



Annales de l'Université de Parakou

ISSN 1840-8494 / eISSN 1840-8508

Parakou, Bénin

Série « Sciences Naturelles et Agronomie » Juin 2019, Volume 9, Numéro 1



Chèvre de race Djallonké avec une portée de quadruplés à Parakou, au quartier Banikanni. Photo : Toukourou Youssouf (Août 2016).

La chèvre domestique (*Capra hircus* ou *Capra hircus hircus*, Linnaeus, 1758) est une espèce de mammifère herbivore ruminant, appartenant à la famille des bovidés, sous-famille des caprins. Malgré la bonne prolificité de la race, la portée est généralement limitée à deux (2) chevreaux. En 1975 toutefois, un paysan a exhibé une brebis avec une portée de quintuplés vivants à une foire au Togo (Amegee, 1983).

Annales de l'Université de Parakou

Revue publiée par le Vice Rectorat chargé de la Recherche Universitaire (RU/UP)

Université de Parakou, BP 123 Parakou (Bénin) ; Tél/Fax : (229) 23 61 07 12

Email : revue.sna.annaes-up@fa-up.bj

Dépôt légal N° 11901 du 23/12/2019, 4ème trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin

ISSN 1840-8494 / eISSN 1840-8508

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Comité d'édition

Président : Dr Prosper GANDAHO, Professeur titulaire

Vice-Président : Dr O. Holden FATIGBA, Maître de Conférences Agrégé

Membres :

Dr Ibrahim ALKOIRET TRAORE,
Professeur titulaire

Dr C. Ansèque GOMEZ, Maître de
Conférences

Dr Diane GANDONOU, Assistante

Comité d'impression :

Dr Erick Virgile AZANDO, Maître
de Conférences

Dr Sosthène AHOTONDJI, Assitant

Mr B. Ahmed KIMBA

Mr Kayodé Roland CHABI

Mr Wilfried ETEKA

Comité de Publication Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Directeur de Publication :

Dr Samadori S. Honoré BIAOU,
Maître de Conférences

Secrétaire de publication :

Dr Youssouf TOUKOUROU, Maître
de Conférences

Membres :

Dr Rodrigue V. Cao DIOGO, Maître
de Conférences

Dr Gilles NAGO, Maître Assistant

Dr Franck HONGBETE, Maître de
Conférences

Comité de lecture

Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Comité scientifique

Prof A. AHANCHEDE (Malherbologie, Bénin)	Prof J.C.T. CODJIA (Zoologie, Bénin)
Prof A. AKOEGNINO (Botanique, Bénin)	Prof K. AKPAGANA (Ecologie Végétale, Togo)
Prof A. FANTODJI (Biologie de la reproduction, Côte d'Ivoire)	Prof L. J. G. VAN der MAESEN (Botanique, Pays-Bas)
Prof A. SANNI (Biochimie et de Biologie Moléculaire, Bénin)	Prof M. BOKO (Climatologie, Bénin)
Prof B. BIAO (Economie, Bénin)	Prof M. C. NAGO (Biochimie Alimentaire, Bénin)
Prof B. SINSIN (Ecologie Végétale et Animale, Bénin)	Prof M. OUMOROU (Ecologie Végétale, Bénin)
Prof D. KOSSOU (Phytotechnie, Bénin)	Prof N. FONTON (Biométrie, Bénin)
Prof E. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin)	Prof P. ATACHI (Entomologie, Bénin)
Prof F. A. ABIOLA (Ecotoxicologie, Bénin)	Prof Ph. LALEYE (Hydrobiologie, Bénin)
Prof G. A. MENSAH (Zootechnie, Bénin)	Prof R. GLELE KAKAI (Biométrie et Statistiques, Bénin)
Prof G. BIAOU (Economie Rurale, Bénin)	Prof R. MONGBO (Sociologie Rurale, Bénin)
Prof J. HOUNHOUNGAN (Technologie Alimentaire, Bénin)	Prof S. A. AKPONA (Biochimie, Bénin)
Prof J. LEJOLY (Ecologie Tropicale, Belgique)	Prof S. ADOTE-HOUNZANGBE (Parasitologie, Bénin)
Prof J. ZOUNDJIEKPON (Génétique, Bénin)	Prof S. ALIDOU (Sciences de la Terre, Bénin)
Prof J.C. GANGLO (Foresterie, Bénin)	Prof V. AGBO (Sociologie, Bénin)

Annales de l'Université de Parakou

Revue publiée par le Vice Rectorat chargé de la Recherche Universitaire (RU/UP)

Université de Parakou, BP 123 Parakou (Bénin) ; Tél/Fax : (229) 23 61 07 12

Email : revue.sna.anales-up@fa-up.bj

Dépôt légal N° 11901 du 23/12/2019, 4ème trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin

ISSN 1840-8494 / eISSN : 1840-8508

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Sommaire - Volume 9, Numéro 1 (Juin 2019)

Contenu et auteurs	Pages
Diversity and distribution of sweet potato weevils (<i>Cylas spp.</i>) in southern Benin	1-10
Régina KOTCHOFA, Hugues BAIMEY, André FANOUE, Lionel ZADJI, Epiphane SODJINOUE	
Community perceptions of the risk factors of maternal and child malnutrition in the district of Zè, Benin	11-20
Eunice NAGO, Dada GUEYE, D. Sylvain DABADÉ, Augustin AOUDJI	
Profil de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des communes de Dangbo et de Tori-Bossito au Sud-Bénin	21-32
Jaurès H.F. LOKONON, Waliou B. A. AMOUSSA HOUNKPATIN	
Diversité floristique et connaissances des usages rituels et médicinaux des espèces végétales dans la ville de Cotonou, Bénin	33-42
Olou Toussaint LOUGBEGNON	
Impact des changements climatiques sur les revenus des ménages agricoles au Bénin : Evidence basée sur l'application du modèle Ricardien	43-54
Epiphane SODJINOUE, Saïd K. HOUNKPONOU	
Migrations agricoles et stratégies de reconquête du patrimoine familial au Togo : cas des Kabyè dans la région des Plateaux	55-66
Konga PALASSI	
Cartographie et analyse spatiale de la dégradation des terres dans le sud-est du Togo : une approche basée sur la télédétection	67-78
Koffi Djagnikpo KPEDENOUE, Zakariyao KOUMOI	
Accès au crédit et performance économique et financière des exploitations de l'Union Nationale des Producteurs de Soja au Centre du Bénin	79-94
Ayidé Aristide Armel DOSSOU, Fifanou G. VODOUHE, Rosaine N. YEGBEMEY, Jacob A. YABI	

Evaluation de l'état actuel et les principales menaces de la Forêt sacrée Badja au sud-ouest du Bénin : Proposition des stratégies de conservation	95-106
Alexis Bokon AKAKPO, Elie Antoine PADONOU, Achille E. ASSOGBADJO, Romain L. GLELE-KAKAI	
Efficacité d'extraits aqueux de plantes pour le contrôle des thrips sur différents cultivars de niébé (<i>Vigna unguiculata</i>) au Nord-Ouest du Bénin	107-122
Saliou BELLO, K. A. COULIBALY, O. A. BABALAKOUN, J. ZOUNDJIHEKPON	
Rentabilité de la production du riz sous différentes mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) au Nord Bénin	123-132
Kassimou ISSIAKA, Clarisse TAMA, Jacob Afouda YABI	
Production maraîchère à Banikoara au Nord Bénin : Acteurs et pratiques pour la durabilité du système de production	133-140
Rodrigue V. C. DIOGO, Bignon T. C. TAMA	
Instructions aux auteurs	141-148



Diversity and distribution of sweet potato weevils (*Cylas* spp.) in southern Benin

Régina KOTCHOFA*, Hugues BAIMEY, André FANOU, Lionel ZADJI, Epiphane SODJINOU

Faculty of Agronomy, University of Parakou, P.O. Box 123. Route de l'Okpara, Parakou, Benin

Reçu le 06 Janvier 2019 - Accepté le 13 Mai 2019

Diversité et distribution des charançons de la patate douce (*Cylas* spp.) dans le sud-Bénin

Résumé : Les charançons de la patate douce (PD), *Cylas* spp. sont d'importants ravageurs de la PD dans le monde et particulièrement en Afrique. Ils causent des dégâts à la culture suite à leur alimentation et à leur reproduction. Cette étude a été entreprise pour identifier les espèces de *Cylas* inféodées à la production de PD dans le sud-Bénin et pour évaluer la distribution des insectes dans les zones d'étude. Une prospection a été conduite d'Octobre à Décembre 2015 dans quinze communes des départements du Mono, du Couffo, de l'Ouémé et du Plateau dans les zones agro-écologiques 6, 7 et 8 du sud-Bénin. Les charançons adultes ont été collectés seuls en vrac mais aussi à partir de tiges et de racines tubéreuses infestées. Les tiges et les racines tubéreuses de PD ont été incubées au laboratoire pour l'émergence d'insectes adultes. Deux espèces de *Cylas* ont été identifiées: *C. puncticollis* Boheman et *C. brunneus* Schoenherr. *Cylas puncticollis* a été observé dans 82,70% du total des échantillons collectés et a été trouvé dans toutes les communes prospectées, tandis que *C. brunneus* a été observé dans 17,42% des échantillons et a été uniquement observé dans les communes d'Adjohoun, de Bopa, de Houéyogbé, d'Ifangni et de Klouékanmè. La plus grande incidence ($100,00 \pm 0,00\%$) et la plus faible incidence ($0,00 \pm 0,00\%$) ont été enregistrées avec *C. puncticollis* et *C. brunneus*, respectivement, dans les communes d'Aplahoué, de Comè, de Sakété, d'Adja-Ouèrè et de Toviklin. Tous les producteurs de PD ont utilisé uniquement des boutures de tige pour la plantation, avec 10% d'entre eux traitant le matériel de plantation avec des insecticides chimiques. Quatre-vingt pourcent des producteurs utilisent le matériel de plantation pris de leurs propres champs alors que 20% l'obtenaient de champs voisins soit gratuitement, soit par achat. Cette étude nous a donné des informations plus détaillées sur l'identité et la distribution des charançons de la patate douce au Bénin et était indispensable pour l'établissement de mesures de lutte contre eux.

Mots clés : Patate douce, *Cylas puncticollis*, *Cylas brunneus*, identification, distribution, incidence, Bénin.

Abstract: Sweet potato (SP) weevils, *Cylas* spp. are important pests of SP throughout the world and particularly in Africa. They cause damage to the crop as a result of their diet and reproduction. This study was undertaken to identify species of *Cylas* attached to SP production in southern Benin and to assess the distribution of the insects in study areas. A survey was conducted from October to December 2015 in fifteen districts of the departments of Mono, Couffo, Ouémé and Plateau in agro-ecological zones 6, 7 and 8 of Southern Benin. Weevil adults were collected alone in bulk but also along with infested vines and tuberous roots. Sweet potato vines and tuberous roots were incubated in laboratory for emergency of insect adults. Two species of *Cylas* were identified: *C. puncticollis* Boheman and *C. brunneus* Schoenherr. *Cylas puncticollis* were observed in 82.70% of total samples collected and were found in all districts prospected while *C. brunneus* were observed in 17.42% of the samples and were observed only in the districts of Adjohoun, Bopa, Houéyogbé, Ifangni and Klouékanmè. The highest incidence ($100.00 \pm 0.00\%$) and the lowest incidence ($0.00 \pm 0.00\%$) were recorded with *C. puncticollis* and *C. brunneus*, respectively, in the districts of Aplahoué, Comè, Sakété, Adja-Ouèrè and Toviklin. All SP farmers used only vine cuttings for planting, with 10% of them treating planting material with chemical insecticides. Eighty percent of farmers use planting materials taken in their own fields whereas 20% obtain them from neighboring fields either free of charge or purchase

them. This study gave use more detailed information on the identity and distribution of sweet potato weevils in Benin and was useful for the establishment of control measures against them.

Keywords: Sweet potato, *Cylas puncticollis*, *Cylas brunneus*, identification, distribution, incidence, Benin.

1. Introduction

Sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) is a very important crop considering its nutritional, agronomic, medicinal and other properties, but also considering the income generated by its production. It is the seventh most important and underexploited food crop in the world (Bhattarai, 2015; ELzubeir et al., 2018). In Benin, SP ranks third among root and tuber crops after yams and cassava (MAEP, 2016).

Unfortunately, the production of SP is affected by many abiotic and biotic stresses (Okonya et al., 2014; Rukarwa, 2014; Doussouh, et al., 2016). Sweet potato weevils of the genus *Cylas* are very important constraints because of the extent of damage they cause to the crop (Korada et al., 2010; Tanzubil, 2015). They are known to cause crop yield losses of up to 100% (Fuglie, 2007; Nderitu et al., 2009; Ehisianya et al., 2011; Okonya et al., 2016). Losses have been recorded in several African countries such as Uganda (Mwanga et al., 2009), Kenya (Nderitu et al., 2009), Ghana (Tanzubil, 2015), Nigeria (Tewe et al., 2003) and others (CAB International, 2005). They are able to damage every harvestable part of the plant with devastating consequences for poor farmers leading to low income and reduced food security (Magira, 2003). Attacked tuberous roots (main edible part of plant), have on their surface black spots due to the holes created by the adult female of the insect to lay its eggs. The holes are closed immediately after spawning by black excrement which renders the tuberous roots unfit for consumption and thereby depreciate their market value (CIP 2013; Stathers et al., 2013). An unpleasant odor and a bitter taste characterize also attacked tuberous roots in response to a defense reaction against SP weevils (Stathers et al., 2003; Varin et al., 2009). The insect larvae are the most dangerous stage of the insect. They feed by creating galleries within tuberous roots or stems depending on which part of the plant the eggs were laid on (Dhaliwal, 2017).

Several control methods have been developed against the pest around the world including cultural methods (Korada et al., 2010; Mansaray et al., 2015), host plant resistance (Stevenson et al. 2009; Korada et

al., 2010; Adom et al., 2018), biological control (Korada et al., 2010; Baimey et al., 2017), biotechnological approaches, use of semiochemicals, botanical pesticides (Korada et al., 2010), chemical pesticides (Korada et al., 2010; Damalas et Eleftherohorinos, 2011) and integrated management approach that combines two or more of these methods (Tang and Cheke, 2008). The control methods identified against the insect in Benin are mainly based on cultural practices including crop rotation, fallowing and the use of healthy cuttings. Chemical control is also practiced by the use of non-homologous insecticides directed against the pests of other crops such as cotton, maize or vegetable crops.

Wolfe (1991) reported that the distribution of *Cylas* species varies with the region and Hue and Low (2015) observed variation of the degree of infestation from region to region. Proper identification of *Cylas* spp., and information on their distribution and method of dissemination are essential for a control program to be successful (van Lenteren, 2000; Tanzubil, 2015).

The two African sweet potato weevil species are *Cylas puncticollis* and *C. brunneus* (Smit and van Huis, 1998; Anyanga et al., 2013). Studies conducted in Benin reported the presence of the insect in SP fields (Zinsou et al., 2010, Baimey et al., 2017) but no published information is available on the diversity and distribution of it. This study was undertaken to survey for the species of *Cylas* attached to SP production in southern Benin, to provide information on the pests' distribution in the study zone and to determine some practices used by farmers which can explain the presence of weevils. This study will be of great importance for SP weevils' control.

2. Materials and methods

2.1. Districts prospected

In Benin, SP is cultivated countrywide but mostly in the Atlantic and Ouémé departments which alone account for more than 50% of national production (FAO-STAT, 2015). Surveys were conducted in southern Benin in the departments of Ouémé, Plateau, Mono, Couffo and Atlantic during cropping season from October to December 2015. A total of 32 sites belonging to 15 districts and located in three different agro-ecological zones (the land of bar zone named Zone 6, the depression zone named Zone 7 and the fisheries zone named Zone 8) were prospected. Agro-ecological zones

* Auteur Correspondant : kotchofaregina@yahoo.fr
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

include districts which are characterized by the same constraints (PANA-Bénin, 2007). The geographical positions of the sites were recorded using a hand-held Garmin GPSMAP64s device.

2.2. Collection of sweet potato weevils in districts prospected

Sweet potato fields of sizes 0.5 ha to 2 ha were surveyed for *Cylas* spp. In each field, following the two diagonals, samples of infected SP tuberous roots and vines and also adults of *Cylas* spp. were collected at every 3 m. Sweet potato weevils were also collected in SP stores, in local markets and also at roadsides. Infested SP tuberous roots and vines presented external feeding and ovipositional punctures or black spots on the surface (Hue and Low, 2015), characteristic signs of infestation with *Cylas* spp.

At each prospective site, the samples were placed separately in clean polythene 5 L plastic boxes with

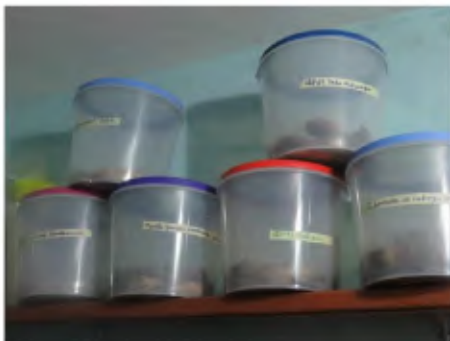
pre-drilled lids in a single hole and covered with wire mesh to prevent the weevils from escaping from the boxes and to promote the air exchange. These boxes were labeled and transported to the laboratory. The incidence x of each species of the pest in each district was calculated as:

$$x = \frac{\text{number of fields infested with the pest species}}{\text{total number of fields prospected}} \times 100$$

2.3. Incubation of samples collected

Sweet potato tuberous root and vine samples collected during the survey were incubated in 25-L plastic boxes under laboratory conditions (Figure 1) at temperatures of 27-30°C. One box was used per sample. After emergence, insect adults were transferred into new 25-L boxes containing fresh SP tuberous roots.

(A)



(B)



(C)



(D)



Figure 1: Incubation of infected sweet potato tuberous roots in laboratory for weevils' collection for identification: (A) incubation of infected tuberous roots, (B) Adults of weevils that emerged from tuberous roots, (C) damages on tuberous roots surface, and (D) Damages inside tuberous roots.

[Incubation des racines tubéreuses de patate douce infestées, au laboratoire, pour la collecte des charançons en vue de l'identification] : (A) incubation des racines tubéreuses infestées, (B) Adultes de charançons émergés des racines tubéreuses, (C) dégâts sur la surface des racines tubéreuses, et (D) dégâts à l'intérieur des racines tubéreuses.

2.4. Identification of sweet potato weevils collected

To identify SP weevils that emerged from the new boxes, around 19 insect adults (males and females)/sample were transferred into 25 ml-plastic vials containing 70% alcohol. In total, 13 samples of insects were obtained from samples collected in the departments of Mono (Bopa, Comè and Houéyogbé), Couffo (Aplahoué, Klouékanmè and Toviklin), Ouémé (Adjohoun) and of the Plateau (Ifangni, Sakété and Adja-Ouèrè).



Figure 2: Distinctive feature of the male (left) and female (right) adults of *Cylas puncticollis* based on their antennae [Caractéristique distinctive du mâle (à gauche) et de la femelle (à droite) des adultes de *Cylas puncticollis* sur la base de leurs antennes]

2.5. Some sweet potato production practices

During the survey, in each SP field, farmers were questioned on origins and types of planting materials used, and whether the planting materials were treated or not before planting.

2.6. Statistical data analyzes

Incidence data were subjected to an analysis of variance (ANOVA) with the R software, version 3.5.1. Means were compared with the Student Newman-Keuls test at the 5% level. Figures were generated with Excel spreadsheet 2007. A distribution map of *Cylas* spp. was produced by kriging using ArcGIS Geostatistical Analyst, version 9.0.

3. Results

3.1. Sweet potato weevil species identified

Two species of SP weevils were identified from SP vines and tuberous roots and also SP weevil samples collected in southern Benin. These are: *Cylas puncti-*

The insect samples were sent to the insect museum of the International Institute of Tropical Agriculture, Cotonou station, Benin for identification to species level by Dr. Georges Goergen. The identification was done based on the morphological features of the insect adults (Figure 2) under a stereomicroscope (CETI, 40x) based on some parameters of the insect adults: shape and size of distal antennal segment, color of body, head, thorax, elytra (Musana et al., 2016; Okonya et al., 2016).

collis Boheman and *C. brunneus* Schoenherr (Coleoptera: Brentidae). Figure 3 shows the males and females of both species.

3.2. Incidence of sweet potato weevils in southern Benin

Figure 4 shows that SP weevils were present in 10 districts out of the 15 surveyed. Significant differences ($P < 0.05$) in the insects' incidence were observed where there were present. *Cylas puncticollis* was present in all 10 districts and remained the only specie encountered in the districts of Aplahoué, Comè, Sakété, Adja-Ouèrè and Toviklin. In these districts, the lowest incidences ($0.00 \pm 0.00\%$) were recorded for *C. brunneus* while the highest incidences ($100.00 \pm 0.00\%$) were recorded for *C. puncticollis*. The lowest incidence ($14.28 \pm 0.00\%$) of *C. puncticollis* was recorded in the district of Houéyogbé as well as the highest incidence ($85.71 \pm 0.00\%$) for *C. brunneus*. The incidence of *C. brunneus* was higher ($P < 0.05$) in Bopa and Houéyogbé than that of *C. puncticollis*.

(A)



(B)



(C)



(D)



Figure 3: Sweet potato weevil species associated with sweet potato production in southern Benin (A and B: male and female of *C. puncticollis*, respectively. C and D: male and female of *C. brunneus*, respectively).

[Espèces de charançons de patate douce inféodées à la production de la patate douce au sud-Bénin (A et B : mâle et femelle de *C. puncticollis*, respectivement. C et D : mâle et femelle de *C. brunneus*, respectivement)]

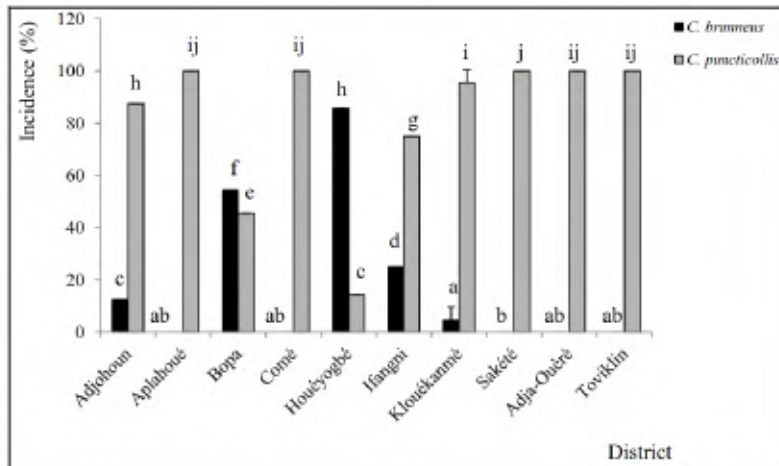


Figure 4: Incidence [mean ± standard deviation (SD)] of sweet potato weevil species in ten districts of southern Benin

[Incidence (moyenne ± erreur standard (ES)) des espèces de charançons de patate douce dans dix communes du sud-Bénin]

Figure 5 shows that *Cylas puncticollis* occurred alone in 52.46% of the 10 infected districts while the two species of SP weevils were observed together in 47.54% of those districts. In no district *C. brunneus* occurred alone.

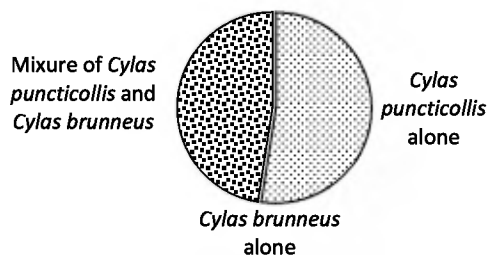


Figure 5: Proportion of sweet potato weevils species present in samples collected in Southern Benin

[Proportion des espèces de charançons de patate douce présentes dans les échantillons collectés dans le sud-Bénin]

3.3. Distribution of sweet potato weevil species in southern Benin

The figure 6 showed the distribution of *Cylas* species in the districts prospected. Each specie was specified by a color that was mentioned in legend of each map.

3.4. Results of survey information's

Figure 7A shows that samples of SP vines, tuberous roots and SP weevil adults were collected more in SP fields (85%) than at markets (7%), at roadsides (5%) and in stores (3%).

In all surveyed districts, SP vine cuttings were identified as the only planting material used by all SP farmers (data not shown). Eighty percent of farmers collected vine cuttings from their own fields on plants cropped in previous season for new planting. Twenty percent of the farmers acquired planting materials from neighboring fields either for free or purchase them (Figure 7B). Sweet potato vine cuttings were treated with insecticides [Lambda Super 2,5 EC (active ingredient: Lambda-cyhalothrine), Cyperforce (active ingredient: Cyperméthrine 10 EC) or Aldrine] directed against insect pests of other crops, before planting by only 10% of farmers (Figure 7C).

4. Discussion

The results of our investigations showed that *C. puncticollis* and *C. brunneus* are the two species of SP weevils present in the SP production areas of southern Benin. This is the first report of *C. brunneus* in Benin as *C. puncticollis* was reported earlier by Baimey et al. (2017). Muyinza et al. (2012), Hue and Low (2015) and

ELzubeir et al. (2018) reported that *C. puncticollis* and *C. brunneus* are African species of SP weevils and are confined to Africa. On the other hand, according to Rukarwa (2014), *C. formicarius* (Fabricius), is also present but rare in Africa.

Our study showed that of both species of SP weevils identified, *C. puncticollis* was the most widespread and could be found alone in SP fields whereas *C. brunneus* was not observed alone in any field. Capinera (2001) reported that different subspecies of SP weevils can be found in different geographical locations. *Cylas puncticollis* was recorded in 24 African countries (Burundi, Cape Verde, Cameroon, Chad, Congo, Central African Republic, DR Congo, Ethiopia, Ghana, Ivory Coast, Kenya, Madagascar, Malawi, Mali, Mozambique, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, Somalia, Sudan, Tanzania, Uganda, Rwanda and Zambia) (Musana et al., 2016). According to the same authors, *C. brunneus* was recorded in nine African countries (Uganda, Kenya, Rwanda, Burundi, Nigeria, Ghana, Ivory Coast, Sierra Leone and Togo).

Benin is now part of the countries where the species are present. The difference in the distribution of the species in the districts prospected could be related to the susceptibility of the sweet potato accessions cultivated in each commune (= preference of accessions by the pest) or to the transfer of planting material from one district to another (= passive transfer of the pest from one district). Musana et al. (2016) reported that *C. puncticollis* has a much larger range than *C. brunneus* which female has shorter life duration (92 ± 12 days) and develops faster (32–41 days from egg to adult) than *C. puncticollis* (141 ± 10 days; 20–28 days from egg to adult, respectively) (Smith and van Huis, 1998). In our study, the two species have sometimes been identified on the same growing area, which means that they can cohabit. According to Muyinza et al. (2012), both *C. puncticollis* and *C. brunneus* have some differences in their biology, but their ecological interactions in the field are similar and they may co-exist in the same tuberous roots.

Female adults of *Cylas* species can spawn in SP vines (Hue et Low, 2015) which were identified as the main source of planting material. Thus, untreated vine cuttings, which are used continuously by farmers for SP planting, can therefore contribute to a proliferation of *Cylas* species in the fields or stores. The aerial biomass (several leaves and long vines) of SP plant is important (Djinet et al., 2016). So, it is easier and more profitable for farmers to use own material from previous crops than to buy them. Mvumi et al. (2018) explained the choice of vine cuttings as planting material by the fact that this part of the plant regenerate faster than the use of tuberous roots. This is also the reason why SP farmers in southern Benin adopted vine cuttings for production on different scales of sweet potato.

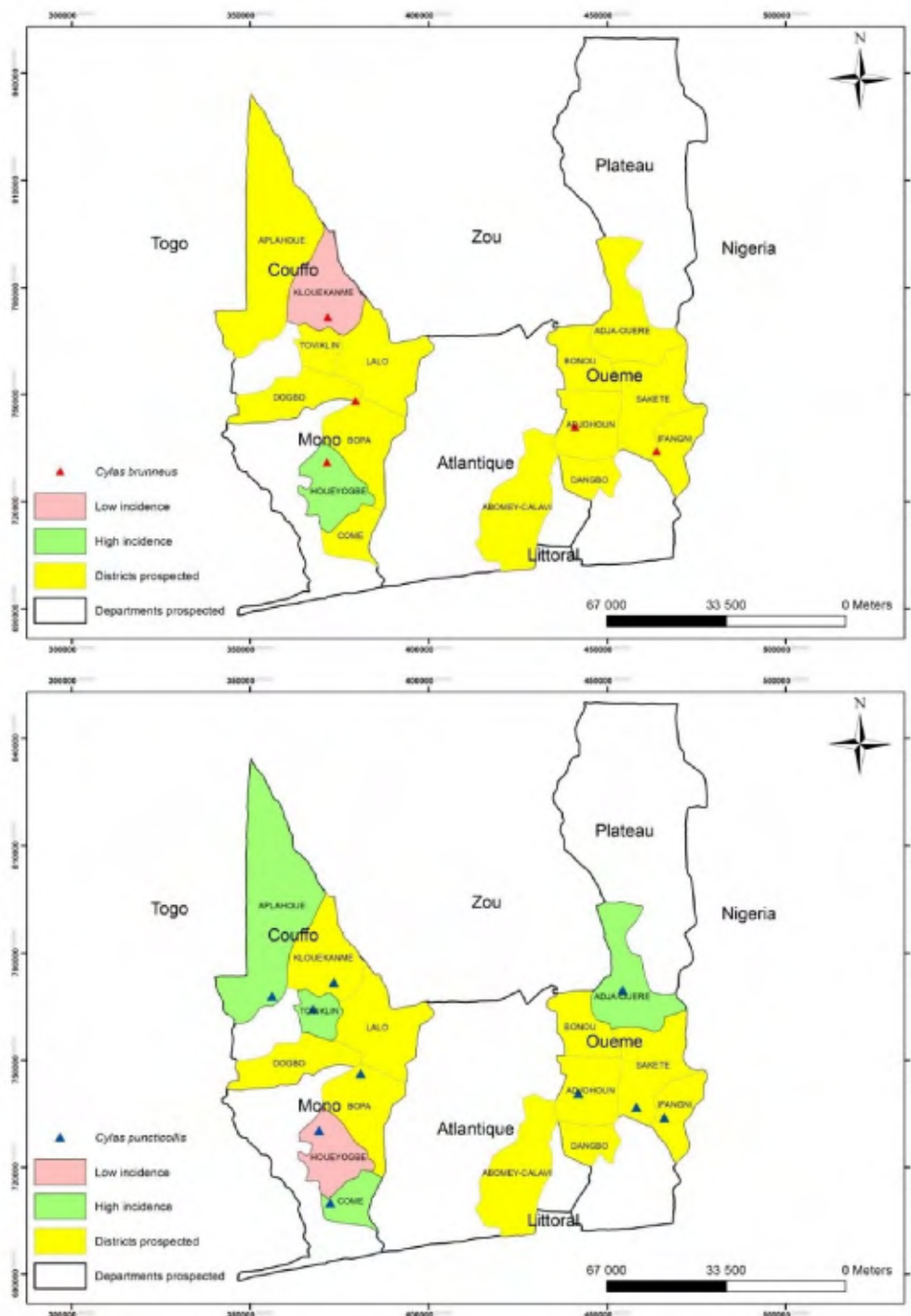


Figure 6: Maps showing sweet potato weevils species (*C. brunneus* [top] and *C. puncticollis* [bottom]) distribution in southern Benin with high and low incidences zones per species

[Cartes montrant la distribution des espèces de charançons de patate douce (*C. brunneus* [en haut] and *C. puncticollis* [en bas]) dans le sud-Bénin avec les zones de forte et faible incidences par espèce]

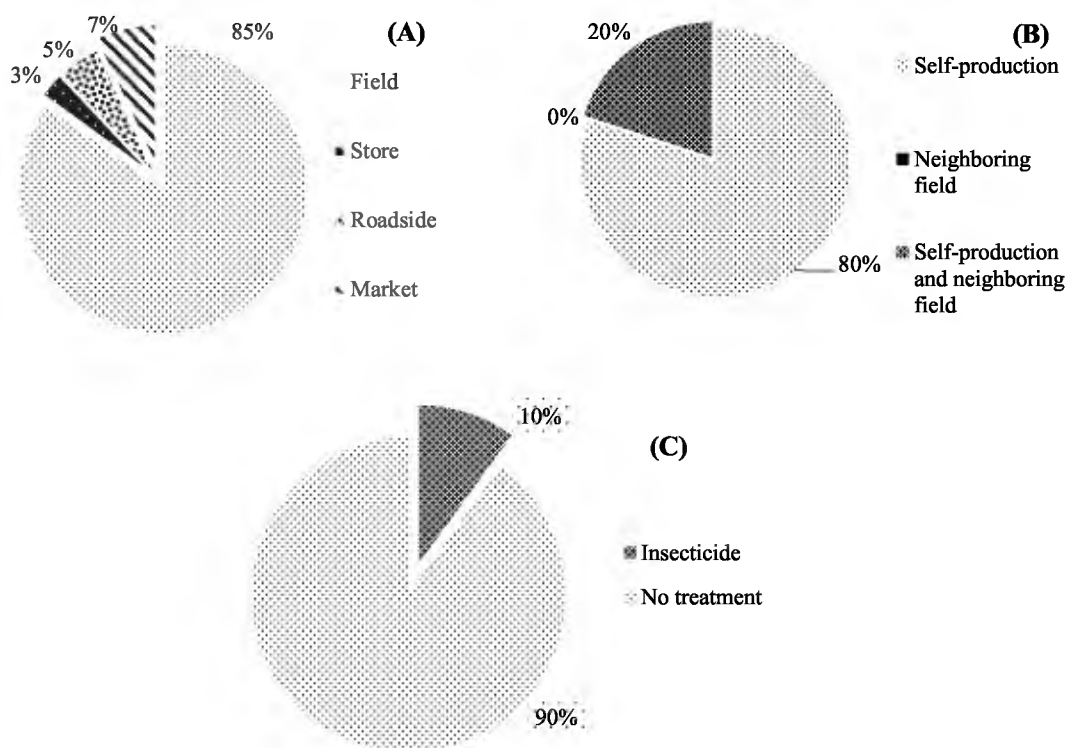


Figure 7: Some data on the survey conducted in southern Benin for *Cylas* spp.: Place of samples' collection (A), Origin of planting material (B), and Treatment of planting material (C).

[Quelques informations de la prospection conduite dans le sud-Bénin pour *Cylas* spp. : Lieu de collecte des échantillons (A), Origine du matériel de plantation (B), et Traitement du matériel de plantation (C)].

It then becomes important to identify methods to effectively control *Cylas* spp. Compliance with certain prophylactic measures, such as the use of healthy planting material, can help reduce the insect population in the field. However, a sustainable, effective, less expensive and environmentally and humanly friendly control such as the use of entomopathogenic nematodes and varietal resistance may be a priority for successful control of *Cylas* spp.

5. Conclusion

This study gave information on the distribution of SP weevils, *C. puncticollis* and *C. brunneus* in southern-Benin. These two species of *Cylas* are distributed in different agro-ecological zones of Benin with *C. puncticollis* being the most widespread. Sweet potato vines which are the preferred planting materials are treated by only 10% of farmers questioned and therefore might constitute the main means of spreading of the pests. Control methods are to be taken against the pests to guarantee highest yield and quality sweet potato in Benin.

CONFLICT OF INTEREST

The authors did not declare any conflict of interest.

REFERENCES

- Adom M. Wilsona D.D. Feninga O.K. Bruced A.Y. & Adofu K. 2018. Bionomics of the sweet potato weevil, *Cylas puncticollis* (Coleoptera: Brentidae) on four different sweet potato varieties in sub-Saharan Africa. *J. Agr. Rural Dev. Trop.*, 119 (1): 55–63.
- Anyanga M.O. Muyinza H. Talwana H. Hall D.R. Farman D.I. Ssemakula G.N. et al. 2013. Resistance to the weevils *Cylas puncticollis* and *Cylas brunneus* conferred by sweet potato root surface compounds. *J. Agricul. Food Chem.*, 61: 8141–8147.

- Baimey H. Fanou A. Adandonon A. Behoundja-Kotoko O. Agandan N. Houssou G. et al. 2017. Sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) storage practices used in southern Benin and the use of entomopathogenic nematodes to control sweet potato weevil (*Cylas puncticollis* Boheman) under laboratory conditions. *J. Entomol Zool. Stud.*, 5(6):549-556.
- Bhattarai P. 2015. Sweet Potato Research for Enhancing Food and Nutrition Security in Nepal. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 19(4): 62-70.
- CAB International 2005. Distribution maps of plant pests. 1st revision A: Map No. 279. *Cylas puncticollis* (Boheman). International Institute of Entomology, London.
- Capinera J.L. 2001. *Handbook of Vegetable Pests*. Academic Press, San Diego, Calif, USA.
- CIP 2013. Everything you ever wanted to know about Sweet potato. Reaching Agents of Change ToT training manual. Topic 6: Sweet potato Production and Management and Topic 7: Sweet potato Pest and Disease Management. International Potato Center-Sub-Saharan Africa Regional Office (SSA). Nairobi, Kenya, 74p. DOI: 10.4160/9789290604273.
- Damalas C.A. & Eleftherohorinos I. G. 2011. Pesticide exposure, safety issues and risk assessment indicators. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8: 1402-1419. doi:10.3390/ijerph8051402.
- Dhaliwal M.S. 2017. Tuber vegetable crops: 311- 352. In: Dhaliwal M. S. (ed.), *Handbook of Vegetable Crops*. Edition: 3rd, Chapter 12, Kalyani Publishers.
- Djinet A.I. Nana R. Nguinambaye M.M. Badiel B. Konate B., Nanema L. & Tamini Z. 2016. Etude du comportement de dix (10) variétés de patate douce cultivées à Bongor en saison sèche. *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, 17(4): 1384-1390.
- Doussou A.M. Dangou J.S. Houedjissin S.S. Assogba A. K. & Ahanhanzo Glele C. 2016. Analyse des connaissances endogènes et des déterminants de la production de la patate douce [*Ipomoea batatas* (L.)], une culture à haute valeur socioculturelle et économique au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10(6): 2596-2616. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i6.16>.
- Ehisiyanya C.N. Lale N.E.S. Umeozor C.O. Amadi C.O. & Zakka U. 2011. Evaluation of the effectiveness of variety, tillage method and time of harvest on sweet potato yield and the population of sweet potato weevil, *Cylas puncticollis* (Boheman) (Coleoptera: Brentidae). *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, 1(2): 165-183.
- ELzubeir A. EL-Khidir EL-I. & Mowafi K. 2018. Developmental Stages of African Sweet potato Weevil *Cylas puncticollis* Boheman (Coleoptera: Brentidae) in Sudan. *Asian Res. J. Agric.*, 10(2): 1-6.
- FAOSTAT 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
- Fuglie K.O. 2007. Priorities for sweetpotato research in developing Countries: Results of a survey. *HortScience*, 42: 1200-1206. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1200>
- Hue S.-M. & Low M.-Y. 2015. An Insight into Sweet Potato Weevils Management: A Review. Review Article, 11 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/849560>.
- Korada R.R. Naskar S.K. Palaniswami M.S. & Ray R.C. 2010. Management of Sweet potato weevil [*Cylas formicarius* (Fab.)]: An Overview. *Indian Society for Root Crops. J. Root Crops*, 36 (1): 14-26.
- Magira P. 2003. Evaluating sweet potato clones for resistance to the African sweet potato weevils (*Cylas puncticollis* Boheman and *Cylas brunneus* (Fab.) (Coleoptera: Apionidae). MSc thesis, Makerere University, pp: 26-30.
- Mansaray A. Sundufu A.J. Moseray M.T. & Fomba S.N. 2015. Sweet potato Weevil (*Cylas puncticollis*) Boheman Infestation: Cultivar Differences and the Effects of Mulching. *The Open Entomology Journal*, 9 : 7-11. DOI: 10.9734/ARJA/2018/45767
- Musana P. Okonya J. S. Mujica N. Carhuapoma P. & Kroschel J. 2016. Sweetpotato weevil, *Cylas brunneus* (Fabricius):64-73. In: Kroschel J. Mujica N. Carhuapoma P. & Sporleder M. (Eds.), *Pest distribution and risk atlas for Africa. Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated bio-control agents under current and future climates*. Lima, Peru. International Potato Center (CIP). DOI: 10.4160/97892906047615.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) 2016. Résultats définitifs de la campagne agricole: 2015-2016. Direction de la statistique agricole. Cotonou, Bénin, MAEP.
- Muyinza H. Talwana H. T. Herbert L. Mwamga R.O.M. & Stevenson P.C. 2012. Sweet potato weevil (*Cylas* spp.) resistance in African sweet potato germplasm. *Int. J. Pest.Manage.*,58(1): 73-81. <https://doi.org/10.1080/09670874.2012.655701>.

- Mvumi C. Zendera B. & Mashayamombe B. 2018. Vine harvesting frequency impact on tuber yield attributes of commonest sweet potato cultivar in Sub-Saharan Africa. *Int. J. Agron. Agri. R.*, 12(6): 30-38.
- Mwanga R.O.M. Odongo B. Niringiye C. Alajo A. Kigozi B. Makumbi R. et al. 2009. 'NASPOT 7', 'NASPOT 8', 'NASPOT 9 O', 'NASPOT 10 O', and 'Dimbuka Bukulula' Sweet potato. *Hortscience*, 44(3): 828–832.
- Nderitu J. Silai M. Nyamasyo G. & Kasina M. 2009. Insect species associated with sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) in Eastern Kenya. *Int. J. Sustain. Crop Prod.*, 4(1):14-18.
- Okonya J.S. Mujica N. Carhuapoma P. & Kroschel J. 2016. Sweet potato weevil, *Cylas puncticollis* (Boheman 1883): 54-63. In Kroschel J. Mujica N. Carhuapoma P. & Sporleder M. (Eds.), Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates. CIP: Pest distribution and risk atlas for Africa, Lima, Peru.
- Okonya J.S. Mwanga O.M. Syndicus R.K. & Kroschel J. 2014. Insect pests of sweet potato in Uganda: farmers' perceptions of their importance and control practices. *SpringerPlus*, 3(1): 303. doi: [10.1186/2193-1801-3-303](https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-303).
- Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA-Bénin) 2007. Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cotonou, 81p.
- Rukarwa R.J. 2014. Transgenic breeding of sweet potato for resistance to African Weevil (*Cylas puncticollis*). Doctoral dissertation, Makerere University, Uganda, 123p.
- Smit N.E.J. M. & van Huis, A. 1998. Biology of the African sweet potato weevil species *Cylas puncticollis* (Boheman) and *C. brunneus* (Fabricius) (Coleoptera: Apionidae). *Int. J. Trop. Insect Sci.*, 18(2): 93-100.
- Stathers T. Carey E. Mwanga R. Njoku J. Malinga J. Njoku A. et al. 2013. Tout ce que vous avez toujours voulu savoir à propos de la patate douce : Atteindre les agents du changement, manuel de formation des formateurs (FdF) 4: Production et gestion de la patate douce; Gestion des ravageurs et des maladies de la patate douce. Centre International de la Pomme de Terre, Nairobi, Kenya, 4p.
- Stathers T.E. Rees D. Kabi S. Mbilinyi L. Smith N. Kiozya H. et al. 2003. Sweet potato infestation by *Cylas* spp. in East Africa: I. Cultivar differences in field infestation and the role of plant factors. *Int. J. Pest Manage.*, 49: 131–140.
- Stevenson P.C. Muyinza H. Hall D.R. Porter E.A. Farman D.I. Talwana H. & Mwanga R.O. M. 2009. Chemical basis for resistance in sweet potato *Ipomoea batatas* to the sweet potato weevil *Cylas puncticollis*. *Pure and Applied Chemistry*, 81(1): 141–151.
- Tang S. & Cheke A.R. 2008. Models for integrated pest control and their biological implications. *Mathematical Biosciences*, 215: 115–125.
- Tanzubil P.B. 2015. Insect pests of sweet potato in the Sudan savannah zone of Ghana. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 3(2): 124-126.
- Tewe O.O. Ojeniyi F.E. & Abu O.A. 2003. Sweet potato production, utilization, and marketing in Nigeria. International Potato Center (CIP), Lima, Peru, 44p.
- Van Lenteren J.C. 2000. Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies: 77-103. In: Wratten S. & Gurr G. (Eds.), Measures of Success in Biological Control, Kluwer, Dordrecht.
- Varin D. Blanc S. & Brevar. J. 2009. La culture de la patate douce en Nouvelle-Calédonie. Association Inter-provinciale de gestion des Centres Agricoles. Centre des Tubercules Tropicaux, AICA, 27p.
- Wolfe G.W. 1991. The origin and dispersal of the pest species of *Cylas* with a Key to the pest species groups of the world: 13-44. In: Jansson R.K. & Raman K.V. (Eds.), Sweet potato Pest Management. A Global Perspective. West view Press, Boulder, Colorado, USA.
- Zinsou V. Paraïso A. Thomas-Odjo A. & Ahojuendo B. C. 2010. Identification des principaux agents pathogènes de la patate douce (*Ipomoea batatas* Lam) au Nord-Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 14(2) : 241-255.



Community perceptions of the risk factors of maternal and child malnutrition in the district of Zè, Benin

Eunice NAGO^{1*}, Dada GUEYE¹, D. Sylvain DABADÉ¹, Augustin AOUDJI²

¹ University of Abomey-Calavi, Faculty of Agricultural Sciences, School of Nutrition and Food Science and Technology, 03 BP 2819 Jericho, Cotonou, Benin

² University of Abomey-Calavi, Faculty of Agricultural Sciences, School of Economy and Socio-anthropology and Communication, 03 BP 2819 Jericho, Cotonou, Benin

Reçu le 10 Janvier 2019 - Accepté le 27 Mai 2019

Perceptions communautaires des facteurs de risque de la malnutrition chez la mère et l'enfant dans la Commune de Zè, Bénin

Résumé:

Introduction: Lutter contre la malnutrition nécessite inévitablement une bonne compréhension de ses causes. Cette étude vise principalement à comprendre les perceptions communautaires de deux facteurs de risque majeurs de la malnutrition par carence chez les mères et les enfants dans la commune de Zè, Bénin.

Méthodologie: C'est une étude transversale qui a associé des méthodes quantitatives et qualitatives. Elle s'est déroulée dans le village de Domè-Sèko dans la commune de Zè et a porté sur 64 couples de mères et d'enfants âgés de 6 à 59 mois. Des données ont été collectées par questionnaire sur le niveau d'insécurité alimentaire des ménages et la diversité alimentaire des mères et des enfants. Leur état nutritionnel a été évalué par anthropométrie. Huit séances de discussion de groupe ont été organisées, séparément, avec des hommes actifs, des hommes âgés, des femmes en âge de procréer et des femmes âgées, sélectionnés par convenance. L'association de l'état nutritionnel des mères ou celui des enfants avec la diversité alimentaire et la sécurité alimentaire des ménages a été testée par régression linéaire simple. Les données qualitatives ont été classées par catégorie de participants des discussions de groupe, codées à l'aide du logiciel NVIVO, et utilisées pour expliquer les résultats quantitatifs.

Résultats: L'émaciation, l'insuffisance pondérale et le retard de croissance touchaient respectivement 6,3%, 18,8% et 57,8% des enfants. La prévalence du déficit énergétique chronique était de 9% chez les mères et 13% étaient en surpoids ou obèses. Seuls 21% des enfants de 6 à 23 mois avaient atteint la diversité alimentaire minimale et 15%, le régime alimentaire minimum acceptable. Le score moyen de diversité alimentaire chez les mères et les enfants de 24 à 59 mois était de 5 ± 1 parmi 14 groupes d'aliments. L'insécurité alimentaire était présente dans 80% des ménages et 53% étaient sévèrement affectés. Outre la faible diversification de l'alimentation, les discussions de groupe ont identifié la faible contribution des hommes à l'approvisionnement alimentaire des ménages, l'assainissement médiocre du milieu de vie, l'utilisation insuffisante des services de santé, en raison de certaines croyances culturelles et d'un mauvais accueil des agents, comme facteurs de risque principaux de la sous-nutrition maternelle et infantile.

Conclusion: La commune de Zè demeure très désavantagée malgré de nombreuses interventions nutritionnelles. Au-delà des données quantitatives, les perceptions de la communauté ont permis de mieux comprendre les facteurs de risque de la malnutrition maternelle et infantile spécifiques au contexte, ce qui contribuera à affiner les stratégies d'intervention par une approche plus participative.

Mots clés : Mères, enfants, malnutrition, facteurs de risque, Commune de Zè, Bénin.

Abstract :

Introduction: Fighting malnutrition inevitably requires good understanding of its causes. This study aims primarily to understand community perceptions of two major risk factors of maternal and child undernutrition in the district of Zè, Benin.

Methodology: The study used a cross-sectional mixed design. It was conducted in the village of Domè-Sèko in Zè. Participants were 64 pairs of mothers and 6-59 months old children. Questionnaires were used to collect data on household food insecurity and mothers and children's dietary diversity. Anthropometric variables were measured to assess their nutritional status. Eight focus groups were conducted separately with purposively selected active men, older men, women of childbearing age and older women. Simple linear regression was used to test the association of mothers or children's nutritional status with dietary diversity and household food security. The qualitative data were classified per category of focus group participants, coded using NVIVO software, and used to corroborate the quantitative results.

Results: The prevalence of wasting, underweight and stunting was respectively 6.3%, 18.8% and 57.8% among the children. Chronic energy deficiency affected 9% of mothers, 13% were overweight or obese. Only 21% of children aged 6-23 months had the minimum dietary diversity and 15% the minimum acceptable diet. Average dietary diversity score of 24-59 months old children and mothers was 5±1 in 14 food groups. Food insecurity affected 80% of households in total, 53% severely. Besides poor dietary diversification, focus groups identified low contribution of men in household food supply, poor sanitation, insufficient utilisation of health services, due to cultural beliefs and bad reception, as main risk factors of mothers and children's undernutrition.

Conclusion: Zè remains highly disadvantaged despite numerous nutritional interventions. Beyond quantitative data, community perceptions gave good insight into context-specific risk factors of maternal and child malnutrition, in view of strategies refinement using a more participatory approach.

Keywords: Mothers, children, malnutrition, risk factors, district of Zè, Benin.

1. Introduction

Malnutrition remains a serious public health problem with at least one in three persons affected worldwide. Specifically, reduction in undernutrition rates is still too slow to achieve global nutrition goals, including the second Sustainable Development Goal by 2030 (Development Initiatives 2017). In Benin, 32.2% of children under 5 years suffer from chronic malnutrition; among them, 10.9% are severely affected (INSAE & ICF 2018). Anaemia affects 57.7% of women of childbearing age, 15-49 years old, and 71.5% of children aged 6 to 59 months at national level (INSAE & ICF 2018). The district of Zè in Benin is a rural area located in the Atlantic region where 30.1% of children under 5 years suffer from chronic malnutrition and 67.5% of 6 to 59 months old children and 60.2% of women of childbearing age are affected by anaemia, which indicates serious public health problems according to the thresholds of the World Health Organization (INSAE & ICF 2018). Zè is one of the districts which have received the most nutrition and health interventions but child undernutrition remains persistent in this area. Clarification of most crucial factors to address in interventions is still needed.

The nutritional status of young children depends on several factors, including their mother's nutritional sta-

tus, socioeconomic position and care practices (Abubakar et al. 2011 ; Muraya et al. 2016 ; Akseer et al. 2018). Additional factors, especially household food insecurity, low dietary diversity and bad feeding practices, have been highlighted in previous studies conducted in Zè and other districts of Benin (Yessoufou et al. 2014 ; Mitchodigni et al. 2017; Zevounou et al. 2017). These studies were only quantitative and no qualitative study has been undertaken. The present study contributes to filling this gap by using a mixed research approach which combines both quantitative and qualitative methods. Qualitative methods are more appropriate to investigate complex determinants such as cultural factors (Bazzano et al. 2017), which are key in the occurrence of child undernutrition (Mengesha & Ayele 2015; Samli et al. 2006). They provide in-depth understanding of community perceptions about such issues. Above all, they are action-oriented and useful to inform intervention development as they give a good appraisal of context-adapted solutions from the perspective of future beneficiaries. The mixed research approach is receiving increased attention in public health as it addresses some research questions more deeply than by using either quantitative or qualitative methods (Tariq & Woodman 2013).

This study aimed at: (i) investigating community perceptions of two potential risk factors of undernutrition in children and their mothers in the district of Zè in Benin, namely household food insecurity and individual

dietary diversity; (ii) getting an insight into other key context-specific risk factors to contribute to the refinement of intervention strategies to alleviate undernutrition in this area.

2. Material and methods

2.1. Sampling

The study was conducted in Domè-Séko, a village of the district of Zè in September 2016. Participants were pairs of children aged 6 to 59 months and their mothers. The required sample size was estimated at 64 mother-child pairs according to Dagnelie (1998), a margin of error of 5%, a prevalence of global acute malnutrition among children under 5 of 4.5% (INSAE 2015) and a reduced normal law statistic of 1.96. A census of eligible mother-child pairs with children aged 6 to 59 months was done and 95 units were identified. Among the identified mothers who gave their written informed consent for the study, 64 mothers were randomly selected together with their youngest child between ages 6 and 59 months.

2.2. Data collection

Four interviewers were trained for data collection. Each of them had at least a Bachelor in nutrition. The training lasted two days and focused on the objectives of the study, data collection methodology, how to administer the questionnaires and how to conduct the focus group discussions. To assess the nutritional status of the mothers and children, anthropometric measurements (weight and height) were done using standard procedures (WHO 1995). Participants' age was also recorded from their health books or estimated by reference to specific events.

Face-to-face interviews were conducted with participating mothers to assess household food insecurity level and maternal and child dietary diversity. The Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) was used. HFIAS is a brief survey instrument developed by the Food and Nutrition Technical Assistance (FANTA) project to determine whether households have faced problems with food access in the previous 30 days (Coates et al. 2007). The instrument consists of nine occurrence questions and nine frequency questions about changes in household diet or food consumption patterns as a result of limited resources to acquire food (Coates et al. 2007).

Dietary diversity was assessed by asking about the food consumed by the mothers and children in the 24 hours preceding the survey. The list of 14 food groups suggested by FAO (2006) was used for mothers and children aged 24 to 59 months. Two recommended indicators of dietary diversity were used for 6 to 23 months old children: the minimum dietary diversity

score and the minimum acceptable diet score. The proportion of children with the minimum dietary diversity was calculated considering children who consumed food from at least 4 different groups among the following seven: cereals, roots and tubers ; pulses and nuts ; dairy products (milk, yoghurt, cheese) ; meat products (meat, poultry, offal) and fish ; eggs ; vitamin A-rich fruits and vegetables ; other fruits and vegetables.

Perceptions of risk factors of maternal and child undernutrition were assessed during eight focus groups, two with each of the following four categories: active men (18 to 65 years old), senior men (older than 65 years), women of childbearing age (15 to 49 years old) and older women (above 65 years of age). Participants ($n = 8$ to 12 per session) to the discussions were purposively selected in the households included in the study. A discussion guide was elaborated beforehand based on risk factors evidenced from the literature. It was structured in four sections, starting from an introduction on the discussion objective and rules, then a transition section with general questions only meant to open the discussion. The third section was the actual discussion and comprised keywords and sample questions about household food access, the diet of under-5 children and mothers, common diseases and undernutrition among under-5 children and mothers, health care, hygiene practices and sociocultural factors. The last section concluded the focus groups. The discussions were audio-recorded and subsequently transcribed in full.

2.3. Data processing and statistical analyses

Anthropometric data obtained from the children were expressed in z-scores of the weight-for-height (W/H) index for acute malnutrition, weight-for-age (W/A) index for underweight and height-for-age (H/A) index for stunting. The ENA 2011 software (copyright © 2003-2015 Micheal Golden / John Seaman / Jurgen Erhardt) was used for this purpose. These z-scores were used at the thresholds of -2SD (standard deviations) and -3SD to define moderate and severe forms of malnutrition respectively. The body mass index (BMI) was calculated for mothers and the following thresholds used: $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ for chronic energy deficiency (CED); $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$ for normal status; $25 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$ for overweight and $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ for obesity.

Data obtained from the HFIAS were compiled to categorize households in four groups as recommended : in food security, mild food insecurity, moderate food insecurity and severe food insecurity (Coates et al. 2007). The minimum dietary diversity score and the minimum acceptable diet score were computed for children aged 6 to 23 months. In older children and mothers, the dietary diversity score (DDS) was calculated and three categories were created: low ($\text{DDS} \leq 3$); average ($3 < \text{DDS} \leq 5$) and high ($\text{DDS} > 5$). The R software version 3.2.4

(R Core Team) was used for simple linear regression tests to determine the relationship between the nutritional status of mothers or children and their dietary diversity or the level of household food insecurity.

The NVIVO software version 10.0 (QSR international) was used to process the qualitative data transcribed from the focus groups. Quotes were classified according to the categories of participants (active men, senior men, women of childbearing age and older women) and major topics included in the discussion guide. The qualitative data on household food insecurity (access) and dietary diversification of children and mothers were used to corroborate or elaborate, that is explain, the quantitative results as suggested elsewhere (Brannen 2005). Other risk factors were also highlighted from the qualitative data.

3. Results

3.1. Participants' demographic characteristics and nutritional status

Among the children, 24 (37.5%) were 6 to 23 months old and 40 (62.5%) were between 2 and 5 years of age;

34 (53.1%) of the children were female. Children's mean age was 30±12 months, with an age range of 7 to 57 months. Mothers were 31±5 years on average and between the ages of 16 and 41 years. The main ethnicity among participating mothers was Aïzo (96%); Fon and Haoussa were represented each at 2%.

Stunting was the most common form of malnutrition among the children, 57.8% were stunted and 35.9% severely. The prevalence of underweight was 18.8% and included 6.3% children with the severe form. There were no cases of severe acute malnutrition and 6.3% of the children were moderately wasted. Chronic energy deficiency affected 9.4% of mothers (Figure 1).

3.2. Dietary diversity of children and mothers

Among children aged 6 to 23 months, 20.8% had the minimum dietary diversity and 15.0% had the minimum acceptable diet. Cereals, roots and tubers were the most consumed foods by children aged 6 to 23 months and were eaten by all of them (Figure 2). Vitamin A-rich fruits and vegetables were poorly consumed by the children (only 4% of them) and no child consumed eggs.

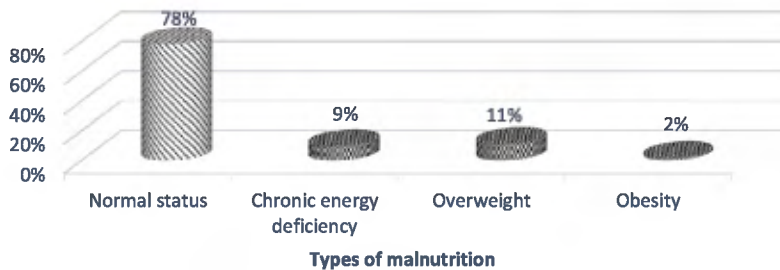


Figure 1: Prevalence of malnutrition among mothers in Domè-Sèko, Benin

[Prévalence de la malnutrition chez les mères à Domè-Sèko, Bénin]

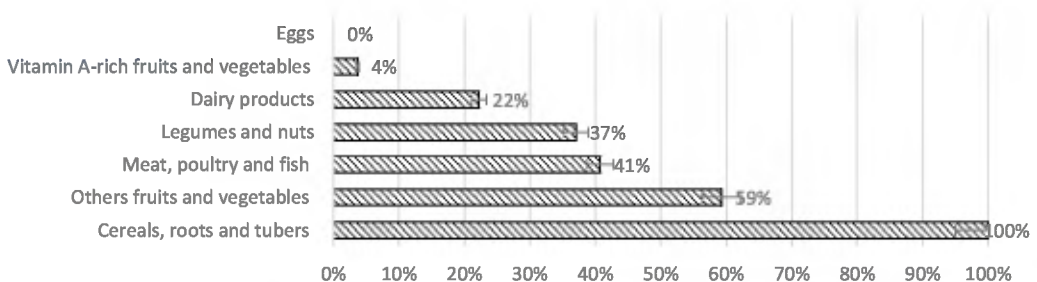


Figure 2: Level of consumption of different food groups by children aged 6 to 23 months in Domè-Sèko, Benin

[Niveau de consommation des différents groupes alimentaires par les enfants de 6 à 23 mois à Domè-Sèko, Bénin]

Among children aged 24 to 59 months, the mean dietary diversity score was 5 ± 1 out of 14 food groups, with a minimum of 3 food groups and a maximum of 9 consumed; 38.7% of the children had a high dietary diversity, 50.0% average dietary diversity and 11.3% low dietary diversity. Table 1 shows children with the lowest dietary diversity usually consume cereals, oils and fats and other fruits (orange, lemon, pineapple and banana). Those with average dietary diversity consume

fish, legumes and other vegetables (tomatoes and onions) in addition to cereals, oils and fats. In addition to all these foods, children with the highest dietary diversity also consumed dark green leafy vegetables, such as sweet potato or cassava leaves. Overall, cereals, fish, oils and fats and other vegetables were the most consumed food groups (by 72,0% of the children). The consumption of vitamin A-rich foods and eggs was very low (less than 5%).

Table 1: Major food groups consumed by children aged 24 to 59 months in Domè-Sèko, Benin, per category of dietary diversity

[Principaux groupes alimentaires consommés par les enfants de 24 à 59 mois à Domè-Sèko, Bénin, par catégorie de diversité alimentaire]

Food groups	Low dietary diversity (DDS \leq 3)	Average dietary diversity (3 < DDS \leq 5)	High dietary diversity (DDS > 5)
	Cereals	Cereals	Cereals
	Oils and fats	Oils and fats	Oils and fats
	Others fruits		Other fruits
		Fish	Fish
		Legumes	Legumes
		Others vegetables	Others vegetables
			Vegetables with dark green leaves

Mothers' dietary diversity score was relatively low and similar to that of children aged 24 to 59 months. Their mean dietary diversity score was 5 ± 1 food groups, and the median 5, with a minimum of 3 and a maximum of 9 food groups respectively. Most consumed food groups by mothers were cereals, oils, fats and other vegetables (mainly tomatoes and onions). Vitamin A-rich fruits, meat and offal, eggs, milk and dairy products were poorly consumed by mothers (less than 2%). Among mothers, 11,3% have low dietary diversity, 50% average diversity and 39% high dietary diversity. Mothers with the least diversified diet only consumed cereals, oils, fats and other vegetables poor in vitamin A. Those with average dietary diversity consume more fish, an important source of proteins. Mothers with the most diversified diet consumed legumes, dark green leafy vegetables, white tubers (cassava, plantain, yam) and other fruits (pineapple, banana, orange, lemon), besides food groups consumed by the other two categories.

3.3. Household food insecurity

The majority of households (80%) were food insecure, including more than half of the households in severe food insecurity (53%). The average HFIAS score was 9/27 [0-27/27]. Most vulnerable households face all three domains of food insecurity (anxiety and uncertainty about food supplies in the household, inadequate

food quality and inadequate food intake) and its physical consequences.

The linear regression tests performed on the variables studied showed that in the children, the dietary diversity score was significantly associated with the weight-for-age (p -value < 0,001), the height-for-age (p -value < 0,001) and the weight-for-height indices (p -value = 0.002). The higher the dietary diversity score, the better the nutritional status of the children. There was no significant relation between mothers' BMI and DDS (p -value = 0.110). The linearity test between mothers' dietary diversity and children's dietary diversity was significant (p -value = 0.003). Thus, children with a high DDS also had mothers with a high DDS. There was no significant association between the level of household food insecurity and the nutritional status of mothers and children (p > 0,05). However, 67% of women with chronic energy deficiency lived in food insecure households.

3.4. Community perceptions of access to food and dietary diversification in relation to under-nutrition

The poor dietary diversification of mothers and children, reflected by the dietary diversity indicators, was corroborated by most participants. In addition, women were highly aware food monotony causes malnutrition and group discussions with them provided insights into

the importance of a diversified diet for a good nutritional status.

« *Food monotony is the cause of this disease [malnutrition]. You can often give food to your child and yet after weighing you will be told that he has a low weight. All foods are not the same, for example if you take your palm kernel juice to which you add moringa [Moringa oleifera] leaves, chilli, cube [seasoning], soybean cheese, onion, if you try to feed your child with such food, he quickly gains weight.* » a woman of childbearing age (15 to 49 years) said.

Mothers struggle to have a sufficient and diversified diet themselves. Women in the 15–49 years age group stressed this unmet need for food is not only due to poor food access but also to lack of time to eat, because of the burden of countless household chores on women. One of them pointed out: «... *because you work all the time and you cannot eat on time, even though the food is available [at home], you can be malnourished.* » another one added.

However, while some explained this suboptimal diet by the low availability of food at household level and the level of occupancy of women, others in the group of older women said the root cause was poverty, that is, lack of financial resources.

3.5. Community perceptions of other risk factors of undernutrition

3.5.1. Water, hygiene and sanitation

Access to potable water was a real headache for the population of Domè-Sèko. They were unanimous about the existence of only one water fountain in the village while hamlets are very distant from one another. Besides access to water, the focus group participants acknowledged poor environmental hygiene, absence of latrines and open-air defecation although they were aware of the importance of good hygiene in their daily lives.

« *Here, it is in the bush that we defecate.* » an active man (18 to 65 years) said.

This was unanimously shared by men and women, and showed that good hygiene is a problem in the study area. However, according to a woman of childbearing age (15–49 years old), the hygiene issue was not a behavioural one but was due to a lack of resources. She confided:

« *It's not because we do not need latrines, but we cannot afford them.* »

While women explained the absence of latrines by a lack of financial means, men added it was risky to have latrines built when lacking money. According to them, it is better not to have latrines if there are not enough financial resources to build solid ones with good material.

A senior men (older than 65 years) explained:

«... *what we build of our own strength could become what would kill us later* ».

In other words: « *if we do not have enough [financial] means, we prefer not to have these [latrines] because if the slab is not solid, it can collapse at any time* », another one added.

3.5.2. Utilization of health services

In addition to suboptimal environmental hygiene, access of the population to health care and services was far from being satisfied. The closest health centre to the village was 4 km away, according to the interviewees. Moreover, several women highlighted hospital reception was not friendly and impeded their willingness to attend the health centre. A woman of childbearing age (15 to 49 years) entrusted us during the focus groups:

« *Health workers welcome you badly, insult you. At [...] for example, if you're going for a problem, you're asked to sweep the premises first. The midwife at the health centre told me: it's enough for someone to give you 1 kilo of rice for you to get pregnant of this person [who gave you this]* ».

3.5.3. Sociocultural risk factors

People from Domè-Sèko were still attached to some ancestral beliefs that go against optimal nutritional status of women and children, like food taboos. For example, cheese was still prohibited to pregnant women, and voandzou (*Vigna subterranea*) to children and adults in general. Participants in the older women group added raising animals like sheep was forbidden. It also emerged from the group discussions that traditional medicine had a prominent place in the population lifestyle. Herbal infusions were used almost everywhere and in any circumstance, during pregnancy, for newborns, during breastfeeding or in case of illness. They were often used well before going to the health centre as a woman of childbearing age told. Religious beliefs were not left behind when treating diseases in Domè-Sèko. According to the participants, some diseases should not be treated in health centres and it is even dangerous to do so. An old women (above 65 years of age) explained some diseases are caused by witchcraft.

3.5.4. Women's empowerment

In Domè-Sèko, child feeding (including financial means for that) is often the responsibility of mothers, according to women interviewed.

« *We contribute enough and much more than our husbands even if the husband gets up in the morning, he goes to the field and we take care of everything at home [housekeeping, meals, taking care of the children].* » (Woman of childbearing age (15-49 years).

« *There are husbands who are not well in their head, even the food they do not give at home.* » another one said.

This idea was somewhat confirmed by men.

« *Those who have an economic activity do not always wait for men to feed their children.* » an active man (18 to 65 years) said.

Consequently, women's level of empowerment would have a real impact on children's nutritional status. Women often engage in small income-generating activities, such as small business, small-scale farming and *gari* (cassava semolina) processing. However, according to them, these activities do not provide them with sufficient profit to cover their families' food expenses.

Other factors related to women's empowerment were identified: women's workload and too close pregnancies. According to the grandmothers (old women, above 65 years), women are victims of too close child deliveries as they seem to have no idea about existing planning methods. During the discussions, a woman of childbearing age (15 to 49 years) confirmed:

« *Close pregnancies are not a good thing but a bad thing because sometimes you don't expect that and you fortuitously get pregnant, so if we could know what to do in the belly so that we stop falling all the time pregnant, it would be good.* »

Although the concept of malnutrition was well understood by a large part of the population, some mothers were still unaware of its causes and manifestations. They simply assimilated it to the presence of worms in children's organism or admitted they do not know the causes.

4. Discussion

The present study aims at investigating community perceptions of two potential risk factors of undernutrition in children and their mothers in the district of Zè in Benin, namely household food insecurity and individ-

ual dietary diversity. The study confirmed undernutrition among the children was partly due to a poorly diversified diet, as the computed child anthropometric indices correlated with the dietary diversity score.

Among the children, stunting was the most common type of malnutrition, which is confirmed by nationwide surveys (INSAE 2015 ; INSAE & ICF 2018). The prevalence of stunting obtained was high (57%) and close to what was reported in children aged 18 to 36 months (52%) in the rural district of Bopa in the Mono region of Benin (Djossinou 2005). A high prevalence of stunting (49%) was also reported in 6 to 23 months old children in a slum area in the city of Nairobi, Kenya (Mutisya et al. 2015). The level of dietary diversity of both children aged 6 to 23 months and 24 to 59 months was low. Their diet consisted mainly of cereals, roots and tubers, and lacked sources of proteins and vitamin A-rich foods. As the study was conducted during the lean season (September), the variety of food in the households was probably very limited. Children's and mothers' dietary diversity correlated, probably because the children and their mothers had access to the same types of food available in the households.

Hence, our results support that better dietary diversification yields better nutritional status in children; but in mothers, there was no relationship. Other studies also found a positive link between dietary diversity and children's nutritional status, in the Philippines (Kennedy et al. 2007), Bangladesh (Zongrone et al. 2012), Burkina Faso (Masson 2007) and Kenya (Onyango 1998). The dietary diversity score used to evaluate dietary diversification in this study is known to adequately predict dietary quality (Hatløy et al. 1998 ; Tarini et al. 1999 ; Arvaniti & Panagiotakos 2008), which is a determinant of nutritional status (UNICEF 1998).

The prevalence of food insecurity in Domè-Sèko was high (80%) and close to the prevalence in Chad, in the more arid Sahelian and Sudanian zones, with 79% of rural households affected (MAI et al. 2013). It is more alarming than those reported in Senegal with 52% of households affected (Keita 2008), in the Littoral of Madagascar, 39% (WFP 2007), and in Mali with 25% of rural households in food insecurity (WFP 2006). However, the high level of household food insecurity (80%) did not explain the high prevalence of undernutrition among the children and the existence of chronic energy deficiency among their mothers (9%). This is probably because food insecurity was assessed using the HFIAS which describes household food access based on self-reported experiences (Lele et al. 2016) and does not capture quantitative dimensions of household food insecurity, like quantities of food available. However, in a recent study in Indonesia, HFIAS categories correlated significantly with child stunting in an urban area (Mahmudiono et al. 2018).

The study also aimed at getting an insight into other key context-specific risk factors. Beyond quantitative

data, community perceptions revealed additional causes of maternal and child undernutrition in the study area. Many sociocultural factors were highlighted. A major one to consider for interventional purposes is the low contribution of men in household food supply in a context where women have lower incomes. This reality should be highlighted during community behavioural change activities. Another important aspect is low utilization of health facilities because of a non-friendly reception by the staff but also due to the wide use of traditional medicine at various occasions. It appears better for public health authorities to opt for greater recognition of the societal role of traditional medicine, formalization of the profession of traditional healers and their active implication in the management of childhood diseases, as well as maternal illness and pregnancies, to prevent undernutrition. The villagers additionally highlighted household chores as a risk factor of maternal undernutrition, with lack of time to eat sufficient food as a consequence. Women's workload, including housework, was also reported to cause undernutrition in a village in Maharashtra, India (Chorghade et al. 2006).

Focus group participants also mentioned poverty and its negative influence on household food availability, dietary diversification and children and mothers' nutritional status. No nutritional intervention could succeed in the long run without alleviating this key problem. Thus, to reinforce direct nutrition activities, nutrition sensitive interventions are recommended (Ruel et al. 2013). Women empowerment initiatives fit well within this category and cash transfers to mothers are an effective example of these. Cash transfers are proven to improve household food security (Bhalla et al. 2018, Mary et al. 2018) and children's diet (Na et al. 2015) by increasing mothers' financial capacity for household food supply, especially during the lean season which is when our study was conducted.

Some mothers in the focus groups were not aware of malnutrition and its risk factors and manifestations. It is clear that if malnutrition and its causes are not well understood at the grassroots level, it would be impossible to help people adopt nutrition-friendly and health promoting behaviour. Nutrition sensitive interventions also need to include sensitization on good nutritional practices, not only for mothers but also other community members, such as fathers, grandmothers and public service health and agricultural agents.

5. Conclusion

This study provides a basis for the refinement of intervention strategies to alleviate undernutrition in the district of Zè, Benin. However, given the fact that it was

carried out only during the lean season, a full picture of what happens all year long might have been overlooked. For instance, dietary diversity scores of the children and their mothers may be higher in the abundance season than in the lean season when the study was conducted. Longitudinal appraisal of the diet of child-mother pairs in the study area would complement the results obtained here. Although the qualitative approach used does not allow for generalization of the results, it gives a deep insight into the risk factors of maternal and child undernutrition in the study area, which provides useful investigation tracks for programmatic purposes, not only in the study area but also in similar settings.

CONFLICT OF INTEREST

The authors did not declare any conflict of interest.

REFERENCES

- Abubakar A, Holding P, Mwangome M & Maitland K. 2011. Maternal perceptions of factors contributing to severe undernutrition among children in a rural African setting. *Rural Remote Health* 11: 1423.
- Akseer N, Bhatti Z, Mashal T, Soofi S, Moineddin R, Black RE et al. 2018. Geospatial inequalities and determinants of nutritional status among women and children in Afghanistan: an observational study. *Lancet Glob Health* 6: e447-459. doi: 10.1016/S2214-109X(18)30025-1.
- Arvaniti F & Panagiotakos DB. 2008. Healthy indexes in public health practice and research: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48: 317-327.
- Bazzano AN, Kaji A, Felker-Kantor E, Bazzano LA & Potts KS. 2017. Qualitative Studies of Infant and Young Child Feeding in Lower-Income Countries: A Systematic Review and Synthesis of Dietary Patterns. *Nutrients* 9: 1140. doi: [10.3390/nu9101140](https://doi.org/10.3390/nu9101140)
- Bhalla G, Handa S, Angeles G & Seidenfeld D. 2018. The effect of cash transfers and household vulnerability on food security in Zimbabwe. *Food Policy* 74: 82-99. doi: [10.1016/j.foodpol.2017.11.007](https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.11.007)

- Brannen J. 2005. Mixing Methods: The Entry of Qualitative and Quantitative Approaches into the Research Process. *Int J Soc Res Methodol* 8: 173-184.
- Chorghade GP, Barker M, Kanade S & Fall CH. 2006. Why are rural Indian women so thin? Findings from a village in Maharashtra. *Public Health Nutr* 9: 9-18.
- Coates J, Swindale A & Bilinsky P. 2007. Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) for Measurement of Household Food Access: Indicator Guide (v. 3). Washington, D.C.: FHI 360/FANTA.
- Dagnelie P. 1998. Statistiques théoriques et appliquées. Inférence statistique à une et à deux dimensions Tome 2. De Boeck et Larcier, Brussels.
- Development Initiatives. 2017. Global Nutrition Report 2017: Nourishing the SDGs. Bristol, UK: Development Initiatives.
- Djossinou DR. 2005. Evaluation de l'efficacité d'un complément alimentaire sur la croissance des enfants malnutris de 18 à 36 mois dans la commune de Bopa. Thèse d'ingénieur Agronome. Abomey-Calavi, Bénin: Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi.
- FAO. 2006. Baseline Survey Report Protecting and Improving Household Food Security and Nutrition in HIV/AIDS Affected Areas in Manica and Sofala Province, Maputo, Mozambique, Baseline survey, November/December 2006.
- Hatloy A, Torheim LE & Oshaug A. 1998. Food variety - a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *Eur J Clin Nutr* 52 : 891-898.
- INSAE. 2015. Enquête par grappes à indicateurs multiples (MICS), 2014, Résultats clés. Cotonou, Bénin: Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique.
- INSAE & ICF. 2018. Demographic and health survey in Benin, 2017-2018: key indicators. Cotonou, Benin and Rockville, Maryland, USA.
- Keita K. 2008. Intégration de la sécurité alimentaire et de la Nutrition, Expérience du système d'Alerte Précoce (SAP) du Sénégal. 11ème Forum de la Nutrition du 22 au septembre 2008.
- Kennedy GL, Pedro MR, Seghieri C, Nantel G & Brouwer I. 2007. Dietary Diversity Score Is a Useful Indicator of Micronutrient Intake in Non-Breast-Feeding Filipino Children. *J Nutr* 137: 472-477. doi: [10.1093/jn/137.2.472](https://doi.org/10.1093/jn/137.2.472).
- Lele U, Masters WA, Kinabo J, Meenakshi J, Ramaswami B, Tagwireyi J et al. 2016. Measuring Food and Nutrition Security: An Independent Technical Assessment and User's Guide for Existing Indicators. Measuring Food and Nutrition Security Technical Working Group. Rome: Food Security Information Network.
- Mahmudiono T, Nindiya TS, Andrias DR, Megatsari H & Rosenkranz RR. 2018. Household Food Insecurity as a Predictor of Stunted Children and Overweight/Obese Mothers (SCOWT) in Urban Indonesia. *Nutrients* 10: 535. doi: [10.3390/nu10050535](https://doi.org/10.3390/nu10050535).
- MAI, PAM & FAO. 2013. Evaluation de la sécurité alimentaire des ménages ruraux dans les zones sahélienne et soudanienne du Tchad, Octobre-novembre 2013 Rome: PAM.
- Mary S, Saravia-Matus S & Gomez y Paloma S. 2018. Does nutrition-sensitive aid reduce the prevalence of undernourishment? *Food Policy* 74 : 100-116
- Masson L. 2007. Diversité alimentaire et situation nutritionnelle chez des enfants de 6 à 35 mois en milieu rural au Burkina Faso. Mémoire de Master professionnel en biologie santé aux Universités de Montpellier - Montpellier II. Septembre 2007.
- Mengesha AD & Ayele TT. 2015. The Impact of Culture on the Nutritional Status of Children and Mothers Durrinng Recurring Food Insecurity: The Case of Boreicha Woreda (SNNPRS). *Am J Educ Res* 3: 849-867.
- Mitchodigni IM, Amoussa Hounkpatin WA, Ntandou-Bouzitou G, Avohou H, Termote C, Kennedy G et al. 2017. Complementary feeding practices: determinants of dietary diversity and meal frequency among children aged 6–23 months in Southern Benin. *Food Security* 9: 1117-1130.
- Muraya KW, Jones C, Berkley JA & Molyneux S. 2016. Perceptions of childhood undernutrition among rural households on the Kenyan coast – a qualitative study. *BMC Public Health* 16: 693.

- Mutisya M, Kandala N-b, Ngware MW & Kabiru CW. 2015. Household food (in)security and nutritional status of urban poor children aged 6 to 23 months in Kenya. *BMC Public Health* 15: 1052.
- Na M, Jennings L, Talegawkar SA & Saifuddin Ahmed. 2015. Association between women's empowerment and infant and child feeding practices in sub-Saharan Africa: an analysis of Demographic and Health Surveys. *Public Health Nutrition* 18 : 3155-3165. doi: [10.1017/S1368980015002621](https://doi.org/10.1017/S1368980015002621)
- Onyango A, Koski KG & Tucker KL. 1998. Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers. *Int J Epidemiol* 27: 484-489.
- Ruel MT, Alderman H & the Maternal and Child Nutrition Study Group. 2013. Nutrition-sensitive interventions and programmes: how can they help to accelerate progress in improving maternal and child nutrition? *Maternal and Child Nutrition* 3. The Lancet Series.
- Samli G, Kara B, Ünalın PC, Samli B, Sarper N, Gökalp AS. 2006. The applications, beliefs and knowledge of mothers regarding nutrition of foster children and breastfeeding. A qualitative study. *Marmara Medical Journal* 19: 13-20.
- Tarini A, Bakari S & Delisle H. 1999. The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children. *Sante* 9: 23-31.
- Tariq S & Woodman J. 2013. Using mixed methods in health research. *J R Soc Med Sh Rep* 4.
- UNICEF. 1998. *The state of the World's children* New York: Oxford University Press.
- WFP. 2006. Note de synthèse : Mali-Analyse Globale de la Sécurité Alimentaire et la Vulnérabilité (AGASAV).
- WFP. 2007. Evaluation rapide de la sécurité alimentaire, Région de Diana, Sofia, Atsimo Atsinanana et Vatovavy Fitovinany. PAM Antananarivo, Madagascar.
- WHO. 1995. Physical status: the use of and interpretation of anthropometry, report of a WHO expert committee. Technical Report Series 854.
- Yessoufou GA, Ahokpe M, Behanzin J, Kountori R, Senou M & Sezan A. 2014. Prévalence de la malnutrition aiguë chez les enfants de moins de cinq ans dans la plaine de Pendjari au nord-ouest du Bénin *J Rech Sci Univ Lomé (Togo) Série A*, 16 : 69-78.
- Zevounou MIG, Amoussa Hounkpatin W, Chadare FJ, Lokonon JHF, Soumanou M & Mongbo R. 2017. Weight Loss and Nutritional Status of 6-59 Months Children after Positive Deviance/Hearth Approach in Southern Benin Rural Area: Associated Factors to Later Underweight. *International Journal of Tropical Disease and Health* 23: 1-10.



Profil de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des communes de Dangbo et de Tori-Bossito au Sud-Bénin

Jaurès H.F. LOKONON, Waliou B. A. AMOUSSA HOUNKPATIN*

Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Ecole de Nutrition et des Sciences et Technologies Alimentaires (ENSTA), (ENSTA/FSA/UAC). 03 BP 2819 Cotonou, Bénin

Reçu le 14 Mai 2018 - Accepté le 13 Mai 2019

Food and Nutrition Security profile of Dangbo and Tori Bossito districts in Southern Benin

Abstract: Food and Nutrition Security (FSN) is multidimensional, multisectorial complex concept. Identification of comparable zones for measuring the impact of FSN programs appears to be a challenge. The districts of Dangbo and Tori-Bossito belong to the same Agricultural development zone of South-Benin, have been identified to study their comparability with regard to FSN dimensions such as Access of Food security (AFS), Socioeconomic Status (SES), practices related to Water, Hygiene, Sanitation (WASH) of households, the children Chronic Malnutrition (CM). The results revealed that AFS and SES variables weren't significantly different ($P > 0.05$) between both zones. In Dangbo and Tori-Bossito, 96.4% and 97.1% of the households were in food insecurity and 82% and 82.7% had a low SES, respectively. On the other hand, WASH practices and CM were associated with zones ($P < 0.05$). Prevalence of CM was 25 % and 7.2 % in Tori-Bossito and Dangbo respectively. The Multiple Correspondences Analysis showed that Dangbo's households opposes to those of Tori-Bossito by the garbage buried in pits or burnt, mothers having good practice of handwashing and children saddles evacuation, source of drinking water and not stunted children. All in all, WASH and CM constituted the zones differentiation's factors. These results could be a reference for programs efficiency evaluation in order to improve communities food and nutrition security and useful for all FSN stakeholders.

Keywords: Food and Nutrition Security, socioeconomic status, children chronic malnutrition, WASH, Benin.

Résumé : La Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (SAN) est un concept multidimensionnel, multisectoriel et complexe. L'identification de zones comparables aux fins d'évaluation d'impact de projets/programmes de SAN constitue un véritable défi pour les chercheurs. Les communes de Dangbo et Tori-Bossito, appartenant au même pôle de développement agricole du Sud-Bénin, ont été identifiées pour étudier leur comparabilité au regard des dimensions de la SAN relatifs à l'accès, le statut socioéconomique (SSE), les pratiques liées à l'Eau, Hygiène et Assainissement (PEHA) des ménages, mais aussi la malnutrition chronique (MC) des enfants. Les résultats ont révélé que les variables Accès de la Sécurité Alimentaire (ASA) et le SSE n'ont pas été significativement différents dans les deux zones ($P > 0,05$). Les pourcentages de ménages en insécurité alimentaire ont été 96,4% et 82,7% et ceux ayant un faible SSE, 82% et 82,7% respectivement dans Dangbo et Tori-Bossito. En revanche, les PEHA et la prévalence de la MC ont été significativement associées aux zones ($P < 0,05$). La proportion de mères ayant une mauvaise pratique d'hygiène était significativement plus élevée à Tori-bossito (56,7%) qu'à Dangbo (25,2%). La prévalence de la MC a été de 25% à Tori-Bossito et 7,2% à Dangbo. Il ressort de l'Analyse des Correspondances Multiples que les ménages de Dangbo s'opposent à ceux de Tori-Bossito sur plusieurs faits les caractérisant notamment les ordures enterrées dans les fosses ou brûlés, des mères ayant une bonne pratique d'hygiène de lavage des mains et d'évacuation des selles d'enfants, une source d'eau potable et des enfants non malnutris chroniques. En somme, les pratiques relatives à l'EHA et la MC des enfants constituent des facteurs de différenciation des deux zones. Les résultats de cette étude pourraient servir

de référence à l'évaluation de l'efficacité des programmes visant à améliorer la SAN des communautés et s'avérer utiles à tous les intervenants en SAN.

Mots clés: Sécurité alimentaire et nutritionnelle, statut socioéconomique, malnutrition chronique des enfants, WASH, Bénin.

1. Introduction

Dans le monde, l'insécurité alimentaire grave touche 689 millions de personnes (FAO *et al.*, 2017). L'Afrique est l'une des régions du monde où l'insécurité alimentaire prend de l'ampleur, plus particulièrement en Afrique subsaharienne, où l'on a constaté une progression de près de trois points de pourcentage de 2014 à 2016 (FAO *et al.*, 2017). Au Bénin, en 2013, environ 1,1 million de personnes sont en insécurité alimentaire avec des disparités importantes au niveau des départements et des communes (INSAE, 2014). L'insécurité alimentaire est l'une des causes de la malnutrition chronique qui affecte près de 572 000 enfants de moins de cinq ans (INSAE, 2015). La malnutrition chronique (MC) a des conséquences négatives tant au niveau individuel qu'au niveau national. Elle affecte la croissance physique, la morbidité, la mortalité, le développement cognitif, la reproduction et la capacité physique de travail de l'individu (Walker, 2007). Au niveau national, la malnutrition chronique entraîne une perte de 11% du Produit Intérieur Brut dans des pays comme le Bénin (IFPRI, 2014).

Beaucoup de projets/programmes sont mis en œuvre dans les localités les plus vulnérables du Bénin pour améliorer l'insécurité alimentaire et nutritionnelle des populations. Il a été dénombré 84 acteurs intervenant dans 817 localités du pays lors de la cartographie des interventions en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle au Bénin (CAN, 2016). Certaines des interventions sont achevées et d'autres sont en cours. L'évaluation rigoureuse des effets de ses interventions sur les bénéficiaires est restée marginale et très peu documentée. Or, il est important que les décideurs politiques, le gouvernement et ses partenaires techniques et financiers disposent suffisamment de preuves que les actions menées par endroit et par divers partenaires ont un impact positif sur le bien être des bénéficiaires. D'après Gertler *et al.*, (2011), « *une augmentation du nombre d'évaluations et une amélioration de leur qualité permettront de renforcer l'ensemble des preuves existantes au sujet de l'efficacité des politiques et programmes de développement dans le monde* ». Ainsi, une attention

particulière doit être portée aux évaluations des nombreuses interventions en cours.

En 2014, le taux d'insécurité alimentaire des ménages de la commune de Dangbo était de 70,3% et la prévalence de la MC chez les enfants de moins de 36 mois était de 37,4% (Amoussa *et al.*, 2017). Dès lors, les populations de Dangbo ont bénéficié de l'initiative Nutrition au Centre (N@C) mise en œuvre par Care International Bénin/Togo. L'objectif de cette initiative a été de réduire la prévalence de la MC chez les enfants de moins de 36 mois et l'anémie chez les enfants et les femmes en âge de procréer (CARE et INSAE, 2014). L'approche intégrée et multisectorielle utilisée par CARE International Bénin/Togo combinait la santé, la nutrition maternelle et infantile (MIYCN), l'hygiène, l'eau et l'assainissement (WASH), la sécurité alimentaire et la promotion de l'autonomisation de la femme (CARE et INSAE, 2014).

Dans le but d'évaluer l'impact de l'initiative N@C par une méthode quasi-expérimentale, il s'est avéré nécessaire de constituer des zones de comparaisons valides. Ainsi, la commune de Tori-Bossito a été identifiée comme commune de comparaison car la prévalence de la MC chez les enfants de moins de cinq ans était supérieure à 30% ; la situation alimentaire agro-écologique et nutritionnelle serait similaire à celle de Dangbo au regard de l'Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire du Bénin (INSAE, 2014) et de l'Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de vie des Ménages (INSAE, 2012). Tori-Bossito ne bénéficie encore d'aucun projet/programme comme celui de N@C. La présente étude cherche à valider l'hypothèse de comparabilité entre les deux zones.

L'étude a exploité les données primaires collectées auprès des ménages d'enfants de six mois révolus pour comparer la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (SAN) de Dangbo et de Tori-Bossito. En effet, à partir de six mois, les mères d'enfants commencent en principe l'introduction d'aliments de compléments et cette période constitue une étape particulièrement vulnérable pour la survie de l'enfant (OMS, 2013). L'accès aux aliments de qualité dans le ménage, une des composantes majeures de la SAN, est crucial pour le développement optimal de l'enfant. L'étude permettra d'une part, de disposer des données de la situation actuelle de Dangbo et d'autre part de disposer de la situation de référence pour l'évaluation et la conception plus tard de programme de sécurité alimentaire et nutritionnelle à Tori-Bossito. Ce faisant, il apparaît utile à notre avis,

de clarifier le concept de sécurité alimentaire et nutritionnelle qui n'est parfois pas facile à cerner.

2. Clarification conceptuelle de la notion de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle

Lors du Sommet Mondiale de l'Alimentation (SMA) de 1974, le concept de Sécurité Alimentaire (SA) a été défini en termes d'approvisionnements alimentaires à savoir, garantir la disponibilité et la stabilité des prix, des produits alimentaires de base à l'échelon national et international (FAO, 1974). En 1983, les études de la FAO, ont été centrées sur l'accès à l'alimentation et ont conduit à redéfinir la sécurité alimentaire comme : *« assurer à toute personne et à tout moment, un accès physique et économique aux denrées alimentaires dont elle a besoin »* (FAO, 1983). En 1996, le SMA a renforcé la nature multidimensionnelle de la sécurité alimentaire en y incluant les concepts de l'accès à l'alimentation, de la disponibilité, de l'utilisation de la nourriture et de la stabilité. Ainsi, la SA a été libellée comme suit :

« La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active » (FAO, 1996). En l'an 2000, la condition sociale de l'accès à la nourriture a été incluse dans le concept de SA (FAO, 2000) et par la suite, des aspects de *niveau individuel et celui des ménages outre le niveau d'agrégation régionale et nationale* ont été incorporés aux analyses de la sécurité alimentaire (FAO, 2006).

Au fil du temps, le besoin d'insister sur la *nutrition* dans la sécurité alimentaire est apparu. Les aspects de *pratiques de soins, de services de santé et d'environnements sains* ont été intégrés au concept de sécurité alimentaire. Dès lors, la sécurité alimentaire, sous entendue nutritionnelle, est atteinte lorsqu'une nourriture adéquate, suffisante, saine et conforme aux normes socioculturelles, est disponible et accessible à tous les membres d'une société, et utilisée de façon correcte par tous à tout moment, leur permettant de mener une vie saine et active (FAO, 2009).

Le thème «Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (SAN)», est celui qui traduit le mieux les liens conceptuels qui existent entre la sécurité alimentaire (SA) et la sécurité nutritionnelle (SN), et permet d'orienter efficacement l'action des pouvoirs publics et l'action des projets et programmes (CSA, 2012). Bien que le lien entre les notions de SA et SN soient très étroites, la SN se distingue de la SA par la prise en compte de l'accès aux services de santé et aux soins, des pratiques liées à l'eau, d'hygiène, d'assainissement et de l'adéquation des régimes alimentaires (FAO, 2015). Wüstefeld

(2013) explique que la SAN comprend les quatre dimensions de la sécurité alimentaire bien connues (disponibilité, accessibilité, stabilité, usages et utilisation de l'aliment) et insiste sur les déterminants de la sécurité nutritionnelle que sont : accès à une alimentation adéquate, accès aux bonnes pratiques de soins d'alimentation et de santé puis l'assainissement du ménage.

3. Matériel et méthodes

3.1. Zones d'études

La commune de Dangbo est située au Sud-Est du Bénin dans le Département de l'Ouémé. Elle s'étend sur une superficie de 149 km² avec une densité de 443 habitants/km² (INSAE-RGPH4, 2016a). Le relief de Dangbo comprend une basse vallée « Wodji » et un plateau « Aguédji ». La vallée est complètement inondée entre juillet et octobre par le fleuve Ouémé qui la borde. La commune de Dangbo est soumise à un climat subéquatorial ayant quatre (4) saisons : une grande saison des pluies (Avril-Juillet), une petite saison sèche (Août-Septembre), une petite saison des pluies (octobre-novembre) et une grande saison sèche (Décembre-Mars). L'indice de pauvreté d'existence basé uniquement sur les conditions de vie des ménages est de 54% (INSAE-RGPH4, 2016a). Près de 53% des ménages de la commune sont agricoles. L'agriculture, la pêche et la chasse représentent 44% des activités économiques des ménages. Les cultures céréalières (maïs et riz) représentent 75,2% des produits agricoles. Environ 60% des ménages ont accès à l'eau potable. Les affections courantes rencontrées dans la Commune étaient le paludisme, les lésions traumatiques, les infections respiratoires, les affections gastro-intestinales, les affections cardiovasculaires dont l'hypertension artérielle.

La commune de Tori-Bossito, quant à elle, est située au Sud-Ouest du Bénin dans le Département de l'Atlantique. Elle s'étend sur une superficie de 328 km² avec une densité de 136 habitants/Km². Le relief de Tori-Bossito est caractérisé par un bas plateau entaillé de vallées et par des dépressions marécageuses qui en saison des pluies constituent de véritable plan d'eau. Elle est aussi soumise à un climat subéquatorial ayant quatre (04) saisons. L'indice de pauvreté d'existence basé uniquement sur les conditions de vie des ménages est de 41,9% (INSAE-RGPH4, 2016 b). L'agriculture, la pêche (poissons) et la chasse (aulacodes, rats) représentent 53,4% des activités économiques de la commune. Les deux principales cultures sont le manioc (79,2%) et le maïs (17,7%). Près de 40% des ménages ont accès à l'eau potable. Les principales maladies rencontrées dans cette zone tout comme à Dangbo étaient le paludisme, la parasitose intestinale, les diarrhées et vomissements. A cela s'ajoute la tuberculose et la fièvre typhoïde.

Les deux communes à savoir Dangbo et Tori Bossito se retrouvent dans le même pôle de développement agricole du Bénin comme illustré sur la Figure 1.

3.2 Echantillonnage

La prévalence de la MC chez les enfants de moins de cinq ans, mesurée par l'indice anthropométrique longueur pour âge, a été l'indicateur utilisé pour estimer le nombre d'enfants à inclure dans les différentes zones d'études. En effet, la MC des enfants est un bon indicateur d'analyse du développement socioéconomique d'une communauté et décrit la situation de précarité des populations (OMS, 1995). Le nombre minimal d'enfants nécessaires à l'étude a été calculé en utilisant la formule de Fleiss (2003) :

$$N = \frac{(Z_{\beta}\sqrt{PD(1-PD)} + P_T(1-P_T) + Z_{\alpha}\sqrt{2PT(1-PT)})^2}{(PD-PT)^2}$$

N = nombre d'enfants ; P_D et P_T représentent respectivement la prévalence de la malnutrition chronique des enfants de moins de cinq ans dans la commune de Dangbo et de Tori-Bossito. P_D=33,8% ; P_T= 49,8% (INSAE et CARE, 2014). Pour une puissance (1- β) de 80% et une précision α de 5%, il faut une taille minimale de 104 enfants par commune pour détecter une différence statistiquement significative de prévalence de MC de 16 points entre les deux zones d'études. (Donegan *et al.*, 2010). Avec un taux de non répondants de 12%, la taille de l'échantillon a été de 114 enfants par commune.

Dans la zone d'intervention, les données ont été collectées dans les 16 villages d'intervention de N@C et dans 16 villages choisis au hasard dans la seconde commune. L'identification des enfants a été faite dans les Centres de Santé par les fiches de naissance, les fiches de vaccination et dans les mairies par les fiches de déclaration de naissance. A partir de ces documents, les listes des enfants de 6 mois dans les villages d'intervention et de non intervention du projet ont été réalisées. Tous les enfants identifiés et respectant les critères de sélection ont été enrôlés.

3.2.1. Critères d'inclusion

Les enfants sélectionnés étaient ceux ayant 6 mois et en bonne santé apparente, résidant dans les zones d'étude, disposant d'une pièce d'état civil, et dont les parents ont accepté participer à l'étude.

3.2.2. Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion étaient :

- les enfants ayant moins de 6 mois et au plus 7 mois ;
- les sujets malades et ou ne disposant pas de pièce d'identité ;
- les enfants ayant 6 mois ne se trouvant pas dans les zones d'étude ;
- les enfants dont les mères ont refusé de participer à l'étude

En définitive, 215 enfants à raison d'un enfant par ménage ont été échantillonnés dont 111 dans la commune de Dangbo et 104 dans la commune de Tori-Bossito.

3.3. Données de l'étude

L'étude a utilisé deux types de données : des données anthropométriques des enfants de six mois et les données issues d'enquêtes des ménages respectifs de ces enfants.

3.3.1. Données anthropométriques

La longueur des enfants a été prise selon les recommandations de l'OMS (1995). Elle a été mesurée à l'aide d'une toise ShorrBoard© de précision 1mm. Toutes les mesures ont été prises en triple par des assistants de recherche bien formés et entraînés. La moyenne des mesures les plus proches ont été considérées dans les analyses.

3.3.2 Données d'enquête

Les données ont été collectées auprès des ménages à l'aide de deux questionnaires administrés à partir de tablettes sous le logiciel ODK System. Le premier questionnaire était relatif au statut socioéconomique des ménages et fournissait des informations sur le chef de ménage, les différentes sources de revenu du ménage, l'accès à la terre, les différents types de cultures, le ménage, les pratiques d'alimentation, d'hygiène et d'assainissement des mères dans les ménages. Le deuxième questionnaire a abordé les indicateurs déterminant l'échelle de l'accès de l'insécurité alimentaire des ménages (Coates, Swindale & Bilinsky, 2007). En effet, une revue de littérature des indicateurs de mesure des dimensions d'accès de l'insécurité alimentaire a recommandé les indicateurs basés sur les expériences vécues par les ménages pour mesurer leur accessibilité aux régimes alimentaires adéquats (Leroy *et al.*, 2015).

énergie (Eclairage, Combustion, Lampe, gaz, fourneau, groupe électrogène,); biens de confort (Matelas, Lit, Ventilateur,); équipements (Machine à coudre, Hache, Arrosoir, daba, Pulvérisateur, pirogue, filet, sarcleur, fusil, Pompe manuelle); transports (Vélo, Mobyette,); autres biens (Verger, Lampe/Torche, foyer, bœufs, chèvres, volailles, porcs, Terre).

En se basant sur la Consistance Ordinale et Global sur le premier axe, les variables ont été sélectionnées et introduites dans la construction de l'indicateur composite de Pauvreté (ICP).

Une fois les variables sélectionnées, l'ACM a permis d'avoir les scores de chaque modalité, qui ont été utilisés pour calculer l'ICP à partir des formules fonctionnelles, d'après Asselin (2002) :

$$ICP_i = \frac{1}{K} (W_1 I_{i1} + W_2 I_{i2} + \dots + W_P I_{iP})$$

Avec K = Nombre total de modalités, J_k = le nombre d'indicateurs, W_{jk}^k = le poids standardisé d'une modalité, I_{jk}^k = la variable binaire 0/1. W_p = le poids de la modalité P et I_p = l'indicateur binaire 0/1. Ainsi, l'ICP pour chaque ménage représentait la moyenne des poids de chaque modalité multipliée par la variable rendu binaire de chaque modalité. Pour classer les ménages en statut socioéconomique faible (SSEF) ou élevé (SSEE), une classification hiérarchique a été conduite sur l'ICP. Le seuil de classification a été obtenu en calculant la moyenne de l'ICP du plus grand des valeurs faibles et du plus petit des valeurs élevées.

3.4.3 Construction d'un score de pratique d'hygiène et d'évacuation des selles de l'enfant par les mères

Les scores ont été attribués à chacune des modalités des six variables utilisées pour construire le score total d'hygiène de la mère dans le ménage (Ruel et Arimond, 2002). Les variables et modalités exploitées pour construire cet indicateur ont été (a) lavage des mains avant de nourrir l'enfant (*Toujours : 2, Parfois : 1, Jamais : 0*); (b) les éléments utilisés pour la dernière fois que les mains ont été lavées avant de nourrir l'enfant (*Savon : 1, Cendre : 1, Eau seulement : 0*); (c) lavage des mains après avoir déféqué (*Toujours : 2, Parfois : 1, Jamais : 0*); (d) éléments utilisés pour la dernière fois que les mains ont été lavées après défécation (*Savon : 2, Cendre : 1, Eau seulement : 0*); (e) mécanisme de gestion des selles de l'enfant (*L'enfant a utilisé les toilettes ou la latrine : 5, Jeté dans les toilettes ou dans la latrine : 4, Jeté dans le trou ou le fossé : 3, Jeté dans des*

ordures : 2, Enterré dans le champ : 1, Jeté dans le champ : 0); (f) type de nettoyage anal de l'enfant (*nettoyée avec de l'eau : 5, essuyé avec une serviette / tissu : 4, raclé sur le sol : 0, Chien / autre animal : 0; Pas de nettoyage anal : 0*).

Une classification hiérarchique a été faite pour avoir deux classes homogènes. Un seuil d'hygiène a été calculé pour catégoriser les mères en bonne ou mauvaise pratique (Ruel et Arimond, 2002).

3.4.4 Calcul de l'indice anthropométrique longueur pour Age (LAZ)

Le fichier contenant les moyennes du poids et de la longueur, la date de naissance, la date de prise des mesures et le sexe a été exporté vers le logiciel Anthro WHO (2006), pour générer l'indice anthropométrique longueur pour âge (LAZ). L'indice LAZ a permis d'évaluer la malnutrition chronique chez les enfants. Lorsque l'indice anthropométrique LAZ d'un enfant était inférieur à -2 écart-type, l'enfant est classé malnutri chronique global; un indice LAZ inférieur à -3 écart-type a été considéré comme malnutri sévère (WHO, 2006).

3.5 Analyses statistiques

Les données extraites des tablettes ont été exportées vers le logiciel SPSS version 21 où les statistiques descriptives (effectifs et pourcentages) ont été calculées. Les variables composites (niveau de pauvreté, score d'hygiène des mères) ont été analysées avec le logiciel R. Le test de Khi2 a été utilisé pour détecter s'il existe une différence statistiquement significative entre les zones dans une analyse bivariée. La caractérisation des deux zones d'études au regard des variables les plus représentatives, a été réalisée par une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) sous le logiciel R.

4. Résultats

4.1. L'insécurité alimentaire des ménages dans les zones d'études

Les proportions de ménages en insécurité alimentaire dans les zones d'études ont été de 96,4 % et de 97,1% respectivement de Dangbo et de Tori-Bossito (Tableau 1). Il n'existe pas d'association significative entre les villages d'études et l'échelle d'accès déterminant l'insécurité alimentaire des ménages. La situation de l'insécurité alimentaire semble être la même dans les deux zones d'études ($P = 0, 268$).

Tableau 1 : Pourcentage de ménages en insécurité alimentaire dans les zones d'études

Table 1: Percentage of households in Food Insecurity within zones

	Dangbo (N=111)		Tori-Bossito (N=104)		
	n	%	n	%	
<i>Sécurité alimentaire</i>	4	3,6	3	2,9	
Insécurité alimentaire grave	78	70,3	72	69,2	
Insécurité alimentaire légère	9	8,1	3	2,9	
Insécurité alimentaire modérée	20	18,0	26	25,0	
<i>Insécurité alimentaire globale</i>	107	96,4	101	97,1	*P=0, 268

*Test chi 2, $\alpha = 5\%$

4.2 Niveau Socioéconomique des ménages dans les zones d'études

Les proportions de ménages ayant un statut socioéconomique faible dans les deux zones d'études sont élevées et comparables : 82% pour Dangbo et 82,7% pour Tori-Bossito (Tableau 2).

Tableau 2: Pourcentage de ménages en statut socioéconomique faible (SSEF) ou élevé (SSEE) dans les zones d'études

Table 2: Percentage of low or high socioeconomic status households

	Dangbo N=111		Tori-Bossito N=104		
	n	%	n	%	
SSEF	91	82	86	82,7	*P=0,891
SSEE	20	18	18	17,3	

SSEF : Statut Socioéconomique Faible ; SSEE : Statut Socioéconomique élevé *Test de Khi²

4.3 Pratiques relatives à l'eau, hygiène et assainissement au niveau des ménages

Le tableau 3 présente les proportions de ménages ayant un accès amélioré à l'eau, l'hygiène et l'assainissement.

Une association significative a été trouvée entre le type de toilettes utilisées dans les ménages et les zones d'études. Plus de la moitié des ménages des zones d'études (environ 52 % et 55% respectivement des ménages de Dangbo et de Tori-Bossito) n'utilisaient pas de toilettes. Les membres de ses ménages déféquaient à l'air libre.

Les ménages de Dangbo et Tori-Bossito utilisaient respectivement dans 95,5% et 50,9% des cas, de l'eau potable provenant des robinets et forage. Environ 33% et 27% des ménages respectivement à Dangbo et Tori-Bossito, géraient les ordures en faisant les tas d'immondes à l'intérieur de leurs cours (Tableau 3).

Les pratiques d'hygiène des mères dans les zones d'études sont également présentées au tableau 3. Les mères vivant dans la commune de Dangbo (84,7%) ont significativement ($p=0,000$) une meilleure pratique de lavage des mains et d'évacuation des selles de leurs enfants que celles de Tori-Bossito (26,0%).

4.4 Prévalence de la malnutrition chronique chez les enfants de 6 mois

A l'âge de six mois, la prévalence de la malnutrition chronique était significativement ($P=0,003$) plus élevée à Tori-Bossito qu'à Dangbo. Le pourcentage d'enfants malnutris chronique était de 25% à Tori-Bossito et de 7,2% à Dangbo (Tableau 4).

4.5 Principales caractéristiques des zones d'études

La figure 2 présente l'analyse des correspondances multiples des variables de l'étude. Le premier plan factoriel expliquait 29% de la variance totale. Il ressort de l'examen de la figure 2 que les ménages de la commune de Dangbo sont caractérisés par les ordures enterrées dans les fosses ou brûlés, des mères ayant une bonne pratique d'hygiène de lavage des mains et d'évacuation des selles des enfants, une source d'eau potable et des enfants non malnutris chroniques. Quant à la commune de Tori-Bossito, elle est caractérisée par la source d'eau non potable, les ordures en tas d'immondice dans les ménages, la mauvaise pratique d'hygiène et d'évacuation des selles des enfants et des enfants malnutris chroniques modérés ou sévères. Les deux zones sont comparables car elles sont toutes proches de l'origine du plan.

Tableau 3 : Pourcentage de ménages par pratique d'Eau, Hygiène et Assainissement des ménages (EHA)

Table 3: Percentage of Households by Water Sanitation and Hygiene practices.

	Dangbo (N=111)		Tori-Bossito (N=104)		
	N	%	n	%	
Types de toilettes utilisées par le ménage^a					
Toilettes améliorées ou non*	53	47,7	47	45,2	0,030*
Pas de toilettes (nature)	58	52,3	57	54,8	
Source d'eau de boisson du ménage^b					
Eau Potable	108	97,3	89	85,5	0,000*
Eau non Potable	3	2,7	15	14,4	
Gestion des ordures dans le ménage					
Tas d'immondices	37	33,3	28	26,9	0,000*
Mis dans une fosse fumière	37	33,3	9	8,7	
Jetées dans la nature	15	13,5	41	39,4	
Brûlés/enterrés par le ménage	22	19,8	26	29,3	
Pratique de lavage des mains et d'évacuation des selles des enfants					
Bonne	83	74,8	45	43,3	0,000*
Mauvaise	28	25,2	59	56,7	

^a Toilettes: toilettes améliorées (à fosse ventilé, à chasse/réseau d'égout), toilettes non améliorées (non ventilé, publique, brousse, suspendue) ; ^b Source d'eau : Eau non potable (puits, eau de surface et autres), eau potable (SONEB, robinet, forage, puits protégé). *Test de K χ^2

Tableau 4 : Prévalence de la malnutrition chronique (MC) chez les enfants

Table 4 : Prevalence of stunted children

	Dangbo (N = 111)	Tori-Bossito (N = 104)	
MC Modéré(%) ¹	3,6	16,3	P=0,003
MC Sévère(%) ²	3,6	8,7	
MC Globale(%) ³	7,2	25	

¹: -3 ≤ LAZ < -2 ; ²: LAZ < -3 ; ³: LAZ < -2 ; LAZ : Longueur pour Age Z-score

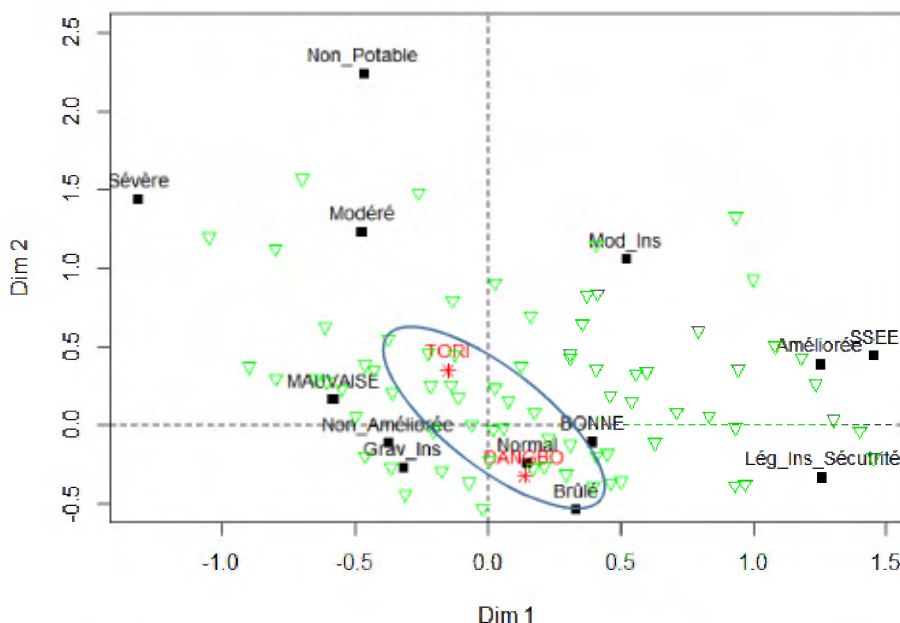


Figure 2 : Caractéristiques comparées des zones d'études par l'Analyse des Correspondances Multiples(ACM)

Figure 2: Compared Characteristics of zones by Multiples Correspondences Analysis (MCA)

Légende: *modéré* : malnutri chronique modéré ; *sévère* : malnutri chronique sévère ; *normal* : non malnutri chronique ; *BONNE*: Bonne Pratique d'hygiène ; *MAUVAISE* : Mauvaise Pratique d'hygiène ; *Mod_Ins* : modéré insécurité, *Lég_Ins* : Légère insécurité, *Grav_Ins* : Grave insécurité alimentaire ; *Non potable* : Eau non potable ; *Améliorée* : Toilettes améliorées, *Non_Améliorée* : Toilettes non Améliorée ; *Brûlés* : Ordures ménagères brûlés ou enfouis.

5. Discussion

Cette étude visait à comparer la situation alimentaire et nutritionnelle de Dangbo et Tori-Bossito au sud-Bénin. L'étude a montré que les deux zones étaient comparables sur le plan de l'insécurité alimentaire et du niveau socioéconomique des ménages. En effet, la proportion de ménages en insécurité alimentaire a été de 86,4% à Dangbo et de 97,1% à Tori-Bossito. Des tendances similaires avaient déjà été trouvées par Mitchodigni *et al.*, en 2017 à Bopa et Houegbo où, respectivement 77% et 82,9% des ménages étaient en insécurité alimentaire. Ces résultats montrent que l'accès financier et économique aux aliments dans les ménages ruraux au Sud-Bénin et particulièrement dans les zones précitées mérite une attention particulière car elle pourrait être transitionnelle ou chronique.

L'outil utilisé ici, pour apprécier l'insécurité alimentaire des ménages notamment l'échelle déterminant l'accès de l'insécurité alimentaire du ménage (HFIAS), mesure les expériences que les ménages ont vécues des situations d'insécurité alimentaire au cours de trente derniers jours précédents l'enquête. Ainsi, la situation observée serait peut-être transitionnelle et serait due à la période de collecte où les ménages avaient traversé une crise alimentaire. En effet, la collecte des données a eu lieu de Juin à Août, moment couvrant des périodes de soudure et d'abondance au Sud-Bénin. De Mars à Juin, s'installe la période de soudure dans les ménages au Sud-Bénin où en l'absence de facteurs pouvant atténuer les chocs, on observe une insuffisance de stocks se traduisant par un épuisement des réserves surtout les céréales avant la prochaine récolte (INSAE, 2014). De même, parfois après la récolte, la disponibilité peut se dégrader du fait des exportations/ventes et provoquer une soudure précoce (INSAE, 2015). Ces différentes causes renforcent l'hypothèse d'une insécurité alimentaire transitionnelle qu'auraient traversée les ménages.

Par ailleurs, l'appréciation du niveau socioéconomique des ménages, mesurée à partir des biens matériels qu'ils possèdent, nous éloigne de l'hypothèse selon laquelle l'insécurité alimentaire observée dans nos zones d'études serait transitionnelle. Sur la base de ces considérations réelles des conditions de vie des ménages, l'insécurité alimentaire observée apparaît plutôt chronique puisque près de 83% des ménages ont un statut socioéconomique faible. Les ménages de nos zones d'études seraient dans une précarité permanente dont la période de soudure où de bradage des récoltes vient aggraver.

Si les deux zones d'études sont comparables sur le plan de l'insécurité alimentaire et du statut socioéconomique, ce n'est pas le cas des autres facteurs de la sécurité alimentaire et nutritionnelle telles que les pratiques relatives à l'EHA et la prévalence de la malnutrition chronique des enfants.

Nos résultats ont montré une différence significative entre les deux zones pour toutes les variables relatives à l'EHA et la malnutrition chronique des enfants. Ces différences s'expliqueraient par le paquet d'interventions nutritionnelles dont a bénéficié les mères de Dangbo. En effet, de 2014 à 2017, les ménages participant à l'étude à Dangbo, ont bénéficié de l'initiative Nutrition au Centre de Care International Bénin/Togo dont les actions se sont entre autres, focalisées sur le changement de comportement des ménages dans les domaines de l'EHA et de la nutrition. Les actions de cette initiative auraient eu un impact sur l'amélioration des pratiques des mères et la situation nutritionnelle des enfants qui est meilleure à Dangbo (7,2%) qu'à Tori-Bossito (25%). Cependant, des analyses approfondies d'évaluations d'impact de l'initiative Nutrition au Centre méritent d'être menées pour de robustes conclusions.

En outre, bien que la proportion de ménages en insécurité alimentaire soit très élevée dans les deux zones, les ménages de Dangbo présentent une faible prévalence de MC chez les enfants (7,2%). Les facteurs non alimentaires tels que l'EHA jouerait un rôle prépondérant dans la faible prévalence de la malnutrition chronique observée à Dangbo et dans le même temps aggraverait la situation des enfants à Tori-Bossito où ils sont plus préoccupants. Ainsi, même dans les ménages en sécurité alimentaire, les facteurs non alimentaires entraînent la MC. Cette tendance avait déjà été trouvée par Agbota *et al.* (2009) dans l'analyse diagnostique de la situation alimentaire et nutritionnelle du Bénin conduisant à l'élaboration du Plan Stratégique du Développement de l'Alimentation et de la Nutrition (PSDAN 2009-2019). Ils avaient expliqué qu'à part l'accès à l'aliment, il y a les facteurs tels que la mauvaise répartition du repas au sein du ménage, la vaccination, le niveau d'éducation, le genre, la répartition du travail entre la femme et l'homme, le poids des personnes influentes dans les ménages, la morbidité des membres du ménage etc, concourent à l'atteinte de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations.

Le concept de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (SAN) étant très complexe et ne saurait être appréhendé

dans sa plénitude par cette seule investigation qui a utilisé peu de variables pour le décrire. L'étude a tenté d'opérationnaliser le concept à des fins de comparaison de deux zones.

Selon Lele *et al.* (2016), la disponibilité alimentaire, la consommation alimentaire, la diversification alimentaire dans le ménage, le niveau d'éducation du chef de ménage et de la mère, les aspects genre dans le ménage, la taille des ménages sont des variables qui concourent à l'atteinte de la SAN. Dans le cas de notre étude, nous avons pu apprécier la disponibilité alimentaire, la consommation alimentaire, la diversification alimentaire dans les ménages de Tori-Bossito et de Dangbo qui sont en réalité partie prenante de la variable Echelle déterminant l'insécurité alimentaire des ménages qui est une variable composite. Aussi, notre étude a donné des tendances fiables et facilement reproductibles par les intervenants en SAN. Le but visé par cette étude a été d'utiliser des variables facilement mesurables et très descriptives de la situation pour un meilleur ciblage et une évaluation efficace des projets/programmes de sécurité alimentaire et nutritionnelle au Bénin. Les résultats de cette étude ont le mérite de montrer l'utilisation de simples variables pouvant permettre de comparer deux communautés locales à des fins d'évaluation de projets/programmes de SAN. Les indicateurs composites du niveau de statut socioéconomique, des pratiques d'hygiène et de l'échelle déterminant l'accès de l'insécurité alimentaire constituent des outils clés pour apprécier la SAN des communautés.

6. Conclusion

La caractérisation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle en se basant sur le niveau d'accès de la sécurité alimentaire (ASA), le statut socioéconomique (SSE), pratiques liées à l'Eau, l'Hygiène et l'Assainissement (EHA) des ménages et la prévalence de la malnutrition chronique (MC) des enfants a révélé que l'insécurité alimentaire et le statut socioéconomique des deux zones d'études sont comparables. Les variables de différenciation de Dangbo et de Tori-bossito ont été les pratiques liées à l'EHA et la prévalence de la MC des enfants. Les résultats de cette étude pourraient servir de référence à l'évaluation de l'efficacité des Projets/programmes visant à améliorer l'insécurité alimentaire et nutritionnelle des communautés. Les indicateurs proposés dans le cadre de cette étude pourraient être utiles aux intervenants en SAN.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Morel Y. SOKADJO, pour sa contribution aux analyses statistiques et les stagiaires bénévoles du projet interrégional INT6058 de l'Agence International de l'Energie Atomique (AIEA) qui ont participé à la collecte des données. Ils remercient également les autorités communales (Maires, Chefs d'arrondissements, chefs villages) de Dangbo et de Tori-Bossito et l'ONG CARE International Benin/Togo.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Agbota A., Hessou J., Mahy L. 2009. Diagnostic de la situation nutritionnelle du Bénin. Plan stratégique de développement de l'alimentation et de la nutrition partie A ; Cotonou Bénin, p 145.
- Amoussa Hounkpatin W., Lokonon H.F.J., Houndji S., Bodjrenou S. F., Sokadjo M. Y., Koukoui B. 2017. Diagnostic nutritionnel des enfants âgés de six à 59 mois en période de crue dans la commune de Dangbo au Sud-Est-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB). Numéro spécial Technologie Alimentaire & Sécurité Alimentaire (TA&SA) – Décembre 2017. ISSN en ligne (on line): 1840-7099. <http://www.slire.net>.
- Asselin L. M. 2002. Multidimensionnal Poverty, Theory, IRDC, in MIMAP, Training Session on Multidimensionnal Poverty, Quebec, June 2002.
- CARE International Benin/Togo, INSAE. 2014. Report Baseline Nutrition au Centre (N@C). Decembre 2014. Cotonou BENIN, p 62.
- CAN, Conseil National de l'Alimentation et de la Nutrition. 2016. Cartographie des interventions en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelles au Bénin. Rapport Final ; Bénin Consulting Group. Cotonou, Bénin. p 50.
- Coates, J., Swindale, A. & Bilinsky, P. 2007. Household Food Insecurity Access Scale (HFAS) for measurement of household food access: indicator guide (v. 3). Washington, DC., Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development.

- CSA, 2012. www.fao.org/docrep/mee-ting/026/MD776F.pdf. Consulté le 06/04/2018
- Donegan S., Habicht JP., Maluccio J.A., Myers C. K., Menon P., Ruel M.T. 2010. Two Food-Assisted Maternal and Child Health Nutrition Programs Helped Mitigate the Impact of Economic Hardship on Child Stunting in Haiti. *J. Nutr.* 140: 1139–1145.
- FAO, FIDA, OMS, PAM et UNICEF. 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017. Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO.
- FAO. 2006. Sécurité alimentaire, Note d'orientation n°2, FAO, Rome, Juin 2006, 4p.
- FAO. 2000. The state of food and agriculture. <http://www.fao.org/docrep/x4400e/x4400e00.htm>. Consulté le 06/04/2018
- FAO. 1974. www.fao.org/docrep/017/f3350e/f3350e.pdf. Consulté le 07/04/2018
- FAO. 1983. The state of food and agriculture, 1983. www.fao.org/3/a-ap663e.pdf. Consulté le 24/05/2018
- FAO. 1996. Déclaration de Rome et Plan d'Action du Sommet Mondial de l'Alimentation, tiré de www.fao.org/docrep/003/X8346E/x8346e02.htm#P1_10. Consulté le 08/04/2018
- FAO, FIDA et PAM. 2015. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2015. Objectifs internationaux 2015 de réduction de la faim: des progrès inégaux. Rome, FAO
- FAO. 2009. Declaration of the World Summit on Food Security, World Summit on Food Security, Rome, 16-18 November.
- Fleiss, J.L. and Levin, B. and Paik, M.C. 2013. Statistical Methods for Rates and Proportions, Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley. <https://books.google.bj/books?id=9VeFO7a8GeAC>.
- Gertler P. J., Martinez S., Premand P., Rawlings L. B., Vermeersch C. M. J. 2011. L'évaluation d'impact en pratique. <http://www.worldbank.org/pdt>. Consulté le 17/07/2016
- IFPRI-International Food Policy Research Institute. 2014. Global Nutrition Report 2014: Actions and Accountability to Accelerate the World's Progress on Nutrition. Washington, DC. 120 p.
- INSAE. 2016a. Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH-4, 2013). Cahier de villages et des quartiers de villes du département de l'Atlantique. Août 2016, Cotonou, Bénin. p 42.
- INSAE. 2016b. Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH-4, 2013). Cahier de villages et des quartiers de villes du département de l'Ouémé, Août 2016, Cotonou, Bénin. p 41
- INSAE. 2012. Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie sur les Ménages –EMICoV, 2011, Cotonou Bénin. p 171.
- INSAE. 2015. Enquête par grappes à indicateurs multiples 2014, Rapport final, Cotonou, Bénin : Institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE). p 247.
- INSAE. 2014. Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire (AGVSA) : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique Cotonou, Bénin. p 146.
- Lele, U., Masters, W.A., Kinabo, J., Meenakshi, J., Ramaswami, B., Tagwireyi, J., Bell, W. &
- Goswami, S. 2016. Measuring Food and Nutrition Security: An Independent Technical Assessment and User's Guide for Existing Indicators. Measuring Food and Nutrition Security Technical Working Group. Rome: Food Security Information Network. Available at <http://www.fsincop.net/topics/fns-measurement>.
- Leroy Jef L., M. Ruel, E.A. Frongillo., H. Jody & T. J. Ballard. 2015. Measuring the Food Access Dimension of Food Security: A Critical Review and Mapping of Indicators. *Food and Nutrition Bulletin* 2015, Vol. 36(2): 167-195
- MAEP. 2017. Programme d'action du Gouvernement (PAG)-Volet Agricole, Réseau des points focaux du SIT, sur la spatialisation et le suivi du PAG. Présentation, Infosec Cotonou, Bénin du 24 Août 2017.

- Mitchodigni I. M., Amoussa Hounkpatin W. Ntandou-Bouzitou G., Avohou H., Termote C., Kennedy G. & Hounhouigan J. 2017. Complementary feeding practices: determinants of dietary diversity and meal frequency among children aged 6–23 months in Southern Benin. *Food Sec.* DOI 10.1007/s12571-017-0722-y.
- OMS/UNICEF. 2003. Recommandations relatives à l'allaitement maternel exclusif et l'alimentation complémentaire des jeunes enfants dans les pays en développement. OMS: Genève; 130-131.
- Ruel MT, Arimond M. 2002. Spot-check observational method for assessing hygiene practices: review of experience and implications for programmes. *J Health Popul Nutr* 2002; 20: 65–76.
- Vyas S, Kumaranayake L. 2006. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. *Health Policy Plan* 2006; 21: 459–68.
- Walker SP, Wachs TD, Meeks GJ, Lozoff B, Wasserman GA, Pollitt E, et al. 2007. Risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Lancet* 2007 Jan; 13(369):145-56
- WHO. 1995. Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. Rapport d'un comité d'experts, in Indicateurs de nutrition pour le développement : Guide de référence. 1995, FAO: ROME, Italie. p. 69
- WHO. 2006. Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl.*2006; 450: 76–85.
- Wüstefeld Marzella. 2013. Food and Nutrition Security: Meeting of the Minds Nutrition impact of food systems, United Nations System, Standing Committee Nutrition, 25 – 28 March 2013.



Diversité floristique et connaissances des usages rituels et médico-magiques des espèces végétales dans la ville de Cotonou, Bénin

Olou Toussaint LOUGBEGNON*

Université Nationale d'Agriculture (UNA), Ecole de Foresterie Tropicale (EForT)

Reçu le 04 Février 2019 - Accepté le 27 Mai 2019

Floristic diversity and knowledge of ritual and medico-magical uses of plant species in Cotonou city, Benin

Abstract: The African scientific community is becoming increasingly aware of the value of traditional medicine and the need to improve knowledge about the different facets of this medicine. This study focuses on the use of plants for ritual purposes and medico-magic and aims to identify plants for ritual and medico-magic purposes and to assess the knowledge of urban populations in relation to these plants. The work took place in the city of Cotonou. A survey on the uses of plants was made with 70 people. The value of diversity of uses, the level of knowledge equivalence and the use value of the organs used were calculated. The results of the surveys reveal that 38 species divided into 32 genera and 22 families are used in ritual and medico-magical practices in the city of Cotonou. Seven spiritual indications of plants have been reported. The majority of species are used primarily against the harmful effects of witchcraft (44.74% of total species), purification (26.32% of total species), evil spirits (21.05% of total species) and 15.79% of the total species are used for luck or prosperity in business. Knowledge about ritual and medico-magical practices is well distributed among the surveyed population ($H = 2.18$ bits and $E = 1.25$). The use values of the organs used reveal that the species sheet is in great demand for these practices. This study showed the importance of spiritual plants in the city of Cotonou. It is therefore necessary to think about the development of these species in home gardens or in urban agriculture.

Keywords: Spiritual plant, use value, ritual, medico-magic, Cotonou, Benin.

Résumé : La communauté scientifique africaine prend de plus en plus conscience de la valeur de la médecine traditionnelle et de la nécessité d'améliorer les connaissances sur les différentes facettes de cette médecine. Cette étude s'intéresse à l'utilisation des plantes à des fins rituelles et médico-magiques et, a pour objectif de recenser les plantes à usage rituels et médico-magique et d'évaluer les connaissances des populations urbaines en relation avec ces plantes. Les travaux se sont déroulés dans la ville de Cotonou. Une enquête sur les usages des plantes a été faite auprès de 70 personnes. La valeur de diversité des utilisations, l'équitabilité au niveau des connaissances ainsi que la valeur d'usage des organes utilisés ont été calculés. Les résultats des enquêtes révèlent que 38 espèces réparties en 32 genres et 22 familles sont utilisées dans les pratiques rituelles et médico-magiques dans la ville de Cotonou. Sept indications spirituelles des plantes ont été signalées. La majorité des espèces sont utilisées principalement contre les effets néfastes de la sorcellerie (44,74 % du total des espèces), la purification (26,32 % du total des espèces), les mauvais esprits (21,05 % du total des espèces) et 15,79 % du total des espèces sont utilisées pour la chance ou prospérité dans les affaires. Les connaissances sur les pratiques rituelles et médico-magiques sont bien réparties au sein de la population enquêtée ($H = 2,18$ bits et $E = 1,25$). Les valeurs d'usage des organes utilisés révèlent que la feuille des espèces est très sollicitée pour ces pratiques. Cette étude a montré l'importance des plantes spirituelles dans la ville de Cotonou. Il est donc nécessaire de penser au développement de ces espèces en jardin de case ou en agriculture urbaine.

Mots clés: Plante spirituelle, valeur d'usage, rituel, médico-magique, Cotonou, Bénin.

1. Introduction

L'étude de la médecine traditionnelle africaine connaît un nouvel essor dont témoignent plusieurs publications scientifiques récents (Canivet & Lecocq, 2019 ; Balde et al. 2019 ; Hama et al. 2019). Longtemps tenus pour marginales, les connaissances liées à l'utilisation des plantes et des animaux à des fins médicinales sont aujourd'hui étudiés comme des réalités à part entière de la vie sociale africaine (Dossou et al. 2018). De nouvelles voies sont explorées avec un regard différent posé sur les interactions entre utilisation médicinales, rituelles et médico-magiques (Fournier, 2018).

Au Bénin, les travaux scientifiques ont porté en général sur la capitalisation des connaissances à travers les nombreuses études ethnobotaniques réalisées mettant en exergue l'importance de la valorisation de ces connaissances et la nécessité de conservation des espèces. On peut citer entre autres, les travaux de Codjia et al. (2009) qui ont porté sur la commercialisation des PFNLs ; les travaux de Assogbadjo (2000) et Gouwakinnou (2011) qui ont porté sur l'importance alimentaire de *Adansonia digitata* et de *Sclerocarya birrea* ; les travaux de Assogbadjo (2006), Bonou (2008) et Avocèvou-Ayisso (2011) qui ont mis en exergue l'importance socio-économique des espèces *Adansonia digitata*, *Pentadesma butyreacea* et autres, les travaux de Déléké Koko (2005), Assogba (2007), Koukoubou (2008), Lokonon (2008) et Koura et al. (2011) ont investigué l'importance médicinale de nombreuses plantes au Bénin. La majorité de ces études sont réalisées en milieu rural mais on remarque que dans les grands centres urbains du Bénin et particulièrement à Cotonou, malgré l'influence de la pensée moderne occidentale, on note de plus en plus que les citoyens font recours à des pratiques magico-religieuses traditionnelles voire ésotériques basées sur la croyance en des vertus des plantes et d'animaux (Merceron, 2019). Le développement de ces pratiques a entraîné actuellement la culture ou le maintien en jardin de case de certaines espèces végétales auxquelles les propriétaires accordent une grande importance parce qu'elles ont les rôles de protection de la maison.

Il urge alors de documenter les connaissances scientifiques sur ces différences espèces végétales afin de savoir quels sont les rôles que les populations reconnaissent à ces plantes et, les différents organes de chacune de ces espèces qui sont souvent sollicités dans tels ou tels domaines.

Compris comme tel, cette étude sur la diversité floristique et connaissances des usages rituels et médico-magiques des espèces végétales dans la ville de Cotonou bien que spécifique à un centre urbain, s'inscrit dans une problématique plus large de capitalisation et de conservation des connaissances endogènes. En particulier, la présente étude essaie de répondre à 3 questions spécifiques : (i)- Quelles sont les espèces végétales utilisées dans les pratiques rituelles et médico-magiques dans la ville de Cotonou ? (ii)-Le moment de récolte des plantes ou leurs organes dépend t-il des pratiques rituelles et médico-magiques qu'on veut en faire ? (iii)-Quelles sont les organes les plus sollicités au niveau de ces espèces végétales ?

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Cotonou est une ville portuaire. Elle est la capitale économique du Bénin et de ce fait, est une ville à statut particulier. Elle est subdivisée en 13 arrondissements et constitue le plus petit des 12 départements du Bénin en termes de superficie (79 km²). Elle compte 135 quartiers. Située entre 6°20' et 6°23' latitude Nord et entre 2°22' et 2°28' longitude Est, elle est limitée au Nord par le lac Nokoué, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'ouest par la commune d'Abomey-Calavi et l'Est par la commune de Sèmè-Kpodji (figure 1).

2.2. Méthodes de collecte des données

2.2.1. Echantillonnage

Une étude préliminaire a été effectuée sur un échantillon de 20 personnes pris au hasard dans la ville de Cotonou. Ce sondage a permis de déterminer la proportion de personnes qui ont des connaissances sur les plantes spirituelles dans la ville de Cotonou.

Ensuite, la taille effective de l'échantillon a été calculée à partir des résultats du sondage par la formule de Dagnelie (2012) :

$$N = \frac{U^2_{1-\alpha/2} \times P(1-p)}{d^2}$$

N est le nombre total de personnes enquêtées dans cette étude ;

$U_{1-\alpha/2}$ est la valeur de la variable aléatoire normale pour une valeur de la probabilité ; pour une valeur seuil de $\alpha = 0,05$, $U^2_{1-\alpha/2} = 3,84$; $p = 90,2$ est la proportion des personnes qui ont une connaissance sur les utilisations de plantes spirituelles, d est la marge de l'erreur autorisée. Pour cette étude nous avons pris $d = 8\%$. Au total, un échantillon de 100 personnes devrait être enquêté de façon aléatoire pour la collecte des données. Mais seulement 70 personnes ont pu réellement être interrogées sur le terrain compte tenu de la spécificité de l'étude.

* Auteur Correspondant : tlougbe@yahoo.fr
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

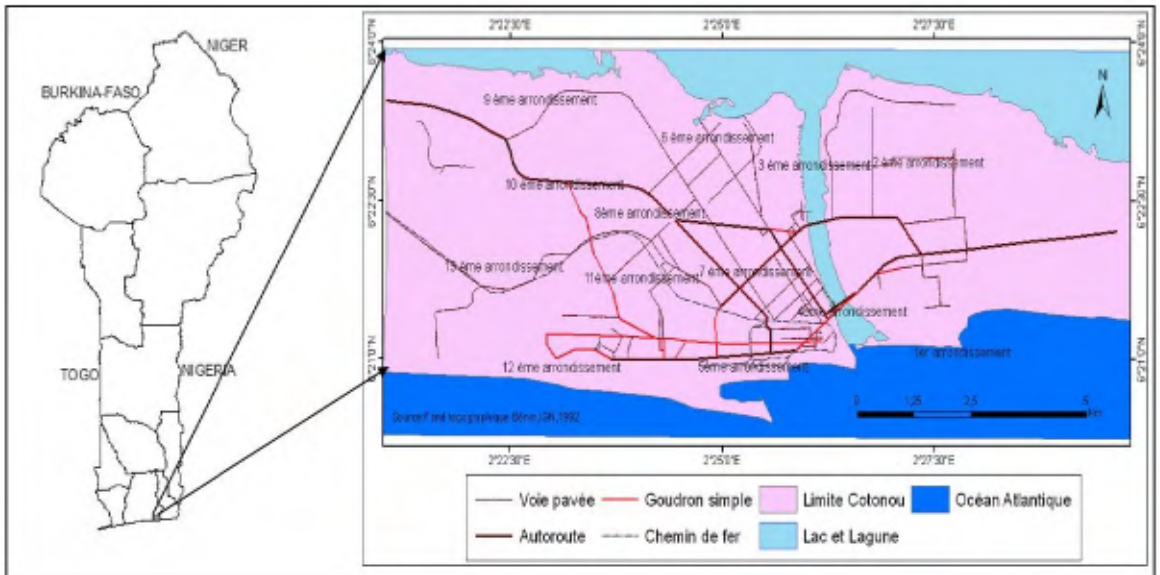


Figure 1 : Situation géographique du milieu d'étude

Figure 1 : Location of the study area

2.2.2. Collecte des données

Les informations ont été obtenues à travers des entretiens individuelles avec des jardiniers installés dans la ville de Cotonou, des personnes possédant un jardin privé et des personnes ressources comme les guérisseurs traditionnels et les prêtres de l'église catholique romaine. Ces acteurs sont connus comme ayant des connaissances particulières dans le domaine de l'utilisation des plantes médicinales.

Les entretiens sont basés sur une fiche d'enquête soumise aux enquêtés au cours d'entretiens individuels. Lors de chaque entretien, les données recueillies comprennent le nom local commun des plantes, les usages, la partie utilisée, le mode de préparation, la période de collecte. L'identification taxonomique des espèces a été réalisée à l'Herbier National de l'Université d'Abomey-Calavi avec des échantillons de plantes collectés sur le terrain.

2.2.3. Analyse des données

Les notes ont été encodées dans une base de données en fichier Excel. La valeur de diversité (ID) et d'équité (VE), la valeur consensuelle et les valeurs d'usage ont été calculés pour déterminer l'importance accordée à ces plantes.

- Valeur de diversité (ID) et d'équité (VE) des utilisations

La valeur de diversité mesure la diversité d'utilisation faite des plantes spirituelles et présente comment cette connaissance est répartie entre les enquêtés (Byg et Balslev, 2001). Elle est donnée par la formule :

$$ID = - \sum \frac{c_i}{C} \ln\left(\frac{c_i}{C}\right)$$

Où c_i est le nombre d'utilisation cité par un interviewé et C le nombre total de catégorie d'usage identifiée pour l'espèce. Elle est faible si l'espèce est utilisée dans une seule catégorie et élevée lorsque l'espèce est à usage multiple. Elle est comprise entre 0 et 5 bits.

La valeur d'équité c' est la valeur de diversité (ID) divisée par l'indice maximal de valeur de diversité obtenue. Elle est donnée par : $VE = ID/ID_{max}$ et mesure le degré d'homogénéité des connaissances des enquêtés. Elle est comprise entre 0 et 1. Si $VE < 0,5$ la diversité des connaissances des enquêtés n'est pas homogène mais si $VE \geq 0,5$ cette diversité est homogène.

- Valeur consensuelle des types d'utilisation (C_s)

Elle mesure le degré de concordance des enquêtés sur l'utilisation d'une plante en spiritualité (Carretero, 2005). Elle s'exprime par :

$$C_s = \frac{2ni}{n} - 1$$

Où ni est le nombre de personne utilisant les plantes spirituelles dans une catégorie d'usage donnée et n le nombre total des interviewés. Elle est comprise entre -1 et 1. Lorsque $C_s \leq 0$ pour une plante il n'y pas de consensus autour de l'utilisation de cette plante en spiritualité. Par contre, quand $C_s > 0$ presque tous les enquêtés connaissent l'utilisation de cette espèce comme plante spirituelle.

- Valeur d'usage (VU)

La valeur d'usage par organes des plantes spirituelles a été calculée selon la méthode utilisée par Lykke et al. (2004) et Belem et al. (2008). La valeur d'usage d'un organe VU_{org} est représentée par le score moyen d'utilisation de cet organe. Elle est déterminée par la formule :

$$VU_{org} = \frac{\sum_1^N Si}{N}$$

VU_{org} est la valeur d'usage par organe,
 Si est le score d'utilisation attribué par les répondants,
 N est le nombre de répondants pour un organe donné.

Enfin, le test de χ^2 a été employé pour voir si la période de collecte des plantes et les modes de préparation des recettes dépendent des indications spirituelles. De même, les valeurs d'usage des organes utilisés sur chaque espèce recensée ont été comparées grâce au test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Le choix de ce dernier test se justifie par le non-respect des conditions de normalité et d'égalité des variances des données.

3. Résultats

3.1. Diversité floristique des plantes à usages rituels et médico-magiques dans la ville de Cotonou

Le tableau 1 présente la liste des plantes spirituelles recensées dans la ville de Cotonou avec leur nom local. Au total, 38 espèces répartissent 34 genres et 22 familles ont été recensées.

La figure 2 présente les proportions des familles botaniques des espèces végétales recensées. De l'analyse de cette figure, il ressort que 26,32 % du total des espèces appartiennent à la famille des Euphorbiaceae. Les autres familles qui sont aussi bien représentées sont les Verbenaceae et Asteraceae avec 7,89 % chacune, les Leg.-Caesalpiniaceae, Crassulaceae et Apocynaceae avec chacune 5,26 % du total des espèces. Les autres

familles, sont représentées chacune par moins de 2,63 % du total des espèces.

Tableau 1 : Diversité floristique des plantes médico-magiques dans la ville de Cotonou

Table 1: Diversity of Plant species that are reported and observed as being used in spirituality in Cotonou

Espèce	Famille	Genre
<i>Abrus precatorius</i>	Fabaceae	Abrus
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Asteraceae	Acanthospermum
<i>Acmella uliginosa</i>	Asteraceae	Acmella
<i>Bryophyllum pinnatum</i>	Crassulaceae	Bryophyllum
<i>Caesalpinia bonduc</i>	Leg.-Caesalpinioideae	Caesalpinia
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Asteraceae	Caesalpinia
<i>Caladium bicolor</i>	Araceae	Caladium
<i>Calotropis procera</i>	Apocynaceae	Calotropis
<i>Catharanthus roseus</i>	Apocynaceae	Catharanthus
<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	Citrus
<i>Cleome gynandra</i>	Capparaceae	Cleome
<i>Codiaeum variegatum</i>	Euphorbiaceae	Codiaeum
<i>Croton lobatus</i>	Euphorbiaceae	Croton
<i>Croton zambesicus</i>	Euphorbiaceae	Croton
<i>Dracaena arborea</i>	Dracaenaceae	Dracaena
<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	Elaeis
<i>Elaeophorbia drupifera</i>	Euphorbiaceae	Elaeophorbia
<i>Elaeophorbia grandifolia</i>	Euphorbiaceae	Elaeophorbia
<i>Euphorbia kamerunica</i>	Euphorbiaceae	Euphorbia
<i>Folyalthia longifolia</i>	Annonaceae	Folyalthia
<i>Gossypium arboreum</i>	Malvaceae	Gossypium
<i>Heliotropium indicum</i>	Boraginaceae	Heliotropium
<i>Ipomoea asarifolia</i>	Convolvulaceae	Ipomoea
<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	Jatropha
<i>Jatropha gossypifolia</i>	Euphorbiaceae	Jatropha
<i>Jatropha multifida</i>	Euphorbiaceae	Jatropha
<i>Kalankoe crenata</i>	Crassulaceae	Kalankoe
<i>Mirabilis jalapa</i>	Nyctaginaceae	Mirabilis
<i>Newbouldia laevis</i>	Bignoniaceae	Newbouldia
<i>Nymphaea lotus</i>	Nymphaeaceae	Nymphaea
<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	Ocimum
<i>Scoparia dulcis</i>	Scrophulariaceae	Scoparia
<i>Sebastiania chamaelaea</i>	Euphorbiaceae	Sebastiania
<i>Senna obtusifolia</i>	Leg.-Caesalpinioideae	Senna
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	Verbenaceae	Stachytarpheta
<i>Stachytarpheta indica</i>	Verbenaceae	Stachytarpheta
<i>Tylophora cameroonica</i>	Asclepiadaceae	Tylophora
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	Verbena

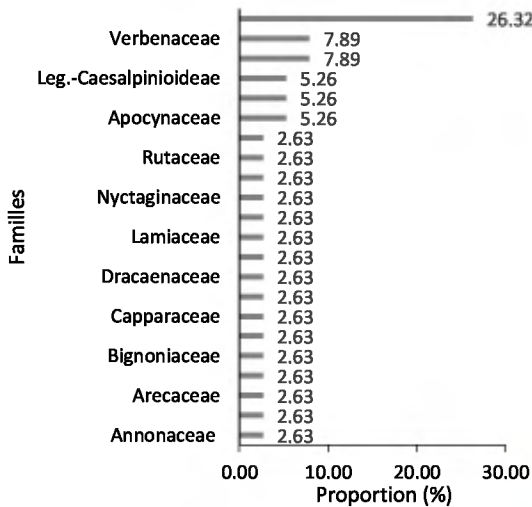


Figure 2 : Proportion des familles par rapport au nombre total des espèces recensées

Figure 2 : Plant families percentage per total number of species recorded

3.2. Connaissances des usages rituels/médico-magiques des plantes

3.2.1. Usages rituels/médico-magiques des plantes

La figure 3 montre les indications magiques des plantes collectées. En majorité, les espèces végétales sont utilisées principalement contre les effets néfastes de la sorcellerie (44,74 % du total des espèces), la purification (26,32 % du total des espèces), contre les mauvais esprits (21,05 % du total des espèces) et 15,79 % du total des espèces sont utilisées pour la chance, la prospérité ou pour les affaires.

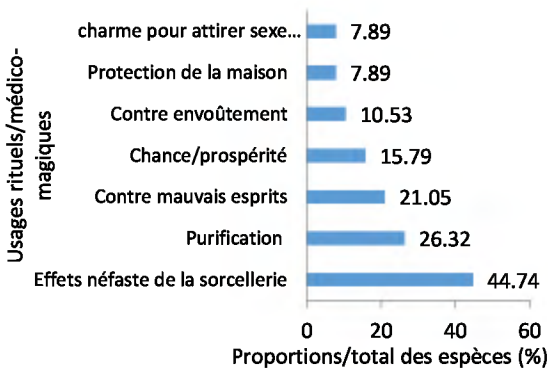


Figure 3 : Indications spirituelles des espèces végétales observées dans de la ville de Cotonou

Figure 3: Spiritual indications of the plant species observed in the city of Cotonou

3.2.2. Période de collecte des plantes spirituelles

Les périodes de collecte des plantes spirituelles dépendent largement des indications de chaque plante ($\chi^2 = 73,96$; $p = 0,0001$). La figure 4 présente les périodes de récolte des plantes spirituelles dans la ville de Cotonou. L'analyse de cette figure révèle que 73,68 % des plantes peuvent être récoltées à tout moment de la journée, 21,05 % peuvent être récoltées très tôt le matin, 5,26 % dans la nuit profonde et enfin 2,63 % le soir.

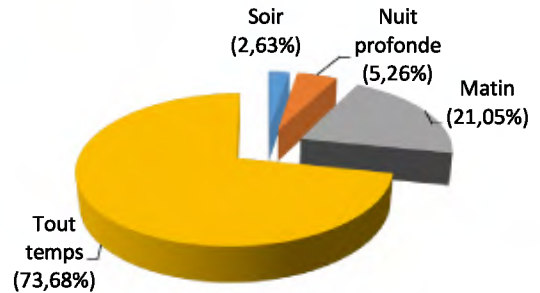


Figure 4 : Périodes de récolte des plantes à usage spirituel

Figure 4: Periods for harvesting spiritual plant species

3.2.3. Mode de préparation

L'utilisation des feuilles sous forme de poudre constitue le mode de préparation le plus fréquent (63,16 %). Elle est suivie par la préparation en infusion (28,95 %) (Figure 5) ; viennent ensuite la décoction et la mastication avec respectivement 23,68 % et 18,42 %. Les autres modes (fumigation et macération) représentent 13,15 %. Le mode de préparation des plantes spirituelles dépend des indications spirituelles de chaque plante ($\chi^2=16,44$; $p = 0,037$; $ddl = 6$). En effet, les plantes utilisées dans la lutte contre les effets néfastes de la sorcellerie sont préparées sous forme de poudre. Par contre, les plantes utilisées pour la chance ou la prospérité sont souvent utilisées en infusion dans du parfum ou mélangées avec du savon. La fumigation est plus utilisée dans la protection de la maison et la purification.

3.2.4. Parties utilisées

A Cotonou, les feuilles sont les parties les plus utilisées dans les pratiques spirituelles (76,32%) ; viennent ensuite les tiges plus les feuilles (15,79 %), les fruits (21 %) et les autres parties sont faiblement utilisées (Figure 6). Les parties utilisées dépendent aussi des indications de chaque plante ($\chi^2=96,44$; $p = 0,001$).

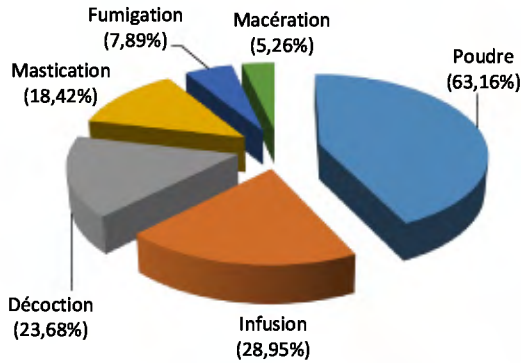


Figure 5 : Formes d'utilisation des plantes spirituelles

Figure 5: Spiritual plant species use forms

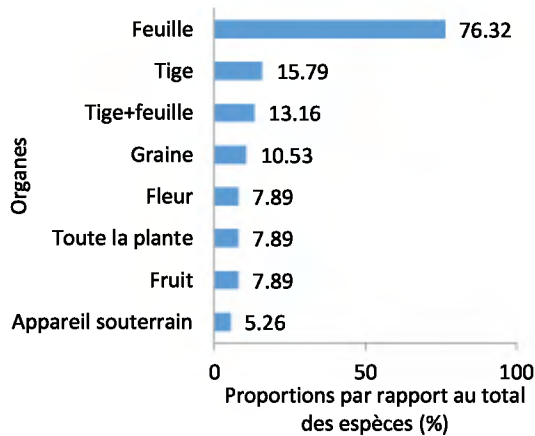


Figure 6 : Utilisation des organes des plantes en spiritualité dans la ville de Cotonou

Figure 6: Plant parts used on spiritual in Cotonou

3.3. Evaluation des connaissances rituelles et médico-magiques des populations

Le tableau 2 présente la valeur de diversité (*ID*), celle d'équitabilité (*VE*) et la valeur consensuelle (*Cs*). La valeur moyenne de diversité est 2,18 bits. Cette valeur est moyenne et traduit une grande diversité des indications spirituelles faites avec les plantes. Par contre les valeurs élevées d'équitabilité et de la valeur consensuelle montrent que les connaissances sur les plantes spirituelles sont globalement bien réparties au sein des groupes cibles étudiés et qu'il y a un large consensus autour de l'utilisation de ces plantes en spiritualité.

Tableau 2 : Diversité, équitabilité et valeurs consensuelles des utilisations des plantes à usage spirituel

Table 2: Diversity, evenness and informant consensus for spiritual plants species use

Espèce	ID	VE	Cs
<i>Kalanchoe crenata</i>	3,5	1,25	0,78
<i>Jatropha curcas</i>	2,82	1,00	0,67
<i>Abrus precatorius</i>	2,82	1,00	0,65
<i>Croton zambesicus</i>	2,82	1,00	0,56
<i>Calotropis procera</i>	2,82	1,00	0,46
<i>Bryophyllum pinnatum</i>	2,78	0,99	0,89
<i>Newbouldia laevis</i>	2,78	0,99	0,7
<i>Cleome gynandra</i>	2,78	0,99	0,7
<i>Elaeis guineensis</i>	2,78	0,99	0,5
<i>Acmella uliginosa</i>	2,75	0,98	0,57
<i>Mirabilis jalapa</i>	2,75	0,98	0,24
<i>Elaeophorbia drupifera</i>	2,7	0,96	0,89
<i>Senna obtusifolia</i>	2,7	0,96	0,7
<i>Caesalpinia bonduc</i>	2,7	0,96	0,67
<i>Jatropha gossypifolia</i>	2,69	0,96	0,5
<i>Dracaena arborea</i>	2,57	0,92	0,5
<i>Verbena officinalis</i>	2,5	0,89	0,78
<i>Gossypium arboreum</i>	2,5	0,89	0,5
<i>Heliotropium indicum</i>	2,48	0,88	0,1
<i>Elaeophorbia grandifolia</i>	2,44	0,87	0,7
<i>Caladium bicolor</i>	2,4	0,85	0,5
<i>Sebastiania chamaelaea</i>	2,4	0,85	0,5
<i>Euphorbia kamerunica</i>	2,08	0,74	0,5
<i>Citrus aurantifolia</i>	2,07	0,74	0,5
<i>Jatropha multifida</i>	2,02	0,72	0,5
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	2,01	0,72	0,5
<i>Codiaeum variegatum</i>	1,89	0,67	0,78
<i>Catharanthus roseus</i>	1,89	0,67	0,7
<i>Stachytarpheta indica</i>	1,89	0,67	0,1
<i>Scoparia dulcis</i>	1,76	0,63	0,5
<i>Folyalthia longifolia</i>	1,4	0,50	0,5
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1,3	0,46	0,5
<i>Ipomoea asarifolia</i>	1,2	0,43	0,5
<i>Acanthospermum hispidum</i>	1,08	0,38	0,78
<i>Tylophora cameroonica</i>	1,08	0,38	0,7
<i>Nymphaea lotus</i>	1,08	0,38	0,1
<i>Ocimum basilicum</i>	1,03	0,37	0,5
<i>Croton lobatus</i>	1,02	0,36	0,1

3.4. Organes utilisés et importance accordée à leur usage

La figure 7 présente pour les organes et les valeurs d'usage. Les feuilles sont les organes les plus utilisés sur les plantes spirituelles (VU = 2,33), suivies de l'ensemble tige plus feuille avec une valeur d'usage égale à 0,42. Les autres organes tels que l'appareil souterrain, les fruits et les fleurs sont faiblement utilisés. Le test de Krukall-Wallis montre que la valeur d'usage diffère significativement d'un organe à l'autre ($H = 144,94$ $DF = 7$ $P = 0,0001$).

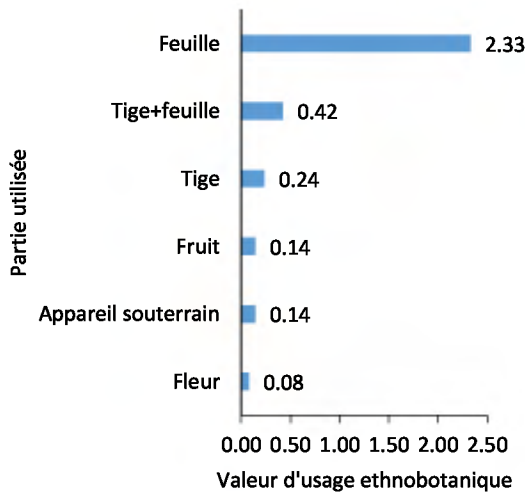


Figure 7 : Valeur d'usage des organes utilisés

Figure 7 : Plant parts use values

4. Discussion

4.1. Diversité des plantes spirituelles

Dans cette étude, 38 espèces végétales ont été recensées comme des plantes à usages rituels et médico-magiques dans la ville de Cotonou. Il s'agit principalement d'espèces appartenant aux familles des Euphorbiaceae 45,45 % du total des espèces, des Verbenaceae avec 18,18 %, des Caesalpiniaceae avec 13,64 % et des Crasulaceae, Convolvulaceae, Asteraceae avec chacune 9,09 % du total des espèces. Le nombre total de plantes est faible et ceci peut être expliqué par la spécificité de cette étude qui traite uniquement des plantes à usages rituels et médico-magiques mais aussi par le mode recensement des espèces qui n'est pas exhaustif. Les résultats d'études plus globales effectuées en milieu rural dans plusieurs autres pays ont montré une diversité plus élevée des plantes médicinales dans les jardins de case : 591 espèces dans 36 jardins de case au Bénin (Quiroz et al. 2014). Ces plantes médicinales représentent une

source importante de soins médicaux dans les pays en voie de développement en l'absence d'un système médicale moderne (Tabuti, 2008 ; Salhi et al. 2010).

4.2. Utilisation des plantes

L'importance accordée aux plantes spirituelles dépend de leur capacité à satisfaire les besoins des populations dans la résolution des différents problèmes d'ordre « spirituels ». Les résultats de cette étude aident à identifier les espèces utiles qui devraient être considérées comme priorités pour la gestion et la conservation, comme suggéré par Kivist et al. (2001). Néanmoins ces résultats obtenus à travers l'étude devraient être appliqués avec prudence, car le domaine « médico-magique » est très vaste et fait appel à des considérations métaphysiques difficiles à prouver de façon scientifique. Ainsi, il existe des plantes qui ont des pouvoirs pour chasser les mauvais esprits (*Mirabilis jalapa*) et des plantes dites de chance (*Acmella uliginosa*). Toutefois, les actuels modes de cueillette des organes compromettent sérieusement la viabilité des espèces végétales utilisées surtout celle dont les écorces et les racines sont utilisées. Il faut alors envisager des systèmes adaptés de collecte de ces organes.

4.3. Organes utilisés et importance accordée à leur usage

Du point de vue des organes utilisés, les feuilles, les écorces, fruits, graines et racines sont les organes les plus prisés dans les recettes. Les valeurs d'usage par organe devraient donc être un indicateur dans la prise en compte des utilisations des espèces dans les plans de gestion et de conservation de la biodiversité car la valeur d'usage permet d'avoir une tendance globale sur l'importance des espèces utiles ou organes dans chaque catégorie d'usage (Assogbadjo et al. 2011). Toutefois, les connaissances sur l'utilisation des espèces végétales étant obtenues par le biais de la méthode rétrospective d'enquête. Cette méthode qui sollicite la mémoire des personnes interrogées pourrait induire des biais dans le calcul de la valeur d'usage (Lykke et al. 2004 et Dossou et al. 2012). Effet, l'importance accordée à l'utilisation des espèces tient implicitement compte d'une appréciation personnelle, laquelle fait souvent référence à leur mémoire (Gouwakinnou et al. 2011 ; Nguenang et al. 2010).

5. Conclusion

Cette étude a permis d'inventorier les plantes à usage magique, les différentes recettes et les maux traités par ces plantes dans la ville de Cotonou. Au terme de cette étude, il a été constaté que les populations de la ville de

Cotonou font recours aux plantes pour la purification, la protection spirituelle et la chance. Plusieurs organes de ces espèces sont recherchés par les populations locales. Il s'agit des feuilles, des écorces, des racines ou de la plante entière. L'utilisation de ces organes dépend des indications magiques. Ces plantes sont communément utilisées sous forme de poudre, d'encens et de savon. Cette étude a permis de faire le constat que les connaissances varient en fonction des objectifs à attendre sur le plan spirituel. Les indices calculés ont permis d'analyser l'importance de l'utilisation des espèces végétales à des fins rituel et médico-magique. Il sera indispensable que ces espèces soient privilégiées dans les politiques d'aménagement ou de reforestation de la ville de Cotonou par les autorités communales. De même les associations des tradi-thérapeutes doivent aussi s'investir dans la promotion de la culture de ces espèces végétales en jardin de case.

CONFLIT D'INTERET

L'auteur n'a déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Assogbadjo A. E. 2000. Biodiversité des ressources alimentaires forestières et leur contribution à l'alimentation des populations locales : Cas de la forêt classée de la Lama. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 132p.
- Assogbadjo A. E. 2006. Importance socio-économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. Thèse de doctorat, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium, 213p.
- Assogbadjo A. E. Glèlè Kakaï R. Vodouhê F. G. Djagoun C. A. M. S. Codjia J. T. C. & Sinsin B. 2011. Biodiversity and socioeconomic factors supporting farmers' choice of wild edible trees in the agroforestry systems of Benin (West Africa). *Forest Policy and Economics*, 14: 41–49.
- Avocèvou-Ayisso C. A. M. 2011. Étude de la viabilité des populations de *Pentadesma butyracea* Sabine et de leur socio-économique au Bénin. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 223p.
- Balde S. Ayessou N. C. Gueye M. Ndiaye B. Sow A. Cisse O. I. K. & Diop C. G. M. 2019. Investigations ethnobotaniques de *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13: 466-474.
- Belem B. Olsen S.C. Bellefontaine R. Guinko S. Lykke A. M. Diallo A. & Boussim J. I. 2008. Identification des arbres hors forêt préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). *Bois et Forêt des Tropiques*, 298: 53-63.
- Bonou A. 2008. Estimation de la valeur économique des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) d'origine végétale dans le village de Sampéto (commune de Banikoara). Mémoire de DEA, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 77p.
- Byg A. & Balsvel H. 2001. Diversity and use of pâlms in Zahamena, eastern Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 10: 951-970
- Camou-Guerrero A. Reyes-García V. Martínez-Ramos M. & Casas A. 2008. Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: a gender perspective for conservation. *Human Ecology*, 36: 259-272.
- Canivet M. & Lecocq D. 2019. Entre coutume et modernité médecine traditionnelle et soins infirmiers en Côte d'Ivoire. *Revue de l'infirmière*, 68: 27-29.
- Carretero A. L. M. 2005. Useful plants and traditional knowledge in the Tucumano-Boliviano forest, M.Sc. Thesis. Aarhus University, Denmark, 516p
- Codjia J. T. C. Houessou G. L. Ponette Q. Le Boulenge E. & Vihotogbe R. 2007. Ethnobotany and endogenous conservation of *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte) Baill. In traditional agroforestry systems in Benin. *African Journal of Indigenous Knowledge Systems*, 2: 196-209.

- Codjia J. T. C. Vihotogbé R. Assogbadjo A. E. & Biao G. 2009. Le marché du crincrin (*Corchorustridens*) au Bénin. Annales des sciences Agronomiques du Bénin 12: 15-33
- Dagnelie P. 2012. Principes d'expérimentation : planification des expériences et analyse de leurs résultats. Brussels : De Boeck et Larcier. 733p.
- Déléké Koko K. I. E. 2005. Utilisation des plantes médicinales contre les maladies et troubles gynécologiques dans les terroirs autour de la Zone Cynégétique de la Pendjari (ZCP) du Bénin : compréhension, inventaire ethnobotanique et perspectives pour leur conservation. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- Dossou E. M. Lougbégnon T. O. Houessou L. G. & Codjia J. T. C. 2018. Ethnozoological uses of common hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) in Benin Republic (Western Africa). Indian Journal of Traditional Knowledge, 17: 85-90
- Dossou M. E. Houessou G. L. Lougbégnon O. T. Tenté A. H. B. & Codjia J. T. C. 2012. Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. Tropicultura, 30: 41-48.
- Fournier A. 2018. Une divination «avec les plantes» en Afrique de l'Ouest. Halshs-01848093v2, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01848093/> (consulté le 12 /11/ 2019)
- Gouwakinnou G. N. 2011. Population ecology, uses and conservation of *Sclerocarya byrrea* (A.Rich.) hochst (Anacardiaceae) in Benin, West Africa. Thesis of doctor, Faculty of Agronomic Sciences, University of Abomey-Calavi, Bénin, 176p
- Gouwakinnou G. N. Lykke A. M. Assogbadjo A. E. & Sinsin B. 2011. Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 8: 1746-4269.
- Hama O. Kamou H. Abdou M. M. A. & Saley K. 2019. Connaissances ethnobotaniques et usages de *Combretum micranthum* dans la pharmacopée traditionnelle au Sud-ouest de Tahoua (Niger, Afrique de l'Ouest). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 13: 2173-2191.
- Houessou G. L. Lougbégnon O. T. Gbesso G. H. F. Anagonou S. E. L. & Sinsin B. 2012. Ethno-botanical study of the African star apple (*Chrysophyllum albidum*) in the Southern Benin (West Africa). Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 8: 40. DOI: 10.1186/1746-4269-8-40
- Koukoubou A. G. 2008. Contribution à l'étude ethnobotanique et caractérisation des populations de quatre espèces ligneuses (*Azelia africana* Smith ex Pers. *Daniella oliveri* (Rolfe) Hutch. et Dalz., *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.) : cas de la réserve de biosphère de la Pendjari et ses terroirs riverains. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 132p
- Kvist P. L. Andersen M. K. Stagegaard, J. Hesselsoe M. & Llapasca, C. 2001. Extraction from woody forest plants in flood plain communities in Amazonian Peru: Use, choice, evaluation and conservation status of resources. Forest Ecology and Management, 150: 147-174
- Lawin I. F. Houèchégnon T. Fandohan A. B. Salako V. K. Assogbadjo A. E. & Ouinsavi C. A. I. N. 2019. Connaissances et usages de *Cola millenii* K. Schum. (Malvaceae) en zones guinéenne et soudano-guinéenne au Bénin. BOIS & FORETS DES TROPIQUES, 339: 61-74.
- Lokonon B. E. 2008. Structure et ethnobotanique de *Dialium guineense* Willd., *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A. Rich. Et *Mimusops andongensis* Hiern. en population dans le Noyau Central de la Forêt Classée de la Lama (Sud-Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 89p

- Lykke A. M. Kristensen M. K & Ganaba S. 2004. Valuation of the local dynamics of 56 Woody species in the Sahel. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1961-1990
- Merceron J. E. 2019. Sarcasmes, rancœur et regards croisés sur la médecine en milieu rural. *Histoire Societes Rurales*, 51: 69-123.
- Nguenang G. M. Fedoung E. F. & Nkongmeneck B. A. 2010. Importance des forêts secondaires pour la collecte des plantes utiles chez les Badjoué de l'Est Cameroun. *Tropicultura*, 28: 238-245
- Quiroz D. Towns A. M. Legba S. I. Swier J. Brie`re S. Sosef M. S. M. & van Andel T. R. 2014. Quantifying the domestic market in herbalmedicine in Benin. West Africa. *J Ethnopharmacol*, 151: 1100–110
- Salhi S. Fadli M. Zidane L. & Douira A. 2010. Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*, 31: 133-146
- Tabuti J. R. S. 2008. Herbal medecines used in the treatment of malaria in Budiope country, Uganda. *Journal of Ethnopharmacology*, 116: 33-42.



Impact des changements climatiques sur les revenus des ménages agricoles au Bénin : Evidence basée sur l'application du modèle Ricardien

Epiphane SODJINOU^{1*}, Saïd K. HOUNKPONOU²

¹ Département d'Economie et de Sociologie Rurale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou, Bénin

² ONG « Initiatives pour un Développement Intégré Durable (IDID) », 03 BP 92 Porto-Novo, Bénin

Reçu le 08 Janvier 2019 - Accepté le 27 Mai 2019

Impact of climate change on agricultural households' incomes in Benin: Evidence based on the application of the Ricardian model

Abstract: The objective of this study was to analyze farmers' perceptions of the effect of climate change on agriculture and to assess the impact of this climate change on agricultural household's incomes. To do this, both qualitative and quantitative data were collected in six of the twelve departments of Benin on a random sample of 360 households. Descriptive statistics and the Ricardian model were used to assess the impact of climatic variables on the incomes of agricultural households. Results obtained indicate that climate change has impact not only on farming systems but also on rural household's incomes. Effects of climate change on cropping systems are expressed in terms of decrease agricultural production due to the variability of rainfall; the emergence of diseases, pests and pathogens; new spatial distributions of pests and insect; and erratic and unpredictable rainfall. The reduction in precipitation appears to be more harmful to farmers' agricultural income than the increase in temperature. A reduction in precipitation by one millimeter would, *ceteris paribus*, reduce net agricultural income by FCFA 614 per hectare. The reduction in net farm income is greater among producers who do not use climate change adaptation strategies than among producers who use adaptation strategies. Finally, the study showed that any action aimed at improving soil fertility, with the aim of limiting the harmful effect of climate change, will lead to an improvement in the farm household's incomes. Also, public investment should be concentrated in research on high-yield, heat tolerant and / or flood prone varieties.

Keywords: Climate change, adaptation, agriculture, impact, perception, Benin.

Résumé : L'objectif de cette étude était d'analyser les perceptions paysannes de l'effet des changements climatiques sur l'agriculture et d'évaluer l'impact de ces changements climatiques sur les revenus agricoles des producteurs. Pour ce faire, des données qualitatives et quantitatives ont été collectées dans six des douze départements du Bénin sur un échantillon aléatoire de 360 ménages. Des statistiques descriptives et le modèle ricardien ont été utilisés pour apprécier l'impact des variables climatiques sur les revenus. Les résultats indiquent les effets des changements climatiques sur les systèmes culturaux s'expriment en terme de baisse de la production agricole due à la variabilité des précipitations ; l'émergence de maladies, de ravageurs et de vecteurs pathogènes ; de nouvelles distributions spatiales des ravageurs et insectes nuisibles ; et une pluviométrie erratique et imprévisible. La réduction de la précipitation apparaît plus néfaste sur le revenu agricole des producteurs que l'accroissement de la température. Une réduction des précipitations d'un millimètre entrainerait, *ceteris paribus*, une baisse du revenu agricole net de 614 FCFA/ha. La réduction du revenu agricole net est plus forte chez les producteurs n'utilisant pas de stratégies d'adaptation aux changements climatiques que chez ceux utilisant des stratégies d'adaptation.

Enfin, toute action visant l'amélioration de la fertilité des sols, dans le but de limiter l'effet néfastes des changements climatiques, entraînera une amélioration du revenu agricole des producteurs. De même, l'investissement public devrait être concentré dans la recherche sur les variétés à haut rendement, tolérantes à la chaleur et /ou sujettes aux inondations.

Mots clés : Changement climatique, adaptation, agriculture, impact, perception, Bénin.

1. Introduction

Les changements climatiques sont au centre des préoccupations aussi bien au plan scientifique qu'au plan politique. L'Afrique en général, et l'Afrique de l'Ouest en particulier, est plus vulnérable aux changements et à la variabilité climatiques notamment à cause de certaines de ses caractéristiques physiques et socio-économiques qui la prédisposent à être affectée de façon disproportionnée par les effets négatifs des variations du climat (Niasse et al., 2004). On assiste déjà à la dégradation des terres, aux inondations et à la sécheresse à travers l'Afrique de l'Ouest conséquence directe du changement climatique (Liniger et al., 2011). L'impact des changements climatiques pourrait être très sévère en Afrique de l'Ouest où la plupart des pays sont moins aptes à s'adapter au changement climatique, limitant ainsi la perspective d'atteindre les Objectifs Millénaires pour le Développement (OMD) (Sonneveld et al., 2012). Mieux, les communautés pauvres de cette région sont les plus vulnérables du fait de leurs faibles capacités d'adaptation et de leur grande dépendance de l'agriculture pluviale (GIEC, 2007).

L'impact des changements climatiques sur l'agriculture est multiple et pèse sur les personnes, le capital des exploitations et les résultats (systèmes d'élevage et de culture moins productifs) (Minderhoud-Jones, 2009). Selon les estimations, les changements climatiques vont faire baisser la productivité agricole de l'ordre de 9 à 21% au cours des prochaines décennies, avec pour conséquences la recrudescence des conflits autour des ressources naturelles et l'abandon des activités agropastorales (Di Falco et al., 2011 ; Vodounou & Doubogan, 2016).

Au Bénin, les changements climatiques affectent de plus en plus l'environnement rural et l'équilibre agraire causant ainsi la baisse de la productivité et de l'efficacité (Sodjinou et al., 2019). Les zones de production agricole souffrent du glissement des saisons avec des pluies tardives et de courte durée ; ce qui

affecte du coup la production agricole et la sécurité alimentaire des ménages (Minderhoud-Jones, 2009). Sous l'effet des changements climatiques, les rendements du maïs et du coton pourraient diminuer significativement, allant jusqu'à 30% pour le maïs et 20% pour le coton (Akponikpe et al., 2019).

Malheureusement, au Bénin, on manque encore d'informations pertinentes sur l'impact économique du changement climatique sur ménages agricole et ruraux ainsi que les stratégies d'adaptation utilisées par ces ménages pour atténuer les négatifs du changement climatique. La présente étude vise à analyser les perceptions paysannes de l'effet des changements climatiques sur l'agriculture et à évaluer l'impact de ces changements climatiques sur les revenus agricoles des producteurs.

2. Matériel et méthodes

2.1. Données utilisées

La présente étude été réalisée dans les départements de la Donga, de l'Alibori (au Nord), des Collines (au Centre), du Plateau, de l'Atlantique et du Couffo (au Sud). Ces départements avaient été retenus compte tenu du fait qu'ils sont considérés comme étant très vulnérables aux effets des changements climatiques (Sodjinou, 2013). Dans chacun de ces départements, deux communes sont considérées et dans chaque commune un village a été sélectionné. Ensuite, un recensement des ménages a été effectué dans chacun des villages échantillonnés, avec l'aide de cinq personnes-ressources par village. Ces personnes-ressources sont les habitants du village ayant une très bonne connaissance des ménages de son village. A l'issue de ce recensement, 30 ménages ont été sélectionnés de manière aléatoire pour les enquêtes quantitatives, ce qui donne un total de 360 ménages interviewés dont 120 au Nord, 60 au Centre et 180 au Sud (tableau 1). En plus des ménages, des discussions en focus groups ont eu lieu dans chaque village.

* Auteur Correspondant : sodjinoue@gmail.com

Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

Tableau 1. Répartition des ménages interviewés par commune et par région

Région	Département	Commune	Effectif	Pourcentage
Nord	Alibori	Banikoara	30	8,3
		Gogounou	30	8,3
	Donga	Bassila	30	8,3
		Copargo	30	8,3
	<i>Sous-total</i>			<i>120</i>
Centre	Collines	Savalou	30	8,3
		Savè	30	8,3
	<i>Sous-total</i>			<i>60</i>
Sud	Atlantique	Allada	30	8,3
		Kpomassè	30	8,3
	Couffo	Aplahoué	30	8,3
		Lalo	30	8,3
		Kétou	30	8,3
	Plateau	Pobè	30	8,3
		<i>Sous-total</i>		
<i>Total</i>			<i>360</i>	<i>100</i>

2.2. Cadre théorique

Les modèles d'évaluation de l'impact des changements climatiques disponibles dans la littérature peuvent être regroupées en deux grandes catégories à savoir les modèles d'équilibre général et les modèles d'équilibre partiel (Deressa, 2007). Les modèles d'équilibre général tel que le CGE (*Computable General Equilibrium*) sont des modèles analytiques qui considèrent l'économie comme un système complet constitué d'éléments interdépendants. Ces modèles conviennent particulièrement pour des questions environnementales, car ils sont capables de capturer des effets macro-économiques complexes des changements exogènes tout en fournissant un aperçu des impacts micro-économiques sur les producteurs, les consommateurs et les institutions (Deressa, 2007 ; Mabugu, 2002). Ces modèles ne conviennent pas pour la présente étude étant donné que nous avons travaillé sur une partie de l'économie notamment l'agriculture.

Les modèles d'équilibre partiel se focalisent sur une partie de l'économie par exemple sur un seul marché ou un sous-ensemble de marchés ou secteurs (Sadoulet & de Janvry, 1995). Ces modèles sont de deux types à savoir les modèles de simulation de la croissance des cultures (*Crop growth simulation models*) et les modèles utilisant les approches économétriques (Deressa, 2007). Les modèles de simulation de la croissance des cultures comprennent les techniques dites de Zonage Agro-Ecologique (ZAE) et les approches basées sur les fonctions de production.

Selon Deressa (2007), l'approche ZAE est utilisée pour évaluer l'aptitude, de diverses caractéristiques biophysiques des terres, à la production agricole. Dans

cette approche, les caractéristiques des cultures, la technologie existante, le sol et les facteurs climatiques sont inclus, comme déterminants d'aptitude à la production agricole. En combinant ces variables, le modèle permet l'identification et la distribution des terres potentielles de production agricole. Etant donné que le modèle inclut le climat comme un facteur déterminant de l'aptitude des terres pour la production agricole, il peut être utilisé pour prédire l'impact de l'évolution des variables climatiques sur la production agricole potentielle et les modes de culture (Deressa, 2007 ; Martin & Vaitkeviciute, 2016). L'insuffisance de l'approche ZAE est qu'elle ne permet pas de prendre en compte les niveaux faibles d'intrants généralement utilisés dans les pays en développement et a tendance à s'écarter considérablement des niveaux de rendement observés sur le terrain (Sonneveld et al., 2012). En outre, la ZAE ignore les mécanismes d'ajustement utilisés par les agriculteurs pour anticiper l'évolution des conditions climatiques et, par conséquent, a tendance à surestimer les pertes attendues (Sonneveld et al., 2012).

L'approche utilisant la fonction de production pour analyser l'impact du changement climatique sur l'agriculture se fonde sur une fonction de production empirique ou expérimentale mesurant la relation entre la production agricole et le changement climatique (Mendelsohn et al., 1994). Dans cette approche, une fonction de production, qui inclut des variables telles que la température, les précipitations et le dioxyde de carbone comme facteur de production, est estimée (Deressa, 2007). Un avantage de ce modèle est qu'il fait une prédiction plus fiable de la façon dont le climat affecte le rendement. L'impact du changement climatique sur les rendements agricoles est déterminé par des expériences

contrôlées. Cependant, un problème avec ce modèle est que ses estimations ne tiennent pas compte de l'adaptation (Deressa, 2007, Mendelsohn et al., 1994). Les analyses qui n'intègrent pas une adaptation surestiment les dommages liés à toute déviation par rapport à l'optimum (Kurukulasuriya & Mendelsohn, 2008).

La principale approche économétrique utilisée dans l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les revenus est le modèle ricardien mis au point par Mendelsohn et al. (1994). La technique a été nommée ainsi parce qu'elle est basée sur l'observation faite par David Ricardo selon laquelle les valeurs des terres refléteraient la productivité de ces terres en situation de concurrence parfaite (Deressa, 2007). L'approche tient compte implicitement de la possibilité de mise en œuvre de stratégies d'adaptation aux changements climatiques par les agriculteurs. Elle vise à isoler, à travers une analyse économétrique de données transversales, les effets du changement climatique sur le revenu agricole et la valeur de la terre, après la prise en compte d'autres variables explicatives pertinentes (par exemple, la dotation en facteurs, la proximité avec les marchés) (Di Falco et al., 2011).

L'approche ricardienne suppose que tout facteur influençant la productivité des terres devrait se refléter dans la valeur des terres ou les revenus nets. Elle suppose également que la valeur des terres, à un moment donné, inclut des changements climatiques futurs et les mesures d'adaptation possibles (Di Falco et al., 2011 ; Di Falco et al., 2012). Un avantage de ce modèle est qu'il est moins coûteux, puisque les données secondaires et transversales peuvent être relativement faciles à collecter sur des variables climatiques, la production et les facteurs socio-économiques (Deressa, 2007). Le modèle ricardien tient aussi compte des coûts des différentes alternatives d'adaptation aux changements climatiques. Par exemple, si un agriculteur décide d'introduire une nouvelle culture sur son champ/parcelle à mesure que le climat se réchauffe, le modèle ricardien suppose que l'agriculteur paiera les coûts normalement associés à la culture de cette nouvelle spéculation, tels que le coût de la nouvelle semence ainsi que les nouveaux intrants spécifiques à la nouvelle culture introduite (Kurukulasuriya & Mendelsohn, 2008).

Selon Deressa (2007), une des faiblesses de l'approche ricardienne, est qu'elle n'est pas fondée sur des expériences contrôlées dans les exploitations agricoles. Selon cet auteur, les réponses des agriculteurs varient d'un endroit à un autre, non seulement en raison de facteurs climatiques, mais aussi en raison de nombreuses conditions socio-économiques. Ces facteurs non-climatiques sont rarement entièrement inclus dans le modèle. Un autre inconvénient de l'approche ricardienne est qu'il ne peut pas mesurer l'effet des variables qui ne varient pas dans l'espace notamment l'effet des différents niveaux de dioxyde de carbone (Kurukulasuriya & Mendelsohn, 2008).

Cependant, malgré ces faiblesses, le modèle ricardien a été utilisé dans diverses études à travers le monde (par exemple Deressa, 2007 ; Di Falco et al., 2012 ; Ouédraogo, 2012 ; Mendelsohn, 2000) pour évaluer l'impact des changements climatiques sur l'agriculture en tenant compte des stratégies d'adaptation utilisées par les agriculteurs.

2.3. Approche empirique

L'approche ricardien a été utilisée dans cette étude. Elle consiste à régresser les revenus nets ou prix de la terre sur un ensemble de variables explicatives dont les variables climatiques ; ce qui permet de mesurer la contribution marginale que chaque input apporte au revenu agricole. L'approche ricardienne permet ainsi de mesurer la contribution marginale de chaque input au revenu agricole comme capitalisé dans la valeur des terres (Deressa, 2007). Mathématiquement, l'équation du modèle ricardien est donnée par Mendelsohn et al. (1994) :

$$V = \sum P_i Q_i (X, F, H, Z, G) - \sum P_x X \quad (1)$$

Dans cette équation, P_i représente le prix de marché de la culture i , Q_i est l'output de la culture i , X est un vecteur des intrants achetés (autres que les terrains), F est un vecteur de variables climatiques, H correspond au débit d'eau, Z est un vecteur des variables liées au sol, G est un vecteur de variables économiques telles que l'accès au marché et P_x est un vecteur des prix des intrants. L'agriculteur est supposé choisir X pour maximiser les revenus nets compte tenu des caractéristiques de la ferme et les prix du marché.

Selon Kurukulasuriya et Mendelsohn (2008), le modèle ricardien standard repose sur une formulation quadratique du climat :

$$V = B_0 + B_1 F + B_2 F^2 + B_3 H + B_4 Z + B_5 G + \varepsilon \quad (2)$$

où ε est un terme d'erreur, B_0 à B_5 sont les paramètres à estimer. L'équation 2 inclut aussi bien les termes linéaires que les termes quadratiques pour la température et les précipitations. Le signe du terme quadratique indique le type de relation existant entre le revenu net et les facteurs climatiques. Ainsi, lorsque le terme quadratique est positif, la fonction a une forme de U et quand il est négatif, la fonction est en forme de montagne (inverse de U). En se basant sur les recherches agronomiques et analyses transversales antérieures, on peut s'attendre à ce que le revenu agricole ait une relation en forme de montagne avec la température (Kurukulasuriya & Mendelsohn, 2008). L'impact marginal d'une variable climatique donnée sur le revenu agricole net, évalué à la moyenne, est donné par la formule suivante :

$$E[dV / df_i] = b_{1,i} + 2b_{2,i} * E[f_i] \quad (3)$$

Dans cette étude, la variable dépendante utilisée est le revenu agricole net par hectare. Ce choix se justifie

par le fait qu'au Bénin, le fonctionnement parfait du marché de la terre n'est pas effectif dans la plupart des régions du Bénin. En effet, en dépit de la promulgation de diverses lois sur le foncier au Bénin – notamment le Plan Foncier Rural (PFR) et le code domanial – l'oralité continue de dominer les contrats de vente des terres. De même, une grande partie du territoire béninois continue d'être confrontée aux problèmes de l'insécurité foncière. Le revenu agricole net (*REVNET*) est la différence entre la valeur de la production végétale et les coûts associés (coûts des semences, des fertilisants et des pesticides, coûts de l'utilisation de l'équipement et du matériel agricoles). Il est donné par la formule suivante :

$$REVNET = PB - CT \quad (4)$$

Avec $CT = CV + CF + MO$ les coûts totaux constitués des charges variables (*CV*) comprenant les coûts des semences, des fertilisants, des pesticides, les coûts de la main-d'œuvre occasionnelle ; des charges fixes (*CF*) correspondant à l'amortissement des équipements (un amortissement linéaire a été utilisé) et de la main-d'œuvre familiale et salariée permanente (*MO*). Le coût de la main-d'œuvre salariée correspond à l'argent effectivement dépensé par le producteur. Quant à la main-d'œuvre familiale, son coût est obtenu en multipliant la quantité (en homme-jour) par le prix unitaire moyen de vente de la main-d'œuvre salariée dans les milieux d'enquête.

Dans cette étude, cinq catégories de variables indépendantes ont été considérées à savoir les variables climatiques (précipitation et température), les inputs de la production (engrais, pesticides, main-d'œuvre, utilisation de bœuf de trait, fertilité du sol), les variables agro-écologiques (distance entre le village et le chef-lieu de commune, distance entre village et marché le plus proche du domicile, zonage agro-écologique), l'adaptation et les spéculations produites (cf. tableau 2). De même, cinq types de modèles ont été considérés :

- un modèle intégrant les variables climatiques et la variable d'adaptation aux changements climatiques (ADAPT) quel que soit la mesure/stratégie utilisée ;
- un modèle incluant les variables climatiques, l'adaptation aux changements climatiques (ADAPT), et les inputs de production ;
- un modèle incluant les variables climatiques, l'adaptation aux changements climatiques (ADAPT), les inputs de production du maïs et les variables agro-écologiques ;
- un modèle incluant les variables climatiques, l'adaptation aux changements climatiques (ADAPT), les inputs de production du maïs, les variables agro-écologiques, et les différentes cultures pratiquées ;
- un modèle tenant compte des variables climatiques, chacune des mesures/stratégies d'adaptation aux changements climatiques utilisée par les

producteurs, les inputs de production du maïs, les variables agro-écologiques, et les différentes cultures pratiquées.

3. Résultats et discussion

3.1. Perceptions paysannes de l'effet des changements climatiques sur l'agriculture

Les changements climatiques, de par leurs manifestations, ont des répercussions sur les moyens d'existence des ménages, en particulier sur leurs activités agricoles. En effet, tous les paysans interviewés au cours de cette étude sont unanimes sur cette situation. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'environnement de croissance et de développement des plantes est fortement perturbé ces dernières années et ne favorise plus une bonne production. Certains producteurs (90% des cas) estiment que les changements climatiques ont surtout impacté le rendement des cultures qui ont considérablement baissé au cours de la dernière décennie (figure 1). Cette baisse de rendement et/ou perte de production entraînent au niveau des producteurs des situations d'insécurité alimentaire source de sous-alimentation et de mauvaise qualité des aliments. De la même manière, les producteurs estiment que le changement climatique a aussi bouleversé le calendrier agricole classique (43% des cas). Ainsi, ils ne sont plus à même de cerner les dates de semis et sont pleinement conscient du fait que les semis sont à risque. Par conséquent, les périodes et dates d'exécution des autres opérations agricoles deviennent aléatoires. Ce qui se répercute sur la production en fin de campagne. Les cultures sont aussi détruites non seulement par l'inondation mais aussi par les animaux transhumants (26% des interviewés).

Dans l'ensemble, les perceptions paysannes rejoignent pratiquement les résultats de (Vodounou & Doubogan, 2016). En effet, selon cet auteur, les conséquences du changement climatique sur les systèmes culturels s'expriment en terme de baisse de la production agricole due à la variabilité des précipitations ; l'émergence de maladies, de ravageurs et de vecteurs pathogènes ; de nouvelles distributions spatiales des ravageurs et insectes nuisibles ; et une pluviométrie erratique et imprévisible.

L'élevage des animaux est l'activité secondaire à laquelle s'adonnent les producteurs des villages parcourus. L'impact des changements climatiques sur les animaux d'élevage, selon les interviewés, se traduit par la recrudescence de certaines maladies (plaies au niveau des pieds des bœufs, fièvre aphteuse, la gale, les maladies diarrhéiques, etc.). La persistance de la sécheresse serait la cause de manque de fourrage frais. Il est à noter

aussi l'assèchement des marres et des citernes ce qui influe négativement sur l'abreuvement des animaux et une diminution significative des cheptels. Dans l'ensemble, les producteurs interviewés sont unanimes sur le fait que le changement climatique engendre une baisse de performance des animaux d'élevage résultant surtout des fluctuations des ressources pastorales et hydriques. On note aussi une l'émergence de nouvelles maladies due aux changements environnementaux et

aux déséquilibres des écosystèmes (Vodounou & Dou-bogan, 2016).

Ces effets cumulés affectent négativement les revenus agricoles et par ricochet les conditions de vie des ménages. D'ailleurs, quasiment tous les producteurs interviewés (98% des cas) ont indiqué que les changements climatiques ont d'impact sur la production de leur culture de base notamment le maïs et l'igname.

Tableau 2. Variables indépendantes utilisées dans le modèles ricardien

Variable	Description	Signes attendus
<i>Variables climatiques</i>		
HPPS	Pluviométrie au cours de la saison pluvieuse (mm)	+/-
HPSP	Pluviométrie au cours de la saison sèche (mm)	+/-
TPPS	Température moyenne au cours de la saison pluvieuse (mm)	+/-
<i>Inputs de la production</i>		
MOTTOHA	Main-d'œuvre totale (h-j/ha)	+
ENGRAISH	Engrais minéral (kg/ha)	+
BETRAIT	Possession de bœuf de trait (1=oui, 0=non)	+
UPEST	Utilisation de pesticides (1=oui, 0=non)	+
FERTILIT	Niveau de fertilité de sols (1= pauvre, 2= moyen, 3= fertile)	+
<i>Variables agro-écologiques</i>		
DISTCOM	Distance entre le village et le chef-lieu de commune (km)	+
DISVIL	Distance entre village et marché le plus proche du domicile (1= ≤1 km, 2=]1, 5 km], 3=]5,10 km], 4= > 10km)	+
ZAE2	Zonage Agro-écologique 2 (1=oui, 0=non)	+
ZAE5	Zonage Agro-écologique 5 (1=oui, 0=non)	+
<i>Adaptation</i>		
ADAPT	Adaptation au changement climatique (1=oui, 0=non)	+
MCONSER	Utilisation de mesure de conservation (1=oui, 0=non)	+
MSOL	Utilisation de plantes améliorantes (1=oui, 0=non)	+
CHTVAR	Changement de variétés (1=oui, 0=non)	+
CHTCHAMP	Changement de champs (1=oui, 0=non)	+
CHGTDS	Changement de date de semis (1=oui, 0=non)	+
<i>Spéculations produites</i>		
COTON	Production du coton (1=oui, 0=non)	+/-
MAIS	Production du maïs (1=oui, 0=non)	+/-
NIEBE	Production du niébé (1=oui, 0=non)	+/-
SORGHO	Production du sorgho/mil (1=oui, 0=non)	+/-
ARACHID	Production de l'arachide (1=oui, 0=non)	+/-
IGNAME	Production d'igname (1=oui, 0=non)	+/-
MANTOC	Production de manioc (1=oui, 0=non)	+/-

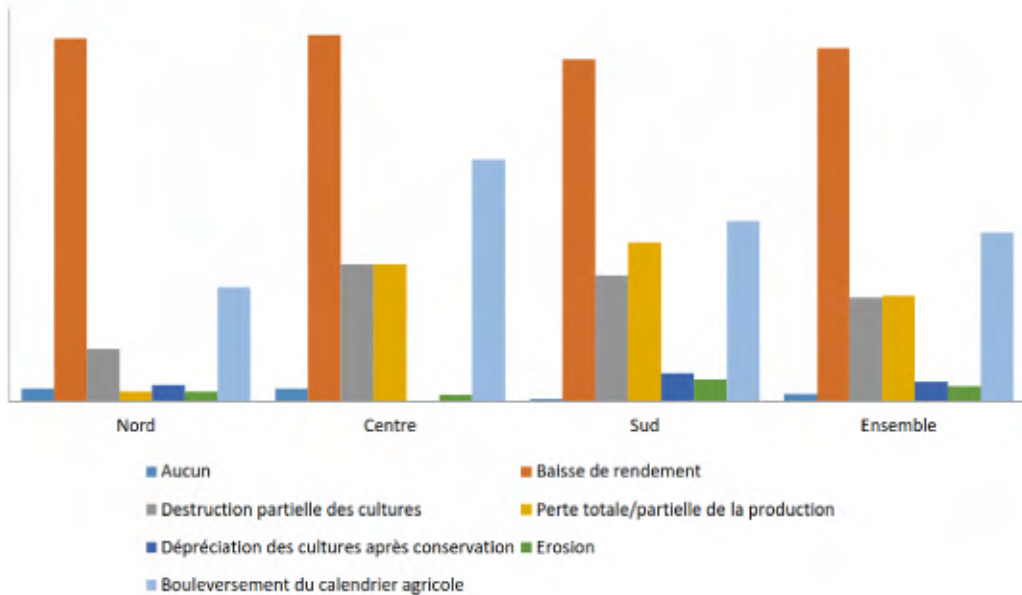


Figure 1. Appréciation paysanne de l'impact des changements climatiques sur leur culture de base (en %)

3.2. Résultats du modèle ricardien

Les résultats du modèle ricardien (tableau 3) indiquent que les effets des variables climatiques (précipitations et température) sur le revenu net agricole sont consistants quel que soit le modèle considéré. En particulier, la température a une influence négative sur les revenus des ménages agricoles. Cependant, les coefficients de la température et de son terme quadratique ne sont pas significatifs au seuil de 5% au niveau des cinq modèles. L'effet négatif obtenu est en concordance avec les résultats obtenus par divers auteurs notamment (Seo & Mendelsohn, 2008). Selon ces derniers, l'augmentation de la température encourage les agriculteurs à adopter une agriculture diversifiée et à éviter la spécialisation telle que la production végétale uniquement ou encore d'élevage uniquement.

Par contre, les coefficients des précipitations et de leurs termes quadratiques ont pratiquement le même niveau de signification dans les différents modèles. Autrement dit, la précipitation de la saison pluvieuse et de la saison sèche ont un impact significatif sur les revenus agricoles nets des producteurs. Les termes quadratiques sont significatifs indiquant que la relation entre les précipitations et le revenu net n'est pas linéaire. Ainsi, le

signe positif de HPPS2 (terme quadratique de la précipitation de la saison pluvieuse) indique que la relation entre le revenu net et la précipitation de la saison pluvieuse a une forme de U. Autrement dit, le revenu net maximum est atteint, *ceteris paribus*, lorsque la précipitation de la saison pluvieuse est autour de 844,86 mm (modèle 4) et 825,07 mm (modèle 5). Ce revenu tend à augmenter lorsque les précipitations sont plus faibles ou plus élevées que ces valeurs. Pour la saison sèche, par contre, le revenu maximum des producteurs lorsque les précipitations est de 84,05 mm (modèle 4) et 78,26 mm (modèle 5). Le revenu, *ceteris paribus*, tend à diminuer si la pluviométrie de la saison sèche est plus faible ou plus élevée que cette valeur.

Par ailleurs, on constate (tableau 3) que l'adaptation a un impact positif et significatif sur le revenu agricole net par hectare, au niveau des quatre premiers modèles. Il en résulte que les ménages qui utilisent des stratégies d'adaptation aux changements climatiques ont, *ceteris paribus*, un revenu net de 28 059 FCFA/ha de plus que les ménages qui n'utilisent aucune mesure d'adaptation.

Tableau 3. Impact des variables climatiques sur les revenus agricoles : résultats du modèle ricardien

Variable	Description	Modèle (1)	Modèle (2)	Modèle (3)	Modèle (4)	Modèle (5)
HPPS	Pluviométrie au cours de la saison pluvieuse (mm)	-2940.5*** (860.4)	-3471.8*** (893.6)	-5201.7*** (1241.9)	-4748.6*** (1388.9)	-3782.5** (1486.7)
HPPS2	HPPS ²	1.8*** (0.5)	2.1*** (0.5)	3.1*** (0.7)	2.8*** (0.8)	2.3*** (0.9)
HPSP	Pluviométrie au cours de la saison sèche (mm)	4857.9* (2756.4)	5248.7* (2732.9)	9166.3** (3902.6)	7855.5* (4293.0)	5862.0 (4381.6)
HPSP2	HPSP ²	-30.7** (13.4)	-33.0** (13.4)	-54.4*** (19.9)	-46.7** (21.7)	-37.5* (22.1)
TPPS	Température moyenne au cours de la saison pluvieuse (mm)	-5,8 x10 ⁶ (8,9 x10 ⁶)	-12,3x10 ⁶ (9,1 x10 ⁶)	-11,4 (9,9 x10 ⁶)	-10,9 x10 ⁶ (10,8 x10 ⁶)	-4,2 x10 ⁶ (10,9 x10 ⁶)
TPPS2	TPPS ²	106962.0 (163517.2)	225502.2 (166543.4)	212895.6 (180600.1)	202651.3 (197890.8)	80850.2 (200009.8)
ADAPT1	Adaptation au changement climatique (1=oui, 0=non)	36289.6** (15247.9)	38674.7** (15408.1)	35652.0** (15397.1)	28058.9* (15914.3)	NC
MCONSER	Utilisation de mesure de conservation (1=oui, 0=non)	NC	NC	NC	NC	32829.8*** (12319.7)
MSOL	Utilisation de plantes améliorantes (1=oui, 0=non)	NC	NC	NC	NC	3342.3 (12013.4)
CHTVAR	Changement de variétés (1=oui, 0=non)	NC	NC	NC	NC	3452.5 (12547.2)
CHTCHAMP	Changement de champs (1=oui, 0=non)	NC	NC	NC	NC	2573.5 (13554.3)
CHGTDSD	Changement de date de semis (1=oui, 0=non)	NC	NC	NC	NC	15356.2 (11782.7)
UMOSA	Utilisation de la main-d'œuvre salariée (1=oui, 0=non)		17077.0 (13273.5)	14653.2 (13340.1)	14596.7 (13545.7)	14447.0 (13480.0)
MOTTOTHA	Main-d'œuvre totale (homme-jour/ha)		-143.5*** (48.2)	-146.7*** (48.1)	-143.8*** (48.1)	-150.8*** (48.6)
ENGRAISH	Engrais minéral (kg/ha)		-41.2 (75.0)	-90.2 (76.4)	-60.8 (77.4)	-58.0 (77.5)
BETRAIT	Possession de bœuf de trait (1=oui, 0=non)		-68226.0** (27028.9)	-67331.9** (26819.4)	-70013.2** (27339.8)	-69196.3** (27375.8)
UPEST	Utilisation de pesticide (1=oui, 0=non)		-13531.0 (13505.6)	-22511.0 (13748.2)	-13432.9 (14898.0)	-14831.2 (15072.4)
FERTILIT	Niveau de fertilité du sol (1= pauvre, 2= moyen, 3= fertile)		23553.0*** (8843.4)	23255.4*** (8769.4)	21200.8** (8973.6)	24357.5*** (9020.2)
DISTCOM	Distance du village par rapport au chef-lieu de la commune (km)			-586.4 (856.5)	-114.1 (901.5)	147.4 (901.4)
DISVIL	Distance entre village et marché le plus proche du domicile (1= ≤1 km, 2=]1, 5 km], 3=]5,10 km], 4= > 10km)			24220.5*** (8467.6)	24311.3*** (8674.5)	23431.3** (9038.7)
COTON	Production du coton (1=oui, 0=non)				-19228.7 (17159.2)	-22256.5 (17110.9)
NIEBE	Production du niébé (1=oui, 0=non)				-7169.3 (11848.1)	-8690.6 (11922.8)
SORGHO	Production du sorgho (1=oui, 0=non)				-5379.8 (17922.3)	-4201.3 (18005.7)
ARACHID	Production d'arachide (1=oui, 0=non)				17645.4 (14333.3)	17434.0 (14321.5)
IGNAME	Production d'igname (1=oui, 0=non)				28688.3* (16142.7)	28690.3* (16231.4)
MANIOC	Production du manioc (1=oui, 0=non)				-2907.7 (13564.4)	-1644.4 (13520.7)
CONSTANTE	Constante	79,8 x10 ⁶ (122 x10 ⁶)	168 x10 ⁶ (125 x10 ⁶)	156 x10 ⁶ (135 x10 ⁶)	148 x10 ⁶ (148 x10 ⁶)	56,7 x10 ⁶ (149 x10 ⁶)
HPP	Valeur de la pluviométrie de la saison pluvieuse maximisant le revenu (mm)				844.86	825.07
HPS	Valeur de la pluviométrie de la saison sèche maximisant le revenu (mm)				84.05	78.26
TPS	Valeur de la température de la saison pluvieuse maximisant le revenu (°C)				26.87	26.20
F		26.98***	17.01***	15.56***	11.42***	10.08***
R ²		0.351	0.392	0.406	0.417	0.432
R ² ajusté		0.338	0.369	0.380	0.381	0.389

Nombre d'observations = 357 ; NC = Non inclus ; *** Significatif à 1%, ** Significatif à 5%, * Significatif à 10%

Dans les trois premiers modèles, l'impact de l'adaptation sur les revenus agricoles nets par hectare est de 36 290 FCFA environ. Ces différents résultats sont en concordance avec ceux de Di Falco et al. (2011) qui ont trouvé qu'en Ethiopie, l'adaptation au changement climatique améliore la productivité des cultures et le revenu agricole net à l'hectare, et donc contribue à la sécurité alimentaire des populations. Comme Sonneveld et al. (2012) l'ont montré, sous les conditions moyennes du changement climatique, les rendements actuels, qui sont déjà faibles, ne seront pas affectés, à condition que les producteurs adoptent des stratégies d'adaptation au changement climatique.

Les résultats de la présente étude sont aussi en lien avec ceux de Issahaku & Maharjan (2014) qui ont trouvé, qu'au Ghana, les changements climatiques réduisent les revenus agricoles notamment ceux du manioc et du maïs, mais les pertes de revenus peuvent être minimisées grâce à l'adaptation changement climatique. Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques adoptées par les producteurs étaient d'abandonner les cultures comme le maïs et le manioc au profit du sorgho, du riz et de l'igname qui sont des variétés plus adaptées à la sécheresse (igname et sorgho) ou aux inondations (cas du riz) (Issahaku & Maharjan, 2014). La principale recommandation qui se dégage est que l'investissement public devrait être concentré dans la recherche sur les variétés à haut rendement, tolérantes à la chaleur et/ou sujettes aux inondations.

En considérant le modèle 5, qui prend en compte les différentes stratégies d'adaptation aux changements climatiques, on remarque que c'est l'utilisation de mesures de conservation du sol qui a un impact significatif sur le revenu agricole net. Les producteurs utilisant cette stratégie ont un revenu de 32 830 FCFA/ha plus élevé que ceux qui n'utilisent cette stratégie. Les autres stratégies ont aussi un impact positif, mais non significatif, sur le revenu agricole net des producteurs.

La fertilité du sol a un effet positif et significatif sur le revenu agricole net, au seuil de 1%. Le revenu agricole net des producteurs tend donc, *ceteris paribus*, à augmenter de 21 201 FCFA lorsque la fertilité est améliorée d'une unité. Il s'ensuit que toute action visant l'amélioration de la fertilité des sols, dans le but de limiter les effets néfastes des changements climatiques, entraînera une amélioration du revenu agricole des producteurs. Ainsi donc les actions visant l'amélioration de la fertilité des sols devraient être encouragées.

La main-d'œuvre a une influence négative et significative sur le revenu agricole net. L'utilisation d'une unité supplémentaire de main-d'œuvre réduirait le revenu agricole net de 144 FCFA/ha (modèle 4). Par contre, l'utilisation de la main-d'œuvre salariée améliore le revenu agricole net par hectare. Cette influence,

toutefois non significative, permet de dire que l'effet négatif de la main-d'œuvre totale serait probablement dû à la main-d'œuvre familiale.

La possession de bœufs de trait a une influence significative et négative sur le revenu agricole net. Ainsi, les producteurs utilisant de bœuf de trait semblent avoir un revenu inférieur d'environ 70 000 FCFA/ha au revenu de producteur ne possédant pas bœuf de trait. Par ailleurs, les producteurs ayant leur domicile proche des chefs des communes semblent avoir un revenu relativement plus élevés que ceux situés loin des chefs-lieux de communes. Ainsi, les producteurs situés un kilomètre plus proche des chefs-lieux de communes sont plus enclins à avoir un revenu agricole net de 586 FCFA/ha que ceux situés plus loin.

Parmi les cultures, on constate que seule l'igname a une influence significative sur le revenu agricole net par hectare. Les agriculteurs produisant l'igname semble avoir un revenu relativement plus élevé que celui des producteurs ne faisant l'igname.

3.3. Sensibilité des revenus agricoles aux changements climatiques

Les résultats du tableau 4 indiquent que l'effet marginal de la précipitation sur le revenu agricole net des producteurs est de 614 FCFA/ha (modèle 4). Ce qui signifie qu'une réduction des précipitations d'un millimètre entraînerait, *ceteris paribus*, une baisse du revenu agricole net de 614 FCFA/ha. La baisse est relativement plus forte chez les producteurs qui n'utilisent pas de stratégies d'adaptation au changement climatique (soit 733 FCFA/ha) que chez les producteurs qui utilisent cette mesure (soit 595 FCFA/ha). Au niveau du modèle 5, on constate que la réduction des précipitations entraînerait une baisse du revenu agricole net de 592 FCFA/ha. Comme dans le cas du modèle 4, cette réduction est plus faible chez les producteurs qui s'adaptent aux changements climatiques que chez ceux qui ne s'adaptent pas. Dans l'ensemble, ces résultats confirment ceux de Deressa (2007) selon qui la réduction de la précipitation apparaît plus néfaste sur le revenu agricole des producteurs que l'accroissement de la température. Huonga et al. (2019), quant à eux, ont trouvé que les revenus nets des agriculteurs diminuent avec l'augmentation des températures et des précipitations pendant la saison sèche. La même tendance est notée par Mishra et al. (2016) dans la région d'Odisha (en Inde) où ils ont montré que l'accroissement de la température a une influence significative et négative sur les revenus nets de la production agricole. Il en est de même des résultats obtenus au Nigeria par Onyekuru & Marchant (2016).

Tableau 4. Effets marginaux de la précipitation et de la température sur le revenu agricole net

	Pas d'adaptation	Adaptation	Ensemble
Modèle 4			
Pluviométrie de la saison pluvieuse (mm)	733 (483)	595 (767)	614 (735)
Pluviométrie de la saison sèche (mm)	-68 (3542)	-444 (3005)	-392 (3083)
Température de la saison pluvieuse (°C)	235765 (149213)	166707 (126313)	176379 (131737)
Modèle 5			
Pluviométrie de la saison pluvieuse (mm)	689 (394)	576 (625)	592 (599)
Pluviométrie de la saison sèche (mm)	-488 (2839)	-790 (2408)	-747 (2471)
Température de la saison pluvieuse (°C)	202932 (59530)	175381 (50394)	179239 (52558)

() : Les chiffres entre parenthèses sont des écart-types.

5. Conclusion

Dans l'ensemble, on peut retenir que les changements climatiques ont des impacts aussi bien sur les systèmes cultureux que sur les producteurs et leurs ménages. Les conséquences des changements climatiques sur les systèmes cultureux s'expriment en terme de baisse de la production agricole due à la variabilité des précipitations ; l'émergence de maladies, de ravageurs et de vecteurs pathogènes ; de nouvelles distributions spatiales des ravageurs et insectes nuisibles ; et une pluviométrie erratique et imprévisible. Une réduction des précipitations des saisons pluvieuses d'un millimètre entrainerait une baisse du revenu agricole net des producteurs. La réduction du revenu agricole net est relativement plus forte chez les producteurs qui n'utilisent pas de stratégies d'adaptation au changement climatique que chez les producteurs qui utilisent cette mesure. Enfin, toute action visant l'amélioration de la fertilité des sols, dans le but de limiter l'effet néfastes des changements climatiques, entrainera une amélioration du revenu agricole des producteurs. De même, l'investissement public devrait être concentré dans la recherche sur les variétés à haut rendement, tolérantes à la chaleur et /ou sujettes aux inondations.

REMERCIEMENTS

Les auteurs présentent leurs sincères remerciements au Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI) qui a financé la collecte de données ayant servi à la rédaction du présent article à travers le Projet de Renforcement des connaissances économiques et de capacité d'adaptation aux changements climatiques au Bénin (PRECAB) de l'Organisation Non Gouvernementale «Initiatives pour un Développement Intégré Durable (IDID)». Les auteurs remercient également les enquêteurs, les élus locaux des communes pilotes du projet PRECAB, les agents des services publics de vulgarisation ainsi les producteurs pour leurs contributions au succès de la phase de collecte de données.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Akponikpe P.B.I., Tovihoudji P., Lokonon B., Kpadonou E., Amegnaglo J., Segnon A. C., Yegbemey R., Hounsou M., Wabi M., Totin E., Fandohan-Bonou A., Dossa E., Ahoyo N., Laourou D. & Aho N. 2019. Etude de Vulnérabilité aux changements climatiques du Secteur Agriculture au Bénin. Report produced under the project "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne", Climate Analytics gGmbH, Berlin.
- Deressa T.T. 2007. Measuring The Economic Impact of Climate Change on Ethiopian Agriculture: Ricardian Approach. Policy Research Working Paper 4342, The World Bank. Available at: <http://water.worldbank.org/>. (consulté le 21 février 2013)
- Di Falco S., Veronesi M. & Yesuf M. 2011. Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. *Amer. J. Agr. Econ.* 93(3): 829–846

- Di Falco S., Yesuf M., Kohlin G. & Ringler C. 2012. Estimating the Impact of Climate Change on Agriculture in Low-Income Countries: Household Level Evidence from the Nile Basin. *Environmental and Resource Economics*, 52(4): 457-478
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève, Suisse, 103p.
- Huanga N.T.L., Bo Y.S. & Fahad S. 2019. Economic impact of climate change on agriculture using Ricardian approach: A case of northwest Vietnam. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4): 449-457
- Issahaku Z.A., Maharjan K.L. 2014. Climate Change Impact on Revenue of Major Food Crops in Ghana: Structural Ricardian Cross-Sectional Analysis. In: K. Maharjan (Eds.) *Communities and Livelihood Strategies in Developing Countries*. Springer, Tokyo, pp. 13-32
- Kurukulasuriya P. & Mendelsohn R. 2008. A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland. *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 2(1): 1-23
- Liniger H.P., Mekdaschi Studer R., Hauert C. & Gurtner M. 2011. La pratique de la gestion durable des terres. Directives et bonnes pratiques en Afrique subsaharienne. *TerrAfrica, Panorama mondial des approches et technologies de conservation (WOCAT) et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)*
- Mabugu R, 2002. The use of CGE modeling in the analysis of environmental policy reform. Collaborative Regional Masters in Environmental Economics and Policy (CEEPA) Specialization Course Module. Lecture notes. University of Pretoria, South Africa.
- Martin E. & Vaitkeviciute J. 2016. Mesure de l'impact du changement climatique sur l'agriculture de Côte-d'Or. *Économie rurale*, 355: 21-48.
- Mendelsohn R. 2000. Efficient Adaptation to Climate Change. *Climatic Change* 45(3):583-600. DOI: 10.1023/A:1005507810350
- Mendelsohn R., Nordhaus W.D. & Shaw D. 1994. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *The American Economic Review*, 84(4): 753-771
- Minderhoud-Jones M. 2009. Implications du changement climatique sur les systèmes de production agricole durables dans les pays ACP : Quelles stratégies d'information et de communication ? Résumé exécutif du Séminaire sur le Changement Climatique du 26-31 octobre 2008 à Ouagadougou (Burkina Faso). CTA, Wageningen, 9p.
- Mishra D., Sahu N.C. & Sahoo D. 2016. Impact of climate change on agricultural production of Odisha (India): a Ricardian analysis. *Reg Environ Change* 16, 575-584 doi:10.1007/s10113-015-0774-5
- Niasse M., Afouda A. & Amani A. 2004. Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification : éléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni xviii+71pp.
- Onyekuru N.A. & Marchant R. 2016. Assessing the economic impact of climate change on forest resource use in Nigeria: A Ricardian approach. *Agricultural and Forest Meteorology*, 220: 10-20
- Ouédraogo M. 2012. Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 106(1): 3-21
- Sadoulet, E. & de Janvry A. 1995. *Quantitative Development Policy Analysis*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- Seo, S. N. & Mendelsohn R. 2008. A Structural Ricardian Analysis of Climate Change Impacts and Adaptations in African Agriculture. *Policy Research Working Paper* No. 4603. World Bank, Washington, DC.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6770> License: CC BY 3.0 IGO.” (consulté le 03 janvier, 2019).
- Sodjinou E., Hounkponou S.K. & Adjobo M.A.A.C. 2019. Facteurs déterminant l’adoption des stratégies d’adaptation aux changements climatiques au Bénin : cas des producteurs de maïs. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro Spécial Économie et Sociologie Rurales (ESR)*, pp. 49-66.
- Sodjinou, E., 2013 : Etude économique des options d’adaptation aux changements climatiques au Bénin. *Projet de Renforcement des Connaissances Economiques et de Capacité d’Adaptation aux changements climatiques au Bénin (PRECAB). Initiatives pour un Développement Intégré Durable (IDID)*, Porto-Novo, 69p.
- Sonneveld B.G.J.S., Keyzer M.A., Adegbola P. & Pande S. 2012. The Impact of Climate Change on Crop Production in West Africa: An Assessment for the Oueme River Basin in Benin. *Water Resource Management*, 26: 553–579
- Vodounou J.B.K. & Doubogan Y.O. 2016. Agriculture paysanne et stratégies d’adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Cybergeo : European Journal of Geography. Environnement, Nature, Paysage*, document 794. <http://journals.openedition.org/cybergeo/27836> ; (consulté le 03 janvier 2020).



Migrations agricoles et stratégies de reconquête du patrimoine familial au Togo : cas des Kabiye dans la région des Plateaux

Konga PALASSI

Université de Lomé

Reçu le 15 Mai 2018 - Accepté le 30 Mai 2019

Farm migration and strategies of reconquest of the family patrimony in Togo: case of the Kabiye in the Plateaux region

Abstract: The Kabiye are an ethnic group of northern Togo. They have experienced waves of migration that have led some to the South of the country, since the German colonial era. On farms where they settle, they maintain the fields on behalf of property owners. In return for their services, they are treatments vary according to the communities and employers: salary daily or monthly, sharing crops, metayages or concession operations, transfer to life of land of culture, etc. It is in this way that some immigrants have acquired land properties in reception areas. In the early 1990s, following the unrest sociopolitical experienced by Togo in its democratization process, many of these immigrants were driven by the Aboriginal peoples and expropriated of their areas. After the crisis, they try to win back these heritages in organizing to go back. They adopt peaceful or conflicting strategies for resettlement and sustainability strategies to preserve their gains. The article has objective to analyze strategies to recover the family land heritage by the Kabiye in the South of Togo. The methodological approach is essentially qualitative socio-anthropologies type. As a result, can overall that these migrants adopt peaceful or conflicting strategies for resettlement and sustainability strategies to protect their gains.

Keywords: Farm migration, family patrimony, Kabiye, Togo.

Résumé : Les Kabiye sont un groupe ethnique du Nord Togo. Ils ont connu des vagues de migrations qui ont conduit certains vers le sud du pays, depuis l'époque coloniale allemande. Dans les fermes où ils s'installent, ils entretiennent les champs pour le compte des propriétaires fonciers. En contrepartie de leurs services, ils bénéficient de traitements variables selon les localités et selon les employeurs : salaire journalier ou mensuel, partage des récoltes, métayages ou exploitations concédées, cession à vie de terres de culture, etc. C'est de cette manière que certains immigrés ont acquis des propriétés foncières dans les lieux d'accueil. Au début des années 1990, suite aux troubles sociopolitiques qu'a connus le Togo dans son processus de démocratisation, nombre de ces immigrés ont été chassés par les autochtones et expropriés de leurs domaines. Après la crise, ils tentent de reconquérir ces patrimoines en s'organisant pour y retourner. L'article a pour objectif d'analyser les stratégies de reconquête du patrimoine foncier familial par les Kabiye au sud du Togo. La démarche méthodologique est essentiellement qualitative de type socio-anthropologique. Comme résultats, on peut globalement retenir que ces migrants adoptent des stratégies pacifiques ou conflictuelles pour leur réinstallation et des stratégies de pérennisation pour préserver leurs acquis.

Mots clés: Migration agricole, patrimoine familial, Kabiye, Togo.

1. Introduction

Tous les peuples, toutes les ethnies, ou toutes les communautés humaines, au cours de leur histoire, ont connu des migrations ; qu'elles soient effectuées par nécessité ou par simple curiosité et qu'elles concernent tout le groupe, une partie du groupe ou quelques individus (Sarr et Diop 2009). Les Kabyè du Togo ont connu cette situation. Des vagues de migrations ont conduit certains vers le sud du pays notamment dans la région des Plateaux, depuis l'époque coloniale allemande. Installés dans cette région à forte potentialité agricole, les Kabyè, essentiellement cultivateurs, ont entretenu avec les autochtones (Akposso, Ewé, Idatcha, etc.) des rapports de coexistence pendant près d'une dizaine de décennies. Exploitants agricoles, des accords de différentes natures les lient aux autochtones, propriétaires terriens. Ces « contrats » vont du métayage à l'achat de propriétés foncières en passant par plusieurs formes de baux.

Au début des années 1990, suite aux troubles socio-politiques qu'a connus le Togo dans son processus de démocratisation, des milliers de Kabyè ou assimilés ont été expulsés par les autochtones et expropriés de leurs domaines d'exploitation (Tanang 2014). Après l'accalmie relative, ils tentent de reprendre ces terres en s'organisant pour y retourner. Il s'agit donc d'un projet familial de reconquête du patrimoine foncier perdu. Comment s'expliquent les rapports intercommunautaires conflictuels entre les Kabyè migrants et les autochtones dans la région des Plateaux ? Quelles sont les stratégies de reconquête des domaines fonciers ? Telles sont les questions auxquelles cet article ambitionne d'apporter des réponses.

Les familles ont toujours joué un rôle important dans l'émigration des ruraux vers les villes africaines (Locoh 1989 ; 1991 ; Essiomi 1993 ; Barou 2001) ou vers les autres milieux ruraux (Gnongbo 2003 ; Yabouri 2004 ; Kola 2008 ; Palmeira et de Heredia 2009). Des recherches ont aussi montré qu'il se tisse des liens émotionnels, culturels et économiques entre des familles et des individus en migration entre leur lieu d'origine et leurs lieux d'installation (Delcroix et Missaoui 2005 ; Vimard 2010 ; Eremenko 2013). Le déplacement d'un milieu rural vers un autre milieu rural dont il est question dans ce texte, accorde une place cruciale à la famille, mais dans un contexte particulier. Cet article veut particulièrement analyser les stratégies de réoccupation des domaines fonciers par les migrants kabyè au sud du Togo. La recherche s'est effectuée suivant une méthodologie présentée dans la section qui suit.

2. Méthodes

La méthodologie adoptée pour atteindre l'objectif assigné à cette recherche est qualitative. Elle se fonde sur une démarche qualitative de type socio-anthropologie (Olivier de Sardan 1995 ; 2008) avec regard sur les méthodes de recherche sur les migrations africaines (Berriane et de Haas 2012). La collecte des données empirique a été faite dans la région de la Kara, milieu d'origine des Kabyè et dans la région des Plateaux au sud du Togo, leur zone d'accueil

2.1. Milieu d'étude

Le Togo est situé en bordure méridionale de l'Afrique Occidentale avec une superficie de 56 600 km². Il s'étire entre le Burkina Faso au nord, le Golfe de Guinée au sud, le Bénin à l'est et le Ghana à l'ouest. Le climat est de type tropical variant sensiblement de la région méridionale à la zone septentrionale. Il est subdivisé en deux grandes zones : une zone de type soudanien au sud avec de vastes terres productives et une zone de type sahélien recouvrant la moitié nord caractérisée par une pénurie de terres fertiles. La région de la Kara est située dans la zone nord tandis que la région des Plateaux se situe dans la zone sud.

La région de la Kara est située entre 9°25 et 10°10 de latitude nord et 0°15 et 1°30 de longitude est. Elle est limitée au nord par la région des Savanes (préfecture de l'Oti) ; à l'est par la République du Bénin ; à l'ouest par la République du Ghana et au sud par la région Centrale. Elle couvre une superficie de 11 629 Km², soit 20,50% de la superficie totale du Togo (Source : Atlas du développement du Togo). Le relief y est très varié et constitué par une alternance entre des plaines, des valets et de plateaux dominés par de vieux massifs accidentés aux aspects assez contrastés et le plus souvent dénués de végétation.

La région est soumise à un régime climatique de type soudano-guinéen avec une saison pluvieuse capricieuse d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars, influencée par l'harmattan (alizé continental du nord-est), entre décembre et février. La végétation est de type soudano-guinéen plus ou moins arborée. Elle est dégradée par les changements de climat, l'utilisation intensive des terres, les feux de brousse et l'utilisation de la biomasse végétale comme source d'énergie dans les ménages. Les sols y sont globalement moins fertiles. Du point de vue administratif, la région de la Kara, depuis juin 1991, est subdivisée en sept (7) préfectures : Assoli, Bassar, Binah, Dankpen, Doufelgou, Kéran et Kozah. Les Kabyè sont originaires et occupent majoritairement les préfectures de la Binah et de la Kozah.

La Région des Plateaux s'étend sur une superficie de 16 975 km², soit 30% de la superficie totale du pays (DGSCN, 2011). Elle est limitée au Sud par la région Maritime, au Nord par la région Centrale, à l'Est par le Ghana et à l'Ouest par le Bénin. Elle dispose de deux

* Auteur Correspondant : ipalass@yahoo.fr
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

zones agroécologiques à savoir : la zone de la savane humide et la zone forestière.

Elle bénéficie d'un climat relativement nuancé allant du subéquatorial de moyenne altitude (climat frais des plateaux) au climat équatorial de transition et au climat tropical humide (climat de la pénéplaine précambrienne). C'est en effet une zone où les terres sont très fertiles et qui en général jouit d'un climat propice aux activités agricoles. C'est le poumon agricole du Togo en matière de cultures d'exportation (café, cacao, coton, palmiste, etc.). C'est ce qui explique la migration des paysans kabyè ont vers cette région (Lucien-Brun et Pillet-Schwarz 1987 ; Kakou 2007). La Région des plateaux est constituée de 12 préfectures à savoir : Amou, Ogou, Wawa, Kloto, Agou, Haho, Dayes, l'Est Mono, le Moyen-Mono, Akébou, Anié et Kpélé. C'est donc dans ces deux régions que les enquêtes ont été effectuées.

2.2. Collecte et analyse des données

La collecte des données a combiné plusieurs techniques à savoir les sources écrites, les entretiens (individuels et de groupes), les observations, les procédés de recension et les histoires de vie. La collecte des données s'est faite dans la région de la Kara (au nord du Togo), zone de provenance des Kabyè migrants agricole et dans la région des Plateaux (au sud du Togo), leur zone de destination.

Les entretiens ont été réalisés avec les membres de famille des migrants, de même qu'avec des personnes ressources identifiées dans la communauté. Ceci, dans le but d'avoir des informations diversifiées et de les croiser. Les entretiens avec les migrants et leurs parents nous ont renseignés sur leur vie passée dans les zones de plantation au sud du pays, ainsi que la nature et la consistance du patrimoine abandonné. A partir des renseignements reçus auprès des parents, nous avons recherché et retrouvé certaines personnes dans leur localité d'accueil.

Dans le village d'accueil, la collecte des données a porté essentiellement sur la constitution des itinéraires de vie aussi bien des migrants agricoles. Elle a inclus les stratégies conçues par les familles, de même que la pratique de la mise en œuvre de cette « feuille de route » qui doit aboutir à la reconquête et la pérennisation des propriétés familiales. Une pré-enquête a été faite à la fin de l'année 2015 pour donner une première orientation à la recherche. L'enquête proprement dite a été menée lors de plusieurs séjours sur les deux sites en 2016 et en 2017.

L'analyse des données s'est faite manuellement selon la technique d'analyse de contenu. Le dépouillement a commencé sur le terrain au cours, de l'enquête. Il s'agissait de classer et d'analyser les informations et données de tout genre recueillies chez les enquêtés au fur et à mesure du déroulement de l'enquête et après

l'enquête. Après le dépouillement s'est intensifié le travail de rédaction. Il fallait associer les différentes notes prises, les données de terrain, leurs analyses et commentaires pour en faire un texte structuré et cohérent.

3. Résultats et discussion

3.1. Les migrations rurales des Kabyè : éléments d'histoire

À la veille de la colonisation allemande, les Kabyè « vivaient accrochés aux flancs de leurs montagnes, territorialement et politiquement divisés » (Kakou 2007 : 50-51). Traqués de tous côtés par les razzieurs d'esclaves, notamment les Bariba venant du Dahomey voisin (actuel Bénin), ils étaient pratiquement isolés, sans possibilité d'expansion hors de leur territoire. C'est à partir de leur colonisation par les Allemands qu'ils ont connu plusieurs vagues migratoires. Nous regroupons ces mouvements en deux types. Il s'agit des migrations volontaires et les migrations forcées.

3.1.1. Les déportations ou les migrations forcées

Les Allemands, après leur occupation du Togo, avaient inscrit très tôt l'introduction des cultures tropicales d'exportation dans les priorités de leur politique économique. Or le territoire comportait des disparités en termes d'occupation spatiale. Il fallait mettre en valeur des zones à fortes potentialités agricoles, mais faiblement peuplées. Ce sont spécifiquement des circonscriptions du centre et du sud du pays. Dans le même temps certains peuples comme les Kabyè, très appréciés pour leur rendement agricole (Verdier 1982), vivaient sur des espaces surpeuplés où les terres leur étaient insuffisantes. Il fallait donc les transférer dans les zones faiblement peuplées, mais à fortes potentialités agricoles (Lucien-Brun 1987).

Ce transfert permettait aussi de répondre à un objectif politique. Les déportations de Kabyè très attachés à leurs coutumes et à leur terroir constituaient pour l'administration coloniale allemande une façon de réprimer les oppositions et de dissuader les révoltes ou les autres cas d'insoumission au nouveau pouvoir. Les meneurs de révoltes, les chefs non soumis, les récalcitrants, etc. étaient les premières victimes de ces déportations. C'est pour répondre à ce double objectif à la fois économique et politique qu'il a été créé des centres d'accueil de ces paysans qu'il fallait déporter. Ces centres étaient dénommés *Besserungssiedlungen* ou « camps d'amélioration » (Kakou 2007 : 100).

Les villages dits « d'amélioration » avaient également, selon l'autorité d'alors, une fonction sociale. Ils devaient servir de centres de rééducation et de formation des individus considérés comme étant des « marginaux ». Selon Asmis (1940 cité par Kakou 2007 : 106), des criminels et autres malfaiteurs y étaient envoyés dès 1904. À partir de 1905, « la colonie de Chra n'accueillit

généralement que des condamnés de droit commun ». Tous devaient y refaire leur éducation et se réadapter au travail de la terre, ce qui traduit l'expression « camps (ou village) d'amélioration » (Kakou 2007 : 106). Parmi ces villages on peut citer Chra, Djabataouré et Kolonaboua (ou Aou), qu'on retrouve de nos jours respectivement dans les préfectures de Haho et de Tchaoudjo.

À la fin de la Première Guerre mondiale qui s'est soldée par la défaite de l'Allemagne et le partage de ses colonies entre la France et l'Angleterre, la France pensait rompre avec la politique de l'Allemagne dans la partie du territoire togolais qui lui était confiée. Elle autorisa dans un premier temps les déportés à rentrer dans leurs localités d'origine respectives. Mais il fallait au même moment approvisionner la métropole en produits divers et réparer les pertes dues à la guerre. Il s'est donc avéré nécessaire de relancer et d'encourager l'émigration des Kabyè et Losso et de promouvoir les cultures d'exploitation initiées par les Allemands. Ce fut le départ de l'émigration dirigée initiée par la France.

Pour poursuivre la ligne de chemin de fer Atakpamé-Sokodé, plusieurs villages avaient été créés en 1929 et en 1931. Les mouvements des travailleurs « contractuels » kabyè (et Losso) sous forme de rotation régulière étaient en eux-mêmes une forme d'émigration dirigée, mais temporaire. Par les contacts que ces déplacés nouaient et la découverte de nouvelles terres, ils préparaient la voie aux mouvements d'émigrations volontaires. Par ailleurs, les sites choisis pour l'implantation des nouveaux villages s'échelonnaient surtout le long de la route inter-coloniale et la ligne de chemin de fer, les deux voies étant très proches l'une de l'autre. De par leurs positions, les villages servaient de points d'appui pour un développement agricole de grande ampleur. L'administration comptait aussi sur l'arrivée en masse des émigrants volontaires.

3.1.2. Les migrations volontaires

L'exécution des travaux forcés dans les champs administratifs et autres chantiers du cercle de Sokodé, avait favorisé les premiers contacts des Kabyè avec les autres peuples. L'administration allemande demandait à ceux qui avaient la possibilité de payer de l'argent en remplacement de leur participation aux travaux d'utilité publique. N'ayant pas les moyens de racheter leurs prestations, ils s'en acquittaient en travaux forcés : construction et entretien des routes et pistes, portage des matériaux de travaux publics et des produits d'exportation, boisement de certaines régions, entretien des champs administratif, etc. Ces moments constituaient pour eux l'opportunité de découvrir d'autres localités propices à l'agriculture, et ils y retournaient à la fin de leur « contrat ». Mais c'est surtout sous la domination française que l'émigration volontaire s'est accentuée.

Après la Première Guerre mondiale, quand la France autorisa le retour des déportés, les villages d'améliora-

tion créés par les Allemands se sont vidés de leurs habitants. Mais certains y restèrent et sont considérés de fait comme des émigrés volontaires. En 1922, 1000 Kabyè étaient définitivement établis dans le cercle d'Atakpamé qui comptait 71.000 âmes. À ces émigrés de l'époque allemande venaient s'ajouter d'autres installés après l'expiration de leur contrat de travail pour lequel ils y avaient été conduits. Le même phénomène s'observait dans le cercle de Klouto (Kakou 2007 : 187).

Dans l'ensemble, dans les régions communément appelées « le Sud », les émigrants définitifs restaient très peu nombreux avant 1925. Certains saisonniers se rendaient aussi en zone britannique du Togo et en Gold Coast (actuel Ghana). Dans les plaines périphériques du pays kabyè, on observait aussi vers 1924 un déplacement spontané des populations. Les déplacés s'établissaient sur la rive gauche de la Kara et aux « bordures du pays konkomba et bassari » (Lucien-Brun 1987 : 107-108 ; Kakou 2007 : 188).

L'adhésion populaire des Kabyè à l'émigration volontaire commençait véritablement entre 1925 et 1931. Comme première cause, le départ permettait à l'émigrant d'échapper aux impôts. C'était donc une bouée de sauvetage pour les Kabyè-Losso (Kakou 2007). Les départs par milliers étaient d'abord constatés pendant la saison morte (saison sèche au nord du pays) qui coïncide avec la période de récolte de café cacao au sud du Togo. Les besoins de s'équiper constituent aussi une cause de l'émigration volontaire. Les émigrants volontaires saisonniers ou définitifs s'achetaient des produits d'importation (tissus imprimés, chaussures, sel, etc.) sur les marchés régionaux à leur retour. Ces produits faisaient la fierté et suscitaient de ce fait d'autres candidatures à l'émigration volontaire. Cette migration volontaire s'est poursuivie après les indépendances et a renforcé le contact des Kabyè avec les autres peuples.

3.2. Les migrants kabyè et leurs rapports avec les autochtones

Les rapports des immigrés kabyè avec les autres peuples occupant les lieux avant eux se présentent sous deux formes. Une vie communautaire relativement paisible mais une cohabitation économique parfois marquée de difficultés. C'est ce qui va être montré à travers, d'une part la description de la vie communautaire entre autochtones et allochtones au sud Togo, et d'autre part des litiges liés au régime foncier, à la production agricole et l'instabilité des rapports.

3.2.1. La vie communautaire entre autochtones et allochtones au sud Togo

C'est le travail de la terre qui amena les Kabyè à s'installer dans les zones de plantation au sud du Togo. Dans les zones d'accueil, ils collaborent avec les autochtones Ewé, Akposso, Akébou, etc. Ces derniers (en particulier, ceux qui disposent de terres cultivables) sont souvent favorables à leur admission puisque les

uns ont besoin de la collaboration des autres dans la réciprocité des intérêts. Comme précédemment indiqué, cela remonte à l'époque coloniale, surtout avec « l'émergence de la modernité rurale » conférée par le café au Togo (Antheaume 2007).

Il s'établit des « contrats de vie et de travail » entre l'immigré et son hôte. L'immigré est installé dans un hameau ou une ferme où il travaille sur un domaine que lui octroie son propriétaire terrien. Ce dernier devient son « patron » ou son « père ». L'immigré vit dans le village rattaché (très souvent) mais parfois dans un autre village relativement lointain ou même en ville. Il entretient les champs pour le compte de son propriétaire foncier.

De plus, l'immigré rend périodiquement compte à son maître selon les termes du contrat. La fréquence peut être hebdomadaire, si le propriétaire est dans la même zone. Dans ce cas, c'est souvent les jours de marché où le métayer allochtone (*apavi*) visite son patron terrien et lui rend compte de l'évolution des champs de plantation, de l'entretien et du mûrissement des produits de rente (Nyassogbo 2005 : 519; Tanang 2014 : 178-179).

Les contrats agricoles ne s'imposaient pas d'emblée à chaque agriculteur allochtone. Tout dépend des clauses de départ et des rapports qui existent entre le propriétaire terrien et son métayer. Les récoltes sont partagées selon des principes du contrat. Dans certains cas, le propriétaire terrien se contente de la quantité de récoltes que lui fournit son *apavi* à la fin de la saison. Très souvent, l'autochtone *apeto* n'a pas de regard sur les produits vivriers tels que le manioc, le tarot, le sorgho, le haricot, l'igname, l'arachide, la banane, etc. Il les laisse de coutume à l'immigré qui les gère à sa guise, car on estime qu'il faut bien manger avant de bien travailler (Tanang 2014 : 179).

Quant aux produits d'exportation tels que café, cacao, palmier à huile, coton, etc., ils font objet de partage après la récolte. Les modalités sont nombreuses. Mais en règle générale, si le métayer a assuré toutes les étapes de la culture depuis le défrichage du champ jusqu'à la récolte, il a droit aux deux tiers de la quantité contre un tiers pour le propriétaire. Mais s'il s'agit d'une ancienne plantation qui est confiée à l'immigré, les parts respectives sont définies à l'avance. Souvent ces clauses sont communes sur un certain territoire (village ou canton) mais font aussi l'objet de négociation entre l'*apeto* et l'*apavi*.

Cette pratique qui ne donnait parfois lieu qu'à l'usufruit, sans transfert de la propriété foncière au départ (Gayibor 2013 : 147 ; Tanang 2014 : 179), a connu une évolution. Désormais la terre peut aussi faire objet de partage entre le propriétaire et l'exploitant. Dans ce cas, en fonction de l'accord de départ, après un certain nombre d'années de travail, la parcelle est répartie en trois. Le propriétaire prend les deux tiers et l'immigré, le tiers. Dans tous les cas, les parts respectives sont

fixées à l'avance, selon le principe *dibi-madibi* (je mange-tu manges dans la langue éwé) qui assure au métayer la mainmise définitive sur une partie de la propriété terrienne de son patron (Tanang 2014 : 179).

Par ailleurs, l'*apeto* en guide de récompense peut donner une partie de son domaine foncier à son *apavi* ou lui céder à vie un espace de culture. C'est ce qu'on appelle en Ewedupe dont l'acquisition est décrite par un de nos enquêtés dans les propos qui suivent :

À force de travailler pour quelqu'un jusqu'à un moment, il peut dire « pour telles années de certain service loyal rendu, tu prends ce domaine-là ». Il appelle ses enfants, et leur dit : « tel est arrivé chez moi avant votre naissance. Il m'a servi ; vous êtes nés, il nous a servi. Il faudrait qu'on lui donne une parcelle à exploiter pour lui-même ». C'est ce qu'on appelle « dupe » (là où il doit manger, là où on mange ; du : manger ; pe : lieu, endroit). (Somenou, Kpélé, novembre 2016).

Chacun de son côté adopte des attitudes qui peuvent attirer et entretenir la confiance de son partenaire. Par exemple, en début de saison de pluies, certains patrons offrent à leurs métayers des matériels de travail (haches, coupes-coupes, machettes, houes, etc.). Lors des fêtes annuelles (rituelles ou coutumières) ou de fin d'année (Noël et nouvel an), ils peuvent leur offrir des produits alimentaires non locaux (riz, pâtes alimentaires, etc.) et des boissons importées. Les métayers éleveurs peuvent par reconnaissance offrir à leurs *apeto* des bêtes ou de la volaille. Mais cette cohabitation ne se fait pas sans conflit, comme le témoigne un de nos enquêtés dans la préfecture de Wawa.

« Vous savez, quand aux moins deux personnes col-laborent, il peut toujours naître des mésententes et des querelles entre elles. Il arrive que je ne m'entende pas avec ma femme, un de mes enfants, mon frère ou mon ami sincère. C'est la même chose avec mon patron. Nous dépendons l'un de l'autre. C'est grâce à sa terre que je vis avec ma famille, mais sans moi, lui non plus ne peut vivre comme il le faut, il ne cultive pas, et même s'il le faisait, il ne peut pas travailler sur tous ses champs. Il me considère beaucoup et je le respecte. Mais ce n'est pas toujours facile. Parfois, le diable nous rentre dedans, ... Mais nous le réglons entre nous et notre collaboration continue, personne d'entre nous ne garde rancune.

Ce n'est pas toujours la même entente entre d'autres métayers et leurs patrons. Il y a des patrons compliqués qui créent toujours des problèmes à ceux qui travaillent pour eux. Ils ne sont pas compréhensifs ; ils ne font aucune faveur à leurs métayers. C'est une tension permanente entre eux. Il y a aussi des métayers récalcitrants, insoumis ou très peu honnêtes. C'est leurs comportements qui sont à l'origine des problèmes entre eux et

leurs patrons. Il y a plusieurs situations... Ils se tiraillent chez les chefs, voire à la justice... (Fauneyou, Wawa, juin 2016).

Il s'agit donc ici des problèmes de cohabitation ordinaire de la vie quotidienne. Ces problèmes sont beaucoup plus liés à la culture personnelle des individus, leur nature, leur humeur, etc. Ce sont des difficultés qui ont existé et qui existent dans toutes les sociétés à toutes les époques. Ce n'est donc pas particulier aux rapports entre les migrants et leurs tuteurs autochtones. C'est d'ailleurs dans ces conditions que « *ces relations se consolidaient et la confiance grandissait au fil du temps. Ce qui offrait l'avantage aux allochtones de s'enrichir, d'assurer l'éducation de leurs enfants comme leurs patrons et de devenir propriétaires de terres par donation ou par achat* » (Tanang 2014 : 179). Certains auteurs ont pu conclure comme Nyassogbo (2005 : 519 ; Tanang 2014 : 179) que « *la cohabitation reste pacifique, les intérêts de chacun étant respectés* ». Ce sont des situations sociales spécifiques qui vont changer la nature des rapports entre certains patrons et leurs métayers.

3.2.2. Les litiges liés au régime foncier, à la production agricole et à l'instabilité des rapports

Dans la société éwé (et toutes les autres ethnies du sud-ouest du Togo) précoloniale, le régime foncier était basé sur l'usage collectif des terres. La règle générale est que la terre appartient à Dieu, et que « *l'habitant n'en a que la possession par la collectivité représentée par le village* ». (Antheaume 2007 : 159). C'est d'abord avec l'apparition des cultures d'exportation telles que café, cacao, coton, etc. que la nécessité d'une protection des droits acquis a immédiatement fait surgir la notion privative de droit de propriété. On est donc progressivement passé de l'usage collectif des terres à leur appropriation individuelle. Il faut la cession du chef de la collectivité à un membre pour lui permettre des plantations de longue durée, telles que caféières ou cacaoyères. C'est de cette manière que les plantations deviennent la propriété de celui qui les a faites et il les transmet à ses descendants (Péchoux 1939 cité par Antheaume 2007 : 159).

C'est dans ces conditions que les familles de planteurs du sud-ouest du Togo ont reçu les premiers ouvriers agricoles dont ceux venus du nord du pays. La collaboration entre le chef de famille et l'allochtone exploitant agricole se fondait sur des principes établis.

Au fil des années, la famille s'élargit et parfois se disperse en gardant la propriété collective. Les nouvelles générations ne reconnaissent pas les accords tacites contractés par leurs parents. C'est ainsi que les litiges liés au régime foncier et à la production agricole surgirent entre les allochtones agriculteurs et les propriétaires fonciers. En effet, la terre devenant rare avec le temps, les conflits entre l'acquéreur (ou sa postérité)

et la postérité du vendeur (ou les autres membres de sa famille) se multiplient.

Avec la monétarisation des transactions foncières qui gagne de plus en plus les milieux ruraux surtout dans les milieux où les cultures commerciales sont développées, on assiste à la spéculation foncière. La vente des terres sans concertation entre les membres de la collectivité devient récurrente. Ces difficultés sont accentuées surtout dans les années 1980 avec les Programmes d'ajustement structurel (PAS). En effet, avec les PAS, le gouvernement s'est désengagé des secteurs sociaux. Le recrutement dans la fonction publique devient problématique avec une évolution exponentielle du chômage. Dans ce contexte de crise généralisée, beaucoup de jeunes se sont tournés vers les activités agricoles (Agbovi 2003).

Par la même occasion, les prix des produits de rente tels que le café et le cacao avaient connu une baisse significative. Ceci obligea le monde paysan à tourner son regard beaucoup plus vers les produits vivriers. Ainsi, les propriétaires terriens devenant plus exigeants, réclament davantage de production vivrière à leurs métayers. Le manioc, le sorgho, le haricot, l'igname, l'arachide furent désormais partagés comme les autres cultures (Tanang 2014 : 179-180). Cette situation est plus vivace ces derniers temps, comme nous l'a témoigné un propriétaire terrien de la préfecture d'Amou.

Avant, les choses étaient plus faciles. La terre était abondante et nos parents n'avaient pas beaucoup de charges. Peu parmi nous allaient à l'école. Le prix du café et du cacao était intéressant. Les métayers étaient plus honnêtes. En ce moment, nos parents ne se préoccupaient pas des céréales et autres produits à usage alimentaire. Personne ne regardait le maïs, le manioc, etc. qui étaient produits par le métayer pour la consommation de sa famille. Mais de nos jours tout a changé. Non seulement les étendues des champs de café et de cacao diminuent, mais également les prix baissent d'année en année. Nos charges augmentent avec la scolarisation des enfants, la santé de tous les membres de ta famille, l'habillement, ... Tout est devenu une question d'argent. Dans ces conditions, quand tu laisses ton champ à un métayer qui prend plus soin des produits vivriers que de tes arbres, tu risques de ne rien gagner. C'est pourquoi nous devons aussi partager les produits de consommation, surtout le maïs (Togbé, Amou, juin 2016).

C'est donc pour satisfaire les besoins vitaux de plus en plus nombreux dans une situation de crise liée au manque de terre, à la baisse des prix de produits de rente, que le propriétaire terrien (ou ses descendants) exige le partage des produits vivriers qui font aussi objet de vente. Le patron terrien a dorénavant besoin de ces produits vivriers pour ses exigences alimentaires et finan-

cières. Au même moment, du côté des agriculteurs allochtones, la liste des progénitures s'allonge pour grossir les familles. Cela nécessite aussi plus de produits vivriers. Il est difficile pour lui de comprendre le revirement dans les rapports agricoles qui le liaient à son patron. Voici l'argumentation d'un enquêté.

Les jeunes autochtones ne veulent rien faire. Comme ils se disent propriétaires terriens, ils ne cultivent pas. Normalement, nous cultivons le maïs qui nous sert de nourriture pour l'entretien de leurs plantations de café et de cacao, parce que quand tu es dans le champ de quelqu'un il doit t'apporter à manger. Mais comme nous sommes installés ici avec nos familles comme eux aussi, ils ne peuvent pas nous apporter la nourriture. C'est la raison pour laquelle, c'est sur leurs terres que nous cultivons les céréales aussi, mais c'est pour nous. Mais maintenant, ils veulent qu'on partage ça aussi. Ce n'est pas normal !

A part ça, certains s'entendent pour partager la terre avec leurs maîtres. C'est comme ça ! Quand vous partagez, après quelques années, leurs portions deviennent encore de la brousse. Ils sont obligés de confier à une autre personne. Parfois ils contractent des dettes chez ceux qui exploitent leur terre et quand leurs enfants ne trouvent pas à manger, ils viennent attaquer ceux qui occupent les domaines. C'est en fait ça qui crée des problèmes (Kpazou, Akébou, juin 2016).

Les *apeto* et leurs *apavi* sont confrontés aux mêmes exigences de la vie. Ils doivent nourrir leur famille, assurer la santé, l'éducation des enfants, etc. Les deux font face au même moment aux mêmes réalités. L'augmentation du coût de la vie et l'insuffisance des ressources. Le seul recours alternatif se trouve être les produits vivriers. D'où la naissance de conflits autour des produits vivriers qui viennent s'ajouter à ceux liés au régime foncier.

Certains autochtones ont profité des troubles sociopolitiques des années 1990 pour expulser les allochtones exploitants agricoles, en prétextant qu'ils étaient acquis au régime du président de la république d'alors qui les utilisait pour dissimuler des armes dans la population et en faire usage contre les autochtones. Or, des problèmes intercommunautaires couvaient bien avant les années 1990. Des conflits fonciers et des querelles sociales et communautaires sur fond économique, politique et ethnocentrique minaient la société. La crise sociopolitique des années 1990 n'était qu'un détonateur (Tanang 2014 : 180). Ces Kabyè expulsés du sud du Togo et revenus dans leurs localités d'origines se retrouvent dans une situation ambivalente. Emigré au départ, ils deviennent immigrants au retour où ils n'ont plus de ressources exploitables. Ceci les conduit à rechercher le chemin du sud-Togo pour reconquérir leurs domaines d'exploitation.

3.3. Les stratégies de reconquête des domaines fonciers

Les troubles sociopolitiques du début des années 1990 avaient connu leur paroxysme dans la région des Plateaux avec le déclenchement des affrontements violents survenus à Bodzé et à Médzé, dans la préfecture de Kloto, notamment dans la communauté kpélé. Des conflits interethniques entre les allochtones (Kabyè, Lamba et Nawdéba) et les autochtones (Ewé) se sont manifestés par des destructions de bien et pillages, des déplacements forcés des allochtones et plusieurs morts. Selon l'historien Tanang (2014 : 181) c'est la mauvaise compréhension de la démocratie qui y avait créé un climat de règlement de compte politique. Les ressortissants kabyè (ethnie d'origine du Président de la république d'alors Eyadema Gnassingbé) ont été plus visés par les maladroites des révolutionnaires.

C'est la milice locale constituée des *asofo* qui était auteur des agressions contre les présumés (ou les vrais) partisans du régime en place et contre tout ce qui le symbolisait. Ce sont donc ces éléments qui ont été à l'origine des agitations parfois sanglantes au cours de cette période. Sans perdre de vue les pesanteurs économiques et sociales liées aux problèmes fonciers et à l'exploitation agricole, les *asofo* sont les artisans de l'expulsion des Kabyè de la région des Plateaux.

Ces victimes se sont constituées à partir de 1991 en association dénommée *Association pour les droits des expulsés et victimes d'agression (ADEVA)*, pour bénéficier du soutien de l'Etat, des institutions internationales et des ONG. Parmi ces déplacés qui sont désignés par le terme « expulsés », on distingue catégories de personnes. Ceux qui, dès le déclenchement des violences ont pris le chemin du retour dans leur village d'origine par peur d'éventuelles attaques, ceux qui ont reçu des alertes d'attaque et se sont sauvés et ceux qui ont été effectivement violentés et expulsés. Les causes du départ déterminent les modalités du retour.

Face aux difficultés d'ordre social et économique auxquelles ils sont confrontés, ces expulsés n'ont d'autres solutions que de revenir réoccuper leurs domaines. Ils ont à cet effet emprunté plusieurs itinéraires en termes de stratégies. On distingue globalement les stratégies pacifiques et les stratégies conflictuelles de réinstallation.

3.3.1. Les stratégies pacifiques de réinstallation

Ces stratégies ont été développées par des métayers qui avaient quitté leur domaine par peur, sous la panique créée par les violences commises lors des troubles sociopolitiques. Quelques mois, voire quelques années après la fin des agitations certains sont revenus dans leurs domaines. Voici le témoignage d'un de nos enquêtés :

Moi je suis revenu juste 6 mois après la fin des violences. J'ai des amis dans le village qui m'ont informé

que les choses se sont apaisées, que tout allait bien et que je pouvais revenir. Alors je suis revenu et j'ai regagné ma ferme sans difficultés. En réalité je n'avais aucun problème ni avec mon propriétaire ni avec qui que ce soit. Seulement, il fallait sauver sa tête parce qu'ils s'en prenaient à tous Kabyè sans distinction (Bilibili, Kpélé, novembre 2016).

Mon patron m'a envoyé une lettre. Il m'a demandé de revenir parce le calme était revenu. J'étais rassuré et donc je suis retourné. Moi je n'avais pas de problème avec eux ; mais vous savez qu'il y a toujours de gens qui profitent de ces genres de situation. Si tu restes, ces derniers vont de faire du mal... C'est pourquoi j'étais parti. Comme j'étais presque sûr que je pouvais rentrer dans ma ferme en sécurité, je suis revenu. Mon patron avait aussi besoin de moi (Halatoki, Kara, janvier 2017).

Le consensus est acquis entre le métayer et son propriétaire terrien qui sont en bons termes. Certains enquêtés ont témoigné avoir été contacté par leurs patrons afin de regagner leur site de travail. Voici un exemple :

« C'est mon propriétaire terrien même qui m'a demandé de revenir. Il a vu quelqu'un qui me connaissait et il lui a confié une lettre pour moi. Il dit qu'il ne m'avait pas renvoyé. C'est moi-même qui ai eu peur et je suis parti ; alors de revenir travailler sans problème. J'ai alors quitté laisser ma femme et mes enfants là-bas. Quand je suis arrivé, ma maison est tombée. J'ai réparé la maison et je suis allé ramener ma famille » (Essokpou, Wawa, juin 2016).

On comprend qu'on est en présence des cas d'une coexistence intercommunautaire pacifique. Le départ a créé, en effet, un vide social dans la communauté, car au-delà de cette cohabitation économique, d'autres formes de vie communautaire se sont développées, sans oublier les mariages interethniques et la solidarité lors des événements sociaux. Une des personnes ressources interviewées explique cette situation dans les propos qui suivent :

Certains patrons se retrouvent sans collaborateurs, parce que, nous savons que ces métayers sont là depuis des années. Certains allogènes ne sont plus considérés comme des métayers mais comme des fils de celui qui les a accueillis. Et certains fils de patrons qui sont des patrons aujourd'hui n'avaient d'enfant avant que le métayer n'arrive. Le métayer est considéré comme le premier fils ou comme un jeune frère. Donc c'est avec le métayer que les terrains sont exploités. Ces patrons sont obligés de chercher là où le métayer est parti pour qu'il revienne. Quand il revient, il se réinstalle immédiatement dans son domaine (Mawuto, Lomé, novembre 2016).

Ces migrants n'ont pas de problème ni avec le patron ni avec la communauté. Le retour dans ces conditions ne constitue que des retrouvailles entre les deux parties sur fond de reconnaissance de la symbiose sociale.

Mais il y a des cas où le métayer est parti sur fond de problèmes mais qui n'entrave pas trop la reprise de la collaboration, comme ce que nous relate un jeune de la préfecture d'Akébou.

« Au moment où on quittait... mon père était là. C'est notre propriétaire qui est venu lui-même en personne nous dire de partir et de lui laisser ses champs, sinon on viendra nous tuer ; alors qu'il n'y avait aucun problème entre mon vieux et lui. C'est parce qu'en ce moment les plants de caféiers et cacaoyers étaient grands et il devait partager avec papa. Je pensais qu'en nous renvoyant il va prendre tout à lui seul. Mais quand nous sommes partis, il n'arrivait pas à entretenir les champs et il ne trouvait personne d'autre pour les lui confier. C'est à peine trois ans après qu'il a cherché mon père. Malheureusement lui, il était malade. C'est moi qui suis revenu, j'ai discuté avec lui et j'ai repris le travail. Quand je suis arrivé, il m'a dit d'oublier tout ce qui s'était passé pour une nouvelle collaboration. Je suis retourné rendre compte à mon père au village et je suis revenu. Après, les autres sont venus me rejoindre. Depuis ce moment, il n'y a plus de problème entre nous » (Dadja, Akébou, juin 2016).

Il s'agit d'un règlement à huit clos entre les deux parties, considérées comme la première instance de règlement des conflits de type foncier (Batchana 2016 :350). Après une discussion ou *tom yodu*, l'apetoreconnaît sa responsabilité et à la réconciliation ou *tom gnosu* (Palassi 2016 : 389) est celée. Généralement cela se matérialise par une boisson et/ou une partagé ensemble. De même, parfois le contenu des anciens contrats n'est pas assez clair. Le métayer comme le propriétaire estime avoir raison. Le premier se dit être illégalement exproprié alors que le second pense être dans son droit. L'arbitrage se fait par les autorités coutumières locales qui connaissent les différentes règles qui régissent la gestion foncière.

Une autre situation est celle de ceux qui n'ont pas eu de différends avec les patrons, mais en conflit avec d'autres personnes dans la communauté. Pour ces derniers qui ont peur de revenir parce qu'il y a des individus qui les pourchassent, il faut trouver une stratégie pour garantir leur sécurité avant toute tentative de réinstallation. Il s'agit aussi d'un retour pacifique mais qui fait appel à une démarche préalable de facilitation.

Cette catégorie d'expulsés passe d'abord par leurs patrons pour que ceux qui les pourchassent soient interpellés devant l'autorité locale traditionnelle. Le patron expliquera à cet effet que « mon fils m'a dit que tu es venu le menacer ... tu lui as dit que s'il revenait tu vas le tuer », etc. C'est parce qu'il y avait des conflits de

personnes entre eux. Celui qui est interpellé expose les raisons de leur conflit. Et l'affaire sera tranchée, conciliée pour que la cohabitation reprenne. En ce moment on demande au métayer de revenir. Si par contre, le métayer reconnaît avoir posé des actes qui compromettent la collaboration paisible entre son propriétaire et lui, avant son départ, il cherche des moyens pour négociier son retour et la reprise ou la poursuite du contrat.

Le dernier cas que l'on peut classer dans le règlement pacifique est celui lié à la mésentente dans le partage des récoltes. Ce malentendu est dû au fait que le propriétaire (ou sa succession) pense être lésé dans les clauses antérieures. Le métayer en quittant le domaine a laissé ce genre de mésentente. Cela a entraîné une rupture de la communication entre les deux parties. Quand il revient, il faut régler ce conflit et préciser les clauses du partage avant que le métayer ne regagne le domaine pour produire de nouveau. Le règlement nécessite donc l'intervention des sages qui font la conciliation entre les deux parties. La conciliation se fait comme dans le cas précédent soit au niveau de la famille, soit au niveau des autorités locales.

Parfois à l'issue de cette réconciliation, il y a nécessité d'une purification de l'espace. En effet, quand certains reviennent il y a le sang qui était versé lors des violences. Il faut donc purifier le domaine. Quand le métayer revient, on lui demande de ne pas intégrer directement la ferme, s'il y avait perdu un membre de sa famille dans la ferme lors des affrontements. Il y a une souillure de la terre qu'il faut réparer. Le patron ou le « père » va chercher ceux qui sont habiletés dans la communauté à réparer l'espace. Parce que dans ce cas on parlera de la mort violente, *ku bada*, mort dont l'âme du défunt sera en train d'errer dans cet espace (Djonoukou 1986). Il faut alors l'apaiser, purifier le domaine avant toute occupation, dans une perspective de réconciliation.

Dans cette démarche coutumière, c'est une « résolution gagnant-gagnant », on explique à chacun ce qu'il a fait de bon ou de mauvais et on concilie les deux parties qui sont appelées à vivre ensemble (Palassi 2016). On ne pénalise pas en termes de punition, on fait lever la sentence. On fait comprendre à chaque camp ses responsabilités de manière à enterrer la hache de la division. Chaque partie est priée de participer à l'apaisement par une contribution de la boisson pour la prière aux mânes des ancêtres et la réconciliation. Cette cérémonie veut dire qu'on vous refuse la querelle, on vous refuse le conflit. Vous devez désormais vivre dans la paix et vous devez amener quelque chose que tout le monde doit partager. On demande aux protagonistes de se serrer la main en signe de réconciliation. La boisson amenée est buée (partagée) sur le champ. Mais n'est pas la même pratique quand le conflit est plus important.

3.3.2. Les stratégies conflictuelles de réinstallation

La réquisition du *dupe* a constitué une cause des discordes entre les migrants et les autochtones. C'est en récompense au travail fourni par le métayer que son propriétaire lui a cédé un domaine. Cependant, après la mort du père, ses descendants cherchent à le récupérer. Ils tentent de reprendre l'espace cédé au métayer.

Quand c'est le cas, du retour, l'expulsé va passer par des témoins, pour prouver qu'il avait reçu ce domaine de son premier propriétaire de son vivant comme rupe. C'est là où il doit travailler pour nourrir sa famille. Ces témoins plaident pour la cause du migrant dépossédé. Ils tentent d'abord un règlement à l'amiable. La procédure est celle précédemment décrite. A l'issue des conseils de famille sous la médiation de ces témoins, le migrant exproprié rentre dans ses droits en reprenant sa parcelle. Mais quand on ne trouve pas de solution, la démarche prend une allure résolument conflictuelle, comme dans le cas de l'achat de terre.

Certains allogènes en exploitant des domaines qui leur sont concédés en métayage, ont pu gagner de l'argent pour acheter des parcelles ailleurs. Pendant la violence, des autochtones veulent que ces acquéreurs « étrangers » quittent pour qu'ils récupèrent les terrains vendus. Ceux qui sont partis dans ces conditions, se retrouvent, à leur retour, sans domaine. On leur signale qu'ils n'ont plus rien. Bénéficiant du soutien de certains autochtones témoins, ils enclenchent des procédures pour récupérer leurs propriétés.

D'abord on interpelle les membres de la famille du propriétaire qui ont repris ces parcelles vendues. Ils sont convoqués chez le chef, chez leur chef. S'ils refusent, l'affaire est portée chez le chef de canton. S'il n'y a toujours pas de solution, d'autres continuent pour aller chez le chef supérieur. Pour le cas des Kpélé par exemple, le chef supérieur est à Kpélé-Goudévé. Si ceux qui ont « usurpé » le rupe ou le terrain vendu ne veulent toujours céder, l'autorité traditionnelle dit « vas les traduire à la justice », *se towogbo* (chez les hommes de la loi, celui qui exploite la loi pour régler les problèmes). Quand les tentatives de conciliation au niveau des autorités locales se révèlent sans succès, l'affaire est donc portée aux instances judiciaires modernes, comme le décrit une personne ressource enquêtée :

La personne en exploitant cette parcelle peut gagner de l'argent pour acheter d'autres parcelles ailleurs. On fait des contrats de vente. Pendant la violence les gens veulent qu'il quitte pour qu'ils récupèrent ce qu'ils ont vendu. A son retour on lui dit qu'il n'a plus rien. Et en ce moment il y a certains même dans la communauté qui décrivent cette injustice. Si on les interpelle à plusieurs reprises et ils ne veulent pas entendre raison, les gens encouragent le apavi à aller les traduire à la justice. Donc souvent le problème est réglé à la justice de Kpalimé... (Tontong, Lomé, novembre 2017).

La prétendue victime s'assure donc de la couverture de certains membres de la communauté surtout des autochtones, mais également de ses compères métayers qui reconnaissent ses droits. En effet, il y a une certaine perception de la justice moderne et des autres institutions de l'Etat dans ces communautés. Elles sont considérées comme acquises par les Kabyè et ne défendant que les intérêts des militants du parti au pouvoir. La suite du commentaire du précédent enquêté le confirme.

... la personne à qui on arrache la terre ne va pas souvent à la justice de propre chef ; parce qu'on va considérer que c'est parce qu'il a un frère qui est Kabyè, qui est juge qu'il est allé là-bas, « qu'il n'a qu'à venir vivre dans la maison on va voir ». Cela engendre d'autres conflits. Donc il va d'abord voir d'autres personnes, des intermédiaires, pour dire : « on m'a vendu la terre, et maintenant on me renvoie ... ». S'il a un contrat de vente, il le sort. Sinon, on fait recours aux témoins. On l'aide même à faire des enquêtes auprès des membres de la famille qui lui ont vendu la terre... C'est là que vous allez mesurer le degré de l'intégration sociale dans la communauté. Il y a des autochtones qui vont accompagner le apavi comme témoins à la justice. Il dit « non j'étais témoin quand on lui a vendu ça ». Et le juge tranche avec menace c'est-à-dire il leur dit qu'ils ont vendu l'espace et si on les revoyait là-bas on va les arrêter (Tontong, Lomé, novembre 2017).

Par ailleurs, le *apavi* a besoin de la protection parce ses adversaires peuvent l'agresser. C'est pourquoi les autochtones qui sont ses témoins et son père adoptif (souvent le premier propriétaire chez qui il s'est installé) lui servent de tremplin, de force pour qu'il puisse retourner et exploiter le domaine. Ayant toujours des limites en commun, les adversaires peuvent le provoquer en escaladant son domaine. Mais il ne réagit pas immédiatement, il va d'abord voir son père pour le prendre en témoin.

3.3.3. Les stratégies de pérennisation

Une fois le domaine réoccupé suite à l'une des modalités de réinstallation précitées, les rapports entre les migrants et les autochtones, ou plus généralement, entre tous les membres de la communauté changent. Il faut désormais prendre des dispositions pour éviter la situation vécue. C'est pourquoi on prend dorénavant le soin de protéger les acquis. La gestion foncière fait désormais objet d'une attention particulière de la part du migrant.

Dans ce sens on assiste de plus en plus à la délivrance des différents contrats attestés par écrit et signés des deux parties et certains vont les faire légaliser par l'autorité (la gendarmerie ou le préfet).. Le partage des récoltes entre le métayer et le propriétaire est aussi clairement défini.

La création de plusieurs groupements de production est aussi une façon de s'assurer la protection ou la caution des autres membres de la communauté. C'est une forme d'intégration sociale parce que plusieurs personnes de plusieurs ethnies peuvent être dans une même association. En cultivant, chacun connaît la limite de l'autre et la forme d'acquisition. En cas de problème, on peut se référer aux membres ou aux responsables du groupement qui peuvent défendre l'intérêt de leur membre. Cette organisation est une forme de pérennisation.

Il y a les chefferies de chaque communauté qui règlent les différends. Celui qui se sent victime convoque son adversaire chez son chef. Tu ne peux pas convoquer ton adversaire chez ton chef, on va considérer que tu fais des jeux d'affinité. C'est pourquoi c'est chez le chef de la personne incriminée qu'on le convoque. Mais le chef fait appel à des notables de l'autre côté pour venir l'aider. Donc les deux arrivent avec les membres de leur famille ou de leur association, et ensemble on règle le problème.

5. Conclusion

La migration des Kabyè dans la région des Plateaux a une histoire qui date du début de la colonisation du Togo par les Allemands. Arrivés au début d'une façon forcée, puis volontairement et temporairement, un grand nombre d'en eux décidèrent de s'y installer pour exercer leurs activités agricoles. La cohabitation avec les autochtones fut dans un premier temps pacifique puisque chacun rendait service à son prochain. Mais quelques facteurs ont rendu cette vie ensemble plus difficile au fil du temps. Il s'agit entre autres de l'augmentation de la population, la diminution des espaces cultivables, la monétarisation des terres, l'augmentation du coût de la vie, exacerbées par le conflit sociopolitique de 1990.

Malgré leur relative intégration aux communautés d'accueil, les migrants sont toujours considérés dans la mémoire collective comme des « étrangers » aussi bien par eux-mêmes que par les autochtones. C'est pourquoi, profitant de la crise politique du début des années 1990 certains ont mis à jour des crises sociales qui couvaient au sein des communautés. Expulsés ou ayant quitté par peur de représailles chez eux où ils ne trouvent plus de repère pour leur survie, ils reviennent dans leurs anciens domaines après la crise.

Les stratégies pour y parvenir sont de deux ordres. D'abord celles qualifiées de pacifique dont les acteurs sont soit l'*apavi* et l'*apeto* qui s'entendent à huis clos, soit la conciliation entre plusieurs impliqués dans le départ du métayer et la perte de son domaine. Ensuite les stratégies que nous dénommons conflictuelles qui nécessitent le recours à des procédures et à instances plus contraignantes notamment la justice. Une fois le domaine à nouveau acquis les stratégies de pérennisation

sont entre autres l'usage des contrats de vente ou de baille, la définition plus formelle des conditions de partages des récoltes, etc. Ceci redéfinit de nouveaux rapports de vie et de cohabitation entre les différents membres de la communauté.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Laboratoire d'études et recherches sur les dynamiques sociales et le développement local (LASDEL), qui nous a accordé une bourse de résidence à son antenne de Parakou (Bénin) pour trois mois (juillet à septembre 2016) de recherche documentaire dans le cadre de son Programme « Migration, Développement et intégration régionale » (MIGDEVRI).

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Agbovi Komlan Kwassi., 2003, Les incidences sociales des programmes d'ajustement structurel et de la dévaluation sur les populations urbaines au Togo, Thèse de doctorat unique de Sociologie, Université de Lomé.
- Antheaume Benoît, « Le café au Togo. Chronique d'une émergence de la modernité rurale (1920-1960) », *Etudes rurales* n° 180, p. 155-170, www.cairn.info/revue-etudes-rurales-2007-2-page-155.htm, consulté le 20 octobre 2016.
- Barou Jacques, 2001, « La famille à distance. Nouvelles stratégies familiales chez les immigrés d'Afrique sahélienne », *H et M* n° 1232, pp. 17-25.
- Batchana Essohanam, 2016, « Gestion foncière et crise intercommunautaire dans la préfecture de Soutouboua (1958-1992) : quels modes locaux de résolution de conflits ? in Assima-Kpatcha, Anaté K. et Tsigbé N (dir), *Ethnicité, crises sociopolitiques et processus de réconciliation nationale au Togo*, Lomé, Letria, pp. 339-361.
- Berriane Mohamed et de Haas Hein, 2012 (dir), Les recherches sur les migrations africaines. Méthodes et méthodologies innovantes, Paris, L'Harmattan.
- Delcroix Catherine et Missaoui Lamia, 2005, « Familles, destins personnels et appartenances collectives en migration », *Revue européenne des migrations internationales*, vol. 21-n°3, <http://remi-revues.org/2511>, consulté le 09 février 2016.
- DGSCN, 2011, Quatrième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH4) de 2010, Lomé-Togo.
- Djonoukou Kossi Tata, 1986, Le culte de Togbe zikpe trône des ancêtres : dimensions onto dynamique de l'existence chez la communauté kpélé au sud ouest du Togo, Thèse de 3^{ème} cycle d'Anthropologie, Université de Paris IV Sorbonne.
- Eremenko Tatiana, 2013, « Les migrations, une affaire de famille ? », *Espaces Temps.net*, Livres, <http://www.espacestems.net/articles/les-migrations-une-affaire-de-famille>, consulté le 2 mars 2016.
- Essiomle Kossivi Uwolowudu, 1993. Migration vers Lomé : le cas des Akposso d'Amou. Mobiles, problèmes d'insertion et relations avec le milieu d'origine, Mémoire de Maîtrise de Géographie de Population, Université du Bénin, Lomé.
- Gayibor N. Théodore. (dir), 2013, *Le Togo. Des premiers âges aux années 1960*, Lomé : Presses de l'Université de Lomé.
- Gnongbo Tak Youssif, 2003, « Mise en valeur agricole et évolution du milieu naturel dans la zone forestière du Litimé (Togo) », *Les Cahiers d'Outre-mer*, n°224, Bordeaux, pp : 443-460.
- Kakou Courier Noël, 2007, Conquête coloniale et intégration des peuples : cas des Kabiyè au Togo, Paris, L'Harmattan.
- Kola Edinam, 2008- Crise agraire et mutations rurales dans la zone d'économie caféière et cacaoyère du Togo. Thèse de Doctorat en Géographie Humaine, Université de Lomé, Lomé.
- Locoh Thérèse, 1989, « Le rôle des familles dans l'accueil des migrants vers les villes africaines », in Antoine et Coulibaly (éd.), pp : 21-32.
- Locoh Thérèse, 1991, « Structure familiale d'accueil des migrants et développement des structures familiales multipolaires en Afrique » in Quesnel et Vimard (éd.), pp : 279-290.

- Lucien-Brun Bernard et Pillet-Schwarz Anne-Marie, 1987, Les migrations rurales des Kabyè et des Losso (Togo), Paris, Éditions de l'ORSTOM.
- Nyassogbo Gabriel Kwami, 2005 : « La population togolaise : mutations quantitatives et spatiales » in Gayibor : *Histoire des Togolais, Vol. II : de 1884 à 1960, Tome I*, Lomé, Presses de l'UL, pp. 489-524.
- Olivier de Sardan Jean-Pierre, 1995, Anthropologie et développement, essai en socio-anthropologie du changement social, Paris, APAD/Karthala.
- Olivier de Sardan Jean-Pierre, 2008, La rigueur du qualitatif : les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique, Louvain-la-Neuve, Academia-Bruylant.
- Palassi Konga, 2016, « *Tɔm ñɔɔzɔvɔ*, ou le mécanisme coutumier de réconciliation chez les Kabyè au Togo » in Assima-Kpatcha, Anaté K. et Tsigbé N (dir), *Ethnicité, crises sociopolitiques et processus de réconciliation nationale au Togo, Lomé, Ceroce*.
- Palmeira Moacir et De Heredia M. A. Beatriz, 2009 « Migrations et stratégies familiales dans les régions d'agrobusiness », *Hommes et migrations* n°1281, <http://hommesmigrations.revues.org/397> ; consulté le 29 mai 2016.
- Sarr Maurice et Diop Papa (dir), 2009, « Migrations : Document de synthèse » ; <http://www.malem-auder.org/spip.php?article110>; consulté le 9 juillet 2016.
- Tanang Esohoua., 2014, « Les conflits intercommunautaires dans la préfecture de Kloto : les antagonismes kabyè-lamba-nawdéba et éwé de 1990 à 1992 », in *Elections et violences politiques en Afrique noire, enjeux et défis : Cas du Togo après 1990*, Lomé, Presse de l'IRES-RDEC, pp. 175-190.
- Verdier Raymond, 1982, Le Pays Kabyè. Cité des Dieux, cité des hommes, Paris, Karthala.
- Vimard Patrice, 2010, Migration et dynamique familiale : éthique du lien social ou logique de fragmentation ?, pp. 203-213.
- Yabouri Namiyate, 2004, *Migration rurale des Moba-Gourma dans la région de Notsè*, Mémoire de Maîtrise de Géographie rurale, Université de Lomé.



Cartographie et analyse spatiale de la dégradation des terres dans le sud-est du Togo : une approche basée sur la télédétection

Koffi Djagnikpo KPEDENOU¹, Zakariyao KOUMOI²

¹ Université de Lomé (Togo), Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Etudes Environnementales (LaRBE), Département de Géographie (FSHS) BP : 1515 Lomé Togo

² Université de Kara (Togo), Pôle de Recherche et d'Expertise sur la Dynamique des Espaces et des Sociétés (PREDES), Département de Géographie (FLASH), BP : 404 Kara Togo

Reçu le 15 Mai 2018 - Accepté le 4 Mars 2019

Mapping and spatial analysis of land degradation in south-east Togo: an approach based on remote sensing

Abstract: The present work involves the use of remote sensing techniques to characterize and evaluate land degradation in South-East Togo. The problem of land degradation in this part of Togo is due to human pressures related to the different economic activities. The approach adopted is geomatics based on the calculation of vegetation and soil indices, and spatial analysis. For this purpose, indices such as NDVI, DVI, MSAVI2, TCT-B, NDBI and BSI were calculated and combined. For this purpose, from two mosaic Landsat scenes, indices such as NDVI, DVI, MSAVI2, TCT-B, NDBI and BSI were calculated and then combined. A better combination was chosen and allowed the classification of the images according to the level of land degradation. The validation of the obtained map was made on the basis of the field verification and previous studies on land degradation in the study area. The results showed that the highly degraded lands represent 54.9% of the total land compared to 41% for the moderately degraded lands. The low level of degradation affects only 4.1% of the land in the study area. The breakdown by administrative unit showed that the most degraded lands are mainly located in Vo district. The qualitative evaluation of the results showed the advantage of these spectral indicators to discriminate the different levels of land degradation in the study area.

Keywords: Land degradation, remote sensing, spectral indices, South-East Togo.

Résumé : Le présent travail consiste en l'utilisation des techniques de télédétection afin de caractériser et d'évaluer la dégradation des terres dans le Sud-Est Togo. Le problème de dégradation des terres dans cette partie du Togo est dû à de fortes pressions d'origine humaine relevant des différentes activités économiques. L'approche adoptée relève de la géomatique basée sur le calcul des indices (végétation et sol) et l'analyse spatiale. A cet effet, à partir de deux scènes Landsat mosaïquées, des indices tels que le NDVI, le DVI, le MSAVI2, le TCT-B, le NDBI et le BSI ont été calculés, puis combinés. Une meilleure combinaison fut retenue et a permis la classification des images suivant l'intensité de dégradation des terres. La validation de la carte obtenue a été faite sur la base de la vérification terrain et des études antérieures sur la thématique dans le secteur. Les résultats obtenus ont révélé que les terres fortement dégradées représentent 54,9 % de l'ensemble des terres contre 41 % pour les terres modérément dégradées. La faible dégradation quant à elle, ne concerne que 4,1 % des terres dans le secteur d'étude. La répartition par unité administrative a montré que les terres les plus dégradées sont localisées essentiellement dans la préfecture de Vo. L'évaluation qualitative des résultats a montré l'atout de ces indicateurs spectraux à discriminer les différents niveaux de dégradation des terres dans le secteur d'étude. L'étude permet ainsi d'apprécier l'étendue du phénomène dans le souci de conservation des terres dans un espace fortement anthropisé.

Mots clés: Dégradation des terres, télédétection, indices spectraux, Sud-Est Togo.

1. Introduction

La dégradation des terres constitue un défi environnemental majeur pour l'humanité (Romm, 2011). Défini comme la perte de productivité biologique des terres (Reynolds & Stafford Smith, 2002), ce phénomène constitue l'un des plus graves problèmes environnementaux contemporains (Soulama et al., 2015). Il affecte près de la moitié (41 %) des terres émergées, une centaine de pays sur tous les continents et un tiers de la population mondiale parmi les plus pauvres et les plus vulnérables (MEA, 2005). Cette situation a pris de l'ampleur depuis une soixantaine d'années du fait de la croissance démographique, des pratiques d'exploitation des ressources naturelles inadéquates et des irrégularités climatiques croissantes (MEA, 2005). Cependant, tout semble indiquer qu'en dépit des nombreux engagements pris par les Etats pour endiguer le phénomène, la dégradation des terres, au lieu de reculer, s'aggrave. Elle est à la base de situations critiques relatives à la sécurité alimentaire, à la disponibilité des ressources en eau potable, à la conservation des ressources naturelles, à la perte de la biodiversité et au changement global du climat (Huete et al., 2002).

En Afrique, ce phénomène constitue un facteur majeur de détérioration des économies et des stratégies de subsistance (Eswaran et al., 2001). Ainsi, parmi les objectifs de lutte contre la pauvreté que visent les Objectifs de développement durable (ODD), lutter contre la dégradation des terres contribuerait non seulement à réduire l'extrême pauvreté et la faim, mais également à assurer un environnement durable. La dégradation des terres conduit les populations rurales, notamment les petites agricultures familiales des pays en développement, dans des spirales de pauvreté. Car, plus leurs besoins augmentent, plus ces populations rurales surexploitent les ressources naturelles dont elles dépendent pour leurs revenus et leur alimentation, et plus celles-ci se dégradent, la sécurité alimentaire est alors menacée.

Au Togo, la dégradation des terres n'est pas un fait nouveau. Elle a été identifiée par les chercheurs depuis l'époque coloniale. La principale cause identifiée est une surexploitation des terres marquée par une quasi disparition des jachères, ne laissant aucune chance aux sols de se régénérer naturellement.

Le Sud-Est du Togo en est l'exemple parfait de cette situation. Déjà en 1956, Dabin soulevait le problème au niveau de la terre de barre dans ce secteur du pays, en rapport avec la chute considérable des rendements de

manioc qui sont passés de 40 à 5 tonnes à l'hectare. Plusieurs études ont attribué cet épuisement des terres aux pressions d'une population trop nombreuse qui devrait tirer ses moyens d'existence des ressources en terres limitées (Vieillefon & Millette, 1965 ; Raunet, 1971 ; Djegui, 1982 ; Dome, 1985 ; Marquette, 1985 ; Poss, 1987). L'accroissement démographique entraînant l'augmentation du nombre des exploitants, le temps de jachère diminue et devient trop court pour reconstituer le niveau de fertilité de la terre. Ce qui devient préjudiciable pour le devenir des terres et de surcroît pour la survie des populations à majorité rurale. Au vu de ceci, la gestion rationnelle des terres devient une nécessité et exige de ce fait une meilleure connaissance, et si possible des mesures précises des ressources naturelles utilisées, utilisables, dégradées ou en voie de dégradation. D'après Gao (2008), il est donc important de déterminer la nature, l'ampleur spatiale et la répartition de la dégradation des terres afin d'envisager les mesures de préservation et de restauration.

Nombreuses sont les techniques développées par les scientifiques pour étudier le phénomène. La télédétection, qui en est une, s'avère un excellent outil (Gao & Liu, 2008) qui rend possible la détection et l'évaluation des terres soumises à la dégradation grâce aux différentes méthodes d'analyse statistique et d'interprétation (Benedine et al., 2011). Grâce aux images obtenues à l'aide des capteurs, des phénomènes spatialement répartis, tels que la dégradation des terres, peuvent être cartographiés et quantifiés (Prince et al., 2002). La télédétection facilite le suivi de la végétation, des sols et des eaux qui forment les trois principales composantes biophysiques de la terre (Reynolds & Stafford Smith, 2002 ; Lillesand et al., 2004). Plusieurs études sur la dégradation des terres (dégradation des sols et changements du couvert végétal) ont été menées à travers le monde en utilisant la télédétection. Les unes se sont basées sur le calcul des indices de végétation (Wessels et al., 2004) et de sol (Mambo & Archer, 2007 ; Karnieli et al., 2008). Wessels et al. (2004) et Gibson (2007) ont utilisé les tendances résiduelles de la productivité biologique dérivées de l'imagerie satellitaire pour détecter la dégradation des terres. En capitalisant les avantages et les possibilités qu'offre la télédétection dans la détection de la dégradation des terres, le choix est porté, dans cet article, sur des indices spectraux de végétation et de sol déterminés à partir des images satellites pour localiser et cartographier les terres dégradées. L'objectif principal de la présente étude est d'évaluer la dégradation des terres dans le Sud-Est du Togo. Il s'agit de façon spécifique de procéder à la détection, à la cartographie et à l'analyse spatiale des terres dégradées dans le secteur d'étude.

* Auteur Correspondant : florentk2@hotmail.fr
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Le Sud-est du Togo est situé géographiquement entre 6°12' et 6°55' de latitude nord, et 1°15' et 1°46' de longitudes est (Figure 1.a).

Le secteur d'étude couvre 2340 km² et est composé de trois préfectures (Bas-Mono : 326,8 km², Vo : 754,3 km² et Yoto : 1258,5 km²). La topographie se caractérise par deux séries de systèmes de bas-plateaux de faibles altitudes (-200 m) juxtaposés, prises en écharpe par la dépression de la Lama qui marque la distinction entre ces dernières (Figure 1.b). Le climat est de type subéquatorial ou guinéen à deux saisons de pluies marquées par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations qui se concentrent sur deux périodes de l'année : la grande saison des pluies couvre les mois de mars à juin avec un maximum en juin tandis que la petite saison de pluies va de septembre à octobre avec le maximum en octobre.

La structure morphologique du secteur apporte une différenciation dans les caractéristiques des sols. Les travaux de Lamouroux (1969) permettent de dénombrer plusieurs types de sols d'après la CPCS (1967). Sur le cordon littoral, les sols sont peu évolués, peu humifères et à texture sableuse, et parfois halomorphes. Les plaines de débordement portent essentiellement des sols hydromorphes à structures massives avec présence de gley, notamment dans les vallées autour du lac Togo et dans la dépression de la Lama. Sur les plateaux, ce sont les sols ferrallitiques et ferrugineux qui prédominent.

La population est estimée à plus de 500 000 habitants. Sa répartition tout comme sa densité varient considérablement d'une préfecture à une autre et les disparités sont fortes d'un point à un autre. Ces irrégularités de répartition spatiale de la population font distinguer des densités de populations très variables par rapport à la densité moyenne qui est de 198,6 hab./km² contre une moyenne nationale qui se situe autour des 100 hab./km² (INSEED, 2010). D'après les résultats du quatrième recensement général de population et de l'habitat de 2010, le Sud-Est du Togo connaît des densités de plus de 250 hab./km² (Bas-Mono : 271,9 hab./km² et Vo : 278,5 hab./km²) sauf la préfecture de Yoto (131,6 hab./km²). Cette population reste fortement rurale et les activités économiques exercées dans le secteur sont en partie liées à l'exploitation du potentiel naturel. Il s'agit de l'agriculture qui reste l'activité dominante, la pêche, l'industrie, l'artisanat et le commerce.

2.2. Données utilisées

Elles sont composées des images satellitaires et des données GPS. Deux scènes d'images Landsat (192-55 et 192-56) de l'année 2018 issues du satellite spatiale Landsat ont été utilisées. Le tableau 1 présente les caractéristiques des images issues du capteur de la série Landsat utilisées.

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des images Landsat utilisées

	Landsat
Satellite	LANDSAT 8
Date	05 janvier 2018
Altitude	705 m
Capteurs	Operational Land Imager (OLI)
Path/Row	192 /55
	192 /56
	1- Aérosols côtiers (0.43-0.45 μm)
	2- Bleu (0.45-0.51 μm)
	3- Vert (0.53-0.59 μm)
	4- Rouge (0.64-0.67 μm)
	5- Proche Infrarouge (0.85-0.88 μm)
	6- Moyen Infrarouge 1 (1.57-1.65 μm)
	7- Moyen Infrarouge 2 (2.11-2.29 μm)
	8- Panchromatique (0.50-0.68 μm)
	9- Cirrus (1.36-1.38 μm)
	10- Infrarouge Thermique 1 (10.60-11.19 μm)
	11- Infrarouge Thermique 2 (11.50-12.51 μm)
Résolution spatiale (dimension des pixels)	30 m
	Bande 8 : 15 m
	Bande 10 et 11 : 100 m
Dimension d'une scène	185 x 185 km
Fréquence de passage	16 jours

Source : www.landsat.gsfc.nasa.gov

Un jeu de relevés GPS de 225 points fut collecté pour le contrôle terrain et la validation des résultats.

2.3. Méthode de détection et cartographie de la dégradation des terres

La méthode suivie est illustrée par la figure 2. Elle a regroupé plusieurs étapes. La première porte sur les corrections radiométriques propres au capteur et des effets de l'atmosphère, la deuxième sur le choix et le calcul des indices spectraux. Ensuite vient la troisième étape qui consiste en la combinaison de ces indices en vue de détecter et cartographier l'état de dégradation des terres. Pour finir, la dernière étape a servi à la validation des résultats par des vérifications terrains.

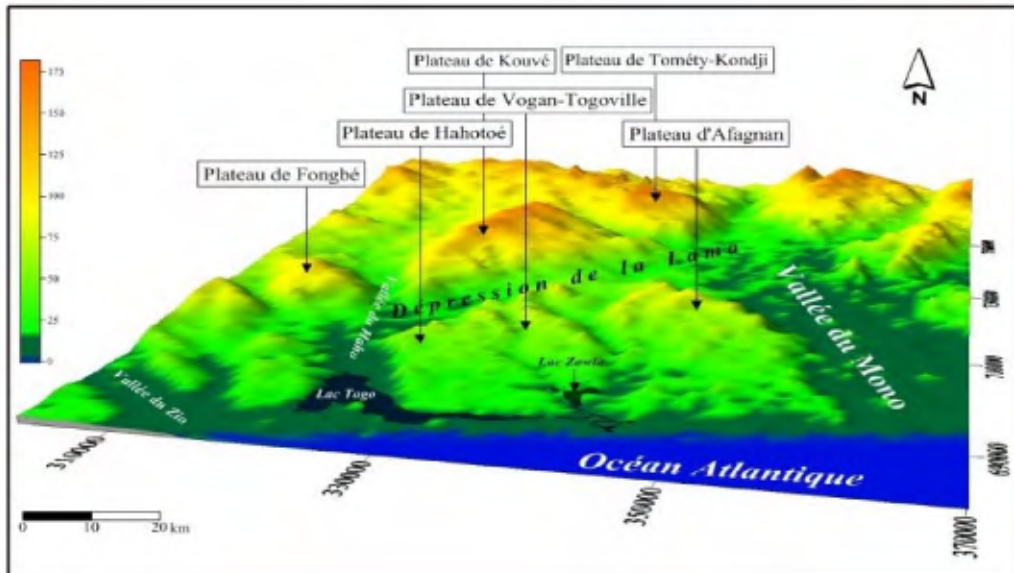
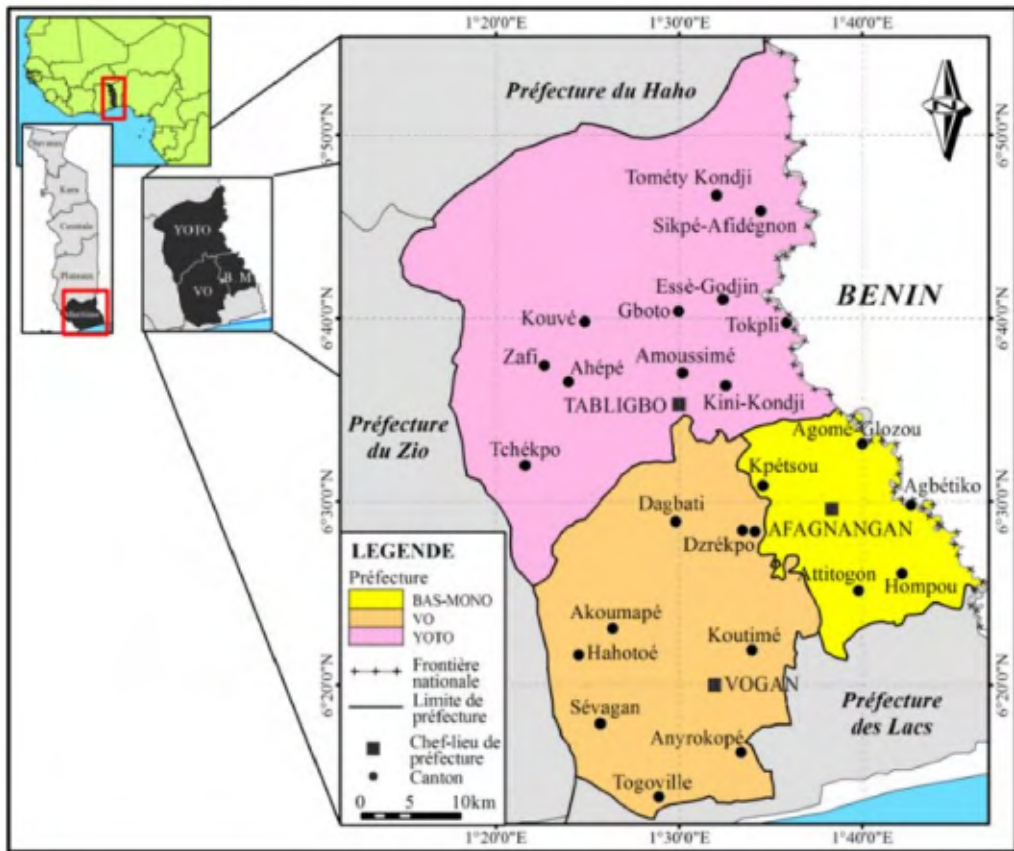


Figure 1 : Caractéristiques du secteur d'étude : a) Carte de localisation ; b) Relief en trois dimensions

Figure 1: Characteristics of the study area: a) Location map; b) Relief in three dimensions

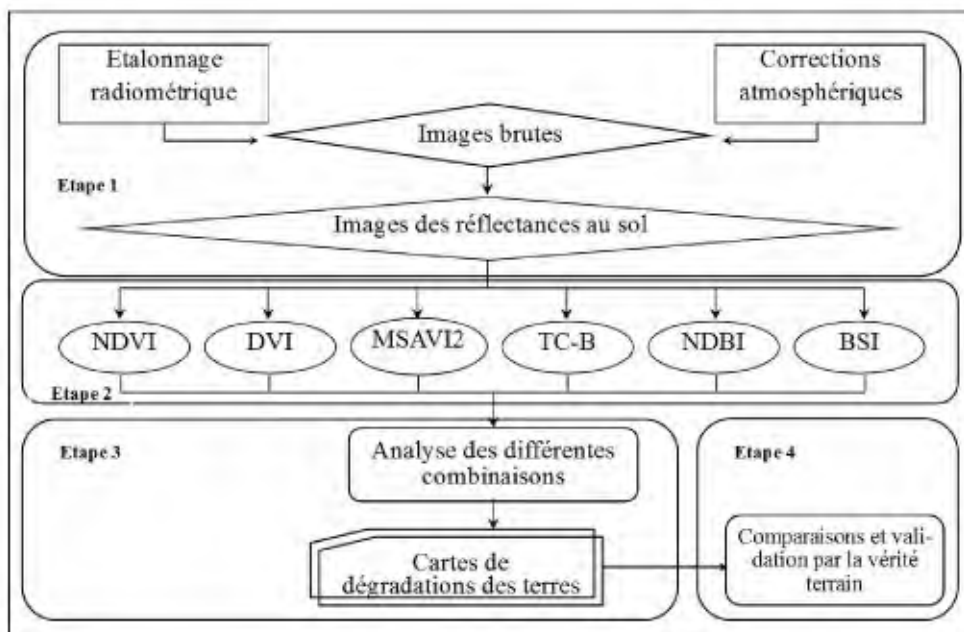


Figure 2 : Organigramme de la méthode de cartographie des terres dégradées

Figure 2: Flow Chart of the Degraded Land Mapping Method

2.3.1. Corrections atmosphériques

Le principe consiste à convertir les comptes numériques des images (valeurs 0 à 255) en luminance ($Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$) au niveau du capteur satellitaire et ensuite d'extraire de cette nouvelle variable les effets perturbateurs atmosphériques afin d'aboutir finalement à une mesure physique de la réflectance au niveau de la surface visée. Sous le logiciel Envi, deux méthodes de correction atmosphérique existent : les modules QUAC (Quick Atmospheric Correction) et FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) (Mitchell et al., 2012). Ce sont des méthodes de correction basées sur une modélisation atmosphérique et qui visent à corriger les effets atmosphériques en se basant sur des modèles de transfert radiatif (Kruse, 2004) qui permettent de simuler les processus de transfert de rayonnement dans l'atmosphère.

La méthode FLAASH employée dans le cadre de la présente étude s'est faite à l'aide du logiciel Envi 5.1 à travers les étapes telles que :

- l'étalonnage radiométrique consistant à convertir les comptes numériques (Digital Numbers) en fonction de coefficients d'étalonnage (gain et biais) radiométriques en appliquant l'équation suivante (Liu et al., 2014) :

$$Ls = Gain \times Digital\ Nombres + Biais$$

- la configuration FLAASH
- la correction FLAASH et
- la mise à l'échelle

Après les corrections radiométriques, les images satellitaires ont subi un certain nombre de traitements avant la poursuite de la procédure. Il s'agit du mosaïquage des scènes, nécessaire étant donné que le secteur d'étude est couvert par deux scènes (192-55 et 192-56) Landsat, et de l'extraction du secteur d'étude, à partir de l'image mosaïquée, suivant les limites administratives du secteur d'étude.

2.3.2. Choix et calcul des indices spectraux

Les indices spectraux font partie des méthodes de traitement d'images satellites appelées transformations multispectrales. Ils consistent à convertir les luminances mesurées au niveau du capteur satellitaire en grandeurs ayant une signification dans le domaine de l'environnement. Ils sont basés sur le caractère multispectral des données satellitaires et permettent de décrire l'état d'un phénomène et reposent sur une approche empirique basée sur des données expérimentales. Il en existe une multitude, mais le présent travail se limitera à quelques-uns. Le tableau 2 ci-dessous fait le récapitulatif des indices retenus.

Tableau 2 : Formule et description des indices spectraux retenus

Table 2: Formula and description of selected spectral indices

Indices	Formules et atouts	Auteurs
NDVI Indice de végétation de différence normalisée	$(\rho_{PIR} - \rho_R) / (\rho_{PIR} + \rho_R)$ - Sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation - Efficacité à discriminer l'état de santé des végétaux	Rouse et al. (1973)
DVI Indice de différence de végétation	$(\rho_{PIR} - \rho_R)$ - Renseigne sur une couverture suffisante ou non du sol par la végétation.	Richardson & Wiegand (1977)
MSAVI2 Indice de végétation ajusté en fonction du sol	$2 \rho_{PIR} + 1 - ((2 \rho_{PIR} + 1)^2 - 8(\rho_{PIR} - \rho_R))^{0.5} / 2$ - Permet de caractériser la végétation en tenant compte de l'humidité du sol.	Qi et al. (1994a)
TCT-B Indice de brillance de la Transformation Tasseled Cap	$(0.3029 * \rho_B) + (0.2786 * \rho_V) + (0.4733 * \rho_R) + (0.5599 * \rho_{PIR})$ $+ (0.508 * \rho_{MIR1}) + (0.1872 * \rho_{MIR2})$ - Détection des modifications associées à la végétation, au sol et autres fonctions résultant d'une intervention humaine.	Kauth & Thomas (1976)
NDBI Indice d'urbanisation par différence normalisée	$(\rho_{MIR1} - \rho_{PIR}) / (\rho_{MIR1} + \rho_{PIR})$ - Conçu pour faire ressortir les terrains battis et les sols nus.	Zha et al. (2003)
BSI Indice de sol nu	$(\rho_R + \rho_{MIR1}) - (\rho_{PIR} + \rho_B)$ $(\rho_R + \rho_{MIR1}) + (\rho_{PIR} + \rho_B)$ - Identifie la différence entre la végétation et sol nu.	

Avec ρ_B la bande spectrale du Bleu, ρ_V la bande spectrale du Vert ; ρ_R la bande spectrale du Rouge

ρ_{PIR} la bande spectrale du Proche Infrarouge ; ρ_{MIR1} et ρ_{MIR2} les bandes spectrales du Moyen Infrarouge

2.3.3. Combinaison des indices spectraux

L'extraction des intensités de dégradation des terres s'est faite par classification des images obtenues par combinaison des indices spectraux. Une analyse faite sur près de 30 combinaisons de composées colorées dans le système Rouge-Vert-Bleu a permis d'en retenir une. Il s'agit de la combinaison NDVI (Rouge), TCT-B (Vert) et BSI (Bleu). L'image ainsi obtenue a permis d'apprécier les différentes intensités de dégradation des terres. Un indice synthétique, calculé sur la base de la moyenne de la somme des trois indices spectraux retenus, a été déterminé. Ses valeurs, réparties en cinq (5) classes suivant l'intensité de dégradation des terres, ont permis la classification de l'image (Tableau 3).

Tableau 3 : Intensité de dégradation et valeurs des indices correspondantes

Table 3: Degradation Intensity and value of corresponding indices

Intensité de dégradation	NDVI	TCT-B	BSI
Très faible	> 0,50	< 0,36	< -0,03
Faible	0,37 à 0,50	0,36 à 0,40	-0,03 à -0,01
Modérée	0,25 à 0,37	0,40 à 0,44	-0,01 à 0,08
Forte	0,13 à 0,25	0,44 à 0,52	0,08 à 0,13
Très forte	< 0,13	> 0,52	> 0,13

2.3.4. Validation et représentation cartographique

La validation des résultats a consisté à confronter les résultats obtenus aux réalités du terrain. Pour ce faire, des zones tests ont été identifiées sur la carte de dégradation obtenue, et visitées à des fins de vérification et de validation. La représentation cartographique a regroupé toutes les opérations effectuées pour l'édition des cartes thématiques finales. Ces opérations sont entre autres l'importation des résultats dans ArcGIS, le choix des couleurs exprimant l'intensité de la dégradation, l'ajout des informations secondaires (limites administratives, hydrographie...).

2.4. Méthode d'analyse du résultat

L'analyse des données issues de la détection et de la cartographie a été spatiale. L'importation des données dans ArcGIS 10.2 a permis le calcul de la superficie de chaque niveau de dégradation des terres. Les analyses ont été conduites à deux niveaux d'échelles : globale (secteur d'étude) et locale (préfecturale).

3. Résultats et discussion

3.1. Cartographie de la dégradation des terres

Le calcul des indices spectraux a permis d'obtenir la carte de dégradation des terres du secteur d'étude en 2018 (figure 3). Laquelle a servi pour l'analyse spatiale du phénomène.

3.2. Analyse spatiale de la dégradation des terres

A l'échelle globale, l'observation de la carte de dégradation des terres (figure 3) révèle des variations au niveau de l'intensité de dégradation. On remarque que la forte dégradation des terres se localise autour des villages de Togoville, Anyrokopé, Sévagan et autre Koutimé dans la préfecture du Vo. Le niveau très fort de dégradation des terres, s'observe également au niveau des localités comme Afagnangan et Attitogon dans la

préfecture du Bas-Mono, de même que les localités de Tabligbo, Amoussimé, et Tométy-Kondji dans le Yoto. Par contre, les terres les moins dégradées se localisent à proximité de l'aire protégée (Parc de Togodo), au nord de Dagbati et également près de Hompou.

L'évaluation statistique déduite de la carte de dégradation des terres a permis de construire le graphique que présente la figure 4. Ce graphique montre en pourcentages, la répartition des terres selon l'intensité de dégradation.

La figure 4 révèle que la dégradation des terres est générale sur l'ensemble du secteur d'étude. Plus de la moitié (54,9 %) des terres sont fortement dégradées (fortement et très fortement) contre seulement 4,1 % de terres faiblement dégradées (faible et très faible). Quant aux terres modérément dégradées, elles représentent 41 % du secteur d'étude.

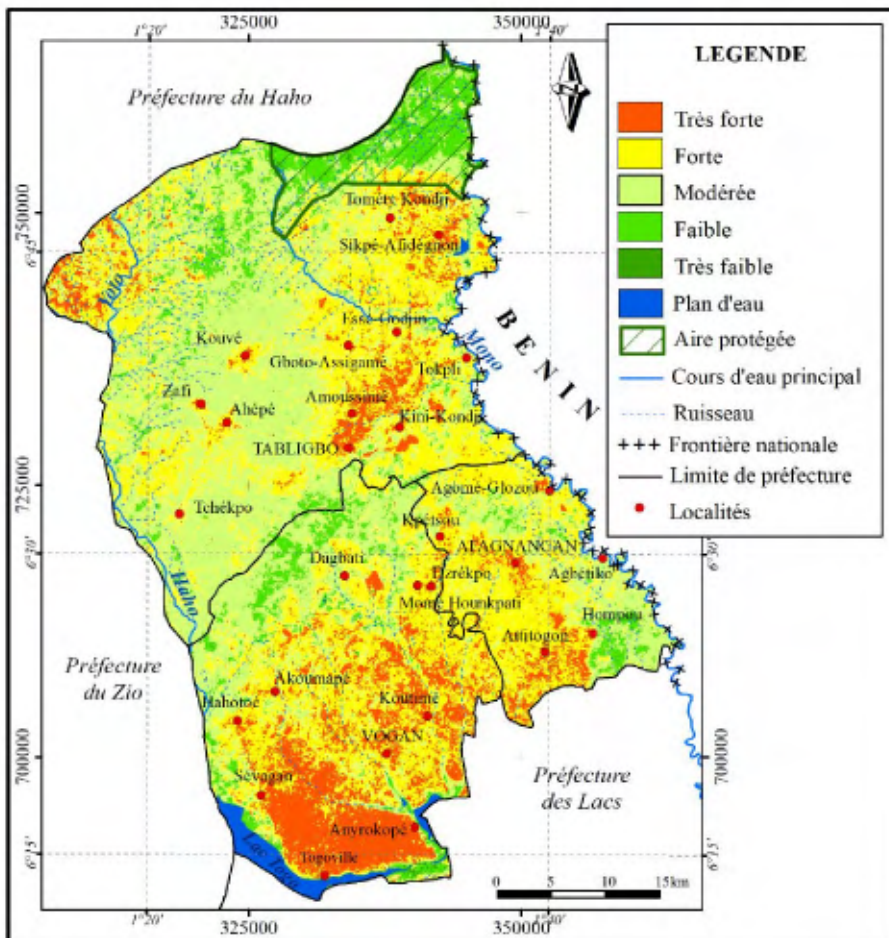


Figure 3 : Carte de dégradation des terres

Figure 3 : Land Degradation Map

A l'échelle préfectorale, les figures 5.a et 5.b présentent les graphiques résumant la répartition par préfecture des terres dégradées. L'analyse des graphiques révèle que la préfecture de Vo est la plus touchée par la dégradation des terres et rassemble à elle seule 65,8 % des terres très fortement dégradées. Ce qui équivaut respectivement à 19,9 % et 46 % de sa superficie. Ces deux intensités de dégradation ont également affecté 4,9 % et 42 % des terres dans la préfecture de Yoto, de même que 6,4 % et 51,7 % dans le Bas-Mono (figure 5.b).

Les terres faiblement (faiblement et très faiblement) dégradées se retrouvent plus dans la préfecture de Yoto, qui en rassemble plus de 60 % dans cette catégorie. Il est à noter cependant que les terres modérément dégradées occupent respectivement 38 ; 30,5 et 48,4 %.

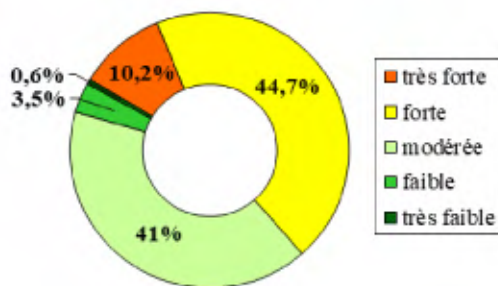
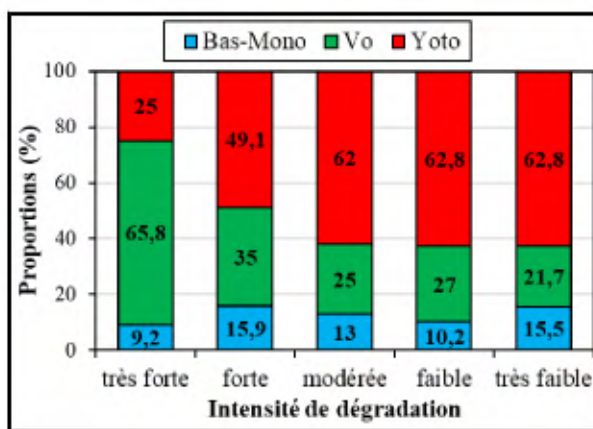
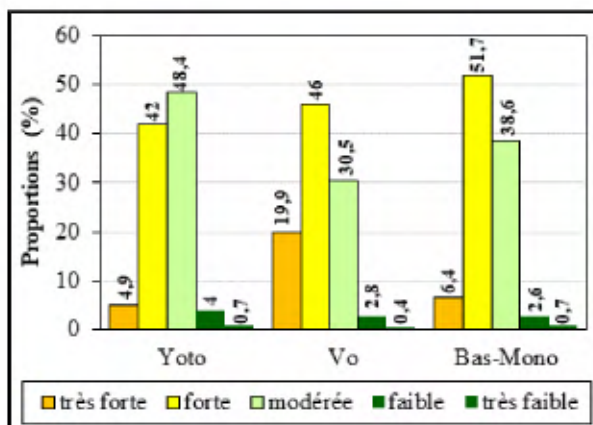


Figure 4 : Intensité de dégradation des terres à l'échelle du secteur d'étude

Figure 4: Land Degradation Intensity at the Study Area Level



a. Répartition en fonction de l'intensité de dégradation



b. Répartition en fonction des superficies préfectorales

Figures 5 : Intensité de dégradation des terres par préfectorales

Figures 5: Land Degradation Intensity by Districts

4. Discussion

La présente étude a recouru au calcul des indices spectraux pour cartographier et analyser la répartition spatiale des terres dégradées dans le Sud-Est Togo. Ces indices simples, et souvent utilisés en télédétection, constituent des combinaisons de réflectances et permettent de mettre en évidence les différences de comportement spectral de certaines composantes de la nature comme la végétation, le sol, l'eau, etc. L'usage des indices spectraux pour des estimations quantitatives soulève un certain nombre de questions qui peuvent limiter sérieusement leur utilité réelle. Cependant il faudrait aller dans le sens de la maîtrise de leur correcte interprétation. Malgré les nombreuses études réalisées, il est parfois difficile de choisir avec précision les indices spectraux les plus appropriés (Tchibozo & Toundoh, 2014).

Plusieurs études se sont basées sur les indices spectraux de la végétation, notamment la NDVI pour caractériser la dégradation des terres (Wessels et al., 2004 ; Gibson, 2007). Pour d'autres, ce sont les indices de sol comme l'indice de brillance qui ont servi à mettre en exergue la dégradation des terres suite à l'action humaine (Mambo & Archer, 2007 ; Karnieli et al., 2008). Il faut néanmoins relever que toutes ces études se sont basées sur l'usage unitaire de ces indices, ce qui n'a cessé d'alimenter des critiques. Celles-ci sont essentiellement liées à des raisons techniques. A titre d'exemple, le NDVI reste sensible à la géométrie de vue et d'illumination dans les régions où la densité de végétation est faible et où la présence de sol est importante (Bannari et al., 1995). Cet indice souffre aussi d'une rapide saturation en milieu de végétation dense et la contribution du sol en région de faible densité de végétation peut compliquer son interprétation. Ainsi, d'autres indices sont mis au point pour minimiser l'effet du sol nu sur la réponse spectrale de la végétation.

La détection des terres dégradées dans le secteur d'étude s'est basée sur la combinaison de trois indices spectraux (le NDVI, la TCT-Brightness et l'indice de sol nu). Les valeurs de ces indices, calculées à l'échelle du pixel, ont été mises en relation avec des types d'états de surface et des taux de végétation estimés à partir de la littérature existante et sur le terrain pour identifier les

zones de terres dégradées. L'approche trouve sa pertinence dans le fait qu'elle s'appuie sur plusieurs paramètres spectraux. Elle va également au-delà de simples perceptions ou classifications d'images car la variation de la réponse spectrale mesurée au niveau du capteur satellitaire est un indicateur de changement du milieu. L'avantage de cette méthode est sa simplicité. Elle donne une représentation synthétique des changements puisqu'elle permet de visualiser directement la nature des changements entre plusieurs dates. Mais cette perception des changements reste grossière : elle donne les grandes tendances du milieu à partir de l'interprétation d'indices radiométriques calculés avec des pixels de 30 mètres de résolution. Or pour de nombreux phénomènes qui marquent aussi bien les sols que la végétation, il faudrait avoir accès à une meilleure résolution spatiale. Même s'il faut reconnaître que les études de cartographie de la dégradation des terres à l'aide des indices spectraux ont pour la plupart du temps été menées dans des régions arides et semi arides du monde, les résultats ont cependant montré la pertinence de ces derniers à discriminer les terres dégradées dans les zones comme le Sud-Est du Togo.

La cartographie de la dégradation des terres a permis d'appréhender son analyse spatiale dans le secteur d'étude. L'examen de la carte montre que la dégradation des terres demeure une réalité incontestable dans le secteur. Sur le plan de la répartition spatiale, même s'il faut admettre que les terres dégradées sont relativement importantes dans les trois préfectures, il faut néanmoins relever que la préfecture de Vo est la plus affectée par le phénomène qui a touché plus de 60 % de ses terres. Ce qui peut s'expliquer par les fortes densités de population qu'elle renferme.

En effet, les facteurs anthropiques de pressions auxquelles sont soumises les terres dans le Sud-Est Togo sont d'ordres démographique et économique. Sur le plan démographique, les chiffres des différents recensements de population (RGPH 1, 2, 3 et 4) montrent une augmentation des populations au cours des 50 dernières années, avec des densités humaines qui figurent parmi les plus élevées du territoire national (400 voire 600 habitants au km² à l'échelle cantonale). Cette croissance démographique sous-tend la surexploitation des terres en réponse aux nombreux besoins. Quant aux facteurs

économiques de pressions sur les terres dans la Sud-Est du Togo, ils relèvent des systèmes d'exploitation des ressources mis en place par les populations. Il s'agit principalement des systèmes de production agricole, de l'exploitation de la flore, des pratiques de feux de végétation et de l'exploitation minière. L'agriculture est de type pluvial et la pratique dominante est l'abattis-brulis, dont le système tend majoritairement vers l'association des cultures. Cette agriculture est marquée par la surexploitation des terres, traduite par le raccourcissement de la durée voire la suppression même des jachères. L'activité minière dans le secteur est représentée par trois unités de production dont deux pour l'exploitation du calcaire (WACEM et SCAN MIN) dans la préfecture de Yoto, et une pour l'exploitation des phosphates dans le Vo (SNPT).

5. Conclusion

La présente étude a permis de cartographier les terres dégradées à partir des indices spectraux déduits des images satellites. Les résultats ont révélé différentes intensités de dégradation inégalement répartis entre la très faible (0,6 %), la faible (3,5 %), la modérée (41 %), la forte (44,7 %) et la très forte (10,2 %). Sur le plan spatial, la préfecture de Vo reste la plus touchée par le phénomène avec 65,8 % des terres très fortement dégradées.

Le présent travail constitue une contribution à la détection et à la localisation des terres dégradées et permettra aux acteurs locaux d'avoir à disposition un outil d'aide à la décision dans le cadre de la lutte contre ce phénomène. Cependant, vu l'importance des pressions humaines dont fait face le Sud-Est du Togo, des analyses diachroniques doivent être faites en vue d'étudier l'ampleur et l'évolution de la dégradation des terres afin de réfléchir sur la mise en place des stratégies de conservation des ressources naturelles.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Bannari A. Morin D. Bonn F. & Huete A. R. 1995. A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, 13: 95-120.
- Benedine A. Robert T. A. & Abbas I. I. 2011. The Impact of Spatial distribution of solid waste dumps on infrastructure in Samaru, Zaria, Nigeria using GIS. *Research Journal of Information Technology*, 3 (3): 113-117.
- Chen W. Liu L. Zhang C. Wang J. Wang J. & Pan Y. 2014. Monitoring the seasonal bare soil areas in Beijing using multitemporal TM images. In *Proceedings of the 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'04)*, Anchorage, AK, USA, 20–24 September 2004.
- Dabin B. 1956. Contribution à l'étude de la fertilité des Terres de Barre. *Agron. trop.* XI, 4: 490-506.
- Djegui N. 1982. Essai de caractérisation de l'état de dégradation des terres de barres. *Rapport IRAT-CIRAD*.
- Dome D. 1985. Carte pédologique de la région de Tsévié (Togo) au 1/50 000. Contribution à l'étude pédo-agronomique des terres de Barre du Togo. *Rapp. ORSTOM*, Lomé, Togo.
- Eswaran E., Lal R. & Reich F. 2001. Land degradation: an overview: 1-5. In: *Bridges E. M., Hannam I. D., Oldeman L. R., Pening de Vries F. W. T., Scherr S. J. & Sompatpanit S. (eds.), Responses to Land Degradation. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification*, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India.
- Gao J. & Liu Y. 2008. Mapping of land degradation from space: A comparative study of Landsat ETM+ and ASTER data. *International Journal of Remote Sensing*, 29 (14): 4029-4043.
- Gao J. 2008. Detection of changes in land degradation in northeast China from Landsat TM and Aster data. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37: 1533-1538.

- Gibson D. J. D. 2007. Land degradation in the Limpopo province, South Africa. MSc thesis, University of the Witwatersrand, School of Animal, Plant and Environmental Sciences, Johannesburg, South Africa.
- Huete A., Gao X., Kim H. J., Miura T., Borghi C. & Ojeda R. 2002. Characterization of land degradation in central Argentina with hyperspectral AVIRIS and EO-1 data. 17th WCSS, 14-21 August 2002, Thailand. Symposium 46, Paper n°987.
- Karnieli A. Gilad U. Ponzet M. Svoray T. Mirzadinov R. & Fedorina O. 2008. Assessing land-cover change and degradation in the Central Asian deserts using satellite image processing and geostatistical methods. *Journal of Arid Environments*, 72: 2093-2105.
- Kauth R. J. & Thomas G. S. 1976. The Tasselled Cap - A Graphic Description of the Spectral Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by Landsat. Paper presented at the LARS Symposia, Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data, Purdue University, West Lafayette, IN, June 29-July 1, 4B41-4B51.
- Kruse F. A. 2004. Comparison of ATREM, ACORN, and FLAASH Atmospheric corrections using lowaltitude AVIRIS data of Boulder, Colorado. Proceedings of 13th JPL Airborne Geoscience Workshop, Pasadena, CA, USA, 31 March-2 April 2004: 1-10.
- Lamouroux M., (1969) : Carte pédologique du Togo au 1/1.000.000. Notice explicative n°34, ORSTOM. Paris, France.
- Lillesand T. M., Kiefer R. W. & Chipman J. W. 2004. Remote sensing and image interpretation. 5th Edition, John Wiley & Son, New York, USA.
- Liu Y. Wang T. Ma L. & Wang N. (2014). Spectral calibration of hyperspectral data observed from a hyperspectrometer loaded on an unmanned aerial vehicle platform. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7 (6): 2630-2638.
- Mambo J. & Archer E. 2007. An assessment of land degradation in the Save catchment of Zimbabwe. *Area*, 39 (3): 380-391.
- Marquette C. 1997. Population and environment relationships in developing countries: A select review of approaches and methods. Working Paper Chr. Michelsen Institute Development Studies and Human Rights, Bergen, Norway.
- MEA. 2005. Living beyond our means: Natural assets and human well-being. Statement from the Millennium Ecosystem Assessment Board.
- Mitchell J. J., Glenn N. F., Anderson M. O., Hruska R. C., Halford A., C. Baun & Nydegger N. 2012. Unmanned aerial vehicle (UAV) hyperspectral remote sensing for dryland vegetation monitoring. *Hyperspectral Image and Signal Processing (WHISPERS)*, 4th Workshop. IEEE, Shanghai, China: 1-10.
- Poss R. 1987. La dégradation des terres de Barre du Togo : mythe ou réalité ? Proceedings of the 8th meeting of the West and Central Africa sub-committee on correlation of soils for land development, EA.O., Yaoundé (Cameroon) January 19 -28, 1987: 155-159
- Prince K Guo X & Stiles J. M. 2002. Optimal Landsat TM band combinations and vegetation indices for discrimination of six grassland types in eastern Kansas. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 5031-5042.
- Qi J. Chehbouni A. Huete A. R. & Kerr Y. H. 1994. Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI). *Remote Sens Environ* 48:119-126.
- Raunet M. 1971. Contribution à l'étude pédo-agronomique des "terres de Barre" du Dahomey et du Togo. *L'Agro. Trop.*: 1049-1069.
- Reynolds J. F. & Stafford Smith D. M. 2002. Global desertification: do humans create deserts? : 1-22 In: Stafford-Smith M. & Reynolds J. F. (eds.), *Do Humans Create Deserts?* Dahlem University Press, Berlin, Germany.

- Richardson A. J. & Wiegand C. L. 1977. Distinguishing vegetation from soil background in formation. *Photogramm. ENG. Remote sensing* 43: 1541-1552.
- Romm J. 2011. Desertification: the next dust bowl. *Nature*, 478: 450-451.
- Rouse, J. W., Haas R. H., Schell J. A., & Deering D. W. 1973. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. In Paper presented at the Third ERTS Symposium, NASA SP-351, Vol.I, December 10-14, Washington, DC: NASA: 309-317.
- Soulama S. Kadéba A. Nacoulma B. M. I. Traoré S. Bachmann Y. & Thiombiano A. 2015. Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *J. of Appl. Biosci*, 87: 8047-8064.
- Tchibozo E. A. & Toundoh O. P. 2014. Détection localisée des zones dégradées de végétation par télédétection : application à la zone de transition entre le bassin sédimentaire et le socle cristallin (Centre-Bénin). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 11 (2): 477-493.
- Viellefont J. & Millette G. 1965. Etudes pédo-hydrologiques au Togo. Vol. II : les sols de la région maritime et des savanes. ONU/ FAO, Rome, Italie - ORSTOM, Paris, France.
- Wessels K. J. Prince S. D. Frost P. E. & Van Zyl D. 2004. Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time series. *Remote Sensing and the Environment*, 91: 47-67.
- Zha Y. Gao J. & Ni S. 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24 (3): 583-594.



Accès au crédit et performance économique et financière des exploitations de l'Union Nationale des Producteurs de Soja au Centre du Bénin

Ayidé Aristide Armel DOSSOU^{1,2,*}, Fifanou G. VODOUHE^{1,2}, Rosaine N. YEGBEMEY^{1,2},
Jacob A. YABI^{1,2}

¹Département d'Économie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie; Université de Parakou, Bénin

²Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES)

Reçu le 15 Mai 2018 - Accepté le 28 Mai 2019

Access to credit and economic and financial performance of the farms of the National Union of Soybean Producers in Central Benin

Abstract: Agricultural diversification through the promotion of other sectors remains a priority for Benin's new agricultural policy in order to reduce its dependence on the cotton sector, which remains the main cash crop in the country. In the Strategic Plan for the Development of the Agricultural Sector of the country, the soy sector is one of the sectors selected to be accompanied by the state given its socio-economic, agronomic and environmental importance. It is in this context that this study was conducted with the aim of producing more in-depth knowledge on the profitability of soybean production in central Benin. The methodological approach adopted combined the qualitative and quantitative survey methods to collect data from 100 soybean producers sampled in five different production areas of one of the largest production communes of this speculation in Benin (Dassa-Zounmè). Four profitability indicators (net margin, cost-benefit ratio, average net labor productivity and internal rate of return) were used to analyze the economic and financial performance of farms. Analyzes show that soybean production is profitable in the commune of Dassa-Zounmè. However, the variation in production profitability by size of farm and access to farmer credit is statistically larger than variation within the group. Producers with a large area of soybeans (area ≥ 2.45 ha) and receiving formal financial support in the form of credits significantly outperform other types of small farms that do not have access to agricultural credit for each profitability indicator. These results therefore suggest the need to strengthen producer financing strategies in order to increase profitability at the level of small farms as part of sustainable soybean production in Benin.

Keywords: Soybean, Profitability, Productivity, Diversification, Agricultural Credit, Dassa-Zounmè, Benin.

Résumé: La diversification agricole par la promotion d'autres filières reste une priorité pour la nouvelle politique agricole béninoise afin de réduire sa dépendance à l'égard de la filière coton qui demeure la principale culture de rente du pays. Dans le Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole du pays, la filière soja est l'une des filières retenues pour être accompagnée par l'état compte tenu de son importance socioéconomique, agronomique et environnementale. C'est dans ce contexte que la présente étude a été réalisée avec pour objectif de produire des connaissances plus approfondies sur la rentabilité de la production de soja au centre du Bénin. L'approche méthodologique adoptée a combiné les méthodes d'enquête qualitatives et quantitatives pour collecter les données auprès de 100 producteurs de soja échantillonnés dans cinq différentes zones de production de l'une des plus grandes communes de production de cette spéculation au Bénin (Dassa-Zounmè). Quatre indicateurs de rentabilité (la Marge nette, le Ratio-bénéfice-coût, la Productivité moyenne nette du travail et le Taux de rentabilité interne) ont été utilisés pour analyser les performances économiques et financières des exploitations. Il ressort

des analyses que la production de soja est rentable dans la commune de Dassa-Zounmè. Cependant, la variation de la rentabilité de production en fonction de la taille de l'exploitation et de l'accès au crédit des exploitants est statistiquement plus importante que la variation au sein du groupe. Les producteurs ayant une grande superficie de soja (superficie $\geq 2,45$ ha) et bénéficiant des appuis financiers formels sous forme de crédits sont significativement plus performants que les autres types d'exploitation de petite taille n'ayant pas accès au crédit agricole pour chaque indicateur de rentabilité. Ces résultats suggèrent donc la nécessité d'un renforcement des stratégies de financement des producteurs afin d'augmenter la rentabilité au niveau des petites exploitations dans le cadre d'une production durable de soja au Bénin.

Mots clés: Soja, Rentabilité, Productivités, Diversification, Crédit agricole, Dassa-Zounmè, Bénin.

1. Introduction

Le soja est une culture importante pour au moins un million de petits exploitants en Afrique, avec une production de 2039720 tonnes sur une superficie de 1680740 ha, soit un rendement de 1,21tonne/ha (FAO, 2013). Sa production joue pour certains pays un réel rôle économique. Les plus grands producteurs et exportateurs de soja dans le monde sont par ordre d'importance: les États Unis d'Amérique (USA) avec une production de 108013660 tonnes et un rendement de 2,80 tonne/ha ; le Brésil (86760520 tonnes et un rendement de 2,90 tonne/ha) et l'Argentine (53397715 tonnes et un rendement de 2,48tonnes/ha) (FAO, 2013). Sur le continent africain, la pénétration de soja s'est opérée à partir des pays anglophones (Moréno, 2015). Les pays comme : l'Afrique du Sud (avec une production estimée à 948000 tonnes pour un rendement de 1,52tonne/ha) ; le Nigeria (679000 tonnes pour un rendement de 0,93tonne/ha) et la Zambie (214179 tonnes pour un rendement de 2,15tonne/ha) sont classés parmi les grands producteurs de cette culture sur le continent (FAO, 2013).

Force est de constater que dans la plupart des pays en développement, le développement agricole se trouve au cœur des stratégies de sécurité alimentaire et d'une réduction de la pauvreté. Dans le contexte de la diversification agricole et de la lutte contre l'insécurité alimentaire, la filière soja connaît dans certains pays un regain d'intérêt. En effet, le soja est une plante versatile dont sa graine contient les acides aminés essentiels par laquelle les produits alimentaires tels que : le fromage, le tofu, la farine infantile, l'huile de soja et le lait de soja sont dérivés (Javaheri & Baudauin, 2001; Zannou-Tchoko et al. 2010; Biam & Tsu, 2013; Shalma, 2014 ; Kpénavoun et al. 2018b). Sa culture est réputée pour

son intérêt zootechnique (Baumont et al. 2016) mais aussi environnemental pour sa forte production en biomasse pour améliorer la fertilité des sols (Metohoue, 1994; Badou et al. 2013).

Compte tenu de ces nombreux atouts et de l'intérêt stratégique dont présente la filière soja pour la réduction de la pauvreté au sein des communautés productrices, elle devient en occurrence l'une des filières nouvellement retenue pour être accompagnée par l'état béninois dans sa politique sectorielle (MAEP 2017). L'accompagnement de cette filière par la politique agricole en vue de son développement durable, nécessite une bonne connaissance actuelle de la productivité et la rentabilité de la production afin d'augmenter la compétitivité des petits exploitants.

Sur le plan scientifique : Batamoussi-Hermann et al.(2016) ont permis de recenser les différentes pratiques paysannes qui caractérisent la production de soja dans une région au Nord en vue d'une analyse comparée avec les méthodes de production durables de soja recommandées au Bénin. Cependant, dans une perspective d'améliorer ces systèmes de culture et de production de soja existants, il a été montré que le rendement de soja est fonction des caractéristiques socioéconomiques, techniques et géographiques du producteur et son milieu (Ollabodé et al. 2017). Les études effectuées par : Labiyi et al.(2013) ; Kpénavoun et al. (2018a) ont permis d'avoir les indices d'efficacité techniques dans la production du soja, influencés par les facteurs comme : l'accès au crédit, l'alphabétisation, le niveau d'instruction, la formation, le nombre d'années d'expérience, le sexe, l'utilisation de semences de bonne qualité et l'application d'insecticides chimiques pour réduire la pression parasitaire.

Toutefois, peu d'étude publiée se sont intéressées à l'analyse de la rentabilité économique et financière de la production en intégrant toutes les ressources investies dans la production. Les travaux réalisés par : Biam & Tsue (2013) ; Shalma (2014) dans le cadre d'une analyse économique de la production de soja au Nigeria se limitent à une évaluation de la rentabilité du point de vue de la marge brute des exploitants, sans une prise en compte des diverses charges fixes amortissables dans

* Auteur Correspondant : ayidedossou@gmail.com

Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

les exploitations. De même, les analyses de la rentabilité dans le cadre de la production de cette spéculation se focalisent sur les marges bénéficiaires sans étendre ces analyses à la productivité de la force du travail et du capital investi dans la production.

Bien que ces travaux de recherches aient été effectués, les informations sur la rentabilité méritent alors d'être renforcées.

Par ailleurs, il est bien connu que l'une des préoccupations des entrepreneurs en Afrique demeure l'accès au source de financement de leurs activités (Karima, 2011), surtout dans les milieux ruraux où l'accès aux facteurs de productions, notamment l'accès au crédit agricole des exploitants reste un défi à relever (Yabi, 2011 ; Biam & Tsue, 2013; Shalma, 2014 ; Sossou et al. 2014). Or un meilleur accès au crédit agricole contribue à une croissance du niveau d'investissement et de la productivité (Yabi, 2010; Sossou et al. 2014; Ollabodé et al. 2017), susceptible d'augmenter de manière significative la rentabilité de la production agricole.

La présente étude s'inscrit alors dans ce cadre d'analyse en s'intéressant à l'aspect économique des exploitations de soja où une analyse de la rentabilité de la production dans l'une des plus grande zone de production de cette spéculation au Bénin a été réalisée, sous l'hypothèse selon laquelle la production du soja est rentable pour les exploitants avec une variation de la rentabilité en fonction de leurs tailles d'exploitation et de leurs accès aux crédits agricoles.

Les résultats issus de cette analyse permettront non seulement aux producteurs de se situer dans leurs activités de production mais aussi aux décideurs politiques, aux institutions privées et étatiques : nationales et internationales en charge de la promotion de la filière d'avoir une base scientifique sur laquelle seront basées les stratégies à développer pour accompagner la production de soja.

2. Cadre théorique

Le but ultime de la production agricole est la satisfaction d'un certain nombre de besoin, soit directement par les produits en nature obtenus sur l'exploitation, ou à travers le revenu monétaire que procure la vente de ceux-ci. Le bon fonctionnement de l'exploitation permet d'atteindre cet objectif. Le producteur est contraint de prendre une série de décisions relative à l'affectation des différentes ressources à sa disposition (terre, capital, moyen de production, force de travail disponible) afin d'atteindre le meilleur niveau d'efficacité qui selon la théorie néoclassique correspond au point d'équilibre entre les revenus marginaux (revenu issu de chaque unité supplémentaire de produit obtenu) et les coûts marginaux (coût de la dernière unité d'input utilisé).

Les deux pôles entre lesquels oscille l'exploitant lorsqu'il définit ses choix techniques sont d'un côté la

maximisation de la valorisation de la ressource relativement la plus rare que ce soit la main d'œuvre ou la terre et de l'autre côté la minimisation des risques. Les conditions écologiques et la disponibilité en ressources ne sont pas les seuls éléments pris en compte lorsque les exploitants choisissent et mettent en œuvre leurs systèmes de production agricole (Biaou et al. 2016). Les considérations relatives à l'environnement économique et social peuvent constituer aussi des facteurs déterminants dans leurs prises de décision. Car les exploitants agricoles ne produisent jamais de façon isolée. Ils opèrent en tenant compte des impératifs économiques du système entourant en entretenant en permanence des relations et rapports sociaux avec d'autres agents économiques comme : les usuriers, les institutions de microfinance, les organisations des producteurs qui influencent le choix des systèmes de culture pratiquée et par conséquent les résultats économiques obtenus dans les exploitations (CIRAD-GRET, 2002).

Partant de ces considérations, la théorie qui s'appesantit sur la maximisation du revenu sous contrainte des coûts de production donnant lieu au calcul des marges de production ne reflètent que la capacité de l'unité de production à couvrir les charges de production. Alors que les décisions techniques du producteur peuvent être aussi influencées par la rémunération de son temps de travail et du capital investis (Yabi et al. 2012b).

Dans le contexte de cette étude, les producteurs de soja dans leurs rôles d'agent économique choisiront non seulement la technique ou système de culture qui leurs permettent de minimiser leurs coûts de production tout en maximisant leurs profits, mais aussi celle qui leurs offrent une meilleure rémunération de leurs temps de travail et du capital investis dans la production. De ce fait quatre différents indicateurs de rentabilité ont été alors utilisés dans la méthodologie pour mesurer la performance économique et financière de leurs techniques de production.

3. Matériel et méthodes

3.1. Zone d'étude

La commune de Dassa-Zounmè située dans le département des Collines (Figure 1) s'étend entre 7°45'00' de latitude Nord et 2°11'00' de longitude Est sur une superficie de 1711km² dont 128 519 hectares de terre cultivable. La commune présente un relief très accidenté caractérisé par une série de collines dénudées dont la dénivellation moyenne est de 200m. La végétation est faite de savanes arborées et arbustives. Le climat est de type subéquatorial soumis à l'influence du domaine sud soudanien marqué par deux saisons dans l'année: une saison sèche (de novembre à Mars) et une saison pluvieuse (d'Avril à Octobre). La répartition des pluies est assez régulière avec un maximum enregistré généralement en Juillet (Capo-Chichi & Guidibi, 2006).

La pluviométrie moyenne annuelle oscille autour de 1100 mm. De plus, les sols sont de types ferrugineux tropicaux ou hydromorphes. Les sols vertisols très fertiles aux cultures sont aussi retrouvés dans certaines régions de la commune.

Ces conditions climatiques et pédologiques sont du coup propices à l'agriculture dans cette localité.

De même, la commune de Dassa-Zounmé fait partie de la zone cotonnière du Bénin où les difficultés de la filière coton, notamment la mévente du coton graine

au cours de ces dernières années, ont contraint la majorité des agriculteurs de la région centrale du Bénin à opter pour la culture de soja comme culture de rente alternative au coton (Akouhou et al. 2013; Obossou et al. 2018). Cette zone agroécologique est caractérisée aussi par une diversification agricole où des actions sur l'expansion de soja s'y développent considérablement (MAEP 2017). Par ailleurs, la zone d'étude est l'une des plus grande commune de production du soja au Bénin, contribuant à la production nationale à près de 7500 tonnes en 2015 (ONASA 2016).

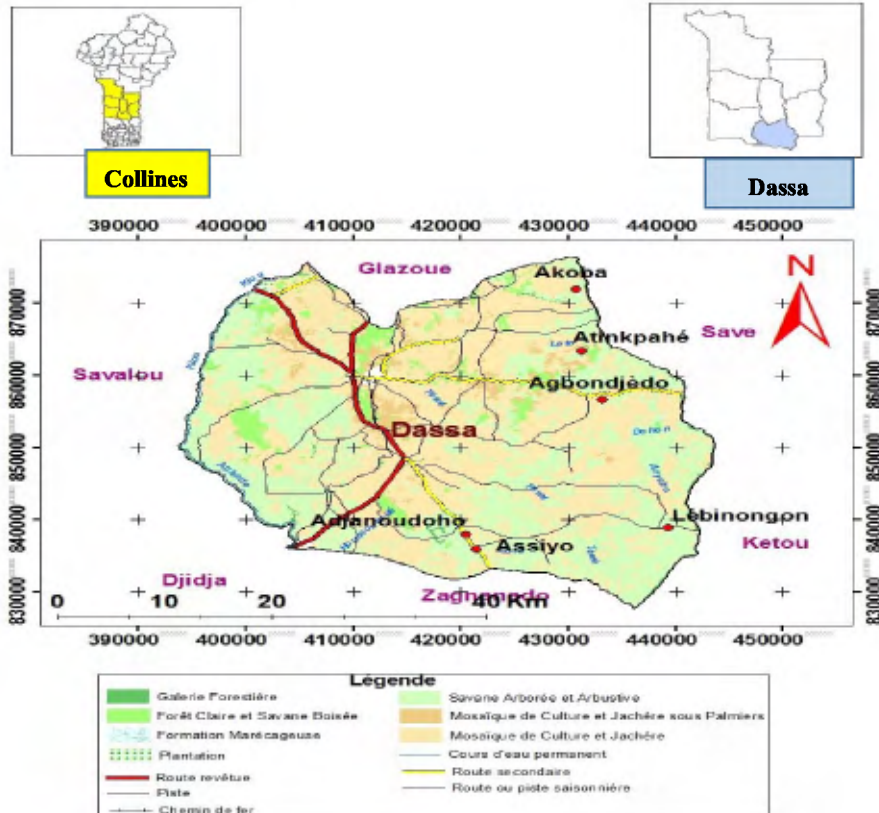


Figure 1 : Carte du milieu d'étude et des zones d'investigation

3.2. Méthode de collecte des données

La phase de collecte des données a permis de recueillir des informations sur les données économiques relatives à la campagne agricole de 2015-2016 liées aux systèmes de culture de soja. Une combinaison des techniques qualitatives et quantitatives de recherche a été utilisée pour la collecte des informations. La principale technique de collecte des données primaires est basée sur des enquêtes individuelles structurées dans les zones de production. Un questionnaire a été administré

aux producteurs de soja échantillonnés au cours d'une série d'enquêtes organisée dans les cinq plus importantes zones de production de soja (Figure 1) dans la commune de Dassa-Zounmé choisies à l'aide des responsables de l'union communale des producteurs. Les unités d'observation ont été les chefs d'exploitations agricoles, échantillonnés de façon raisonnée à travers l'Union Nationale des Producteur de Soja afin de s'assurer que les exploitants échantillonnés visent des objectifs commerciales en produisant le soja au sens économique. Au total, 100 producteurs de soja ont été in-

vestigués. Ce nombre a été préalablement défini en tenant compte des contraintes de temps et des ressources disponibles, mais répond bien aux exigences de la théorie de l'inférence statistique : Théorème des limites centrales (Gujarati, 2003).

En effet, ces 100 producteurs définis ont été préalablement échantillonnés de façon aléatoire à partir de la liste des producteurs obtenus au niveau des responsables de l'organisation. Cependant, la technique d'échantillonnage dit accidentel a été toute fois adoptée pour des raisons d'indisponibilité au niveau de certains exploitants qui ont été remplacés de manière aléatoire par ceux qui étaient présents au cours des enquêtes dans les zones de production.

Les données économiques quantitatives collectées sont relatives : à la quantité de produits récoltés; au prix de vente du produit par unité de mesure; à la superficie emblavée; à l'ensemble des coûts variables qui regroupent le coût d'achat des semences; le coût d'achat d'herbicide; le coût d'achat des sacs de stockage et le coût de la main-d'œuvre salariée (regroupant : le coût du défrichage ; le coût du labour; le coût du semis ;le coût d'apport de fertilisant ;le coût du sarclage, le coût du traitement phytosanitaire, le coût du récolte du produit et le coût des opérations postes récoltes constitué du battage et de la mise en sac du produit) et l'ensemble des charges fixes qui regroupent les coûts des équipements agricoles et les emprunts auprès des institutions de microfinance. A cela s'ajoute les données sociodémographiques tels que : le sexe ; l'âge, la situation matrimoniale; la taille du ménage, l'année d'expérience dans la production agricole et le mode d'accès à la terre afin d'expliquer certains faits d'ordre sociologique et culturel. Toutefois, des observations directes et la triangulation des informations (Yabi et al. 2012b) comme : le prix moyen de la main d'œuvre et les taux d'intérêt appliqués par les institutions de microfinance dans les zones d'investigation ont été utiles pour s'assurer de la fiabilité des informations recueillies.

3.3. Analyse des données

Les méthodes et outils d'analyse utilisés sont entre autre : les statistiques descriptives à travers la distribution des fréquences, les paramètres de position (moyenne arithmétique, la médiane) et de dispersion (l'écart-type), et les tests d'analyse de variance à l'aide du logiciel SPSS version 21.

3.3.1. Mesure de la rentabilité économique et financière de la production de soja

L'évaluation de la rentabilité dans le cadre de la présente étude, repose essentiellement sur quatre indicateurs dont : la Marge Nette (MN), la Productivité Moyenne Nette du Travail (PML), le Taux de Rentabilité Interne (TRI), utilisés comme des indicateurs de rentabilité économique et le Ratio Bénéfice Coût (RBC)

comme un indicateur de rentabilité financière (Paraïso et al.2012).

- Marge Nette (MN)

La marge nette a été estimée après déduction du produit brut en valeur (PBV), les coûts totaux de production ou en déduisant de la marge Brute (MB), les coûts fixes (Yabi et al.2012b; Biaou et al. 2016). Le coût total constitue la somme des coûts variables (CV) et des coûts fixes (CF). Les coûts variables représentent ici les frais liés à l'activité courante de l'exploitation agricole. Alors que les coûts fixes constituent les amortissements, la rente foncière et les intérêts sur emprunt auprès des institutions de microfinance.

La marge nette a été exprimée en FCFA/hectare par la relation suivante :

$$MN = MB - CF = PBV - (CV + CF) \quad (1)$$

Si la marge nette est positive, la production de soja est alors économiquement rentable, le produit brut arrive donc à couvrir tous les coûts totaux. Par contre si elle est négative, la production n'est pas économiquement rentable, le produit brute n'arrive pas à couvrir tous les coûts de production de l'exploitation.

- La Productivité Moyenne Nette du Travail (PML)

La productivité Moyenne Nette du Travail (PML), est la marge nette par unité de main- d'œuvre familiale utilisée pour la production (Yabi et al.2012b ; Biaou et al.2016). Elle a été exprimée par la relation suivante :

$$PML = \frac{MN}{MO} \quad (2)$$

Cet indicateur a été estimé en FCFA par Homme-Jour (HJ) avec MN la marge nette de la production de soja en FCFA /ha et MO la quantité totale de la main-d'œuvre familiale utilisée en HJ/ ha. La main- d'œuvre familiale totale en HJ est la somme de la main d'œuvre apportée par les membres de la famille. L'Homme-Jour est considéré ici comme la quantité de main-d'œuvre fournie par un adulte de sexe masculin pendant une journée de 8 heures de travail. En ce qui concerne le travail fourni par les femmes et les enfants dans l'exploitation, les équivalences tels que : 1 femme = 0,75 HJ ; 1 enfant = 0,5 HJ (Yabi et al.2012a) ont été utilisées pour les estimations.

En effet, lorsque le PML est supérieur au prix moyen P de la main-d'œuvre d'un jour de travail agricole dans la zone d'étude, la production de soja est économiquement rentable du point de vue salaire obtenu. Par contre, si le PML est inférieur au prix moyen P , la production n'est pas économiquement rentable de point de vue salaire obtenu. Dans ce dernier cas, il serait préférable au producteur de soja d'aller vendre sa force de travail sur le marché du travail que de mener cette activité de production.

- Ratio-Bénéfice-Coût (RBC)

Le ratio-bénéfice-coût est un indicateur de rentabilité financière (Paraïso et al.2012) qui exprime le gain financier total obtenu par l'investissement d'une unité monétaire (Biaou et al.2016). Si PBV est le produit brut en valeur, CT les coûts totaux de production et VMO la valeur de la main-d'œuvre familiale utilisée (valeur obtenue en multipliant la quantité physique de la main-d'œuvre familiale totale par le prix moyen P de la main-d'œuvre salariée dans la zone d'étude), cet indicateur se présente alors par la relation suivante :

$$RBC = \frac{PBV}{CT + VMO} \quad (3)$$

Lorsque la valeur du RBC est supérieure à 1, 1 FCFA investi génère plus de 1 FCFA comme bénéfice et la production de soja est financièrement rentable. Mais par contre, si la valeur du RBC est inférieure à 1, alors 1 FCFA investi génère donc moins de 1 FCFA comme bénéfice et l'activité de production n'est point financièrement rentable : le producteur de soja gagne alors moins qu'il investit.

- Taux de Rentabilité Interne (TRI)

Le taux de rentabilité interne exprime en % la marge nette par unité de capital total investi (Dègla, 2012; Biaou et al.2016) par la relation suivante :

$$TRI = \frac{MN - VMO}{CT + VMO} * 100 \quad (4)$$

Lorsque le TRI est supérieur au taux d'intérêt débité i appliqué par les institutions de microfinance, la production de soja est alors économiquement rentable de point de vue investissement du capital. Par contre, si le TRI est inférieur au taux d'intérêt i appliqué par les institutions de microfinance, l'activité de production n'est pas économiquement rentable. Dans ce dernier cas, un producteur de soja qui contracte un crédit à un taux d'intérêt i pour son activité ne pourra payer les intérêts à partir de la marge nette générée par la production.

3.3.2. Typologie des exploitations

La typologie des exploitations a été réalisée selon: la taille de l'exploitation de soja et de l'accès au crédit des unités d'observation. Les seuils au niveau de la variable continue superficie de soja ont été fixés sur la base de la superficie moyenne β des unités d'observation et de la valeur du médiane φ pour générer trois catégories d'exploitations : les petites ($SUP \min \leq SUP < \varphi$), les moyennes ($\varphi \leq SUP < \beta$) et les grandes exploitations de soja ($\beta \leq SUP \leq SUP \max$) se distinguant entre autre par l'accès ou non au crédit agricole du chef d'exploitation (Tableau 1).

Les différents indicateurs de rentabilité économique et financière déterminés (la Marge Nette, le Ratio Bénéfice-Coût, la Productivité Moyenne Nette du travail et le Taux de Rentabilité Interne) ont été comparés entre ces différentes catégories d'exploitation au moyen d'une analyse de variance (ANOVA selon la distribution).

Tableau 1 : Méthodologie de classification des unités d'observation

Dénomination	Critères	
	Superficie	Accès au crédit Agricole
C1	$SUP \min \leq SUP < \varphi$	NON
C2	$SUP \min \leq SUP < \varphi$	OUI
C3	$\varphi \leq SUP < \beta$	NON
C4	$\varphi \leq SUP < \beta$	OUI
C5	$\beta \leq SUP \leq SUP \max$	NON
C6	$\beta \leq SUP \leq SUP \max$	OUI

4. Résultats

4.1. Caractéristiques socio-démographiques et économiques des exploitants

Bien que les producteurs de soja soient plus représentés par les hommes (72%), les femmes (28%) s'impliquent aussi dans la production de cette spéculation. Les producteurs en majorité mariés (94%) et leurs âges en moyenne de 45 ans (± 25 ans), témoignent de leurs maturités pour une gestion de leurs exploitations. Le plus jeune ayant une exploitation agricole a 20 ans et le plus âgé a 76 ans. Parmi ces exploitants agricoles, le moins expérimenté dans la production agricole a une expérience de 3 ans, alors que le plus expérimenté a une ancienneté de 50 ans. L'expérience moyenne dans la production agricole chez ces exploitants est de 24 ans ($\pm 11,48$). Par contre, le moins expérimenté dans la production de soja a une expérience d'un an et le plus expérimenté a une ancienneté de 35 ans. L'expérience moyenne dans la production de soja est de 11 ans ($\pm 5,44$). Ce qui stipule que la plupart des exploitants ont commencé par produire le soja après l'an 2000. Ce qui fait du soja une culture récente pour certains exploitants agricoles.

L'agriculture apparait comme la seule activité rémunératrice pour 50% de ces producteurs et ces exploitants appartiennent à une organisation des producteurs (l'Union Nationale des Producteurs de Soja) à travers les groupements des producteurs à l'échelle villageoise. L'appartenance à cette organisation permet aux acteurs de bénéficier d'un certain nombre de services comme l'accès aux semences de bonne qualité, l'accès aux crédits agricoles et l'accès au marché des produits.

L'accès à la terre est basé essentiellement sur le mode de faire valoir direct (82%) dans la zone d'étude. Elle est caractérisée essentiellement par l'héritage (50%) et le don (32%). Par contre, le mode de faire valoir indirect est plus axé sur le prêt de terre (12%). La location de terre et le métayage n'y figurent donc pas. La fréquence élevée du mode de faire valoir direct s'explique par le fait que la pression foncière est moins intense au centre du pays. Ce qui témoigne une facilité des exploitants de disposer de la terre pour l'exercice des activités agricoles dans cette région. La plupart des exploitants ayant acquis la terre par héritage sont les producteurs d'ethnie Idaasha qui sont les détenteurs de terre. Par contre la majorité des exploitants ayant acquis par don et par prêt sont les exploitants d'ethnie Fon qui ne sont pas détenteurs de terre dans les zones de production. Il est à préciser que les femmes autochtones productrices du soja ont accès à ce facteur de production par don auprès de leurs époux pour mener leurs activités agricoles.

En ce qui concerne la taille du ménage, le nombre moyen de dépendants est de 9 (\pm 4,86) avec un taux d'actif agricole de 40,95%. Ce faible taux s'explique par le fait que la plupart des enfants dans les exploitations sont instruits et ne se rendent pas totalement disponible pour mener les activités agricoles. Les chefs d'exploitations sont donc contraints de faire recours à la main-d'œuvre occasionnelle ou salariée très couteuse et rare.

La taille moyenne de leurs exploitations est de 5,57 ha (\pm 3,76). La superficie moyenne de soja emblavée est estimée à 2,449 ha (\pm 1,325). Le rapport superficie de soja par superficie totale emblavée est alors en moyenne de 0,44. Ce qui suggère qu'en moyenne 44% de la taille de l'exploitation est consacrée à la production de soja dans l'ensemble des zones de production. De ce fait, la culture de soja a donc une grande importance dans l'exploitation des producteurs investigués. En effet, bien que le soja ne soit pas une culture de subsistance comme le maïs, le manioc et le riz, ces exploitants agricoles consacrent près de la moitié de leur superficie totale pour en produire. Cette spéculation est

certainement une culture de rente pour ces exploitants agricoles dans la commune de Dassa-Zoumè.

Nonobstant, la disposition d'un capital financier considérable pour disposer des ressources productives fait défaut et reste une contrainte pour ces exploitants dans la région. Certains acteurs ne bénéficient pas des appuis financiers sous forme de crédit auprès des institutions formelles de microfinance. Seulement 40% des exploitants en bénéficient et les 60% restants se tournent vers des mécanismes informels de crédit ou soit financent leurs activités productives par un faible capital par le biais de l'autofinancement.

4.2. Indicateurs de rentabilité économique et financière de la production de soja

La classification des types d'exploitation de soja en fonctions de leurs tailles en terme de superficie emblavée et de l'accès au financement sous forme de crédit agricole des unités d'observation a permis de générer 6 catégories de producteurs (Tableau 2).

Tableau 2 : Typologie des exploitations de soja des unités d'observation

Dénom- ination	Critères		Fréquence (%)
	Superficie (ha)	Accès au crédit agricole	
C1	$0,4 \leq \text{Superficie} < 2$	Non	28
C2	$0,4 \leq \text{Superficie} < 2$	Oui	10
C3	$2 \leq \text{Superficie} < 2,45$	Non	15
C4	$2 \leq \text{Superficie} < 2,45$	Oui	12
C5	$2,45 \leq \text{Superficie} \leq 9$	Non	17
C6	$2,45 \leq \text{Superficie} \leq 9$	Oui	18
Total			100

Source : Résultat d'analyse des données, 2017

L'analyse des indicateurs de rentabilité des exploitations agricoles a permis de générer la marge nette, le ratio bénéfice coût, la productivité moyenne nette du travail et le taux de rentabilité interne de l'ensemble des producteurs échantillonnés (Tableau 3) et des différentes catégories d'exploitant (Tableau 4, 5)

Tableau3 : Indicateurs de performance de l'ensemble des exploitations de soja

Indicateurs	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Rendement en kg/ha	857,07kg	329,276	250	1800
Total coût variable en kg/ha	56308,3	22770	6000	120300
Total coût fixe en kg/ha	9460,37	7340,89	616,667	34300
Coûts totaux en FCFA/ha	65768,7	25480,3	10541,7	131675
Produit brute en valeur en FCFA/ha	128561	49391,4	37500	270000
Productivité moyenne nette de travail en FCFA/HJ	4644,13	3674,18	-11775	14827,5
Marge brute en FCFA/ha	72252,2	42278,6	-30050	195600
Marge nette en FCFA/ha	62791,8	40879,7	-35325	186975
Taux de rentabilité interne	0,41624	0,40367	-0,4419	1,39855
Ratio bénéfice coût	1,41624	0,40367	0,55814	2,39855

Source : Résultat d'analyse des données, 2017

Tableau 4 : Résultat du test d'analyse de variance (ANOVA)

Indicateurs	F	ddl 1	ddl 2	Sig. (bilatéral)
Marge nette	3,148	5	94	0,011
Ratio bénéfice coût	3,217	5	94	0,010
Productivité moyenne nette de travail	3,378	5	77	0,008
Taux de rentabilité interne	3,217	5	94	0,010

Source : Résultat d'analyse des données, 2017

Tableau 5 : Marge nette et Ratio bénéfice-coût des différentes catégories d'exploitation de soja

Indicateurs	Catégories	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Marge nette en FCFA/ha (MN)	C1	55942,5 ^a	43522,3	-18900	134250
	C2	67419,3 ^b	40873	10540	145225
	C3	36898,5 ^a	34862,5	-35325	108000
	C4	72989,2 ^b	44065,8	7750	137050
	C5	61011,2 ^a	25189,7	-2234	109082
	C6	87336,7 ^b	38434,9	14550	186975
Ratio Bénéfice coût (RBC)	C1	1,30254 ^a	0,4571	0,57913	2,39855
	C2	1,43509 ^b	0,38165	0,87056	2,06849
	C3	1,17615 ^a	0,31438	0,55814	1,86076
	C4	1,50813 ^b	0,41082	0,7947	1,99115
	C5	1,50283 ^b	0,31621	0,97107	2,06009
	C6	1,63965 ^b	0,34145	0,91912	2,38885

a ≠ b : Différence moyenne significative au seuil de 5 % par rapport à C6

Source : Résultat d'analyse des données, 2017

Tableau 6 : Productivité moyenne de travail et Taux de rentabilité interne des différentes catégories d'exploitation de soja

Indicateurs	Catégories	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Productivité Moyenne Nette de Travail en FCFA/HJ (PML)	C1	3779,79 ^a	3775,6	-3436,4	14827,8
	C2	5982,39 ^b	3214,62	1315,35	10015,5
	C3	2253,39 ^a	4344,79	-11775	6458,33
	C4	5063,35 ^b	3085,16	666,667	9451,52
	C5	5135,02 ^b	2221,03	2056,49	9980,05
	C6	6903,61 ^b	2681,75	1276,32	12465
Taux de Rentabilité Interne (TRI)	C1	0,30254 ^a	0,4571	-0,4209	1,39855
	C2	0,43509 ^b	0,38165	-0,1294	1,06849
	C3	0,17615 ^a	0,31438	-0,4419	0,86076
	C4	0,50813 ^b	0,41082	-0,2053	0,99115
	C5	0,50283 ^b	0,31621	-0,0289	1,06009
	C6	0,63965 ^b	0,34145	-0,0809	1,38885

a ≠ b : Différence moyenne significative au seuil de 5 % par rapport à C6

Source : Résultat d'analyse des données, 2017

4.2.1. Marge Nette et Ratio Bénéfice Coût de la production

Pour l'ensemble des exploitants, la marge nette de la production varie de -35325 FCFA/ha à 186975 FCFA/ha avec une moyenne de 62791,8 FCFA/ha ($\pm 40879,7$) (Tableau 3). Ce résultat suggère que la production de soja est une activité rentable au point de vue économique. Lorsqu'on s'intéresse de plus près à chaque type d'exploitation de soja, on remarque que la marge nette moyenne est positive pour tous les types d'exploitation de soja identifiés (Tableau 5). Les produits bruts obtenus par ces différents types d'exploitation arrivent donc à couvrir les coûts totaux de production constitués des coûts variables et fixes.

En outre, les marges nettes moyennes déterminées sont significativement différentes d'un type d'exploitation à un autre au seuil de 5% ($F=3,148$; $p=0,011$; $\alpha = 5\%$). Cette différence serait due à la diversité de l'utilisation des ressources productives d'un type d'exploitation à l'autre. En effet, la comparaison deux à deux des valeurs moyennes des marges bénéficiaires des différents type d'exploitation par un test LSD (Least-Significant Difference) stipule que la marge nette moyenne des exploitations de type C3 est statistiquement inférieure aux marges nettes moyennes des exploitations de type C2, C4 et C5 d'une part et aux exploitations de type C6 d'autre part. De plus, ces exploitations de type C6 sont significativement plus performantes que les exploitations de type C5 et C1 générant des marges nettes moyennes statistiquement égales.

La production de soja est donc rentable pour l'ensemble des exploitations du point de vue marge nette ainsi que pour chaque type d'exploitation. Mais elle varie d'un type d'exploitation à un autre. Elle est plus rentable pour les exploitants ayant une grande superficie de soja (supérieure $\geq 2,45$ ha) et bénéficiant des appuis financiers formels sous forme de crédit par rapport aux autres types d'exploitation n'ayant pas accès au financement au cours de leurs activités de production.

Le ratio-bénéfice coût de la production quant à lui varie de 0,55 à 2,39 pour l'ensemble des producteurs avec une moyenne de 1,41 ($\pm 0,40$) (Tableau 3). Ce résultat indique donc que la production de soja est une activité financièrement rentable. Lorsqu'on s'intéresse de plus près à chaque type d'exploitation de soja, on remarque que le ratio-bénéfice coût est supérieur à 1 pour tous les types d'exploitation identifiés. Ce qui suggère que la production de soja est financièrement rentable pour chaque type d'exploitation. Les produits bruts arrivent donc à couvrir tous les coûts de production y compris la valeur de la main-d'œuvre familiale qui est prise en compte dans les coûts totaux de production pour cet indicateur de rentabilité.

Cependant, les ratios bénéfiques coûts sont significativement différents d'un type d'exploitation à un autre au seuil de 1% ($F=3,217$; $p=0,010$; $\alpha = 1\%$). Cette différence entre les différents types d'exploitation serait

due à la capacité de chaque exploitant à générer des profits à travers ses activités de production. Ainsi, la valeur moyenne du ratio bénéfice coût des exploitations de type C3 est significativement inférieure à celle des exploitations de type C4, C5 et C6 présentant des moyennes statistiquement égales. De plus, les exploitations de type C6 sont significativement plus performantes que les exploitations de type C1 en terme de coût investi dans la production.

La production de soja est donc rentable pour l'ensemble des exploitations ainsi que pour chaque type d'exploitation du point de vue ratio bénéfice coût. Cet indicateur de rentabilité financière varie aussi d'un type d'exploitation à un autre. Lorsqu'on considère le ratio bénéfice coût, les producteurs qui emblavent de grande superficie (superficie $\geq 2,45$ ha) de soja et ayant accès aux crédits agricoles réalisent un meilleur profit (bénéfice) comparativement aux autres types d'exploitation de petite taille n'ayant pas accès aux appuis financiers sous forme de crédit au cours de leurs activités de production.

4.2.2. Productivité Moyenne Nette du Travail et Taux de Rentabilité Interne de la production

La productivité moyenne nette du travail représente en d'autre terme, le salaire journalier d'un actif agricole. Ainsi, pour l'ensemble des exploitants, le gain journalier varie de -11775 à 14827,5 (Tableau3). Un actif agricole, producteur de soja gagne en moyenne 4644,13 FCFA/HJ ($\pm 3674,18$) avec en moyenne 31,92 ($\pm 2,63$) jours de travail par ha pour un exploitant qui travaille seul. La production de soja est donc une activité économiquement rentable du point de vue salaire journalier obtenu pour les producteurs, d'autant plus que le salaire moyen d'un Homme-Jour (2000FCFA/HJ) est inférieur au gain journalier d'un actif producteur de soja dans la zone d'étude.

Lorsqu'on s'intéresse à chaque type d'exploitation, on remarque que la productivité moyenne nette de travail pour chaque catégorie de producteur est supérieure à 2000 FCFA (Tableau 6). Ce qui stipule donc que la production de soja est rentable au point de vue salaire obtenu quel que soit le type d'exploitation. Nonobstant, les productivités moyennes nettes de travail des différents types d'exploitation sont significativement différentes d'un type d'exploitation à un autre au seuil de 1% ($F=3,378$, $p=0,008$; $\alpha = 1\%$). En d'autres termes, la main d'œuvre familiale n'est pas rémunérée de la même manière d'un type d'exploitation à un autre. Cette différence peut être due à la variation de la quantité de la main d'œuvre familiale ou salariée utilisée par chaque type d'exploitation pour produire une quantité donnée des grains de soja dans la zone d'étude. En effet, la valeur moyenne de la productivité moyenne de travail des exploitations de type C3 est significativement inférieure à celle des exploitations de type C2, C4, C5 et C6 générant des productivités moyennes nettes de

travail statistiquement égales. De plus, les exploitations de type C6 sont significativement plus performantes que les exploitations de type C1 du point de vue rémunération du travail.

La production de soja est donc rentable pour l'ensemble des exploitations du point de vue productivité moyenne nette du travail. Cet indicateur de rentabilité économique varie d'un type d'exploitation à un autre et les producteurs possédant de grandes superficies (superficie $\geq 2,45$ ha) et bénéficiant d'appuis financier formel sous forme de crédit réalisent une meilleure performance économique du point de vue salaire obtenue, comparativement aux exploitations de petite taille n'ayant pas accès au financement au cours de leurs activités de production.

Le taux de rentabilité interne (TRI) quant à lui varie de -0,44 à 1,39 pour l'ensemble des producteurs (Tableau 3) avec une moyenne de 0,41 ($\pm 0,40$). Le taux d'intérêt débiteur pratiqué par les institutions de microfinance dans la zone d'étude (19 et 24%) est inférieur à la moyenne des TRI (41,62%) des exploitants. Ce qui stipule donc que la production de soja est économiquement rentable au point de vue investissement du capital. Un producteur qui contracte un crédit à un taux d'intérêt de 19 ou même de 24% pour produire le soja pourra payer les intérêts à partir de la marge nette générée par la production.

En outre, lorsqu'on s'intéresse à chaque type d'exploitation, on constate que les exploitations de type C1 (0,30), C2 (0,43), C4 (0,508), C5 (0,502), C6 (0,63) ont un taux de rentabilité interne supérieur à 24%. Par contre les exploitations de type C3 (0,17) ont un taux de rentabilité interne inférieur à 19%. La production de soja n'est donc pas rentable pour ces exploitants de type C3 au point de vue investissement du capital. Cela serait dû certainement à la prise en compte de la valeur de la main d'œuvre familiale dans les coûts totaux de production. La production de soja pourrait être rentable pour ces exploitants lorsque le taux de rentabilité est évalué sous l'optique économique qui n'est rien d'autre que la marge nette par unité de coût ne prenant pas en compte la valeur de la main-d'œuvre familiale. Ainsi, les taux de rentabilités internes sont statistiquement différents d'un type d'exploitation à un autre au seuil de 1% ($F=3,217$; $p=0,01$; $\alpha = 1\%$). La valeur moyenne du taux de rémunération du capital des exploitations de type C3 est significativement inférieure à celle des exploitations de type C4, C5 et C6 présentant des moyennes statistiquement égales. De plus, les exploitations de type C6 sont significativement plus performantes que les exploitations de type C1 du point de vue investissement du capital.

La production de soja est donc économiquement rentable pour l'ensemble des exploitants au point de vue rémunération du capital, et pour chaque type d'exploitations identifié (sauf pour les exploitations de type C3). Cet indicateur de rentabilité économique varie aussi

d'un type d'exploitation à un autre et les producteurs possédant de grande superficie de soja (superficie $\geq 2,45$ ha) et ayant accès aux crédits agricoles sont plus performants de point de vue investissement du capital, comparativement aux exploitations de petite taille n'ayant pas accès au financement au cours de leurs activités de production.

5. Discussion

L'évaluation de la rentabilité de la production de soja réalisée au Nigéria par Biam & Tsue (2013); Shalma (2014) de point de vue de la marge brute stipule la rentabilité de la production. La prise en compte des différentes charges fixes liées aux investissements dans les exploitations et les emprunts formels (en terme de coût) effectués par les exploitants pour produire le soja au cours de la présente étude, confirme la rentabilité économique de sa production de point de vue de la marge nette, comparables aux résultats de Kpénavoun et al. (2018b). La valeur de la production moyenne obtenue par les exploitants arrive donc à couvrir l'ensemble des charges liées à l'exploitation de soja. En moyenne, il faut 65768,5 FCFA /ha ($\pm 25480,3$) pour répondre aux divers charges liées à la production de soja, comparable aux résultats de Labiyi et al. (2013) où la moyenne du coût de production de soja s'élève à 65243,6 FCFA/ha dans le département des collines au Bénin.

Le taux de rémunération du capital en moyenne des exploitants est de 41,62% nettement supérieur au taux moyen de rémunération du capital (-15,55% ; 1%) déterminés respectivement par Paraïso et al. (2012) ; Yabi et al. (2012b) dans le cadre de la production cotonnière et rizicole au Bénin. De même, la production de soja offre une meilleure rémunération du travail qui s'élève en moyenne à 4644,13 FCFA/HJ ($\pm 3674,18$) soit 2,32 fois le prix moyen de la main-d'œuvre d'un jour de travail agricole dans la commune de Dassazounmè. Ce qui confirme qu'il serait alors plus intéressant économiquement pour un producteur d'allouer sa force de travail pour produire le soja sur son exploitation agricole que d'aller offrir sa force de travail à d'autres exploitations contre rémunération (Kpénavoun et al. 2018b).

De point de vue rémunération du travail, la principale culture de rente du pays (le coton), génère en moyenne 173,83 FCFA/HJ (Paraïso et al. 2012), de même les productivités moyennes de la main-d'œuvre familiale du maïs, d'arachide, et du riz sont respectivement de 864,78 FCFA/HJ ; 509,33 FCFA/HJ et 464,26 FCFA/HJ (Yabi, 2010). La production de soja est donc susceptible de rémunérer alors plus les producteurs que le coton, le maïs, l'arachide et le riz.

En effet, le soja est essentiellement produit par les pauvres (80% des foyers pauvres au Nigéria), qui ont des chances de bénéficier de la recherche et de la vul-

garisation (Nteranya & Bergvinson, 2015). Sa production contribue de ce fait au développement socio-économique des exploitants (Moreno, 2015).

Ainsi, vu l'importance agronomique, environnementale, et nutritionnelle de la production de soja montrée respectivement par Batamoussi-Hermann et al.(2016), Badou et al.(2013) ; Zannou-Tchoko et al.(2010) et l'importance socio-économique apportée par la présente étude, une prise en compte de cette filière dans les politiques agricoles s'avère importante.

Par ailleurs, en se référant à la théorie selon laquelle les facteurs comme: les conditions écologiques, la disponibilité des ressources, et les considérations relatives à l'environnement économique et social peuvent influencer du coup le choix des producteurs par rapport aux systèmes de production (Yabi et al.2012b), la rentabilité de ces derniers est alors susceptible de varier d'un type d'exploitation à un autre.

Les agriculteurs qui utilisent le crédit pour l'achat de l'engrais, les pesticides, et les herbicides sont plus susceptibles d'améliorer l'efficacité de leurs unités de production (Sossou et al. 2014), de même une augmentation de la superficie et du travail contribue à un meilleur rendement (Bakhsh et al., 2005). La présente étude apporte, qu'en fonction de la superficie et de l'accès au crédit, les producteurs de soja possédant de grande exploitation et bénéficiant des appuis financiers formels sous forme de crédit présentent une meilleure performance économique et financière comparativement aux exploitations de petite taille n'ayant pas accès au financement au cours de leurs activités de production.

L'acquisition du crédit agricole par ces derniers leur permet de répondre aux diverses charges courantes dans l'exploitation comme les charges liées à la main d'œuvre, l'achat de l'inoculum, et des semences certifiées. Néanmoins les petits agriculteurs n'investissent pas tout le crédit vers un contexte spécifique, 30 à 70 % du crédit peut être investi dans les activités hors ferme par ces derniers (Sossou et al. 2014). Ce qui pose encore la problématique de l'impact des crédits agricoles accordés en milieu rural. Il s'en suit donc que les performances économiques et financières statistiquement non significatives parfois observées entre les exploitations de petite taille mais bénéficiant quand même de l'appui financier sous forme de crédit agricole et celles des exploitations de soja n'ayant pas accès au financement agricole au cours leurs activités de production se justifient parfaitement.

6. Conclusion

La production de soja est une activité financièrement et économiquement rentable pour l'ensemble des exploitations du point de vue marge nette, ratio bénéfice coût, productivité moyenne nette de travail et au point de vue taux de rentabilité interne. En fonction de la

taille de l'exploitation et de l'accès aux crédits des producteurs, il a été constaté que ces indicateurs de rentabilité varient d'un type d'exploitation à un autre. Il existe une différence significative entre les différents types d'exploitation de soja pour chaque indicateur de rentabilité au seuil de 5%. En d'autre terme, la variation des indicateurs de rentabilité entre les différentes catégories de producteurs en fonction de la superficie emblavée et de leurs l'accès aux crédits est plus importante que la variation au sein du groupe au seuil de 5%. Les producteurs disposant de grande superficie de soja supérieure ou égale à 2,45 ha et bénéficiant des appuis financiers formels sous forme de crédit sont plus performants que les autres types d'exploitation de petite taille n'ayant pas accès au financement agricole pour chaque indicateur de rentabilité.

En outre, bien que l'ensemble des producteurs de soja réalise une bonne performance économique dans la zone d'étude, il existe des exploitants dont leurs performances économiques sont moins bonnes. Le manque ou le difficile accès aux crédits, est la principale contrainte évoquée par ces derniers. Il convient aux décideurs, et aux organismes en charge de la promotion de la filière soja au Bénin d'aider les exploitants dans ce processus de modernisation de leurs unités de production. Une mise en œuvre des stratégies de financement par la facilitation de l'accès aux crédits agricoles par l'installation des institutions de microfinances à faible taux d'intérêt et par la dotation en équipements agricoles adéquats s'impose afin d'augmenter la rentabilité de la filière dans le cadre d'une production durable de soja au Bénin.

REMERCIEMENTS

L'équipe de recherche adresse ses remerciements à : Mr Privat AHIMIHOUE ; Mr Gildas GNINDE ; Mr Fortuné A. BIAOU et aux responsables des organisations des producteurs à l'échelle communale et villageoise pour leurs appuis d'ordre technique durant la phase de collecte des données.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

Akouehou G.S. Houndonougbo A. & Tente B. 2013. La dynamique des systèmes de production dans les terroirs agricoles riverains de la forêt intercommunale de Fita-Agbado dans les communes de Dassazoumè et de Savalou, Département des collines au Centre du Bénin. *Internationale. Journal of Biological and Chemical Science*, 7(5): 1877-1891.

- Badou A. Akonde P.T. Adjanonhoun A. Adjè I.T. Aïhou K. & Igué A. M. 2013. Effet des différentes modes de gestion des résidus de soja sur le rendement de maïs dans deux zones agro écologiques du centre Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, Numéro spécial Fertilité de maïs, Janvier 2013. ISSN 1840-7099. <http://www.slire.net>.
- Bakhsh K. Hassan L. & Maqbool A. 2005. Factors affecting cotton yield: case study of Sargodha (Pakistan), *Journal of Agriculture & Social Sciences*, vol. 1, no. 4, pp. 332–334.
- Batamoussi-Hermann M. Boulga J. Yolou I. Tokore J.S.B.O.M. Lafia. K. & Issa A. (2016). Analyse des pratiques paysannes de production de Soja dans la commune de Kalalé. *International Journal of Innovation and Scientific Research* ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 2 Jul. 2016, pp. 501-509.
- Baumont R. Bastien D. Ferrard A. Maxin G. & Niderkorn V. 2016. Les intérêts multiples des légumineuses fourragères pour l'alimentation des ruminants. *Fourrages*, 227, 171-180.
- Biam K.C & Tsue T.P. 2013. Profitability of soyabean production by smallholder farmers in Nigéria: A guide for sustainable food security. *European Journal of Business and Management* 5 (30): 89-96
- Biaou D. Yabi J.A. Yegbemey R. N. & Biaou G. 2016. Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin. *Internationale Journal of Innovation and Scientific Research Journal*. ISSN2351-8014 Vol. 21 No. 1 Mar 2016, pp.201-211.
- Capo Chichi J.Y. & Guidibi M. E. 2006. Monographie de la commune de Dassa-zounmè. *Programme d'Appui au Démarrage des Communes. Afrique Conseil*
- CIRAD-GRET. 2002. Ministère des affaires étrangères. *Mémento de l'Agronome*, 1691 p.
- Sossou H.C. Noma F & Yabi J.A. 2014. Rural credit and farm efficiency: modelling farmers credit allocation decision, evidence from Benin. *Economics Research International*, Volume 2014, Article ID 309352, 8 pages.
- Dègla K.P. 2012. Rentabilité économique et financière des exploitations cotonnières basée sur la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols et des Ravageurs au Nord-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB) Numéro spécial Coton Septembre 2012 BRAB en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net>.
- FAOSTAT. 1999, 2009, 2013. Available at <http://faostat.fao.org>.
- Gujarati D.N. 2003. Basic Econometric. Forth Edition publish by Mcgraw-Hill Higher Education. New York NY, USA 1002 p.
- Javaheri F. & Baudouin. J.P. 2001. Soja (Glycine max (L.) Merrill.), *Agriculture en Afrique tropicale*. (1634): 660-883.
- Karima S. 2011. Système d'appuis aux entreprises par les institutions de micro finance de crédit direct Béninoise : Ancrage culturel. *Annales de l'Université Marien Ngouabi* 12(2) : 21-35. Science Economique et de Gestion ISSN: 1815-4433. www.annales.umng.org.
- Kpénavoun S.C. Okry F. Santos F. & Hounhouigan J. 2018a. Efficacité technique des producteurs de soja du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 22 (2) :167-182.
- Kpénavoun S.C. Kpadé C.P. Santos F. & Mensah G. A. 2018b. Efficacité technique et rentabilité économique de la production de soja au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB) Numéro spécial Développement Agricole Durable (DAD) – Décembre 2018 BRAB en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net>.
- Labihi I. A. Adedegue L. & Yabi A. J. 2013. Analyse de l'efficacité économique d'allocation des ressources dans la production du soja au Bénin. Unité de Recherche en Économie et Développement (URED), Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Économiques et Sociales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche). 2017. Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA).
- Metohoue R.Z. 1994. Les merveilles du soja, rapport, 24 p., (1994).
- Moreno K. J. 2015. Évaluation de la production et de la commercialisation du Soja dans le groupement de BUSHUMBA, Côte occidentale de la République Démocratique de Congo. Innovation and scientific research. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, ISSN 2351-8014, Vol. 13 No. 1, Jan. 2015, pp. 10-28.
- Ntérany S & Bergvinson 2015. Oléagineux et Niébé, rapport .2015.
- Obossou E. Goumi. K.L. Idrissou. L. Analyse de la mise en œuvre de systèmes d'innovation au sein de la filière soja dans la commune de Dassa-zounmè au centre du Bénin. *Annales de l'Université de Parakou, Série Science Naturelle et Agronomie*. Vol.8: 105-116. ISSN. 1840-8494.
- Ollabodé N. Tovihoudji. P. G. Labiyi A. I. Aïhounon G.B. Adimi O.G. & Yabi J.A. 2017. Déterminants du rendement de soja dans la commune de N'Dali. *Annales de l'Université de Parakou, Série Science Naturelle et Agronomie*. Hors-série No 1 : 35-42. ISSN. 1840-8494.
- ONASA (Office Nationale d'Appui à la Sécurité Alimentaire). 2016. Evaluation de la production vivrière 2015 et des perspectives alimentaires pour 2016 au Bénin. Rapport par département volume 2.
- Paraïso A. Yabi J.A. Sossou A. Zoumarou–Wallis N. & Yegbemey R. N. 2012. Rentabilité économique et financière de la production cotonnière à Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. *Annales des sciences Agronomiques* 16(1): 91-105. ISSN 1659-5009.

- Shalma H.J. Economic of analyse of soya bean production under sassaka Global 2000 project in Kaduna state Nigéria. 2013. Departement of Agricultural Economy and Rural Sociology, Faculty of Agriculture, Ahmdu Bello University, Zaria, Nigeria.
- Yabi A.J. 2010. Analyse des déterminants de la rentabilité économique des activités menées par les femmes rurales dans la commune de Gogounou au Nord-Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 14 (2) 221-239.
- Yabi A.J. 2011. Analyse of maize production and supply for good security improvement in the Borgou Region in Nothaest of Bénin. *Annales de l'Université Marien Nguabi* 12(2): 36-50. Science Economique et de Gestion ISSN : 1815-4433. www.annales.umng.org.
- Yabi A.J. Paraïso A. Ayena R.L. & Yegbemey. R. N. 2012a. Rentabilité économique de la production agricole sous les pratiques culturales de la gestion de la fertilité du sol dans la commune de Ouaké au Nord-est Bénin (Vol. 16). *Annales des Sciences Agronomiques* 16 (2): 229-242.
- Yabi A.J. Paraïso A. Yegbemey R.N. & Chanou P. 2012b. Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanvilleau Nord-Est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)* Numéro spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales – Décembre 2012BRAB en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net>.
- Zannou-Tchoko V.I. Bouaffou K.G.M. Kouamè K.G. & Konan B.A. 2011. Etude de la valeur nutritionnelle de farines infantiles à base de manioc et de soja pour enfant en âge de sevrage. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 80, 2011, p. 748 – 75.

Matériels supplémentaires

Matériel supplémentaire I : Coûts de production des différentes catégories de producteurs

<i>Coûts</i>	<i>Catégories</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
<i>Total coûts variable en FCFA/ha</i>	<i>C1</i>	<i>45573,9</i>	<i>24289,4</i>	<i>6500</i>	<i>120300</i>
	<i>C2</i>	<i>59544,4</i>	<i>16875,4</i>	<i>32750</i>	<i>85200</i>
	<i>C3</i>	<i>46647</i>	<i>22308,8</i>	<i>6000</i>	<i>84500</i>
	<i>C4</i>	<i>72104,6</i>	<i>25000,6</i>	<i>40800</i>	<i>99050</i>
	<i>C5</i>	<i>57981,5</i>	<i>19056,3</i>	<i>16950</i>	<i>95500</i>
	<i>C6</i>	<i>67148,3</i>	<i>13922,1</i>	<i>42650</i>	<i>100700</i>
<i>Totalcoûts fixes en FCFA/ha</i>	<i>C1</i>	<i>7362,15</i>	<i>4360</i>	<i>2611,11</i>	<i>18750</i>
	<i>C2</i>	<i>19901,3</i>	<i>8074,09</i>	<i>14025</i>	<i>43100</i>
	<i>C3</i>	<i>4094,54</i>	<i>1416,46</i>	<i>1850</i>	<i>6000</i>
	<i>C4</i>	<i>19281,3</i>	<i>6043,01</i>	<i>11400</i>	<i>32625</i>
	<i>C5</i>	<i>3142,44</i>	<i>1551,72</i>	<i>616,66</i>	<i>6320</i>
	<i>C6</i>	<i>10814,9</i>	<i>3853,13</i>	<i>3750</i>	<i>18100</i>
<i>Coûts totaux de production en FCFA/ha</i>	<i>C1</i>	<i>52936,1</i>	<i>24377,7</i>	<i>14250</i>	<i>129633</i>
	<i>C2</i>	<i>79445,7</i>	<i>14132,1</i>	<i>64290</i>	<i>105150</i>
	<i>C3</i>	<i>50741,5</i>	<i>22604,8</i>	<i>10541,7</i>	<i>89125</i>
	<i>C4</i>	<i>91385,8</i>	<i>28142</i>	<i>52250</i>	<i>131675</i>
	<i>C5</i>	<i>61124,1</i>	<i>19239,6</i>	<i>19325</i>	<i>99533,3</i>
	<i>C6</i>	<i>77963,3</i>	<i>15063,8</i>	<i>54450</i>	<i>113400</i>

Source : Résultat d'analyse des données, 2017

Matériel supplémentaire II : Données économiques liées à la production des types d'exploitation

<i>Indicateurs</i>	<i>Catégories</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
<i>Rendement en kg/ha</i>	<i>C1</i>	<i>725,857</i>	<i>311,285</i>	<i>250</i>	<i>1400</i>
	<i>C2</i>	<i>973,1</i>	<i>227,63</i>	<i>660</i>	<i>1500</i>
	<i>C3</i>	<i>584,26</i>	<i>131,716</i>	<i>348</i>	<i>825</i>
	<i>C4</i>	<i>1095,83</i>	<i>425,579</i>	<i>400</i>	<i>1500</i>
	<i>C5</i>	<i>814,235</i>	<i>189,145</i>	<i>500</i>	<i>1130</i>
	<i>C6</i>	<i>1102</i>	<i>251,545</i>	<i>625</i>	<i>1800</i>
<i>Produit brute en valeur en FCFA/ha</i>	<i>C1</i>	<i>108879</i>	<i>46592,8</i>	<i>37500</i>	<i>210000</i>
	<i>C2</i>	<i>146865</i>	<i>41589,4</i>	<i>99000</i>	<i>225000</i>
	<i>C3</i>	<i>87640</i>	<i>19757,4</i>	<i>52200</i>	<i>123750</i>
	<i>C4</i>	<i>164375</i>	<i>63836,8</i>	<i>60000</i>	<i>225000</i>
	<i>C5</i>	<i>122135</i>	<i>28371,8</i>	<i>75000</i>	<i>169500</i>
	<i>C6</i>	<i>165300</i>	<i>37731,8</i>	<i>93750</i>	<i>270000</i>
<i>Marge Brute en FCFA/ha</i>	<i>C1</i>	<i>63304,6</i>	<i>44297,6</i>	<i>-8250</i>	<i>142000</i>
	<i>C2</i>	<i>87320,6</i>	<i>38683,3</i>	<i>24640</i>	<i>159250</i>
	<i>C3</i>	<i>40993</i>	<i>34721,4</i>	<i>-30050</i>	<i>114000</i>
	<i>C4</i>	<i>92270,4</i>	<i>45297,5</i>	<i>19150</i>	<i>158750</i>
	<i>C5</i>	<i>64153,5</i>	<i>25522,7</i>	<i>-700</i>	<i>111082</i>
	<i>C6</i>	<i>98151,7</i>	<i>37158,4</i>	<i>23100</i>	<i>195600</i>

Source : Résultats d'analyse des données, 2017

Matériel supplémentaire III : Récapitulatif des types d'exploitation selon les zones d'étude

<i>Zones d'étude</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>C5</i>	<i>C6</i>	<i>Total</i>
<i>Akoba</i>	<i>00</i>	<i>06</i>	<i>00</i>	<i>03</i>	<i>00</i>	<i>03</i>	<i>12</i>
<i>Attinkpayé</i>	<i>03</i>	<i>01</i>	<i>00</i>	<i>06</i>	<i>01</i>	<i>11</i>	<i>22</i>
<i>Agbondjèdo</i>	<i>04</i>	<i>00</i>	<i>05</i>	<i>03</i>	<i>06</i>	<i>04</i>	<i>22</i>
<i>Adjanoudoho-Assiyo</i>	<i>16</i>	<i>03</i>	<i>03</i>	<i>00</i>	<i>00</i>	<i>00</i>	<i>22</i>
<i>Lèbinongon</i>	<i>05</i>	<i>00</i>	<i>07</i>	<i>00</i>	<i>10</i>	<i>00</i>	<i>22</i>
<i>Total</i>	<i>28</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>100</i>

Source : Résultat d'analyse des données, 2017



Evaluation de l'état actuel et les principales menaces de la Forêt sacrée Badja au sud-ouest du Bénin : Proposition des stratégies de conservation

Alexis Bokon AKAKPO^{1,2,*}, Elie Antoine PADONOU^{1,3}, Achille E. ASSOGBADJO¹, Romain L. GLELE-KAKAÏ²

¹ Laboratoire d'Écologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin

² Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 04 BP 1525 Cotonou, Bénin

³ Ecole de Foresterie Tropicale, Université Nationale d'Agriculture, BP 43 Kétou, Bénin

Reçu le 28 Novembre 2018 - Accepté le 15 Avril 2019

Assessment of the status and main threats of the Badja Sacred Forest in southwestern Benin: Proposal of conservation strategies

Abstract: In Benin, trend statistics of the state of degradation of sacred forests are of increasing concern for the conservation of these islets in most cases. The objective of this study is to evaluate the current state of the sacred forest "Badja" and to characterize the factors of a possible pressure to guide the strategies for its conservation. A floristic and dendrometric inventory in 30 circular plots of 18 m radius randomly distributed in the forest with a sampling rate of about 23% was carried out. In addition, socio-economic surveys on factors of possible pressure exerted on this ecosystem with 442 respondents were also carried out. Specific richness, diversity and dendrometric parameters were evaluated to characterize the state of conservation of the sacred forest. Correspondence factor analysis and the frequency histogram of perceptions on threat factors were also performed to elucidate the main factors of pressure on the sacred forest. This study shows that the sacred forest is characterized by a floristic richness (45 species), a richness of woody dbh ≤ 10 cm (24 species) and dendrometric structures (average density: 200 stems / ha, average diameter: 23, 85 cm, basal area: 7.69 m² / ha and natural regeneration $5 \leq \text{dbh} < 10$ cm: 171 plants / ha). In the same way, trees with high value indices (*Triplochiton scleroxylon*, *Terminalia superba* and *Sterculia tragacantha*) have become very rare in the forest. The main factors in this regression are agriculture, uncontrolled cutting and bush fires. For an effective conservation of this sacred forest, it is necessary to attribute a land status to the sacred forest while recovering its original limits. Moreover, it requires awareness of the population, the development, implementation and monitoring of a plan for the management of the sacred forest.

Keywords: Sacred forest, pressure factor, degradation, conservation strategy, Benin.

Résumé : Au Bénin, les statistiques tendanciennes de l'état de dégradation des forêts sacrées sont de plus en plus inquiétantes pour la conservation de ces îlots dans une majorité des cas. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'état actuel de la forêt sacrée "Badja" et de caractériser les facteurs d'une pression éventuelle afin d'orienter les stratégies pour sa conservation. Un inventaire floristique et dendrométrique dans 30 placettes circulaires de 18 m de rayon aléatoirement distribuées dans la forêt avec un taux de sondage de 23 % environ a été réalisé. Par ailleurs, des enquêtes socio-économiques sur des facteurs de pression éventuelle exercée sur cet écosystème avec 442 enquêtés a été également effectuée. La richesse spécifique, les paramètres de diversités et dendrométriques ont été évalués pour caractériser l'état de conservation de la forêt sacrée. Une analyse factorielle de correspondance et l'histogramme de fréquences des perceptions sur des facteurs de menaces ont été également effectués afin d'élucider les principaux facteurs de pression sur la forêt sacrée. Il ressort de cette étude que la forêt

sacrée est caractérisée par une richesse floristique (45 espèces), une richesse des ligneux dbh \leq 10 cm (24 espèces) et de structures dendrométriques (Densité moyenne: 200 tiges/ha, Diamètre moyen: 23,85 cm, Surface terrière : 7,69 m²/ha et régénération naturelle $5 \leq \text{dbh} < 10$ cm : 171 pieds/ha). De même les ligneux de forts indices de valeurs d'importance (*Triplochiton scleroxylon*, *Terminalia superba* et *Sterculia tragacantha*) sont devenues très rares dans la forêt. Les principaux facteurs de cette régression sont l'agriculture, les coupes anarchiques et les feux de brousse. Pour une conservation effective de cette forêt sacrée, il faut attribuer un statut foncier à la forêt sacrée tout en récupérant ses limites originelles. Il faut aussi une sensibilisation de la population, l'élaboration, l'expérimentation et le suivi d'un plan de gestion de la forêt sacrée.

Mots clés: Forêt sacrée, facteur de pression, dégradation, stratégie de conservation, Bénin.

1. Introduction

L'intérêt pour la sauvegarde de la biodiversité continue de susciter des réponses aux désagréments causés aux écosystèmes par l'homme (Niggemann *et al.*, 2009). L'accentuation de la dégradation des ressources naturelles en général et celle des écosystèmes forestiers en particulier se voit aujourd'hui au cœur des préoccupations majeures de développement et de lutte pour la réduction de la pauvreté dans les régions tropicales africaines. Cette dégradation se caractérise par une diminution importante de l'étendue des formations végétales et une réduction considérable des ressources ligneuses (Ali *et al.*, 2014).

Le Bénin en raison de sa situation géographique et de l'influence du phénomène du Dahomey Gap, dispose d'un couvert forestier très peu dense et de plus, fortement altéré et dégradé par les actions humaines (Arouna *et al.*, 2017 ; Akoegninou *et al.*, 2006). Les sites sacrés (forêts, lacs, montagnes, etc.) jouent un rôle important dans l'utilisation durable des ressources naturelles et en particulier la conservation de la biodiversité (Ali *et al.*, 2014 ; Kokou et Caballe, 2005). Dans les pays non forestiers, comme le Bénin, l'importance des forêts sacrées, tant qu'un outil de maintien des espaces forestiers anciens et de leurs ressources biologiques, a fait l'objet de plusieurs préoccupations (Ali *et al.*, 2014 ; Sinsin *et al.*, 2011). En effet, dans les départements du Mono et de Couffo, sur une superficie totale de 47 hectares de forêts sacrées recensées, seule la forêt sacrée Badja occupait une superficie de 29,94 hectares (64 % des forêts sacrées du département) en 1992 (Sodégla, 1992). Cependant, il est noté déjà en 1997 que cette superficie est passée à 21 ha (Amétépé, 1997) puis à environ 13 ha en 2013

(Koudokpon, 2013). Cette statistique traduit une situation tendancielle de dégradation de la forêt sacrée et de sa biodiversité. En effet, les limites de la forêt sacrée Badja ont reculé considérablement faisant place aux champs, aux jachères, aux habitations, aux pâtures et aux plantations artificielles (DGFRN, 2012).

Dans l'analyse de l'état de conservation des îlots de forêts sacrées dans la sous-région et particulièrement au Bénin, les efforts énergétiques doivent s'accompagner afin d'assurer la préservation de leurs ressources compte tenu de la pression anthropique qui s'exerce sur ces derniers. C'est ainsi que dans une région aux ressources forestières très limitées comme le département de Couffo (DGFRN, 2016), une gestion très conservatoire des forêts sacrées a une priorité importante dans le cadre de la protection des éléments naturels exceptionnels et spécifiques, de la biodiversité et des habitats associés. Cette gestion implique d'abord une connaissance de leur dynamique de conservation et des facteurs de menace éventuelle qui pèsent sur ces écosystèmes. Cette étude s'inscrit donc dans la logique d'évaluer l'état actuel, les principales menaces et de proposer des stratégies de conservation de la Forêt sacrée Badja au sud-ouest du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans la forêt sacrée Badja (Figure 1) située dans l'arrondissement de Lonkli, Commune d'Aplahoué en république du Bénin. Elle est entourée par les villages Badjamé, Egahoué, Donoumè et Essouimè. Elle est limitée au sud-ouest par la République du Togo et au sud-est par l'arrondissement de Dékpo.

* Auteur Correspondant : ab_akakpo@yahoo.fr
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

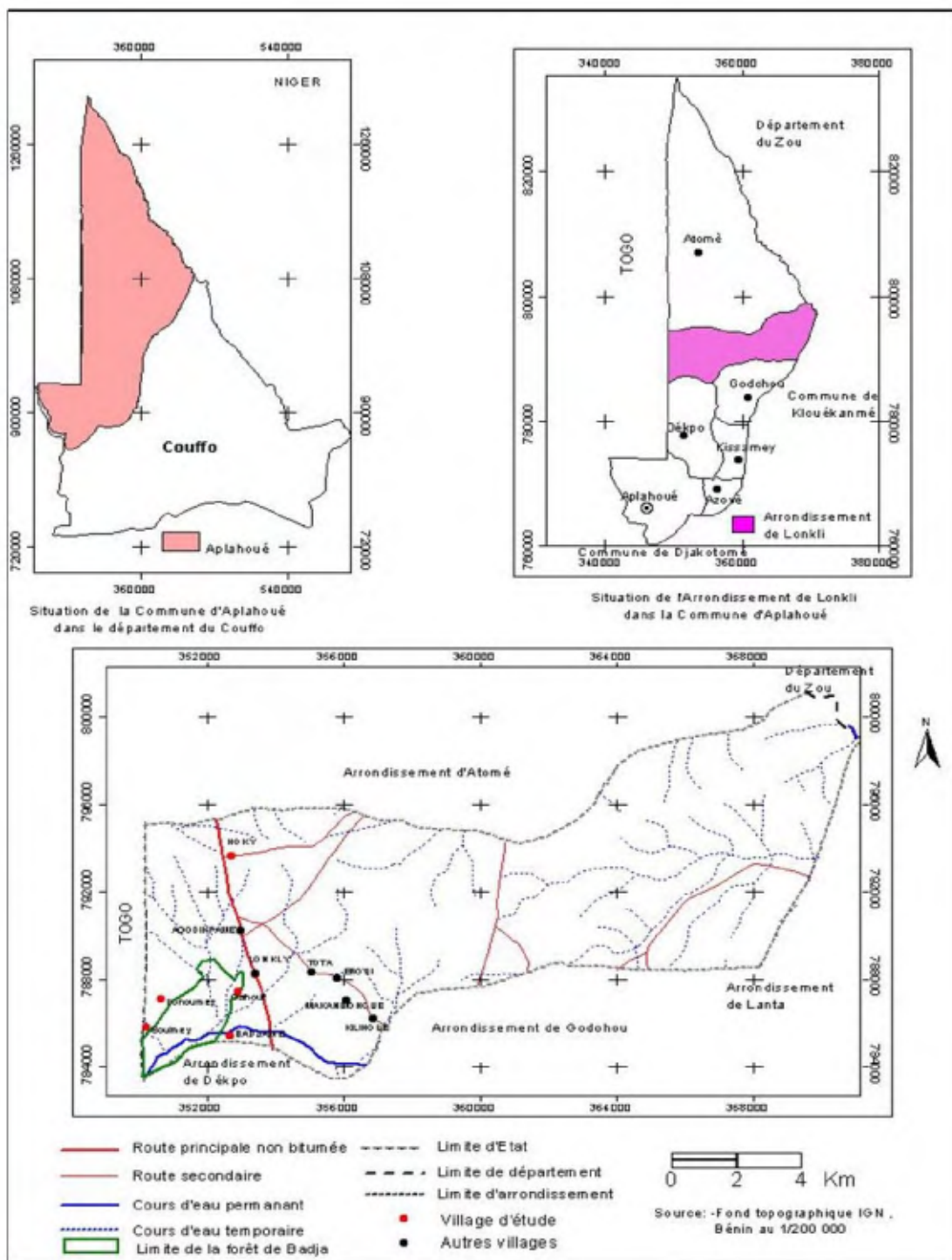


Figure 1 : Situation de la forêt sacrée Badja dans l'arrondissement de Lonkli

La forêt sacrée Badja est caractérisée par un climat de type tropical humide de transition ou soudano-guinéen comprenant deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. Les précipitations annuelles varient de 900 à 1200 mm/an. Le sol est de type argilo-limoneux et argilo-sableux par endroit. La forêt abrite une source permanente d'eau « Badja » qui alimente en permanence la rivière « Lahou » traversant aussi la forêt. Il s'agit d'une galerie forestière à caractère dense semi décidu (DGFRN, 2012). La végétation est essentiellement représentée par *Cola gigantea*, *Pterocarpus santalinoides*, *Cleistopholis patens*, *Diospyros monbutensis* (DGFRN, 2012).

2.2. Echantillonnage et collecte de données

Les données phytosociologies et dendrométriques ont été collectées dans 30 placettes circulaires de 18 m de rayon soit environ 0,1017 ha et aléatoirement distribués dans toute la forêt sacrée (soit un échantillon d'environ 3,05 ha avec un taux de sondage d'environ 23 %). Dans chacune des placettes, toutes les espèces végétales ont été recensées et seuls les individus d'arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) est supérieur ou égal à 10 cm, ont été mesurés ainsi que leur taux de recouvrement estimé visuellement. Le coefficient d'abondance/dominance par espèce d'arbre a été obtenu suivant Braun-Blanquet (1972).

La régénération (DBH<10 cm) a été comptée dans des placettes de 5 m de rayon au centre des grandes placettes. Pour les espèces qui n'ont pas été reconnues immédiatement sur le terrain, des échantillons ont été collectés et identifiés à l'Herbier National du Bénin. La nomenclature APG IV (Chase *et al.*, 2016) a été considérée pour les espèces végétales.

Par ailleurs, pour identifier et caractériser les facteurs de pression sur la forêt sacrée, une enquête a été effectuée auprès de 100 chefs de ménage choisis au hasard dans chacun des différents villages riverains de la forêt (400 chefs de ménage) ; 10 dignitaires de la forêt sacrée et huit responsables de religions endogènes de chaque village riverain. Soit environ 442 enquêtés et dont les informations collectées sont principalement la perception des enquêtés sur les déterminants directs de dégradation de la forêt sacrée. Par enquêté, un score de 10 points a été attribué aux facteurs de pression afin d'identifier les plus importants (Ali *et al.*, 2014).

2.3. Analyse des données

La diversité floristique des espèces ligneuses au sein de la forêt sacrée a été évaluée en utilisant la richesse spécifique (S) qui n'est rien d'autre que le nombre d'espèces total recensé et l'indice de Shannon-Wiener (H) :

$$H = -\sum_{i=1}^S [p_i \times \log_2(p_i)]$$

H varie entre 1 et 5 bits. Si $H \in [0 ; 2,5]$ alors H est supposé faible (cas des stations spécialisées où l'on note généralement des phénomènes de dominance

d'une espèce ou d'un petit nombre d'espèces sur l'ensemble des espèces de la communauté); Si $H \in [2,6 ; 3,9]$ alors H est supposé moyen ; Si $H \in [4 ; 6]$ alors H est supposé élevé.

La diversité floristique a été également évaluée en utilisant l'Équitabilité de Pielou (E) :

$$E = \frac{H}{H_{\max}}$$

avec $H_{\max} = \log_2(S)$; où S est le nombre total d'espèces. E est compris entre 0 et 1. E tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des individus appartient à une seule espèce et prend la valeur 1 lorsque toutes les espèces ont exactement le même recouvrement.

La surface terrière (G) :

$$G = \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{4\pi^2}$$

avec n = nombre de placettes, G en m^2 / ha ; C = circonférence à 1,30 m au-dessus du sol.

La densité des ligneux (D) :

$$D = N \times 10000/S$$

avec N= nombre d'arbres mesurés et S= superficie inventoriée rapportée à l'hectare.

La distribution de Weibull à 3 paramètres (a, b et c) et la densité de la régénération ont été également calculées afin d'évaluer l'état de conservation de la forêt sacrée.

L'ampleur des menaces sur les espèces d'arbres de valeur de la forêt a été évaluée avec les indices de valeur d'importance (IVI) de chaque espèce recensée suivant la méthode de Curtis and Macintosh (1951) :

$$IVI = RD_i + RF_i + RC_i$$

avec RD_i , la densité relative, RF_i , la fréquence relative et RC_i , le recouvrement relatif de chaque espèce considérée. L'espèce qui renferme la plus grande valeur de IVI est la plus importante.

Par rapport aux déterminants de pression considérés, un tableau de contingence présentant le cumul des scores sur les formes de pression suivant le sexe, les classes d'âge (Jeune ≤ 45 ans et Adulte > 45 ans) et le groupe socio-culturel (dignitaires de la forêt sacrée et responsables des cultes endogènes) a été établi. Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été effectuée sur le tableau afin de décrire les relations entre les différents groupes d'enquêtés et les facteurs de pression de la forêt sacrée. Ces données ont également permis de réaliser un histogramme de fréquences de réponse par rapport aux facteurs de pression dans la forêt sacrée afin de déterminer les principaux facteurs de menaces de la forêt sacrée.

3. Résultats

3.1. Etat de conservation de la forêt sacrée

Au total 45 espèces végétales dont 24 espèces ligneuses ont été recensées dans la forêt sacrée Badja. Elles sont réparties dans 16 familles avec 11 familles mono-spécifiques deux familles sont bi-spécifiques (*Anacardiaceae* et *Sapindaceae*) et tétra-spécifiques (*Leguminosae* et de *Rubiaceae*) et seulement une famille (famille des *Malvaceae*) compte trois espèces (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cola gigantea* A. Chev. et *Triumfetta rhomboidea* Jacq.). L'indice de valeur d'importance (IVI) évalué sur l'ensemble des espèces ligneuses a montré que *Triplochiton scleroxylon*, *Terminalia superba* et *Sterculia tragacantha* ont été respectivement les espèces ligneuses qui renferment de plus grandes valeurs d'importance (6,23 % ; 5,29 % ; 5,29 %) dans cette forêt sacrée par rapport aux vingt premières espèces importantes dans la forêt (figure 2).

Cependant, plusieurs espèces de cette liste ont été absentes lors de nos inventaires (tableau 1).

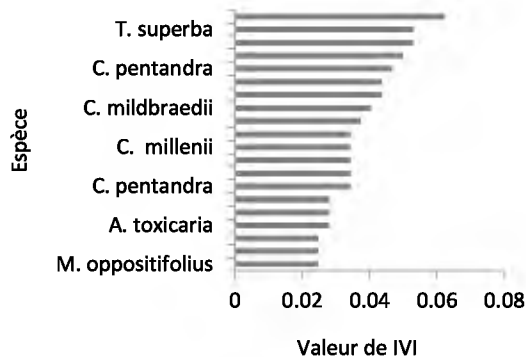


Figure 2 : Vingt premières espèces d'arbres importantes de la forêt sacrée

Tableau 1 : Famille et espèces présentes en 1997 et 2017 et absente en 2017

Famille	Espèces recensées 1997	Année 2017
LEGUMINOSAE	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	1
LEGUMINOSAE	<i>Albizia glaberrima</i> (Schum. & Thonn.) Benth.	0
SAPINDACEAE	<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv.	1
MORACEAE	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	1
SAPINDACEAE	<i>Blighia sapida</i> K.D.Koenig	1
MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1
CANNABACEAE	<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	0
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum albidum</i> G.Don	0
ANNONACEAE	<i>Cleistopholis patens</i> (Benth.) Engl. & Diels	1
MALVACEAE	<i>Cola gigantea</i> A.Chev.	1
MALVACEAE	<i>Cola millenii</i> K.Schum.	0
EBENACEAE	<i>Diospyros soubreana</i> F.White	1
ARECACEAE	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	1
BIGNONIACEAE	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	0
LEGUMINOSAE	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	1
RUBIACEAE	<i>Macrosphyra longistyla</i> (DC.) Hiern	1
EUPHORBIACEAE	<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geisler) Müll.Arg.	1
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> L.	1
BIGNONIACEAE	<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum. ex Engl.	0
MORACEAE	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg	0
BIGNONIACEAE	<i>Newbouldia laevis</i> (P.Beauv.) Seem.	1
OLACACEAE	<i>Olax subscorpioides</i> Oliv.	1
RUBIACEAE	<i>Pavetta corymbosa</i> (DC.) F.N.Williams	1
RUBIACEAE	<i>Psychotria vogeliana</i> Benth.	1
LEGUMINOSAE	<i>Pterocarpus santalinoides</i> DC.	1
ICACINACEAE	<i>Rhaphiostylis beninensis</i> (Hook.f. ex Planch.) Planch. ex Benth.	1
LEGUMINOSAE	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	1
BIGNONIACEAE	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	0
ANACARDIACEAE	<i>Sorindeia grandifolia</i> Engl.	1
MALVACEAE	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	0
COMBRETACEAE	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	0
MALVACEAE	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum.	0
MALVACEAE	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	1
PHYLLANTHACEAE	<i>Uapaca heudelotii</i> Baill.	1
LAMIACEAE	<i>Vitex doniana</i> Sweet	1

1 : Présence ; 0 : absence

Par ailleurs, la forêt sacrée « Badja » est caractérisée par une strate arborée de hauteur supérieure de 20 m. Cette strate est majoritairement constituée de *Ceiba pentandra* et de *Cola gigantea*. Quant à la strate arborescente, elle a une hauteur allant de 4 à 12 m et constituée spécifiquement de *Cleistopholis patens*, *Cremaspora triflora* et *Triumfetta rhomboidea*. La densité de ce peuplement ligneux varie de 68 arbres/ha à 240 arbres/ha dans les placettes avec un écart-type de 81 arbres/ha. La surface terrière moyenne du peuplement arborescent (DBH \geq 10 cm) de cette forêt est égale à 7,69 m²/ha. Elle varie de 3,33 m²/ha à 11,76 m²/ha avec un écart-type de 3,98 m²/ha dans les placettes. Le diamètre moyen des arbres (DBH \geq 10 cm) dans la forêt sacrée est de 23,85 cm. Le tableau 2 présente la valeur des paramètres évalués sur l'état de la forêt sacrée. Ces différentes valeurs sont relativement inférieures à celles des années 97.

Tableau 2 : Paramètres observés sur l'état de conservation de la forêt sacrée

Paramètres de caractérisation	Valeurs observées en 2017 (Travaux de terrain)	Valeurs observées en 1997 (Amétépé, 1997 ; Sokpon et al., 1998)
Richesse floristique	45 espèces	53 espèces
Richesse des ligneux dbh \leq 10 cm	24 espèces	35 espèces
Indice de diversité de Shannon	2,10 bits	2,89 bits
Equitabilité de Piérou	0,63	0,40
Densité moyenne	200 tiges /ha	338 Tiges/ha
Surface terrière moyenne	7,69 \pm 3,98 m ² /ha	26,18 \pm 18,23 m ² /ha
Diamètre moyen	23,85 cm	3 1,41 cm
Régénération naturelle 5 \leq dbh<10 cm	171 pieds/ha	258 tiges/ha

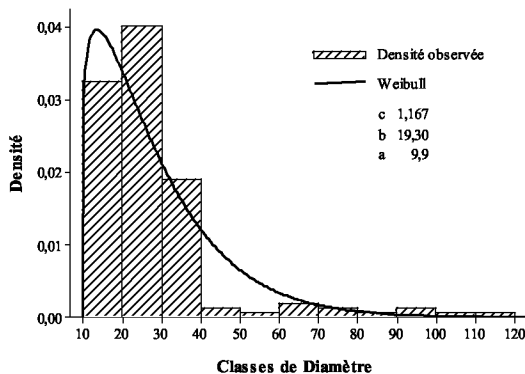


Figure 3 : Structure en diamètre des individus d'arbres mesurés dans la forêt sacrée Badja

La répartition par classes de diamètre des espèces ligneuses (DBH \geq 10 cm) dans la forêt (figure 3) a révélé une distribution asymétrique positive. En effet dans cette forêt les individus des DBH $>$ 40 cm sont faiblement représentés (8,28 %). La valeur de la régénération naturelle est de 2,71 pieds/m². Cette régénération a été plus observée sur 13 espèces d'arbres et dont les plus grands nombres ont été observés avec *Cola gigantea*, *Pterocarpus santalinoides* et *Cleistopholis patens* (Tableau 3).

Tableau 3 : Densité (par m²) de régénération par famille et par espèce d'arbres et arbustes

Familles	Espèces	Densité Régénération (/m ²)
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> L.	4
LEGUMINOSAE	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	5
EBENACEAE	<i>Diospyros mombuttensis</i> Gürke	6
BIGNONIACEAE	<i>Newbouldia laevis</i> (P.Beauv.) Seem.	6
LEGUMINOSAE	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	8
LEGUMINOSAE	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	8
SAPINDACEAE	<i>Blighia unijugata</i> Baker	11
ARECACEAE	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	13
LAMIACEAE	<i>Vitex doniana</i> Sweet	16
MORACEAE	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	18
ANNONACEAE	<i>Cleistopholis patens</i> (Benth.) Engl. & Diels	33
LEGUMINOSAE	<i>Pterocarpus santalinoides</i> DC.	42
MALVACEAE	<i>Cola gigantea</i> A.Chev.	43

3.2. Facteurs de menace et de pression sur la forêt sacrée Badja

Le résultat de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a mis en relation le sexe, les classes d'âge (Jeune \leq 45 ans et Adulte $>$ 45 ans) des enquêtés, la position socio-culturelle (dignitaire et responsable de cultes endogènes) et les différents facteurs de dégradation de la forêt sacrée (figure 4). Dans le système d'axes 1 et 2, 98,14 % des informations contenues dans les variables sont expliquées (figure 4). Ainsi en se basant sur la contribution à la formation des axes 1 et 2 (figure 4), il ressort que les facteurs de pression tels que les feux de brousse et les exploitations anarchiques des ressources ligneuses constituent les principaux facteurs de pression sur la forêt selon la perception des dignitaires et des femmes. Par ailleurs, l'agriculture représente le principal facteur de dégradation de la forêt sacrée selon la perception des hommes adultes et les responsables des cultes endogènes. Cependant, les exploitations

anarchiques et quelque fois le pastoralisme et les changements climatiques ne sont pas négligés par ces acteurs. Les installations humaines quant à elles, ne sont perçues que par les jeunes femmes comme étant une menace de dégradation de cet écosystème forestier.

De même en classant ces facteurs de pression par ordre d'ampleur (figure 5), il a été observé que la recherche de nouvelles terres agricoles (37,60 %) et les

coupes anarchiques (31,40 %) ont été perçues par l'ensemble des populations interviewées comme étant les facteurs les plus déterminants des pressions sur la forêt sacrée. À ces facteurs s'ajoutent les feux de brousse (17,00 %), le pastoralisme (6,60 %), les menaces climatiques (5,60 %) et les installations humaines (1,80 %).

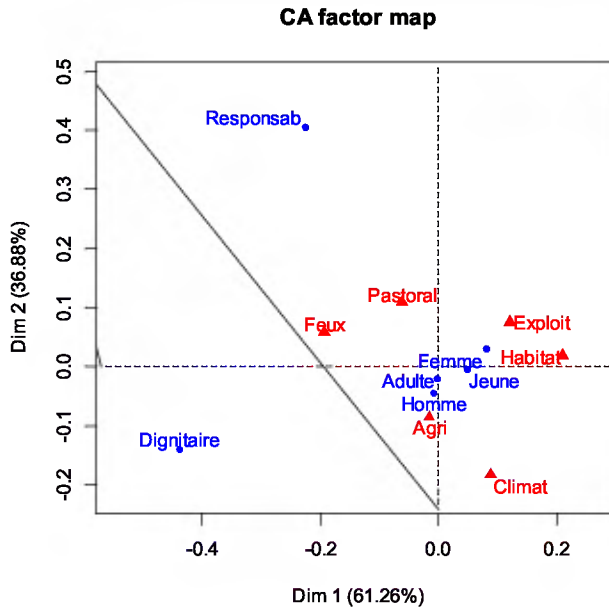


Figure 4 : Positionnement des facteurs de pression et des caractéristiques des enquêtés dans un système d'axes (Analyse Factorielle des Correspondances)

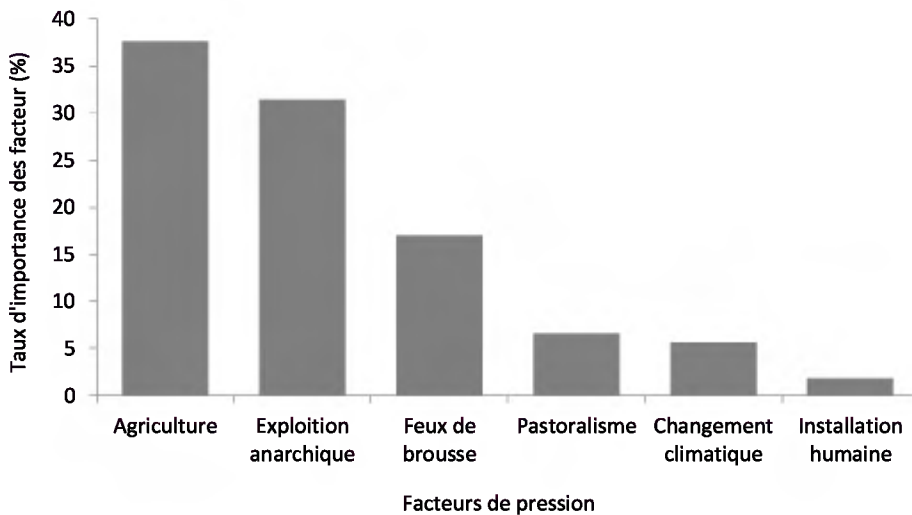


Figure 5 : Facteurs de pression par ordre d'importance perçue par les populations locales

4. Discussion et proposition de stratégies de conservation

4.1. Etat de conservation de la forêt sacrée

La densité des ligneux (N), la surface terrière (G), la richesse spécifique (S) et les indices de diversité (H et E) constituent des paramètres dendrométriques et de diversité qui permettent d'évaluer la santé écologique des aires protégées (Arouna *et al.*, 2017). L'inventaire floristique a permis de recenser 45 espèces végétales dont 24 espèces ligneuses dans la forêt sacrée. Ces valeurs sont relativement inférieures à celles obtenues sur les forêts sacrées au Bénin (Arouna *et al.*, 2017 ; Ali *et al.*, 2014 ; Ceperley *et al.*, 2010), Togo (Kokou *et al.*, 2005) et au Burkina (Traoré *et al.*, 2011). De même les valeurs des paramètres dendrométriques obtenues sont inférieures à celles précédemment observées. Ces différences observées peuvent être justifiées par la diminution de l'effort de protection de cet écosystème. En effet plusieurs travaux ont montré que la valeur de ces paramètres décroît avec l'augmentation du degré de perturbation dans les écosystèmes tropicaux (Sagar & Singh, 2005; Makana & Thomas, 2006). Par conséquent de 1997 à 2017 plusieurs espèces ligneuses sont devenues très rares dans la forêt.

La distribution des individus d'arbre par classes de diamètre a aussi un grand intérêt pour l'évaluation de l'état de conservation des écosystèmes forestiers (Houéto *et al.*, 2013 ; Van Laar & Akça 2007). Dans cette étude, la distribution ajustée de Weibull indique une forte proportion des individus des classes de diamètres inférieurs vers les classes de diamètres supérieurs. Cette structure renseigne normalement d'une bonne condition écologique dans la forêt sacrée et correspond aux peuplements forestiers non perturbés (Mbayngone *et al.*, 2008 ; Savadogo *et al.*, 2011); ce qui permettrait une viabilité au sein des peuplements (Sokpon et Biaou, 2002). Cependant, le nombre d'individus des classes supérieures (DBH \geq 40 cm) a été très faible. Cette réduction des individus de cette classe de diamètre peut être justifiée par les pressions liées à l'exploitation anarchique de bois énergie et de bois d'œuvre de nos jours dans la forêt sacrée. Cette pratique constitue alors une grande menace pour la préservation de cet écosystème car ce sont principalement les semenciers indispensables pour le renouvellement du peuplement qui sont exploités (Kozlowski, 2002 ; Abdourhamane *et al.*, 2013).

4.2. Facteurs de pression et stratégies de conservation de la forêt sacrée

Les actions anthropiques sont reconnues comme étant les principaux déterminants de la dégradation des écosystèmes forestiers (Inoussa *et al.*, 2013) et confirme les résultats de cette étude. L'agriculture à travers la recherche de terres agricoles plus fertiles a été le principal facteur de menace de cette forêt sacrée. Elle a été

suivie par les exploitations incontrôlées des ligneux et les feux de brousse qui constituent aussi des menaces majeures qui pèsent sur la conservation de cette forêt sacrée. Ces observations confirment les conclusions de Ali *et al.* (2014) sur les forêts sacrées ou communautaires de la Basse Vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin, de Sambieni *et al.* (2015) sur la dégradation paysagère de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin, de Traoré *et al.* (2011) sur les ressources végétales ligneuses dans le sud-ouest du Burkina Faso et de Savadogo *et al.* (2011) sur les bois sacrés en société Mossi (Burkina Faso). Cependant, l'ordre d'importance des facteurs de dégradation perçus par les populations diffère selon ces auteurs. Cela peut donc être expliqué par la différence entre les groupes socio-professionnels et ethniques riverains à chaque milieu d'étude. En effet, nos résultats ont révélé que les perceptions locales sur les facteurs déterminant la pression sur les ressources de la forêt sacrée « Badja » varient en fonction du sexe, des classes d'âge (jeunes et adultes) et des groupes socio-culturels (dignitaire de la forêt et responsable de cultes). Ces résultats corroborent avec ceux de Teka et Vogt (2010), qui ont trouvé que les perceptions locales sur les menaces naturelles en zones côtières du Bénin varient suivant les groupes spécifiques (groupe social et âge). Le facteur de pression « agriculture » est plus exprimé par les hommes adultes autour de la forêt sacrée. Cela peut être justifié du fait que cette activité est plus exercée par cette catégorie d'acteurs. Des stratégies de conservation plus efficaces sont nécessaires à entreprendre afin de réduire au mieux ces facteurs de menace. Dans un souci de restauration et de conservation durable de cette forêt sacrée, il faudra tenir compte des mécanismes de suppression des causes de sa dégradation et du renforcement de son caractère sacré. Dans l'immédiat, il faut une sensibilisation des populations riveraines sur les conséquences des facteurs de pression sur la conservation de la forêt sacrée et sur la nécessité de la sauvegarder. Notons que, ces sensibilisations ont fait leurs preuves dans le cadre de la conservation et la restauration des forêts sacrées au Bénin (Juhé-Beaulaton, 2006 ; Kokou et Sokpon, 2006 ; DGFRN, 2012), au Madagascar (Harpet *et al.*, 2008 et Ravaloharimanitra *et al.*, 2015), au Cameroun (Nkongmeneck *et al.*, 2010).

Ensuite de façon participative, il faudra élaborer un plan d'aménagement et de gestion de la forêt sacrée avec la population riveraine. Notons aussi que l'intérêt de la participation des différents acteurs de la population réside dans le fait qu'ils soient impliqués à tous les niveaux et dans toutes les activités à vocation restauratrice et conservatrice de la forêt sacrée (Kokou et Sokpon, 2006). Cela permettrait donc à la population de maîtriser les enjeux écologiques, socioculturels et économiques de la forêt sacrée et faciliterait la mise en œuvre et le suivi du plan d'aménagement. Enfin, la

mise en œuvre et le suivi à long terme du plan d'aménagement permettront une restauration et une conservation effective de la forêt sacrée. L'évaluation à mi-parcours et au terme de l'échéance de la mise en œuvre du plan d'aménagement permettra d'ajuster les activités et de définir les nouveaux objectifs pour l'actualisation du plan d'aménagement.

Notons aussi que tout au long de ce processus, il faudra prendre en compte les considérations coutumières de la gestion des forêts sacrées (Savadogo *et al.*, 2011) dans les textes en vigueur sur la gestion de cette forêt ; légitimer la gestion de cette forêt sacrée et opter pour une effective approche participative dans sa gestion (Kasisi et Jacobs, 2002 ; Zadou *et al.*, 2011 ; Savadogo *et al.*, 2011) et enfin développer un mécanisme efficace de financement de sa gestion durable à travers un réseau de partenariat national et ou international.

5. Conclusion

La forêt sacrée de Badja est soumise à une forte pression se traduisant par la disparition des terres, des espèces végétales et animales au profit des champs. Sa protection et son usage durable doivent faire partie intégrante des politiques orientées vers l'avenir et doit être ancrées de plus en plus dans la conscience des populations riveraines qui constituent à la fois la vraie source de conservation et de dégradation de cette dernière.

L'agriculture extensive, l'exploitation anarchique des produits forestiers et les feux de brousse ont été perçus par les populations elles même comme des principaux facteurs directs de pression dans la forêt sacrée. Ainsi la forêt sacrée « Badja », la plus importante dans le département du Couffo au Bénin, jusqu'aujourd'hui est vouée à disparaître si aucune action n'est entreprise dans l'immédiat pour sa restauration. Ainsi pour une conservation de cette forêt, il faut une sensibilisation de la population, l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi d'un plan d'aménagement et de gestion de cette forêt sacrée.

REMERCIEMENTS

Les remerciements vont à l'endroit des populations riveraines de la forêt sacrée pour leur disponibilité lors de la collecte des données.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Abdourhamane H. Morou B. Rabiou H. & Mahamane A. 2013. Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger : cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (3) : 1048-1068.
- Ago E. 2000. Sacralisation et niveau de maturation des forêts denses semi-décidues du plateau d'Adja au Sud-ouest du Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, 95 p.
- Akoegninou A. Van der Burg W. J. & Van der Maesen L. J. G. 2006. Flore analytique du Bénin, Wageningen, Backhuys Publishers.
- Ali K. F. M. R. Odjoubere J. Tente A. H. B. & Sinsin A. 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. *Afr. Sc.*, 10 (2) : 243-257.
- Amétépé A. M. 1997. Forêts sacrées et conservation de la biodiversité au Bénin : Cas du Département du Mono. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, 149 p..
- Amoussou L. L. A. Djossa B.A. Loubégnon O. T. Kidjo F. C. & Mensah G. A. 2012. Analyse de la pression anthropique et son effet sur la biodiversité des sites à ériger en réserves de faune au Sud-Bénin, *Bul. Rech. Agron. Bénin. (BRAB)*, N° Spéci. Elev. Fau., 22-27.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group), 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II, *Bot. J. Lin. Soc.* 141 : 399-436.
- Arouna O. Imorou I.T. Gibigaye M. Alle P. & Tente B. 2017. Analyse comparative de l'état de conservation des forêts classées, des forêts communautaires et des forêts sacrées au Sud-Bénin (Afrique de l'Ouest), *Int. J. Innov. Appl. Stu.*, 19 (1) : 123-139.
- Assogbadjo E. A. Glele Kakaï L. R. Sinsin B. & Pelz D. 2009. Structure of *Anogeissus leiocarpa* Guill.,

- Perr. Natural stands in relation to anthropogenic pressure within Wari-Marô Forest Reserve in Benin. *Afr. J. Ecol.*, 48 : 644-653.
- Braun-Blanquet J. 1972. Plant sociology: the study of plant communities (Facsimile of the edition of 1932, translated by Fuller, G.D., and H.S. Conard). New York: Hafner Publishing Company.
- Ceperley N., Montagnini F., Natta A. 2010. Significance of sacred sites for riparian forest conservation in Central Benin. *Bois Forêts des Tropiques*, 303 (1) : 5-23.
- Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., ... & Stevens, P. F. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1) : 1-20.
- DGFRN 2012. Potentiel en diversité biologique de 45 forêts sacrées au Bénin. Rapport d'exécution, Projet d'Intégration des Forêts Sacrées dans le Système des Aires Protégées (PIFSAP), Cotonou, Bénin.
- DGFRN 2012. Annuaire des statistiques forestières 2014-2015, Cotonou, Bénin.
- Floret C. & Pontanier R. 1984. Aridité climatique, aridité édaphique. *Bul. Soc. Bot. France*, 131 : 265-275.
- Gone B. Z. B. Kouame D. Kone I. & Adou Y. C. Y. 2013. Diversité végétale et valeur de conservation pour la Biodiversité du Parc National du Mont Péko, une aire protégée, menacée de disparition en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosc.*, 71 : 5753-5762.
- Harpert C. Navarro L. & Ramanankirahina R. 2008. Rôle et implications des croyances et des savoir-faire locaux dans les programmes de conservation : exemple d'un site à lémuriens sacrés au cœur de la station forestière à usages multiples d'Antrema (pays sakalava, Madagascar. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 63 : 289-292.
- Houéto G., Fandohana B., Ouédraogo A., Ago E., Salako V.K., Assogbadjo A.E., Glèlè Kakaï R. and Sinsin B. 2012. Floristic and dendrometric analysis of woodlands in the Sudano-Guinean zone: a case study of Belléfoungou forest reserve in Benin. *Acta Botanica Gallica*, DOI:10.1080/12538078.2012.735124
- Inoussa T. M. Imorou I. T. Médahô S. A. & Sinsin B. 2013. Perceptions locales des déterminants de la fragmentation des îlots de forêts denses dans la région des Monts Kouffé au Bénin. *J. Appl. Biosc.*, 66 : 5049-5059.
- INSAE. 2016. Effectif de la population des villages et quartiers de villes du Bénin. Rapport final, RGPH-Recensement Général de la Population et l'Habitat 4^e édition, Cotonou, Bénin.
- Juhé-Beaulaton D. 2006. Enjeux économiques et sociaux autour des bois sacrés et la "conservation de la biodiversité", Bénin, Burkina Faso et Togo : Dynamique de la biodiversité et modalités d'accès aux milieux et aux ressources. Actes de l'atelier, *Fréjus*, 7-9 septembre, Paris, IFB.
- Juhe-Beaulaton D. 2008. Sacred forests and the global challenge of biodiversity conservation: the case of Benin and Togo. *J. Stu. Rel. Nat. Cult.*, 2 (3) : 351-372.
- Kasisi R. & Jacobs P. 2002. Les stratégies et plans d'action pour la conservation de la diversité biologique: un défi culturel et scientifique. *Res. Mar. Trad. – Bul. CPS*, 13 : 14-23.
- Kokou Kouami, Adjossou Kossi et Hamberger Klaus 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 - la revue électronique en sciences de l'environnement*, [En ligne], Volume 6 Numéro 3 | décembre 2005, mis en ligne le 01 décembre 2005, consulté le 07 juin 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/2456> ; DOI : 10.4000/vertigo.2456
- Kokou K. & Caballe G. 2005. Climbers in forest fragments in Togo : 107-120. In Bongers F. Parren M. P. E. & Traoré D. (eds), *Forest Liana of West Africa*, Oxford, UK.

- Kokou K. & Sokpon N. 2006. Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois Forêts Trop.*, 288 (2) : 15-23.
- Koudokpon K. R. 2013. Gestion de la forêt sacrée de Badjamè dans l'arrondissement de Lonkli (Aplahoué): Problèmes et propositions d'aménagement. Thèse de Maîtrise, Université d'Abomey Calavi, Faculté de Lettre, Art et Sciences Humaines, Bénin, 74 p.
- Kozłowski T. T. 2002. Physiological ecological of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. *For. Ecol. Manage.*, 158 : 195-221.
- Makana J. R. and Thomas S. C. 2006. Impacts of selective logging and agricultural clearing on forest structure, floristic composition and diversity, and timber tree regeneration in the Ituri Forest, Democratic Republic of Congo. *Biodiversity Conservations*, 15: 1375-1397.
- Mbayngone E. Thiombiano A. Hahn-hadjali K. & Guinko S. 2008. Caractéristique écologique de la végétation ligneuse du sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'ouest): le cas de la réserve de Pama. *Candollea*, 33 (1) : 17-33.
- Nkongmeneck B. A. Nguenang G. M. Beligne V. & Fongnzossie E. 2010. Inventaire, cartographie et étude diagnostic des forêts sacrées du Cameroun : contribution à l'élaboration d'une stratégie nationale de gestion durable. Rapport final, projet Forêts Sacrées, Millennium Ecologic Museum (MEM) et Ministère des Forêts et de la Faune, Yaoundé, Cameroun.
- Niggemann M. Jetzkowitz J. Brunzel S. Wichmann M.C. & Bialozyt R. 2009. Distribution patterns of plants explained by human movement behavior. *Ecol. Mode.*, 220 : 1339-1346.
- Ravaloharimanitra M. Randriahaingo T. N. H. Ranai-voosa H. L. Chamberlan C. & King T. 2015. Conservation communautaire de la forêt humide de basse altitude d'Andriantantely, Madagascar. *Madag. Conserv. Develp.*, 10 : 29-34.
- Sagar R. & Singh J. S. 2005. Structure, diversity, and regeneration of tropical dry deciduous forest of northern India. *Biodiversity Conservations*, 14 : 935-959.
- Sambiéni K. R. Toyi M. S. & Mama A. 2015. Perception paysanne sur la fragmentation du paysage de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin. [VertigO], *Rev. Elect. Sc. Env.*, 15 (2) : 1-17
- Savado S. Ouedraogo A. & 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. Sc.*, 5 (4) : 1639-1658.
- Sinsin B. Assogbadjo A. Adomou A. Loubégnon T. & Fandohan B., 2011. Monographie des sites identifiés d'aire de conservation communautaire de la biodiversité et élaboration de la stratégie du gel du foncier. Rapport d'étude, Laboratoire d'Écologie Appliquée, Cotonou.
- Sodéglá, 1992. Les forêts sacrées du Bénin: Approches traditionnelles de la conservation et de la gestion des ressources naturelles. Étude de cas de quelques villages dans le département du Mono. Thèse d'Ingénieur Agronome : Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, 123 p.
- Sokpon N. Amétépe A. & Agbo V. 1998. Forêts sacrées et conservation de la biodiversité au Bénin : Cas du Plateau Adja au sud-ouest du Bénin. *Ann. Sc. Agron. Bénin*, 1 : 47-64.
- Sounon B. B. Sinsin B. & Goura S. B. 2007. Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin. *Tropicultura*, 25 (4) : 221-227.
- Teka O. and Vogt J. 2010. Social perception of natural risks by local residents in developing countries: the example of the coastal area of Benin. *The Social Science Journal.*, 47: 215-224.
- Todjinou L. 2009. Stratégie d'appui à la promotion de la Chaîne de Valeur maïs à Aplahoué dans le cadre du Programme de Renforcement des Organisations de Producteurs de Coton (PROCOTON).

Mémoire d'Etudes Supérieures Spécialisés, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, 94 p.

Traoré Lassina, Ouedraogo Issaka, Ouedraogo Amadé et Thiombiano Adjima 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(1): 258-278.

Van Laar A. and Akça A. 2007. *Forest mensuration*. Dordrecht: Springer, 383 p.

WFP 2014. *Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire au Bénin*. Rapport, Service de l'Analyse de la Sécurité Alimentaire (VAM), Programme Alimentaire Mondial, Cotonou, Bénin.

Zadou D. A. Kone I. Mouroufie V. K. et al. 2011. Valeur de la forêt des Marais Tanoé-Éhy (sud-est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation: dimension socio-anthropologique. *Trop. Cons. Sc.*, 4 (4) : 373-385.



Efficacité d'extraits aqueux de plantes pour le contrôle des thrips sur différents cultivars de niébé (*Vigna unguiculata*) au Nord-Ouest du Bénin

Saliou BELLO¹, K. A. COULIBALY², O. A. BABALAKOUN³, J. ZOUNDJIHEKPON³

1 Laboratoire de Défense des Cultures de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (LDC/INRAB), BP 112 Savè, Tél : (+229) 94108119 / (+229) 66614547, Email : bello_saliou@yahoo.fr

2 Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou (Mali), Email : akonotie@yahoo.fr

3 Laboratoire de Génétique Ecologique (LGE) de la Faculté des Sciences et Techniques de l'université d'Abomey-Calavi (FAST/UAC), 01 BP 4521 Cotonou, Email : agboyinou@gmail.com

Reçu le 08 Octobre 2018 - Accepté le 23 Mai 2019

Efficacy of plants aqueous extracts against thrips in different cowpea cultivars in North-West Benin

Abstract: The present study was conducted to assess the efficacy of water extracts against thrips populations, seed yield and varietal resistance of six (06) cowpea cultivars. The water extracts were made from *Hyptis suaveolens*, *Azadirachta indica*, *Manihot esculenta*, *Thevetia neriifolia* and *Cymbopogon nardus*. A Fisher design in scattered blocks has been installed with six (06) producers in the commune of Djougou located in northwestern Benin. The occurrence and number of thrips at 34, 41, 48, 55, 62 days after sowing (JAS), the weights of cowpea seeds harvested from the experimental plots and the weight of a thousand cowpea seeds were collected. They were submitted to the three-factors (period, cultivar, aqueous extract) univariate analysis of variance and to the HSD All-Pairwise Comparisons of means with repeated measures test of Tukey at the 5% threshold. All aqueous extracts except the lemongrass extract in the cultivar Katché péha, have reduced the thrips population very significantly ($p < 0.0001$). *Thevetia neriifolia*, *Hyptis suaveolens*, *Manihot esculenta*, *Azadirachta indica* and *Cymbopogon nardus* were in order of decreasing importance, the most effective water extracts with very significantly different yield levels ($p < 0.0001$). These levels varied from 885.65 kg/ha to 587.06 kg/ha, comparatively to the one of the control which was of 387.28 kg/ha. Cultivars Katché péha, and Katché sôwôho, Kpodjiguèguè and Toura péra, and also Katché péha nan soori and Katché sénégal were in order of decreasing importance of grains yield, the most productive. Efficacy of aqueous extracts can be too tested in field against bugs and aphids, and also against weevils at storage.

Keywords: Botanical pesticide, pest population, varietal resistance, yield.

Résumé : La présente étude a été conduite afin d'évaluer l'efficacité d'extraits aqueux contre les populations de thrips, le rendement en graines et la résistance variétale de six (06) cultivars de niébé. Les extraits aqueux étaient à base d'*Hyptis suaveolens*, d'*Azadirachta indica*, de *Manihot esculenta*, de *Thevetia neriifolia* et de *Cymbopogon nardus*. Un dispositif de Fisher en blocs éclatés a été installé auprès de six (06) producteurs dans la commune de Djougou située au Nord-Ouest du Bénin. L'apparition et le nombre de thrips à 34, 41, 48, 55, 62 jours après semis (JAS), le poids de graines de niébé récoltées dans les parcelles expérimentales et le poids de mille graines de niébé étaient les données collectées. Elles étaient soumises à une analyse de variance univariée à trois (03) facteurs (période, cultivar, extrait aqueux) et à la comparaison par paires des moyennes sur mesures répétées avec le test de Tukey au seuil de 5%. Tous les extraits aqueux sauf celui à base de citronnelle (*Cymbopogon nardus*) ont réduit très significativement ($p < 0,0001$), la population de thrips dans le cultivar Katché péha. *Thevetia neriifolia*, *Hyptis suaveolens*, *Manihot esculenta*, *Azadirachta indica* et *C. nardus* ont été par ordre d'importance décroissante, les extraits aqueux les plus efficaces avec des niveaux de rendement très significativement différents ($p <$

0,0001). Ces niveaux variaient de 885,76 kg/ha à 587,06 kg/ha comparativement à celui du témoin qui a été de 387,28 kg/ha. Les cultivars Katché peha, puis Katché sôwôho, Kpodjiguèguè et Toura pera, ainsi que Katché peha nan soori et Katché sénégala ont été par ordre d'importance décroissant du rendement en graines décroissant, les plus productifs. Les extraits aqueux sont efficaces à divers degrés et peuvent être recommandés. L'étude peut être poursuivie au champ contre les punaises et les pucerons et aussi pour le devenir des graines face aux bruches en stock.

Mots clés: Pesticide botanique, Population de ravageur, Rendement, Résistance variétale.

1. Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae), est la légumineuse à graines la plus importante en Afrique tropicale qui en fournit 78% de la production mondiale (Quin, 1997 ; Singh et Singh, 1992). Qualifié de viande de pauvres (Alzouma, 1995), le niébé est préféré par les consommateurs pour ses nombreux usages dans l'alimentation humaine et animale et ses avantages pour les systèmes cultureux et ou d'élevage (Bello, 2005 ; Bello *et al.* 2016 ; Bello et Baco, 2015).

Au Bénin, les zones de prédilection se rencontrent dans les régions de l'Ouémé, du Mono, du Zou, du Centre et du Nord (MAEP, 2004). Les statistiques des vingt dernières années montrent que les superficies de production et les rendements ont évolué en dents de scie et n'ont guère dépassé la barre des 800 kg/ha (MAEP, 2014). Cette faiblesse de rendement est due à la forte infestation au champ du niébé par les ravageurs au nombre desquels figurent les thrips [*Thysanoptera* spp, Stephens, 1829, (Thripidae)] en l'absence des traitements phytosanitaires adéquats et au faible potentiel de production de certains cultivars (Kossou *et al.* 2001 ; Kpangon, 2002).

Les populations traditionnelles ou cultivars locaux et les cultivars améliorés constituent deux groupes de cultivars de niébé cultivés au Bénin. Les cultivars améliorés proviennent généralement de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), des stations nationales de recherche et d'autres centres de recherche. L'introduction des cultivars à haut rendement dans de nombreux pays du tiers monde a conduit à remplacer progressivement les cultivars traditionnels, sources de diversité génétique. En outre, même si la productivité des populations traditionnelles reste inférieure à celle des cultivars améliorés, celles-ci sont plus adaptées aux contraintes locales et développent diverses résistances naturelles contre les nuisibles, notamment, les ravageurs et les pathogènes (Eyzaguirre, 1995).

Dans la commune de Djougou, les producteurs de l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture

Durable (ORAD) ont exprimé le besoin d'approches de solutions aux faibles rendements des cultivars de niébé dus, entre autres, aux attaques de ravageurs dont notamment les thrips, et le souhait de mettre au point des méthodes de lutte à base de pesticides biologiques d'origine botanique, comme alternatives aux pesticides chimiques. L'identification des thrips dans la même zone d'étude en culture du niébé était abordée par Bello *et al.* (2018) sans toutefois mettre un accent sur leur importance agronomique et les moyens de lutte.

L'objectif poursuivi dans le cadre de la présente étude est d'évaluer l'efficacité de cinq (05) extraits aqueux à base de neem (*Azadirachta indica* A. Juss, 1830 (Meliaceae), d'*Hyptis suaveolens* (L.) Poit., 1806 (Lamiaceae), de *Thevetia neriifolia* Juss. ex Steud, 1980 (Apocynaceae), de manioc (*Manihot esculenta* Crantz 1766 (Euphorbiaceae) et de citronnelle *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle 1899 (Poaceae) contre les populations de thrips, le rendement en graines et la résistance variétale de six (06) cultivars de niébé dans la commune de Djougou au Nord-Ouest du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2.1. Localisation et caractéristiques agro-écologiques de la zone d'étude

La présente étude a été conduite dans la commune de Djougou qui s'étend sur une superficie de 3966 km² et fait partie des quatre communes qui composent le département de la Donga. Elle est limitée au Nord par les communes de Kouandé et de Péhunco, au Sud par la commune de Bassila, à l'Est par les communes de Sinendé, de N'dali et de Tchaourou, toutes situées dans le département du Borgou et à l'Ouest par les communes de Ouaké et de Copargo (figure 1). La ville de Djougou, chef-lieu du département de la Donga et de la commune, est située à environ 450 km de Cotonou. Dans cette commune, trois villages à savoir Passari, Kpayèroun et Kpafoungou ont été retenus pour l'étude.

* Auteur Correspondant : bello_saliou@yahoo.fr

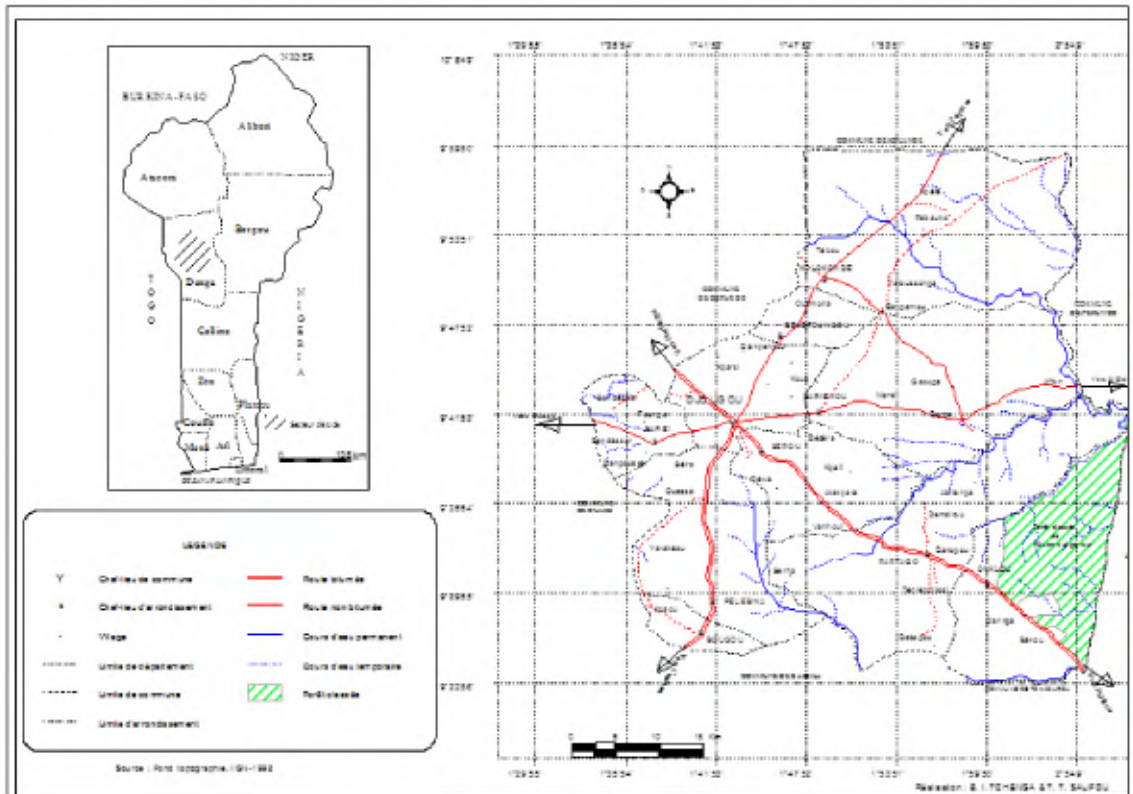


Figure 1. Carte administrative du Bénin montrant la localisation géographique de la commune de Djougou (Source: Fond topographie IGN, 1992).

Figure 1. Administrative map of Benin showing the geographic location of the commune of Djougou (Source: IGN Topography Fund, 1992).

Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies d'avril à octobre et une saison sèche d'octobre à mars. La moyenne annuelle de précipitations est comprise entre 1200 mm et 1300 mm, avec des variations entre 1000 mm et 1500 mm d'eau pendant 75 à 140 jours de pluie. En début de saison pluvieuse, la région connaît périodiquement le passage d'ouragan soufflant de l'Est vers l'Ouest.

Les sols, de texture argilo-sableuse ou latéritique, gravillonnaire ou caillouteux, sont globalement favorables à l'agriculture. La superficie cultivable représente 35,7% de la superficie de la commune.

La commune de Djougou a un relief de plateau parsemé de collines de faibles dénivellations.

La végétation de la commune est dominée par des savanes arborées et arbustives dont 37182 ha de forêts classées sous aménagement. Néanmoins, des reliques non négligeables de forêts claires et de forêts denses s'observent par endroits.

La commune est traversée et arrosée par quatre (04) cours d'eau importants à savoir : Donga, Affon, Momongou et Daringa sur une longueur totale de 21 km (PDC, 2015).

2.2. Cultivars de niébé testés

Cinq (05) plantes à effet insectifuge et ou insecticide ont été testées. Ce sont *Hyptis suaveolens* (photo 1), *Thevetia neriifolia* (photo 2), *Cymbopogon nardus* ou citronnelle (photo 3), *Manihot esculenta* ou manioc (photo 4) et *Azadirachta indica* ou neem (photo 5).



Photo 1. Plant d'*Hyptis suaveolens*

Photo 1. Plant of *Egyptis suaveolens*



Photo 2. Plant de *Thevetia neriifolia*

Photo 2. Plant of *Thevetia neriifolia*



Photo 3. Plant de *Cymbopogon nardus* (citronnelle)

Photo 3. *Cymbopogon nardus* (lemongrass) plant



Photo 4. Plant de *Manihot esculenta* (manioc)

Photo 4. *Manihot esculenta* plant (cassava)



Photo 5. Plant d'*Azadirachta indica* (neem/mangousier)

Photo 5. Plant of *Azadirachta indica* (neem / mangousier)

Le manioc est une plante utilisée comme " culture piège " en culture du niébé, pour réduire de manière significative le nombre de thrips floraux et d'insectes suceurs de gousses.

Thevetia neriifolia est une plante à latex blanc qui est considérée comme une plante toxique dont les racines, les feuilles, les graines et le latex sont utilisés. D'un point de vue écologique, *Thevetia neriifolia* est considéré comme une plante à effet insecticide (Jackai, 1983).

Hyptis suaveolens (Linn.) Poit. est une plante annuelle originaire de l'Inde, appartenant à la famille des Labiaceae. D'odeur aromatique, elle est rencontrée de nos jours dans les zones tropicales et semi-arides. L'extrait aqueux de feuilles d'*Hyptis suaveolens* possède

des propriétés insectifuge ou insecticide très puissants d'après Roy et Pande cité par Anand et Rao (1996), Kerharo et Adam (1974), Boeke *et al.* (2004), Ketoh *et al.* (2000) cités par Tchibozo (1996), puis par Guèyé *et al.* (2011).

Azadirachta indica A. Juss. appelé neem ou margousier est une plante de la famille des Méliacées et de l'ordre des Méliales (Safowora, 1982). Le neem pousse bien sous climat semi-aride à semi-humide, supporte même des climats aux précipitations inférieures à 500 mm et montre peu d'exigence vis-à-vis du sol (Radwanski et Wickens, 1981). Cette plante possède des propriétés répulsives, insecticides et insectifuges (Guèyé *et al.* 2011 ; Kossou, 1989 ; Lim et Dale, 1984 ; Seck, 1993 cité par Tchibozo, 1996). Le neem (margousier) est une plante à effet insecticide naturel très efficace contre un large éventail de ravageurs des cultures. Il est très peu toxique pour l'homme et n'est pas nocif à l'environnement. La préparation d'une solution aqueuse à base de margousier est peu coûteuse (Youdeowei, 2004).

Les extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*) et d'*Hyptis suaveolens* servent à lutter contre les parasites de la culture (Kossou *et al.* 2001).

Cymbopogon nardus appartient à la famille des Poacées. C'est une touffe d'herbe qui est cultivée sur une grande échelle, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales avec une distribution sans restriction dans les régions montagneuses, les plaines et les zones arides (Rocha *et al.* 2000). En Afrique centrale, la citronnelle est le plus souvent plantée aux alentours des maisons, car son odeur repousse les moustiques (Hmamouchi, 1995 ; Boeke *et al.* 2004 ; puis Ketoh *et al.* (2005) ainsi que Rocha *et al.* 2000 ; cités par Guèyé *et al.* 2011 ; puis par Tchibozo, 1996).

Les producteurs ont estimé, au regard de leurs savoirs techniques endogènes, que les extraits aqueux de ces plantes peuvent être utilisés à titre de pesticides biologiques d'origine botanique pour lutter contre les ravageurs du niébé en végétation.

2.3. Matériels techniques

Les différents matériels utilisés sont constitués d'un mètre ruban et des ficelles pour mesurer les dimensions des sites expérimentaux et des blocs, des piquets pour délimiter, un marqueur et des étiquettes pour identifier les cultivars, des outils de travail tels que la houe et le coupe-coupe pour installer les parcelles et entretenir les cultures, un pulvérisateur de produits phytosanitaires, un appareil de figuregraphie numérique pour la prise de figures, une balance (photo 6), un mortier (photo 7), des seaux en plastique et un pulvérisateur à dos à pression entretenue (photo 8) pour la préparation et l'utilisation des solutions d'extraits végétaux, une loupe pour l'observation des thrips (photo 9) et un compteur manuel à quatre chiffres.



Photo 6 : Balance électrique utilisée pour la pesée des feuilles d'espèces de plantes testées et le poids des graines de niébé à la récolté

Photo 6: Electric balance used for weighing the leaves of tested plant species and the weight of cowpea seeds at harvest



Photo 7 : Pilage au mortier des feuilles et tiges des cinq espèces de plantes testées

Photo 7: Mortar pounding of the leaves and stems of the five plant species tested



Photo 8 : Pulvérisateur à pression entretenue utilisé pour les traitements phytosanitaires

Photo 8: Maintained pressure sprayer used for phytosanitary treatments



Photo 9 : Loupe manuelle à trois agrandissements superposables utilisée pour l'observation et le comptage des thrips

Photo 9: Manual magnifier with three superimposable enlargements used for the observation and counting of thrips

2.4. Echantillonnage et choix des villages

L'étude a été menée dans les trois villages ci-dessus cités qui ont été retenus sur la base de la participation de certains ménages aux activités de l'organisation paysanne « ORAD », l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable, qui travaille en synergie avec les Laboratoires Hors Murs et le Laboratoire de Génétique Ecologique depuis quelques années. Dans chacun des villages, deux producteurs membres de cette organisation avaient été choisis pour abriter les essais.

2.5. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est celui d'un dispositif de Fisher à six traitements représentant les extraits aqueux des cinq espèces de plantes ci-dessus cités et un traitement témoin sans produit, pour chacun des six (06) cultivars de niébé. Cinq (05) répétitions de l'essai ont été installées auprès de six producteurs répartis dans les trois villages sous forme de blocs éclatés. Les parcelles élémentaires mesurent 24 m², à raison de 8 m de long et 3 m de large. Dans chaque bloc, les traitements comprenant les cultivars et les parcelles de traitements d'extraits aqueux sont séparés par une allée de 2 m.

2.6. Conduite de la culture du niébé

Le niébé a été semé le 28 mai 2015 suite à une pluie la veille, après un défrichage des parcelles expérimentales à l'aide d'un coupe-coupe, suivi d'un labour manuel à la daba. Le semis en ligne a été effectué aux écartements de 0,80 m entre lignes et de 0,60 m entre poquets ou plants. Deux à trois graines ont été semées

par poquet et démarriés à un plant par poquet. Au cours du démarrage, les plants manquants ont été remplacés. Les sarclages ont été réalisés le 22 juin 2015 à la houe, soit au 25^{ème} Jours après semis (JAS).

2.7. Préparation des solutions d'extraits aqueux

Les feuilles de ces plantes sont récoltées dans les champs des producteurs de niébé qui ont proposé le test de leurs effets insectifuges et ou insecticides. Les extraits aqueux ont été réalisés la veille des pulvérisations des parcelles de niébé. Pour chaque espèce de plante, 10 litres d'eau additionnés à cinq (05) fois l'équivalent en poids de feuilles ont servi à obtenir les formulations d'extraits aqueux.

La quantité de feuilles de neem, de manioc, de *Thevetia* et de feuilles et tiges d'*hyptis* a été retenue de commun accord avec les producteurs pour 24 m² représentant la surface de chaque parcelle élémentaire (tableau 1).

Les feuilles pesées ont été par la suite pilées dans un mortier jusqu'à l'obtention d'une pâte plus ou moins homogène placée dans un récipient. Le mortier est rincé et la solution de pâte résiduelle est versée sur la pâte. Le contenu du récipient est bien remué après y avoir ajouté pour les cinq répétitions de traitements d'extrait aqueux répartis sur 120 m²; 62,5 g de savon " palmida " à titre d'émulsif.

Le mélange obtenu est recouvert et déposé dans un endroit assez ombragé. Le jour du traitement, soit 24 heures après, le mélange est remué avant d'être filtré et utilisé.

Tableau 1. Quantités de feuilles et tiges utilisées pour la préparation des extraits aqueux des cinq (05) espèces de plantes

Table 1. Quantities of leaves and stems used for the preparation of the aqueous extracts of the five (05) plant species

Plantes testées	Quantité (g) de feuilles utilisée pour traiter 24 m ²	Dose (kg/ha)
<i>Hyptis suaveolens</i>	400 (avec tiges)	167
<i>Manihot esculenta</i>	400	167
<i>Azadirachta indica</i>	300	125
<i>Thevetia neriifolia</i>	250	104
<i>Cymbopogon nardus</i>	300	125

La solution obtenue est subdivisée en cinq (05) parties égales pour traiter chaque parcelle de 24 m² lors de la pulvérisation. Cette dose est appliquée pour chaque cultivar. Pour chacune des espèces végétales, les doses appliquées ont été diluées dans 833 l d'eau à l'hectare.

2.8. Application des extraits aqueux de plantes

Les applications d'extraits aqueux de plantes insecticides ont été réalisées six fois au cours du cycle végétatif du niébé. Les traitements phytosanitaires ont démarré en phase de croissance végétative du niébé, après l'émission d'une grande quantité de feuilles observées

à 28 JAS. A partir de cette date, les applications ont été réalisées à une fréquence hebdomadaire à 28, 35, 42, 49, 56 et 63 JAS. Les pulvérisations ont été réalisées tôt le matin à partir de 10 heures pour valoriser l'effet de la rosée matinale sur l'absorption de la bouillie à travers les stomates des plants de niébé et éviter la dégradation du produit aux heures chaudes de la journée.

2.9. Echantillonnage des plants observés

Dans le dispositif expérimental, chaque parcelle élémentaire comporte cinq (05) lignes. Pour éviter les effets de bordure, une ligne est laissée de chaque côté sur

chaque parcelle et les trois (03) lignes centrales restantes ont constitué des lignes d'observations pour les paramètres mesurés. Toutes les prises d'échantillons sont faites au hasard sur les diagonales et les médianes, puis à l'intersection des médianes et des diagonales de manière à exploiter de façon représentative, la surface parcellaire concernée.

L'échantillonnage a démarré dès l'apparition d'un nombre important de feuilles. Une loupe a été aussi utilisée pour observer directement les thrips au champ et un compteur manuel à quatre chiffres a été aussi utilisé pour compter les thrips. Les observations sont faites à une fréquence régulière de sept (07) jours d'intervalle.

2.10. Evaluation des populations de thrips

L'observation et le comptage des thrips ont été effectués sur les feuilles, à la fréquence régulière de sept (07) jours d'intervalle à 27, 34, 41, 48, 55 et 62 JAS. L'observation visuelle des thrips a été effectuée sur les trois lignes centrales de chaque carré d'observation sur vingt (20) plants par unité parcellaire et par cultivar. Chaque portion de 1 m est espacée de telle sorte que sur les trois lignes, les lieux d'observations ne coïncident pas parallèlement.

2.11. Poids parcellaires des graines et poids de 1000 graines de niébé à la récolte

L'évaluation du rendement est faite sur un carré de densité de 1 m² situé entre les trois lignes centrales de chaque parcelle. La récolte de tous les plants utiles a été réalisée sur les lignes centrales réservées au rendement. Après la récolte, le séchage et l'égoussage des graines ont été réalisés au soleil jusqu'à ce que le taux d'humidité ait suffisamment diminué. Enfin, la mesure des poids parcellaires des graines et les poids de 1000 graines de chaque échantillon ont été évalués.

2.12. Analyse des données

Les paramètres nombre de thrips et poids des graines de niébé ayant servi à calculer le rendement en graines à l'hectare et le poids de 1000 graines ont été soumises à une analyse de variance univariée à trois facteurs que sont le cultivar, l'extrait aqueux et la période d'observation suivant le modèle linéaire général et au test de comparaison des moyennes de Tukey au seuil de 5% au moyen des logiciels statistiques Minitab 16 et Statistica 8.0.

3. Résultats

3.1. Effet des extraits aqueux de plantes sur la population de thrips

Les tableaux 2a, 2b et 2c présentent les nombres moyens de thrips (photo 10) sur 20 fleurs des différents cultivars étudiés.

L'analyse de variance a permis de mettre en évidence que les effets des facteurs jours après semis (JAS), traitement d'extrait aqueux, Cultivar, et des interactions JAS x Cultivar, Traitement x Cultivar, Traitement d'extrait aqueux x Cultivar x JAS, étaient très hautement significatifs ($p < 0,0001$), et que l'interaction JAS x traitement d'extrait aqueux est très hautement significative ($p < 0,001$) sur les populations des thrips.



Photo 10. Colonie de thrips dans les fleurs de niébé

Photo 10. Colony of thrips in cowpea flowers

Des différences très hautement significatives ($p < 0,0001$) au seuil de 5% ont été observées entre les moyennes pour les cultivars, les traitements d'extraits aqueux et les périodes d'observation.

Une réduction significative ($p < 0,0001$) de la population de thrips a été observée de 34 à 62 jours après semis, du fait de l'application des extraits aqueux pour tous les cultivars. Ces valeurs initialement de 1 à 86 selon les cultivars et les extraits aqueux, se sont décreu à des niveaux plus faibles de 2 à 72.

Les fortes populations de thrips observées à des niveaux variables de 71 à 120 selon les cultivars et les extraits aqueux, ont été obtenues du 41^{ème} au 55^{ème} jours après semis avec tous les traitements d'extraits aqueux.

Pour tous les cultivars, la non application de produit a donné les populations de thrips, significativement les plus élevées ($p < 0,0001$) que celles obtenues avec les extraits aqueux. Plus particulièrement avec les cultivars Katché péha nan soori, Kpodjiguèguè, Toura pera et Katché Sénégal, un accroissement très hautement significatif ($p < 0,0001$) de la population de thrips a été observée du 34^{ème} jours après semis, des valeurs de 1 à 114 à des valeurs de 127 à 158 au 62^{ème} jours après semis selon les cultivars,

Cependant, avec la variété Katché péha, l'extrait aqueux de citronnelle n'a pas permis de contrôler les thrips dont les niveaux de populations sont restés relativement constantes, de 67 à 72 au cours du cycle cultural, comparativement aux autres cultivars avec le même traitement d'extrait aqueux.

Tableau 2a. Population de thrips dénombrés par traitement aux périodes d'observation (JAS) pour les cultivars Katché péha et Katché sôwôho

Table 2a. Population of thrips enumerated by treatment during observation periods (JAS) for the cultivars Katché péha and Katché sôho

Cultivars Traitements	Katché péha					Katché sôwôho				
	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS
Témoin	91,25 GHIJKLM- NOPQRSTU	102,00 FGHIJKLM- NOP	113,75 DEFGHIJK	109,75 EFGHIJKL	127,25 ABCDEFGF	114,00 DEFGHIJK	125,25 BCDEFGH	147,75 ABCD	156,00 ABC	154,00 ABC
Hyptis	32,50 nopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJK LM	71,25 MNOPQRST UVWXYZa- bcdefghijkl	46,50 cdefghijklm- nopqrstu- vwxyzAB	15,00 zABCDEFGHIJK LM	2,25 LM	50,00 YZa- bcdefghijklm- nopqrstuvwxy	79,25 KLM- NOPQRST UVWXYZ- abcdef	51,50 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstu- vwxy	27,50 tuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	7,25 FGHIJKLM
Manioc	27,50 tuvwxyzA- BCDEFGHIJK LM	57,50 UVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	67,50 OPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm no	11,50 BCDEFGHIJKL M	6,00 GHIJKLM	25,00 uvwxyzA- BCDEFGHIJK LM	63,75 RSTU- VWXYZa- bcdefghijkl mnopqrs	48,75 Zabcdefghijkl mnopqrstu- vwxyzA	14,25 zABCDEFGHIJK LM	2,50 KLM
Neem	58,75 TUVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	68,00 NOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm n	58,25 TUVWXYZ- a- bcdefghijklm nopqrstu	45,00 efghijklm- nopqrstuvwxyza- BCD	11,50 BCDEFGHIJK LM	45,00 efghijklm- nopqrstu- vwxyzABCD	63,00 RSTU- VWXYZa- bcdefghijkl mnopqrst	65,00 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopqr	27,00 tuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	8,70EFGHIJKL M
Thevetia	30,50 pqrstuvwxyza- BCDEFGHIJK LM	37,50 jklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJ KL	57,50 UVWXYZa- bcdefghijklm nopqrstu	13,50 ABCDEFGHIJKL M	6,50 FGHIJKLM	30,00 pqrstuvwxyza- BCDEFGHIJK LM	42,50 ghijklm- nopqrstu- vwxyzA- BCDEF	52,50 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw	15,50 yzA- BCDEFGHIJKL M	4,00 IJKLM
Citronnelle	67,50 OPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklmno	57,50 UVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	71,25 MNOPQRST UVWXYZa- bcdefghijkl	70,00 MNOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijkl	72,5 MNOPQRSTU VWXYZa- bcdefghijk	68,75 NOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm	40,00 ijklm- nopqrstu- vwxyzA- BCDEFGH I	47,25 abcdefghijkl mnopqrstu- vwxyzAB	33,50 mnopqrstuvwxyza- A- BCDEFGHIJKL M	13,25 ABCDEFGHIJK LM
Grande moyenne = 55,351 CV(%) = 20,45										
Sources de variation										
ddl	JAS 4	Traitement 5	Cultivar 5	JAS* Traitement 20	JAS*Cultivar 20	Traitement*Cultivar 25	Traitement*Cultivar*JAS 100			
Probabilité	0,0000****	0,0000****	0,0000****	0,000***	0,0000****	0,0000****	0,0000****			

Les moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% ; *** : très hautement significatif ; **** : très très hautement significatif

Tableau 2b. Population de thrips dénombrés par traitement aux périodes d'observation (JAS) pour les cultivars Katché péha nan sôorii et Kpodjiguègue (suite)

Table 2b. Population of thrips counted by treatment during observation periods (JAS) for the cultivars Katché peha nan sôorii and Kpodjiguègue (continued)

Cultivars		Katché péha nan sôorii					Kpodjiguègue				
Traitement	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	
Témoin	114,00 DEFGHIJ K	120,75 CDEFGHIJ	121,25 CDEFGHIJ	36,0 lmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJKL M	17,75 wxyzA- BCDEFGHIJKL M	103,75 FGHIJKLMN	130,00 ABCDEF	152,75 ABC	161,75 A	46,25 defghijklm- nopqrstuvwxy- ABC	
Hyptis	41,75 ghijklm- nopqrstu- vwxyzA- BCDEFG	58,25 TUVWXYZ- a- bcdefghijklm nopqrstu	46,25 defghijklm- nopqrstu- vwxyzABC	12,50 BCDEFGHIJKL M	6,75 FGHIJKLM	63,75 RSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopqr	75,00 LMNOPQRS TUVWXYZa- bcdefghi	62,50 STU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopqrst	38,50 jklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJK	12,25 BCDEFGHIJKL M	
Manioc	47,00 bcdefghijkl mnopqrstu- vwxyzAB	66,00 PQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm nop	77,2 LMNOPQRS TUVWXYZa- bcdefg	13,00 ABCDEFGHIJK LM	7,50 FGHIJKLM	26,25 uvwxyzA- BCDEFGHIJK LM	52,00 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw	71,75 MNOPQRST UVWXYZa- bcdefghijkl	14,25 zABCDEFGHIJK LM	9,75 DEFGHIJKLM	
Neem	65,50 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijkl mnopq	72,75 MNOPQRS TUVWXYZ- abcdefghij	79,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZa- bcdef	14,75 zABCDEFGHIJK LM	11,75 BCDEFGHIJKL M	67,50 OPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklmno	83,25 KLM- NOPQRSTU- VWXYZa	88,75 IJKLM- NOPQRSTU VW	39,00 ijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJ	25,25 uvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	
Thevetia	51,75 XYZa- bcdefghijkl mnopqrstu- vw	69,75 MNOPQRS TUVWXYZ- abcdefghijkl	82,75 KLM- NOPQRSTU- VWXYZab	16,75 xyzA- BCDEFGHIJKL M	10,25 CDEFGHIJKLM	44,25 fghijklm- nopqrstu- vwxyzABCDE	56,25 VWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstuv	75,00 LMNOPQRS TUVWXYZa- bcdefghi	19,25 wxyzA- BCDEFGHIJKL M	13,00 ABCDEFGHIJK LM	
Citronnelle	86,00 JKLM- NOPQRST UVWXY	91,00 HIJKLM- NOPQRSTU V	95,00 FGHIJKLM- NOPQRS	17,75 wxyzA- BCDEFGHIJKL M	14,25 zABCDEFGHIJK LM	82,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabc	87,00 IJKLM- NOPQRSTU- VWX	98,25 FGHIJKLM- NOPQRS	29,50 qrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	20,25 vwxyzA- BCDEFGHIJKL M	
Grande moyenne = 55,351 CV(%)= 20,45											
Sources de variation											
	JAS	Traitement	Cultivar	JAS* Traitement		JAS*Cultivar		Traitement*Cultivar		Traitement*Cultivar*JAS	
ddl	4	5	5	20		20		25		100	
Probabilité	0,0000	0,0000****	0,0000****	0,000***		0,0000****		0,0000****		0,0000****	

Les moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Tukey ; *** : très hautement significatif ; **** : très très hautement significatif

Tableau 2c. Population de thrips dénombrés par traitement d'extraits aqueux aux périodes d'observation (JAS) pour les cultivars Toura pera et Katché sénégal (suite et fin)

Table 2c. Population of thrips enumerated by treatment of aqueous extracts during observation periods (JAS) for the cultivars Toura pera and Katché senegal (continuation and end)

Cultivars Traitements	Toura pera					Katché sénégal				
	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS
Témoin	0,75M	2,25LM	114,00 DEFGHIJK	154,00 ABC	157,75 AB	3,25 JKLM	103,00 FGHIJKLMN O	120,25 CDEFGHIJ	143,25ABCDE	146,00ABCD
Hyptis	1,25M	3,50JKLM	41,75 ghijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFG	58,25 TUVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	26,25 uvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	3,75JKLM	72,75 MNOPQRSTU VWXYZa- bcdefghij	79,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabcdef	65,50 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopq	31,75 opqrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M
Manioc	0,50M	2,50KLM	72,75 MNOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghij	80,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabcde	29,25 rstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	3,50 JKLM	98,75 FGHIJKLM- NOPQR	105,75 FGHIJKLM	71,25 MNOPQRSTU VWXYZa- bcdefghijkl	52,50 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvwxyz 36,50
Neem	1,25M	2,00LM	69,25 NOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm	84,00 KLM- NOPQRSTU- VWXYZ	28,25 stuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	5,25 HIJKLM	92,50 GHIJKLM- NOPQRSTU	105,75 FGHIJKLM	81,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabcd	klmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJKL M
Thevetia	1,00M	2,50KLM	53,50 WXYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw	77,50 LMNOPQRSTU VWXYZabcdefg	29,25 rstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	3,50JKLM	83,25 KLM- NOPQRSTU- VWXYZa	88,75 IJKLM- NOPQRSTUV W	39,00 ijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJ	30,25 pqrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M
Citronnelle	0,75M	2,50KLM	76,25 LMNOPQRSTU VWXYZa- bcdefgh	94,25 FGHIJKLM- NOPQRST	40,25 hijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGH	5,50 HIJKLM	100,00 FGHIJKLM- NOPQ	122,50 BCDEFGHI	65,75 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nop	49,75 Zabcdefghijklm- nopqrstuvwxyz
Grande moyenne = 55,351 CV(%)= 20,45										
Sources de variation										
	JAS	Traitement	Cultivar	JAS* Traitement		JAS*Culti- var	Traitement*Cultivar		Traitement*Cultivar*JAS	
ddl	4	5	5	20		20	25		100	
Probabilité	0,0000*** *	0,0000*** *	0,0000****	0,000***		0,0000*** *	0,0000****		0,0000****	

Les valeurs moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Tukey ; *** : très hautement significatif ; **** : très très hautement significatif

3.2. Effets des extraits aqueux de plantes sur le rendement en graines de niébé.

L'analyse du tableau 3 a permis de mettre en évidence que les facteurs Cultivar et Traitement d'extrait aqueux ont eu des effets hautement significatifs ($p < 0,001$) et leur interaction Cultivar x Traitement d'extrait aqueux a eu un effet très significatif ($p < 0,01$) sur le rendement en graines de niébé. Des différences hautement significatives ($p < 0,001$) ont été observées entre les valeurs moyennes des rendements obtenus avec différents traitements d'extraits aqueux de plantes et les cultivars ($p < 0,001$).

L'ordre d'importance croissante d'efficacité des traitements d'extraits aqueux pour tous les cultivars est le suivant :

- 1^{er}: *Thevetia nerifolia* avec 885,76 kg/ha de graines de niébé ;
- 2^{ème}: *Hyptis suaveolens* avec 793,36 kg/ha de graines de niébé ;
- 3^{ème}: *Manihot esculenta* (manioc) avec 740,88 kg/ha de graines de niébé, et ;
- 4^{ème} et 4^{ème} ex-aequo: *Azadirachta indica* (neem) et *Cymbopogon nardus* (Citronelle) avec 587,06 à 710,51 kg/ha de graines de niébé.
- Comparativement à ces valeurs, le rendement obtenu avec le traitement témoin est de 387,28 kg/ha de graines de niébé.
- Le classement des cultivars par ordre d'importance de réponse du rendement à l'efficacité des extraits aqueux est le suivant:
- 1^{er}: Katché péha avec 747,50 kg/ha de graines de niébé ;
- 2^{ème} et 2^{ème} ex-aequo: Kpodjiguèguè, Katché sôwôho et Toura pera avec 723,46 à 732,49 kg/ha de graines de niébé ;
- 5^{ème}: Katché péha nan soori avec 646,45 kg/ha de graines de niébé ;
- 6^{ème}: Katché Sénégal avec 519,10 kg/ha de graines de niébé.

3.3. Effets des extraits aqueux de plantes sur le poids de 1000 graines de niébé

La figure 2 illustre les poids moyens de mille graines des six cultivars. Les valeurs moyennes des poids de 1000 graines des cultivars a varié de 115 g à 152,5 g avec une moyenne de 138,75 g et un coefficient de variation (CV%) égale à 5,82. Le facteur cultivar a eu un effet hautement significatif ($p = 0,001$) sur le poids de mille graines.

Des différences hautement significatives ont été obtenues entre les moyennes de poids de 1000 graines des cultivars. Ainsi, les valeurs de poids moyen de 1000 graines des cultivars Katché sôwôho, Katché péha nan soorii, Toura pera et Katché Sénégal ne sont pas significativement différentes ($p = 0,001$), contrairement à celles des cultivars Katché péha et Kpodjiguèguè qui sont différentes de celles de ces quatre premières et différentes entre elles. Katché péha a été le cultivar de plus faible poids de mille graines, de 115 g.

4. Discussion

Une abondance de la population de thrips a été observée du 41^{ème} au 55^{ème} JAS au niveau de tous les cultivars, traduisant une forte infestation du niébé pendant les phases de croissance végétative en rapport avec une forte production de biomasse foliaire fraîche et de développement marquée par une floraison intense. Ce résultat corrobore ceux rapportés par Singh (1977), Adeoti (1990), puis Djossou (2001) en ce qui concerne la description du cycle du niébé.

La réduction significative des populations de thrips entre les différentes pulvérisations répétées du 34^{ème} au 62^{ème} JAS présage d'une efficacité des extraits aqueux, bien que ceux-ci ne soient pas des produits systémiques. Les thrips vivant sur les fleurs et ou à l'intérieur des fleurs de niébé, l'effet insectifuge et ou insecticide des extraits aqueux, suite aux pulvérisations répétées, a été expressif et celles-ci ont pu atteindre dans une certaine mesure les colonies de ce ravageur se développant à l'extérieur des fleurs, tel que rapporté par Atachi et Sourokou (1992).

L'effet significatif des traitements d'extraits aqueux sur le rendement en graines de niébé traduit bien l'efficacité des biopesticides d'origine botanique sur les ravageurs en général et les thrips dans le cadre de la précédente étude. Les meilleurs rendements variables de 587 kg/ha à 886 kg/ha, ont été obtenus avec les traitements d'extraits aqueux à base de *Thevetia nerifolia*, d'*Hyptis suaveolens*, de *Manihot esculenta* (manioc), d'*Azadirachta indica* (neem) et de *Cymbopogon nardus* (Citronelle), comparativement au témoin de 387,28 kg/ha. Ce résultat d'efficacité des extraits aqueux contre les thrips avec les six cultivars étudiés peut être généralisé à des cultivars tels que la TVX-3236 qui est résistante aux thrips d'après Roesingh (1980) et Salifu et al. (1988).

Tableau 3. Rendements moyens en graines (kg/ha) de niébé obtenus pour les traitements d'extraits aqueux en fonction des cultivars

Table 3. Average seed yields (kg / ha) of cowpea obtained for the treatment of aqueous extracts according to cultivars

Traitements	Cultivars						Moyennes traitements
	Katché péha	Katché péha nan soorii	Katché sénégal	Katché sôwôho	Kpodjiguèguè	Toura pera	
Témoin	435,9 ± 146,2	368,9 ± 126,7	255,0 ± 139,0	381,0 ± 170,9	467,5 ± 89,8	415,7 ± 159,3	387,28d
Hypstis	847,9 ± 119,0	859,6 ± 330,7	652,6 ± 172,1	743,8 ± 152,2	719,9 ± 142,7	936,6 ± 115,8	793,36ab
Neem	829,0 ± 152,8	659 ± 336	522,5 ± 137,5	780,9 ± 134,2	698,9 ± 168,1	773,0 ± 150,0	710,51b
Thevetia	1015,0 ± 155,2	779,0 ± 243,8	684,5 ± 176,8	935,4 ± 148,7	946,1 ± 120,1	955,9 ± 91,5	885,76a
Citronnelle	596,9 ± 100,9	542,1 ± 191,8	495,5 ± 118,5	705,3 ± 243,3	611,3 ± 138,1	572,1 ± 91,1	587,06c
Manioc	760,5 ± 113,8	670,9 ± 279,6	505,7 ± 186,8	849,5 ± 134,0	972,5 ± 92,0	687,7 ± 204,7	740,88b
Moyennes cultivars	747,50a	646,45b	519,10c	732,49ab	735,85ab	723,46ab	684,14
Source de variation	Cultivar	Traitement	Cultivar * traitement				
ddl	5	5	25				
Probabilité	0,000***	0,000***	0,0076**				

Les moyennes d'une même colonne suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Tuket ; * : hautement significatif ; *** : très hautement significatif

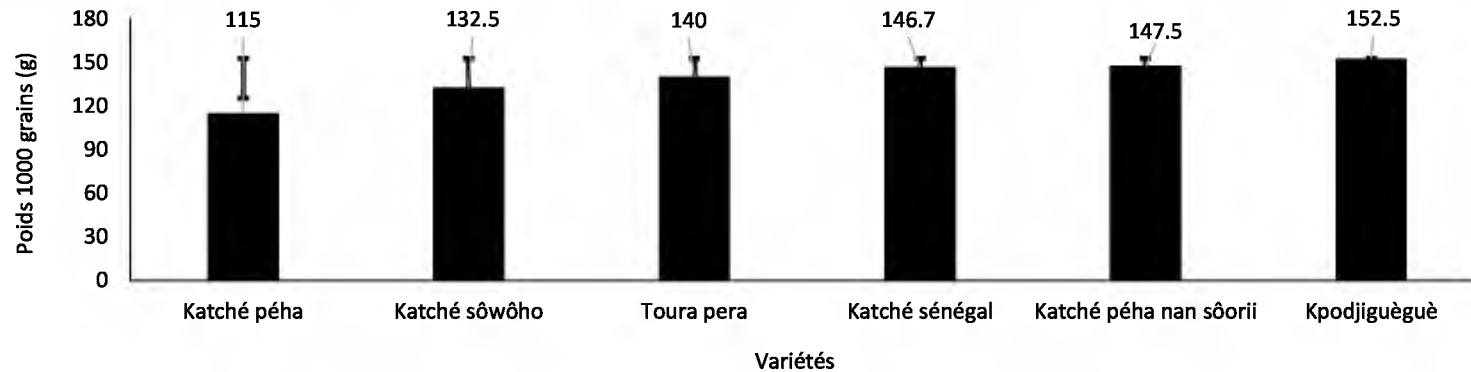


Figure 2. Poids de 1000 graines des cultivars étudiés

Figure 2. Weight of 1000 seeds of the cultivars studied

Les pertes de rendement engendrées par les thrips dans les parcelles non traitées avoisinent donc 34% à 56,30% des meilleurs rendements obtenus avec les extraits aqueux. Ces niveaux de pertes sont largement inférieurs à ceux évalués par Singh et Allen (1980) pour la région de l'Afrique tropicale. En effet, ces auteurs avaient estimé qu'en « dehors des dégâts spécifiques à chaque ravageur, les thrips *Megalurothrips sjostedti* peuvent occasionner jusqu'à 60%, voire 100% de pertes de rendement ». Les niveaux de pertes de rendement de niébé observées sont relativement élevés, en raison d'une part de la conduite sur les parcelles d'essai de la culture du niébé en pure, une assertion soutenue par Bary-Leger cité par Atachi et Dannon (1999), puis par Djomanou (2001). D'autre part, une faible propreté des parcelles liée à un mauvais désherbage notamment avant le 41^{ème} JAS et du 41^{ème} JAS au 55^{ème} JAS peut expliquer également les fortes infestations de thrips tels que *Sericothrips occipitalis* (Hood) et *Megalurothrips sjostedti*, observées à ces périodes. Cette situation a eu un effet dépressur sur le rendement en graines dans les parcelles non traitées telles que rapportées par Moody (1973) et Bachabi (2003). Cette efficacité limitée des extraits aqueux d'*Hyptis spicigera* Lam. et d'*Azadirachta indica* A. Juss. avait été mise en évidence par Bambara et Tiemtoré (2008) qui avaient rapporté que leur effet biopesticide sur les parasites du niébé n'était pas meilleure à la deltaméthrine.

Les résultats de la présente étude invitent à observer une forte attention à la gestion durable des ravageurs du niébé en général et des thrips en particulier. L'approche de lutte intégrée contre les ravageurs du niébé qui intègre la conservation des ennemis naturels à travers la gestion des habitats et l'utilisation de plantes insecticides (PRONAF, 2000 ; PRONAF SENEGAL, 2002), deux stratégies de lutte compatibles (Sinzogan, 2002), doit être envisagée, voire promue.

5. Conclusion

La présente étude a permis de mettre en évidence que les extraits aqueux de neem, de manioc, de citronnelle, d'*Hyptis suaveolens* et de *Thevetia nerifolia* peuvent être recommandés pour le contrôle des thrips en culture pure de niébé avec les six cultivars étudiés. Pour ce faire, des pulvérisations répétées à une fréquence hebdomadaire du 34^{ème} JAS au 62^{ème} JAS doivent être appliquées. Cependant, l'extrait aqueux de citronnelle n'a

pas été efficace contre les thrips avec le cultivar Katché péha.

Le maintien en propre de la culture du niébé par des sarclages à bonnes dates peut permettre de réduire l'infestation des thrips en périodes de floraison. En plus, l'association du niébé à d'autres cultures pièges telles que le maïs, le sorgho et le mil peut permettre d'obtenir de meilleurs rendements.

Ces méthodes de lutte peuvent être aussi adoptées pour la protection phytosanitaire des cultivars de niébé habituellement cultivés, comme des mesures de lutte agro-bio-écologique contre les ravageurs du niébé tout en préservant leurs ennemis naturels et la santé humaine et environnementale. L'efficacité des extraits aqueux peut être aussi testée sur les punaises et le devenir des graines en stock.

REMERCIEMENTS

Les auteurs du présent article remercient les Laboratoires « Hors Murs » à travers l'association « Biodiversité, Echanges et Diffusion d'Expériences (BEDE) » qui a financé et mis en œuvre conjointement avec le Laboratoire de Génétique Ecologique (LGE) de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable (ORAD), les travaux de recherche en milieu réel dont les résultats ont été valorisés dans le cadre de cette publication.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- ABADASSI J. 1997. Contraintes de la production du maïs et du niébé au Bénin. Rapport de recherche FSA/UNB, république du Bénin.
- ADEOTI R. 1990. Influence des fluctuations combinées d'insecticides sur les ravageurs et rendements du niébé en plein champ à Zouzouvou/Mono. Mémoire d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, république du Bénin.

- AKKER Van Den E. 1999. Major crops and their regional distribution in Benin. *In*: Herrmann L. Venemann K. Stahr K & Oppen von M. (Eds.). Atlas of natural and agronomic resources of Niger and Benin. Hohenheim, université de Hohenheim.
- ALZOUUMA I. 1995. Connaissance et contrôle des coléoptères Bruchidae ravageurs des légumineuses alimentaires au Sahel : Sahel Integrated Pest Management (IPM)/Gestion Phytosanitaire Intégrée. Revue Institut CILSS du Sahel. N° 1.
- ANAND P. & RAO J. 1996. Botanical pesticides in agriculture. 4th Ed, London. Academic Press.
- ATACHI P. & SOUROKOU B. 1992. Effects of Decis (Deltamethrin) and systoate (Dimethoate) on *Megalurothrips sjostedti* (TRYBOM) in cowpea. Insect Sci. Applic. 13(2) : 279-286.
- ATACHI P. & DANNON E. A. 1999. Dynamique comparée des populations de *M. vitrata* (FABRICIUS) (Lepidoptera, Pyralidae) et de *Megalurothrips sjostedti*. (TRYMO) (Thysanoptera, Thripidae) définie par l'évaluation des infestations des fleurs et des probabilités d'attaque dans les associations de cultures Vigna-Cajanus au Sud-Bénin. Soc. Zool. Fr. 124(3) : 239-260.
- BACHABI F. 2003. Contribution à la lutte contre les principaux insectes ravageurs de la culture du niébé au Bénin: Efficacité selective des extraits aqueux des feuilles d'hyptis, de papayer et de neem. Mémoire de DEA, FAST/UNB, république du Bénin.
- BAMBARA D. & TIEMTORE J. 2008 Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. Tropicultura. 26(1): 53-55
- Banque Mondiale. 2003. Benin: poverty reduction strategy paper and joint staff assessment. Report 25475-BEN. Washington (DC): International Development Association (IDA); International Monetary Fund (IMF).
- BELLO S. 2005. Test de quelques approches méthodologiques d'évaluation de la diversité des ressources phylogénétiques : application au niébé. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), FSA/UAC, république du Bénin.
- BELLO S. AFFOKPON A. DJIHINTO C.A. & IDRIS-SOU-TOURE M. 2016. Sensibilité aux nuisibles, production de grains et intérêts agropastoraux de la variété de niébé IT 95K-193-12 au Sud-Bénin. Document Technique et d'informations. 10 p. Dépôt légal N° 9054 du 28/11/2016, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin, ISBN : 978-99919-2-616-2.
- BELLO S. & BACO M. N. 2015. Importance, typologie des détenteurs et taxonomie locale de la diversité variétale du niébé au Nord-Est du Bénin. Annales des Sciences Agronomiques, volume spécial, troisième partie, 19(2C) : 337-366.
- DJOMANOU B. N. 2001. L'utilisation du crotalaire et de *Uscana lariophaga* pour la lutte intégrée contre *C. maculatus* sur le niébé. Using *Crotalaria retusa* and *Uscana lariophaga* for integrated control of *Callosobruchus maculatus* on cowpea. MSc Thesis. Laboratory of Entomology/Wageningen.
- DJOSSOU J. 2001. Etude de l'impact de *Crotalaria retusa* LINNE sur l'infestation du niébé au champ par *Megalurothrips sjostedti* TRYBOM et *Callosobruchus maculatus* FABRICIUS, Diplôme d'Ingénieur Agronome, république du Bénin.
- EYZAGUIRRE P. 1995. In situ conservation and sustainable use of minor vegetable and fruit species. IPGRI / DES, Bonn- röttgen (Germany).
- FAO. 1998. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome. 371 p.
- GUEYE M. T. SECK D. WATHELET J-P. & LOGNAY G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 15(1), 183-194.

- JACKAI L. E. N. 1983. Efficacy of insecticides application at different times of day against the legume pod borer, *M. testulalis* (GEYER) (Lepidoptere, Pyralidae). *Protection Ecology*. 5: 245-251.
- Kerharo J. & ADAM J.-G. 1974. Pharmacopée sénégalaise traditionnelle (plantes médicinales et toxiques). Edition Vigot Frères, Paris, France.
- KOSSOU D. K. 1989. Evaluation des différents produits du neem *Azadirachta indica* A. JUSS pour le contrôle de *Sitophilus zeamais* MOTSCH sur le maïs en post-recolte. *Insect Sci. Applic.* 10(3) : 365-372.
- KOSSOU D. K. GBEHOUNOU G. AHANCHEDE A. AHOHUENDO B. BOURAÏMA Y. & VAN HUIS A. 2001. Indigenous cowpea production and protection practices in Benin. *Insects Sciences Application*. 21(2): 150-153.
- KPANGON H. 2002. Impact socio-économique de l'adoption des nouvelles technologies du niébé sur la réduction de la pauvreté : cas du département des collines (Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, république du Bénin.
- LIM G. S. and DALE G. B. 1984. Neem pesticide in rice: potential and limitation. *IRRI Publ.*
- MAEP. 2004. Annuaire des statistiques agricoles 2014. Version numérique. MAEP, DPP, république du Bénin.
- MAEP. 2014. Annuaire des statistiques agricoles 2014. Version numérique. MAEP, DPP, république du Bénin.
- MOODY K. 1973. Weed control in tropical grain legumes. In: Proceedings of first IITA grain legume Improvement workshop. 29 October to 2 November 1973. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- PDC (Plan de Développement Communal de Djougou). 2015. République du Bénin.
- PRONAF. 2000. Projet Niébé pour l'Afrique. Rapport d'activités campagne 2000-2001. No 02/00-TR/BE.
- PRONAF-SENEGAL. 2002. Famer Field School. Rapport provisoire d'activité. Campagne 2001-2002.
- QUIN F. M. 1997. Introduction. In: Singh B. B., Mohan Raj D. R. K. E. Dashiel & Jackai L. E. N. (eds.). *Advances in cowpea research*, IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria.
- RADWANSKI S. A. & WICKENS G. E. 1981. Vegetative fallows and potential value of the neem tree in the tropics. *Econ. Botany*. 35(4) : 398-414.
- ROCHA S. F. A. MING L. C. M. & MARQUES O. M. 2000. Influence de cinq température de séchage sur le rendement et la composition de l'huile essentielle de *Cymbopogon Jowitt winterianus*. *Revista Brasileira de plantas medicinales, Botucatu*. 3: 73-78
- ROESINGH C. 1980. Resistance to flower Thrips, *Megalurothrips sjostedti* (TRYBOM) in cowpea. Stuttgart, (PhD thesis) West Germany, Universität Homenthein.
- SAFOWORA A. 1982. Medicinal plants and traditional medicine in African. Spectrum books Ltd. Ibadan.
- SALIFU A. B. SINGH S. R. & HODSON C. J. 1988. Mechanic of resistance in Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Genotype, TVx 3236 to the bean flower thrips, *Megalurothrips sjostedti*. (TRYBOM) (Thysanoptère, Thripidae) 2. Non preference and antibiosis *Tropical Pest. Management*. 34: 185-188.
- SINGH B. B. & SINGH R. S. 1992. Breeding for bruchid resistance in cowpea. In: IITA (ed.), research n° 5.
- SINGH S. R. 1977. Rapport de Stage sur les légumineuses à grains, Entomology, IITA, Ibadan, Nigeria.
- SINGH S. R. & ALLEN D. J. 1980. Pest, diseases, resistance and protection in cowpeas. In: Summerfield, R. J., and A. H. Buting (eds.), *Advances in legume Science*, Royal Botanical Garden, Kew and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.

- SINZOGAN A. 2002. Ovipositin-Deterrent and toxic Effects of Various Botanical on on two parasitoïds (*Dnarmus basalis* (ROND) and *C. lariophaga* (STEFFAN) of *Callosobruchus maculatus* (FAB) Infesting Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Msc Thesis.
- Tchiboza S. 1996. Information sur quelques plantes insectifuges et nématicides de l'Afrique tropicale : note technique. BRAB : 18-26.
- YOUDEOWEI A. 2004. La pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. Guide de vulgarisation de la lutte intégrée-4. Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana, Direction des services pour la réglementation et la protection des végétaux (PPRSD), Agence allemande pour la coopération technique (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-GTZ), Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) : éds.
- ZOUNDJIHÉKPON J. Dansi A. & MIGNOUNA J. H. D. 1997. Gestion des ressources génétiques des ignames africaines et conservation in situ. *In* : Institut d'économie rurale (IER). Bureau des ressources génétiques (BRG) & Solagral (eds). Gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des savanes.



Rentabilité de la production du riz sous différentes mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) au Nord Bénin

Kassimou ISSIAKA¹, Clarisse TAMA², Jacob Afouda YABI³

¹ Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), Bénin, BP 123 Parakou

² Département de Sociologie, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), Université de Parakou (UP), Bénin, BP 123 Parakou

³ Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), Bénin, BP 123 Parakou

Reçu le 20 Octobre 2018 - Accepté le 13 Mai 2019

Profitability of rice production under Water and Soil Conservation Measures (WSC) in North Benin

Abstract: This paper aims at analysing the effect of the Water and Soil Conservation (WSC) Measures on economic performance of paddy production in the communes of Malanville and Kouandé in Benin. One hundred (100) rice farmers were randomly selected and surveyed. Quantitative and qualitative data about rice production inputs and outputs were collected using structured questionnaire. Economic profitability indices and Seemingly Unrelated Regression (SUR) model were used to analyse data collected. Results showed that the average profit and the net rate of returns of rice farmers in the study area were 159.792 FCFA/Ha and 0.31 respectively. Small bunds and stone barriers are the major WSC measures employed by rice producers in the study area. Budding had a significant and positive effect on the net margin of farmers at 10% significant level. On the other hand, the use of stone barriers had negative but non-significant effect on the net rate of returns of farmers. The implementation the later strategy is very expensive in terms of maintenance of initial investment and hence adopting rice producers are unable to pay back interest on loans.

Keywords: Water and soil conservation, economic analysis, simultaneous regression, paddy rice, northern Benin.

Résumé : Cet article vise à analyser l'effet des mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) sur la performance économique de la production du riz paddy dans les communes de Malanville et de Kouandé au Bénin. Cent (100) riziculteurs ont été sélectionnés de façon aléatoire et enquêtés. Des données quantitatives (inputs et outputs de production) et qualitatives (sexe, Commune, localisation des terres, contrainte d'accès au service de vulgarisation, accès au crédit pour la riziculture, etc.) ont été collectés à l'aide d'un questionnaire structuré. Les indicateurs de la rentabilité économique puis le modèle de régressions simultanées apparemment indépendante (SUR) ont permis d'analyser ces données. Les résultats obtenus suggèrent que la marge nette moyenne des riziculteurs était de 159,792 FCFA/Ha et que le taux de rentabilité interne moyen de la zone d'étude est de 0,31. Par ailleurs, les cordons pierreux et les diguettes filtrantes sont les principales techniques des mesures CES utilisées par les producteurs de riz dans la zone d'étude. La construction des diguettes filtrantes a un effet significatif et positif au seuil de 10% sur la marge nette des riziculteurs. Par ailleurs, l'utilisation des cordons pierreux a un effet négatif mais non significatif sur le taux de rentabilité interne des riziculteurs. La bonne application de cette technique semble être très couteuse du point de vue de la maintenance ou de l'investissement initial, ce qui rendait les riziculteurs adoptants incapables de payer les intérêts contractés sur les prêts.

Mots clés: Conservation des eaux et des sols, analyse économique, régression simultanée, riz paddy, Nord Bénin.

1. Introduction

L'agriculture contribue au bien-être humain en produisant non seulement de la nourriture, des matières premières mais aussi de l'emploi. Cette nourriture extrait des ressources naturelles provient de la plupart des cultures céréalières. Parmi ces céréales y figure le riz (*Oryzasativa*), aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale dont la demande passera de 676 millions de tonnes en 2010 à 763 millions de tonnes en 2020 (Moinina et al. 2018). Cette spéculation intervient fortement dans l'alimentation des populations en Afrique occidentale où près de 40% des besoins sont assurés par le marché international (del Villar and Bauer, 2013; Gnacadja et al. 2018). Au Bénin, le riz est la base de plusieurs recettes culinaires (Kinkpe et al. 2016). Il est de nos jours fortement consommé par les ménages en milieux urbains et ruraux en raison de sa facilité et de la rapidité de sa cuisson (Adégbola and Sodjinou, 2003). Il y occupe d'ailleurs la troisième place en termes de production de céréales après le maïs et le sorgho (Abel, 2009). Dès lors, le riz apparaît comme l'une des filières prioritaires retenues pour servir de levier au développement agricole au Bénin (Moumouni, 2019). Bien que le pays dispose d'importantes ressources naturelles (Bas-fonds et terrains inondables) favorables à une riziculture très rentable (Kinkhou, 2019), les performances de cette filière restent encore inférieures aux attentes des consommateurs et aux espérances stratégiques (Fall, 2016). Ceci se justifie pleinement par la quantité de riz importé dans le pays (Kinkpe et al. 2016; Gnacadja et al. 2018).

Le défi majeur de la riziculture béninoise est de produire du riz de qualité en quantité suffisante pour couvrir les besoins nationaux et réduire ainsi les importations. Malheureusement, deux contraintes minent l'atteinte de cet objectif : la faible productivité et la faible qualité des produits finis (Dossouhoui, 2019). A titre d'exemple, le rendement moyen du riz au Bénin est resté en deçà des rendements moyens sur les quinze dernières années soit 2,4T/Ha contre 3,5T/Ha au plan mondiale (Sossou, 2015). Cette faible productivité du riz se traduit par des taux faibles de rentabilité pour les producteurs. Dans un contexte où la rentabilité économique apparaît comme l'un des facteurs importants d'adoption d'une spéculation, l'amélioration de la productivité agricole devient une nécessité. Plusieurs auteurs ont montré que cette faible productivité était liée à la dégradation du sol (Théogène et al. 2018), aux effets du changement climatiques, à l'utilisation abusive

des intrants chimiques, à la mauvaise qualité des semences (Feyem et al. 2016), à la surexploitation, à de mauvaises pratiques agricoles et aux types de variété cultivée (Gaya et al. 2018; Moumouni, 2019). D'autres auteurs mettent l'accent sur les maladies, les attaques des insectes (Bosanza et al. 2018) et des agents pathogènes (Verdier et al. 2012).

Pour pallier ces problèmes, le MAEP à travers son Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) élaboré en 2017 indique clairement la nécessité d'augmenter le rendement à travers l'identification et la sélection des meilleures variétés/espèces, la promotion de l'agriculture biologique et écologique, la diffusion des techniques modernes et les bonnes pratiques endogènes. De plus, Abou et al. (2018) suggèrent qu'un accent particulier soit mis sur le facteur eau, le système d'irrigation et l'expansion des terres. De même, Seye et al. (2018) ajoute que la mise en place des mesures CES surtout la fixation des diguettes améliorerait les caractéristiques physico-chimiques du sol pour une bonne production rizicole. Cependant, les résultats économiques de l'adoption des diverses mesures CES ne sont pas encore systématiquement étudiés. La principale question de recherche est donc : Quelle est le niveau de rentabilité de la production du riz sous les différentes CES utilisées par les producteurs ? Ainsi, l'hypothèse de base est que la rentabilité économique de la production varierait selon les mesures CES utilisées.

Dans le but de contribuer aux débats et réflexions sur la filière riz, le présent article cherche à voir l'effet des Mesures de la Conservation des Eaux et des Sols (Mesures de gestion de la fertilité des sols et d'adaptation aux changements climatiques) sur la performance économique de la production du riz paddy dans les communes de Malanville et de Kouandé. Cet article accompagnerait les dirigeants dans l'atteinte de leur objectif de promotion de la filière rizicole et encourageraient les bailleurs de développement à restructurer leurs axes d'interventions afin de mieux investir.

2. Cadre théorique

L'approche théorique de cette étude est celle de l'effet de l'adoption d'une nouvelle technologie ou d'une innovation sur la performance économique du producteur. Les exploitations agricoles à l'image des entreprises agricoles dirigées par le chef d'exploitation visent avant tout des fins économiques et sociales. Ceci les amène à s'organiser tout au long du processus de production. Cette organisation paysanne élaborée par Chayanov (1990), suppose que l'exploitation en fonction des conditions socioéconomiques qui la caractérise se fixe un niveau de revenu à atteindre comme objectif pour satisfaire ses besoins. Pour y arriver, elle combine ses différents facteurs de production notamment la main d'œuvre, le foncier et le capital. Dans la théorie

* Auteur Correspondant : ja_yabi@yahoo.com
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

néoclassique, le producteur est appelé à être rationnel. Pour se faire, il est appelé à utiliser judicieusement les ressources disponibles afin d'avoir un meilleur revenu. A la fin de son campagne, les revenus marginaux doivent évaluer les coûts marginaux de production.

Toutefois, l'atteinte de ces objectifs aujourd'hui ne dépend pas uniquement de la manière dont les ressources sont combinées mais aussi de la capacité du producteur à accepter et adopter les innovations dans un contexte où l'environnement se dégrade de jour en jour. Elle est non seulement essentielle pour l'industrialisation, mais permet aussi l'augmentation de la productivité et par conséquent, le revenu de la population rurale majoritairement pauvre (de Janvry et al. 2015). Par ailleurs, les caractéristiques socioéconomiques des potentiels adoptants (Daberkow and McBride, 1998), les facteurs agro-écologiques (Khanna, 2001), les facteurs institutionnels (Tey and Brindal, 2012), les facteurs informationnels (Robertson et al. 2012; Larson et al. 2008), la perception des agriculteurs de l'innovation (Walton et al. 2008), les facteurs comportementaux (Lynne et al. 1988) et les facteurs technologiques (Roberts et al. 2004) sont les déterminants dont peut dépendre le revenu agricole.

Dans cette étude, les Mesures de la Conservation des Eaux et des Sols constituent l'innovation susceptible d'avoir une incidence positive sur le revenu des producteurs (Egah et al. 2014).

Sur ces bases, plusieurs études empiriques ont analysé les déterminants de la productivité, du rendement ou de l'adoption de certaines pratiques par les producteurs. Adegbola et al. (2003) dans leur étude sur la compétitivité de la riziculture ont montré que la rentabilité de la production du riz au Bénin était fonction de la zone d'étude et du système de production pratiqué. Yabi et al. (2012) ont montré en se basant sur le Taux Moyen de Rémunération du Capital que la majorité des riziculteurs de la commune de Malanville ne pouvaient pas rembourser les crédits empruntés à partir des revenus issus de ladite activité. Pour Ouedraogo (2012), la taille des ménages permet aux producteurs de satisfaire leurs besoins en main d'œuvre. Ce dernier constitue une véritable contrainte dans le système d'agriculture extensive. En évaluant l'impact des contrats agricoles sur le revenu des producteurs du riz au Bénin, Olounlade et al. (n.d.) avaient montré que l'héritage des terres affecte positivement le revenu du producteur et offre aux producteurs un plan de production à long terme. Selon Nuama (2006), l'accès au service de vulgarisation a un effet positif et significatif sur la production agricole. De même, les résultats de Nonvide (2017) ont prouvé que les services de vulgarisation permettent aux riziculteurs de se familiariser avec les nouvelles pratiques et technologies agricoles. Toutefois, les activités rémunératrices sont d'une grande importance pour le producteur

car elle joue un rôle de substitution en cas de mauvaise récolte (Gondard-Delcroix and Rousseau, 2004). L'activité secondaire constitue une autre source de revenu pour le producteur et peut même l'aider à augmenter son investissement à travers l'achat des intrants agricoles (Yegbemey et al. 2014).

Ngom et al. (2016) et Nuama (2006) ont montré respectivement que l'instruction peut permettre au riziculteur de choisir les quantités d'intrants qu'il lui faut et de faire un bon choix des techniques culturales disponibles et que le producteur instruit a non seulement la facilité dans la maîtrise des techniques modernes de production mais aussi l'opportunité d'avoir les informations nécessaires sur les prix de marché et d'acheter ses intrants à moindre prix. En outre, dans son étude sur les déterminants des rendements dans les systèmes de production de riz en Afrique de l'Ouest, Niang et al. (2017) qui ont montré que la construction de diguettes permettait d'augmenter les rendements. Ces différents résultats ont servi de bases théoriques pour le cadre analytique de la présente étude.

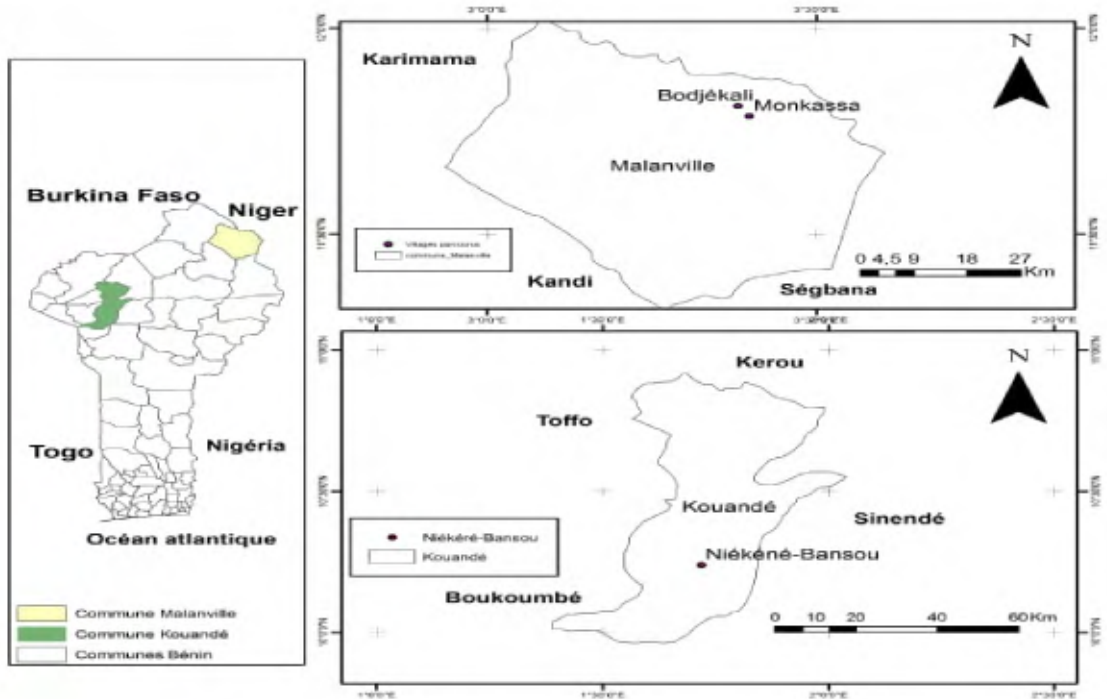
3. Matériel et méthodes

3.1. Zone d'étude

L'étude a été conduite dans les zones agro-écologiques 1 et 3. Elles ont été choisies du fait qu'elles font partie des zones très vulnérables aux changements climatiques. Dans ces zones, deux communes ont été retenues : Malanville et Kouandé. Ces deux communes cibles sont situées entre les parallèles 9°8' – 12°00' de l'attitude Nord et les méridiens 1°22' – 3°35' de longitude Est. Les villages de Bodjécali et de Monkassa dans la commune de Malanville et celui de Niékéné-Bansou dans la commune de Kouandé étaient sélectionnés car identifiés pour bénéficier d'un projet de Résilience aux effets des Changements Climatiques par la Gestion Durable des Terres (PRCC-GDT) financé par le Fonds National pour l'Environnement et le Climat (FNEC). La Figure 1 présente la zone de l'étude.

3.2. Echantillonnage et base de données

L'unité d'observation de cette étude était le riziculteur. Les riziculteurs des villages retenus dans les deux communes ont été recensés au prime à bord suivant les critères : (i) avoir emblavé au moins 0,25Ha pour la production du riz (ii) avoir un âge compris entre 18 et 55 ans, ce qui avait permis d'avoir une base de sondage. Ensuite, l'échantillonnage aléatoire simple a été effectué pour la sélection des producteurs enquêtés. Ces producteurs bénéficieraient des appuis du PRCC-GDT.



Source : Fonds Topographique, IGN, 2007

Figure 1: Carte de la zone d'étude

La taille de l'échantillon a été arbitrairement fixée tout en tenant compte du minimum de 31 observations requises selon le théorème de la limite centrale qui suggère que si la taille de l'échantillon est suffisamment grande (>30) alors la distribution d'échantillonnage se rapproche de la distribution de la loi normale. Ainsi, dans chaque commune, cinquante (50) riziculteurs (bénéficiaires) ont été ainsi sélectionnés et enquêtés, soit un total de cent (100) riziculteurs sur l'ensemble de la zone d'étude.

Des données primaires quantitatives et qualitatives ont été collectées par des interviews en suivant un questionnaire structuré administré à chaque riziculteur. Ces données avaient trait aux caractéristiques socio-économiques des producteurs (âge, expérience, sexe, niveau d'instruction, l'accès aux crédits, l'éthnie, le niveau d'alphabétisation, superficie, stratégie de gestion des terres), les quantités et prix unitaires des inputs et outputs impliqués dans le processus de production du riz paddy y compris les outils utilisés lors de la production.

3.3. Méthode d'analyse

3.3.1. Calcul des indicateurs de rentabilité économique

Pour évaluer la performance économique de la production du riz paddy, deux indicateurs ont été utilisés en s'inspirant des travaux de Yabi et al. (2012). Il s'agit notamment de la marge nette (MN) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI).

Marge nette de production

La marge nette de production exprimée en FCFA/Ha est obtenue en déduisant du produit brut en valeur (PBV en FCFA/Ha), les charges variables (CV en FCFA/Ha) et fixes (CF en FCFA/Ha) de production. Sa formule mathématique est la suivante :

$$MN = PBV - CV - CF \quad (1)$$

Le produit brut en valeur est le produit de la quantité de riz paddy produite en Kg/Ha et le prix unitaire de vente. Les charges variables regroupent les coûts qui changent avec la quantité d'extrants produite, mais pas forcément de façon proportionnelle (Sodjinou, 2016). Il s'agissait notamment ici du prix de la semence, du NPK et d'Urée, des herbicides totaux et sélectifs, les frais de la carburation pour l'irrigation et le transport puis le cout de la main-d'œuvre salariée. Les charges fixes (CF) correspondent à des coûts qui varient peu dans une courte période lorsque l'activité varie dans une certaine fourchette et sont indépendantes de la nature, de la dimension et de l'intensité des activités pratiquées au sein de l'entreprise, au cours de la période de référence (Sodjinou, 2016). Ces charges dans cette étude comprenaient l'amortissement des outils ayant servis à la production du riz, la rente foncière, l'intérêt sur emprunt et les salaires de la main-d'œuvre permanente. Si la marge nette est positive (MN > 0), alors on en déduit que le produit brut arrive à couvrir tous les coûts totaux (variables +fixes) et que la production est économiquement rentable. Par contre, si la marge nette est négative (MN <0), alors le produit brut n'arrive pas à couvrir tous les coûts totaux.

Le taux de rentabilité interne

Le taux de rentabilité interne est la différence de la marge nette et la valeur la valeur de la main-d'œuvre familiale (VMO en FCFA/Ha) sur la somme des charges totales de production et valeur la valeur de la main-d'œuvre familiale. Sa formule mathématique est :

$$TRI = \frac{(MN - VMO)}{(CT + VMO)} \tag{2}$$

La valeur de la main-d'œuvre familiale VMO est obtenue en multipliant la quantité physique de main-d'œuvre familiale totale par le prix moyen de la main-d'œuvre salariée qui est de 1500FCFA dans notre zone d'étude. Les charges totales de production regroupent la charge variable et la charge fixe. L'interprétation du TRI se fait en le comparant au taux d'intérêt *i* appliqué par les institutions de micro-finance de la zone de l'étude. Ainsi, nous avons les deux (2) cas suivants :

- Si TRI > *i*, alors l'activité est économiquement rentable du point de vue de l'investissement du capital CT.
- Si par contre TRI < *i*, alors l'activité n'est pas économiquement rentable du point de vue de l'investissement du capital CT. En effet, un producteur qui contracte un crédit au taux d'intérêt *i* (taux d'intérêt de la zone) pour mener l'activité considérée ne pourra pas payer les intérêts à partir de la marge nette générée par celle-ci.

3.3.2. Modélisation des déterminants des indicateurs de rentabilité économique

Généralement, pour analyser les déterminants de plusieurs indicateurs de rentabilité, des régressions indépendantes pour chaque indice pré-calculé sont estimées. Cette méthode révèle une insuffisance en ce sens qu'elle ne permet pas de sauvegarder l'information qu'ont de commun les paramètres calculés surtout quand le terme d'erreur de ces dernières est corrélé. A titre d'exemple, le calcul du taux de rentabilité interne nécessite d'abord le calcul de la marge nette. Les paramètres étant donc corrélés, il serait intéressant de faire une modélisation incluant un ensemble d'équation. Ce modèle (système d'équations SUR) a été introduit par Zellner en 1962 pour estimer les équations multiples et améliorer l'efficacité de l'estimation. Toutefois dans l'estimation, chaque équation est autorisée à avoir des variables dépendantes et indépendantes différentes (Pastpipatkul et al. 2015).

Dans la présente étude chaque équation a le même nombre de variables indépendantes. Les variables dépendantes M1 et M2 sont les indicateurs de la rentabilité économique préalablement calculés. Il s'agit respectivement de la marge nette (MN) et le taux de rentabilité interne (TRI).

La relation entre les performances technique et économique de production et les facteurs pouvant les déterminer peuvent s'écrire sous la forme :

$$M_{ij} = f(X_{ij}, u_{ij}) \tag{3}$$

M_{ij} est la performance *j* (*j*=1, 2) du producteur *i*, X_{ij} représentent les facteurs socio démographiques et économiques liés au producteur *i* susceptibles d'expliquer les différences de niveaux de performance et u_{ij} sont les termes d'erreur aléatoire. Parmi les X_{ij}, ceux affectant la performance sont déduits à travers le signe de leur coefficient et leur degré de significativité.

En supposant que les différentes techniques de la mesure de Conservation des Eaux et des Sols (CES) peuvent avoir d'influence sur la performance de la production du riz, en tenant compte aussi de la spécification (3), le système d'équations suivant peut être considéré :

$$\begin{cases} M_{1i} = \alpha_1 + \sum_n \beta_{1n} Z_{in} + \sum_n \delta_{1n} P_{in} + u_{1i} \\ M_{2i} = \alpha_2 + \sum_n \beta_{2n} Z_{in} + \sum_n \delta_{2n} P_{in} + u_{2i} \end{cases} \tag{4}$$

Ici, P_i représentent les différentes mesures CES, Z_i les caractéristiques socio-économiques et démographiques des riziculteurs, α_i les termes constants, β_j et δ_j les coefficients de régression et u_i les termes d'erreurs. Le tableau 1 suivant présente l'ensemble des variables explicatives et les signes attendus.

Tableau 1 : Variables indépendantes introduites dans le modèle

Paramètres	Types de variables	Modalités	Signes attendus
Caractéristiques socioéconomiques			
Commune	Variable discontinue	0=Kouandé ; 1= Malanville	+/-
Taille de ménage	Variable continue	En nombre de personnes	+
Age	Variable continue	En nombre d'années	+
Sexe	Variable discontinue	0=Féminin ; 1=Masculin	+/-
Activité secondaire	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Scolarisation	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Localisation des terres	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	-
Contrainte d'accès au service de vulgarisation	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	-
Accès au crédit pour la riziculture	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES)			
Cordons pierreux	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+
Diguettes filtrantes	Variable discontinue	0=Non ; 1=Oui	+

4. Résultats

4.1. Caractéristiques socioéconomiques

Le tableau suivant présente les statistiques descriptives des principales caractéristiques socioéconomiques des enquêtés et des mesures CES utilisées par eux.

Tableau 2 : Statistiques descriptives

Variable qualitative	Modalité	Fréquence relative (%)
Sexe	Féminin	18
	Masculin	82
Accès au crédit agricole	Non	66
	Oui	34
Construction des diguettes	Non	54
	Oui	46
Scolarisation	Non	60
	Oui	40
Location des terres	Non	92
	Oui	8
Technique de Cordons pierreux	Non	90
	Oui	10
Contrainte d'accès au service de vulgarisation	Non	36
	Oui	64
Activité secondaire	Non	62
	Oui	28
Variable quantitative	Moyenne	Ecart-type
Age (Nombre d'années)	43,35	12,483
Taille du ménage (Nombre de personnes)	12,49	7,23

Il en ressort que 82% des riziculteurs enquêtés étaient des hommes. La moitié environ n'étaient pas instruits et n'avaient pas accès au crédit agricole. (Environ 64% sont confrontés aux contraintes d'accès au service de vulgarisation et 28% avaient une activité secondaire. Seulement 8% des enquêtés allouaient des ressources pour la location des bas-fonds cultivables. En moyenne, la taille de ménage était de 13 personnes (± 7) par ménage. Quant à l'âge moyen, il était de 43 ans (± 12) dans l'ensemble de la zone d'étude. En ce qui concerne les principales techniques des Mesures de

CES, 46% des riziculteurs ont constitué des diguettes tout autour de leur champ et 10% ont installé des Cordons pierreux.

4.2. Rentabilité économique des riziculteurs

Le tableau 3 présente les indicateurs de rentabilité économiques estimés des riziculteurs de la zone d'étude.

Tableau 3 : Indicateurs de rentabilités

Indicateurs de rentabilité	Moyenne	Ecart-type
Cout total de production (FCFA/Ha)	350450,4	351628,3
Produit Brut (FCFA/Ha)	510242,8	352523,4
Marge nette de production (FCFA/Ha)	159792,4	237576,2
Taux de Rentabilité Interne	0,31	0,53

De l'analyse de ce tableau, il ressort que la moyenne de la marge nette des riziculteurs était de 159.792 FCFA/Ha (tableau 3). La production de riz se révèle alors intéressante économiquement. De plus, le taux de rentabilité interne moyen de la zone d'étude était de 0,31, supérieur au taux d'intérêt (0,24) des institutions présentes dans la zone d'étude. Ce taux d'intérêt permettait donc aux riziculteurs de faire un prêt auprès des institutions de micro finance présentes dans la zone.

4.3. Déterminants de la rentabilité économique

Le modèle de régression simultanée estimé était globalement significatif au seuil de 1%. Les variations observées au niveau des variables explicatives expliquaient respectivement 27,27% et 40,63% des variations de la marge nette et du taux de rentabilité interne. Le tableau 4 présente les résultats du modèle.

Les variables socioéconomiques telles que la commune d'étude, le sexe, la location des terres cultivables, la taille du ménage, la scolarisation, l'activité secondaire et les contraintes liées à l'accès aux services de vulgarisation influençaient significativement les indices de performance économique calculés. Le fait que

le riziculteur appartient à la commune de Malanville a un effet négatif et significatif au seuil de 5% sur la marge nette et au seuil de 1% sur le TRI. La taille de ménage agricole détermine aussi négativement et significativement au seuil de 10% et 1% respectivement la marge nette et le taux de rentabilité interne.

Spécifiquement pour la marge nette, le sexe et la localisation des terres cultivables pour la production du riz paddy ont des effets négatifs et significatifs au seuil de 1%. De plus, les contraintes d'accès aux services de vulgarisation ont un effet négatif et significatif au seuil de 10% sur cet indice de rentabilité. En ce qui concerne

le TRI, avoir une activité secondaire a un effet négatif sur cet indice au seuil 10%. Cependant, la scolarisation du riziculteur à un effet positif et significatif au seuil de 10 % sur le TRI.

La construction des diguettes filtrantes et l'installation des cordons pierreux étaient les techniques des mesures CES qui expliquaient la performance de la production du riz. Ainsi, la construction des diguettes au tour des parcelles cultivables a un effet positif et significatif au seuil de 10% sur la marge nette. Cependant, l'installation des cordons pierreux exerce un effet négatif bien qu'elle ne soit pas significative sur le TRI.

Tableau 4 : Résultats du model

Variables	Marge nette (MN)		Taux de rentabilité interne (TRI)	
	Coefficients (Erreurs types)	P>z	Coefficients (Erreurs types)	P>z
Caractéristiques socioéconomiques				
Commune	-110.502,1 (6.1088, 19)	0,070	-0,56 (0,12)	0,000
Taille de ménage	-66.603,38 (3.77245)	0,077	-0,28 (0,07)	0,000
Age	-	-	0,05 (0,17)	0,750
Sexe	-172.070,9 (66.206,75)	0,009	0,09 (0,14)	0,493
Activité secondaire	-	-	-0,17 (0,10)	0,097
Scolarisation	32.975,41 (48.603,62)	0,497	0,17 (0,10)	0,093
Localisation des terres	-302.605,9 (88.832,55)	0,001	-	-
Contrainte d'accès au service de vulgarisation	-118.712,3 (62.926,95)	0,059	-	-
Accès au crédit pour la riziculture	87.502,78 (67.155,94)	0,193	0,03 (0,13)	0,806
Conservations des Eaux et des Sols				
Cordons pierreux	-	-	-0,21 (0,16)	0,177
Diguettes filtrantes	88.057,12 (50.845,22)	0,083	-	-
Constante	58.8658, 6 (163.924,3)	0,000	1,49 (0,70)	0,033

5. Discussion

La marge nette de la production du riz paddy dans la zone d'étude est supérieure à zéro. Nous pouvons donc conclure que le produit brut en valeur des riziculteurs arrive à couvrir tous les coûts totaux (variables+fixes). Par conséquent, la production du riz paddy est économiquement rentable du point de vue marge nette. Ce résultat confirme ceux de Yabi et al.(2012) qui ont montré que dans la commune de Malanville, la riziculture est économiquement rentable en termes de couverture des coûts de production variables et fixes.

Le TRI des riziculteurs est supérieur à 24% qui est la moyenne du taux d'intérêt des institutions de micro finance de la zone d'étude. Donc les producteurs de riz sont aussi rentables du point de TRI. Un producteur qui contracte un crédit au taux d'intérêt 24% pour produire le riz paddy pourrait payer l'intérêt sur emprunt. Ce résultat est contraire à ceux de Yabi et al. (2012) pour qui

les riziculteurs de la commune de Malanville n'arrivent pas à solder les prêts contractés.

Les résultats avaient montré que la commune Malanville a un effet négatif et significatif sur la marge nette des producteurs. Cela voudrait dire que comparativement à la commune de Malanville, les riziculteurs de Kouandé ont une marge nette supérieure. Ceci pouvait s'expliquer par le fait que les riziculteurs de Malanville sont plus vulnérables aux effets du changement climatique par leur proximité au désert du Sahel. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Adegbola et al.(2003) qui ont conclu dans leur étude de la compétitivité de la riziculture béninoise que la rentabilité du riz peut être fonction de la zone d'étude et du système de production pratiqué. En ce qui concerne le taux de rentabilité interne, les résultats ont aussi montré que comparativement à la commune de Kouandé, les riziculteurs de la commune de Malanville ne pouvaient pas

rembourser un emprunt contracté pour la production rizicole auprès des institutions de micro finance. Ces résultats confirment ceux de Yabi et al. (2012) qui ont montré que les producteurs du riz paddy dans la commune de Malanville, qui ont obtenu des prêts à des taux d'intérêt de 16% ou 24% ne pouvaient pas rembourser leur crédit à partir des revenus issus de ladite activité.

La taille du ménage du riziculteur détermine négativement et significativement les indices de rentabilité calculés (Marge nette et le Taux de rentabilité interne). Ce signe négatif du coefficient contraire à ceux trouvés dans la plupart des études d'analyse des déterminants de rentabilité indique que le riziculteur, lorsque sa taille du ménage augmente, ses dépenses augmentent aussi, ce qui le rend incapable à payer les intérêts sur emprunt. La taille du ménage bien qu'elle permet au producteur de couvrir les besoins de la main d'œuvre engendrait aussi d'autres coûts difficiles au producteur d'évaluer. Il s'est agi des coûts liés au déplacement, à la nourriture, à la santé. Ces résultats sont contraires à celui de Ouedraogo (2012) qui a montré que la taille des ménages contribue à la satisfaction des besoins en main d'œuvre qui constitue une contrainte dans le système d'agriculture extensive. Le sexe a un effet négatif et significatif sur la marge nette des riziculteurs. Les riziculteurs sont donc moins rentables du point de vue marge nette que les rizicultrices. Autrement dit, bien qu'elles soient plus impliquées dans les activités de leur ménage et confrontées surtout à la non disponibilité des terres cultivables, les rizicultrices respectent scrupuleusement l'itinéraire technique dans la production du riz dans le but d'avoir un meilleur rendement que les riziculteurs.

Le riz paddy se produisant généralement dans le bas-fond, amène les producteurs qui n'avaient pas des terres inondables à allouer une rente foncière à la fin de la récolte. En d'autres termes, le riziculteur réduit ces coûts de production lorsqu'il utilise gratuitement le bas-fond cultivable ou lorsqu'il est lui-même propriétaire. Ce résultat confirme celui de Olounlade et al. (n.d.) qui ont montré que l'héritage des terres affecte positivement le revenu du producteur et offre aux producteurs un plan de production à long terme. Lorsque les riziculteurs n'ont pas à leur côté des agents de vulgarisation pouvant apporter une approche de solution aux problèmes qu'ils rencontrent, cela a un effet négatif sur leur marge nette. Autrement dit, le fait que le riziculteur soit en contact avec le service de vulgarisation influence positivement sa marge nette. Ceci corrobore les résultats de Nuama, (2006). Selon cet auteur, l'accès au service de vulgarisation a un effet positif et significatif sur la production agricole. Ce résultat confirme aussi celui de Nonvide, (2017) qui a montré que les services de vulgarisation permettent aux riziculteurs de se familiariser avec les nouvelles pratiques et technologies agricoles.

L'activité secondaire a un effet négatif et significatif sur le taux de rentabilité interne. Ce résultat se traduit par le fait que le riziculteur a tendance à investir le prêt

qu'il reçoit au niveau des institutions de micro-finance dans autres activités que la production du riz sans penser au risque du marché. Ce résultat est contraire à ceux de Yegbemey et al. (2014) qui ont montré que l'activité secondaire constitue une autre source de revenu pour le producteur et pouvait même l'aider à augmenter son revenu agricole à travers l'achat des intrants agricoles. Ce résultat va aussi dans le sens inverse à ceux de Gondard-Delcroix and Rousseau, (2004) qui ont conclu que les activités rémunératrices sont d'une grande importance pour le producteur car elle joue un rôle de substitution en cas de mauvaise récolte. Enfin, la scolarisation du riziculteur a un effet positif et significatif sur le TRI. Ceci dit, quand le riziculteur est instruit, il est plus conscient de ces obligations vis-à-vis des institutions de micro-finance, ce qui le conduit dans un processus d'optimisation de sa production. Ce résultat confirme ceux de Ngom et al. (2016) d'une part qui stipulent que l'instruction peut permettre au riziculteur de choisir les quantités d'intrants convenables et de faire un bon choix compte tenu des techniques culturales disponibles puis ceux de (Nuama, 2006) d'autre part qui a montré que le producteur instruit a facilement la maîtrise des techniques modernes de production et il a aussi l'opportunité d'avoir les informations nécessaires sur les prix de marché et d'acheter ses inputs à moindre prix. Cependant, la construction des diguettes au tour des parcelles cultivables a un effet positif et significatif sur la marge nette de la riziculture. Par conséquent, la théorie selon laquelle l'adoption d'une nouvelle technologie augmenterait la productivité est confirmée. En effet, les diguettes sont d'une grande importance dans la production du riz en ce sens qu'elles retiennent l'eau et les éléments nutritifs nécessaires pour la croissance des plants. Cela confirme les résultats de Niang et al. (2017) qui ont montré que la construction de diguettes permet d'augmenter les rendements.

6. Conclusion

Cette étude s'est focalisée sur les mesures appliquées par les riziculteurs dans la zone d'étude en matière de CES. Il s'agissait des techniques de diguettes filtrantes et l'installation des cordons pierreux. La construction des diguettes filtrantes a un effet positif sur la marge nette des riziculteurs. Par ailleurs, bien que l'utilisation de ces cordons pierreux par ces derniers ne soit pas significative, son effet était négatif sur le taux de rentabilité interne des producteurs. L'installation des cordons pierreux ne permettait pas donc aux riziculteurs de solder les intérêts sur prêts contractés auprès des institutions de micro finances. Les partenaires techniques et financiers doivent accentuer leur intervention pour la diffusion des différentes techniques des mesures de CES et leur application par les riziculteurs sans oublier les facteurs socioéconomiques relevés par cette étude.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet de Résilience aux effets des Changements Climatiques par la Gestion Durable des Terres (PRCC-GDT) dans les communes de Kouadé et Malanville financé par le Fonds National pour l'Environnement et le Climat (FNEC) pour avoir facilité la collecte des données.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Abel, G.J., 2009. Etude sur le développement des filières riz et maraîchage au Bénin. Rapp. D'étude 77p.
- Abou, M., Yabi, I., Yolou, I., Ogouwale, E., 2018. Caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagements hydro-agricoles dans le doublet Dangbo-Adjohoun au sud du Bénin. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12(1), 462-478.
- Adégbola, P., Sodjinou, E., 2003. Analyse de la compétitivité de la riziculture béninoise, rapport définitif du Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche. PAPAINRAB Porto-Novo Bénin.
- Adegbola, P.Y., Houssou, N.I., Singbo, A.G., 2003. Typologie des exploitations agricoles et gestion de la fertilité des sols au Sud du Bénin TOME.
- Bosanza, J.B.Z., Bobuya, P.N., Dongo, P.E., Bunyele, B.N., Mukendi, B.N., 2018. Impact des oiseaux granivores sur le rendement de la culture du riz pluvial (*Oryza sativa* L.) dans la province du Sud-Ubangi, RD Congo. Rev. Marocaine Sci. Agron. Vét. 6, 565-568.
- Daberkow, S.G., McBride, W.D., 1998. Socioeconomic profiles of early adopters of precision agriculture technologies. J. Agribus. 16, 151-168.
- Chayanov, A., 1990. L'organisation de l'économie paysanne, Alençon, France, Librairie du regard, 344 p.
- de Janvry, A., Sadoulet, E., Kyle, E., Dar, M., 2015. L'adoption des technologies agricoles: quelles leçons tirer des expérimentations de terrain? Rev. Econ. Dev. 23, 129-153.
- del Villar, P.M., Bauer, J.-M., 2013. Le riz en Afrique de l'Ouest: dynamiques, politiques et perspectives. Cah. Agric. 22, 336-344.
- Dossouhoui, F.V., 2019. Développement d'un secteur semencier intégré aux chaînes de valeur du riz local au Bénin (PhD Thesis). Gembloux Agro-Bio Tech Université de Liège, Gembloux, Belgique.
- Egah, J., Baco, M. N., Lokossou, R. S., Moutouama, F. T., Akponikpè, P. B. I., Fatondji, D., Djènonin, A. J., Tossou, C. R., Sokpon, N., 2014. Incidence économique des techniques exogènes de conservation de l'eau et des sols au Bénin [Economic impact of exogenous techniques of soil and water conservation in Benin]. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin vol 1 (75), 47- 57.
- Fall, A.A., 2016. Synthèse des études sur l'état des lieux chaîne de valeur riz en Afrique de l'ouest: Benin, Burkina-Faso, Mali, Niger et Sénégal. Rapp. Final ROPPA. 83p.
- Feyem, M.M., Bell, J.M., Kenyi, D.M., Dougoua, M.F., Moche, K., Tanzi, L., Mapiemfu, D., Noe, W., 2016. Influence de la date de récolte sur la germination des semences de quelques variétés de riz NERICA pluvial.
- Gaya, I.Y., Maïga, I.M., Idi, A., Haougui, A., 2018. Analyse de la variabilité des rendements du riz selon les variétés et les pratiques culturales: Cas des périmètres irrigués de Toula, Bonfèba et de Diomona au Niger. Afr. Crop Sci. J. 26, 19-35.
- Gnacadjia, C., Berthouly-Salazar, C., Nourou Sall, S.N., Zekraoui, L., Sabot, F., Pegalepo, E., Manneh, B., Vieira-Dalode, G., Moreira, J., Soumanou, M.M., 2018. Caractérisation phénotypique et génétique du riz africain (*Oryza glaberrima* Steud).
- Gondard-Delcroix, C., Rousseau, S., 2004a. Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques: Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar. Dev. Durable Territ. Economie Géographie Polit. Droit Sociol.
- Gondard-Delcroix, C., Rousseau, S., 2004b. Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques: Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar. Dev. Durable Territ. Economie Géographie Polit. Droit Sociol.
- Khanna, M., 2001. Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model. Am. J. Agric. Econ. 83, 35-51.
- Kinhou, V., 2019. La souveraineté alimentaire dans une perspective de sécurité alimentaire durable: illusion ou réalité?: le cas de la filière riz dans la commune de Malanville au Nord-Est du Bénin (PhD Thesis).
- Kinkpe, T.A., Adegbola, P.Y., Yabi, J.A., Adekambi, S., Biaou, G., 2016. Analyse conjointe de la préférence des consommateurs pour les attributs de marche du riz au Bénin.
- Larson, J.A., Roberts, R.K., English, B.C., Larkin, S.L., Marra, M.C., Martin, S.W., Paxton, K.W., Reeves, J.M., 2008. Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. Precis. Agric. 9, 195-208.

- Lynne, G.D., Shonkwiler, J.S., Rola, L.R., 1988. Attitudes and farmer conservation behavior. *Am. J. Agric. Econ.* 70, 12–19.
- MAEP, 2017. Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) : Orientation stratégiques 2025. République du Bénin, 132 p
- Moinina, A., Boulif, M., Lahlali, R., 2018. La culture de riz (*Oryza sativa*) et ses principaux problèmes phytosanitaires: une mise point sur la région de Gharb. *Rev. Marocaine Sci. Agron. Vét.* 6, 544–557.
- Moumouni, I., 2019. Améliorer la compétitivité du riz béninois grâce aux plateformes d'innovation.
- Ngom, C.A.B., Sarr, F., Fall, A.A., 2016. Mesure de l'efficacité technique des riziculteurs du bassin du fleuve Sénégal. *Economie Rurale Agric. Aliment. Territ.* 91–105.
- Niang, A., Becker, M., Ewert, F., Dieng, I., 2017. Variability and determinants of yields in rice production systems of West Africa. *Field Crops Res.* 207, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.02.014>
- Nonvide, G.M.A., 2017. Effect of Adoption of Irrigation on Rice Yield in the Municipality of Malanville, Benin. *Afr. Dev. Rev.* 29, 109. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12266>
- Nuama, E., 2006. Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. *Economie Rurale Agric. Aliment. Territ.* 39–53.
- Olounlade, A.O., Arouna, A., Diagne, A., Gauthier, B., n.d. Evaluation de l'impact des contrats agricoles sur le revenu des producteurs du riz: cas du Bénin.
- Ouedraogo, M., 2012. Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *J. Agric. Environ. Int. Dev. JAEID* 106, 3–21.
- Pastpipatkul, P., Maneejuk, P., Sriboonchitta, S., 2015. Welfare measurement on Thai rice market: a Markov switching Bayesian seemingly unrelated regression, in: *International Symposium on Integrated Uncertainty in Knowledge Modelling and Decision Making*. Springer, pp. 464–477.
- Roberts, R.K., English, B.C., Larson, J.A., Cochran, R.L., Goodman, W.R., Larkin, S.L., Marra, M.C., Martin, S.W., Shurley, W.D., Reeves, J.M., 2004. Adoption of site-specific information and variable-rate technologies in cotton precision farming. *J. Agric. Appl. Econ.* 36, 143–158.
- Robertson, M.J., Llewellyn, R.S., Mandel, R., Lawes, R., Bramley, R.G.V., Swift, L., Metz, N., O'Callaghan, C., 2012. Adoption of variable rate fertilizer application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. *Precis. Agric.* 13, 181–199.
- Seye, C. A. T., Faye, E., Thiam, A., Matty, F., Sambou, B., 2018. Effet d'un dispositif biomécanique sur la récupération des sols salés et la culture du riz dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum à Ndoff (Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 130(1), 13162-13174.
- Sodjinou, E., 2016. Guide pratique d'analyse financière d'une entreprise agricole: Théorie et application à la pisciculture. 64p.
- Sossou, C.H., 2015. Le financement de l'agriculture au Bénin: Stratégies de gestion et d'adaptation des exploitations agricoles (PhD Thesis). Gembloux Agro-Bio Tech Université de Liège, Gembloux, Belgique.
- Tey, Y.S., Brindal, M., 2012. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precis. Agric.* 13, 713–730.
- Théogène, A.N., Manirakiza, D., Nimubona, F., 2018. Déterminants de l'offre des crédits agricoles: cas des micro-finances au Burundi. *Financ. Agric. Assain.*
- Van Den Ban A.W., Hawkins H.S., Brouwers J.H., Boon C.A., 1994, La vulgarisation rurale en Afrique. CTA, Karthala, Paris, 374 p.
- Verdier, V., Vera Cruz, C., Leach, J.E., 2012. Controlling rice bacterial blight in Africa: Needs and prospects. *J. Biotechnol.* 159, 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2011.09.020>
- Walton, J.C., Lambert, D.M., Roberts, R.K., Larson, J.A., English, B., Larkin, S.L., Martin, S.W., Marra, M.C., Paxton, K.W., Reeves, J.M., 2008. Adoption and abandonment of precision soil sampling in cotton production. *J. Agric. Resour. Econ.* 428–448.
- Yabi, J. A., Paraïso, A., Yegbemey, R. N., Chanou, P., 2012. Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanville au Nord-Est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales*, 12p.
- Yegbemey, R.N., Yabi, J.A., Aihounton, G.B., Paraïso, A., 2014. Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique: cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cah. Agric.* 23, 177–187.



Production maraîchère à Banikoara au Nord Bénin : Acteurs et pratiques pour la durabilité du système de production

Rodrigue V. C. DIOGO¹, Bignon T. C. TAMA²

¹ Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

² Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, anthropologie, BP 123 Parakou, Bénin

Reçu le 10 Novembre 2018 - Accepté le 13 Mai 2019

Actors and practices for sustainable vegetable production in Banikoara, North Benin

Abstract: Vegetable production plays a vital role in food security and livelihoods of communities in sub-Saharan Africa. However, due to the rising food demand, several production systems have evolved with a diversity of actors. In order to evaluate the practices by the latter and derive recommendations for the sustainable vegetable sector in the municipality of Banikoara, North Benin, a 30-day survey was carried out in 4 administrative units of the municipality of Banikoara. A semi-structured questionnaire was used with 104 vegetable producers selected on the basis of snowball method and reasoned sampling to evaluate these actors and their practices. The questions administered were related to the land tenure system, crops grown, inputs use and the management practices of vegetable production. The results indicated that 66.3% of interviewees were women versus 34.7% men. They often use private or communal land with no formal land tenure system. Up to 14 vegetable were grown using water from wells (29.8% of respondents), rivers (36.5%) and dams (33.7%). Most interestingly, innovative use of organic fertilizers (compost, domestic wastes and animal manure) and bio-pesticides (neem leaves extracts plus garlic/tobacco) were reported by the various actors interviewed. This structural change in the use of biological inputs is a first step towards sustainable vegetable production where consumers and the environment are safeguarded. Therefore, there is a promising avenue for promoting biological vegetable production in the region. However, more research efforts are still needed to derive appropriate and effective formulations for increased growers' investment and community benefits.

Keywords: Biological insecticides, food safety, gender, organic food system, vegetable production.

Résumé : La production de légumes joue un rôle vital dans la sécurité alimentaire et la subsistance des communautés en Afrique subsaharienne. Cependant, en raison de la demande alimentaire sans cesse croissante, plusieurs systèmes de production se sont développés avec une diversité d'acteurs. Afin d'évaluer les pratiques de ces derniers et d'en tirer des recommandations pour la production maraîchère durable dans la commune de Banikoara, Nord Bénin, une enquête de 30 jours a été réalisée dans 4 unités administratives de la commune. Un questionnaire semi-structuré a été administré à 104 producteurs de légumes sélectionnés selon la méthode de la boule de neige et un échantillonnage raisonné, pour évaluer ces acteurs et leurs pratiques. Les questions posées étaient liées au régime foncier, aux spéculations produites, à l'utilisation des intrants et aux pratiques de gestion du maraîchage. Les résultats ont indiqué que 66,3% des personnes interrogées étaient des femmes contre 34,7% d'hommes. Ils utilisent souvent des terres privées ou communales sans un régime foncier formel. Au total 14 légumes ont été cultivées par les acteurs en utilisant des eaux de puits (29,8% des enquêtés), de rivières (36, 5%) et des barrages (33,7%). De plus, l'utilisation innovante d'engrais organiques (compost, déchets domestiques et déjections animales) et de pesticides biologiques (extraits de feuilles de neem plus ail / tabac) a été rapportée par les acteurs. Ce changement structurel de l'utilisation des intrants biologiques est un premier pas vers une production maraîchère durable où la santé des consommateurs et de l'environnement sont préservées. Il existe donc une voie prometteuse pour promouvoir la production biologique de légumes dans la région. Cependant, des efforts de recherche supplémentaires sont encore nécessaires pour obtenir des formulations efficaces appropriées pour accroître les investissements des producteurs et les avantages pour la communauté.

Mots clés: Insecticides biologiques, sécurité alimentaire, genre, système alimentaire biologique, production de légumes.

1. Introduction

L'Afrique sub-Saharienne représente un exemple spectaculaire d'urbanisation rapide avec un taux de croissance de 36 % (UN Habitat, 2007) ou le défi majeur reste comment nourrir les populations des villes à croissance rapide (Diogo et al., 2010). De ce fait, l'agriculture urbaine et péri-urbaine (AUP) s'est développée comme réponse à la croissance rapide des villes africaines (De Bon, 2010) et joue un rôle capital dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle des communautés (Diogo et al., 2011 ; Misonga et al., 2019). Son identité en fait aujourd'hui un élément incontournable du paysage de la ville, et un patrimoine économique et culturel (Minengu et al., 2018). Cependant, l'AUP se heurte à des défis importants dont la disponibilité en intrants principaux (fertilisants et eau de qualité) et la production dans un environnement souvent pollué (De Bon et al., 2009). De ce fait, les intrants les plus chers en termes de coûts directs sont les fertilisants et les pesticides agricoles (Drechsel et al., 1999). Ces ressources devraient être efficacement utilisées afin de réduire leurs effets néfastes sur les eaux profondes et l'environnement par lessivage des nutriments (Predotova et al., 2010) ou des excès de pesticides appliqués.

Par ailleurs, les systèmes de production maraîchère caractérisés par l'utilisation de forts taux d'intrants se développent de plus en plus dans les villes de l'Afrique de l'Ouest et au Bénin (Assogba-Komlan et al., 2007 ; Diogo et al. 2010 ; Diogo et al., 2018) et posent de sérieux problèmes relatifs à la sécurité alimentaire, la qualité des légumes produits, et la santé des communautés et de l'environnement, et à long pose des questionnements sur la durabilité de ces formes de production (Diogo et al., 2010).

Au Sud du Bénin par exemple, des doses d'application de plus de 40 t/ha d'amendement organique et de plus de 600 kg/ha d'engrais minéraux sont appliquées sur la grande morelle (Assogba – Komlan et al., 2007). A Kumasi au Ghana, l'utilisation des fientes de la volaille sur les cultures maraîchères est très fréquente avec des doses aussi élevées allant de 100 – 200 t/ha (Drechsel et al., 2005). Dans les productions urbaines de légumes à Kumasi, la disponibilité potentielle journalière de nutriments des déchets solides organiques était estimée à 3000 kg d'azote, 800 kg de phosphore et 4200 kg de potassium (Nsiah-Gyabaah and Adam, 2001).

La Banikoara au Nord du Bénin, principalement dans les arrondissements de Batran et de Toumarou, la production maraîchère représente une activité économique

importante impliquant différents acteurs. Ces deux arrondissements alimentent toute la commune en production de légumes, aussi bien en temps ordinaire que pendant les cérémonies (baptême, mariage, funérailles ; etc.). Cependant, vu l'importance de cette activité, les pratiques des acteurs et la forte demande des produits maraîchers, l'on se demande si la qualité des produits et la santé de l'environnement sont garanties par les maraîchers afin d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des communautés de Banikoara. Qui sont donc les acteurs impliqués et quelles sont leurs pratiques pour la durabilité du système de production à Banikoara ?

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Banikoara couvre une superficie de 4383 km² soit 17% de la superficie totale de l'Alibori avec une population estimée à 246575 habitants dont 50,34% de femmes (RGPH4, 2013). Elle est limitée au Nord par la commune de Karimama, au Sud par les communes de Gogounou et de Kérou, à l'Est par la commune de Kandi et à l'Ouest par le Burkina Faso. La commune est située entre 10°50 et 11°45 Latitude Nord et entre 2° et 2°55 longitude Est. (PDC Banikoara 2017-2021). Les groupes ethniques les plus importants de la commune sont représentés par les Baatombu et apparentés (67,1%), les Fulbé (24,2%), les ethnies étrangères (2,8%). Les femmes sont très impliquées dans les activités agricoles et représentent 50% des ménages agricoles (RGPH4, 2013).

2.2. Echantillonnage des sites

Les catégories d'acteurs enquêtées durant la recherche sont les femmes et les hommes producteurs individuels ou membres de groupements, les revendeurs en gros et en détails de produits maraîchers, les agents d'encadrement rural, les consommateurs, les responsables d'organisations de producteurs, les structures étatiques et non étatiques d'appui au monde rural (Cerpa, les projets/programmes), les grossistes et détaillants des intrants agricoles dans le circuit formel et informel.

L'échantillon a été choisi sur la base de la technique d'échantillonnage à choix raisonné. A ce choix raisonné, la technique de boule de neige a été combinée.

Au total 104 entretiens ont été réalisés sur la base d'un questionnaire semi-structuré et 4 *focus group* avec un guide d'entretien avec plusieurs catégories d'interlocuteurs. Les producteurs investigués appartiennent à quatre groupements des villages de Batran, Kokiré, Kpakagedou et Toumarou.

* Auteur Correspondant : dcao_bj@yahoo.fr
Copyright © 2019 Université de Parakou, Bénin

2.3. Collecte de données sur les enquêtés

Cette recherche a été réalisée à partir d'une approche mixte combinant aussi bien une approche qualitative qu'une approche quantitative. L'approche quantitative adoptée du fait des concepts d'acteurs et de logiques à comprendre nous a permis de collecter des données pour analyser la régularité des pratiques des producteurs. Celle qualitative nous a renseignés sur les perceptions des acteurs sociaux ainsi que le sens que ces derniers donnent à leurs choix en termes de spéculations et pratiques de production. Les techniques utilisées sont la recherche documentaire, l'entretien et l'observation directe. Quant aux outils le questionnaire, le guide d'entretien, la fiche de lecture et le guide d'observation ont été utilisés pour collecter les données.

Les données collectées concernent les groupes socio-professionnels existants et leurs caractéristiques socio-démographiques ; ainsi que les pratiques agricoles utilisées dans la production maraîchère.

3. Résultats

3.1. Acteurs, évolution et fonctionnement du système de production maraîchère à Banikoara

Le profil des maraîchers interviewés dans la commune de Banikoara est synthétisé dans le tableau 1. En effet, la production maraîchère dans cette commune implique une diversité d'acteurs qui évoluent dans un système intégré. Il s'agit des femmes productrices individuelles et hommes producteurs individuels membres

d'associations; les agents ruraux d'encadrement de l'ex-Secteur Communal de Développement Agricole ; les responsables d'organisations de producteurs (Union Communal des Maraîchers: UCM ; Groupements Villageois de Maraîchers GVM...); les structures étatiques ou non étatiques d'appui au monde rural (DEDRAS, PAPVIRE, ProCAD) et les grossistes, négociants, revendeurs et consommateurs des produits maraîchers.

L'activité est plus féministe avec 66,3% de femmes contre 33, 7% d'hommes. La majorité des acteurs sont mariés (83,7%) et sont dans les tranches d'âges de 23-48 ans. Environ 88,5% des acteurs sont non-instruits et pratiquent le maraîchage come activité principale (49,0%) avec une expérience variant de 7-15 ans (51,9% ; Tableau 1).

Concernant l'évolution de l'activité, dans la commune, le maraîchage était une activité domestique permettant de satisfaire les besoins de subsistance des ménages. Aujourd'hui elle est une activité agricole génératrice de revenus après les cultures de rente comme le coton et les céréales. La production maraîchère a connu dès lors une spécialisation des zones de production en fonction de la maîtrise en eau dans la commune, du pouvoir économique d'une spéculation et de la disponibilité de terres favorables.

D'une activité de type familial, le secteur du maraîchage à Banikoara a connu une structuration en Union Communal des Maraîchers (UCF), des Groupements Villageois de Maraîchers (GVM) et des Organisations Professionnelles (OP).

Tableau 1: Profil sociodémographique des producteurs maraîchers enquêtés dans la commune de Banikoara

	Toumarou (n = 38)		Kokiré (n = 24)		Batan (n = 35)		Kpakaguèdou (n = 7)		Total (N = 104)	
	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
Age										
< 23	12	31,5	9	37,5	11	31,4	3	42,9	35	33,7
23 – 30	13	34,2	9	37,5	12	34,3	2	28,6	36	34,6
30 – 48	13	34,2	6	25	12	34,3	2	28,6	33	31,7
Sexe										
Masculin	28	73,7	1	4,2	6	17,1	0	0,0	35	33,7
Féminin	10	26,3	23	95,8	29	82,9	7	100	69	66,3
Situation matrimoniale										
Marié	29	76,3	20	83,3	32	91,4	6	85,7	87	83,7
Célibataire	8	21,1	2	8,3	2	5,7	1	14,3	13	12,5
Veuve	0	0,0	2	8,3	1	2,9	0	0,0	3	2,9
Divorcé	1	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Niveau d'éducation										
Non instruit	36	94,7	18	75,0	32	91,4	6	85,7	92	88,5
Primaire	2	5,3	3	12,5	1	2,9	0	0,0	6	5,8
Secondaire	0	0,0	3	12,5	2	5,7	1	14,3	6	5,8
Activité principale										
Oui	20	52,6	8	33,3	17	48,6	6	85,7	51	49,0
Non	18	47,4	11	45,8	18	51,4	1	14,3	48	46,2
Seule activité	0	0,0	5	20,8	0	0,0	0	0,0	5	4,8
Expérience (ans)										
< 7	17	44,7	10	41,7	15	42,9	2	28,6	44	42,3
7 – 15	18	47,4	14	58,3	17	48,6	5	71,4	54	51,9
15 – 25	3	7,9	0	0,0	3	8,6	0	0,0	6	5,8

L'encadrement des producteurs maraîchers est assuré aussi bien par les services techniques déconcentrés du Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la pêche (MAEP) et les agents de terrain des projets/programmes intervenants dans le domaine de la production maraîchère. Cet encadrement se traduit généralement par la vulgarisation des techniques agricoles (innovations technologiques). Dans ce cadre, il n'existe pas de plan formation et les agents de l'État attendent l'appui financier des projets/programmes pour être plus opérationnels.

Quant au circuit de commercialisation des produits maraîchers, il dépasse les limites de la commune et s'étend dans les départements du Borgou et de l'Alibori. Il existe aussi bien des grossistes qui quittent les villes comme Kandi, Malanville et Parakou pour s'approvisionner directement dans ces villages. Ainsi, la plupart des produits tels que la carotte qu'on retrouve dans les villes suscitées proviennent des villages producteurs de Banikoara. Le marché des produits maraîchers est florissant en saison sèche et procure d'énormes ressources financières aux hommes, aux femmes et aux jeunes. Les pistes de ces villages producteurs sont très fréquentées par des commerçants venus de divers horizons à la recherche surtout de la carotte et du gombo. En moyenne, un producteur maraîcher peut engranger plus d'un million de francs CFA au cours d'une campagne de commercialisation. Au-delà des grossistes, on enregistre également des détaillants originaires des arrondissements de la commune tels que Goumori, Sompérékou et les villages de l'Alibori.

3.2. Spéculations cultivées par les producteurs maraîchers de la commune de Banikoara

Dans la commune de Banikoara, une diversité de légumes était produite (n=14 ; Tableau 2). L'activité a connu une spécialisation des cultures en fonction des zones de production, de la disponibilité en eau, des opportunités de marché et du genre. En effet, les villages de Toumarou, Batran et Kokiré font une production de contre saison. Les greniers maraîchers de la commune étaient identifiés dans les villages de Toumarou et Batran où une forte production de légumes feuilles et fruits a été identifiée.

Les hommes étaient fortement impliqués dans la production du gombo et de la carotte du fait de l'achat en gros et des revenus élevés que ceux-ci procurent. Par contre, les femmes, quant à elles, étaient impliquées dans toute production mais avec une spécialisation dans les légumes feuilles (Amarante, gboma, gombo feuille, crincrin, laitue, chou etc...). Dans le village de Kpakagedou la production maraîchère est l'activité des femmes uniquement (100%, Tableau 1) qui avaient affirmé produire toute l'année. Elles s'étaient spécialisées

dans les légumes feuilles, telles que l'amarante, crincrin, feuille de gombo, et l'oseille de guinée et quelques rares fois produisaient la laitue et l'aubergine. Il est important de signaler que les légumes feuilles en provenance de Kpakagedou, constituaient le socle des marchés légumiers de toute saison de la commune. Quant au GVM de Kokiré la production était seulement favorable en saison sèche à cause de l'inondation de leur site de production en saison pluvieuse. La même situation était rapportée dans les villages de Batran et Toumarou.

Sur les planches de Kokiré toutes les spéculations recensées dans la zone d'étude étaient produites. Cependant, environ 80% des planches étaient réservées pour la laitue et la carotte. Contrairement à Kpakagedou, la gestion du GVM de Kokiré est faite par les hommes.

3.3. Enjeux des terroirs et diversité des pratiques pour une durabilité du système de production à Banikoara

La plupart des sites de production maraîchère visités appartenaient à des individus (ce sont des domaines privés : Cas de Toumarou et Kokiré, 100% des enquêtés) ou des bas-fonds du village (domaines publics ; cas de Batran et Kpakagedou, 100% des producteurs, Tableau 3). L'accessibilité aux bas-fonds n'est possible qu'en saison sèche lorsque les eaux de pluie se retirent dans leur lit. C'est le cas des sites de production de Batran, Toumarou et Kpakagedou qui étaient des bas-fonds et n'étaient accessibles qu'en saison sèche du fait de l'inondation et de l'inaccessibilité des voies en saison de pluie.

Pour les terres mises à la disposition des groupements de producteurs par des tiers, elles n'étaient pas sécurisées parce qu'il n'existait pas d'actes légaux qui garantissaient la propriété aux membres du groupement. Cependant, pour le site de production de Kokiré (à Banikoara Centre), qui appartenait à un privé, un acte de donation était délivré au groupement pour sécuriser la production maraîchère.

Quant aux pratiques d'arrosage, il faut signaler que 100% des maraîchers enquêtés utilisent un système d'arrosage manuel avec plusieurs sources d'eau incluant les eaux de puits (29,8%), les rivières (36,5%) et barrages (33,7%). Quant aux fertilisants utilisés, sur tous les sites enquêtés les maraîchers utilisent des fertilisants organiques tels que les bouses de vaches, les déjections de petits ruminants, le compost à base d'ordures ménagères et les résidus de récolte (Tableau 3). En termes de produits phytosanitaires pour contrôler les parasites, tous les producteurs enquêtés font recours à des pesticides organiques qu'ils préparaient eux-mêmes. Il s'agit de mélange de feuilles de neem et de certaines épices dont l'ail (sauf à Kokiré où l'ail n'était pas introduit dans la préparation) (Tableau 3).

Tableau 2. Spéculations produites par les maraîchers de la commune de Banikoara

Spéculations	Toumarou (N = 38)		Kokiré (N = 24)		Batran (N = 35)		Kpakaguèdou (N = 7)		Total (N = 104)	
	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
Carotte	37	97,4	7	29,2	17	48,6	0	0,0	61	58,7
Gombo	36	94,7	23	95,8	30	85,7	7	100	96	92,3
Amarante	28	73,7	24	100	31	88,6	7	100	90	86,5
Morelle	35	92,1	23	95,8	30	85,7	7	100	95	91,3
Vernonia	0	0,0	3	12,5	4	11,4	1	14,3	8	7,7
Crinclin	30	78,9	23	95,8	30	85,7	6	85,7	89	85,6
Tomate	35	92,1	17	70,8	25	71,4	6	85,7	83	79,8
Piment	17	44,7	11	10,6	14	13,5	6	85,7	48	46,2
Oignon	10	26,3	23	95,8	16	15,4	6	85,7	55	52,9
Laituc	32	84,2	24	100	23	22,1	2	1,9	81	77,9
Choux	15	39,5	22	21,2	14	40,0	0	0,0	51	49,0
Aubergine	18	47,4	5	4,8	30	85,7	5	4,8	58	55,8
Concombre	0	0,0	0	0,0	2	5,7	0	0,0	2	1,9
Oseille de guinée	28	73,7	23	95,8	28	80,0	7	100	86	82,7

Tableau 3 : Caractéristiques des exploitations et quelques pratiques de production maraîchère

	Toumarou (N = 38)		Kokiré (N = 24)		Batran (N = 35)		Kpakaguèdou (N = 7)		Total (N = 104)	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Main d'œuvre										
Familial	17	44,7	12	50	11	31,4	2	28,6	42	40,4
Temporaire	21	55,3	12	50	24	68,6	5	71,4	62	59,6
Mode de faire valoir										
Domaine public	0	0,0	0	0,0	35	100	7	100	42	40,4
Bien familial	38	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	38	36,5
Bien personnel	0	0,0	24	100	0	0,0	0	0,0	24	23,1
Source d'eau										
Puits	0	0,0	24	100	0	0,0	7	100	31	29,8
Rivière	38	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	38	36,5
Barrage d'eau	0	0,0	0	0,0	34	100	0	0,0	34	33,7
Rotation culturale										
Oui	14	36,8	18	75,0	21	60,0	1	14,3	54	51,9
Non	24	63,2	6	25,0	14	40,0	6	85,7	50	48,1
Système d'irrigation										
Arrosage manuel	38	100	24	100	35	100	7	100	104	100
Fertilisant organique[#]	Compost domestique et végétal		Compost domestique		Compost domestique et végétal		Compost domestique et végétal		na	
Pesticide organique	Solution d'extrait de neem et ail		Solution d'extrait de neem		Solution d'extrait de neem et ail		Solution d'extrait de neem et ail		na	

Na : non applicable ; # : Compost domestique à base d'ordures ménagères.

Il convient de souligner que l'usage de ces produits naturels est influencé par le genre. Si les femmes utilisent dans leur grande majorité les intrants d'origine organiques, les hommes restent toujours réticents à l'efficacité de ces produits. Pour eux, les produits d'origine organique ont des effets lents et nécessitent beaucoup d'efforts contrairement aux intrants chimiques qui ont des effets immédiats et exigent très peu d'efforts.

Bien que la quasi-totalité des producteurs aient affirmé littéralement qu'ils n'utilisent rien que les engrais organiques et produits biologiques pour la production des légumes, il n'est pas rare de remarquer que certains producteurs cachent et utilisent encore les engrais et pesticides chimiques principalement pour la carotte, le gombo et le chou. Il a été retrouvé chez certains maraîchers, l'insecticide chimique K-Optimal (lambda-cyhalothrine 15g/l + Acétamipride 20g/l) et de l'engrais chimique *Foliar fertilizer* (N 2,35-P 4,44 - K 1,75 +TE).

4. Discussion

Cette étude a permis de mettre en jeu la diversité des acteurs dans la chaîne de production et de commercialisation des légumes dans la commune de Banikoara. Il faut dire que les acteurs sont aussi bien des hommes que des femmes qui sont majoritaires et produisent une diversité de légumes pour la communauté de Banikoara et les marchés des communes environnantes. La plupart des acteurs produisent individuellement, mais appartiennent à des groupements de producteurs maraîchers. Ils reçoivent quelques appuis de l'état (appui conseils par les techniciens supérieurs en production végétale de l'ex-SCDA) ou des ONGs sur place dans la commune. Il faut souligner que cet appui est marginal par rapport aux besoins des producteurs car les formations octroyées sont aléatoires. Quant aux projets/programmes, ils identifient au sein des groupements, des représentants qui suivent les formations et qui font la restitution aux autres membres. Du coup, il se pose un réel problème d'appropriation des acquis de la formation suivie. De plus, ces ONGs participent pour la plupart dans l'appui aux matériels agricoles et aux renforcements des capacités de production. Dans le cas de la commune de Banikoara, il s'agit de DEDRAS-ONG, PAPVIRE et ProCAD Benin.

Pour lutter contre les ravageurs de légumes feuilles et fruits les producteurs utilisent aussi bien des pesticides organiques que chimiques. Cependant, la tendance à l'utilisation des intrants organiques domine. Cet abandon progressif des pesticides chimiques s'explique par les nombreux risques de ceux-ci dus au non respect des doses prescrites (Vazquez et al., 2017). Les pratiques phytosanitaires observées dans notre étude

sont en accord avec celles rapportées dans d'autres travaux ou 66 % des producteurs maraîchers font des traitements insecticides seulement en cas d'attaque (Obopile et al. 2008). La majorité de ces produits ne sont que de nature insecticide. De plus, aucune formulation herbicide n'a été recensée dans cette étude à la différence des travaux de Ngowi et al. (2007), de Snelder et al. (2008) et de Kanda et al. (2013). Ceci s'explique par le fait que le maraîchage se fait sur des planches n'ayant pas besoin d'un sarclage mais d'un binage quotidien et hebdomadaire. Concernant l'usage des produits chimiques, une évolution des pratiques s'observent à Banikoara ou une utilisation des produits biologiques s'observent mais plus chez les femmes. Les hommes étant encore réticents à leurs effets. La composition des insecticides organiques utilisés est développée par les maraîchers eux-mêmes axée sur des pratiques de lutte endogènes. Il peut s'agir selon le type de cultures et de la connaissance de l'individu du: Neem + Palmida (Savon local), ou Neem + Ail + Palmida, ou Ail + Palmida ou Tabac + Palmida. Bien que certains producteurs maraîchers à Banikoara utilisent de façon informelle les intrants chimiques agricoles, une innovation dans le système est le développement et l'adoption des produits biologiques. Nos résultats ne corroborent guère les études précédentes de Ahouangninou et al. (2011) à Tori-Bossito (Sud Bénin) et de Akponikpe et al. (2017) à Parakou (Nord Bénin) qui ont enregistré l'utilisation des insecticides chimiques sur les légumes feuilles traditionnels. Des transformations profondes sont perceptibles dans le système de production surtout en ce qui concerne le rôle joué par les femmes dans leur autonomisation. Ces transformations sont vues non seulement en termes de modification des pratiques, de négociation de repères et logiques économiques et sociaux locaux en présence d'une part, mais aussi en termes de mutation de la figure de la femme dans l'économie domestique, d'autre part (Tama et al., 2019).

L'usage des produits phytosanitaires biologiques et des engrais naturels participe de la protection de l'écosystème et de la durabilité écologique du système de production. Cependant, plus de recherches sont nécessaires pour développer des protocoles formels pour ces produits biologiques identifiés. Avec l'intervention des projets et programmes et dans le souci de réduire la pénibilité aux producteurs dans la préparation des fertilisants et des produits phytosanitaires biologiques, de nouvelles technologies sont expérimentées avec l'utilisation d'engrais organiques et produits phytosanitaires biologiques. Une nouvelle industrie commerciale tente de s'installer avec les intrants naturels dont les effets sur l'environnement et la santé de l'homme semblent moindres, cependant méritent d'être mieux documentés.

5. Conclusion

La production maraîchère à Banikoara implique plusieurs acteurs aussi bien au niveau de la chaîne de production que de commercialisation. Quant aux producteurs, il s'agit aussi bien de femmes que d'hommes qui produisent des légumes diversifiés. Les femmes sont majoritaires dans le système de production et utilisent des pratiques bien compatibles à l'environnement à travers les produits biologiques développés et adoptés pour fertiliser ou traiter les plants contre les ravageurs. Au niveau de la chaîne de commercialisation on y retrouve aussi bien les producteurs (pour le marché local) que des grossistes, négociants ou revendeurs (pour les marchés externes environnants des communes voisines de Banikoara).

L'une des innovations observée dans le système de production est la tendance à l'utilisation des intrants biologiques très adoptés par les femmes. Quelques hommes les utilisent aussi mais sont encore réticents sur l'efficacité de ces produits. Il est donc nécessaire que la recherche se penche sur ce sujet pour développer des itinéraires techniques efficaces des intrants biologiques agricoles (IBA). Ceci ouvrirait également la voie pour le développement d'une filière de certification des produits maraîchers et rassurerait les consommateurs sur la qualité des légumes offerts sur nos marchés pour le bien-être des communautés et de leur environnement.

Les groupements de maraîchers de Banikoara doivent encore renforcer le volet communication entre acteurs pour mieux valoriser les IBA. La commune de Banikoara pourrait servir de proxy pour ce modèle louable qui mérite d'être encore mieux documenté et mis à l'échelle.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Vice-Rectorat chargé de la recherche scientifique de l'Université de Parakou pour cet appui financier et les producteurs maraîchers de Banikoara pour leur collaboration. Sincère merci à Houédégnon Prudence et à Mekalangou Ousmane pour la collecte des données sur le terrain.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Ahouangninou C., Fayomi B. E., & Martin T. (2011). Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bosito (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures* 20(3), 216-222.
- Akponikpe P. B. I., Djenontin A. J. Sossa-Vihotogbe C. N. A., Adechian S. A., Ouidoh F. N., & Baco, M. N. (2017). Comparative assessment of the diffusion of traditional leafy vegetables with satellite and innovation platforms methods in Benin. In *African Vegetables Forum* 1238 (pp. 21-30).
- Assogba-Komlan F., Anihouvi P., Achigan E., Sikirou R., Boko A., Adje C., Ahle V., Vodouhe R., & Assa A. (2007). Pratiques culturales et teneur en éléments anti-nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development* 7: 1 - 21.
- De Bon H., Parrot L., & Moustier P. (2010). Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agronomy for sustainable development*, 30(1), 21-32.
- Diogo R.V.C., Buerkert A., & Schlecht E. (2010). Horizontal nutrient fluxes and food safety in urban and peri-urban vegetable and millet cultivation of Niamey, Niger. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81 (1), 81 - 103.
- Diogo R.V.C., Buerkert A., & Schlecht E. (2011). Economic benefits of gardeners and retailers from cultivating and marketing of vegetables in Niamey, Niger. *Outlook on Agriculture* 40(1), 71-78.
- Diogo R.V.C., & Gbago I.A. (2018) Effets des modes de fertilisation sur les performances agronomiques de la tomate à Parakou. In : XVIIIème Journées Scientifiques Internationales de Lomé (JSIL), Lomé, Togo, 8-13 Octobre 2018, L'Afrique face aux ODD : Quelles Recherche et Innovation pour un Développement Durable ? Livre des Résumés des Communications. Direction de la Recherche et de l'Innovation, Université de Lomé, Togo, pp 298-299.

- Drechsel P., Quansah C., & Penning de Vries F. (1999). Rural-urban interactions. Stimulation of urban and peri-urban agriculture in West Africa: characteristics, challenges and need for action. In: Smith OB (eds) *Urban Agriculture in West Africa. Contributing to food security and urban sanitation*. IDRC/CTA, Ottawa.
- Drechsel P., Giordano M., & Enters T. (2005). Valuing soil fertility change: Selected methods and case studies. In: Shiferaw B, Freeman HA, Swinton SM (eds) *Natural resources management in agriculture; methods for assessing economic and environmental impacts*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 199 - 221.
- Kanda, M., Djaneye-Boundjou, G., Wala, K., Gnandi, K., Batawila, K., Sanni, A., & Akpagana, K. (2013). Application des pesticides en agriculture maraîchère au Togo. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement* 13(1).
- Minengu J.D.D., Ikonso M. & Mawikiya M., 2018. Agriculture familiale dans les zones péri-urbaines de Kinshasa : analyse, enjeux et perspectives (synthèse bibliographique). *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 1(1), 60-69.
- Misonga A. K., Kulianga G. K., Muteba N. M., Kalima S., Tshisambwe O. K. N., Ndolo L. K., ... & Tshomba J. (2019). *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* 2(3), 9-15.
- Ngowi A. V. F., Mbise T. J., Ijani A. S. M. London L., & Ajayi O. C. (2007). Pesticides use by smallholder farmers in vegetable production in Northern Tanzania. *Crop Protection* (Guildford, Surrey) 26(11), 1617.
- Nsiah-Gyabaah K., & Adam M. (2001), 'Farming systems and farming inputs in and around Kumasi'. In Drechsel P., and Kunze D., (eds), *Waste Composting for Urban and Peri-Urban Agriculture. Closing the Rural-Urban Nutrient Cycle in Sub-Saharan Africa*, IWMI/FAO, CABI Publishing, Wallingford, pp. 96-111.
- Obopile M., Munthali D. C., & Matilo B. (2008). Farmers' knowledge, perceptions and management of vegetable pests and diseases in Botswana. *Crop Protection* 27(8), 1220-1224.
- PDC Banikoara 2017-2021. Plan de développement communal de la commune de Banikoara. 200p. <https://unmundosalva-dorsoler.org/Files/foro/PDC%20Nikki%202017-2021.pdf>. Accessed on 20.01.2020.
- Predotova M., Gebauer J, Diogo R.V.C., Schlecht E., & Buerkert A. (2010). Gaseous nitrogen and carbon emissions from urban gardens in Niamey, Niger. *Field Crops Research* 115, 1-8.
- RGPH4 2013, Synthèse des principaux résultats du RGPH-4 de l'Alibori. INSAE, MPD, https://www.insae-bj.org/images/docs/insae-statistiques/enquetes-recensements/RGPH/1.RGPH_4/resultats%20finiaux/Plaquettes/Plaquette_Alibori_final.pdf. Accessed on 20.01.2020.
- Tama B. T. C., Diogo R. V. C., Paraíso A., & Galilou A. (2019). De l'autonomisation des femmes à l'autonomisation des genres : Une étude de cas des maraîchères et maraîchers de Batran, Toumarou, Kokiré et Kpakaguédou dans la commune de Banikoara. *Rev. ivoir. anthropol. sociol.* (42), 93-111.
- UN-Habitat (2007). The state of the world's cities 2006/7. UN-Habitat, Nairobi. <http://www.unhabitat.org/pmss/>. Accessed on 20.01.2020.
- Vazquez M. A., Maturano E., Etchegoyen A., Difilippo F.S., & Maclean B. (2017). Association between cancer and environmental exposure to glyphosate. *International Journal of Clinical Medicine* 8(2), 73-85.



Instructions aux auteurs

1 Ligne éditoriale

La revue Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie », en abrégé AUP-SNA, est une revue scientifique à comité de lecture et en accès libre. Elle est destinée à un public diversifié constitué entre autres de professionnels du développement, chercheurs, enseignants, étudiants et agriculteurs. Les articles, rédigés en français ou en anglais, doivent être originaux, constituer un apport scientifique ou technique important pour ce public et intéresser un lectorat international.

La revue publie des travaux pluridisciplinaires de recherche (expérimentations, enquêtes, modélisations, simulations, méta-analyses, etc.) et des synthèses sur tous les domaines des sciences naturelles, biologiques, agronomiques, environnementales et connexes. Elle s'intéresse en particulier à la rationalisation de la production agricole, l'amélioration des systèmes de production agricole, ainsi qu'à la valorisation et à l'exploitation durable des productions agricoles et des ressources naturelles.

Plus précisément, la revue est ouverte à des travaux concernant :

- Les sciences et techniques de production végétale (phytotechnie, mycologie, horticulture, biotechnologie et protection des végétaux, stockage et conservation des produits de récolte) ;
- Les sciences et techniques de production animale (zootechnie, santé animale, pêche, aquaculture, amélioration génétique des animaux, domestication et exploitation des espèces non conventionnelles) ;
- Les sciences agroalimentaires, la nutrition et la sécurité alimentaire, notamment la transformation et l'utilisation des produits animaux et végétaux dans l'alimentation ou l'industrie ;
- L'aménagement et la gestion des ressources naturelles (forêt, faune, sol, eau) et des territoires ruraux, y compris la sylviculture, l'écologie, les impacts environnementaux, la conservation et l'évolution de la biodiversité, la gestion des aires protégées, l'écotourisme et les aménagements hydro-agricoles ;
- L'économie et la sociologie des systèmes de production agricole et des ressources naturelles ;
- Le développement agricole en général et les innovations techniques, institutionnelles et politiques dans tous les domaines ci-dessus.

Depuis 2018, la revue paraît semestriellement (deux fois par an) et est passée de la publication au format papier à une diffusion électronique uniquement et sans abonnement. Le comité de publication a pour ambition, en effet, d'accélérer le processus de traitement des articles soumis en privilégiant notamment la communication et la publication en format électronique.

Chaque parution est composée d'articles soumis spontanément par leurs auteurs. En outre, des numéros spéciaux peuvent être initiés par le comité de publication autour de thématiques d'actualité et constitués d'articles suscités ou d'actes de réunions scientifiques (conférences, colloques, ateliers, etc) à l'initiative des organisateurs desdits événements ou sur invitation de la rédaction.

Les articles soumis pour publication, y compris dans le cadre de colloques scientifiques, sont examinés par un Comité de lecture des Annales de l'Université de Parakou et des relecteurs anonymes chargés d'apprécier les manuscrits en fonction de :

- L'adéquation à l'objectif de la revue ;
- L'intérêt du sujet traité pour le public de la revue ;
- L'originalité du manuscrit soumis ;
- La rigueur du raisonnement et la clarté de la rédaction.

La décision finale d'acceptation ou de rejet de l'article est prise par le Comité de Publication.

2 Présentation des manuscrits

Tous les manuscrits doivent être conformes aux instructions suivantes avant d'être examinés.

- La longueur souhaitée d'un manuscrit est au plus 8 000 mots. La revue peut toutefois admettre, à titre exceptionnel, des textes plus longs, notamment pour les articles synthèse comportant de nombreuses références bibliographiques. La longueur de l'article s'entend pour des textes complets incluant titre, résumés en français et en anglais, mots clés, texte, références bibliographiques, tableaux et illustrations avec leurs titres et légendes bilingues ;
- Les éléments constituant l'article (titre et résumé en français et en anglais, mots clés, texte, références bibliographiques, tableaux et illustrations avec leurs titres et légendes bilingues) devront être regroupés dans un seul fichier rendu anonyme ;
- Le titre, le résumé et l'introduction de l'article doivent comporter tous les éléments permettant de saisir l'intérêt scientifique de l'article, son originalité et sa pertinence, en donnant envie de le lire ;
- Les manuscrits doivent être rédigés dans un logiciel de traitement de texte compatible avec Windows, au format A4, police « Times New Roman 12 » et paginés, avec une marge normale (2,54 cm) sur tous les bords et en interligne double ;
- Les sous-titres sont limités à trois niveaux au plus et le texte doit être rédigé en caractère normal sans gras, et sans aucun mot souligné (à l'exception des liens URLs) ;
- Les notes en bas de page ne sont pas acceptées ;
- Les illustrations seront limitées au minimum nécessaire pour la compréhension de l'article (en général 5 à 6 tableaux et/ou figures) et seront fournies avec leurs titres et légendes bilingues (français et anglais) ;
- Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible, en français ou en anglais. Les abréviations internationales sont acceptées (FAO, DDT, etc.).
- Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) sont acceptés ;
- Les fractions seront présentées sous la forme "7/25" ou "(a + b)/c".
- Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira un nom scientifique dans le texte (et pas dans le titre de l'article).
- Dans le texte, utiliser avec modération les termes techniques très spécialisés, les abréviations et sigles peu connus, et les expliciter systématiquement lors de leur premier emploi dans le résumé et le corps du texte.
- Les manuscrits seront subdivisés en plusieurs parties sur des pages séparées et dont les contenus sont décrits ci-après.

2.1 Page 1 : Titre et affiliations des auteurs

Cette page doit indiquer clairement :

- Le titre de l'article (20 mots au maximum) en français et en anglais : il comporte l'objet et le taxon s'il y en a avec les noms scientifiques sans auteur (s) ;
- Le titre réduit de l'article dans la langue de rédaction de l'article (10 mots au maximum) ;
- Les noms des auteurs de l'article précédés de leurs prénoms ;
- Les affiliations des auteurs de l'article (nom de l'université ou de l'institution suivi du nom du laboratoire ou du département, et enfin l'adresse postale et l'adresse email) ;
- Le contact de l'auteur correspondant : adresse email et numéro de téléphone.

2.2 Page 2 : Résumé et abstract

Un bref résumé (300 mots maximum) dans la langue de l'article est nécessaire. Ce résumé sera précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas). Les sections devant être résumées comprennent l'introduction (contexte, problématique et objectifs), la méthodologie, les résultats et la conclusion.

Six (6) mots clés suivront chaque résumé, décrivant l'article le plus complètement possible, et indexés dans le thésaurus Agrovoc de la FAO (<http://aims.fao.org/standards/agrovoc/functionalities/search>). Les mots clefs seront séparés par des virgules. Indiquer d'abord l'espèce ou l'objet au centre de l'étude et terminer par le pays où a eu lieu l'étude. Exemple : Iroko, *Milicia excelsa*, variation génétique, RAPD, structure des populations, Bénin.

2.3 Texte

Tous les articles originaux doivent être structurés de la manière suivante : Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Discussion, Conclusion, Conflits d'intérêt, Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques. Si l'auteur le désire, Résultats et Discussion peuvent être combinés.

Introduction : L'introduction présente la nature et l'importance du problème et le place dans le contexte de ce qui est déjà connu (revue de la littérature). Elle permet de justifier le choix de l'hypothèse et de la démarche scientifique. Les objectifs, les questions ou les hypothèses de l'étude doivent être clairement énoncés et découler logiquement de la problématique et du point des connaissances présentés.

Matériel et Méthodes : Cette section présente les méthodes employées pour arriver aux résultats et permet de juger de la valeur scientifique des travaux. La description du protocole expérimental doit contenir (Dagnélie, 2012) : les conditions de réalisation de l'expérience ou de la recherche ; les individus qui ont été observés (population, échantillonnage...) ; l'organisation de l'expérimentation (durée, traitements, nombre d'observations, d'échantillons, de répétitions...) ; les observations qui ont été réalisées (variables dépendantes et indépendantes) et les méthodes (techniques, instruments...) de collecte de ces observations ; les outils statistiques d'analyse des observations ; l'incertitude relative et la précision des instruments. Pour un protocole déjà bien décrit dans la littérature, une description brève avec un renvoi à une référence sont suffisantes.

Résultats : Cette section sert à présenter les principaux résultats de l'étude (sous forme de chiffres, de tableaux et/ou de figures), sans interprétation ou discussion et en relation avec la question ou l'hypothèse centrale de la recherche. Un ordre de présentation logique représentant le raisonnement de l'auteur doit être employé, afin d'aider le lecteur à comprendre ce raisonnement.

Discussion : Dans cette partie, la réponse à la question ou l'hypothèse centrale doit être apportée. Il faut faire référence aux résultats, sans les reprendre, et expliquer comment ces nouveaux résultats améliorent la connaissance scientifique. La discussion doit aussi apporter une explication sur les résultats, y compris ceux non attendus, en lien avec les recherches précédentes, et présenter au besoin les limites de la recherche réalisée.

Conclusion : Elle précise les implications théoriques et pratiques importantes de l'étude ainsi que les perspectives et/ou recommandations en lien avec résultats présentés. Elle est différente du résumé et ne doit pas être une reprise de celui-ci.

Conflits d'intérêt : Cette section permet de signaler tout conflit d'intérêt existant.

Remerciements : Introduire si nécessaire une section « Remerciements » pour les contributeurs techniques, financiers ou institutionnels.

Références bibliographiques : Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Dans le texte, les références sont citées en précisant les noms des auteurs (sans les prénoms ou initiales des prénoms) et la date de publication de la manière suivante : Dupont (1995) ou Dupont & Dupont (1990) ou dans le cas de plus de deux (2) auteurs, Dupont et al. (1978). Dans les cas de plusieurs citations d'auteurs-date, les séparer par un point-virgule. Si un auteur donné ou plusieurs mêmes auteurs ont publié la même année, ajouter les lettres a, b, c, etc. après l'année de publication. Il est déconseillé de citer des documents non publiés (à l'exception des textes officiels) ou difficiles à trouver.

Dans la liste des références bibliographiques, les noms d'auteurs seront rangés par ordre alphabétique des noms des auteurs. Citer tous les auteurs jusqu'à 6 ; au-delà de 6, maintenir les 6 premiers, suivis de et al. Lorsqu'un article ou un document est téléchargeable ou au moins consultable sur Internet, indiquer entre parenthèses, à la fin de la référence, l'URL correspondante. Il est aussi recommandé de préciser le DOI d'une référence bibliographique, lorsqu'il existe. Les noms des revues scientifiques ou des titres de conférences peuvent être abrégés. Le cas échéant, utiliser les standards internationalement reconnus. Voir par exemple :

- https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/A_abrvjt.html
- http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/office/abk_EN
- <http://library.stanford.edu/guides/find-journal-abbreviations>

Selon les types de publications, les références bibliographiques seront présentées comme suit :

*** Pour les revues**

- Adjahoun E. 1962. Etude phytosociologique des savanes de la basse Côte-d'Ivoire (savanes lagunaires). *Vegetatio* 11 : 1-38.
- Grönblad R. Prowse G. A. & Scott A. M. 1958. Sudanese Desmids. *Acta Bot. Fenn.* 58: 1-82.
- Thomasson K. 1965. Notes on algal vegetation of lake Kariba. *Nova Acta R. Soc. Sc. Upsal.*, ser. 4, 19 (1) : 1-31.
- Poche R. M. 1974a. Notes on the roan antelope (*Hippotragus equinus* (Desmarest) in West Africa. *J. Applied Ecology*, 11: 963-968.
- Poche R. M. 1974b. Ecology of the African elephant (*Loxodonta africana*) in Niger, West Africa. *Mammalia*, 38: 567-580.

* Pour les contributions dans les livres

- Whitton B.A. & Potts M. 1982. Marine littoral: 515-542. In: Carr N.G. & Whitton B. A. (eds.), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.
- Annerose D. & Cornaire B. 1994. Approche physiologie de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. In Reyniers F. N. & Netoyo L. (eds). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

* Pour les livres

- Zryd J. P. 1988. Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- Stuart S. N., Adams R. J. & Jenkins M. D. 1990. Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN- The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

* Pour les thèses

- Batonon D. I. 2014. Systèmes d'alimentation alternatifs pour le développement des filières volaille en régions chaudes. Thèse de Doctorat, Université François Rabelais, Tours, France, 160 p.

* Pour les communications

- Viera da Silva J. B., Naylor A. W. & Kramer P. J. 1974. Some Ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. Proceedings of Nat. Acad. Sci. USA: 3243-3247.
- Lamachere J. M. 1991. Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n°199 : 109-119.

* Pour les abstracts

- Takaiwa F. & Tanifuji S. 1979. RNA Synthesis in embryo axes of germination pea seeds. Plant Cell Physiol., 20 (5): 875-884. In: Crop Physiology Abstracts, 1980, 4533.

* Pour les sites web

- Heuzé V., Tran G., Bastianelli D., Hassoun P. & Renaudeau D. 2015. Sweet potato (*Ipomoea batatas*) tubers. Feedipedia, INRA, CIRAD, AFZ, FAO, www.feedipedia.org/node/745 (consulté le jour mois année).

2.4 Logiciels de gestion des références bibliographiques et styles applicables

Pour faciliter la préparation de votre manuscrit, nous vous recommandons fortement d'utiliser un logiciel de gestion des références bibliographiques. Il en existe plusieurs gratuits sur Internet dont les plus populaires sont Mendeley (www.mendeley.com) et Zotero (www.zotero.org). Les fichiers de styles pour ces deux logiciels (et aussi Papers2) s'appuient sur un langage appelé « Citation Style Language (CSL) » et peuvent donc être utilisés indifféremment avec l'un ou l'autre des logiciels. Les paragraphes ci-après expliquent la procédure d'installation du style de la revue Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » dans Mendeley et dans Zotero.

Installation du style AUP-SNA dans Mendeley : Le style propre aux Annales de l'Université de Parakou – Série Sciences Naturelles et Agronomie est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://csl.mendeley.com/styles/14860463/harvard-AnnalesUP-SNA-1>. Pour l'installer dans Mendeley, aller dans le menu : View >> Citation Styles >> More Styles (aller sur l'onglet Get More Styles). En bas de la boîte de dialogue, ajouter le lien ci-dessus et cliquer sur Download. Le style est automatiquement installé et vous pouvez l'utiliser pour mettre en forme vos références.

Installation du style AUP-SNA dans Zotero : Avec l'application Zotero standalone, vous devez d'abord télécharger le style sur votre ordinateur (avec l'extension « .csl ») depuis l'adresse : <http://csl.mendeley.com/styles/14860463/harvard-AnnalesUP-SNA-1>. Pour l'installer, faites un clic-double sur le fichier téléchargé pendant que l'application Zotero est ouverte ou ouvrez le avec Zotero et confirmez l'installation.

2.5 Illustrations : tableaux et figures

Tous les tableaux et figures doivent être numérotés en chiffres arabes (tableau 1 ; figure 2) et cités dans le manuscrit avec leur numéro dans un ordre chronologique. Chaque tableau ou figure doit avoir un titre. Leurs titres et légendes doivent être clairs, concis et bien préciser le contenu pour être compréhensibles sans recours au texte. Ils doivent être aussi traduits dans la seconde langue (français ou anglais) selon la langue de rédaction du manuscrit. Les schémas, cartes et photos sont uniformément désignées comme des figures.

Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau de données, et ceux des figures seront écrits en bas des illustrations. Les figures et les tableaux seront positionnés immédiatement après leur première citation dans le texte ou sur la page suivant immédiatement (et non en fin de l'article). Il faut éviter de répéter les mêmes données contenues dans les tableaux et figures dans le texte.

Pour les tableaux et les figures comprenant du texte, utiliser une police de taille 11 ou 12 ; autrement ils deviendraient illisibles, après réduction. Dans les figures, éviter les trames et préférer des figurés plus grossiers (points, hachures, etc) et utiliser une résolution minimum de 600 dpi environ pour les schémas contenant des lignes et 400 dpi pour les images tramées, photos ou graphiques avec nuances de gris pour que les figures soient lisibles. Les figures (schémas, cartes, photos, etc) en couleur sont acceptées mais les tableaux seront présentés de préférence en noir et blanc.

Pour les tableaux, les bordures des colonnes seront rendues invisibles et seules les bordures de la première ligne et de la dernière ligne seront visibles.

Dans l'hypothèse où certaines des illustrations seraient réalisées par des tiers, qu'elles aient déjà été publiées ou non, l'auteur s'engage à obtenir auprès de ces derniers l'ensemble des autorisations nécessaires à l'intégration de ces illustrations dans son article et à leur exploitation sous cette forme. Il fournira ces autorisations de reproduction avec son manuscrit. Les actes officiels (lois, décrets, décisions, etc) ne sont pas concernés.

2.6 Matériel supplémentaire

Des éléments non essentiels à la compréhension du travail, mais dont les auteurs pensent qu'ils peuvent avoir un intérêt pour les lecteurs, peuvent être annexés à l'article ; ils sont présentés à sa suite (après les références) comme « matériel supplémentaire ». Les matériels supplémentaires sont indiqués dans le texte par des appels : « (matériel supplémentaire I)... ».

3 Soumission et évaluation des manuscrits

3.1 Adresse et documents de soumission

Les articles sont soumis sous forme électronique. La soumission se fait exclusivement par e-mail à l'adresse unique suivante : revue.sna.annaes-up@fa-up.bj. Aucune attention ne sera accordée à un manuscrit envoyé sous une autre forme ou à une autre adresse.

Chaque soumission comprend :

- une lettre de soumission de l'article selon le modèle de la revue AUP-SNA (obligatoire)
- le manuscrit de l'article en un seul fichier « .doc », « .docx » ou « .rtf » (obligatoire)
- les autorisations de reproduction d'illustrations réalisées par des tiers (si applicable)
- les adresses électroniques de tous les co-auteurs du manuscrit ainsi que leurs affiliations (obligatoire).

3.2 Préservation de l'anonymat des auteurs et des évaluateurs

Le processus d'évaluation par les pairs se fera en protégeant autant que possible l'anonymat des auteurs vis-à-vis des évaluateurs et vice versa. À ce titre, les auteurs et évaluateurs doivent éliminer leur identité des propriétés du fichier (menu Fichier dans Word), en cliquant sur les commandes suivantes dans les versions récentes de Word: Fichier > Info > Inspecter le document > Supprimer les informations personnelles du fichier lors de l'enregistrement > Enregistrer (ou OK). De même, les auteurs sont invités à ne pas laisser apparaître sur les tableaux de données, cartes, photos ou illustrations des labels, notes ou légende pouvant permettre d'identifier un ou plusieurs des co-auteurs du manuscrit soumis.

3.3 Etapes d'évaluation des manuscrits

Les manuscrits soumis à la revue passent successivement par (1) une analyse de recevabilité ou pré-évaluation du manuscrit (texte complet, lettre d'accompagnement et anonymisation des fichiers) ; (2) une analyse de conformité à la ligne éditoriale de la revue et d'originalité des résultats ; (3) un contrôle de plagiat et d'auto-plagiat ; (4) une évaluation anonyme par des experts internationaux.

À chacune de ces étapes, l'article pourra être renvoyé à l'auteur correspondant avec copie aux co-auteurs, s'il n'est pas conforme aux instructions et à la ligne éditoriale de la revue ou s'il est jugé de qualité insuffisante.

3.4 Contrôle de plagiat et d'auto-plagiat

La revue Annales de l'Université de Parakou - Série Sciences Naturelles et Agronomie est engagée contre le plagiat et l'auto-plagiat. La pré-évaluation inclut le contrôle de plagiat à l'aide de logiciels informatiques sous contrôle du Comité de publication. Pour tous les manuscrits, le rapport de contrôle de plagiat est fourni aux auteurs, mettant en exergue les sources plagiées ainsi que les liens internet vers ces sources. *Le manuscrit est rejeté lorsque le taux de plagiat est élevé.*

3.5 Épreuves et révision des manuscrits

Les épreuves sont adressées par l'éditeur à l'auteur correspondant par e-mail et avec copie aux co-auteurs. En cas de demande de révisions, la version modifiée doit être renvoyée par l'auteur

correspondant dans un délai d'*une semaine pour des révisions mineures* et d'*un mois pour des révisions majeures*. Toutes les recommandations des experts sont à prendre en compte. En cas de désaccord avec certaines remarques, l'auteur argumente clairement les raisons pour lesquelles elles ne sont pas intégrées au nouveau manuscrit. Un document récapitulant toutes les modifications faites en réponse aux commentaires des relecteurs est joint à la version révisée.

Après corrections et acceptation définitive de l'article, celui-ci sera publié en ligne en version pdf téléchargeable. Dans le même temps, l'auteur recevra par email la version finale au format pdf en guise de tiré à part.

4 Contribution aux frais de publication

Les auteurs doivent contribuer aux frais de publication à hauteur de 25 000 FCFA (soit 40 Euros) par article accepté, dans un délai de 7 jours suivant l'acceptation de l'article.

5 Politique de droits d'auteurs

Les droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » demeurent à leurs auteurs. Ceux-ci garantissent que le contenu de ces articles est original, qu'ils sont bien titulaires des droits et que l'article n'a pas déjà été publié dans une autre revue ou sur tout autre type de support. Les auteurs garantissent également que l'article ne contient aucun emprunt à une œuvre de quelque nature que ce soit. Dans le cas contraire, les auteurs fournissent les autorisations signées des titulaires des droits de ces œuvres pour cette nouvelle exploitation.

Les auteurs autorisent la revue à publier leurs articles en ligne. Ils sont libres de reproduire l'article, d'en distribuer des exemplaires, de présenter, représenter ou communiquer les articles au public par tout procédé technique.

6 Conseils généraux

- Conseils méthodologiques : Pochet B. (2015). Comprendre et maîtriser la littérature scientifique : <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/186181> ou <http://infolit.be/CoMLiS>.
- Logiciels gratuits pour l'édition des images : <http://www.archimag.com/vie-numerique/2016/03/02/3-outils-gratuits-retoucher-photos-pro>
- Logiciels gratuits de gestion des citations et références bibliographiques : https://www.mpl.ird.fr/documentation/download/ENW_Zotero_Mendeley_AperoDoc.pdf et <http://espacechercheurs.enpc.fr/fr/lgrb>
- Logiciels anti-plagiat gratuits : <http://www.archimag.com/bibliotheque-edition/2017/03/01/plagiat-3-outils-reperer-copies-colles> ; <https://www.redacteur.com/blog/logiciel-anti-plagiat-gratuit/> et <http://www.precisement.org/blog/Logiciels-anti-plagiat-gratuits-et-payants-une-selection.html>.

La rédaction remercie les auteurs de l'attention qu'ils porteront à suivre ces instructions. Leur strict respect facilitera grandement la publication de leur article et réduira les délais de parution.