

## Analyse Comparative De La Résilience De Deux Formations Forestières Exploitées : La Forêt De Baban Rafi Au Centre-Est Et Celle De Tientergou Au Sud-Ouest Du Niger

AMANI Abdou<sup>1\*</sup>, GARBA Assoumane<sup>2</sup>, ICHAOU Aboubacar<sup>1</sup>,  
MAHAMANE Ali<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN),

<sup>2</sup>Ministère de l'Environnement et de la lutte contre la désertification,

<sup>3</sup>Université de Diffa, Faculté des Sciences Agronomiques, BP 78, Diffa, Niger.

\* Corresponding author : AMANI Abdou, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger, BP

---

### Résumé :

L'étude a été réalisée sur deux forêts nigériennes, la forêt de Baban Rafi et celle de Tientergou, exploitées depuis plus de 20 ans selon l'approche marché rural de bois-énergie. L'objectif de ce travail est de déterminer si l'approche marché de bois régénère la forêt ou la dégrade. La méthodologie a consisté en une analyse croisée des données d'inventaires (antérieurs et actuels) et l'interprétation sous Arc Map des imageries satellitaires Landsat et Sentinel2. Les principaux résultats ont révélé une tendance régressive de brousses tigrées régulières, dégradées, de savanes arborée, arbustive et de formations ripicoles. Le respect des normes d'exploitation est observé à Baban Rafi contrairement à Tientergou où le prélèvement est supérieur au quota. La démographie ligneuse des espèces exploitées dans les deux forêts a été caractérisée par une augmentation de tiges et de volume sur pied de *Combretum micranthum* et une réduction de *C. nigricans*. A Tientergou, *C. nigricans* a presque disparu. La dynamique de régénération a montré que le massif de Baban Rafi est en pleine expansion alors que celui de Tientergou est vieillissant.

En définitive, les marchés ruraux de bois constituent un bel outil de gestion durable de forêts pour peu que les normes d'exploitation soient respectées.

**Mots clés :** marché rural de bois, quota, exploitation, Tientergou, Baban Rafi, Niger

**Abstract:** Comparative analysis of the resilience of two exploited forest formations: the forest of Baban Rafi in the Center-East and that of Tientergou in the South-West of Niger

The study was carried out on two Nigerian forests, the Baban Rafi forest and the Tientergou forest, exploited for more than 20 years according to the rural wood-energy market approach. The objective of this work is to determine if the wood market approach regenerates or degrades the forest. The methodology consisted of a cross analysis of inventory data (past and present) and Arc Map interpretation of Landsat and Sentinel2 satellite imagery. The main results showed a downward trend in regular tiger bush, degraded, of wooded savannah, shrub and riparian formations. Compliance with operating standards is observed at Baban Rafi unlike Tientergou where the levy is greater than the quota. The woody demography of the species exploited in both forests was characterized by an increase in stems and standing volume of *C. micranthum* and a reduction of *C. nigricans*. At Tientergou *C. nigricans* has almost disappeared. The dynamics of regeneration showed that the Baban Rafi massif is expanding while that of Tientergou is aging. Ultimately, rural timber markets are a good tool for sustainable forest management provided that the standards of exploitation are respected.

**Key words:** rural timber market, quota, exploitation, Tientergou, Baban Rafi, Niger

---

Date of Submission: 14-06-2021

Date of Acceptance: 28-06-2021

---

### I. Introduction

L'utilisation des ressources ligneuses à des fins énergétiques concerne, au Niger, plus de 98% des ménages pour les besoins culinaires. Les études filières réalisées en 1990 par le projet Energie II ont montré que la ville de Niamey consommait près de 133000 tonnes de bois par an. Les besoins en bois énergie de la ville de Niamey ont été estimés à 153000 tonnes en 1996 et 188063 tonnes en 2002. Les contributions de marchés ruraux ravitaillant le centre urbain de Niamey en bois étaient de 25000 tonnes en 1996 et 37898 tonnes en 2002 soit des taux de satisfaction respectifs de 16% et 20%<sup>1</sup>. Le reste des besoins est couvert par le système d'exploitation incontrôlé. Cette tendance va continuer si l'on ne prend des mesures d'atténuation notamment la substitution du bois-énergie par les énergies alternatives. Il devenait dès lors urgent de repenser la politique

d'intervention des Services de l'Environnement, sous peine d'assister à très brève échéance à la destruction massive des écosystèmes.

Pour renverser cette dégradation, l'Etat a initié plusieurs politiques d'aménagement forestier qui ont été appliquées dans les forêts classées de Guesselbodi, Gorou Bassounga et Faira en 1981 et la forêt protégée de Hamadidé en 1987. La politique la plus récente en matière d'aménagement des forêts est la Stratégie Energie Domestique (SED) mise en œuvre dans les années 1994 par le Projet Energie II et de 2001 à 2007 par le PAFN. La mise en œuvre de cette stratégie a permis, dès 1992, la création de douze marchés ruraux contrôlés sur le plateau de Tientiergou.

Après vingt ans de responsabilisation réelle et de participation effective des populations riveraines à la gestion durable des massifs forestiers, il est important de connaître l'impact des marchés ruraux sur la résilience de ces formations forestières ? Elle représente une étape d'évaluation des acquis et de validation des approches et méthodes de suivi environnemental des aménagements villageois.

Elle permettrait ainsi de savoir si les objectifs d'aménagement ont été atteints. Elle permet aussi de réajuster, optimiser et pérenniser les résultats. De ce fait, la problématique de cette étude s'articule autour de l'évaluation de la résilience des massifs forestiers en lien avec l'exploitation du bois à travers les marchés ruraux de bois-énergie.

## **II. MATERIEL ET METHODES**

### **2.1. Matériel**

#### **Sites d'étude**

La forêt de Baban Rafi Sud, vaste de 39000 ha, est située dans la partie Sud de la région entre les 13° et 13°20' de latitude Nord, 6°40' et 7°30' de longitude Est (figure 1). Elle est située dans le département de Madarounfa à environ 50 km de Maradi. La forêt de Baban Rafi Sud constitue le bloc forestier le plus vaste et le plus boisé de la région de Maradi. C'est une savane arbustive à Combrétacées. La flore est diversifiée surtout dans la partie Sud. La végétation ligneuse variée et dense en certains endroits, est composée principalement de Combrétacées.

Les grands ensembles d'unités géomorphologiques de la forêt sont la roche granitique, le Continental Hamadien, la formation du Quaternaire ancien et les dépôts récents du Quaternaire.

Trois types de sols se distinguent dans la zone : les sols ferrugineux lessivés en fer typique sur sable faiblement argileux, les sols ferrugineux peu lessivés à marbrure, à concrétions et les placages sablo-argileux issus d'alluvions à galets. Les concrétions s'associent souvent à un horizon envahi de larges plages jaunes coiffant un horizon blanc<sup>2</sup>.

Le climat est du type sahélo-soudanien avec une pluviométrie moyenne<sup>3</sup> de 550 à 600 mm.

Le site de Tientiergou est situé à 50 km au sud-ouest de Niamey et à 15 km à l'ouest de la ville de Say chef-lieu de la commune (figure 1). La végétation est une formation contractée située entre les longitudes 5°50' et 6°00' Est et la latitude 14°40' et 14°50' Nord. Le massif forestier de Tientiergou couvre une superficie de 31000 hectares exploités par 22 hameaux limitrophes. Il est subdivisé en plusieurs forêts villageoises dont la forêt villageoise de Tientiergou (2874,88 ha) et celle de Bango (1385,78 ha).

Les principales unités géomorphologiques sont la vallée traversée par le fleuve Niger, le versant, le glacis et le plateau dont le socle est soit granito magmatique ou formé par la bordure du Continental Terminal. Les sols rencontrés sont des sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés et les sols hydromorphes dans les bas-fonds et les cuvettes.

Le climat est de type sahélo-soudanien avec une pluviométrie variant de 400 à 600 mm.

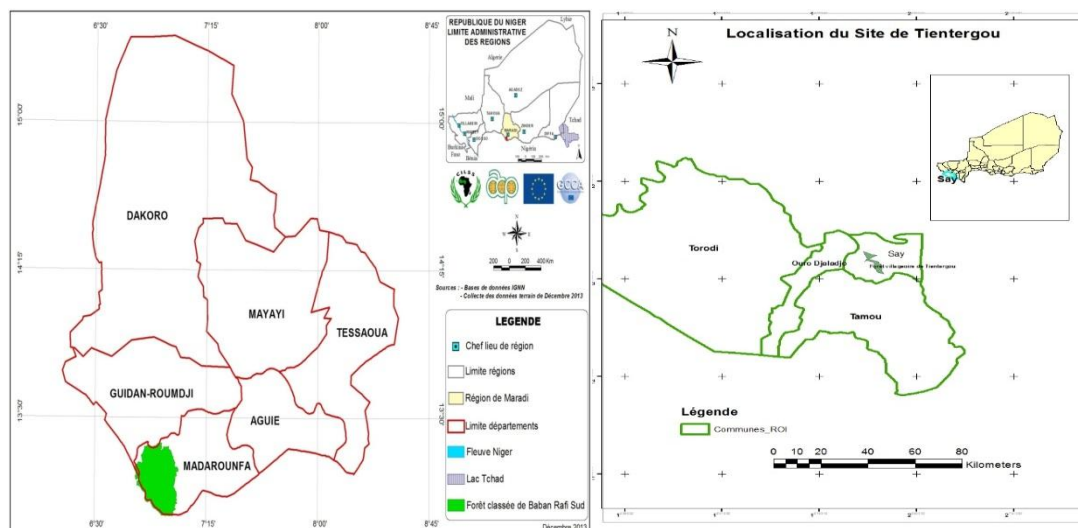


Figure 1: Localisations des sites d'études

## 2.2. Méthodes

La méthodologie a consisté d'abord à cartographier la dynamique des unités d'occupation de sol à partir des images satellites puis à analyser et traiter des données brutes issues des inventaires antérieurs et enfin à réaliser un inventaire de vérification sur les 2 formations forestières.

### 2.2.1. Cartographie d'occupation des sols de la forêt de Baban Rafi et de Tientergou

Les cartes d'occupation des sols des forêts de Baban Rafi et Tientergou ont été réalisées par interprétation, suivant la méthode non supervisée, d'images satellitaires LANDSAT et Sentinel2 de 2017. Six scènes ont été nécessaires pour couvrir les deux zones à cartographier.

Pour couvrir l'entièreté de la zone d'étude, quatre images Landsat et deux images Sentinel-2 ont été nécessaires. Les 9 bandes multispectrales du capteur TM et les 13 du Sentinel-2 permettent de bien différencier les différentes formations végétales et unités d'occupation du sol. Les résolutions spatiales (30 m et 10 m) sont adaptées à l'échelle de travail (1/500 000), couverture exhaustive et récente. Ces images présentent l'avantage d'être disponibles gratuitement sur internet (<http://glovis.usgs.gov>).

Les comptes numériques de chacun des canaux ont été transformés en réflectance à partir des informations données par le capteur afin d'accélérer les traitements, sans pour autant entamer la qualité de la classification.

Le traitement a été effectué sous Arcgis suivant la méthode de classification non supervisée : traitement par la méthode de IsoDATA Cluster des canaux 2, 3, 4, 5 et 8. Le principal avantage de cette technique est la stabilisation du nombre de classes quand les centres de gravité des classes ne peuvent plus être séparés statistiquement. Cette méthode a été privilégiée parce que dans la phase de prospection sur ces données, les informations spectrales provenant du terrain n'étaient pas encore disponibles. La classification fonctionne de façon itérative à partir de deux paramètres (nombre d'itération et le nombre de classes souhaitées).

La stratification ainsi obtenue a été interprétée à partir d'images Google Earth afin de retrouver les classes d'occupation des sols définies au préalable dans la nomenclature. Pour chacune des images Landsat et Sentinel-2, une classification satisfaisante a été obtenue dans la mesure où des ensembles spatiaux homogènes se distinguaient nettement et correspondent parfaitement à la typologie établie.

Après une première classification, un filtre majoritaire a été passé afin d'éliminer les petites unités non représentatives.

### 2.2.2. Analyse des données d'inventaires antérieurs.

#### 2.2.2.1. Inventaires forestiers réalisés dans la forêt de Tientergou

##### ➤ Inventaire réalisé en 1990

Réalisé par le Projet Energie II, l'inventaire a porté sur les 31000 ha. Le plan de sondage adopté était systématique, non stratifié à un degré suivant des placettes de 20 m sur 50 m. Il a été inventorié 186 placettes disposées selon une équidistance de 400 m le long des layons. Le taux de sonde a été de 0,06%. Six classes de diamètres à 20 cm du sol ont été retenues : 4 à 8 cm (classe 1); 8 à 14 cm (classe 2) (14 à 20 cm (classe 3) ; 20 à 30 cm (classe 4), 30 à 40 cm (classe 5) et > 40 cm (classe 6).

##### ➤ Inventaire réalisé en 2013

C'est un inventaire réalisé selon un sondage systématique non stratifié<sup>4</sup>. Un effectif de 50 placettes de 20 m sur 50 m a été inventorié sur une superficie de 4260,66 ha soit un taux de sondage de 0,14%.

### 2.2.2.2. Inventaires forestiers réalisés dans la forêt de Baban Rafi.

#### ➤ Inventaires réalisés entre 1990 et 1997

Trois inventaires forestiers classiques ont été réalisés dans cette forêt entre 1990 et 1997 et ont servi à élaborer le plan de gestion 1997-2003 : (1) l'inventaire effectué en 1990 par le projet SALAMA/CARE en collaboration avec le Projet Energie II. Cet inventaire a concerné les 2/3 nord de la forêt de Baban Rafi sud où 134 placettes de 20 m sur 50 m ont été explorées soit un taux de sondage de 0,07%. En 1993 un inventaire complémentaire (2) a été exécuté dans les forêts villageoises de Sarkin Yama Sofoua et Chirgué où 68 placettes ont été échantillonnées, soit un taux de sondage de 0,25%. Ce second inventaire permettait en fait de vérifier les changements qui avaient eu lieu depuis 1990 à Sarkin Yamma et pour couvrir la partie sud de la forêt notamment la forêt villageoise de Chirgué qui n'avait pas été couverte auparavant ; (3) le troisième inventaire a été effectué par le Projet Energie II en 1997 et a couvert toute la forêt de Baban Rafi. Il a été échantillonné 312 placettes soit un taux de de 0,08%.

#### ➤ Inventaire réalisé en 2003

Un inventaire forestier classique a été réalisé en 2003 par le Projet Aménagement des forêts Naturelles (PAFN) pour mettre en place le plan de gestion 2004-2012. L'inventaire est de type systématique à un degré avec des placettes de 1000 m<sup>2</sup> (50 m x 20 m) disposées selon une maille rectangulaire de 625 m x 400 m. Cet inventaire a couvert toute la forêt. L'objectif fixé était de donner la composition et la structure du peuplement pour ensuite estimer le volume total de bois disponible. Au total, 1560 placettes ont été mises en place sur 39000 ha soit un taux de sondage de 0,4%.

Pour l'ensemble de ces inventaires, les classes de diamètres retenues étaient les mêmes définies lors de l'inventaire de Tientiergou en 1990.

### 2.2.3. Inventaire de vérification

Un inventaire de vérification a été réalisé en Juillet-Août 2017 dans les deux forêts. Un effectif de 50 placettes de 20 m sur 50 m a été inventorié sur une superficie de 1000 ha soit un taux de sondage de 0,5%. Dans la forêt de Baban Rafi, la superficie explorée a concerné 6 forêts villageoises que sont Dan Taro, Badaria, Galadi, Maidokoki, Baguega et Sarkin Yamma. Les forêts villageoises échantillonnées ont connu 3 rotations d'exploitation à Baban Rafi (1997, 2004 et 2013). Quant à la forêt de Tientiergou, la partie sondée a fait l'objet de 4 rotations (1992, 1998, 2004, 2010)

Les paramètres mesurés sont le diamètre à 20 cm du sol, le nombre de tiges, le nombre de souches vivantes et souches mortes, la hauteur, le diamètre du houppier et la régénération. Les paramètres calculés sont le recouvrement, la densité, la richesse spécifique totale (S et l'indice (JI) de similitude de Jaccard<sup>5</sup>.

Le taux de recouvrement (R) des espèces ligneuses en pourcentage (%) est obtenu par la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{r \times 100}{s} \text{ avec } r = \frac{\pi}{4} \times \sum_{i=1}^n d_i^2 r = \text{recouvrement de l'ensemble des individus de la placette (m}^2\text{)} ; d_i = \text{diamètre moyen du houppier de l'individu } i \text{ (m)} ; s = \text{superficie de la placette (m}^2\text{)}.$$

La densité en tiges (N) exprimée en tiges par hectare (Tiges/ha) est déterminée par le nombre total de tiges dans chaque placette suivant la formule :

$$d = n/Sn = \text{nombre total de tiges inventoriées dans la placette} / \text{superficie de la placette en hectare.}$$

**L'indice de similitude de Jaccard (JI) :** l'indice de Jaccard est le rapport entre le nombre d'espèces communes et le nombre total d'espèces :

$$JI = \frac{C}{A+B-C}$$

A et B représentent respectivement les nombres d'espèces recensées sur le site A et le site B. C désigne le nombre d'espèces communes aux deux sites. L'indice de Jaccard varie de 0 à 1. Une valeur proche de 1 indique une forte similarité entre les sites<sup>6</sup>.

La capacité de régénération du peuplement a été évaluée en fonction du pourcentage du taux de régénération du peuplement (TRP) et de l'importance spécifique de régénération. Le TRP est donné par le rapport en pourcentage entre l'effectif total des jeunes plants et l'effectif total du peuplement.

$$TRP = \frac{\text{Effectif des jeunes plants}}{\text{Effectif total du peuplement}}$$

Un taux de 50% indique un peuplement en équilibre où il y a autant de jeunes plants que d'adultes ; un taux < 50% montre un peuplement vieillissant ; un taux > 50% correspond à un peuplement en pleine expansion<sup>7</sup>.

L'importance spécifique de régénération (ISR) : l'importance spécifique de régénération est le rapport en pourcentage entre l'effectif des jeunes plants d'une espèce et l'effectif total des jeunes plants dénombrés<sup>8</sup>.

$$\text{ISR} = \frac{\text{Effectif des jeunes plants d'une espèce}}{\text{Effectif total des jeunes plants inventoriés}}$$

Dans cette étude, sont considérés comme jeunes plants tous les sujets dont le diamètre à 20 cm du sol est inférieur à 4 cm.

L'estimation des volumes sur pied(en stère) a été faite au moyen des tarifs de cubages élaborés<sup>8,9</sup>.

### III. Résultats

#### 3.1. Dynamique d'occupation de sol

La situation des unités d'occupations de 1995 à 2017 (Tableau 1) indique que les zones habitées, les sols nus et les cordons ripicoles sont restés constants alors que les cultures pluviales ont connu une augmentation d'environ 16%. La savane arborée a régressé de 12% tandis que la savane arbustive a enregistré une augmentation de 11,39%

**Tableau 1 :** Evolution des unités d'occupation de sol de 1995 à 2017

Classes	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
	1995		2002		2016	
<b>Cordon rupicoles</b>	1308	2,17	1121	1,86	1221	2,02
<b>Cultures pluviales</b>	14793	24,49	20549	34,02	24336	40,30
<b>Jachère</b>	1575	2,61	1059	1,75	267	0,44
<b>Ravin</b>	269	0,44	266	0,44	232	0,38
<b>Savane arborée</b>	21952	<b>36,35</b>	11587	<b>19,19</b>	6864	<b>11,37</b>
<b>Savane arbustive</b>	20135	<b>33,34</b>	25347	<b>41,97</b>	27012	<b>44,73</b>
<b>Sol nu</b>	264	<b>0,44</b>	367	<b>0,61</b>	358	<b>0,59</b>
<b>Zone habitée</b>	99	<b>0,16</b>	99	<b>0,16</b>	104	<b>0,17</b>
<b>Total</b>	<b>60394</b>	<b>100,00</b>	<b>60394</b>	<b>100,00</b>	<b>60394</b>	<b>100,00</b>

De 1990 à 2006, le paysage a connu d'une part une réduction sensible de la brousse tigrée dégradée (+43%) et d'autre part une augmentation de la brousse tigrée régulière (+29%) et une légère augmentation des sols nus (+14%). De 2006 à 2017, ces unités n'ont pas connu d'évolution.

**Tableau 2 :** Evolution des unités d'occupation de sol de 1990 à 2017

Unités	Superficie 1990	%	Superficie 2006	%	Superficie 2017	%
	(ha)		(ha)		(ha)	
<b>Brousse tigrée dégradée</b>	542,01	18,55	286,62	9,97	288,72	10,04
<b>Brousse tigrée régulière</b>	2313,46	80,47	1469,65	51,12	1470,92	51,16
<b>Plan d'eau</b>	0	0	0,14	0,00	0,14	0,00
<b>Sol nu</b>	19,41	0,68	1118,48	38,91	1115,10	38,79
<b>Superficie Totale</b>	<b>2874,88</b>	<b>100</b>	<b>2874,88</b>	<b>100,00</b>	<b>2874,88</b>	<b>100,00</b>

#### 3.2. Historique d'exploitation de bois de chauffe

L'analyse des prélèvements de bois comparés aux quotas définis dans les plans de gestion des 6 forêts villageoises échantillonnées du massif de Baban Rafi de 2000 à 2012 a montré que les quotas ont été respectés globalement à l'exception des 3 forêts villageoises qui ont enregistré des dépassements entre 2000 et 2002 (Tableau 3) : Galadi (11%), Maidokoki (6%) et SarkinYamma (13%). Au niveau de la forêt villageoise de Baguéga le prélèvement a été en deçà du quota (5%).

Dans le massif forestier de Tientiergou par contre les quantités exploitées de bois ont été 3 à 4 fois supérieures au quota au niveau de la forêt villageoise de Tientiergou entre 2003 et 2012 (Tableau 4). Dans la forêt villageoise de Bango, le prélèvement qui était de 3 fois le quota entre 2003 et 2005 a atteint 6 fois le quota entre 2006 et 2008.

**Tableau 3 :** Evolution des quantités de bois exploité sur six marchés ruraux de bois de la forêt de Baban Rafi de 2000 à 2012

Périodes	Quota et quantité exploité (Stères) par marché rural				
	Dan Taro	Badaria	Galadi	Maidokoki	Baguéga

Quota						
2000-2002	7611	1047	5189	4314	4318	1672
2004-2006	7478	609	6577	4516	1901	634
2007-2009	6085	609	6823	3856	2704	959
2010-2012	8003	609	2454	4219	1601	970
Quantité exploitée						
2000-2002	7611	1047	5778	4563	4120	1885
2004-2006	7478	609	6577	4516	1901	634
2007-2009	6085	609	6823	3856	2704	959
2010-2012	8003	609	2454	4219	1601	970
Ecart observé (QE-QA) /QA (%)						
2000-2002	0	0	11	6	-5	13
2004-2006	0	0	0	0	0	0
2007-2009	0	0	0	0	0	0
2010-2012	0	0	0	0	0	0

QA : quota attribué ; QE : quantité exploitée

**Tableau 4 :** Evolution des quantités de bois exploité sur deux marchés ruraux de bois de la forêt de Tientiergou de 2003 à 2012

Périodes	Quota et quantité exploitée (Stère) par marché rural	
	Tientiergou	Bango
Quota		
2003-2005	3300	2060
2006-2008	3300	1280
2009-2011	3300	-
2012	1100	-
Quantité exploitée		
2003-2005	9137	5213
2006-2008	13353	8144
2009-2011	13731	-
2012	3938	-
Ecart observé (QE-QA) /QA (%)		
2003-2005	177	153
2006-2008	305	536
2009-2011	316	-
2012	258	-

QA : quota attribué ; QE : quantité exploitée

### 3.3. Composition floristique

Lors de l'inventaire de 2003 dans la forêt de Baban Rafi, il a été recensé un effectif de 51 espèces ligneuses réparties en 21 familles.

Dans la forêt de Tientiergou, 21 espèces réparties en 11 familles ont été recensées en 1990.

Sur la base des résultats des 50 relevées réalisés dans chacune des deux formations forestières, 39 espèces ligneuses ont été recensées dans la forêt de Baban Rafi et 21 espèces dans celle de Tientiergou.

Dans la forêt de Baban Rafi les 39 espèces ligneuses sont réparties en 15 familles. Sur la base du nombre d'espèces, les familles les plus représentées sont les Mimosaceae avec 9 espèces, les Combretaceae (5 espèces), les Capparaceae (5 espèces) et les Caesalpiniaceae (4 espèces). Dans la forêt de Tientiergou, les familles les mieux représentées selon le critère du nombre d'espèces sont les Combretaceae (4 espèces), les Mimosaceae avec 3 espèces et les Capparaceae (3 espèces).

S'agissant de la similarité de la végétation ligneuse, les 2 communes partagent 16 espèces communes d'où une similarité de faible de 36,36% (Tableau 5).

**Tableau 5 :** Liste des espèces ligneuses inventoriées sur les sites de Baban Rafi et de Tientiergou

Espèces	Familles	TP	Site de BabanRafi				Site Tientiergou			
			EIA	EJP	TRP	ISR	EIA	EJP	TRP	ISR
<i>Acacia ataxacantha</i>	Mimosaceae	Lmp	8	3	0,02	0,04	5	5	0,08	0,22
<i>Acacia erythrocalyx</i>	Mimosaceae	Lmp	24	5	0,04	0,06	6	0	0,00	0,00
<i>Acacia machrostachya</i>	Mimosaceae	mp	14	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Acacia senegal</i>	Mimosaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Acacia sieberiana</i>	Mimosaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Albizia chevalieri</i>	Mimosaceae	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Anogeissusleiocarpa</i>	Combretaceae	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Balanitaceae	mp	-	0	0,00	0,00	1	0	0,00	0,00
<i>Bombax costatum</i>	Bombacaceae	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Bosciaangustifolia</i>	Capparaceae	mp	1	0	0,00	0,00	177	9	0,14	0,40
<i>Bosciasalicifolia</i>	Capparaceae	mp	11	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Boscia senegalensis</i>	Capparaceae	mp	32	23	0,18	0,29	238	85	1,28	<b>3,78</b>
<i>Cassia sieberiana</i>	Caesalpiniacea	mp	4	3	0,02	0,04	7	5	0,08	0,22
<i>Combretumglutinosum</i>	Combretaceae	mp	6	3	0,02	0,04	2	0	0,00	0,00
<i>Combretummicranthum</i>	Combretaceae	mp	1458	387	2,99	<b>4,95</b>	1927	438	6,61	<b>19,50</b>
<i>Combretumnigricans</i>	Combretaceae	mp	901	713	5,51	<b>9,12</b>	274	204	3,08	<b>9,08</b>
<i>Commiphoraaficana</i>	Burseraceae	mp	11	10	0,08	0,13	-	0	0,00	0,00
<i>Crossopteryxfebrifuga</i>	Rubiaceae	mp	3	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Croton gratissimus</i>	Euphorbiaceae	mp	-	0	0,00	0,00	166	5	0,08	0,22
<i>Dichrostachys cinerea</i>	Mimosaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Entada africana</i>	Mimosaceae	mp	2	0	0,00	0,00	1	0	0,00	0,00
<i>Feretiaapodanthera</i>	Rubiaceae	mp	6	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Gardeniasokotensis</i>	Rubiaceae	mp	204	126	0,97	1,61	361	76	1,15	<b>3,38</b>
<i>Grewia bicolor</i>	Tiliaceae	mp	41	23	0,18	0,29	-	0	0,00	0,00
<i>Grewia flavescens</i>	Tiliaceae	mp	29	73	0,56	0,93	4	0	0,00	0,00
<i>Guiera senegalensis</i>	Combretaceae	mp	2300	6373	49,26	<b>81,49</b>	1187	1403	21,17	<b>62,47</b>
<i>Gymnema sylvestre</i>	Asclepiadaceae	mp	6	0	0,00	0,00	5	3	0,05	0,13
<i>Isobertliniadoka</i>	Caesalpiniacea	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Lanneaacida</i>	Anacardiaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Lanneafructifosa</i>	Anacardiaceae	mp	-	0	0,00	0,00	1	0	0,00	0,00
<i>Lanneamicrocarpa</i>	Anacardiaceae	mp	1	0	0,00	0,00	1	0	0,00	0,00
<i>Leptadeniahastata</i>	Asclepiadaceae	Lmp	-	0	0,00	0,00	3	0	0,00	0,00
<i>Maeruaangolensis</i>	Capparaceae	mp	8	0	0,00	0,00	2	0	0,00	0,00
<i>Maerua crassifolia</i>	Capparaceae	mp	4	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00

Espèces	Familles	TP	Site de BabanRafi				Site Tientiergou			
			EIA	EJP	TRP	ISR	EIA	EJP	TRP	ISR
<i>Opiliacelidifolia</i>	Opiliaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Piliostigmareticulatum</i>	Caesalpiniaceae	mp	4	76	0,59	0,97	1	11	0,17	0,49
<i>Prosopis africana</i>	Mimosaceae	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Sclerocaryabirrea</i>	Anacardiaceae	mp	11	3	0,02	0,04	-	0	0,00	0,00
<i>Securidicalongepedunculata</i>	Polygalaceae	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Senna singueana</i>	Caesalpiniaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Sterculiasetigera</i>	Sterculiaceae	mp	1	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Strychnos innocua</i>	Loganiaceae	mp	6	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Xeroderrisstuhlmannii</i>	Fabaceae	mp	2	0	0,00	0,00	-	0	0,00	0,00
<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae	mp	-	0	0,00	0,00	12	2	0,03	0,09
<b>Total</b>			<b>5116</b>	<b>7821</b>	<b>60,45</b>	<b>100</b>	<b>4381</b>	<b>2246</b>	<b>33,89</b>	<b>100</b>

**EIA : effectif des individus adultes ; EJP : Effectif des jeunes plants ; ISR : Importance spécifique de régénération ; TP : type biologique ; TRP : taux de régénération du peuplement. Lmp : Lianes microphanérophyte ; mp : microphanérophyte**

### 3.4. Structure et démographie ligneuse

Dans la forêt de Baban Rafi, l'effectif des tiges par ha toutes espèces confondues a évolué de 976 à 1210 de 1997 à 2003 soit une augmentation de 44% (Tableau 6). Quant aux espèces exploitées, les effectifs de *Combretum micranthum*, *G. senegalensis* ont connu une augmentation respective de 40% et 16% alors l'effectif de *C. nigricans* a connu une réduction de 16%. De 2003 à 2017, la densité des tiges a évolué de 1210 à 1975 soit une augmentation de 63%. Les effectifs des trois espèces exploitées *C. micranthum*, *C. nigricans* et *G. senegalensis* ont augmenté respectivement de 92%, 19% et 36%. La densité du petit bois a augmenté de 88% en 1997 à 97% en 2017. S'agissant des espèces exploitées, la fréquence de moyen et gros bois de *C. micranthum* a connu une augmentation de 27% en 1997 à 45% en 2017. La fréquence du moyen et gros bois de *C. nigricans* a enregistré une réduction de 60% à 38% de 1997 à 2017. La fréquence du moyen et gros bois de *G. senegalensis* a chuté de 6% à moins de 1% de 1997 à 2017.

**Tableau 6 : Evolution des densités de tiges de 1997 à 2017 dans la forêt de Baban Rafi**

Période d'inventaire	Espèces	Densités des tiges vivantes par classes de diamètre			Total
		Petit bois	Moyen et gros bois	% Moyen et gros bois	
		4 à 8 cm	≥ 8 cm		
1991-1997	<i>C. micranthum</i>	504,00	33	27	537,00
	<i>C. nigricans</i>	230,00	73	60	303,00
	<i>G. senegalensis</i>	61,00	7	6	68,00
	Autres espèces	60,00	8	7	68,00
	<b>Toutes espèces</b>	<b>855,00</b>	<b>121</b>	<b>100</b>	<b>976,00</b>
	Pourcentage	<b>88</b>	<b>12</b>		<b>100</b>
2003	<i>C. micranthum</i>	726,44	26,66	40	753,11
	<i>C. nigricans</i>	208,49	21,15	32	229,64
	<i>G. senegalensis</i>	151,76	2,11	3	153,86
	Autres espèces	57,81	15,91	24	73,72



	Toutes espèces	1144,50	65,83	100	1210,33
	Pourcentage	95	5		100
2017	<i>C. micranthum</i>	1419,40	25,8	45	1445,20
	<i>C. nigricans</i>	251,20	21,8	38	273,00
	<i>G. senegalensis</i>	209,80	0	0	209,80
	Autres espèces	37,80	9,4	16	47,20
	<b>Toutes espèces</b>	<b>1918,20</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>1975,20</b>
	Pourcentage	97	3		100

Dans le massif forestier de Tientiergou, l'effectif total des tiges par ha a évolué de 920 à 623 de 1997 à 2003 soit une réduction de 32% (Tableau 7). Les effectifs de *C. micranthum*, *C. nigricans* ont connu une réduction respective de 2% et 96% alors l'effectif de *G. senegalensis* a connu une augmentation de 33%. De 2003 à 2017, la densité des tiges a évolué de 623 à 1435 soit une augmentation de 130%. L'effectif de *C. micranthum* a plus que doublé alors que celui de *C. nigricans* plus que quintuplé. L'effectif de *G. senegalensis* est resté stationnaire. La densité du petit bois toutes espèces confondues a augmenté de 90% en 1997 à 99% en 2017. En ce qui concerne les espèces exploitées, la fréquence du moyen et gros bois de *C. micranthum* est restée constante (29 à 30%) de 1997 à 2017. Les fréquences du moyen et gros bois de *C. nigricans* et *G. senegalensis* ont enregistré des réductions respectives de 78% et 100%.

**Tableau 7 :** Evolution des densités de tiges de 1997 à 2017 dans la forêt de Tientiergou

Période d'inventaire	Espèces	Densités des tiges vivantes par classes de diamètre			Total
		Petit bois	Moyen et gros bois	% Moyen et gros bois	
		4 à 8 cm	≥ 8 cm		
1990	<i>C. micranthum</i>	359,27	26,65	29	385,92
	<i>C. nigricans</i>	174,80	20,7	23	195,49
	<i>G. senegalensis</i>	154,64	9,55	11	164,20
	Autres espèces	140,76	33,63	37	174,39
	<b>Toutes espèces</b>	<b>829,47</b>	<b>90,53</b>	<b>100</b>	<b>920,00</b>
	Pourcentage	90	10		100
2013	<i>C. micranthum</i>	375,69	2,93	50	378,62
	<i>C. nigricans</i>	7,93	0	0	7,93
	<i>G. senegalensis</i>	217,93	0,86	15	218,79
	Autres espèces	16,03	2,06	35	18,10
	<b>Toutes espèces</b>	<b>617,59</b>	<b>5,86</b>	<b>100</b>	<b>623,45</b>
	Pourcentage	99	1	0	100
2017	<i>C. micranthum</i>	944,20	4,4	30	948,60
	<i>C. nigricans</i>	43,00	0,8	5	43,80
	<i>G. senegalensis</i>	232,20	0	0	232,20
	Autres espèces	200,40	9,6	65	210,00
	<b>Toutes espèces</b>	<b>1419,80</b>	<b>14,8</b>	<b>100</b>	<b>1434,60</b>
	Pourcentage	99	1	0	100

L'évolution du volume total sur pied des deux peuplements forestiers (Tableau 8) révèle qu'à Baban Rafi, le volume sur pied est relativement constant de 1997 à 2017 (9,61 à 9,65 stères/ha) tandis qu'à Tientiergou le volume s'est pratiquement réduit de moitié de 1990 à 2007 (10,35 à 5,86 stères/ha). Alors que le volume sur pied est essentiellement dominé par le petit bois à Tientiergou de 2013 à 2017, le moyen et gros bois représente plus du tiers du volume global à Baban Rafi. En ce qui concerne la contribution des espèces exploitées dans ce volume sur pied, on note une augmentation de *C. micranthum* de 35 à 46% à Baban Rafi alors que *C. nigricans* et *Guiera senegalensis* ont enregistré une réduction. La même tendance à l'augmentation du volume sur pied de *C. micranthum* est remarquée au niveau de Tientiergou également de 1990 à 2017. Il faut noter qu'à Tientiergou *C. nigricans* a enregistré une forte réduction de 24 à 6% de 1990 à 2017.

**Tableau 8 : Biomasse ligneuse de bois sur pied dans les forêts de Baban Rafi et de Tientiergou de 1997 à 2017**

Site de Babanrafi					Site de Tientiergou					
Période d'inventaire	Espèces	Volume (Stère/ha)			Période d'inventaire	Espèces	Volume (Stère/ha)			
		Petit bois	Moyen et gros bois	Total			Petit bois	Moyen et gros bois	Total	
				Pourcentage					Pourcentage	
1991-1997	<i>C. micranthum</i>	2,4	0,93	3,33	1990	<i>C. micranthum</i>	2,1	0,82	2,93	
		0		35			1		28	
		3,1					1,7			
	<i>C. nigricans</i>	7	1,47	4,63		<i>C. nigricans</i>	6	0,68	2,45	24
		0,3		6			1,2		17	
	<i>G. senegalensis</i>	6	0,26	0,62	<i>G. senegalensis</i>	4	0,48	1,73	17	
	Autres espèces	0,6	0,72	1,35	Autres espèces	2,3	0,91	3,25	31	
	Toutes espèces	6,3		14	Toutes espèces	7,4		10,3	31	
		5	3,26	9,61	100		5	2,90	5	100
2003	<i>C. micranthum</i>	2,4	0,59	2,99	2013	<i>C. micranthum</i>	1,3	0,06	1,44	
		0		41			8		29	
		1,1					0,9			
	<i>C. nigricans</i>	4	0,70	1,84		<i>C. nigricans</i>	9	0,04	1,03	21
		0,4		8			1,1		25	
	<i>G. senegalensis</i>	5	0,11	0,56	<i>G. senegalensis</i>	9	0,05	1,24	25	
	Autres espèces	0,8	1,45	2,24	Autres espèces	1,1	0,05	1,23	25	
	Toutes espèces	4,5		31	Toutes espèces	4,7		4,94	100	
		9	2,73	7,31	100		4	0,20	4,94	100
2017	<i>C. micranthum</i>	3,8	0,56	4,43	2017	<i>C. micranthum</i>	1,6	0,07	1,76	
		7		46			9		30	
		1,4					1,0			
	<i>C. nigricans</i>	6	0,75	2,21		<i>C. nigricans</i>	5	0,04	1,09	19
		0,5		6			1,0		19	
	<i>G. senegalensis</i>	2	0,04	0,56	<i>G. senegalensis</i>	5	0,04	1,09	19	
	Autres espèces	0,8	1,90	2,78	Autres espèces	1,8	0,08	1,92	33	
	Toutes espèces	6,5		29	Toutes espèces	5,6		5,87	100	
		3	3,12	9,65	100		3	0,23	5,87	100

L'analyse diagnostique du peuplement forestier du massif de Baban Rafi montre qu'il est en expansion que traduit le taux de régénération de 60,45% où *G. senegalensis* contribue pour 49%. Les semis naturels de *G. senegalensis* et *C. nigricans* représentent 90% des jeunes plants du peuplement. Après la coupe, 93% des souches rejettent contre 7% qui meurent. Cette mortalité affecte plus *C. nigricans*. Le couvert forestier de l'ordre de 51% est dominé par *C. micranthum* (29%) et *G. senegalensis* (13%). La densité des tiges exploitables est dominée par *C. micranthum* (84%) et *C. nigricans* (7%).

Dans la forêt de Tientiergou, le peuplement est vieillissant (TRP=34%). La régénération par semis naturels est constituée de 62% de jeunes plants de *G. senegalensis* et de 19% de ceux de *C. micranthum*. La mortalité des souches assez élevée (18%) affecte essentiellement *C. micranthum* et *C. nigricans*. Le recouvrement de 37% est dominé par *C. micranthum* et *G. senegalensis*. Les tiges exploitables proviennent essentiellement de *C. micranthum* et *G. senegalensis* (tableau 9).

**Tableau 9 : Récapitulatif de quelques indicateurs de la résilience des massifs forestiers de Baban Rafi et Tientiergou**

Site	Espèces	Recouvrement (%)	Mortalité des souches (%)	TRP (%)	ISR (%)	Densité des tiges d'avenir	Densité des tiges exploitables	Pourcentage des tiges d'avenir	Pourcentage des tiges exploitables
Baban Rafi	<i>C. micranthum</i>	28,87	1	2,99	4,95	1183,4	261,8	71	84
	<i>C. nigricans</i>	6,23	4	5,51	9,12	251,2	21,8	15	7
	<i>G. senegalensis</i>	13,27	2	49,26	81,49	200,4	9,4	12	3
	Autres espèces	2,35	1	2,69	4,44	28,2	19	2	6

Total	50,72	7	60,45	100	1663,2	312	100	100	
Tientiergou	<i>C. micranthum</i>	23,21	9	6,61	19,5	883,8	64,8	67	54
	<i>C. nigricans</i>	0,73	5	3,08	9,08	43	0,8	3	1
	<i>G. senegalensis</i>	10,33	3	21,17	62,47	224	8,2	17	7
	Autres espèces	2,94	1	3,03	8,95	163,2	46,8	12	39
	Total	37,21	18	33,89	100	1314	120,6	100	100

ISR : Importance spécifique de régénération ; TRP : Taux de régénération du peuplement

## IV. DISCUSSION

### 4.1. Dynamique des unités d'occupation de sol

Les forêts de Baban Rafi et Tientiergou se sont structurées sous l'influence de plusieurs facteurs au nombre desquels le climat, la croissance démographique et les modifications induites par l'homme à travers ses pratiques de gestion des ressources naturelles notamment l'exploitation du bois-énergie. Le climat et la croissance démographique associés aux modes d'exploitation des ressources naturelles agissent pour déterminer un gradient de dégradation des unités d'occupation des sols<sup>11</sup>.

Ainsi, au niveau de la forêt de Baban Rafi, la classe des savanes (arborée et arbustive) a connu une augmentation globale entre les deux dates. Cependant, la savane arborée a régressé entre 1995 et 2017. On observe un véritable mitage de cette classe au profit de la savane arbustive. La savane arborée a perdu environ 11,93% de sa superficie initiale avec une tendance qui semble s'accélérer entre 2006 et 2017.

Au niveau de la forêt Tientiergou, les unités d'occupation de sol restent contrastées avec une réduction sensible de la brousse tigrée dégradée (plus de 43%) et une augmentation de la brousse tigrée régulière (plus 29%) et une légère augmentation des sols nus du sol nu (plus de 14%). Toutefois, on note un ralentissement progressif voire une stagnation des différentes unités d'occupation sur l'ensemble de la période 2006-2017.

### 4.2. Historique d'exploitation de bois, dynamique, structure et démographie ligneuse

Les prélèvements de bois de chauffe effectués de 2003 à 2012 sur les deux forêts villageoises de Tientiergou et de Bango qui ont varié de 3 à 6 fois les quotas ont mis en évidence le mauvais fonctionnement des structures locales chargées de gérer ces deux forêts. Ce dysfonctionnement révèle que 95% des bûcherons ne connaissent pas les quotas et presque tous ne respectent pas la période de coupe<sup>4</sup>. Or, le respect des normes d'exploitation notamment le quota, le diamètre d'exploitation, la nature, la hauteur et la période de coupe constitue la clé de réussite d'un aménagement forestier. En effet, tout dépassement excessif de quota dans un peuplement forestier est susceptible à long terme de compromettre la résilience de ce milieu c'est-à-dire sa capacité à revenir à un état normal de fonctionnement et de structure. Bien que la résilience soit difficile à mesurer en raison du caractère transdisciplinaire du concept, elle est mesurée en écologie par la disparition d'une partie ou de toutes les espèces d'un écosystème<sup>12</sup>. En effet, les symptômes typiques de la dégradation des terres sont la raréfaction voire la disparition de la flore herbacée et arborée et la réduction de la taille des arbres qui résistent<sup>13</sup>. C'est à ce constat qu'on assiste dans le massif forestier Tientiergou avec des espèces comme *Commiphora africana*, *Lannea acida*, *Acacia machrostachya*, *Prosopis africana*, *Piliostigma reticulatum*, *Anogeissus leiocarpa*, *Sclerocayabirrea*, *Bombax costatum* qui ont quasiment disparu ou sont devenues très rares. Dans la forêt de Baban Rafi, la situation n'est certes pas alarmante mais les espèces *Bombax costatum*, *Combretum fragans*, *Commiphora pedunculata*, *Daniellia oiveri*, *Isobertia adoka*, *Prosopis africana*, *Tamarindus indica*, *Azelia africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Voacanga africana*, *Euphorbia poissoni*, *Strychnos innocua*, *Strychnos spinosa* sont également devenues rares ou en voie de disparition. La flore ligneuse des deux massifs est dominée par les microphanérophytes ce qui confirme le statut savanicole des deux formations. S'agissant de la dynamique des trois espèces exploitées, il ressort que, dans les deux massifs forestiers, les effectifs globaux des tiges de *C. micranthum* et *G. senegalensis* ont connu une augmentation. Par contre, au niveau de *C. nigricans*, bien que les effectifs aient diminué, l'espèce dispose encore d'un effectif important à Baban Rafi. Cependant, à Tientiergou, l'exploitation a quasiment fait disparaître cette espèce jadis emblématique de ce milieu. Même en termes de volume sur pied, *C. micranthum* a enregistré une augmentation alors que *C. nigricans* en a connu une réduction aussi bien à Baban Rafi qu'à Tientiergou. Mais la réduction de *C. nigricans* est quasi totale à Tientiergou. La réduction sélective de *C. nigricans* est due au fait que son bois est très apprécié des consommateurs et son feuillage est exploité comme fourrage en période de soudure<sup>14</sup>. S'agissant de la capacité de régénération par graine des deux milieux exploités, il ressort que la forêt de Baban Rafi est en pleine expansion avec un taux de régénération de plus de 60% contrairement à celle de Tientiergou qui est en état de vieillissement (34% de taux de régénération). Cette régénération est entretenue

essentiellement par *G. senegalensis* et *Combretum nigricans* à Baban Rafiet *G. senegalensis* et *C. micranthum* à Tientiergou. En ce qui concerne la multiplication végétative, 93% des tiges coupées rejettent bien à Baban Rafi contre 82% à Tientiergou. La forte mortalité constatée dans le massif de Tientiergou est essentiellement due au non-respect de la nature et de la période de coupe<sup>4</sup>. Mais cette mortalité peut être amplifiée par le type de sol. En effet, sur les plateaux les sols observés sont squelettiques de types régosols et lithosols formés sur grès argileux du Continental Terminal<sup>15</sup>. Ces sols ne favorisent pas un bon développement racinaire et une bonne alimentation hydrique des ligneux surtout pendant la saison sèche qui est la période de coupe. Mais, si le sol peut favoriser la mortalité des souches après coupe sur les plateaux de Tientiergou, il en est autrement à Baban Rafi où le sol est sableux, drainant et profond. Sur ce type de sol le système racinaire des ligneux est bien développé ce qui favorise la bonne survie des souches après coupe.

## V. Conclusion

Cette étude conduite sur la résilience de deux forêts exploitées, il y a plus de 20 ans, dans le cadre de la Stratégie Energie Domestique, a montré que le respect des normes d'exploitation, notamment le quota et la période de coupe, est la clé de réussite de tout aménagement forestier. La forêt de Baban Rafi en constitue une illustration concrète d'un milieu ayant maintenu sa résilience contrairement à celle de Tientiergou qui présente les symptômes d'un écosystème dégradé.

## Références

- [1]. **Hamidil A., 2004.** Etat de lieux de la Stratégie Energie Domestique au Niger, 71p.
- [2]. **Ali M, Saadou M, Bakasso Y, Abassa I, Aboubacar I, Karim S. 2007.** Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristiques de la végétation dans la commune de Gabi (région de Maradi, Niger). Science et changements planétaires / Sécheresse. 2007 ;18(4):296-304. Doi :10.1684/sec.2007.0105
- [3]. **Ichaou A., 2004 :** La caractérisation des formations des bas-fonds et de plaines sableuses : un préalable pour une meilleure connaissance de leur dynamique de régénération. MHE/LCD. PAFN, Niamey/Niger. 91 p.
- [4]. **Hassane H., 2013.** Problématique de la gestion communautaire des massifs forestiers au Niger : cas du massif forestier de Tientiergou. Centre Régional Agrhymet. Mémoire présenté en vue de l'obtention du mastère en gestion intégrée des ressources en Eau et Environnement, 71 p.
- [5]. **Jaccard P., 1901.** Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. In : Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 37, 547-579.
- [6]. **Magurran A. E., 2004.** Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd., 247 p.
- [7]. **Poupon H., 1980.** Structure et dynamique de la strate ligneuse des steppes sahéliennes au Nord du Sénégal. ORSTOM éd. (Etudes et thèses), Paris, 307 p.
- [8]. **Akpo L.E & Grouzis M., 1996.** Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). Webbia, 50, 247-263.
- [9]. **Burillon, G., 1991.** Formation au traitement de l'inventaire des ressources ligneuses du massif de Maradi. Rapport de mission. Centre Technique Forestier Tropical, France.
- [10]. **Ichaou A., 2000.** Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'Ouest nigérien. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse III, Toulouse, 216 p.
- [11]. **Chaibou, I et Banoïn, M. 2008.** Analyse diachronique et structurale du paysage agricole de la zone de transition de la réserve transfrontalière de biosphère du W au Niger. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, (62) 34-47
- [12]. **André D., Damienne P., 2007.** « La résilience : un concept pour la gestion des risques », Annales de géographie 2007/2 (n° 654), p. 115-125. DOI 10.3917/ag.654.0115
- [13]. **Toutain B., Guervilly T., Le masson A., Roberge G., 2006.** Leçons de quelques essais de régénération des parcours en région sahélienne. Sécheresse, 17 (1) : 72-75.
- [14]. **Amani A., 2004.** Fonctionnement biologiques et hydriques de l'espèce *Combretum nigricans* Lepr Ex. Guill & Perrot dans diverses conditions situationnelles du Niger : Atouts et contraintes de sa régénération. Université de Bamako, IPR/IFRA de Katibougou, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Eaux et forêts, 59 p.
- [15]. **Ambouta JMK. 1997.** Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. In Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes Forestiers Contractés Sahéliens, d'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R (éds). John LibbeyEurotext : Paris ; 41-57.

Hammed, K. O, et. al. "Comparative Characteristics on Morphology of Three Strains of Commercial Meat-type Chickens." *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 14(6), 2021, pp. 31-37.