J.C., Czudek R., Julve Larrubia C., Ilama L., Le Bel S., Angoran E.J., Trebuchon J.-F et Cornelis D, 2017. Gérer les conflits entre l'homme et la faune sauvage en Afrique centrale et australe. *Unasylva* 249, **68**, 39–44.
- PAGEFCOM, 2011. Etude de la faisabilité financière, commerciale et socio-économique du Plan de Gestion et d'Aménagement proposé pour le Ranch Faunique Communal de Djidja. DGEFC, Cotonou, Bénin
- Rautner, M., Leggett, M., Davis, F., 2013. Le Petit Livre des grands moteurs de déforestation, Global Canopy Programme : Oxford, 202p.
- RB (République du Bénin), 1993. Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin. DFRN, Cotonou, Bénin, 26p.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2008. Africa: Atlas of Our Changing Environment. Division of Early Warning and Assessment (DEWA), UNEP, 393p.