



Annales de l'Université de Parakou

ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9
Parakou, Bénin

Série

« Sciences Naturelles et Agronomie »
Décembre 2016, Volume 6, Numéro 1



Vue panoramique de la mosaïque de savanes arborée, arbustive et boisée avec en arrière-plan la majestueuse chaîne de l'Atacora vue de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Bénin). Photo : Eméline S. P. ASSEDE (2013).

Annales de l'Université de Parakou

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

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

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

Dépôt légal N°3362 du 26 juin 2007 Bibliothèque Nationale

ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Décembre 2016, Volume 6, Numéro 1

Equipe d'édition

Président: Professeur Simon A. AKPONA

Vice-Président : Professeur Nestor SOKPON

Secrétaire : Professeur Prosper GANDAHO

Comité de Publication

Directeur de Publication : Dr Ibrahim ALKOIRET

Secrétaire de publication : Dr Samadori S. Honoré BIAOU

Membres :

Dr Sanni DOKO A.

Dr Léonard AFOUDA

Dr Is Haquou DAOUDA

Dr Christine OUINSAVI

Dr Jacob YABI

Comité de lecture :

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

Comité scientifique

Prof A. AHANCHEDE (Malherbologie, Bénin)

Prof K. AKPAGANA (Ecologie Végétale, Togo)

Prof A. AKOEGNINO (Botanique, Bénin)

Prof M. C. NAGO (Biochimie Alimentaire, Bénin)

Prof A. FANTODJI (Biologie de la reproduction, Côte d'Ivoire)

Prof N. FONTON (Biométrie, Bénin)

Prof A. SANI (Biochimie et de Biologie Moléculaire)

Prof N. SOKPON (Foresterie)

Dr B. BIAO (Economie, Bénin)

Prof P. ATACHI (Entomologie, Bénin)

Prof D. KOSSOU (Phytotechnie, Bénin)

Prof Ph. LALEYE (Hydrobiologie, Bénin)

Prof E. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin)

Prof R. MONGBO (Sociologie Rurale, Bénin)

Prof F. A. ABIOLA (Ecotoxicologie, Bénin)

Prof S. A. AKPONA (Biochimie, Bénin)

Dr G. A. MENSAH (Zootechnie, Bénin)

Prof S. ALIDOU (Sciences de la Terre)

Prof G. BIAOU (Economie Rurale, Bénin)

Prof B. SINSIN (Ecologie Végétale et Animale, Bénin)

Prof J. HOUNHOUNGAN (Technologie Alimentaire, Bénin)

Prof L. J. G. VAN der MAESEN (Botanique, Pays-Bas)

Prof J. LEJOLY (Ecologie Tropicale, Belgique)

Prof M. BOKO (Climatologie, Bénin)

Dr J. ZOUNDJIEKPON (Génétique, Bénin)

Prof S. ADOTE-HOUNZANGBE (Parasitologie, Bénin)

Prof J.C.T. CODJIA (Zoologie, Bénin)

Dr V. AGBO (Sociologie, Bénin)

Annales de l'Université de Parakou

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

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

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

Dépôt légal : N°3362 du 26 juin 2007 Bibliothèque Nationale

ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Décembre 2016, Volume 6, Numéro 1

Sommaire

| Contenu et auteurs | Pages |
|---|-------|
| Typologie des ligneux des parcours communautaires du Nord-Est du Bénin H. SIDI, D. Y. G. AWOHOUEJJI, S. BABATOUNDE, A. GUEDOU | 1-9 |
| Diversité, abondance et densité des populations de faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Nord Bénin) S. G. A. NAGO, I. AMAHOWE, O. ZANNOU, L. HOUSSOU, F. AHONONGA, P. N'SERA, M. KOUTON, F. KIDJO, S. SAHILOU, B. SINSIN | 10-25 |
| Mode de reproduction et phénologie florale d'une espèce dioïque, <i>Sclerocarya birrea</i> (Anacardiaceae), en relation avec l'utilisation des terres G. N. GOUWAKINNOU, A. B. FANDOHAN, C. A. ADOMOU, B. A. SINSIN | 26-33 |
| Connaissances ethnobotaniques de <i>Holarrhena floribunda</i> (Apocynaceae) au Sud-Bénin A. A. M. BADA AMOUZOUN, A. C. ADOMOU, G. H. DASSOU, A. F. AZIHOU, A. AKOËGNINOU | 34-41 |
| Connaissances endogènes associées à la moustache de chat (<i>Cleome gynandra</i> L., <i>Capparaceae</i>) et leur variabilité au Bénin L. J. I. ESSOU, A. C. ADOMOU, G. H. DASSOU, G. A. FAVI, S. ZANKLAN | 42-47 |
| Perception de l'environnement et stratégies paysannes dans l'adoption des systèmes durables de production au Bénin - Cas du coton biologique S. C.-G. ASSOGBA | 48-58 |
| Déterminants de la diffusion des technologies en milieu rural avec les vidéos : Cas des bonnes pratiques de transformation de soja en fromages au Bénin P. JIMMY., I. MOUMOUNI, F. OKRY, L. IDRISOU, M. N. BACO, G. S. NOUATIN | 59-66 |
| Analyse de l'élaboration et la mise en œuvre de la politique de gestion participative des ressources agropastorales dans la commune de Karimama L. SACCA, L. IDRISOU, H. SIDI IMOROU, M. N. BACO | 67-74 |
| Effet de trois types d'aliments farineux sur les performances de croissance et la qualité organoleptique de la viande de lapin F. HONGBETE, Y. AKPO, J. M. KINDOSSI, Y. A. B. TCHANI, N. AKISSOE, J. D. HOUNHOUGAN | 75-82 |
| Utilisation des feuilles granulées de <i>Cissus populnea</i> (Guill & Perr) et <i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn dans l'alimentation des lapins : impact sur la qualité de la viande R. B. AHOLOU, U. P. TOUGAN, R. R. A. ASSA, G. A. MENSAH, P. F. TCHOBO, P. A. AKOUEGNINOU, G. B. KOUTINHOIN | 83-91 |
| Instructions aux auteurs | 92-99 |



Typologie des ligneux des parcours communautaires du Nord-Est du Bénin

Habirou SIDI¹, Doha Y. G. AWOHOUEJ², Sévérin BABATOUNDE¹, Aimé GUEDOU¹

¹ Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire de zootechnie, République du Bénin.

² Université Nationale d'Agriculture, Ecole de Gestion et d'Exploitation des Systèmes d'Elevage, République du Bénin.

Reçu le 1^{er} Août 2016 - Accepté le 13 Octobre 2016

Typology of woody forage in northeastern Benin

Abstract: Twenty six woody species consumed during the dry season by ruminants were identified from previous studies in northeastern Benin. The present work aims to characterize these forages depending on their feeding value. Thus, their nutritive composition and *in vitro* digestibility with pepsine cellulose was performed. Finally, they were characterized using multivariate analysis. All studied browse plants have low nutrient levels marked by high coefficients of variation. The typology allowed us to identify 3 forages groups: type 1: coarse fodder with low nutritional value; Type 2: Forage with easily digestible energy and type 3: forage for the proper functioning of rumen microorganisms. Even all studied browse plants have low nutritional value, fodder of group 3 namely *Acacia sieberiana*, *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Fluggea virosa*, *Gardenia erubescens*, *Lonchocarpus laxifolus*, *Pterocarpus erinaceus*, *Swartzia madagascariensis*, *Xeroderris stuhlmannii* are the most interesting according to their ratio of energy for lactation under digestible nitrogenous content which is 195.3.

Keywords: Fodder trees ; Typology ; ruminants ; forage values.

Résumé : Il a été identifié 26 espèces ligneuses consommées pendant la période de soudure par les ruminants au nord-est du Bénin au cours d'études antérieures. Le présent travail a pour objectif de caractériser ces fourrages en fonction de leurs valeurs fourragères. Ainsi, leur composition bromatologique et leur digestibilité *in vitro* à la pepsine cellulase a été réalisée. Enfin, ils ont été caractérisés à l'aide d'une analyse en composante principale suivi d'une classification hiérarchique ascendante en utilisant toutes les variables déterminées. Tous les fourrages ligneux étudiés ont des teneurs en matières azotées totales faibles marquées par de forts coefficients de variations. La typologie nous a permis d'identifier 3 groupes de fourrages : type 1 : Fourrage grossiers à faible valeur nutritive ; le type 2 : Fourrage à valeur énergétique rapidement digestible dans le rumen et le type 3 : Fourrage adéquats pour le bon fonctionnement des microorganismes du rumen. Quand bien même tous les fourrages ligneux étudiés ont une valeur nutritionnelle faible, les fourrages du groupe 3 à savoir *Acacia sieberiana*, *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Fluggea virosa*, *Gardenia erubescens*, *Lonchocarpus laxifolus*, *Pterocarpus erinaceus*, *Swartzia madagascariensis*, *Xeroderris stuhlmannii* sont les plus intéressants du point de vue valeur fourragère en ce sens qu'ils ont un rapport MAD/UFL moyen de 195,3.

Mots clés: Arbres fourragers ; Typologie ; ruminants ; valeurs fourragères.

subi un déparasitage externe avec une solution insecticide concentrée de deltaméthrine pour bovin et interne avec de l'albendazole sous forme comprimé. Ils ont été également vaccinés à l'aide d'un vaccin inactive contre la pasteurellose bovine. La pâture a eu lieu de 08 à 18 h de façon à totaliser 10 h par jour. Au retour du pâturage, les animaux ont été placés dans un parc à stabulation libre où ils ont reçu la pierre à lécher à volonté. Tous les fourrages ligneux émondés par les pasteurs ou directement consommés par les bovins ont été identifiés. Il y a eu un échantillonnage primaire de 600 g réalisé au cours des travaux de terrain. Tous ces échantillons ont été aussitôt soumis à un pré-séchage d'une durée de 72 h. Une fois au laboratoire, les échantillons ont été séchés dans une étuve ventilé à 60°C pendant une durée de 48 h jusqu'à poids constant. Par la suite, chaque échantillon a été séché, moulu à 0,5 mm de maille dans un moulin à marteau pour des analyses chimiques ultérieures.

2.3. Matériel végétal

Les feuilles de *Acacia sieberiana*, *Azelia africana*, *Annona senegalensis*, *Bombax costatum*, *Daniellia oliveri*, *Dichrostachys cineria*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Fluggea virosa*, *Gardenia erubescens*, *Hymenocardia acida*, *Khaya senegalensis*, *Lonchocarpus laxifolius*, *Maranthes polyandra*, *Monotes kerstingii*, *Burkea africana*, *Phyllanthus muellerianus*, *Piliostigma thonningii*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Sarcocephalus latifolius*, *Securidaca longipediculata*, *Stereospermum kunthianum*, *Strychnos spinosa*, *Swartzia madagascariensis*, *Vitellaria paradoxa*, *Xeroderris stuhlmannii* (Tableau 1) ont été récoltés sur les parcelles d'observations décrites plus haut et identifiées à l'Herbier National de l'Université d'Abomey-Calavi.

2.4. Analyses au laboratoire

Des échantillons de fourrages ont été analysés pour la matière sèche (MS), les cendres totaux (CT), la matière organique (MO) au Laboratoire de Zootechnie selon les méthodes de l'AOAC (Helrich, 1990). Les matières azotées totales (MAT) ont été déterminées par la méthode de Kjeldahl (Helrich, 1990) dans le Laboratoire de Physico Chimie et Analyse Sensorielle des Aliments de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi.

Les analyses des fibres lignocellulosiques ADF et les parois des membranes cellulaires NDF ainsi que celles des cellules brutes (CB) ont été faites en utilisant respectivement les méthodes 1, 6 et 12 de la technologie ANKOM (Ankom, 2015) au Feed Evaluation Laboratory (FEL) de l'University of Development Studies au Ghana.

2.5. Détermination de la digestibilité *in vitro* de la matière organique à la pepsine cellulase

Afin de déterminer la digestibilité de la matière organique, nous avons utilisé la méthode de digestibilité enzymatique à la pepsine-cellulase appliqué par (Borba & Ribeiro, 1996). Cette méthode simule les processus de digestion et permet de

s'affranchir des effets liés à l'espèce végétale, au cycle de végétation ou au groupe de matières premières, qui doivent être prises en compte pour obtenir une prévision précise à partir de la composition chimique du fourrage (Baumont et al., 2007).

Tableau 1. Classement des espèces ligneuses en familles

| Espèce (n=26) | Genre (n=26) | Famille (n=15) |
|------------------------|-------------------------|------------------|
| <i>Annona</i> | <i>senegalensis</i> | Annonaceae |
| <i>Stereospermum</i> | <i>kunthianum</i> | Bignoniaceae |
| <i>Bombax</i> | <i>costatum</i> | Bombaceae |
| <i>Azelia</i> | <i>africana</i> | |
| <i>Daniellia</i> | <i>oliveri</i> | Cesalpiniaceae |
| <i>Swartzia</i> | <i>madagascariensis</i> | |
| <i>Maranthes</i> | <i>polyandra</i> | Chrysobalanaceae |
| <i>Monotes</i> | <i>kerstingii</i> | Dipterocarpaceae |
| <i>Fluggea</i> | <i>virosa</i> | |
| <i>Hymenocardia</i> | <i>acida</i> | Euphorbiaceae |
| <i>Phyllanthus</i> | <i>muellerianus</i> | |
| <i>Lonchocarpus</i> | <i>laxifolius</i> | |
| <i>Piliostigma</i> | <i>thonningii</i> | Fabaceae |
| <i>Pterocarpus</i> | <i>erinaceus</i> | |
| <i>Xeroderris</i> | <i>stuhlmannii</i> | |
| <i>Strychnos</i> | <i>spinosa</i> | Loganiaceae |
| <i>Khaya</i> | <i>senegalensis</i> | Meliaceae |
| <i>Acacia</i> | <i>sieberiana</i> | |
| <i>Dichrostachys</i> | <i>cineria</i> | Mimosaceae |
| <i>Prosopis</i> | <i>africana</i> | |
| <i>Ficus</i> | <i>gnaphalocarpa</i> | Moraceae |
| <i>Securidaca</i> | <i>longipediculata</i> | Polyganaceae |
| <i>Gardenia</i> | <i>erubescens</i> | |
| <i>Burkea africana</i> | <i>latifolia</i> | Rubiaceae |
| <i>Sarcocephalus</i> | <i>latifolius</i> | |
| <i>Vitellaria</i> | <i>paradoxa</i> | Sapotaceae |

La digestibilité de la matière organique (dMOc) (Baumont et., 2007) est calculée comme de la manière suivante :

$$dMO_c = \frac{1 - (PS - PC)}{PE * \left(\frac{\%MS_a}{100}\right) * \left(\frac{\%MO}{100}\right)} \quad (1)$$

PE (g) = Prise d'essai

PS (g) = Poids sec du creuset après séchage à 105°C

PC (g) = Poids du creuset après calcination

MSa = Matière sèche analytique

2.6. Etablissement des valeurs nutritives

Les équations qui ont servi à calculer l'énergie brute (EB) et l'énergie métabolisable (EM) sont respectivement celles proposées par Baumont et al. (2007).

$$EB = 4531 + 1,735 \text{ MAT} - 71 \quad (2)$$

$$EM = -386 + 44,1 \text{ dMOc} \quad (3)$$

La valeur azotée des aliments a été établie dans l'ancien système des matières azotées digestibles (MAD). L'équation de prédiction utilisée pour l'estimer est celle proposée par l'INRA (Archimède et al., 2011).

$$MAD \text{ (g/kg MO)} = 0,917 * \text{MAT} - 0,055 * \text{CB} \quad (4)$$

Pour connaître l'aptitude des ligneux fourragers à assurer les performances animales, nous avons procédé par détermination de la valeur azotée représentée par le rapport MAD/UF. On sait en effet qu'il faut 60 g de MAD par kg de MS et un rapport azoté MAD/UF = 130 g pour assurer l'entretien d'un grand ruminant de 100 kg (animal standard) qui ingère 1 kg de MS de l'aliment étudié en condition tropicale (Archimède *et al.*, 2011).

2.7. Analyse statistique

La représentation des espèces ligneuses sous forme de projections sur des plans définis par les axes factoriels 1, 2 et 3 a été faite grâce à l'Analyse en Composante Principale (ACP) et le classement des fourrages en groupe a été possible avec une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH, Husson *et al.*, 2015). La CAH est une méthode de classification (à partir des coordonnées des fourrages sur les principaux axes factoriels), qui permet de regrouper les individus (fourrages) suivant leur distance euclidienne. Ceci permet d'identifier les différents groupes en présence (Husson *et al.*, 2015) avec le logiciel R (Core Team, 2015).

3. Résultats

3.1. Composition chimique et valeurs nutritives des ligneux fourragers

Les compositions chimiques et les valeurs nutritives des ligneux étudiés sont consignées dans les tableaux 2 et 3. Du point de vue bromatologie, les ligneux étudiés avaient en moyenne une teneur en matière azotée totale (MAT) inférieure à 19 %. Ceci dénote de leur faible teneur en matières azotées. Cet état de chose est confirmé par la teneur moyenne des MAD de tous les fourrages qui est inférieure à 105 g/kgMS. De même, les UFL et UFV sont tous inférieurs à 0,7.

3.2. Typologie des espèces ligneuses étudiées

L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée sur les 26 fourrages ligneux de l'étude en considérant les 14 variables (composition chimique et valeur nutritionnelle). Les corrélations des différentes variables par rapport aux axes d'inertie sont présentées par les figures 2 et 3.

L'analyse des coordonnées des principaux axes de projection de l'ACP est résumée dans le tableau 4 et la contribution cumulée à l'inertie totale des premiers axes factoriels retenus a été d'environ 81,7 % (Tableau 5).

Tableau 4. Dénomination des axes factoriels

| Axes factoriels | Dénomination |
|-----------------|--|
| 1 | Valeurs lignocellulosiques et énergétiques |
| 2 | Valeurs azotées |
| 3 | Valeurs lignocellulosiques |

Tableau 5. Contribution cumulée à l'inertie totale des axes factoriels

| Axes factoriels | eigenvalue | % d'inertie | % cumulée |
|-----------------|------------|-------------|-----------|
| 1 | 4,35 | 31,1 | 31,1 |
| 2 | 3,29 | 23,5 | 54,6 |
| 3 | 2,41 | 17,2 | 71,8 |

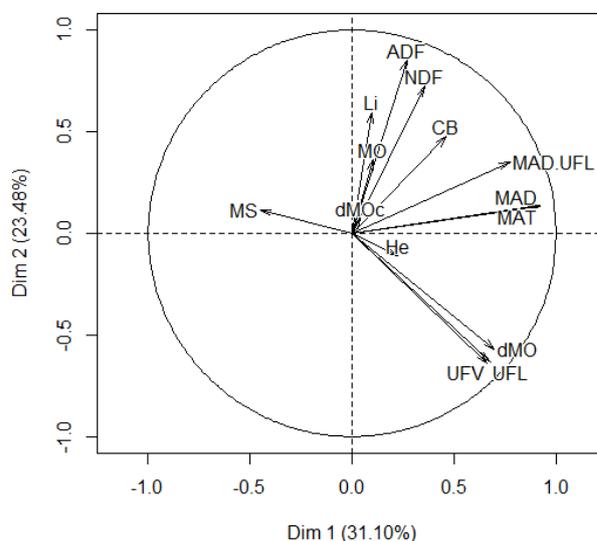


Figure 2. Projection des variables sur les axes factoriels 1 et 2

Légende : Dim 1 : Axe factoriel 1 (Valeurs énergétiques) ; Dim 2 : Axe factoriel 2 (Valeurs celluloses et azotées) ; dMO: Digestibilité de la matière organique (%) ; EM : Energie Métabolisable (Kcal/kgMS) ; EB : Energie Brute (kcal/KgMS) ; ENL : Energie pour la Lactation (kcal/KgMS) ; ENEV : Energie Nette pour la production de Viande (kcal/KgMS) ; UFL : Unité Fourragère Lait ; UFV : Unité Fourragère Viande ; MAD : Matière Azotées Digestibles (g /KgMS) ; MAD.UFL : Rapport MAD/UFL.

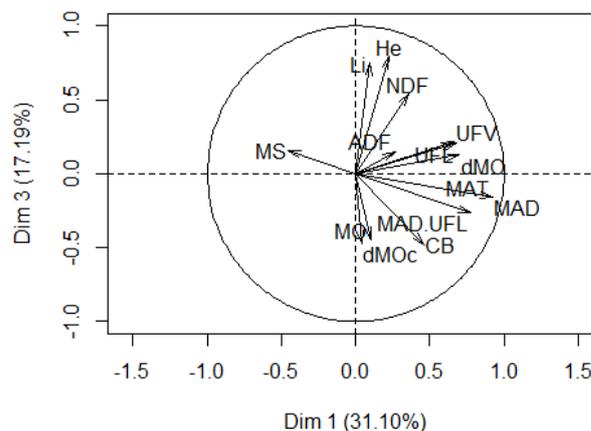


Figure 3. Projection des variables sur les axes factoriels 1 et 3

Légende : Dim 1 : Axe factoriel 1 (Valeurs énergétiques) ; Dim 3 : Axe factoriel 3 (Valeurs celluloses) ; dMO: Digestibilité de la matière organique (%) ; EM : Energie Métabolisable (Kcal/kgMS) ; EB : Energie Brute (kcal/KgMS) ; ENL : Energie pour la Lactation (kcal/KgMS) ; ENEV : Energie Nette pour la production de Viande (kcal/KgMS) ; UFL : Unité Fourragère Lait ; UFV : Unité Fourragère Viande ; MAD : Matière Azotées Digestibles (g /KgMS) ; MAD.UFL : Rapport MAD/UFL.

Tableau 2. Composition chimique de chaque ligneux fourragers

| Ligneux | MS | MO | MAT | CB | NDF | ADF | He | Li |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| <i>Acacia sieberiana</i> | 45,7 | 96,2 | 18,2 | 36,5 | 67,1 | 65,7 | 1,4 | 29,2 |
| <i>Azelia africana</i> | 38,7 | 95,0 | 16,8 | 38,6 | 72,3 | 69,7 | 2,6 | 33,8 |
| <i>Annona senegalensis</i> | 34,9 | 93,1 | 10,5 | 21,2 | 51,5 | 43,2 | 8,3 | 22,0 |
| <i>Bombax costatum</i> | 60 | 95,1 | 12,2 | 19,6 | 64,5 | 49,9 | 14,6 | 44,9 |
| <i>Burkea africana</i> | 55,1 | 95,8 | 14,9 | 33,7 | 63,2 | 61,9 | 1,3 | 29,5 |
| <i>Daniellia oliveri</i> | 42,7 | 96,6 | 18,5 | 35,8 | 76,6 | 67,5 | 9,1 | 40,8 |
| <i>Dichrostachys cineria</i> | 57,7 | 95,6 | 13,7 | 19,6 | 57,9 | 54,8 | 3,2 | 38,4 |
| <i>Ficus gnaphalocarpa</i> | 60,3 | 96 | 9,6 | 18,7 | 45,4 | 44,1 | 1,3 | 25,5 |
| <i>Fluggea virosa</i> | 49,2 | 96,4 | 15,3 | 11,0 | 85,0 | 66,6 | 18,4 | 74,0 |
| <i>Gardenia erubescens</i> | 48,6 | 95,3 | 12,2 | 23,8 | 68,6 | 58,2 | 10,3 | 44,8 |
| <i>Hymenocardia acida</i> | 60,7 | 94,1 | 10,6 | 17,2 | 42,6 | 40,6 | 2,1 | 25,4 |
| <i>Khaya senegalensis</i> | 42,3 | 94,3 | 10,3 | 26,2 | 50,5 | 49,1 | 1,4 | 24,3 |
| <i>Lonchocarpus laxifolius</i> | 45,7 | 92,8 | 18,6 | 22,5 | 58,6 | 54,3 | 4,3 | 36,1 |
| <i>Maranthes polyandra</i> | 47,3 | 95 | 9,8 | 19,5 | 83,6 | 72,8 | 10,7 | 64,0 |
| <i>Monotes kerstingii</i> | 54,3 | 94,7 | 5,8 | 21,6 | 65,2 | 58,0 | 7,2 | 43,6 |
| <i>Phyllanthus muellerianus</i> | 54,0 | 96,3 | 10,0 | 21,9 | 50,2 | 49,0 | 1,1 | 28,3 |
| <i>Piliostigma thonningii</i> | 57,7 | 96,9 | 10,7 | 26,6 | 60,7 | 60,0 | 0,7 | 34,1 |
| <i>Prosopis africana</i> | 53,1 | 95,4 | 17,4 | 16,5 | 38,3 | 30,8 | 7,5 | 14,3 |
| <i>Pterocarpus erinaceus</i> | 27,5 | 96,4 | 19,7 | 28,3 | 54,6 | 49,5 | 5,1 | 21,2 |
| <i>Sarcocephalus latifolius</i> | 65 | 96 | 11,0 | 22,5 | 67,7 | 67,0 | 0,6 | 45,2 |
| <i>Securidaca longipediculata</i> | 37,3 | 93,3 | 10,4 | 23,1 | 56,1 | 39,9 | 16,3 | 16,8 |
| <i>Stereospermum kunthianum</i> | 45,9 | 95,9 | 11,6 | 27,1 | 58,4 | 54,1 | 4,3 | 31,3 |
| <i>Strychnos spinosa</i> | 43,1 | 95,4 | 11,3 | 16,2 | 28,7 | 20,6 | 8,0 | 4,4 |
| <i>Swartzia madagascariensis</i> | 47,2 | 92,6 | 16,3 | 22,1 | 82,4 | 51,0 | 31,4 | 60,3 |
| <i>Vitellaria paradoxa</i> | 40,2 | 96,8 | 11,1 | 26,9 | 56,5 | 55,6 | 0,9 | 28,1 |
| <i>Xeroderris stuhlmannii</i> | 44,8 | 97 | 17,3 | 40,0 | 77,1 | 73,4 | 3,7 | 37,1 |
| Moy | 48,4 | 95,3 | 13,2 | 24,5 | 60,9 | 54,1 | 6,8 | 34,5 |
| Cv | 18,7 | 1,3 | 27,6 | 30,0 | 23,0 | 23,7 | 105,3 | 44,7 |

He : Hemicelluloses (%) ; Li : Lignine (%) ; MS : Matière sèche (%) ; MO : Matière Organique (%) ; MAT : Matière Azotées Totales (%) ; CB : Cellulose Brute (%) ; NDF : Neutral Detergent Fiber (%) ; ADF : Acid Detergent Fiber (%) ; Moy : Moyennes ; Cv : Coefficient de variation.

Tableau 3: Valeur nutritive des ligneux fourragers

| Ligneux (n = 26) | Famille (n=15) | dMOC* | dMO** | UFL | UFV | MAD | MAD/UFL |
|-----------------------------------|------------------|-------|-------|------|------|-----|---------|
| <i>Acacia sieberiana</i> | Mimosaceae | 78,5 | 46,4 | 0,61 | 0,51 | 134 | 218 |
| <i>Azelia africana</i> | Cesalpiniaceae | 80,4 | 43,0 | 0,58 | 0,47 | 121 | 209 |
| <i>Annona senegalensis</i> | Annonaceae | 76,8 | 43,2 | 0,60 | 0,50 | 62 | 103 |
| <i>Bombax costatum</i> | Bombaceae | 73,5 | 44,8 | 0,60 | 0,50 | 78 | 130 |
| <i>Burkea africana</i> | Rubiaceae | 88,0 | 39,9 | 0,53 | 0,41 | 103 | 196 |
| <i>Daniellia oliveri</i> | Cesalpiniaceae | 79,0 | 54,6 | 0,73 | 0,64 | 137 | 188 |
| <i>Dichrostachys cineria</i> | Mimosaceae | 87,7 | 43,9 | 0,58 | 0,48 | 92 | 158 |
| <i>Ficus gnaphalocarpa</i> | Moraceae | 76,3 | 35,9 | 0,47 | 0,35 | 54 | 115 |
| <i>Fluggea virosa</i> | Euphorbiaceae | 76,6 | 50,0 | 0,66 | 0,56 | 107 | 162 |
| <i>Gardenia erubescens</i> | Rubiaceae | 77,2 | 48,6 | 0,66 | 0,56 | 78 | 119 |
| <i>Hymenocardia acida</i> | Euphorbiaceae | 75,1 | 45,2 | 0,62 | 0,52 | 63 | 102 |
| <i>Khaya senegalensis</i> | Meliaceae | 74,5 | 38,2 | 0,52 | 0,41 | 60 | 116 |
| <i>Lonchocarpus laxifolius</i> | Fabaceae | 79,6 | 46,9 | 0,66 | 0,56 | 138 | 208 |
| <i>Maranthes polyandra</i> | Chrysobalanaceae | 80,6 | 36,0 | 0,48 | 0,37 | 56 | 116 |
| <i>Monotes kerstingii</i> | Dipterocarpaceae | 74,4 | 38,0 | 0,51 | 0,40 | 19 | 36 |
| <i>Phyllanthus muellerianus</i> | Euphorbiaceae | 82,3 | 54,8 | 0,73 | 0,65 | 58 | 79 |
| <i>Piliostigma thonningii</i> | Fabaceae | 87,6 | 36,0 | 0,46 | 0,34 | 64 | 139 |
| <i>Prosopis africana</i> | Mimosaceae | 73,8 | 48,8 | 0,66 | 0,56 | 126 | 193 |
| <i>Pterocarpus erinaceus</i> | Fabaceae | 79,8 | 45,7 | 0,60 | 0,49 | 148 | 247 |
| <i>Sarcocephalus latifolius</i> | Rubiaceae | 77,8 | 39,4 | 0,52 | 0,40 | 67 | 130 |
| <i>Securidaca longipediculata</i> | Polyganaceae | 82,2 | 49,1 | 0,69 | 0,59 | 61 | 89 |
| <i>Stereospermum kunthianum</i> | Bignoniaceae | 80,6 | 35,1 | 0,46 | 0,34 | 73 | 158 |
| <i>Strychnos spinosa</i> | Loganiaceae | 86,7 | 47,5 | 0,64 | 0,54 | 70 | 109 |
| <i>Swartzia madagascariensis</i> | Cesalpiniaceae | 76,3 | 40,2 | 0,57 | 0,46 | 116 | 205 |
| <i>Vitellaria paradoxa</i> | Sapotaceae | 76,8 | 38,8 | 0,50 | 0,38 | 68 | 136 |
| <i>Xeroderris stuhlmannii</i> | Fabaceae | 78,9 | 47,7 | 0,62 | 0,52 | 126 | 202 |
| Moy | | 79,3 | 43,8 | 0,59 | 0,48 | 88 | 149 |
| Cv | | 10,1 | 47,7 | 57,7 | 58,7 | 39 | 34 |

dMOC* : digestibilité enzymatique à la pepsine-cellulase ; dMO** : digestibilité calculée à partir du gaz-test (Menke et steingass, 1988) ; dMO : Digestibilité de la matière organique (%) ; EM : Energie Métabolisable (Kcal/kgMS) ; EB : Energie Brute (kcal/KgMS) ; ENL : Energie pour la Lactation (kcal/KgMS) ; ENEV : Energie Nette pour la production de Viande (kcal/KgMS) ; UFL : Unité Fourragère Lait ; UFV : Unité Fourragère Viande ; MAD : Matière Azotées Digestibles (g /KgMS) ; MAD/UFL : Rapport MAD/UFL ; Moy : Moyennes ; Cv : Coefficient de variation (%).

3.3. Définition des groupes de ligneux fourragers

Afin de définir plus précisément les groupes des ligneux fourragers en fonction de leur valeur nutritionnelle ainsi que de leur dégradabilité, à partir de l'ACP, une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été réalisée avec la matrice obtenue à partir de l'ACP.

Elle a permis de différencier 3 groupes de fourrages (Tableau 6). La meilleure représentation graphique est fournie par une projection dans un plan défini par les axes factoriels 1 et 2 (Figure 4).

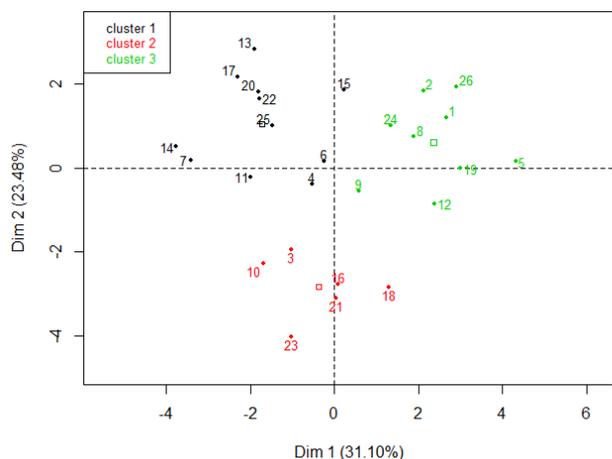


Figure 4. Projection des espèces de fourrages ligneux sur les axes factoriels 1 et 2.

Légende : Dim 1 : Axe factoriel 1 (Valeurs énergétiques) ; Dim 3 : Axe factoriel 3 (Valeurs celluloses).

L'analyse de la répartition des groupes sur les graphiques de la CAH et de l'ACP a permis de dégager les caractéristiques de chaque groupe. La composition chimique et les valeurs nutritionnelles des 3 différents groupes de notre typologie sont données dans le tableau 7.

Groupe 1 : Fourrage grossiers à faible valeur nutritive (9 ligneux, soit 34,6 % de l'échantillon)

Les fourrages ligneux de ce type appartiennent à plus d'une famille botanique (Tableau 6). Ces fourrages étaient caractérisés par la teneur la plus élevée en MS (supérieur de 6% et de 10% respectivement à celle des groupes 2 et 3) et la teneur la plus faible en MAD, UFL et UFV. Ce sont des fourrages riches en lignine (teneur en lignine > de 19% à celle des fourrages du groupes 2), donc fibreux et qui ont la plus faible digestibilité de la matière organique (10 points et 9 points respectivement inférieure à celle des fourrages des groupes 2 et 3). Ces fourrages ont les valeurs d'UFL et de UFV les plus faibles.

Groupe 2 Fourrage à valeur énergétique rapidement digestible dans le rumen (12 ligneux soit 46,1 % de l'échantillon)

Les fourrages de ce groupe sont caractérisés par le fait qu'ils ont les valeurs les plus des UFL et UFV mais désavantagé par un rapport MAD/UFL le plus faible élevées (inférieurs de 18 points et de 85 points respectivement à ceux des groupes 1 et 3). Ils ont également les teneurs les moins élevées en lignine.

Groupe 3 Fourrage adéquats pour le bon fonctionnement des microorganismes du rumen (5 soit 19,2 % de l'échantillon)

Les feuilles de ces espèces ligneuses ont les teneurs en MS les plus faibles, les teneurs en NDF, ADF, He, MAT MAD les plus élevées (Tableau 7) quand bien même la digestibilité moyenne de la matière organique est sensiblement la même que celle des fourrages du groupe 2. De même, les fourrages du groupe 3 disposent du meilleur rapport MAD/UFL ce qui compense leur teneur élevée en lignine (Tableau 7).

4. Discussion

La valeur alimentaire d'un fourrage dépend de deux facteurs d'égale importance : sa valeur nutritive, plus spécialement sa valeur énergétique dont le meilleur critère est le coefficient de digestibilité de la matière organique, et son acceptabilité ou quantité de matière sèche volontairement ingérée par un animal à qui on offre ce fourrage à volonté.

Les teneurs des nutriments à savoir matières sèches (MS), matière organiques (MO), Cellulose brute (CB), hémicellulose (He), lignine (Li), fibres lignocellulosiques neutres (NDF) et acides (ADF) étaient toutes caractéristiques des fourrages ligneux sous les tropiques (Ndagurwa & Dube, 2013 ; Zoffoun *et al.*, 2011). En effet, Zoffoun *et al.* (2011) a identifié pour des fourrages pâturés en saison sèche des teneurs de MAT supérieur de 2 points à la teneur moyenne des MAT des ligneux étudiés. En ce qui concerne les teneurs en NDF et de ADF, les valeurs de Zoffoun *et al.* (2011) sont inférieurs de 6,5 points tandis que ceux de ADF sont supérieurs de 13,8 points. Par contre les valeurs de NDF, ADF et Li déterminés par Ndagurwa & Dube (2013) pour des fourrages ligneux phénoliques au Nigéria sont similaires à ceux trouvés dans notre étude.

La digestibilité moyenne des ligneux étudiés était faible (< 44,0%) avec une variation élevée (47,7%), ce qui implique que les fourrages utilisés seuls ne peuvent couvrir les besoins d'entretien et de production des ovins d'élevage en milieu réel ayant un gain moyen quotidien de 55 g (Babatoude *et al.*, 2009). En effet, les unités fourragères lait (UFL) et viande (UFV) étaient inférieurs à 0,75. La teneur en matières azotées digestibles (MAD) étaient également très faible (102,8 g/kgMS). Ces valeurs nutritionnelles déterminées pour les fourrages ligneux appréciés lors de la période de soudure dans le nord-est du Bénin, confirment les travaux de (Alkoiret *et al.*, 2011 ; Koura *et al.*, 2015 ; Sinsin, 1993 ; Awouhuedji *et al.*, 2013) qui ont trouvé des résultats similaires dans la zone d'étude.

Le résultat de la classification hiérarchique ascendante et de l'analyse en composante principale, nous ont permis d'identifier 3 groupes de fourrages. La dégradation biologique des aliments est possible chez les herbivores ruminants sous l'action du microorganisme vivant en symbiose avec l'animal (Rivière, 1991). Les glucides des aliments (sucres, amidon, cellulose) sont dégradés en acide gras volatiles, en fournissant de l'énergie utilisée par les bactéries pour leur propre synthèses (Sauvant *et al.*, 2011). Les lipides sont hydrolysés avec libération des acides gras (saturés, insaturés). les matières azotées sont en partie dégradées en ammoniac (NH₃) (Sauvant *et al.*, 2011).

Tableau 6: Description des types de fourrages

| Groupes | Nom du groupe | Taille | Espèces | Familles botaniques |
|---------|--|--------|---|---|
| 1 | Fourrage ligneux grossiers à faible valeur nutritive | 11 | <i>Bombax costatum</i> , <i>Burkea africana</i> , <i>Dichrostachys cineria</i> , <i>Ficus gnaphalocarpa</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Maranthes polyandra</i> , <i>Monotes kerstingii</i> , <i>Piliostigma thonningii</i> , <i>Sarcocephalus latifolius</i> , <i>Stereospermum kunthianum</i> , <i>Vitellaria paradoxa</i> | Bombaceae, Mimosaceae, Moraceae, Meliaceae, Chrysobalanaceae, Dipterocarpaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Bignoniaceae, Sapotaceae |
| 2 | Fourrage ligneux à valeur énergétique rapidement digestible dans le rumen | 6 | <i>Annona senegalensis</i> , <i>Hymenocardia acida</i> , <i>Phyllanthus muellerianus</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Securidaca longipediculata</i> , <i>Strychnos spinosa</i> | Annonaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Polyganaceae, Loganiaceae |
| 3 | Fourrage ligneux mieux adaptés pour le bon fonctionnement des microorganismes du rumen | 9 | <i>Acacia sieberiana</i> , <i>Azelia africana</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Fluggea virosa</i> , <i>Gardenia erubescens</i> , <i>Lonchocarpus laxifolius</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>Swartzia madagascariensis</i> , <i>Xeroderris stuhlmannii</i> | Mimosaceae, Cesalpiniaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Fabaceae |

Tableau 7: Caractéristiques des groupes de fourrages ligneux

| Nutriments | Groupe 1 | | Groupe 2 | | Groupe 3 | |
|------------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | Moy | Et | Moy | Et | Moy | Et |
| MS | 53,3 | 8,11 | 47,2 | 10,3 | 43,3 | 6,74 |
| MO | 95,6 | 0,82 | 94,6 | 1,3 | 95,4 | 1,64 |
| MAT | 11,0 | 2,35 | 11,7 | 2,8 | 17,0 | 2,24 |
| CB | 23,8 | 4,67 | 19,4 | 3,1 | 28,7 | 9,72 |
| NDF | 61,2 | 9,90 | 44,6 | 10,1 | 71,4 | 10,2 |
| ADF | 57,0 | 8,23 | 37,4 | 10,1 | 61,8 | 8,70 |
| He | 4,2 | 4,70 | 7,22 | 5,44 | 9,59 | 9,70 |
| Li | 37,2 | 11,7 | 18,5 | 8,7 | 41,9 | 16,2 |
| dMOc | 79,8 | 5,60 | 79,5 | 5,0 | 78,5 | 1,46 |
| dMO | 38,7 | 3,20 | 48,1 | 4,0 | 47,0 | 4,09 |
| UFL | 0,51 | 0,05 | 0,66 | 0,05 | 0,63 | 0,05 |
| UFV | 0,40 | 0,05 | 0,56 | 0,05 | 0,53 | 0,06 |
| MAD | 66,7 | 21,7 | 73,3 | 26,1 | 122,8 | 20,9 |
| MAD.UFL | 130,0 | 39,4 | 112,5 | 40,9 | 195,3 | 36,5 |

dMOc*: digestibilité enzymatique à la pepsine-cellulase ; dMO** : digestibilité calculée à partir du gaz-test (Menke et steingass, 1988) ; dMO: Digestibilité de la matière organique (%) ; EM : Energie Métabolisable (Kcal/kgMS) ; EB : Energie Brute (kcal/KgMS) ; ENL : Energie pour la Lactation (kcal/KgMS) ; ENEV : Energie Nette pour la production de Viande (kcal/KgMS) ; UFL : Unité Fourragère Lait ; UFV : Unité Fourragère Viande ; MAD : Matière Azotées Digestibles (g /KgMS) ; MAD/UFL : Rapport MAD/UFL ; Moy : Moyennes ; Et :Ecart – type.

Le bon fonctionnement du rumen est assuré lorsqu'une ration apporte assez de glucides et de matières azotées d'origine alimentaire nécessaire au bon fonctionnement des microorganismes du rumen. Ainsi donc, les fourrages des groupes 1, 2 et 3 peuvent s'apprécier différemment en fonction de leur potentialité à fournir aux microorganismes du rumen assez de nutriments dans le but d'optimiser les valeurs énergétiques et azotées des fourrages. Les fourrages du groupe 1 avec leur teneur en MS élevée et en lignine (Tableau 7) et leur teneur faible en MAD, UFL et UFV vont encombrer le rumen des animaux. Ce sont des fourrages fibreux à faibles valeur nutritionnelle. Tandis que la composition bromatologique et les valeurs énergétiques des fourrages du groupe 3 indiquent qu'ils apporteront assez de nutriment pour le bon fonctionnement des microorganismes du rumen. Quand bien même tous les fourrages ligneux étudiés ont une valeur nutritionnelle faible (Tableau 1 & 2), les fourrages du groupe 3 à savoir *Acacia sieberiana*, *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Fluggea virosa*, *Gardenia erubescens*, *Lonchocarpus laxifolus*, *Pterocarpus erinaceus*, *Swartzia madagascariensis*, *Xeroderris stuhlmannii* sont les plus intéressants du point de vue valeur fourragère. Enfin les fourrages du groupe 2 sont handicapés par leur mauvais rapport MAD/UFL.

L'alimentation des ruminants d'élevages au nord-est du Bénin pendant la période de soudure peut donc être assurée avec les feuilles de *Acacia sieberiana*, *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Fluggea virosa*, *Gardenia erubescens*, *Lonchocarpus laxifolus*, *Pterocarpus erinaceus*, *Swartzia madagascariensis*, *Xeroderris stuhlmannii*.

5. CONCLUSION

Ce travail a permis de caractériser 26 ligneux appréciés en périodes de soudure dans le nord-est du Bénin et de les classer en fonction de leur dégradabilité par la flore du rumen. Il s'agit de : type 1 : Fourrage grossiers à faible valeur nutritive ; type 2 : Fourrage à valeur énergétique rapidement digestible dans le rumen ; type 3 : Fourrage adéquats pour le bon fonctionnement des microorganismes du rumen. Parmi ces 26 ligneux à faible valeur fourragère, les fourrages du groupe 3 à savoir *Acacia sieberiana*, *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Fluggea virosa*, *Gardenia erubescens*, *Lonchocarpus laxifolus*, *Pterocarpus erinaceus*, *Swartzia madagascariensis*, *Xeroderris stuhlmannii* ont été identifiés comme étant les plus adéquats pour la nutrition des animaux. Des travaux d'expérimentations zootechniques sur des méthodes de complémentation en vue de couvrir les besoins des ruminants dans la zone d'étude dans le but de contribuer à l'augmentation des productions animales et tous ses corollaires doivent donc être envisagés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le PPAO/WAAPP Bénin pour le financement de cette recherche.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Alkoiret I., Awohouedji D., Gbangboche A. and Bosma R. 2011. Productivité des systèmes d'élevage bovin de la commune de gogounou au Nord-Est Du Benin, *Annales Des Sciences Agronomiques*, 14 (2). DOI:10.4314/asab.v14i2.67360.
- Ankom 2015. Fiber Analyzer A2000 | ANKOM Technology.
- Archimède H. H., Bastianelli D. D., Boval M. M., Tran G. G., Sauvart D. D. and others 2011. Ressources tropicales: disponibilité et valeur alimentaire, *INRA Productions Animales*, 24 (1), pp. 23–40. Available from: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01000774/> [Accessed 21 September 2016].
- Awohouedji Doha Y. G., Severin B., Julien A., Marcel H., Sylvie H.-A. and others 2013. Supplementing Panicum maximum with two medicinal forages in the diet of Djallonké sheep at the Benin national sheep center, *Scientific Journal of Animal Science*, 2 (11), pp. 285–295. Available from: <http://sjournals.com/index.php/SJAs/article/view/1025> [Accessed 21 September 2016].
- Babatounde S., Toleba S., Adandedjan C., Dahouda M., Sidi H. and Buldgen A. 2009, February 20. Comportement alimentaire et évolution pondérale des moutons Djallonké sur des pâturages de fourrages cultivés en mélange, *Annales Des Sciences Agronomiques*. Université d'Abomey-Calavi (UAC). Available from: <http://www.ajol.info/index.php/asab/article/view/42687> [Accessed 21 September 2016].
- Baumont R., Dulphy J. P., Sauvart D., Meschy F., Aufrere J. and Peyraud J.-L. 2007. Valeur alimentaire des fourrages et des matières premières: tables et prévision, *Alimentation Des Ruminants. Besoins Des Animaux et Valeur Des Aliments*, Institut National des Recherches Agronomiques (INRA) 105p.
- Borba A. E. S. and de Ribeiro J. R. 1996. A comparison of alternative sources of inocula in an in vitro digestibility technique, in: *Annales de zootechnie*. Paris: Institut national de la recherche agronomique, 1960-2000.,45, pp. 89.
- FAO. FAOSTAT [Internet]. 2011 [cited 2015 Sep 27]. Available from: <http://faostat.fao.org/site/617/DesktopDefault.aspx?PageID=617#anchor>, ressource web.
- Gning O. N., Sarr O., Gueye M., Akpo L. E. and Ndiaye P. M. 2013. Valeur socio-économique de l'arbre en milieu malinké (Khossanto, Sénégal), *Journal of Applied Biosciences*, 70 (1), pp. 5617–5631.
- Helrich K. 1990. Official methods of Analysis of the AOAC. Volume 2. Available from: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19911429005.html> [Accessed 21 September 2016].
- Husson F., Josse J., Le S. and Mazet J. 2015. FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining. [Accessed 21 September 2016].

- Kaboré-Zoungrana C., Diarra D., Adandédjan C. and Savadago S. 2008. Nutritive value of *Balanites aegyptiaca* as feed for ruminants, *Livestock Research for Rural Development*, 20 (4). <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/kabo20056.htm> [Accessed 21 September 2016].
- Kiema A., Sawadogo I., Ouedraogo T. and Nianogo A. J. 2012. Stratégies d'exploitation du fourrage par les éleveurs de la zone sahélienne du Burkina Faso, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (4), pp. 1492–1505.
- Koura T. W., Dagbenonbakin G. D. donné, Kindomihou V. M. and Sinsin B. A. 2015. Farmers' background and diversity of uses of palm oil wastes for sustainable agriculture in Southern Benin Republic, *Biological Agriculture & Horticulture*, 31 (1), pp. 35–44.
- Nantoumé H., Sidibé S., Cissé S., Cinq-Mars D., Kouriba A., Sanogo A., Olivier A. and Bonneville J. 2014. Feed preferences of sheep: palatability of the main browse/tree fodder species in the southeastern part of Mali, *Livestock Research for Rural Development*, 26 (12). <http://www.lrrd.org/lrrd26/12/nant26223.htm>
- Ndagurwa H. G. T. and Dube J. S. 2013. Nutritive value and digestibility of mistletoes and woody species browsed by goats in a semi-arid savanna, southwest Zimbabwe, *Livestock Science*, 151 (2–3), pp. 163–170. DOI:10.1016/j.livsci.2012.10.020.
- Renaudeau D., Collin A., Yahav S., Basilio V. De, Gourdine J. L. and Collier R. J. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production, pp. 707–728. DOI:10.1017/S1751731111002448.
- Rivière R. 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Ministère de la coopération et du Développement. Available from: <http://agritrop.cirad.fr/381188/> [Accessed 21 September 2016].
- Sanou K. F., Nacro S., Ouédraogo M., Ouédraogo S. and Kaboré-Zoungrana C. 2011. La commercialisation de fourrages en zone urbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso): pratiques marchandes et rentabilité économique, *Cahiers Agricultures*, 20 (6), pp. 487–493.
- Sauvant D., Giger-Reverdin S., Serment A., Broudiscou L. and others 2011. Influences des régimes et de leur fermentation dans le rumen sur la production de méthane par les ruminants. *Productions Animales*, 24 (5), pp. 433. Available from: https://www6.inra.fr/productions-animales/layout/set/print/content/download/5939/82252/version/2/file/Prod_Anim_2011_24_5_3.pdf [Accessed 21 September 2016].
- Sidi H., Guédou A. S., Awouhouéji D. Y. G. and Babatoundé S. 2015. Most consumed ligneous forages in ruminant breeding on natural pasture in north of Benin. *Scientific Journal of Environmental Sciences*, 4 (3), pp. 89–96. DOI:10.14196/sjes.v4i3.1869.
- Sinsin B. 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalale au Nord-Benin. Université Libre de Bruxelles. 350p
- Soulama S., Nacoulma O. G., Meda R. N., Boussim J. I. and Millogo-Rasolodimby J. 2014. Teneurs en coumarines de 15 ligneux fourragers du Burkina Faso, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (6), pp. 2283–2291.
- Team R. C. 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available from: <https://www.r-project.org/>
- Zoffoun A. G., Babatounde S., Houinato M., Mensah G. A. and Sinsin B. 2011. Comportement alimentaire des taurillons Girolando sur deux types de pâturages cultivés en zone subéquatoriale, *Canadian Journal of Animal Science*, 91 (4), pp. 675–683. DOI:10.4141/cjas2010-027.



Diversité, abondance et densité des populations de faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Nord Bénin)

Sedjro Gilles Armel Nago^{1,2*}, Isidore Amahowe³, Oladélé Zannou³, Laurent Houessou^{1,2}, Fiacre Ahononga^{3,4,5}, Parfait N'Séra⁴, Meryas Kouton⁴, Ferdinand Kidjo⁴, Samaïla Sahilou⁵, Brice Sinsin²

¹ Ecole Nationale Supérieure d'Aménagement et de Gestion des Aires Protégées (ENSAGAP), Université de Parakou, Bénin

² Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Université d'Abomey-Calavi, Bénin

³ Direction Générale des Eaux, Forêts et Chasse (DGEFC), Bénin

⁴ Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF), Bénin

⁵ Programme d'Appui aux Parcs de l'Entente (PAPE), Bénin

Reçu le 01 Novembre 2016 - Accepté le 12 Décembre 2016

Diversity, abundance and population density of wildlife in the Pendjari Biosphere Reserve (Northern Benin)

Abstract: In order to obtain regular data on the wildlife diversity, abundance and density in the Pendjari Biosphere Reserve in Benin for better wildlife monitoring, a complete wildlife census was undertaken. Fieldwork was carried out in April 2013 using line transect method. Wildlife were censused along a total of 317 transects of about 1444.6 km in the reserve and data were processed using Distance 6.0 software. As results, 21 species corresponding to 770 contacts and 4080 individuals were inventoried. Most of the known fauna of the reserve has been observed. In addition, rare species such as the cheetah and the defassa waterbuck were inventoried, while the black duiker and spotted hyena remained untraceable in the field. The probability of animals' detection in the reserve is higher in the park compared to the hunting areas of Pendjari and Konkombri. The number of species inventoried has also remained higher in the park than in hunting areas. Kob and western buffaloes are the most abundant species with 20439 and 12513 individuals, corresponding to an estimated density of 9.65 and 5.91 individuals per km². The bushbuck has the lowest abundance in the reserve (1004 individuals corresponding to a density of 0.47 individuals per km²). The density of wildlife, however, is not uniformly distributed in the reserve. The Bondjagou stratum is the most abundant in fauna, while the stratum of Dassari is the least rich. Elephant and buffalo populations, two species of high tourist value, are concentrated in the Konkombri Hunting Zone. Evolutionary trend in animal species abundance has been observed for the Pendjari National Park and indicates an average annual growth in wildlife populations of 8.00%; 7.08% and 6.82% respectively for redunca, warthog and buffalo. This demonstrates that current management strategies provide sustainable conservation for the reserve fauna and deserve to be maintained and improved.

Key words: Wildlife census, Distance sampling, Evolutionary trend, Biosphere Reserve of Pendjari, Benin.

Résumé : Dans le but de disposer des données périodiques sur la diversité faunique, l'abondance et la densité de la faune de la réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin pour un meilleur suivi de la faune, un dénombrement pédestre total de la faune a été effectué. Les travaux de dénombrement ont été effectués en avril 2013 suivant la méthode de dénombrement de la faune par les transects linéaires. Au total 317 transects mesurant 1444,6 km ont été parcourus dans la réserve et les données ont été traitées à l'aide du logiciel Distance 6.0. Lors des inventaires, 21 espèces correspondant à 770 contacts et 4080 individus ont été inventoriés. La plupart de la faune connue de la réserve a été observée. De plus, des espèces rares telles que le guépard et le cobe defassa ont été inventoriées tandis que le céphalophe noir et la hyène tachetée sont restés introuvables sur le terrain. La probabilité de détection des animaux dans la réserve se révèle plus élevée dans le parc comparativement à la zone cynégétique de la Pendjari et à la zone de chasse Konkombri. Le nombre d'espèce inventoriée est aussi resté plus élevé dans le parc que dans les zones cynégétiques. A l'échelle de toute l'aire protégée, les buffles et les cobes de buffon sont les espèces les plus abondantes avec respectivement 20439 et 12513 individus soit une densité estimée de 9,65 et 5,91 individus/km². Le guib harnaché présente la plus faible abondance dans l'aire protégée (soit 1004 individus pour une densité de 0,47 individus/km²). La densité de la faune, toutefois, n'est pas uniformément répartie dans la réserve. La strate de Bondjagou est la plus fournie en faune alors que la strate de Dassari est la moins riche. Les populations d'éléphants et de buffles, deux espèces à forte valeur touristique sont concentrées dans la Zone de Chasse de Konkombri. Une tendance évolutive de l'abondance des espèces animales a été observée pour le Parc National de la Pendjari et indique un accroissement moyen annuel des populations de faune de 8,00% ; 7,08% et 6,82% respectivement pour le redunca, le phacochère et le buffle. C'est la preuve que les stratégies de conservation et de gestion mises en place assurent une protection de la réserve et méritent d'être maintenues et améliorées.

Mots clés : Dénombrement de la faune, Logiciel Distance, Tendance évolutive, Réserve de Biosphère de la Pendjari, Bénin

1. Introduction

La Réserve de Biosphère de la Pendjari fait partie du plus grand système d'aires protégées de savane en Afrique de l'Ouest comprenant d'autres aires protégées et réserves de faune regroupées dans le WAPO (W-Arly-Pendjari-Oti-Kéran- Mandouri) qui est réparti entre le Bénin, le Burkina-Faso, le Niger et le Togo. Dans cet ensemble d'écosystèmes, la Réserve de Biosphère de la Pendjari est l'une des mieux fournies en faune. Cet état de conservation des ressources fauniques est lié à la variabilité des habitats de l'aire protégée et au système de suivi écologique de la faune. En outre, jusqu'à récemment, des dénombrements fréquents sont organisés dans l'aire protégée afin de suivre la dynamique de la faune et de revoir les options d'aménagements. Ainsi, des inventaires ont été effectués dans la réserve, soit partiellement sur des zones ou des espèces (Sinsin et al., 2002a ; Nago et al., 2006 ; Mensah et al., 2007 ; Djossa et al., 2008 ; Di Silvestre, 2008), soit entièrement sur l'aire protégée et sur toute la faune (Sinsin et al., 2000 ; Sinsin et al., 2001 ; Sinsin et al., 2002b ; Sinsin et al., 2004 ; Bouché et al., 2004 ; Sinsin et al., 2006 ; Sinsin et al., 2008). Ces dénombrements successifs permettent de suivre les populations fauniques, de redéfinir les quotas d'abattage dans les zones cynégétiques et de revoir l'aménagement du pâturage naturel. Toutefois, ces différents dénombrements ne sont pour la plupart ni effectués avec la même méthode ni avec le même effort de sondage. De plus, le dernier dénombrement pédestre complet de la faune, effectué dans la Pendjari, avec la méthode des transects linéaires, date de plus de dix ans (Sinsin et al., 2002b) alors que les paramètres structurels et de diversité des populations animales, d'une part, sont déterminants dans la gestion des réserves de faune, et fluctuent souvent d'autre part (Averbeck et al., 2009 ; Djagoun et al., 2013 ; Djagoun et al., 2014 ; Djagoun et al., 2016) méritant donc d'être suivis régulièrement. Le présent article donne les résultats du dénombrement pédestre effectué sur toute l'aire protégée et basé sur le dispositif de quadrillage précédemment utilisé (Sinsin et al., 2002b). Il permet en outre une actualisation de l'abondance et de la densité de la faune locale puis évalue sa tendance démographique. Ces nouvelles données permettront aux gestionnaires de l'aire protégée d'apprécier leur mode de gestion pour des mesures d'amélioration de la conservation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

La réserve de Biosphère de la Pendjari successivement classée en forêt domaniale, en réserve partielle de faune de la boucle de la Pendjari et en Parc National, a acquis les

labels de Réserve de Biosphère en 1986, de site RAMSAR en 2007 et envisage celui de patrimoine mondial de l'UNESCO. Elle est située à environ 570 km de Cotonou, capitale économique de la République du Bénin et est localisée à l'extrême pointe nord-ouest du pays. Elle se répartit sur les territoires des communes de Matéri, Tanguiéta et Kérou dans le département de l'Atacora et est comprise entre les latitudes 10°30' et 11°30' N et les longitudes 0°50' et 2°00' E (Figure 1). D'une superficie totale de 4711,4 km², elle se compose de :

- le Parc National de la Pendjari, PNP, (2660,4 km²),
- la Zone Cynégétique de la Pendjari, ZCP, (1800 km²) et
- la Zone de Chasse de Konkombri, ZCK, (251 km²).

Elle est communément appelée Parc National de la Pendjari.

La réserve se situe dans un espace bioclimatique tropical de type soudanien. On y retrouve une saison pluvieuse allant de mi-mai à mi-octobre, une période fraîche d'harmattan, vent sec et froid venant du Nord, chargé de sable et de poussière, asséchant rapidement les points d'eau (mares et cours d'eau) et réduisant considérablement la visibilité allant d'octobre à février et, une saison sèche allant de mars à mi-mai. La température moyenne annuelle est de 27°C (Vershuren, 1988). Les températures les plus élevées sont enregistrées dans les mois de mars, avril, mai où les maxima peuvent atteindre 40°C à l'ombre. Les basses températures sont quant à elles notées de décembre en janvier et peuvent atteindre 12°C.

Les pluviométries moyennes annuelles varient de 1000 mm au Nord à 1100 mm au Sud de la réserve. L'évapotranspiration potentielle (ETP) est supérieure à 1500 mm par an témoignant d'un déficit hydrique saisonnier. L'humidité relative a des valeurs moyennes mensuelles variant entre 25 et 85 %.

La réserve est établie sur une pénéplaine de 105 m à 200 m d'altitude au Nord, rattachée au Sud à un relief majeur dont l'altitude varie entre 400 à 513 mètres. La partie Sud présente un important réseau de collines dont l'ensemble donne un aspect ondulé à l'espace regorgeant de poches d'eau. Par contre, la partie Nord est caractérisée par un vaste espace relativement plat plus fortement sujet à l'inondation. Une partie de cet espace, plaine d'inondation de la rivière Pendjari, ensemble avec le cours d'eau constituent le site RAMSAR de la réserve. Beaucoup d'alluvions y sont déposés. Les principaux groupes de sols de la réserve ont été décrits par Faure (1977). Ce sont les sols peu évolués, d'érosion ou d'apport, les sols ferrugineux tropicaux et ferrallitiques.

Le réseau hydrographique de la Réserve décrit par Brucker (2001) est constitué de la rivière Pendjari, le cours d'eau le plus important de la Réserve avec ses 300 km de long, et d'un chapelet de mares.

La végétation de la réserve fortement diversifiée et présentant différents types d'habitat pour la faune a été décrite par Oumrouou *et al.* (2011) et Assédé *et al.* (2012 et 2016).

*Auteur correspondant : nago_g@yahoo.fr , B.P. 123, Parakou, Bénin,
Tél: +229 9505 4416

Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

2.2. Méthode de collecte

La méthode de collecte des données de dénombrement de la faune par le transect linéaire telle que décrite par Buckland *et al.* (1993) déjà utilisée avec succès au Bénin (Sinsin *et al.*, 1998, 2002a et b) et, longuement testée avec succès dans les écosystèmes de savane en général (WWF & FAC, 1998 ; Gomsé et Mahop, 2000 ; Tsakem et Donfack, 2004), a été celle utilisée lors de la présente étude. Les différentes zones de la réserve de Biosphère et les strates utilisées correspondent à celles définies par Sinsin *et al.* (2002b). Par contre, les superficies des formations rocheuses ont été soustraites de même que les zones non parcourues par les équipes de dénombrement. Ainsi la superficie totale considérée pour la réserve de la Pendjari dans le cadre du présent dénombrement est de 2118,26 km² se détaillant ainsi qu'il suit :

□ Parc National de la Pendjari (PNP) : la superficie prise en compte pour l'inventaire est de 1016,15 km². A ce niveau quatre strates sont considérées : la strate de l'hôtel, la strate de la piste aux éléphants, la strate de la mare Bali et la strate de Bondjagou ;

□ Zone Cynégétique de la Pendjari (ZCP) : la superficie prise en compte pour l'inventaire est de 918,45 km². Ici, trois strates sont considérées : la strate de Batia, la strate de la Pendjari et la strate de Dassari.

□ Zone de Chasse de Konkombri (ZCK) : la superficie considérée pour l'inventaire est de 183,65 km². Une seule strate est considérée c'est-à-dire la strate de Konkombri.

Le tableau 1 présente la superficie de chaque strate, le nombre de transects par strate ainsi que la longueur totale des transects par strate.

Tableau 1: Superficie, nombre de transects et longueur totale des transects par strate

| Zone | Strates | Superficie (km ²) | Nombre de transects parcourus | | Longueur totale des transects (km) |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| | | | Aller simple | Re-groupés en U | |
| Parc National Pendjari | Strate de l'hôtel | 191,89 | 0 | 45 | 193,5 |
| | Strate de la piste aux éléphants | 335,07 | 0 | 51 | 221,9 |
| | Strate de la mare Bali | 216,95 | 0 | 45 | 166 |
| | Strate de Bondjagou | 272,23 | 0 | 30 | 135 |
| Zone Cynégétique de la Pendjari | Strate de Batia | 363,91 | 11 | 12 | 202,69 |
| | Strate de la Pendjari | 108,68 | 0 | 24 | 77,5 |
| | Strate de Dassari | 445,86 | 0 | 66 | 311,1 |
| Zone de Chasse de Konkombri | Strate de Konkombri | 183,65 | 0 | 33 | 136,9 |
| Total | | 2118,26 | 11 | 306 | 1444,6 |

Au total, ce sont 317 transects et mesurant 1444,6 km qui ont été parcourus à pieds par les équipes de dénombrement. La figure 2 présente la carte de répartition des transects au sein des différentes strates de la réserve de Biosphère de la Pendjari.

Après une reconnaissance du terrain, des exercices des différentes équipes et un balisage des entrées des transects, chaque transect défini dans le plan d'échantillonnage a été parcouru par une équipe constituée d'un chef d'équipe, et de deux partenaires locaux (un pisteur et un éco garde). Les équipes d'inventaire ont été déposées tôt le matin au début des transects pour (i) profiter au maximum de la fraîcheur matinale avant que le soleil ne soit trop accablant et (ii) augmenter les chances de contact des animaux. Lors du parcours des transects, le chef d'équipe reste au milieu avec le récepteur GPS, respecte l'azimut de marche préalablement donné à chaque équipe et note les données pendant que les deux observateurs l'aident à identifier tout contact d'espèces animales le long du transect. La vitesse moyenne de l'équipe est de 3km/h.

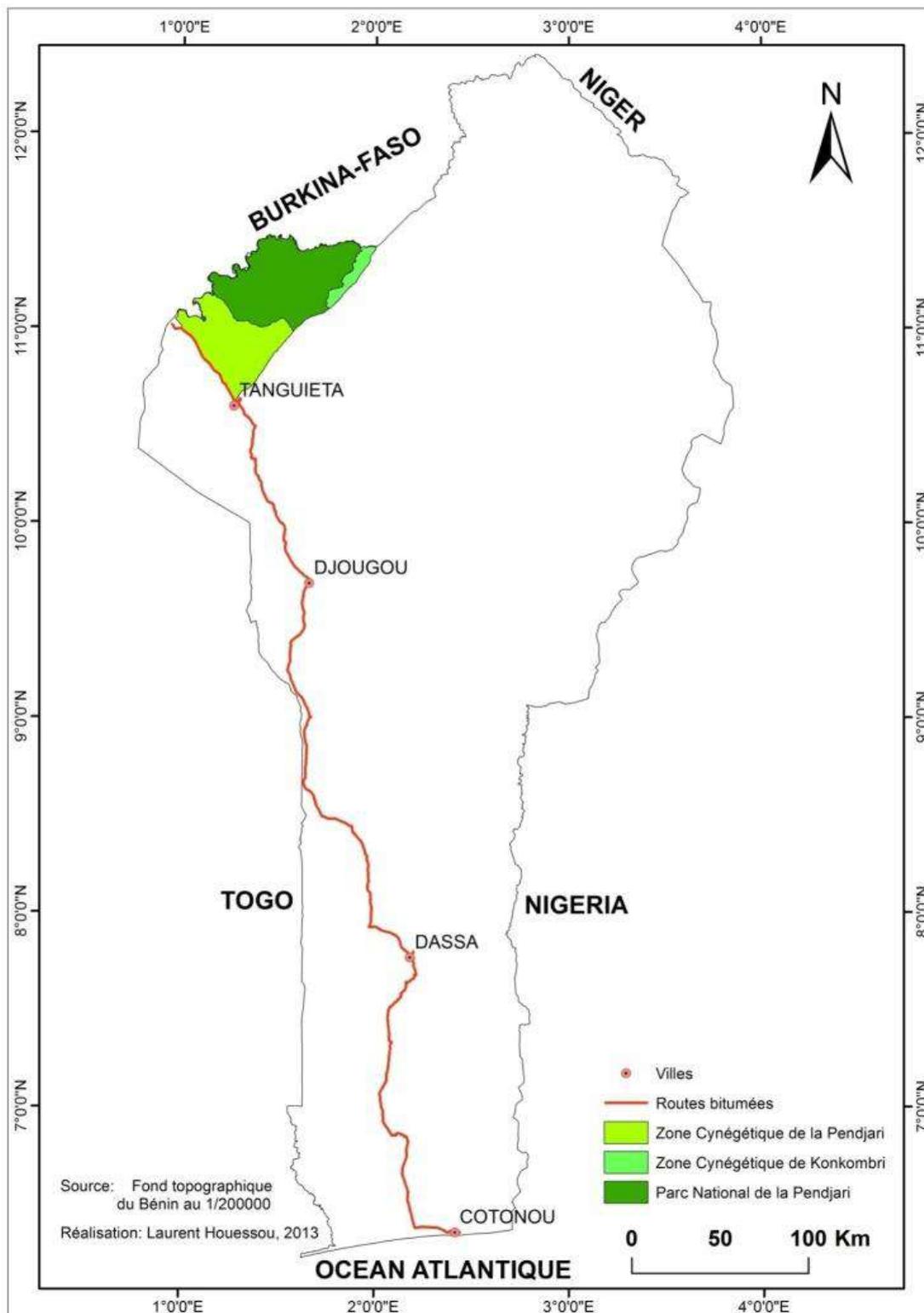


Figure 1: Localisation et zonage de la Réserve de Biosphère de la Pendjari

Les différentes informations collectées lors des transects et notées sur la fiche de collecte de données mise à la disposition des chefs d'équipe sont :

□ Les points contacts : Lorsqu'une espèce animale est aperçue par l'équipe au cours du transect, les coordonnées du point sur la ligne de marche à partir d'où l'espèce animale est observée sont automatiquement notées et géoréférencées dans le récepteur GPS ;

□ La distance radiale : C'est la distance qui sépare l'observateur du point de fuite de l'animal observé. Elle a été déterminée sur le terrain par des estimations visuelles ;

□ L'angle d'observation : C'est l'angle entre l'axe de la distance radiale et le Nord polaire. Cet angle a été pris au moyen de la boussole ;

□ L'espèce animale rencontrée: Le nom des espèces animales rencontrées a été reporté ;

□ L'effectif des groupes : Le nombre d'individus constituant les groupes d'espèces animales contactées a été noté ;

□ La classe d'âge et sexe : La classe d'âge (adulte, sub-adulte et jeune) et le sexe dans la mesure du possible ont été notés ;

□ Habitat : La formation végétale dans laquelle l'espèce animale est observée a été mentionnée et caractérisée. Afin d'uniformiser les habitats retenus nous les avons défini auparavant : Fg = Forêt galerie, FC = Forêt claire, SA = Savane arborée ; Sa = Savane arbustive, SS = Savane saxicole, Sh = Savane herbeuse, Ch = Champ/jachère ;

□ Indice de perturbation anthropique : En dehors de ces paramètres collectés, les équipes ont reporté également les indices de pression anthropique rencontrés lors des transects. Ces indices sont regroupés en cinq grandes catégories : transhumance (toute présence de bétail domestique, d'émondage de ligneux, de campement peul actuel ou vieux), braconnage (toute présence physique de braconniers, de camp de braconniers, de trace de vélo, etc.), occupation agricole (champ ou occupation humaine), exploitation forestière (coupe de bois, site d'exploitation forestière) récolte de PFNL (notamment le miel). Les résultats de cette occupation humaine de la réserve ont fait l'objet d'un autre article.

Au total, les travaux du présent dénombrement effectué en saison sèche de l'année 2013, ont mobilisé douze (12) équipes pour une durée de travail de treize (13) jours de collecte de données.

2.3. Méthode d'analyse des données

Avant l'estimation de l'abondance et de la densité des populations de faune, les données de terrain ont été saisies et prétraitées. Le prétraitement a consisté entre autres à calculer l'angle de vue α , la distance perpendiculaire et les superficies des strates inventoriées. L'angle de vue α est la différence entre l'angle d'observation directement mesuré sur le terrain et l'azimut de marche du transect considéré. La distance perpendiculaire (DP) a été calculée avec la formule ci-après : $DP = dr \sin(\alpha\pi/180)$, dr étant la distance radiale d'observation et α l'angle de vue en degré. Les superficies

des strates ont été générées directement par les travaux de cartographie sur le dispositif d'inventaire.

L'estimation de l'abondance et de la densité des populations de faune ont été effectuées par les indices kilométriques de contact et d'abondance mais aussi par la densité réelle avec l'utilisation du logiciel Distance 6.0.

□ Estimation des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA)

Les Indices Kilométrique d'Abondance (IKA) ont été calculés avec la formule ci-dessous pour rendre compte de l'abondance relative de la faune au sein de la réserve.

$$IKA(ind/km) = \frac{\text{Nombre d'individus observés par espèces (ind)}}{\text{Effort total d'inventaire (km)}}$$

□ Estimation des Indices kilométriques de contacts des espèces (IKC)

L'indice kilométrique de contact quant à lui défini par la formule ci-dessous est également une autre manière relative pour rendre compte de la fréquence de contact avec la faune.

$$IKC\left(\frac{cont}{km}\right) = \frac{\text{Nombre de contact observés par espèces}}{\text{Effort total d'inventaire (km)}}$$

□ Estimation des densités et abondance avec le logiciel Distance 6.0

Selon Buckland et al. (1993), il est suggéré un minimum de 40 à 60 observations pour les estimations de densité et abondance. Mais dans le contexte de nos aires protégées où le nombre de contacts observés reste relativement faible pour de nombreuses espèces, nous avons considéré un minimum de 20 contacts pour l'estimation des abondances et densités de faune dans le logiciel Distance tel que recommandé par Brugière (2001). Les estimations de densités et des abondances ont été faites par zone, par strate pour chaque espèce au niveau de la réserve. Elles sont basées essentiellement sur la modélisation de la fonction de détection étant donné que la probabilité de détection est une fonction des distances perpendiculaires. Les hypothèses de la méthode d'observation sur les transects linéaires considérées sont de Buckland et al. (1993) à savoir :

- ✓ tous les animaux sur le transect linéaire sont détectés,
- ✓ les individus sont détectés avant tout mouvement de fuite, de sorte que les distances perpendiculaires ne sont pas modifiées par la présence de l'observateur sur le transect,
- ✓ les distances et les angles sont mesurés avec précision. En effet, les observateurs ont une grande expertise dans le domaine de dénombrement et une bonne maîtrise des estimations de distance et de l'angle d'observation avec la boussole SUUNTO.
- ✓ les observations sont des événements indépendants.

Pour l'estimation des densités, l'outil Conventional Distance Sampling (CDS) du logiciel Distance 6.0 a été utilisé.

Les fonctions clés ou Key (x): «Semi-normal», «Hazard-Rate», et «Uniforme», puis les termes d'ajustement : «Cosinus», «polynôme simple» et «polynôme de Hermite» ont été manipulées dans les calculs. La modélisation proprement dite des données a été faite sur six modèles obtenus par la combinaison des fonctions clés et des ajustements. Ainsi les modèles estimés sont : le modèle Uniforme/Cosinus, le modèle Uniforme/Polynôme simple, le modèle Semi-normal/Cosinus, le modèle Semi-normal/Polynôme de Hermite, le modèle Hazard rate/Cosinus et le modèle Hazard rate/Polynôme simple.

Le choix du meilleur modèle d'estimation a été guidé par les éléments ci-après :

- ✓ l'observation de l'ajustement et la forme de la courbe de détection,
- ✓ le test de χ^2 Goodness of Fit (p),
- ✓ La qualité de l'ajustement par la valeur du Critère d'Information d'Akaike (AIC) en considérant comme meilleure densité estimée, celle dont la fonction a le plus bas AIC.

3. Résultats

3.1. Richesse spécifique et distribution de la faune dans la réserve

Vingt-et-une (21) espèces de faune ont été dénombrées lors des investigations. Les espèces rencontrées sont le babouin (*Papio anubis*), le bubale (*Alcelaphus buselaphus major*), le buffle (*Syncerus caffer brachyceros*), le céphalophe à flanc roux (*Cephalophus rufilatus*), le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), le chacal à flanc rayé (*Canis adustus*), la civette (*Viverra civetta*), le cobe de buffon (*Kobus kob*), le cobe defassa (*Kobus ellipsiprymnus defassa*), le damalisque (*Damaliscus lunatus korrigum*), l'éléphant

(*Loxodonta africana*), le guépard (*Acinomyx jubatus*), le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), l'hippotrague (*Hippotragus equinus koba*), le lion (*Panthera leo*), l'ourébi (*Ourebia ourebi*), le patas (*Erythrocebus patas*), le phacochère (*Phacochoerus africanus*), le porc-épic (*Hystrix cristata*), le redunca (*Redunca redunca*) et le vervet (*Chlorocebus tantalus*). La figure 3 présente la distribution des points de contacts des espèces animales inventoriées lors du dénombrement.

3.2. Probabilité de détection, distance effective de détection et taux de contact modélisé

La probabilité de détection des animaux dans la réserve se révèle plus élevée dans le parc comparativement à la zone cynégétique de la Pendjari et à la zone de chasse de Konkombri. En effet, les résultats montrent qu'environ 40% des animaux ont été observés dans le parc contre 23% aussi bien dans la zone cynégétique de la Pendjari que dans la zone de chasse de Konkombri (Tableau 2).

La distance effective de détection des animaux, quant à elle, toutes espèces confondues dans le parc est de 18,92 m alors qu'elle est de 15,36 m dans la zone cynégétique de la Pendjari et 22,72 m dans la zone de chasse de Konkombri. Sur la base de l'effort de marche et de la distance effective de détection dans chaque zone, nous déduisons que le taux d'échantillonnage effectif est de 1,04 % dans le parc ; 1,04% dans la zone cynégétique de la Pendjari et 2,69% dans la zone de chasse de Konkombri. Le tableau 3 présente la probabilité de détection, la distance effective de détection et le taux de rencontre des espèces animales dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. On remarque que la probabilité de détection des animaux est plus élevée pour l'hippotrague et le cobe de buffon.

Tableau 2: Probabilité de détection, distance effective de détection et taux de contact des animaux au niveau des différentes zones de la réserve de biosphère de la Pendjari

| | Paramètres | Moyenne | Ecart type | Coef. Var(%) | Int. Conf. (95%) | | Model, AIC |
|-------------|------------|---------|------------|--------------|------------------|-------|---|
| | | | | | Inf. | Sup. | |
| Parc | p | 0,40 | 0,02 | 5,20 | 0,36 | 0,44 | Uniforme -Cosinus AIC = 3247,01 |
| | ESW | 18,92 | 0,98 | 5,20 | 17,08 | 20,95 | |
| | n/L | 0,64 | 0,05 | 7,63 | 0,55 | 0,74 | |
| ZCP | p | 0,23 | 0,05 | 20,06 | 0,15 | 0,34 | Hazard rate - Polynomial simple AIC = 949,00 |
| | ESW | 15,36 | 3,08 | 20,06 | 10,37 | 22,76 | |
| | n/L | 0,22 | 0,03 | 14,16 | 0,16 | 0,29 | |
| ZCK | p | 0,23 | 0,03 | 15,17 | 0,17 | 0,31 | Uniforme -Cosinus AIC = 215,7 |
| | ESW | 22,72 | 3,45 | 15,17 | 16,80 | 30,73 | |
| | n/L | 0,45 | 0,06 | 14,27 | 0,33 | 0,60 | |

n/L = taux de rencontre, **p** = probabilité de détection, **ESW** = distance effective de détection

Tableau 3 : Probabilité de détection, distance effective de détection et taux de rencontre des espèces animales dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari

| | Paramètres | Moyenne | Ecart type | Coef. Var(%) | Int. Conf. (95%) | |
|----------------------------|------------|---------|------------|-----------------|------------------|-------|
| | | | | | Inf. | Sup. |
| Babouin | P | 0,75 | 0,00 | 0,01 | 0,75 | 0,75 |
| | ESW | 45 | 0,00 | 0,01 | 45 | 45 |
| | n/L | 0,01 | 0,00 | 33,20 | 0,00 | 0,01 |
| Bubale | P | 0,39 | 0,14 | 36,41 | 0,18 | 0,84 |
| | ESW | 38,54 | 14,03 | 36,41 | 17,73 | 83,79 |
| | n/L | 0,02 | 0,00 | 28,28 | 0,00 | 0,02 |
| Buffle | P | 0,20 | 0,09 | 45,04 | 0,08 | 0,48 |
| | ESW | 25,65 | 11,55 | 45,04 | 10,69 | 61,55 |
| | n/L | 0,02 | 0,00 | 18,49 | 0,02 | 0,03 |
| Céphalophe de Grimm | p | 0,19 | 0,02 | 12,65 | 0,15 | 0,24 |
| | ESW | 16,78 | 2,12 | 12,65 | 13,07 | 21,55 |
| | n/L | 0,07 | 0,01 | 10,97 | 0,06 | 0,09 |
| Cobe de buffon | p | 0,44 | 0,04 | 8,49 | 0,37 | 0,52 |
| | ESW | 33,57 | 2,85 | 8,49 | 28,38 | 39,72 |
| | n/L | 0,08 | 0,01 | 14,78 | 0,05 | 0,10 |
| Guib harnaché | p | 0,20 | 0,16 | 77,98 | 0,05 | 0,86 |
| | ESW | 19,71 | 15,37 | 77,98 | 4,63 | 83,85 |
| | n/L | 0,03 | 0,01 | 26,40 | 0,01 | 0,05 |
| Hippotrague | p | 0,22 | 0,10 | 45,45 | 0,09 | 0,53 |
| | ESW | 31,70 | 14,41 | 45,45 | 13,07 | 76,92 |
| | n/L | 0,04 | 0,01 | 18,56 | 0,01 | 0,05 |
| Ourébi | p | 0,32 | 0,09 | 26,49 | 0,19 | 0,54 |
| | ESW | 17,45 | 4,62 | 26,49 | 10,35 | 29,41 |
| | n/L | 0,06 | 0,01 | 14,53 | 0,03 | 0,07 |
| Phacochère | p | 0,21 | 0,04 | 17,08 | 0,15 | 0,30 |
| | ESW | 18,42 | 3,15 | 17,08 | 13,09 | 25,92 |
| | n/L | 0,03 | 0,01 | 15,72 | 0,02 | 0,04 |
| Redunca | p | 0,38 | 0,05 | 11,85 | 0,30 | 0,48 |
| | ESW | 15,15 | 1,80 | 11,85 | 11,99 | 19,15 |
| | n/L | 0,07 | 0,01 | 11,60 | 0,05 | 0,09 |

n/L = taux de rencontre, p = probabilité de détection, ESW = distance effective de détection

3.3. Indice kilométrique d'abondance et de contact

Sur les 1444,6 km parcourus au cours du dénombrement dans la réserve, 770 contacts ont été faits pour un nombre total d'individus de 4080 toutes espèces confondues. Les indices kilométriques d'abondance et de contact au niveau des différentes strates de la réserve sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

Le cobe de buffon, le redunca, le céphalophe de Grimm, l'ourébi, le buffle et l'hippopotame sont les plus contactés dans la réserve. A contrario, le porc-épic, le céphalophe à flanc roux, le guépard et le vervet sont faiblement rencontrés.

On remarque dans le Parc National que la strate de Bondjagou est la plus fournie en espèce animale avec un indice kilométrique d'abondance (6,41) et de contact (1,11) tous plus élevés que dans les autres strates. La strate de la piste aux éléphants, quant à elle, reste la moins pourvue en faune (IKA de 2,33 et IKC de 0,44). Dans la zone cynégé-

tique de la Pendjari, la strate de la Pendjari est la plus fournie en faune avec des taux plus élevés d'indice kilométrique d'abondance (1,63) et de contact (0,55) alors que la strate de Dassari reste la moins fournie (IKA de 0,72 et IKC de 0,10).

Au total, pour toute la réserve, le Parc National de la Pendjari a le plus grand taux d'abondance (4,14) et de contact (0,76) de la faune, suivi de la Zone de Chasse de Konkombri (IKA de 3,46 et IKC de 0,71) et enfin de la Zone Cynégétique de la Pendjari (IKA de 1,08 et IKC de 0,22). Au niveau des stratifications du zonage, la strate de la Bondjagou reste la plus fournie en faune alors que la strate de Dassari est la moins fournie.

Sur la base des indices kilométriques d'abondance, nos résultats démontrent que la Zone de Chasse de Konkombri est la zone qui concentre plus de population d'éléphants (0,18) et de buffle (1,62), deux espèces à haute valeur touristique.

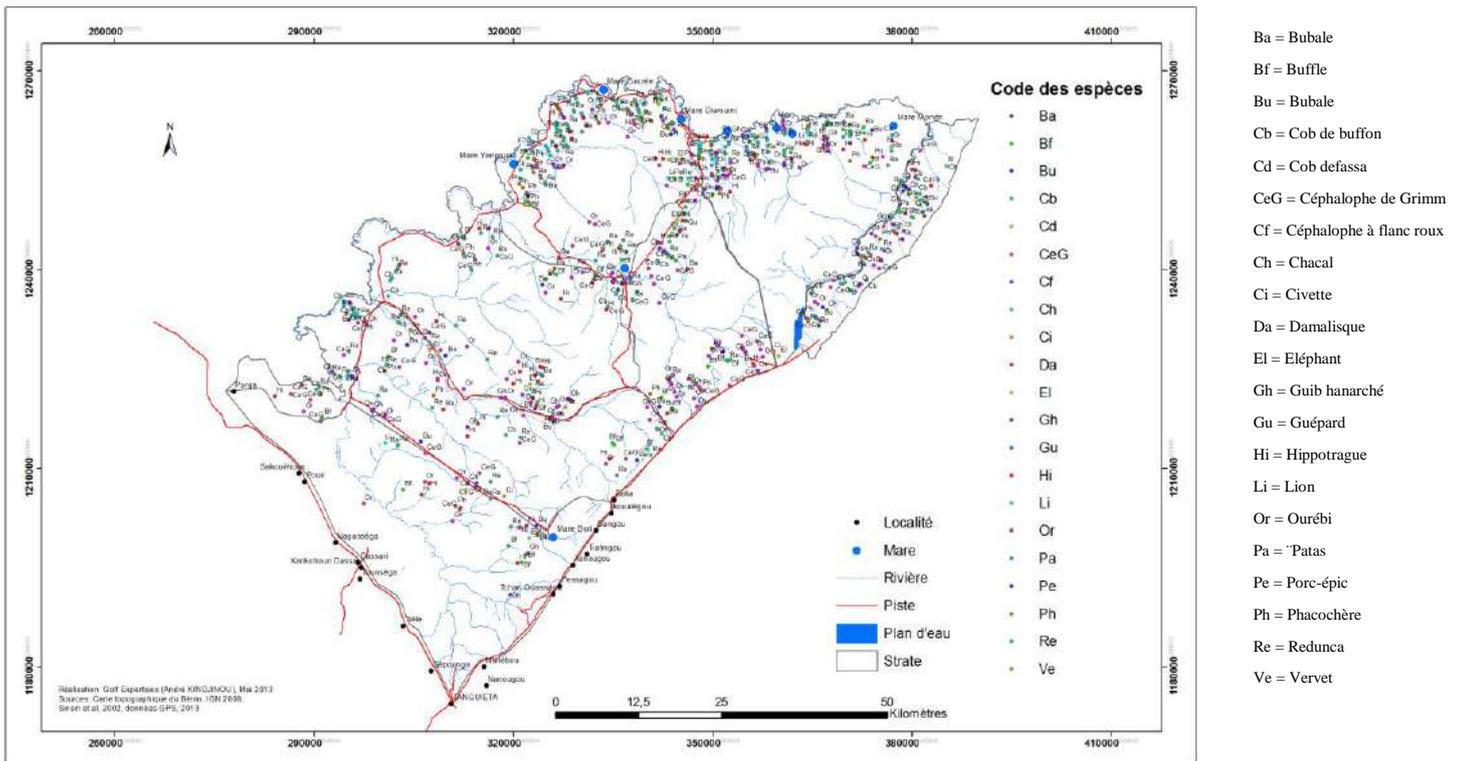


Figure 3 : Répartition totale de la faune de la Réserve de Biosphère de la Pendjari

Tableau 4: Indice kilométrique d'abondance et de contact au niveau des différentes strates du Parc National de la Pendjari

| Espèce | Bali | | Bondjagoun | | Hôtel | | Piste aux éléphants | | Parc au total | |
|----------------------|------|------|------------|------|-------|------|---------------------|------|---------------|------|
| | IKA | IKC | IKA | IKC | IKA | IKC | IKA | IKC | IKA | IKC |
| Babouin | 0,04 | 0,02 | 0,51 | 0,01 | 0,12 | 0,02 | 0,38 | 0,02 | 0,26 | 0,02 |
| Bubale | 0,24 | 0,04 | 0,68 | 0,04 | 0,23 | 0,03 | 0,23 | 0,02 | 0,32 | 0,03 |
| Buffle | 1,64 | 0,08 | 2,09 | 0,09 | 2,07 | 0,07 | 0,41 | 0,04 | 1,46 | 0,07 |
| Céphalophe de Grimm | 0,19 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,11 | 0,09 |
| Chacal à flanc rayé | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | - | - | 0,01 | 0,01 |
| Civette | 0,01 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 |
| Cobe de buffon | 0,06 | 0,03 | 1,64 | 0,27 | 0,97 | 0,19 | 0,37 | 0,05 | 0,70 | 0,12 |
| Cobe defassa | - | - | 0,10 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | - | - | 0,03 | 0,01 |
| Damalisque | - | - | - | - | 0,14 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| Eléphant | 0,23 | 0,02 | 0,24 | 0,03 | 0,21 | 0,02 | 0,04 | - | 0,17 | 0,02 |
| Guépard | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | - | - | - | - | 0,01 | 0,00 |
| Guib harnaché | 0,05 | 0,04 | 0,09 | 0,07 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 |
| Hippotrague | 0,27 | 0,04 | 0,18 | 0,08 | 0,42 | 0,07 | 0,41 | 0,06 | 0,34 | 0,06 |
| Lion | - | - | 0,04 | 0,01 | 0,09 | 0,02 | 0,03 | - | 0,04 | 0,01 |
| Ourebi | 0,19 | 0,11 | 0,21 | 0,12 | 0,14 | 0,08 | 0,11 | 0,07 | 0,16 | 0,09 |
| Patas | 0,01 | 0,01 | - | - | 0,02 | 0,02 | - | - | 0,01 | 0,01 |
| Phacochère | 0,14 | 0,03 | 0,18 | 0,05 | 0,48 | 0,12 | 0,10 | 0,02 | 0,23 | 0,05 |
| Porc-épic | - | - | 0,01 | 0,01 | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 |
| Redunca | 0,09 | 0,06 | 0,30 | 0,17 | 0,41 | 0,20 | 0,10 | 0,06 | 0,22 | 0,12 |
| Vervet | - | - | - | - | - | - | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total général | 3,19 | 0,63 | 6,41 | 1,11 | 5,45 | 0,98 | 2,33 | 0,44 | 4,14 | 0,76 |

- = Espèce non contactée dans la zone, IKA = Indice kilométrique d'abondance, IKC = Indice kilométrique de contact

Tableau 5 : Indice kilométrique d'abondance et de contact au niveau des différentes strates des Zones Cynégétiques de la réserve

| Espèce | Batia | | Dassari | | Pendjari | | ZCP total | | ZCK | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | IKA | IKC |
| Babouin | 0,06 | 0,00 | - | - | 0,21 | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 0,21 | 0,04 |
| Bubale | 0,20 | 0,01 | 0,06 | 0,00 | - | - | 0,10 | 0,01 | 0,07 | 0,01 |
| Buffle | 0,63 | 0,02 | 0,38 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | 0,43 | 0,02 | 1,62 | 0,05 |
| Céphalophe de Grimm | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,13 | 0,12 | 0,04 | 0,04 | 0,15 | 0,13 |
| Céphalophe à flanc roux | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,01 | 0,01 |
| Chacal à flanc rayé | 0,00 | 0,00 | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,04 |
| Civettes | 0,01 | 0,01 | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Cobe de buffon | 0,05 | 0,01 | - | - | 0,62 | 0,14 | 0,10 | 0,02 | 0,60 | 0,11 |
| Cobe defassa | - | - | 0,01 | 0,00 | - | - | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Eléphant | - | - | 0,03 | 0,00 | - | - | 0,02 | 0,00 | 0,18 | 0,01 |
| Guib harnaché | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,13 | 0,09 |
| Hippotrague | 0,20 | 0,03 | 0,14 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,15 | 0,03 | 0,08 | 0,03 |
| Lion | - | - | 0,01 | 0,00 | - | - | 0,00 | 0,00 | - | - |
| Ourébi | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,12 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,11 | 0,07 |
| Patas | 0,00 | 0,00 | - | - | 0,10 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Phacochère | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,10 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,10 | 0,04 |
| Redunca | 0,10 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,13 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,08 | 0,05 |
| Vervet | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | 0,01 |
| Total général | 1,43 | 0,28 | 0,72 | 0,10 | 1,63 | 0,55 | 1,08 | 0,22 | 3,46 | 0,71 |

- = Espèce non contactée dans la zone cynégétique de la pendjari, IKA = Indice kilométrique d'abondance, IKC = Indice kilométrique de contact

3.4. Abondance, densité et taille des groupes

Les abondances, densités et tailles des groupes d'animaux sont présentés dans les tableaux 6 et 7 respectivement pour les différentes zones de la réserve et pour les espèces de faune de la réserve.

Les données du tableau 6 révèlent que la densité des populations de faune, toute espèce confondue est plus élevée au niveau du Parc National de la Pendjari et de la zone de chasse de Konkombri. En effet, la densité de la faune est de 56,43 individus/km² pour une abondance estimée de 10363 individus au niveau de la zone de chasse de Konkombri et est de 51,66 individus/km² pour une abondance de 52497 individus au niveau du Parc. Dans la zone cynégétique de la Pendjari, la densité des populations de faune est relativement faible soit une densité de 25,32 individus/km² pour une abondance de 23258 individus. Ces valeurs dénotent d'une présence relative importante de la faune au sein du Parc comparativement aux zones de chasse.

Au niveau du tableau 7, on remarque avec les données que pour les populations de grands ongulés, les buffles présentent la plus forte abondance soit 20439 individus pour une densité de 9,65 individus/km². Ensuite viennent les hippotragues avec une abondance estimée de 4371 individus pour une densité de 2,06 individus/km² et, les bubales avec une abondance de 2701 individus et une densité 1,28 individus/km². La taille estimée des groupes est respectivement de

21,03 ± 5,47 ; 11,83 ± 2,59 et 6,10 ± 1,35 pour le buffle, le bubale et l'hippotrague. Ceci témoigne de la présence de grands troupeaux de buffles dans la réserve comparativement aux bubales et aux hippotragues.

En ce qui concerne les petits ongulés, les cobes de Buffon avec une abondance estimée de 12513 individus et une densité de 5,91 individus/km² sont les plus représentés dans la réserve. Ensuite viennent le redunca avec une abondance estimée de 8516 individus pour 4,02 individus/km², le phacochère avec 7604 individus et une densité de 3,59 individus/km², le céphalophe de Grimm avec une abondance de 5243 individus et une densité de 2,48 individus/km², les ourébis avec une abondance de 3740 individus et une densité de 1,77; et enfin le guib harnaché avec une abondance de 1004 individus et une densité de 0,47 individus/km². La taille des groupes des petits ongulés est apparue plus faible pour le céphalophe de Grimm (1,19 ± 0,05 individus), le guib harnaché (1,35 ± 0,13 individus), l'ourébi (1,59 ± 0,54 individus) et élevé pour le cobe de buffon (5,51 ± 0,64 individus) et le phacochère (4,15 ± 0,44 individus).

Le babouin est la seule espèce de primate dont l'abondance a pu être estimée. Cette abondance est de 2428 individus avec une densité de 1,15 individu/km². La taille moyenne des groupes est de 16,56 ± 6,74 individus et indique le caractère grégaire de l'espèce.

Tableau 6 : Modélisation de la densité, de la taille des groupes et de l'abondance spécifique globale de la faune dans la réserve de biosphère de la Pendjari

| Espèces | Paramètres | Moyenne | Ecart type | Coef. Var(%) | Int. Conf. (95%) | | Model, AIC |
|---|------------|---------|------------|--------------|------------------|--------|---|
| | | | | | Inf. | Sup. | |
| Parc (1016,15 km ²) | DS | 16,82 | 1,55 | 9,24 | 14,03 | 20,17 | Uniforme - Cosinus 3247,01 |
| | E(S) | 3,07 | 0,18 | 5,72 | 2,74 | 3,44 | |
| | D | 51,66 | 5,61 | 10,87 | 41,76 | 63,91 | |
| | N | 52497 | 5704,1 | 10,87 | 42435 | 64945 | |
| ZCP (918,45 km ²) | DS | 7,05 | 1,73 | 24,55 | 4,37 | 11,35 | Hazard rate - Polynomial simple AIC = 949,00 |
| | E(S) | 3,59 | 0,43 | 12,06 | 2,83 | 4,56 | |
| | D | 25,32 | 6,93 | 27,35 | 14,93 | 42,96 | |
| | N | 23258 | 6362 | 27,35 | 13710 | 39457 | |
| ZCK (183,65 km ²) | DS | 9,81 | 2,04 | 20,82 | 6,51 | 14,77 | Uniforme - Cosinus AIC = 215,70 |
| | E(S) | 5,75 | 1,44 | 24,97 | 3,52 | 9,41 | |
| | D | 56,43 | 18,35 | 32,51 | 30,14 | 105,65 | |
| | N | 10363 | 3369,4 | 32,51 | 5535 | 19403 | |

DS= densité de groupe, E(S)=taille de groupe, D= densité des individus, N=effectif des populations animales, AIC = Akaike Information Criteria

Tableau 7: Densité et abondance de la faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari

| Espèces | Paramètres | Moyenne | Ecart type | Coef. Var(%) | Int. Conf. (95%) | | Model, AIC |
|--|------------|---------|------------|--------------|------------------|---------|---------------------------------------|
| | | | | | Inf. | Sup. | |
| Babouin (2118,26 km ²) | DS | 0,07 | 0,02 | 33,20 | 0,04 | 0,13 | Uniforme - Cosinus AIC = 19,78 |
| | E(S) | 16,56 | 6,74 | 40,70 | 6,71 | 40,83 | |
| | D | 1,15 | 0,60 | 52,52 | 0,41 | 3,19 | |
| | N | 2428 | 1275 | 52,52 | 872 | 6757 | |
| Bubale (2118,26 km ²) | DS | 0,11 | 0,05 | 46,10 | 0,04 | 0,26 | Half - Cosinus AIC = 32,08 |
| | E(S) | 11,83 | 2,59 | 21,87 | 7,35 | 19,04 | |
| | D | 1,28 | 0,65 | 51,02 | 0,48 | 3,38 | |
| | N | 2701 | 1378,1 | 51,02 | 1019 | 7158 | |
| Buffle (2118,26 km ²) | DS | 0,46 | 0,22 | 48,69 | 0,18 | 1,16 | Hazard rate - Cosinus AIC = 92,70 |
| | E(S) | 21,03 | 5,47 | 26,01 | 12,50 | 35,39 | |
| | D | 9,65 | 5,33 | 55,20 | 3,44 | 27,03 | |
| | N | 20439 | 11282 | 55,20 | 7297,0 | 57250,0 | |
| Céphalophe de Grimm (2118,26 km ²) | DS | 2,08 | 0,35 | 16,75 | 1,50 | 2,89 | Hazard rate - Cosinus AIC = 735,95 |
| | E(S) | 1,19 | 0,05 | 3,88 | 1,10 | 1,28 | |
| | D | 2,48 | 0,43 | 17,19 | 1,77 | 3,46 | |
| | N | 5243 | 901,33 | 17,19 | 3747 | 7337 | |
| Cobe de buffon (2118,26 km ²) | DS | 1,07 | 0,18 | 17,04 | 0,77 | 1,50 | Uniforme - Cosinus AIC = 846,50 |
| | E(S) | 5,51 | 0,64 | 11,57 | 4,38 | 6,93 | |
| | D | 5,91 | 1,22 | 20,60 | 3,96 | 8,82 | |
| | N | 12513 | 2577,4 | 20,60 | 8383 | 18677 | |
| Guib harnaché (2118,26 km ²) | DS | 0,35 | 0,29 | 82,32 | 0,08 | 1,56 | Hazard rate - Cosinus AIC = 52,77 |
| | E(S) | 1,35 | 0,13 | 9,73 | 1,10 | 1,65 | |
| | D | 0,47 | 0,39 | 82,90 | 0,11 | 2,12 | |
| | N | 1004 | 832,28 | 82,90 | 225 | 4484 | |
| Hippotrague (2118,26 km ²) | DS | 0,34 | 0,17 | 49,10 | 0,13 | 0,87 | Hazard rate - Cosinus AIC = 90,20 |
| | E(S) | 6,10 | 1,35 | 22,09 | 3,90 | 9,52 | |
| | D | 2,06 | 1,11 | 53,84 | 0,75 | 5,67 | |
| | N | 4371 | 2353,2 | 53,84 | 1590 | 12017 | |
| Ourébi (2118,26 km ²) | DS | 1,11 | 0,34 | 30,21 | 0,62 | 2,00 | Hazard rate - Cosinus AIC = 201,12 |
| | E(S) | 1,59 | 0,09 | 5,95 | 1,41 | 1,79 | |
| | D | 1,77 | 0,54 | 30,79 | 0,97 | 3,21 | |
| | N | 3740 | 1151,6 | 30,79 | 2058 | 6797 | |
| Phacochère (2118,26 km ²) | DS | 0,86 | 0,20 | 23,21 | 0,55 | 1,36 | Hazard rate - Cosinus AIC = 336,18 |
| | E(S) | 4,15 | 0,44 | 10,53 | 3,36 | 5,13 | |
| | D | 3,59 | 0,91 | 25,49 | 2,19 | 5,89 | |
| | N | 7604 | 1938 | 25,49 | 10008 | 26940 | |
| Redunca (2118,26 km ²) | DS | 2,26 | 0,37 | 16,58 | 1,64 | 3,13 | Hazard rate - Cosinus AIC = 625,11 |
| | E(S) | 1,78 | 0,11 | 6,18 | 1,57 | 2,01 | |
| | D | 4,02 | 0,71 | 17,69 | 2,85 | 5,68 | |
| | N | 8516 | 1506,6 | 17,69 | 6030 | 12028 | |

DS= densité de groupe, E(S)=taille de groupe, D= densité des individus, N=effectif des populations animales, AIC = Akaike Information Criteria

4. Discussion

4.1. Couverture et envergure du présent dénombrement

Le présent dénombrement terrestre effectué couvre entièrement l'aire protégée. Il couvre aussi la totalité de la faune en ce sens que l'objectif de ce dénombrement au départ n'était pas axé sur des espèces particulières. Il intervient une dizaine d'années après le dernier effectué (Sinsin et al., 2002b). Avant ce dénombrement, la réserve avait connu d'autres dénombrements séquentiels et aériens totaux (Larsen, 1976 ; Sayer et al., 1979 ; Sinsin et al., 2000 ; Sinsin et al., 2001 ; Sinsin et al., 2002a ; Sinsin et al., 2004 ; Bouché et al., 2004 ; Nago et al., 2006 ; Sinsin et al., 2006 ; Mensah et al., 2007 ; Sinsin et al., 2008 ; Djossa et al., 2008 ; Di Silvestre, 2008). Ce dénombrement est toutefois beaucoup plus complet et les estimations prennent réellement en compte la superficie couverte. Il vient donc actualiser les informations concernant la faune et son évolution dans la réserve.

Il faut avouer qu'un tel dénombrement demande beaucoup en termes d'organisation, de ressources humaines et financières. Ceci explique pourquoi lorsqu'il existe, il est souvent espacé. C'est d'ailleurs une activité souvent rare dans les aires protégées de la sous-région bien qu'elle fournit des résultats très utiles. En effet, le dénombrement terrestre contrairement au dénombrement aérien permet le recensement des espèces de petites tailles difficilement observables depuis les hauteurs d'un dénombrement aérien. Il permet aussi d'appréhender les écosystèmes particuliers et fermés qui ne sont pas observables par un dénombrement aérien. C'est enfin une occasion de plus pour que les populations riveraines qui participent à la cogestion évaluent le potentiel ensemble avec les gestionnaires de l'aire protégée. Cette situation est à l'opposé du dénombrement aérien où la ressource humaine utile pour la collecte de données est très limitée.

Le dénombrement ainsi réalisé s'est basé sur le plan d'échantillonnage précédemment utilisé et permet la constitution d'une base de comparaison et de suivi de la dynamique de la faune dans la réserve.

4.2. Richesse spécifique et tendance évolutive de la faune dans la réserve de Biosphère de la Pendjari

Ce dénombrement ayant eu lieu sur la base du même plan d'échantillonnage que le dernier du même genre a l'avantage de permettre une comparaison des résultats obtenus. De plus, la période de ce travail est quasiment la même que la précédente. En effet, il s'est effectué en saison sèche, période au cours de laquelle, la quasi-majorité des points d'eau s'assèchent obligeant une concentration de la faune autour des points d'eau résiduels. C'est la situation déjà remarquée par Sinsin et al. (2002b). Par ailleurs la période de ce dénombrement correspond aussi à celle au cours de laquelle le feu réduit la hauteur de la végétation favorisant la vue et l'identification de la faune. Ceci est un atout pour ce genre d'activités de suivi. C'est ainsi que durant le dénombrement,

21 espèces ont été contactées. Sinsin et al. (2002b) ont recensé 20 espèces alors que dans la même réserve en 1979, Sayer et al. (1979) en ont eu 33. La plupart de la faune connue de la réserve a toutefois été observée. Tous ces dénombrements passés ont toujours signalé comme le présent une forte présence des bovidés dans la réserve. De plus, des espèces rares telles que le guépard et le cobe defassa ont été inventoriées durant ce dénombrement tandis que le céphalophe noir et la hyène tachetée sont restés introuvables sur le terrain.

Les données d'inventaire permettant une comparaison de données au présent dénombrement sont celles présentées à la figure 4. Cette figure présente l'évolution de la densité des espèces animales dans le parc national de la Pendjari pour les années 2000, 2001, 2002 et 2013. Les données ont été comparées pour les espèces animales dont les abondances ont été estimées au cours de ces dénombrements. On observe une augmentation importante des densités de la faune dans la réserve, 10 ans après les derniers dénombrements totaux de la faune dans la réserve. De 2002 à 2013, le taux d'accroissement annuel de la densité des populations animales est beaucoup plus important pour le redunca, le phacochère et le buffle soit respectivement 29,34% ; 17,47% et 15,73% mais faible pour l'hippopotame soit 0,68%. L'accroissement positif de l'abondance de ces espèces dans le parc est sûrement le résultat de l'effort de conservation et de sécurisation de l'aire protégée entrepris depuis plus d'une vingtaine d'année à travers (i)-l'allumage régulier des feux précoces d'aménagement des pâturages naturels base de la production secondaire, (ii)-l'aménagement des mares pour l'approvisionnement en eau de la faune, très capital pour le développement de la faune, (iii)-le renforcement du dispositif de surveillance même si des efforts restent encore à faire à ce niveau étant donnée la pression de braconnage, et celle pastorale observées lors de ce dénombrement au sein du parc.

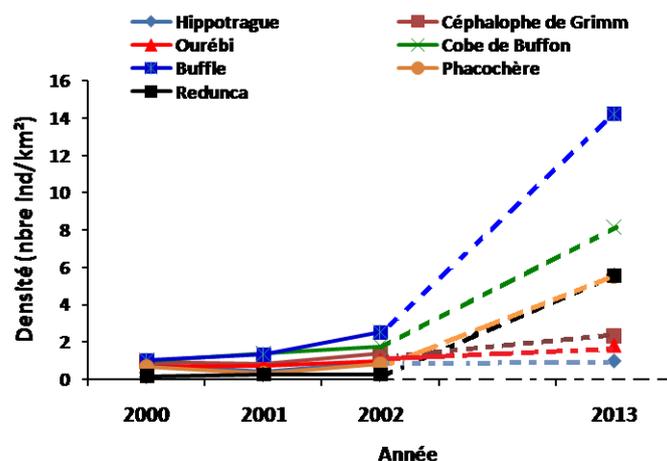


Figure 4 : Evolution de l'abondance de la faune dans la réserve de la Pendjari

5. Conclusion

Cette étude nous permet de conclure d'une bonne diversité de la grande faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin. La plupart des espèces préalablement connues dans cette réserve ont été dénombrées. Au total 21 espèces de faune ont été observées dans l'aire protégée. Les faibles densités et abondances des populations de faune ainsi que les bas niveaux de contact des espèces sont liées à des poches nécessitant de meilleurs aménagements et système de surveillance au niveau de la réserve. En effet, ces faibles taux ne permettent pas un meilleur suivi de la dynamique des populations de faune et pourraient impacter sur le taux de visite et une mauvaise estimation des quotas de chasse dans les zones cynégétiques.

En vue donc de disposer des paramètres d'abondance et de densité des espèces de faune de la réserve et de permettre d'étudier la dynamique des populations de certaines espèces d'ongulés, nous recommandons pour un meilleur suivi des populations de faune, qu'en dehors des inventaires partiels de faune régulièrement organisés et basés sur le suivi des IKA ou de l'abondance de certaines espèces de faune, que des inventaires totaux soit réalisés à une périodicité d'une fois au moins chaque deux ans. Ceci permettra un meilleur établissement des modèles de croissance et de migration des espèces fauniques de la réserve en vue d'une meilleure gestion cette faune.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les différents assistants de terrain pour leurs apports dans la collecte de données et l'ambiance de travail lors du séjour dans la réserve. Le présent dénombrement a été financé par le Programme d'Appui aux Parcs de l'Entente (PAPE). Nos remerciements vont aussi à l'endroit des bailleurs de ce programme, de son comité de gestion et des autorités du Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF) pour leur appui logistique pour ce dénombrement.

CONFLIT D'INTERET

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

RÉFÉRENCES

- Averbeck, C., Apio, A., Plath, M. & Wronski, T. 2009. Environmental parameters and anthropogenic effects predicting the spatial distribution of wild ungulates in the Akagera savannah ecosystem. *African Journal of Ecology* 47: 756–766.
- Bouché Ph., Lungren C.G., Hien B. & Omondi P. 2004. Recensement aérien total de l'Ecosystème WARly-Pendjari-Oti-Mandouri-Kéran (WAPOK). CITES-MIKE, ECOPAS, PAUCOF, Benin, Burkina Faso, Niger, Togo. 114pp
- Brucker, J. 2001. Mission pour l'élaboration du plan d'aménagement de la gestion de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Projet PENDJARI/CENAGREF. Cotonou. Pp2-7
- Brugière, D. 2001. Initiation aux méthodes de dénombrement sur transect et maniement du logiciel distance. Programme AGIR/Parc National Haut Niger. 26 p
- Buckland, D S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P. & Laake, J. L. 1993. - Distance sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman et Hall. 446 p.
- Di Silvestre, I. 2008. Coordination des activités de suivi et dénombrement des grands carnivores du complexe WAP (W-Arly-Pendjari). Report for the ECOPAS/W Regional Park Project, Niamey, 45pp.
- Djagoun, C.A.M.S., B.A. Djossa, G. A. Mensah & Sinsin B. A. 2013. Vigilance Efficiency and Behaviour of Bohor Reed-buck *Redunca redunca* (Pallas 1767) in a Savanna Environment of Pendjari Biosphere Reserve (Northern Benin). *Mammal Study* 38(2):81-89.
- Djagoun, C.A.M.S. Kassa, B., Djossa, B. A., Coulson, T., Mensah, G. A. & Sinsin B. 2014. Hunting affects dry season habitat selection by several bovid species in northern Benin. *Wildlife Biology* 20(2):83-90.
- Djagoun, C.A.M.S., Codron, D., Sealyd, J., Mensah, G.A. & Sinsin B. 2016. Isotopic niche structure of a mammalian herbivore assemblage from a West African savanna: Body mass and seasonality effect. *Mammalian Biology* 81 (2016) 644–650 .
- Djossa, B.A., Fahr, J., Kalko E.K.V. & Sinsin B.A. 2008. Fruit selection and effects of seed handling by flying foxes on germination rates of shea trees, a key resource in northern Benin, West Africa. *Ecotropica* 14: 37–48.
- Faure, A. 1977 : Notice explicative N°66 (6 et 8). Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin à 1/200.000. Feuilles de Natitingou et de Porga.
- Gomsé, A. & Mahop, J.P. 2000 - Dénombrement de grands mammifères dans le parc national de la Bénoué et les zones de chasse N° 1 & 4. WWF/PSSN, Rapport de recherche.
- Larsen, T. 1976. Large mammals census in the Pendjari National Park. Peace Corps. Cotonou. Benin.
- Mensah, A., Akpona, H., Guidigbi, E., Ogouma, E., Pomalegni, B. Toudonou, A. S. & Yolou, D. 2007. Inventaire des mammifères rongeurs et des reptiles dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Rapport technique final/GTZ/Bénin, 125 pp.
- Nago, S.G.A., O., Grell, B. Sinsin & Rödel, M. 2006. The amphibian fauna of Pendjari National Park and surroundings, northern Benin. *Salamandra* 42 (2/3):93-108.
- Oumorou, M., Natta, A. K., Adomou, A.C. & de Foucault, B. 2011. Caractéristiques écologiques et phytosociologiques des galeries forestières de la Réserve de biosphère de la Pendjari (nord-ouest du Bénin), *Acta Botanica Gallica* 158:1, 125-139, DOI: 10.1080/12538078.2011.10516260
- Sayer J.M., Green, A.A. & Peters, M. 1979.- Plan directeur du Parc national de la Pendjari. FAO, DP/BEN/77/011, Cotonou, Bénin, 126 p
- Sinsin, B., Daouda I. & Ahokpe, E. 1998. Abondance et évolution des populations des mammifères des formations boisées de la région des monts Kouffé au Bénin. *Cahiers d'éthologie* 18 (2) : 261-281.
- Sinsin B., Saïdou A., Téhou A., Daouda I. H. & Nobimé G., 2000. Dénombrement de la faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. MDR/CENAGREF/GTZ-Projet Pendjari, 58p.

- Sinsin B., Kassa B., Tiomoko D., Assogbadjo A., Sogbohossou E., 2001. Dénombrement aérien des grands mammifères dans la Réserve de la Biosphère de la Pendjari (Rapport technique) CENAGREFGTZ/MDR. Cotonou, Bénin, 16p.
- Sinsin B., Ahokpè E., Assogbadjo A., Ekué M., Yorou S., Kassa B., Mama A., Houessou L., Dainou K., Hunyet O., Tchiboza S., Tèka O. & Toko I. 2002a. Dénombrement de la faune dans la réserve de la biosphère de la Pendjari. Projet Pendjari-GTZ/CENAGREF/MDR. 40 pages + Annexes.
- Sinsin, B., A.C. Tehou, I. Daouda & Saidou, A. 2002. Abundance and species richness of larger mammals in Pendjari National Park in Benin. *Mammalia* 66(3): 369-380.
- Sinsin B, Kassa B, Tèhou A & Djafarou T. 2004. Dénombrement aérien des grands mammifères dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Rapport technique). CENAGREF – GTZ / MDR. Cotonou, Bénin; p.29.
- Sinsin B, Akpona H & Ahokpe, E. 2006. Dénombrement aérien de la faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Rapport Technique). CENAGREF/Projet Pendjari - CTZ – GFA Consulting. Cotonou, Benin. p.35.
- Sinsin, B., Sogbohossou, E.A., Nobime, G. & Adi, M. 2008. Dénombrement aérien de la faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari: Rapport technique. CENAGREF/ProjetPendjari—CTZ-GFA Consulting. Benin, 65 P.
- Tsakem, S.C. & Donfack, P. 2004. Etat des lieux de la faune du parc national de la Bénoué et les ZIC 1 & 4: une analyse basée sur le dénombrement des grands et moyens mammifères - Rapport d'étude WWF/PSSN. Garoua, 50p.
- Verschuren, J. 1988. Notes d'écologie, principalement des mammifères du Parc National de la Pendjari, Bénin. – *Biologie*, 58: 185-206.
- WWF & FAC, 1998. Abondance, distribution et biomasse de quelques grands mammifères dans le parc national de la Bénoué, Cameroun. WWF/FAC/MINEF, Garoua, 48p.



Mode de reproduction et phénologie florale d'une espèce dioïque, *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae), en relation avec l'utilisation des terres

Gérard Nounagnon GOUWAKINNOU^{*1,2}, Adandé Belarmain FANDOHAN^{2,3}, Cossi Aristide ADOMOU⁴, Brice Augustin SINSIN²

¹Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie Végétale (LEB), Université de Parakou, Bénin

²Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

³Unité de recherche en Foresterie, Agroforesterie et Biogéographie, Ecole de Foresterie et Ingénierie du Bois, Université Nationale d'Agriculture, Bénin

⁴Herbier National du Bénin; Département de Biologie Végétale. Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Reçu le 17 Septembre 2016 - Accepté le 28 Novembre 2016

Mating pattern and flower phenology of a dioecious species, *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae) in relation with land-use

Abstract: Understanding reproductive biology of plant species is fundamental to plant breeding and improvement program. Knowing plant population ecology is also an essential prerequisite for sound conservation design. In this study, we investigated the reproductive biology of *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae), a socio-economically important tree species in two contrasting land use systems in Northern Benin (sudanian zone). The species has been previously described as dioecious. Yet, female flowers present some males organs suggesting an androdioecy in its natural populations. However, it is not clear whether pollen from the male organ on female flowers is able of fertilizing. We performed controlled pollination on 45 female trees (30 in agroforestry systems and 15 in the protected area) and monitored flowering phenology as well as main flowers visitors. Considering female flowers as hermaphrodites, we performed three kinds of treatments: Male-hermaphrodite cross (MH); Hermaphrodite selfing (HS) and open pollination (NT). Hand pollination (MH) and pollen enclosure (HS) experiments, analysed using a GLM, revealed a pollination failure in most of the bagged female inflorescences without pollen supply (HS) (2 successes out of 45) showing that female flowers are mostly functionally dioecious. Male trees flowered at least one week earlier than females. Insects belonging to Hymenoptera (Apidae, Vespidae) and Diptera (Muscidae, Syrphidae) orders were the main flower visitors. The analysis of the results from the controlled pollination suggests a cryptic androdioecy in the populations of *S. birrea*. The implications of this breeding system for the domestication of the species have been discussed.

Key words: Controlled pollination, androdioecy, sexual dimorphism, reproductive biology, pollinators, Bénin.

Résumé : La compréhension de la biologie reproductive des espèces végétales est fondamentale pour les programmes d'amélioration des plantes. La connaissance de l'écologie des populations végétales est aussi une condition indispensable pour la conception de bons programmes de conservation. Nous avons étudié la biologie de reproduction de *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae), une espèce d'importance socio-économique dans deux différentes formes d'utilisation de terres (systèmes agroforestiers vs aires protégées) au nord du Bénin. L'espèce a été décrite auparavant comme dioïque. Pourtant, les fleurs femelles présentent des organes mâles suggérant une androdioecie dans les populations naturelles de l'espèce. Cependant, il n'est pas clair si le pollen des fleurs femelles est capable de féconder. Nous avons effectué la pollinisation contrôlée sur 45 arbres femelles (30 dans les systèmes agroforestiers et 15 dans la zone protégée) et surveillé la phénologie de la floraison, mais aussi les principaux visiteurs de fleurs. Considérant les fleurs femelles comme hermaphrodites, nous avons réalisé trois types de traitements : mâle-hermaphrodite par pollinisation manuelle (MH) ; autofécondation des hermaphrodite (HS) et la pollinisation libre (NT) comme témoin. Les données de pollinisation manuelle (MH) et d'autofécondation (HS), analysées à l'aide d'un GLM, a révélé un défaut de pollinisation dans la plupart des inflorescences femelles ensachées sans apport de pollen (HS) (2 succès sur 45), montrant que les fleurs femelles sont pour la plupart fonctionnellement dioïque. Les arbres mâles ont fleuri au moins une semaine plus tôt que les femelles et la floraison a été plus précoce dans le système agroforestier que dans les aires protégées. Les insectes appartenant aux Ordres des hyménoptères (Apidae, Vespidae) et des diptères (Muscidae, Syrphidae) ont été les visiteurs principaux des fleurs. L'analyse des résultats de la pollinisation contrôlée suggère une androdioecie cryptique dans les populations de *S. birrea*. Les implications de ce système de reproduction pour la conservation et la domestication des espèces ont été discutées.

Mots clés : Pollinisation contrôlée, androdioecie, dimorphisme sexuel, Biologie de la reproduction, pollinisateurs, Bénin

1. Introduction

La compréhension de la biologie reproductive des plantes, surtout les plantes à fleurs, est fondamentale non seulement pour les programmes d'amélioration végétale (Acquaah, 2012) mais aussi pour l'écologie de la population et la conservation des plantes (Hill et al., 2008 ; Wong & Sun, 1999). Cette compréhension est d'un intérêt particulier pour les espèces qui sont reconnues d'utilité publique et ont une grande importance socio-économique pour les populations locales parce qu'elle permet de connaître les contraintes dans la reproduction de ces espèces (Singhal et al., 2011). Ces contraintes constituent des facteurs sur lesquelles il faut agir afin d'améliorer les rendements en fruits et graines qui sont recherchés aussi bien sur le plan économique que pour la conservation des populations des espèces. La connaissance de la phénologie, du mécanisme de pollinisation et du système de reproduction des plantes est un des facteurs clés pour comprendre leur biologie de la reproduction (Singhal et al., 2011). La réussite de la reproduction sexuelle chez les angiospermes est fortement conditionnée par le succès de la pollinisation qui détermine les possibilités de croisement en établissant la dispersion des grains de pollen (Barrett & Harder, 1996). La pollinisation est la base de nombreux processus de production agricole et est fondamentale pour la compréhension des déterminants de la persistance et la stabilité de la plupart des populations de plantes à fleurs (Richards, 1997 ; Wilcock & Neiland, 2002). La phénologie de la floraison est aussi un des facteurs qui influencent le succès de la reproduction végétale (Munguia-Rosas et al., 2011 ; Munguía-Rosas et al., 2011). Par exemple, les caractéristiques reproductives chez *Lotus corniculatus* se sont avérées corrélées avec certains descripteurs de floraison au cours de certaines années, mais pas dans d'autres (Ollerton & Lack, 1998). Un autre facteur critique dans le succès de reproduction végétale est le degré de dépendance vis-à-vis des pollinisateurs (Amat et al., 2011). Les plantes à reproduction croisées obligatoires (allogames) ne sont pas susceptibles de maintenir de populations viables lorsque les pollinisateurs sont rares (Amat et al., 2011). Pendant longtemps l'accent a été mis sur la domestication des fruitiers locaux pour soutenir les moyens d'existence locaux et promouvoir la conservation de la biodiversité (Assogbadjo et al., 2012 ; Leakey & Simons, 1997). Au même moment, très peu d'effort a été consenti pour comprendre la biologie de la reproduction des espèces végétales d'importance socio-économique prouvée dans les zones tropicales et surtout en Afrique. Or il est évident que les pays tropicaux constituent des régions du monde où la pression humaine sur les habitats naturels est de plus en plus croissante avec les corollaires de changement d'affectation et d'utilisation des terres. En même temps, les besoins d'amélioration de la production ainsi que la con-

servation de la diversité biologique sont urgents.

Sclerocarya birrea est un exemple d'espèces d'arbres fruitiers autochtones conservés dans les systèmes agroforestiers par les agriculteurs qui utilisent ses fruits, son écorce, ses feuilles et bois pour leur subsistance quotidienne dans toute son aire de répartition en Afrique (Gouwakinnou et al., 2011a ; Shackleton et al., 2002). L'espèce a été désignée comme candidate à la domestication pour les soutiens à la sécurité nutritionnelle et au revenu (Jama et al., 2008). Cependant, les informations de base sur sa reproduction, nécessaires à l'application de stratégies efficaces de sélection génétique en vue de sa domestication, sont insuffisantes. Des études approfondies sur la sous-espèce *caffra* (*S. birrea* subsp. *caffra*) décrivent souvent des fleurs femelles de l'espèce comme portant les étamines stériles. Cependant, des observations sur la sous-espèce *birrea* (*S. birrea* subsp. *birrea*) suggèrent que le pollen des fleurs supposées hermaphrodites montre les mêmes propriétés que celui des mâles et est viable et fertile (Diallo et al., 2006; Munjuga, 2000). Toutefois, à ce jour, il n'y a aucun rapport de croisements expérimentaux sur le terrain visant à soutenir cette tendance.

L'objectif principal de cette étude était de comprendre la phénologie de *S. birrea* et de déterminer si les fleurs femelles (supposées hermaphrodites) portent le pollen et sont capables d'autofécondation ou susceptibles de fertiliser les autres fleurs femelles en croisements contrôlés. En effet, si fleurs portent les deux gamètes (mâles et femelles), l'autofécondation peut se produire en milieu naturel (Barrett, 2002) et conduire à la consanguinité. Il a été démontré que les descendants consanguins ont une moindre valeur adaptative comparativement aux non consanguins; et ce phénomène appelé dépression de la consanguinité est généralement reconnu comme l'une des principales forces sélectives qui façonnent l'évolution de la stratégie reproductive des espèces végétales (Charlesworth & Charlesworth, 1987). Toutefois, malgré les risques génétique et adaptatif associés à l'autofécondation, elle peut participer au maintien de populations végétales en situation de rareté des pollinisateurs (Hill et al., 2008).

Dans cette étude, nous avons utilisé des observations de terrain et la pollinisation contrôlée pour obtenir un aperçu du système de reproduction et la phénologie florale de *S. birrea* en fonction de deux formes différentes d'utilisation des terres. Nous avons évalué la phénologie de la floraison en rapport avec le sexe des individus ainsi que les principaux pollinisateurs au sein des populations naturelles de l'espèce. Les questions de recherche auxquelles nous avons répondu sont les suivantes: (i) Existe-t-il une différence induite par l'utilisation des terres ou le sexe sur la phénologie florale de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea*? (ii) Les individus supposés hermaphrodites sont-ils capables d'assurer la fécondation des fleurs femelles ? (iii) Quels sont les visiteurs floraux majeurs de l'espèce dans ses populations naturelles ?

*Auteur correspondant : gerard.gouwakinnou@fa-up.bj ;
Tel : +229 9591 2254 03 BP 125, Parakou, Bénin
Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la partie nord de la République du Bénin dans deux différentes formes d'utilisation des terres (Aires protégées vs. systèmes agroforestiers) qui révèlent deux caractéristiques différentes au sujet de l'écologie de l'espèce (Gouwakinnou *et al.*, 2009). Dans le système agroforestier, les arbres sont délibérément sauvegardés par les agriculteurs et épargnés par des feux de végétation saisonniers tandis que dans la zone protégée, les individus de *S. birrea* sont situés en savane où ils sont soumis aux feux précoces et/ou tardifs de végétation. Des études antérieures ont montré un sex-ratio équilibré dans les deux formes d'utilisation des terres avec, cependant, une distribution plus agrégée dans la zone protégée où la densité des individus adultes était près de 9 fois plus élevée que celle des systèmes agroforestiers (Gouwakinnou *et al.*, 2009, 2011b). La zone d'étude est située dans la région semi-aride avec une période sèche de sept à huit mois et une pluviométrie annuelle moyenne de 730 mm et une température annuelle moyenne de 31 ° C (Hijmans *et al.*, 2005).

2.2. Collecte de données

2.2.1. Échantillonnage et identification des individus

Avant le début de la floraison, les individus femelles de *S. birrea* ont été sélectionnés parmi ceux précédemment identifiés et marqués dans le cadre d'une étude de suivi de la production fruitière dans les deux types d'utilisation des terres puisqu'il n'est pas facile d'identifier le sexe de l'espèce en dehors de la période de reproduction (le dimorphisme sexuel n'est pas évident). Quarante-cinq arbres femelles (30 dans les systèmes agroforestiers) et 15 en zone protégée ont été sélectionnés pour l'expérience.

2.2.2. Expérience de pollinisation

Nous avons procédé à l'isolement des inflorescences et effectué une pollinisation contrôlée sur les 45 individus femelles sélectionnés. Trois différents traitements ont été effectués sur chaque arbre parent : (1) Croisement mâle-hermaphrodite (MH), (2) autofécondation des hermaphrodites (par isolation, HS) et (3) libre pollinisation (Inflorescences laissées intactes, NT). Les deux premiers traitements (MH et HS) ont été effectués à l'aide de sacs de pollinisation et la pollinisation libre a été utilisée comme témoin. Les inflorescences femelles ont été ensachées lorsque les boutons floraux ont commencé à apparaître. A leur ouverture, du pollen fraîchement récolté a été appliqué sur deux ou trois d'entre elles pour obtenir le traitement mâle-hermaphrodite (MH). Plus d'une fleur a été pollinisée pour anticiper sur les dégâts et l'avortement éventuel des fleurs ou toute prédation par les oiseaux durant l'expérience. Cependant, une seule était considérée pour l'analyse des données par traitement. Le pollen utilisé dans la pollinisation manuelle a été récolté sur des arbres mâles situés au moins à

10 km, pour éviter de polliniser des individus trop parentés. Le pollen collecté a été appliqué immédiatement pour éviter une perte probable du pouvoir de germination.

2.2.3. Suivi de la phénologie florale

Le suivi de la phénologie florale a été réalisé sur un échantillon de cinq (05) arbres de chaque sexe. Cinq (05) inflorescences mâles (Fig. 1 a) ont été choisies sur chaque arbre mâle et dix fleurs femelles (Fig. 1 b) ont été choisies sur chaque arbre femelle. Pour les fleurs mâles, l'inflorescence entière a été considérée pour le suivi. La durée de floraison (longévité de la fleur) a été enregistrée comme la durée allant de l'ouverture (anthèse) à la senescence (ou à la fécondation des fleurs femelles).

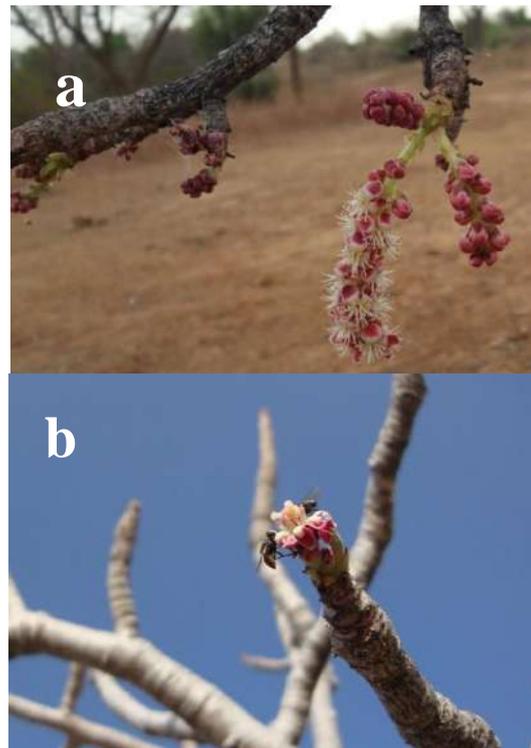


Fig.1. (a) Inflorescences mâles (avec des fleurs ouvertes et non ouvertes) et (b) fleur femelle de *Sclerocarya birrea* avec quelques insectes visiteurs (mouches).

(a) Male inflorescences (with opened and non-opened flowers) and (b) Female flower of *Sclerocarya birrea* with some visiting insects (flies).

2.2.4. Suivi des visiteurs de fleurs

Le suivi des insectes visiteurs des arbres a été réalisé pendant la période reproductive. Ce suivi a été effectué, la plupart du temps, en début de matinée (avant 08:00) et en soirée (après 17:00). Il n'était pas possible de réaliser le suivi à l'échelle d'un arbre entier. L'accent a été mis sur une branche sélectionnée sur chaque arbre. Certains arbres ont été grimpés pour surveiller la branche située dans la cime afin de tenir compte de la variation dans la visite due à l'emplacement de la branche. Les photos d'insectes visiteurs ont été prises et d'autres ont été capturés, en utilisant un

piège entomologique localement fabriqué (Fig 2). Les individus capturés ont été conservés dans de l'alcool (dilué à 70°) ou du papier pour identification ultérieure.



Figure 2. Piège localement fabriqué pour collecter les échantillons d'insectes
Trap locally-made used to collect insect samples.

2.3. Analyse des données

Les effets de la forme d'utilisation des terres et des traitements sur le succès de la pollinisation ont été évalués à l'aide du modèle linéaire généralisé mixte (GLM) ajusté par une approximation de Laplace. Le nombre d'arbres dans chaque forme d'utilisation des terres était considéré comme

un effet aléatoire tandis que les traitements et les types d'utilisations des terres étaient considérés comme des facteurs fixes. Les données ont été ajustées à une loi binomiale, en utilisant logit comme fonction de lien dans R 3.2 (R Development Core Team 2015). La différence entre durée de floraison exprimée en jours de floraison selon le sexe a été évaluée à l'aide du test non paramétrique de Mann-Whitney. Les insectes visiteurs collectés ont été identifiés au moins au niveau de la famille zoologique.

3. Résultats

3.1. Expérience de pollinisation

Le pourcentage de réussite de la pollinisation (fructification) des inflorescences ensachées sans apport de pollen était très faible dans les systèmes agroforestiers (12 %) où de nombreuses fleurs ont avorté. Aucune inflorescence ensachée sans apport de pollen n'était fécondée dans la zone protégée. Dans les systèmes agroforestiers presque toutes les inflorescences ensachées et pollinisées à la main ont été fécondées tandis que le pourcentage de fructification a été d'environ 66 % dans la zone protégée. Dans les systèmes agroforestiers, le pourcentage de fructification était près de 95 % pour les fleurs laissées intactes (témoins), alors qu'il était d'environ 50 % dans la zone protégée (Fig. 3).

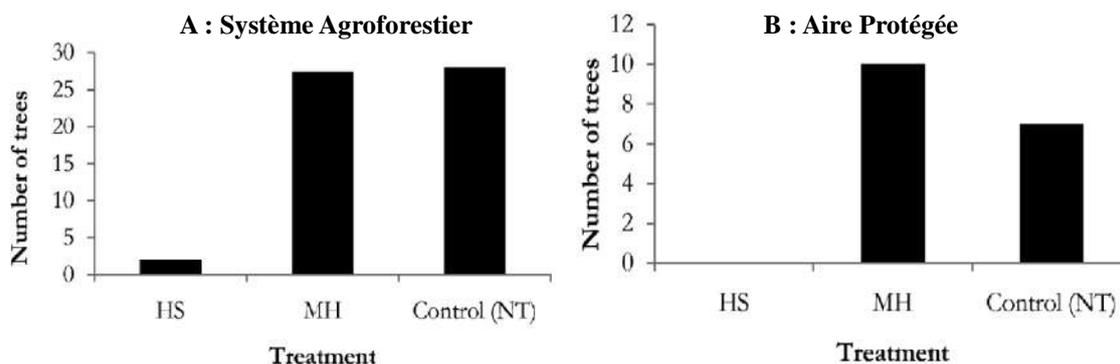


Figure 3. Nombre d'arbres avec réussite de pollinisation par type d'utilisation des terres et par traitement : Number of trees with pollination success per land use and per treatment

Number of trees: Nombre d'arbres; Treatment: Traitement
A- Agroforestry systems (N= 30), B- Protected area (N= 15)

HS: Autofécondation : Hermaphrodite selfing ; MH: Croisement Male-Hermaphrodite : Male –Hermaphrodite Cross NT: Pollinisation libre (Témoins) : Free pollination (Control).

Le succès de la pollinisation a été significativement influencé par le traitement d'une part et la forme d'utilisation des terres d'autre part (Tableau 1). Aucun effet lié à l'interaction entre les deux facteurs n'a été observé. Le succès de pollinisation des arbres dans les systèmes agroforestiers était plus élevé que ceux dans la zone protégée. Il en est de même pour le traitement témoin (NT) comparative-

ment à l'autofécondation des « hermaphrodites » (HS). Il n'y avait pas de différence significative entre le traitement témoin (NT) comparativement aux fleurs pollinisées à la main (MH). Ce qui suggère que la pollinisation naturelle est efficace en elle-même et que l'espèce ne semble pas avoir de difficulté de pollinisation dans ses populations naturelles.

Tableau 1: Effets fixes analysés au moyen d'un modèle linéaire généralisé (GLM). La population dans le système agroforestier (AS) est considérée comme référence ainsi que le traitement (NT) qui est le témoin.

Fixed effects analysed by the Generalized Linear Model (GLM). The population 'AS' from agroforestry system is considered as the reference, as it is for treatment "NT" which is the control.

| | Estimate | Standard error | Z-value | Pr(> z) |
|---------------|----------|----------------|---------|--------------|
| Intercept | 2.3429 | 0.5740 | 4.082 | 4.47e-05 *** |
| Population PA | -2.1837 | 0.7052 | -3.097 | 0.00196 ** |
| Treatment HS | -6.2876 | 1.3649 | -4.607 | 4.09e-06 *** |
| Treatment MH | 0.3578 | 0.5945 | 0.602 | 0.54723 |

PA: Population from protected area; HS: hermaphrodite selfing, MH: Male-Hermaphrodite treatment.

3.2. Phénologie de la floraison

La floraison commence en saison sèche quand l'arbre a perdu toutes ses feuilles. La phénologie florale a varié en fonction du sexe des individus. Les arbres mâles ont fleuri au moins une semaine plus tôt que les femelles. La floraison s'est surtout produite à partir de fin décembre à fin mars et a duré environ 2,5 mois avec une période de pointe allant de fin janvier à fin février. Au-delà de fin mars, la floraison a continué sur quelques arbres, même en pleine période de fructification ce qui a prolongé la période de floraison jusqu'à 3 à 3,5 mois chez ces individus. Au niveau des fleurs, après ouverture, la durée moyenne a été variable entre arbres. La durée moyenne, de l'ouverture à la flétrissure ou la fertilisation (matérialisée par la flétrissure des pétales et sépales) varie significativement selon le sexe de l'arbre (test de Mann-Whitney, $P = 0,012$). Elle était de $6,36 \pm 0,32$ jours

(moyenne \pm erreur type) pour les fleurs femelles et $9,38 \pm 0,31$ jours pour les fleurs mâles.

3.3. Les visiteurs floraux

Le suivi des visiteurs de fleurs pendant la saison de floraison a révélé une visite de neuf (9) espèces d'insectes appartenant à huit (8) familles taxonomiques et quatre (4) ordres (Tableau 2). La plupart des espèces appartiennent aux ordres des hyménoptères (4 espèces) et des diptères (3 espèces). Les diptères étaient les plus abondants. L'abondance et la diversité des visiteurs ont varié entre les arbres. Certains visiteurs appartenant aux familles des Muscidae (*Musca spp.*), les Syrphidae, les Apidae ont été trouvés aussi bien sur les individus mâles que femelles.

Tableau 2 : Liste des visiteurs floraux de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea*
List of floral visitors of *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea*

| Ordre | Famille | Espèce | Nombre moyen de visiteurs noté par type d'arbre | | Total |
|-------------|---------------|------------------------|---|---------|-------|
| | | | Mâle | Femelle | |
| Coleoptera | Meloidae | Ni | 0 | 2 | 2 |
| Diptera | Muscidae | <i>Musca domestica</i> | 18 | 31 | 49 |
| | Calliphoridae | <i>Calliphora sp</i> | 5 | 2 | 7 |
| | Syrphidae | Ni | 31 | 15 | 46 |
| Hymenoptera | Apidae | <i>Xylocopa sp</i> | 0 | 2 | 2 |
| | | <i>Apis mellifera</i> | 1 | 3 | 4 |
| | Vespidae | <i>Delta sp</i> | 2 | 9 | 11 |
| | Formicidae | Ni | 0 | 2 | 2 |
| Lepidoptera | Ni | Ni | 0 | 1 | 1 |

Ni : Non identifié

4. Discussion

4.1. Système de reproduction

Le taux de réussite de la pollinisation a varié significativement en fonction des traitements appliqués et aussi en fonction du type d'utilisation des terres. La réussite de la pollinisation contrôlée relativement plus élevée (Fig. 2 ; bien

que non statistiquement significative), principalement dans la zone protégée, contraste avec les résultats antérieurs sur l'espèce. Selon ces résultats, la pollinisation libre serait plus efficace que la pollinisation contrôlée (Munjuga, 2000). Un des facteurs susceptibles d'expliquer ce contraste pourrait être la qualité du pollen utilisé. Dans notre cas, le pollen était frais et appliqué juste après le prélèvement. En ligne avec nos résultats, Amat *et al.* (2011) ont enregistré également un

succès plus élevé avec la pollinisation contrôlée de *Pseudomispates rivas-martinezii* en Espagne. Ils ont imputé le faible taux de succès de la pollinisation libre à une probable limitation par le pollen en conditions naturelles. Notre étude n'a pas testé cet effet de limitation par le pollen, mais ce phénomène connu en écologie de la pollinisation pourrait également expliquer les tendances obtenues. En effet, étant donné que *S. birrea* est pollinisée par les insectes et que la quantité de fleurs produites par l'arbre est abondante, on peut assister à une défaillance des pollinisateurs à alimenter tous les stigmates avec du pollen. Ce mécanisme a été largement rapporté dans la littérature de pollinisation et est souvent causé par plusieurs facteurs dont la faible abondance ou fréquence de visite des pollinisateurs, ou une domination des pollinisateurs inefficaces (Aizen & Harder, 2007; Amat et al., 2011; González-Varo & Traveset, 2010; Walsh et al., 2014).

La différence de succès des traitements (NT et MH) entre les deux formes d'utilisations des terres pourrait refléter une différence dans la quantité de fleurs visitées par les insectes (abondance des pollinisateurs) et aussi la qualité du pollen entre ces utilisations des terres (Amat et al., 2011). En effet, la population de *S. birrea* dans la zone protégée est soumise chaque année au feu de végétation qui se produit juste avant le début de la floraison, et cela peut avoir un impact négatif, direct ou indirect sur l'abondance des pollinisateurs (Pavlovic et al., 2011). En provoquant directement leur mortalité, le feu pourrait affecter d'importants pollinisateurs de *S. birrea*.

Le très faible succès ou l'échec de fécondation des fleurs ensachées sans apport de pollen (HS) dans les deux milieux suggère que les organes mâles portés par les fleurs femelles de *S. birrea* (Diallo et al., 2006; Gouwakinnou et al., 2011b; Munjuga, 2000), ne sont pas autant fonctionnels que les fleurs mâles. Ceci suppose donc que les fleurs femelles (désignées comme hermaphrodites dans cette étude) sont en majorité fonctionnellement femelles. Cependant les deux cas de réussite quoique très faibles, pourraient supporter la thèse la viabilité du pollen issu de ces fleurs femelles (désignées ici comme hermaphrodites) telles que suggérées par des études antérieures (Diallo et al., 2006 ; Munjuga, 2000). Contrairement au faible taux de succès obtenu dans cette étude, une pollinisation expérimentale sur une espèce dioïque (*Fraxinus ornus*) ayant des fleurs femelles à traits similaires à celles de *S. birrea* (fleurs femelles portant des organes mâles viables) a révélé une très bonne aptitude des fleurs à produire des graines autofécondées dans des conditions expérimentales (Verdú et al., 2006). Cette même étude a rapporté des taux très faibles de succès d'autofécondation en conditions naturelles sans intervention humaine (Verdú et al., 2006). De ce qui précède, le pollen de certaines fleurs « hermaphrodites », bien que viable ne serait en mesure de participer efficacement à la fécondation des femelles dans les populations naturelles, et suggérerait l'existence d'un mode cryptique dans le système de reproduction au sein des populations naturelles de l'espèce. Ce qui conduit à émettre l'hypothèse d'une androdioecie cryptique au niveau des populations de *S. birrea*. Cependant, le système de repro-

duction de l'espèce semble plus complexe qu'il n'apparaît. En effet, des observations antérieures dans les populations naturelles de l'espèce ont révélé l'existence des individus mâles portant les fleurs en inflorescence (traits caractéristiques des fleurs mâles) mais portant de pistils qui sont capables de produire de fruits donc des fleurs parfaitement hermaphrodites (Gouwakinnou et al., 2011b). Ce phénomène de dioécie avec fuite ou dioécie imparfaite (désigné par « *leaky dioecy* » par les anglo-saxons) a été observé sur d'autres espèces de plantes (Baker & Cox, 1984; Humeau et al., 1999; Venkatasamy et al., 2007).

4.2. Phénologie et visiteurs floraux

Globalement, les individus mâles ont fleuri plus tôt que les femelles et les fleurs mâles ont une durée de vie plus élevée que les femelles. Cette tendance a souvent été rapportée dans les populations d'espèces dioïques et est supposée être une conséquence de la compétition entre mâles ; et une stratégie pour atteindre plus de partenaires pendant la période de floraison (Barrett & Hough, 2013; Matsuhisa & Ushimaru, 2015) bien qu'il n'y ait pas de données probantes pour supporter cette hypothèse (Perry & Dorken, 2011). La précocité de floraison des fleurs mâles (en racème) pourrait être une stratégie d'affichage floral utilisée par l'espèce pour attirer les pollinisateurs (Grindeland et al., 2005; Ohashi & Yahara, 2002) avant la floraison des femelles qui ont des fleurs relativement petites et solitaires. La durée de vie moyenne d'une fleur femelle est similaire à celle observée sur la même sous-espèce au Kenya (Munjuga, 2000). Pour les inflorescences mâles, la durée de floraison moyenne était environ de 9 jours avec grandes variations selon le nombre de fleurs individuelles dans l'inflorescence.

Dans la zone protégée, la floraison a été tardive comparée au système agroforestier et pourrait être la conséquence de la différence écologique entre les deux types d'utilisations des terres. Beaucoup de différences entre l'aire protégée et les systèmes agroforestiers peuvent expliquer ce retard de floraison au niveau des aires protégées. Le plus important, est le feu de végétation qui se produit juste avant la période de floraison dans la zone protégée. Le feu peut avoir des effets quantitatifs et fonctionnels sur la floraison des espèces de savane (Pavlovic et al., 2011). De même, et le retard de floraison de l'espèce dans la zone protégée peut refléter, en partie, une réponse fonctionnelle de l'espèce à ce facteur écologique.

Les mouches et syrphes étaient les visiteurs les plus abondants de l'espèce au cours de l'étude. Bien que cette étude n'ait pas investigué le statut de pollinisateurs ou non de ces visiteurs, ces insectes ont été cités comme pollinisateurs de l'espèce (Hall et al., 2002) et plus généralement des anacardiées (Shivanna & Tandon, 2014). Cependant, les abeilles (Apidae) souvent cités comme les principaux pollinisateurs étaient moins abondants que les mouches. En matière de pollinisation, les abeilles et les mouches sont connues comme des généralistes ce qui suggère que *S. birrea* est une plante généraliste. Ce système de pollinisation gé-

néraliste constitue un avantage pour la pollinisation de l'espèce qui est dioïque et dont la survie dépend du transfert de pollen des individus mâles aux femelles.

4.3. Conclusion et perspectives

La connaissance de la biologie de reproduction des espèces végétales est d'une importance capitale pour la maîtrise de la dynamique de leur population. Pour les espèces d'utilité connues, cette connaissance est fondamentale pour leur amélioration et conservation. Les résultats de cette étude ont permis de révéler que *S. birrea* présente un système de reproduction plus complexe que celui rapporté dans la littérature. Bien que la démarche méthodologique utilisée (exemple de sachet plastique qui pourrait affecter la physiologie des fleurs sous forte chaleur) pourrait affecter la qualité du résultat obtenu, surtout lors de la pollinisation contrôlée, il n'en demeure pas moins que cette étude a permis d'avoir plus de compréhension sur le système de reproduction de l'espèce. D'autres aspects importants tels que l'identification plus complète des pollinisateurs, la fréquence de visite des fleurs, l'aptitude du pollen issu des fleurs mâles à polliniser les fleurs femelles en conditions naturelles sont à poursuivre. Par ailleurs les mécanismes d'évolution des traits floraux liés au sexe dans les populations de l'espèce et aussi d'autres espèces dioïques en Afrique de l'Ouest méritent plus d'attention.

REMERCIEMENTS

La collecte des données a été supportée par Bioversity International à travers la Bourse Abdou Salam Ouédraogo (CONT/09/396/RF) accordée au premier auteur. Les auteurs sont reconnaissants envers les évaluateurs dont les contributions ont substantiellement amélioré la qualité du travail.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Acquaah G. 2012. Introduction, in: *Principles of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 3–21.
- Aizen M. A. and Harder L. D. 2007. Expanding the limits of the pollen-limitation concept: effects of pollen quantity and quality, *Ecology*, 88 (2), pp. 271–281.
- Amat M. E., Vargas P. and Gómez J. M. 2011. Pollen quality limitation in the Iberian critically endangered genus *Pseudomispates* (Antirrhinaceae), *Plant Ecology*, 212 (6), pp. 1069–1078. DOI:10.1007/s11258-010-9887-6.
- Assogbadjo A. E., Glèlè Kakaï R., Vodouhê F. G., Djagoun C. A. M. S., Codjia J. T. C. and Sinsin B. 2012. Biodiversity and socioeconomic factors supporting farmers' choice of wild edible trees in the agroforestry systems of Benin (West Africa), *Forest Policy and Economics*, 14 (1), pp. 41–49. DOI:https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.07.013.
- Baker H. G. and Cox P. A. 1984. Further Thoughts on Dioecism and Islands, *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 71 (1), pp. 244–253. DOI:10.2307/2399068.
- Barrett S. C. H. 2002. The evolution of plant sexual diversity, *Nat Rev Genet*, 3 (4), pp. 274–284. DOI:10.1038/nrg776.
- Barrett S. C. H. and Hough J. 2013. Sexual dimorphism in flowering plants, *Journal of Experimental Botany*, 64 (1), pp. 67–82. DOI:10.1093/jxb/ers308.
- Barrett S. C. and Harder L. D. 1996. Ecology and evolution of plant mating, *Trends in Ecology & Evolution*, 11 (2), pp. 73–79.
- Charlesworth D. and Charlesworth B. 1987. Inbreeding Depression and its Evolutionary Consequences, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18 (1), pp. 237–268. DOI:10.1146/annurev.es.18.110187.001321.
- Diallo O. B., Bastide B., Poissonnet M., Dao M., Sanou J. and Key M. H.-M. 2006. Mise en évidence d'une androdioécie morphologique et d'une «hétérostigmatie» chez *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst, *Fruits*, 61 (4), pp. 259–266. DOI:10.1051/fruits:2006023.
- González-Varo J. P. and Traveset A. 2010. Among-individual variation in pollen limitation and inbreeding depression in a mixed-mating shrub, *Annals of Botany*, 106 (6), pp. 999–1008. DOI:10.1093/aob/mcq200.
- Gouwakinnou G. N., Kindomihou V., Assogbadjo A. E. and Sinsin B. 2009. Population structure and abundance of *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst subsp. *birrea* in two contrasting land-use systems in Benin, *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 1 (6), pp. 194–201.
- Gouwakinnou G. N., Lykke A. M., Assogbadjo A. E. and Sinsin B. 2011a. Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7 (1), pp. 8.
- Gouwakinnou G. N., Lykke A. M., Djossa B. A. and Sinsin B. 2011b. Folk perception of sexual dimorphism, sex ratio, and spatial repartition: implications for population dynamics of *Sclerocarya birrea* [(A. Rich) Hochst] populations in Benin, West Africa, *Agroforestry Systems*, 82 (1), pp. 25–35.
- Grindeland J. M., Sletvold N. and Ims R. A. 2005. Effects of floral display size and plant density on pollinator visitation rate in a natural population of *Digitalis purpurea*, *Functional Ecology*, 19 (3), pp. 383–390. DOI:10.1111/j.1365-2435.2005.00988.x.
- Hall J. B., O'Brien E. M. and Sinclair F. L. 2002. *Sclerocarya birrea: a monograph*. Bangor, U.K: University of Wales. School of Agricultural and Forest Sciences.
- Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J. L., Jones P. G. and Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, *International Journal of Climatology*, 25 (15), pp. 1965–1978. DOI:10.1002/joc.1276.
- Hill L. M., Brody A. K. and Tedesco C. L. 2008. Mating strategies and pollen limitation in a globally threatened perennial *Polemonium vanbruntiae*, *Acta Oecologica*, 33 (3), pp. 314–323. DOI:https://doi.org/10.1016/j.actao.2008.01.009.
- Humeau L., Pailler T. and Thompson J. D. 1999. Cryptic dioecy and leaky dioecy in endemic species of *Dombeya* (Stercu-

- liaceae) on La Reunion, *American Journal of Botany*, 86 (10), pp. 1437–1447.
- Jama B. A., Mohamed A. M., Mulatya J. and Njui A. N. 2008. Comparing the 'Big Five': A framework for the sustainable management of indigenous fruit trees in the drylands of East and Central Africa, *Ecological Indicators*, 8 (2), pp. 170–179. DOI:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.009.
- Leakey R. R. B. and Simons A. J. 1997. The domestication and commercialization of indigenous trees in agroforestry for the alleviation of poverty, *Agroforestry Systems*, 38 (1), pp. 165–176. DOI:10.1023/A:1005912729225.
- Matsuhisa S. and Ushimaru A. 2015. Sexual dimorphism in floral longevity and flowering synchrony in relation to pollination and mating success in three dioecious Ilex species, *American Journal of Botany*, 102 (7), pp. 1187–1197. DOI:10.3732/ajb.1500073.
- Munguia-Rosas M. A., Ollerton J. and Parra-Tabla V. 2011. Phenotypic selection on flowering phenology and size in two dioecious plant species with different pollen vectors, *Plant Species Biology*, 26 (3), pp. 205–212. DOI:10.1111/j.1442-1984.2011.00320.x.
- Munguía-Rosas M. A., Ollerton J., Parra-Tabla V. and De-Nova J. A. 2011. Meta-analysis of phenotypic selection on flowering phenology suggests that early flowering plants are favoured, *Ecology Letters*, 14 (5), pp. 511–521. DOI:10.1111/j.1461-0248.2011.01601.x.
- Munjuga M. R. 2000. *Sclerocarya birrea subspecies birrea* (A.Rich.) Hochst.: a reproductive biology. Nairobi: Centre for Research in Agroforestry.
- Ohashi K. and Yahara T. 2002. Visit larger displays but probe proportionally fewer flowers: counterintuitive behaviour of nectar-collecting bumble bees achieves an ideal free distribution, *Functional Ecology*, 16 (4), pp. 492–503. DOI:10.1046/j.1365-2435.2002.00644.x.
- Ollerton J. and Lack A. 1998. Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in shape *Lotus corniculatus* (Fabaceae), *Plant Ecology*, 139 (1), pp. 35–47. DOI:10.1023/A:1009798320049.
- Pavlovic N. B., Leicht-Young S. A. and Grundel R. 2011. Short-term effects of burn season on flowering phenology of savanna plants, *Plant Ecology*, 212 (4), pp. 611–625. DOI:10.1007/s11258-010-9851-5.
- Perry L. E. and Dorken M. E. 2011. The Evolution of Males: Support for Predictions from Sex Allocation Theory Using Mating Arrays of *Sagittaria Latifolia* (alismataceae), *Evolution*, 65 (10), pp. 2782–2791. DOI:10.1111/j.1558-5646.2011.01344.x.
- Richards A. J. 1997. *Plant Breeding Systems*. 1 edition. London: Garland Science.
- Shackleton S. E., Shackleton C. M., Cunningham T., Lombard C., Sullivan C. A. and Netshiluvhi T. R. 2002. Knowledge on *Sclerocarya birrea* subsp. *caffra* with emphasis on its importance as a non-timber forest product in South and southern Mrica: A Summary, *Southern African Forestry Journal*, 194 (1), pp. 27–41. DOI:10.1080/20702620.2002.10434589.
- Shivanna K. R. and Tandon R. 2014. Pollination Ecology, in: *Reproductive Ecology of Flowering Plants: A Manual*. Springer, New Delhi, pp. 63–96.
- Singhal V. K., Salwan A., Kumar P. and Kaur J. 2011. Phenology, pollination and breeding system of *Aegle marmelos* (Linn.) correa (Rutaceae) from India, *New Forests*, 42 (1), pp. 85–100. DOI:10.1007/s11056-010-9239-3.
- Venkatasamy S., Khittoo G. and Keeley S. 2007. Leaky dioecy in *Diospyros* (Ebenaceae) endemic to the Island of Mauritius, *Plant Ecology*, 189 (1), pp. 139–146. DOI:10.1007/s11258-006-9171-y.
- Verdú M., González-Martínez S. C., Montilla A. I., Mateu I. and Pannell J. R. 2006. Ovule discounting in an outcrossing, cryptically dioecious tree, *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, 60 (10), pp. 2056–2063.
- Walsh R. P., Arnold P. M. and Michaels H. J. 2014. Effects of pollination limitation and seed predation on female reproductive success of a deceptive orchid, *AoB Plants*, 6. DOI:10.1093/aobpla/plu031.
- Wilcock C. and Neiland R. 2002. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters, *Trends in Plant Science*, 7 (6), pp. 270–277. DOI:https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02258-6.
- Wong K. C. and Sun M. 1999. Reproductive biology and conservation genetics of *Goodyera procera* (Orchidaceae), *American Journal of Botany*, 86 (10), pp. 1406–1413.



Connaissances ethnobotaniques de *Holarrhena floribunda* (G.Don) Durand & Schinz (Apocynaceae) au Sud-Bénin

Akhénaton Adonai Mahouklo BADA AMOUZOUN¹, Aristide Cossi ADOMOU¹,
Gbèwonmèdéa Hospice DASSOU^{1*}, Akomian Fortuné AZIHOU², Akpovi AKOÈGNINOU¹

¹Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale (LaBEV), Département de Biologie végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi

²Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Reçu le 01 Octobre 2016 - Accepté le 12 Décembre 2016

Ethnobotanical knowledge of *Holarrhena floribunda* (G.Don) Durand & Schinz (Apocynaceae) in South Benin

Abstract: *Holarrhena floribunda* (G. DON) Durand & Schinz. (Apocynaceae) is a forest species with multiple uses, not very studied and not very valued in Benin. The ethnobotanical study on *Holarrhena floribunda* was carried out in the communes of Zogbodomey and Zangnanado in South Benin to make it known and contribute to its valorization. Specifically, the study aims to make an inventory of uses of the species, assess variations in the endogenous knowledge of its uses according to sociodemographic parameters. Data were collected from semi-structured ethnobotanical surveys through individual interviews and focus groups. The results show that 12 local names are used by the population to name *H. floribunda*. A total of 5 categories of uses have been identified; the most common being the use of timber and service (32.21%) followed by wood energy (28.87%). In traditional pharmacopoeia, people who have been surveyed have a better knowledge of the therapeutic virtues of the plant in the treatment of 25 diseases and clinical symptoms; the most predominant being foot infection, abdominal pain and malaria. The valorization of this plant in Benin first requires extension of the study in regions of the country, then phytochemical, pharmacological and clinical research should be done, and finally the cumulative consideration of socio-cultural determinants should be taken into account.

Key words: *Holarrhena floribunda* ; ethnobotany ; uses ; sustainable management ; Benin.

Résumé : *Holarrhena floribunda* (G. DON) Durand & Schinz. (Apocynaceae) est une espèce forestière à usages multiples, peu étudiée et peu valorisée au Bénin. L'étude ethnobotanique sur *Holarrhena floribunda* a été réalisée dans les communes de Zogbodomey et Zangnanado au Sud-Bénin pour contribuer à sa connaissance et à sa valorisation. Spécifiquement, il s'est agi de recenser les utilisations de l'espèce, d'évaluer la variation des connaissances endogènes de ses usages en fonction des paramètres sociodémographiques. Les données ont été collectées à partir des enquêtes ethnobotaniques semi-structurées par interviews individuelles et par focus group. Les résultats révèlent que 12 dénominations locales sont utilisées par la population pour désigner *H. floribunda*. Au total, 5 catégories d'usages ont été identifiées dont la plus fréquente est l'usage bois d'œuvre et de service (32,21 %) suivie de celle de bois énergie (28,87 %). Dans le domaine de la pharmacopée traditionnelle, les enquêtés ont une meilleure connaissance des vertus thérapeutiques de la plante dans le traitement de 25 maladies et signes cliniques dont les plus prédominantes sont l'infection des pieds, les douleurs abdominales et le paludisme. La valorisation de cette plante au Bénin nécessite d'abord l'extension de l'étude dans les autres régions du pays, ensuite la conduite de recherche phytochimique, pharmacologique, clinique et enfin la prise en compte cumulative des déterminants socioculturels.

Mots clés : *Holarrhena floribunda* ; ethnobotanique ; usages ; gestion durable ; Bénin.

1. Introduction

Les plantes, éléments vitaux de la diversité biologique servent essentiellement au bien être humain (Adjanohoun et al., 2000). Les relations entre les plantes et les hommes existent depuis des temps immémoriaux (Din et al., 2011). L'homme dans la recherche du mieux-être et de la satisfaction de ses besoins, a utilisé les plantes pour son alimentation, sa santé et pour se procurer un revenu (Uwamariya, 2007). En Afrique, environ 5400 espèces végétales sont utilisées traditionnellement en médecine (Neuwinger, 2000) et plus de 80 % de la population ont recours aux plantes pour leurs soins de santé (Dike, et al., 2012). Les connaissances liées aux recettes dans le domaine de la pharmacopée traditionnelle sont transmises oralement de génération en génération au sein de la société et demeurent un patrimoine soit de la famille, soit d'un groupe social particulier du village ou de la contrée (Upadhyay et al., 2011). Les feuilles, racines, écorces, fruits, graines et les fleurs sont prélevés, la plupart du temps, sans grand souci de survie et de règle adéquate d'accès pour une gestion durable (Gaoué & Ticktin, 2010). Ainsi, la survie de beaucoup de ces plantes, avec la connaissance endogène de leur utilisation est menacée (MacFoy, 2004). Par conséquent, le risque de disparition de ces savoirs endogènes est très grand s'ils ne sont pas documentés (Devendrakumar et Anbazhagan, 2012). C'est pour cela que l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie s'emploient à recenser, partout dans le monde, des plantes réputées actives pour lesquelles il appartient à la recherche moderne de préciser les propriétés et valider les usages (Alloun, 2013).

Au Bénin, 2807 plantes à intérêts multiples ont été inventoriées (Akoègninou et al. 2006) et divers travaux de recherches ethnobotaniques ont été entrepris pour documenter et ainsi pérenniser la connaissance traditionnelle de ces dernières (Dougnon et al., 2016). Au nombre de ces plantes, figure *Holarrhena floribunda* (G Don) Durand & Schinz, une espèce à usages multiples. *Holarrhena floribunda* est un arbuste ou un arbre de 2 à 25 m de hauteur, à feuilles simples, ovales, lancéolées, à fleurs blanches groupées en ombelles et possédant un latex blanc abondant dans toutes ses parties (Akoègninou et al., 2006, Avakiantz, 2012). Les fruits sont des follicules cylindriques appariés, ils contiennent des graines qui possèdent une touffe de poils à leur apex (Avakiantz, 2012). Dans la plupart de nos écosystèmes forestiers, il existe de nombreuses essences qui, comme *H. floribunda*, jouent un rôle ethnobotanique et écologique important. Elle est considérée comme icône culturelle au Sénégal, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et au Ghana (Louppe et al., 2008). Cette dernière est dotée de potentialités socioéconomiques importantes et ayant de très nombreuses utilisations médico-religieuses (Arbonnier, 2000). Plusieurs études ethnobotaniques révèlent l'utilisation de *H. floribunda* dans la guérison de plusieurs pathologies. En

Afrique, l'écorce de la tige est utilisée pour traiter la fièvre, les maladies vénériennes ou encore les infections de la peau (Avakiantz, 2012). En Afrique de l'Ouest, *H. floribunda* est non seulement utilisée pour guérir les affections de la sphère génitale telles les vaginites, la blennorragie ou la gonococcie mais aussi pour l'amélioration de la fertilité et la lutte contre l'avortement (Balé Bayala, 2005). Cette plante intervient également dans le traitement de la rougeole, la diarrhée, la goutte, l'hépatite et l'angine (Arbonnier, 2000 ; Louppe et al., 2008). Elle fait partie des trente espèces d'angiospermes les plus vénérées au Togo et au Bénin (Kokou et Sokpon, 2006) et des huit espèces ligneuses médicinales à propriétés hémostatiques (Klotoé et al., 2010). En Guinée Bissau, les poils des graines servent au rembourrage des oreillers (Abreu et al., 1999). En sculpture, le bois tendre et léger de *H. floribunda* est facile à travailler et sert à confectionner des objets sculptés (Arbonnier, 2000). *H. floribunda* est un bois d'œuvre intervenant dans la fabrication des caisses d'emballage et pour la construction d'habitations (Louppe et al., 2008). Elle est également utilisée comme bois de chauffe et charbon de bois (Pigeon et al., 2003) et est considéré comme le meilleur bois blanc pour ces usages (Arbonnier, 2000). *H. floribunda* est donc une espèce végétale importante pour les populations locales.

En dépit de ces nombreuses études, les informations relatives à *H. floribunda* au Bénin restent fragmentaires. Les connaissances sur les déterminants socioculturels, de même que le mode de gestion de l'espèce sont également lacunaires. Compte tenu de l'importance de l'espèce pour les communautés rurales et surtout dans un contexte d'érosion de connaissances endogènes, il importe d'élargir et d'approfondir les connaissances ethnobotaniques pour sa valorisation et sa gestion durable. Cette étude se propose donc de contribuer à l'utilisation et à la gestion durable de *H. floribunda* au Sud-Bénin. De façon spécifique, il s'est agi de recenser les utilisations de l'espèce, d'évaluer la variation des connaissances endogènes des usages de l'espèce en fonction des paramètres socio-démographiques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans les communes de Zangnanado et Zogbodomey au Sud-bénin (Figure 1). Du point de vue phytogéographique, les deux communes appartiennent au district du Plateau de la zone à affinité Guinéo-Congolaise. Elles sont soumises à un climat subéquatorial et comprennent une végétation composée d'une mosaïque de savanes, de champs, de jachères et des îlots de forêts semi-décidus et marécageuses (Adomou, 2005). La température moyenne annuelle est de 28°C et l'humidité de l'air varie entre 69 % et 97 % (Akoègninou, 2004). Les sols les plus dominants sont : les sols ferrallitiques sur sédiments argileux, les sols hydro-morphes dans les vallées, les bas-fonds et les plaines alluviales, les vertisols dans la dépression de la Lama et les sols bruns eutrophes tropicaux (Igué et al., 2013). La zone

*Auteur correspondant : hospice.dassou@fast.uac.bj,
Tel : +229 9520 2552, 01 BP 4521 Cotonou (Bénin)
Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

d'étude abrite la forêt intercommunautaire de Zouzoukan et la forêt classée de la Lama. La densité de la population est comprise entre 73 habitants / km² (Zangnanado) et 114 habitants / km² (Zogbodomey) (INSAE, 2013). Fon, Mahi et Holli sont les groupes socio-culturels les plus représentés dans le milieu d'étude.

L'agriculture est la première activité de la population et les activités secondaires sont l'élevage et le commerce. L'extension des terres agricoles, les coupes abusives de bois et les activités forestières sont les principales menaces sur la végétation.

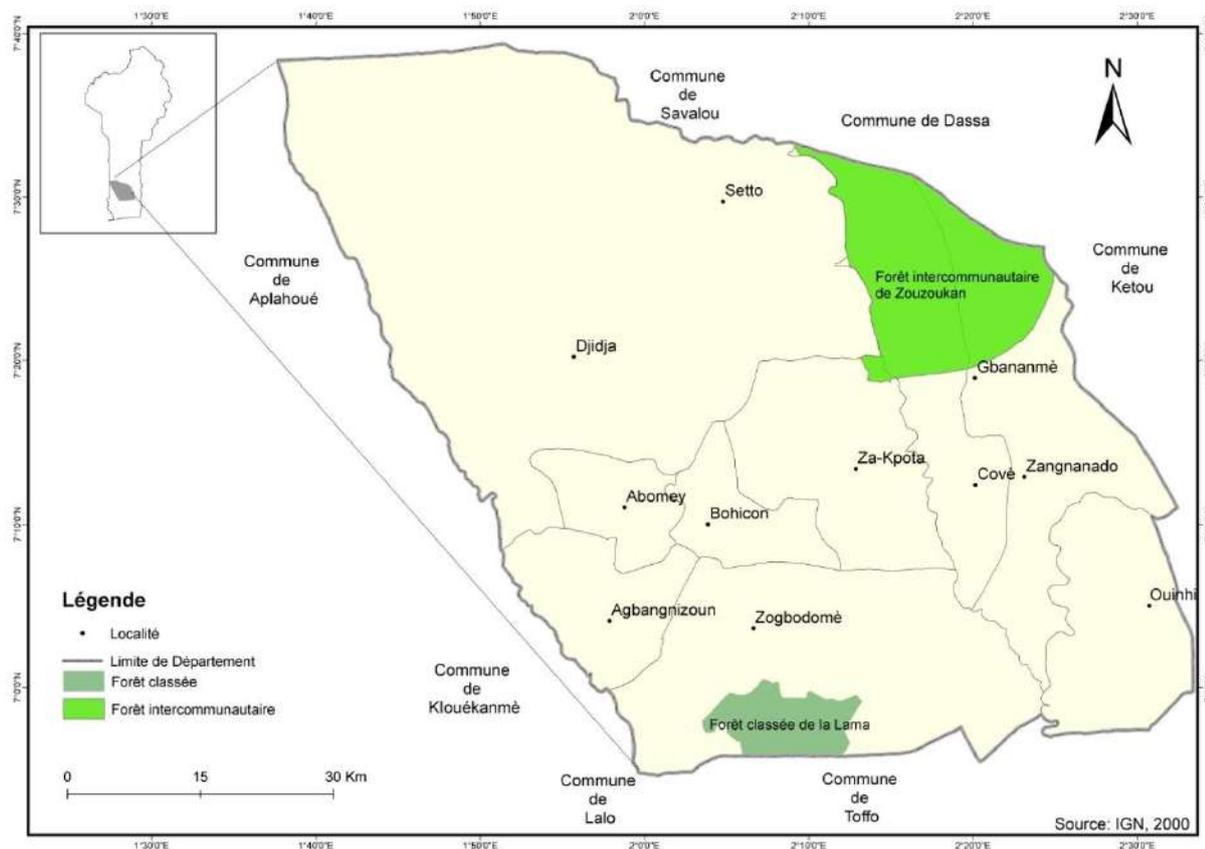


Figure 1. Localisation de la zone d'étude - Location of the study area.

2.2. Méthodes d'étude

Les communes de Zogbodomey et de Zangnanado sur lesquelles s'étendent les massifs forestiers (Lama et Zouzoukan) ont été considérées. Les données ont été collectées à travers des enquêtes ethnobotaniques semi-structurées par interviews individuelles et par focus group (groupe de deux ou plusieurs personnes) sur la base d'un échantillonnage stratifié (connaissance de *H. floribunda*, variabilité des groupes ethniques, l'exploitation de *H. floribunda* et les villages). Les différentes rubriques du questionnaire sont : le profil de l'enquêté (nom et prénom, âge, sexe, niveau d'instruction et profession), la connaissance de l'espèce (les noms locaux, son histoire, sa reconnaissance, ses organes) et les différentes catégories d'usages de cette dernière. Au total, 160 individus appartenant à 6 ethnies constitués de cultivateurs, d'agro-éleveurs, guérisseurs, menuisiers, sculpteurs et scieurs ont été choisis de façon aléatoire dans 10 villages avec l'aide des délégués. Les ethnies aux effectifs les plus élevés sont les Fon et les Holli avec un taux de 31,25 % chacune. La majorité des répondants sont de sexe masculin (67,5 %) et ont un âge moyen de 43 ans avec les adultes

(52,5 %) qui sont majoritaires. Les analphabètes représentent 71,88 % du total des enquêtés, tandis que les alphabètes ayant un niveau de scolarisation primaire et secondaire représentent respectivement 16,25 % et 11,88 % (Tableau 1).

2.3. Traitement des données

Le traitement des données a consisté en une analyse statistique descriptive et a permis d'évaluer la connaissance ethnobotanique liée à l'espèce. Des calculs de fréquences de réponses ont été effectués pour diverses variables (nom local, catégorie d'usages, organe utilisé, modes de préparation ou d'utilisation et voie d'administration). Pour connaître l'ampleur d'utilisation d'un nom local, le taux de couverture ethnique a été déterminé par l'équation (1).

$$Tce = (N * 100) / Nte \dots\dots\dots(1)$$

Où N est le nombre d'ethnies utilisant un nom donné pour désigner localement *Holarrhena floribunda* et Nte le nombre total d'ethnies enquêtées. Des tests d'indépendance de Chi² de Pearson ont été effectués pour vérifier si les catégories d'usages dépendent des facteurs socioculturels (ethnie, sexe, âge, profession et niveau d'instruction).

Tableau 1. Répartition des enquêtés suivant les groupes ethniques, l'âge, le sexe, la fonction et le niveau d'instruction - Repartition of respondents according to ethnic groups, age, sex, occupation and level of education

| Facteurs | Nombre des enquêtés | Proportion de l'échantillon (%) |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Ethnies | | |
| Adja | 7 | 4,38 |
| Aïzo | 17 | 10,63 |
| Fon | 50 | 31,25 |
| Holli | 50 | 31,25 |
| Mahi | 25 | 15,63 |
| Peulh | 11 | 6,88 |
| Classes d'âge | | |
| < 30 ans | 39 | 24,38 |
| [30 - 60 ans [| 84 | 52,5 |
| ≥ 60 ans | 37 | 23,12 |
| Sexe | | |
| Féminin | 52 | 32,5 |
| Masculin | 108 | 67,5 |
| Fonction | | |
| Agro-éleveur | 13 | 8,13 |
| Cultivateur | 100 | 62,5 |
| Guérisseur | 9 | 5,63 |
| Menuisier | 15 | 9,38 |
| Sculpteur | 11 | 6,88 |
| Scieur | 12 | 7,5 |
| Niveau de scolarisation | | |
| Non instruit | 115 | 71,88 |
| Primaire | 26 | 16,25 |
| Secondaire | 19 | 11,88 |



Figure 2: Photo montrant un jeune pied de *Holarrhena floribunda* - Photo showing a young individual of *Holarrhena floribunda*
Prise de vue : Bada Amouzoun, 2015

3. Résultats

3.1. Taxonomie locale de *H. floribunda*

Au total, 12 dénominations locales sont utilisées par la population pour désigner *Holarrhena floribunda*. Parmi elles, Kpakpatun est le nom le plus populaire avec un taux de couverture ethnique de 50 %. Il est suivi de Lètin, Kouèkpatin, Kpakpatin (33,33 % chacun), Egui-irè, Lètin wiwi, Lèngbagbe, Akoyixe, Gawunci, Sesewu, Nenbahin et Yinwahi (16,66 chacun). Le Fon constitue le groupe ethnique utilisant beaucoup plus de dénominations (7 appellations au total). Viennent ensuite, les Mahi (3 appellations), Adja et Peulh (2 appellations chacun) puis Holli et Aïzo (1 appellation chacune) (Tableau 2).

Tableau 2. Taxonomie locale de *H. floribunda* par les différentes ethnies - Taxonomy of *H. floribunda* by different ethnic groups

| N° d'ordre | Nom local | Ethnies | Taux de couverture ethnique (%) |
|------------|------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | Kpakpatun | Fon, Mahi, Aïzo | 50 |
| 2 | Lètin | Fon, Mahi | 33,33 |
| 3 | Kouèkpatin | Fon, Mahi | 33,33 |
| 4 | Kpakpatin | Fon, Mahi | 33,33 |
| 5 | Egui-irè | Holli | 16,66 |
| 6 | Lètin wiwi | Fon | 16,66 |
| 7 | Lèngbagbe | Fon | 16,66 |
| 8 | Akoyixe | Fon | 16,66 |
| 9 | Gawunci | Adja | 16,66 |
| 10 | Sesewu | Adja | 16,66 |
| 11 | Nenbahin | Peulh | 16,66 |
| 12 | Yinwahi | Peulh | 16,66 |

3.2. Connaissances endogènes sur *H. floribunda*

Toutes les personnes enquêtées connaissent *H. floribunda* (Figure 2) mais 93 % détiennent plusieurs connaissances sur ses utilisations. *H. floribunda* est une espèce à usages traditionnels multiples. Au total, 5 catégories d'usages ont été identifiées dont la plus fréquente est l'usage bois d'œuvre et de service (32,21 %) suivie de celle de bois énergie (28,87 %). L'espèce est très peu utilisée à des fins médicinales (20,97 %) et cultuelles (17,93 %). Globalement, 6 organes de la plante sont impliqués dans les différentes

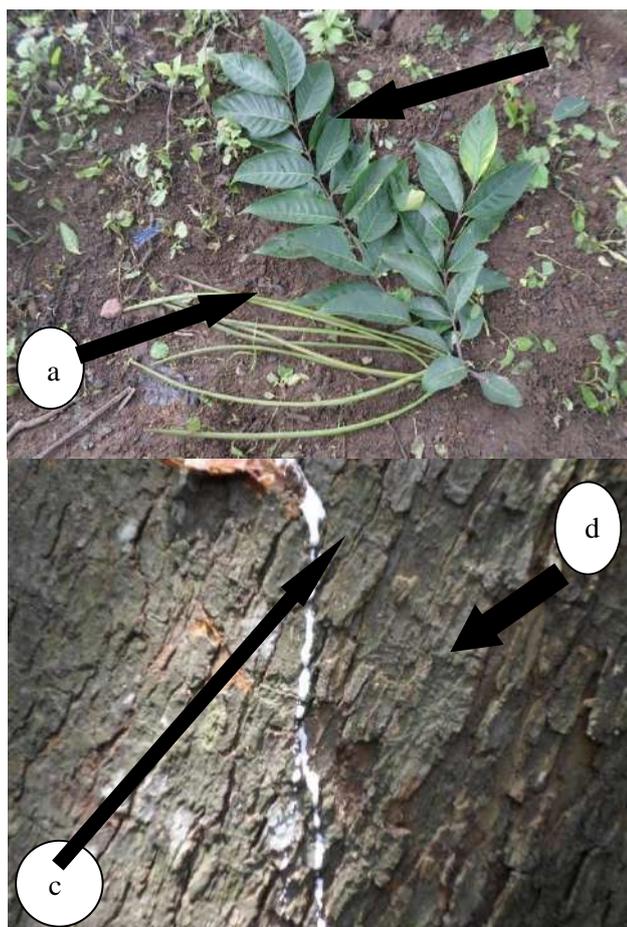


Figure 3 : Photos montrant les différents organes de *Holarrhena floribunda* ; a : Follicule, b : Feuille, c : latex, d : écorce- Photos showing the different organs of *Holarrhena floribunda*; a: Follicle, b: Leaf, c: latex, d: bark
Prise de vue : Bada Amouzoun, 2015

catégories d'usages. Le tronc constitue le plus utilisé avec un taux de citation de 31,88 %. Il est suivi des branches (28,65 %), de l'écorce (17,83 %), des feuilles (12,88), de la sève (6,43 %) et de la racine (2,33 %) (Figure 3). Toutefois, la plante entière est citée dans 25% des cas. La quasi-totalité des enquêtées (93%) reconnaissent l'utilité des organes troncs et branches pour lesquels les principales actions menées sont consignés dans le Tableau 3 et la figure 4.

Tableau 3. Types et modes d'utilisation des organes de *H. floribunda* - Types and modes of use of organs of *H. Floribunda*

| Organes | Catégories d'usages | Usages spécifiques / Actions menées |
|-----------|---------------------|--|
| | Bois de service | Constructions des paillotes, hangars et enclos |
| | Bâtiment | Charpentes de maison, planches |
| | Bois d'œuvre | Fabrication des chaises, tabourets, bancs Placard, étagères, tables, lits Fabrications des manches de houes, |
| | Tronc | Agriculture |
| Cultuelle | | Utilisation à des fins rituelles Fabrication des objets d'arts : |
| | Culturelle | statuettes, gravures, masques, flûtes, colliers, bagues, tabourets |
| Branches | Bois énergie | Bois de chauffe pour le chauffage et la préparation des aliments |



Figure 4 : Photos montrant les différents objets fabriqués de *Holarrhena floribunda* (e : Palette, f : Objets d'arts, g : Bancs, h : Caisse) - Photos showing the different artifacts made of *Holarrhena floribunda* (e: Palette, f: Art works, g: Benches, h: Box)

Les catégories d'usages ne dépendent pas de l'ethnie ($\chi^2 = 4,856$, ddl = 15, $p = 0,993$), ni de l'instruction scolaire ($\chi^2 = 2,575$, ddl = 6, $p = 0,860$), de la classe d'âges ($\chi^2 = 4,298$, ddl = 6, $p = 0,636$), du sexe ($\chi^2 = 1,875$, ddl = 3, $p = 0,599$) et de la profession ($\chi^2 = 3,322$, ddl = 15, $p = 0,999$). Dans le do-

maine de la pharmacopée traditionnelle, 25 maladies et signes cliniques ont été recensés. Les principales sont l'infection des pieds (25,35 %), les douleurs abdominales (18,25 %) et le paludisme (16,90 %) (Tableau 4).

La pharmacopée fait usage de plusieurs organes mais l'écorce (45,2 %) est le plus impliqué dans le traitement des maladies, suivi des feuilles (32,6 %). Ces organes sont utilisés seuls ou en association avec ceux d'autres plantes pour le traitement des maladies. Au nombre de ces plantes, on peut citer : *Piper guineensis*, *Elaeis guineensis*, *Myrianthus arboreus* etc. Au total, 8 modes ont été indiqués pour la préparation des médicaments. La décoction est la plus importante avec un taux de citation de 58,46 %. Viennent ensuite, la macération (33,02 %), l'infusion (12,15 %), la scarification (10,25 %), la trituration (7,69 %), la poudre (5,12 %) puis le savon et l'instillation (2,56 % chacun). Les préparations pharmaceutiques sont administrées par voie orale (47,05 %), cutanée (32,35 %), bain (8,82 %), lotion (8,82 %) et oculaire (2,94 %).

4. Discussion

La présente étude menée sur *H. floribunda* montre que les populations lui affectent plusieurs dénominations dans les aires ethniques prospectées au Sud-Bénin. Ceci constitue une contribution importante à la documentation des différentes appellations de l'espèce. Cette diversité de noms témoigne de sa parfaite intégration au système culturel de ces groupes ethniques et par ricochet explique les potentielles et diverses formes d'utilisations faites de l'espèce au sein des populations rurales. Des observations similaires ont été faites par plusieurs auteurs (Arbonnier (2000) ; Akoègninou et al., (2006) ; Yémoa et al., (2008)) qui signalent une variation de nom de l'espèce.

A l'échelle mondiale, la connaissance ethnobotanique est globalement influencée par plusieurs facteurs dont l'ethnie, l'âge, le sexe, la religion, le niveau d'étude, la position géographique, la profession (Byg et Balslev, 2004 ; Brandt et al., 2013). Ceci n'a pas été le cas pour la présente étude. Les résultats ont montré que les connaissances locales sur *H. floribunda* sont globalement bien distribuées entre les populations de la zone d'étude. Il n'existe pas de différence significative sur le niveau de connaissance des usages que ce soit en termes de genre, de profession, de niveau d'instruction, de l'âge que de groupes socioculturels. L'absence de lien qu'a montré cette étude peut être liée à l'âge moyen de la population qui est relativement jeune. Ceci pourrait traduire une transmission des connaissances au fil des générations de façon à assurer une homogénéité des connaissances dans la zone. Cette homogénéité peut également s'expliquer par le fait que ces groupes socioculturels ont établi un lien socio-historique par contact permanent dans la même aire géographique. Il s'agit là d'un véritable brassage culturel. D'où les mesures de conservation de l'espèce s'avèrent indispensables afin d'éviter ou de limiter son érosion liée à la pression anthropique exercée sur elle. L'usage des différents organes de *H. floribunda* à diverses

fins par les populations locales traduit son caractère d'espèce à but multiple. Le nombre et la diversité des utilisations indiquent le rôle de cette espèce dans la vie des populations enquêtés. *H. floribunda* est plus utilisée dans le domaine de bois d'œuvre et de service. Ce qui est confirmé par les travaux de Akpalu (1998) et Arbonnier (2000), qui ont montré que l'arbre est considéré comme le meilleur bois blanc pour ses usages et facile à travailler. En pharmacopée, l'utilisation des différents organes de l'espèce contribue au mieux-être des communautés rurales. Les écorces sont par exemple utilisées pour traiter la diarrhée, les douleurs abdominales, la stérilité et les démangeaisons. La décoction est le mode de préparation la plus fréquente. Cela s'explique par le fait que la décoction permet de recueillir le plus de principes actifs et atténue ou annule l'effet toxique de certaines recettes (Salhi et al., 2010). Les substances actives contenues dans les organes sont consommées.

La question est de savoir s'il existe des éléments toxiques dans ces organes et à quelle dose il serait dangereux de les consommer. Dans un processus de valorisation de la plante, les études toxicologiques, phytochimiques, pharmacologiques et cliniques sont recommandées afin de rechercher l'efficacité de la plante dans le traitement des maladies et symptômes recensés. En dehors des utilisations citées dans cette étude, d'autres utilisations de l'espèce ont été mentionnées en Afrique (Abreu et al., 1999 ; Balé Bayala, 2005 ; Batawila et al., 2005 ; Louppe et al., 2008 ; Ngwamashi, 2009 ; Avakiantz, 2012). Cette variation dans les utilisations peut s'expliquer par les différences culturelles, le niveau de connaissance sur l'espèce et les besoins des populations locales.

Tableau 4 : Vertus et recettes relatives à l'utilisation de *Holarrhena floribunda* - Property and recipes for the use of *Holarrhena floribunda*

| Maladie et signes cliniques | Organes de <i>Holarrhena floribunda</i> utilisés | Association | Mode de préparation | Voie d'administration |
|-----------------------------|--|---|-------------------------------------|-----------------------|
| Infertilité | | eau | Décoction/Macération | Orale |
| Fausse couche | | eau | Décoction/Macération | Orale/Cutanée/Bain |
| | | eau + fruits de <i>Capsicum frutescens</i> + purée de feuille de <i>Myrianthus arboreus</i> | Décoction/Macération | Orale/Cutanée/Bain |
| Douleurs de reins | Racine | | | |
| Sorcellerie | | eau | Décoction/Macération/Trituration | Orale/Cutanée |
| Envoûtement | | fruits de <i>Piper guineensis</i> + savon noir | Savon | Bain |
| Parasitoses intestinales | | épices | Infusion | Orale |
| Vision | | eau | Décoction/Trituration/ Instillation | Orale/Oculaire |
| Paludisme | | eau | Décoction | Orale |
| Cancer d'estomac | | lait pique | Décoction | Orale |
| Avortement | | eau | Décoction | Orale |
| Hémorroïde | | eau | Décoction | Orale |
| Dysenterie | | eau + vin de palme | Décoction/Macération | Orale |
| Vomissement | Feuille | | | |
| Brûlure | | eau | Décoction/Macération | Orale |
| | | eau + épices + spathe d' <i>Elaeis guineensis</i> | Trituration | Cutanée |
| Infection des pieds | | | Infusion | Cutanée |
| Gonflement des pieds | | eau | Infusion | Cutanée |
| Envenimation | | | Scarification | Lotion / Cutanée |
| Panaris | Sève | | Scarification | Lotion / Cutanée |
| Acné | | | Scarification | Lotion / Cutanée |
| Constipation | | Eau | Décoction | Orale |
| Douleurs abdominales | | Eau | Décoction/Macération | Orale |
| Démangeaison | Ecorce | | | |
| Stérilité | | Eau | Poudre | Cutanée |
| Bouille-bouille | | Eau | Décoction/Macération | Orale |
| Diarrhée | | Eau | Poudre | Cutanée |
| | | Eau | Décoction/Macération | Orale |

5. Conclusion

En somme, il ressort de la présente étude que *H. floribunda* est une espèce à usage traditionnel multiple. De la feuille à la racine en passant par le tronc, l'écorce et la sève, tous les organes de l'espèce sont utiles. Au total, 5 catégories d'usages ont été enregistrées. Le nombre et la diversité des utilisations indiquent le rôle de cette espèce dans la vie des différents groupes socioculturels enquêtés. Mais, les besoins socioculturels liés à ces usages n'ont pas eu la même intensité au sein de l'ensemble des groupes socioculturels. L'utilisation des différents organes de l'espèce dans la pharmacopée contribue au mieux-être des communautés rurales. L'espèce est utilisée dans le traitement de vingt-cinq pathologies. Ces résultats constituent une base de données pour les études ultérieures visant à évaluer expérimentalement les potentialités biologiques, pharmacologiques, toxicologiques et phytochimiques de l'espèce et à une sauvegarde du savoir médical traditionnel. Ces données serviront pour la valorisation de l'espèce dans la perspective de découvrir de nouveaux principes actifs utilisables en thérapeutique. De ce fait, promouvoir la conservation de l'espèce par l'utilisation rationnelle de ses différents organes devient une action prioritaire dans la stratégie globale de la conservation des ressources phytogénétiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient particulièrement les populations locales qui ont volontiers accepté de partager leurs connaissances, ainsi que les guides et assistants de terrain pour tout le temps consacré.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Abreu P. M., Martins E. S., Kayser O., Bindseil K. U., Siems K., Seemann A. et al. 1999. Antimicrobien, anti-tumorale et antileishmania dépistage des plantes médicinales de la Guinée-Bissau. *Phytothérapie* 6 (3) : 187-195.
- Adjanohoun E. 2000. La biodiversité face au développement des industries pharmaceutiques africaines. In : Réseau des « espèces ligneuses médicinales », EyogMatig O, Adjanohoun E, de Souza S et Sinsin B (eds). Compte rendu de la première réunion du réseau tenue 15-17 décembre 1999 à la station IITA Cotonou, Bénin, 88- 103.
- Adomou C. A. 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin: implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Wageningen University, Netherlands, 133 p.
- Akoègninou A. 2004. Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin. Thèse d'Etat. Université de Coudy-Abidjan (Côte d'Ivoire). 326 p.
- Akoègninou A., Van der Burg W. J. et Van der Maesen L. J. G. 2006. Flore analytique du Bénin. Brackhuys Publishers : Wageningen, 1034 p.
- Akpalu D. 1998. Un inventaire des plantes utilisées dans des sculptures en bois et d'autres articles connexes dans le sud du Ghana. B. Sc. Thèse de maîtrise en biologie, Département de botanique, Faculté des Sciences, Université de Cape Coast, au Ghana. 31 p.
- Alloun K. M. 2013. Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethum graveolens* L.), de la sauge (*Salvia officinalis* L.) et de la rue des montagnes (*Ruta montana* L.). Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach-Alger. 119 p.
- Arbonnier M. 2000. Arbres, Arbustes et Lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN, UICN. 2ème édition, Artecorm (89, Pont – sur- moyenne), France, 573 p.
- Avakiantz L. 2012. Etudes des planches iconographiques de la chaire de Pharmacognosie de la Faculté de Pharmacie de Paris Descartes. Thèse de doctorat. Université Paris Descartes. 259 p.
- Balé Bayala. 2005. Activité progestative et activité oestrogénique de "holarrhena floribunda" (G. Don) Durand et Schinz (Apocynaceae), une plante de la pharmacopée traditionnelle du Burkina Faso. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques Appliquées, option : Physiologie de la Reproduction, Université de Ouagadougou 150 p.
- Batawila K., Akpavi S., Wala K., Kanda M., Vodouhe R. et Akpagana K. 2005. Diversité et gestion des légumes de cueillette au Togo. Diversity and management of gathered vegetables in Togo. *African journal of food agriculture nutrition and development*. ISSN 1684-5374.
- Brandt R., Mathez-Stiefel S. L., Lachmuth S., Hensen I., Rist S. 2013. Knowledge and valuation of Andean agroforestry species: the role of sex, age, and migration among members of a rural community in Bolivia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 83 (9): 14p.
- Byg A. et Balslev H. 2004. Factors affecting local knowledge of palms in Nangaritza Valley, Southeastern Ecuador. *Journal of Ethn*, 24 (2): 255-278.
- Devendrakumar D et Anbazhagan M. 2012. Ethnoveterinary medicinal plants used in Perambular District, Tamil Nadu. *Research in Plant Biology*, 2 (3): 24-30.
- Dike I. P., Obembe O. O., Adebisi F. E. 2012. Ethnobotanical survey of potential anti-malarial plants in south-western Nigeria. *Journal of ethnopharmacology*, 144: 618-626.
- Din N., MpondoMpondo E, Dibong SD, Kwin NF, Ngoye A. 2011. Inventory and Identification of plants used in the treatment of diabetes in Douala town (Cameroon). *European Journal of Medicinal Plants*, 1: 60-73.
- Doungnon T.V., Attakpa E., Bankolé H., Hounmanou Y.M.G., Dèhou R., Agbankpè J., de Souza M., Fabiyi K., Gbaguidi F., Baba-Moussa L. 2016. Etude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées contre une maladie cutanée contagieuse : La gale humaine au Sud-Bénin. *Revue CAMES – Série Pharm. Méd. Trad. Afr.*, 2016. 18(1) : 16-22.
- Gaoué O.G. et Ticktin T. 2010. Effects of harvest of non-timber forest products and ecological differences between sites on

the demography of African mahogany. *Conservation Biology*, 24 (2): 605-614.

- Igué A. M., Saidou A., Adjanohoun A., Ezui G., Attiogbe P., Kpagbin G., Gotoechan-Hodonou H., Youl S., Pare T., Balogoun I., Ouedraogo J., Dossa E., Mando A. et Sogbedji J. M. 2013. Evaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, 1840-7099.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse économique). 2013. Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Résultats Provisoires du RGPH4, MDAEP. INSAE : Cotonou, Bénin, 8 p.
- Klotoé J. R., Dougnon T.V., Koudouvo K., Atègbo J-M., Agbonon A., Loko F., Aklikokou K., Akoègninou A., Dramane K. et Gbéassor M. 2010. Etude ethnobotanique sur les plantes médicinales à propriétés hémostatiques du Sud-Bénin. *European Journal of Medicinal Plants* 3(1): 40-51 (Revue indexée, www.sciencedomain.org).
- Kokou K. et Sokpon N. 2006. Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et Forêt des Tropiques*, 2006, N° 288 (2).
- Loupe D., Oteng-Amoako A. A. et Brink M. 2008. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7 (1). Bois d'œuvre, 1785 p.
- Macfoy C. 2004. Ethnobotany and sustainable utilization of natural dye plants in Sierra Leone. *Economic Botany*, 58: 66 - 76.
- Neuwinger H. D. 2000. African traditional medicine. A dictionary of plant use and applications. Medpharm Scientific Publ. Germany. 589 pp., + 46 pp. supplement, hardcover. ISBN 3-88763-086-6. Price DM/sFr 198.
- Ngwamashi E. T. 2009. Inventaire des espèces ligneuses locales pour le reboisement à des fins énergétiques. Graduat en Géographie - Université de Kinshasa.
- Pigeon J. L., Megnikpa S., Tchabi A., Yedomonhan P., Koffi S., Kokou K., et al. 2003. L'étude d'impact sur l'environnement et du plan de réinstallation des populations, Public Disclosure Authorized, E868. Volume 2.
- 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.
- Upadhyay B., Singh K. P., Kumar A. 2011. Ethno-veterinary uses and informants consensus factor of medicinal plants of Sariska region, Rajasthan, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 133 : 14-25.
- Uwamariya A. (2007) : Projet (101517-002) "Savoirs Locaux et Gestion de la Biodiversité : Habitudes alimentaires et utilisation des plantes alimentaires mineures ou menacées de disparition au Togo" Rapport de Mission de Suivi et Evaluation Scientifique, 37 p.
- Yemoa A.L., Gbenou J.D., Johnson R.C., Djego J.G., Zinsou C., Moudachirou M. et al. (2008): Beninese medicinal plants as a source of antimycobacterial agents: bioguided fractionation and in vitro activity of alkaloids isolated from *Holarrhena floribunda* used in traditional treatment of buruli ulcer. *Ethnopharmacologia*, n° 42, December 2008, 48 - 55 pp.



Connaissances endogènes associées à la moustache de chat (*Cleome gynandra* L., *Capparaceae*) et leur variabilité au Bénin

Lopez J. I. ESSOU, Aristide Cossi ADOMOU, Gbèwonmèdéa Hospice DASSOU*, Gnimansou Abraham FAVI, Séraphin ZANKLAN

Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Reçu le 01 Octobre 2016 - Accepté le 12 Décembre 2016

Endogenous knowledge about *Cleome gynandra* L. (Capparaceae) and their variability in Benin

Abstract: *Cleome gynandra* L. (Capparaceae) is a indigenous plant with multiple uses in Benin. But despite its importance, this resource has been neglected following the introduction of exotic vegetables. Surveys carried out in 42 villages, chosen on the basis of the strong presence of the species and across 16 major ethnic groups, made it possible to document the endogenous knowledge associated with *Cleome gynandra* and study their variability according to the users. The results obtained revealed that 7 local denominations are used to designate *Cleome gynandra* in Benin with Akaya as the most popular name. The species is used as a food, fodder and ornamental plant but also for its medicinal and cultural virtues by all ethnicities surveyed. Following our study, the Adja, Fon, Mahi and Idaasha are the ethnic groups that use the species much more. The use of the species within populations has been dependent on socio-economic factors such as ethnicity, gender, age class, educational level and phytogeographic membership. Phytochemical and pharmacological work must be conducted to explore and enhance the potential of the plant.

Key words: *Cleome gynandra* ; uses ; use mods ; Benin.

Résumé : *Cleome gynandra* L. (Capparaceae) est une plante indigène à usages multiples au Bénin. Mais malgré son importance, cette ressource a été négligée suite à l'introduction des légumes exotiques. Des enquêtes réalisées dans 42 villages, choisis sur la base de la forte présence de l'espèce et à travers 16 ethnies majoritaires ont permis de documenter les connaissances endogènes associées à *Cleome gynandra* et étudier leur variabilité selon les utilisateurs. Les résultats obtenus ont révélé que 7 dénominations locales sont utilisées pour désigner *Cleome gynandra* au Bénin avec Akaya comme le nom le plus populaire. L'espèce est utilisée aussi bien comme plante alimentaire, fourragère et ornementale mais aussi pour ses vertus médicinales et culturelles par toutes les ethnies enquêtées. Suite à notre étude, les Adja, Fon, Mahi et Idaasha sont les ethnies qui utilisent beaucoup plus l'espèce. L'utilisation de l'espèce au sein des populations a montré une dépendance aux facteurs socioéconomiques tels que l'ethnie, le genre, la classe d'âge, le niveau d'instruction et l'appartenance phytogéographique. Les travaux phytochimique et pharmacologique doivent être menés afin d'explorer et mettre en valeur le potentiel de la plante.

Mots clés : *Cleome gynandra* ; usages ; modes d'usages ; Bénin.

1. Introduction

Les ressources végétales représentent pour les populations du monde et surtout d’Afrique, d’importantes sources de soins médicaux et d’aliments (Djègo et al., 2006). Elles détiennent une forte valeur nutritionnelle et des vertus médicinales avérées grâce notamment aux différents principes actifs (Beloud 1998 ; Fouché et al. 2000 ; Akroum 2010). C’est le cas de *Cleome gynandra*, une plante herbacée à usages multiples (Grubben, 2004). Originnaire d’Asie du Sud ou d’Afrique, elle constitue une source riche en vitamines A et C, en minéraux (calcium et fer) et les protéines (Ekpong, 2009). De même, elle est utilisée à l’échelle mondiale pour ces propriétés anticarcérogènes, antioxydantes (Li et al., 2003; Gülçin, 2006; Meda, 2010; Bangou et al., 2012) et stimulantes de l’immunité humorale et anti-inflammatoire (Muchouweti et al., 2007; Narendhirakannan et al., 2007; Bala et al., 2010; Kumar et al. , 2012). Les graines sont réputées pour avoir des propriétés antihelminthiques, et leur huile est utilisée comme poison de pêche (Walker et Sillans 1953; Akhtar 1990; Malonza et al. 1992; Pipithsangchan 1993 ; Chweya et Mnzava 1997 ; Rastogi et al. 2009). *C. gynandra* constitue donc un véritable alicament qui doit être promu et valorisé. Mais malgré son importance, elle est une plante négligée et sous-utilisée en Afrique de l’Ouest (Dansi et al. 2012). Comme d’autres légumes, *Cleome gynandra* a été plus négligée en Afrique suite à l’introduction des légumes exotiques (Abukutsa-Onyango, 2002). Malheureusement, cette ressource génétique, tout comme toute la phytodiversité au Bénin, est menacée du fait des effets du changement climatique et de la forte emprise humaine due la croissance démographique et l’urbanisation (Yessoufou, 2005). Le nombre croissant de marchés de vente de plantes thérapeutiques observés (Djègo et al., 2006), les pratiques culturelles, l’élevage, la surexploitation des Produits Forestiers Non Ligneux (Sokpon et Agbo, 2001), sont autant de menaces relevées. Ceci entraîne une déforestation poussée et une forte érosion génétique qui affectent la biodiversité et son habitat. Il est impérieux alors qu’une attention particulière soit accordée à la conservation et la gestion durable des ressources végétales et au maintien de leur habitat. La présente étude a pour objectif de documenter les connaissances endogènes qui garantissent la conservation pour une utilisation durable de *Cleome gynandra* L.. Spécifiquement, il était question de décrire les connaissances endogènes liées à *Cleome gynandra* L. et leur variabilité et caractériser ses utilisations au Bénin.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation du milieu d’étude

Les études ont été conduites au Bénin d’une superficie de

114763 km². Il est localisé entre la latitude 6°15’N et 12° 25’N et la longitude 0°40’E et 3°45’E. Le climat est de type subéquatorial au Sud, tropical humide de transition au centre et tropical sec au Nord du pays. On reconnaît trois régions climatiques : la zone guinéo-congolaise, la zone de transition guinéo-soudanienne et la zone soudanienne (Akoègninou 2004, Akoègninou et al. 2006, MEPN 2008). Les forêts semi-décidues et marécageuses, savanes, fourrés, prairies, jachères, champs caractérisent la végétation de la zone guinéo-congolaise. La zone de transition correspond à une mosaïque de forêts et savanes avec des ceintures de forêts galeries alors que la zone soudanienne est composée de formations végétales plus ouvertes avec un tapis graminéen (forêts claires et savanes) et de forêts galeries. *Cleome gynandra* a été recensé dans toutes les zones phytogéographiques parcourues et les points de collectes ont été géo-référencés et projetés sur une carte (Figure 1). La population est estimée à 9983884 d’habitants (INSAE, 2013). Neuf groupes sociolinguistiques sont distingués : Fon et apparentés (39,2%), Adja et apparentés (15,2%), Yoruba et apparentés (14,5%), Bariba et apparentés (09,2%), Peulh et apparentés (07,3%), Ottamari et apparentés (06,4%), Yoa-Lokpa et apparentés (04,3%), Dendi et apparentés (02,5%), autres (01,6%), constitués de Zerma, Haoussa, Cotimba (INSAE 2013). L’agriculture est la première activité exercée avec comme principales cultures le maïs, le sorgho et le coton (FAOSTAT 2010). Ce secteur est particulièrement important en termes d’emplois (48% de la population du pays) et de contribution au produit intérieur brut (45%).

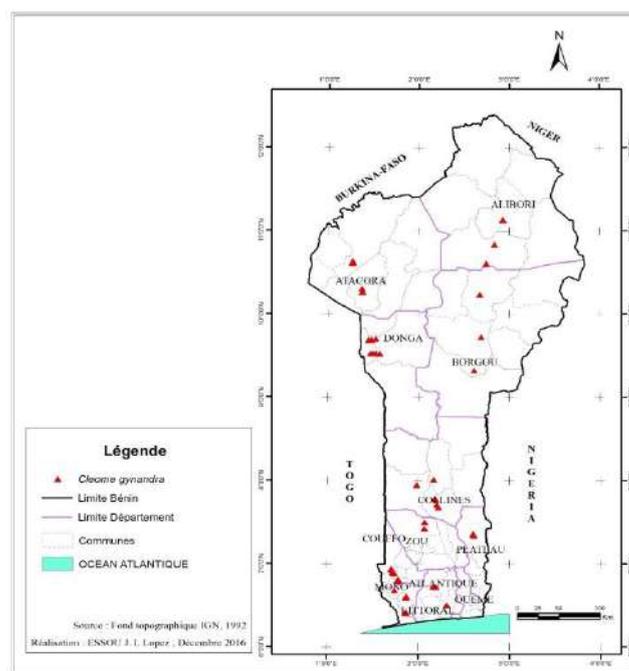


Figure 1. Distribution géographique des sites de collecte de données sur *Cleome gynandra* au Bénin

*Auteur correspondant : daspice2@gmail.com, Tel : +229 9520 2552
01 BP 4521 Cotonou, Bénin

2.2. Méthodologie

2.2.1. Enquêtes ethnobotaniques

Les observations du terrain et la phase exploratoire ont permis d'enregistrer la présence ou non de *Cleome gynandra* dans les localités du Bénin. Le choix des villages a été fait de manière à couvrir tous les principaux groupes ethniques. Les critères selon Veerle van den al. (1993) ont été aussi utilisés pour la présence étude : il s'agit de la présence de l'espèce, sa connaissance et son utilisation dans le village. Les entretiens semi-structurés ont été effectués individuellement sur 614 enquêtés choisis au hasard par le biais de questionnaire. Ainsi, 42 villages ont été prospectés dans 23 communes à travers le Bénin. Les informations collectées sont relatives au nom local de l'espèce, les différents usages, les méthodes de prélèvements et les modes de préparation. Le profil de chaque enquêté (âge, sexe, niveau d'instruction, tailles du ménage) a également été aussi noté. Le questionnaire a été administré en langues locales des enquêtés en présence d'un traducteur pris sur place.

2.2.3. Traitement des données

Les données ethnobotaniques collectées ont été analysées par la statistique descriptive (moyenne, pourcentage, écart-type, variance etc.) et les résultats sont présentés sous forme de tableaux et de figures. Une Analyse Factorielle des Correspondantes (AFC) réalisée entre les personnes enquêtées et les utilisations de la plante grâce au Logiciel XLSTAT 2008 version 1.0.1. a permis de caractériser les utilisateurs de l'espèce. De plus, le test d'indépendance a été effectué afin d'établir les liens entre les ethnies et les usages.

Le logiciel SPSS Statistics Viewer (2016) a été utilisé pour estimer le nombre d'usages par groupe socioprofessionnel, par niveau d'instruction et par zone climatique.

3. Résultats

3.1. Typologie des utilisateurs de *C. gynandra* L.

En tenant compte des ethnies prospectées, les Adja et Fon étaient majoritaires avec des taux respectifs de 28,7 et 20%. Ils sont suivis de Mahi et Idaasha (15% chacun), Peulh et apparentés (8%), Wama et Dendi (5% chacun) et Kabyè (3,12%). S'agissant du genre, les femmes étaient plus représentées avec un taux de 56% de l'échantillon. La majorité des utilisateurs (72,01%) avaient entre 40 et 69 ans (Figure 2). Les individus non instruits étaient les plus nombreux (46%) si l'on considère. Ils étaient suivis dans l'ordre décroissant des individus ayant le niveau primaire (26%), le niveau secondaire (15%) et le niveau universitaire (12%). Au regard de leur appartenance aux zones phytogéographiques, la plupart des enquêtés (64%) viennent de la zone guinéenne. Viennent ensuite ceux des zones soudano-guinéenne (23%) et soudanienne (13%).

Les catégories d'usages dépendaient très significativement de l'ethnie ($\chi^2 = 191.87$, $df = 24$, p -value $< 2.2e-16$), du sexe ($\chi^2 = 140.82$, $ddl = 4$, $p = 0,12$), de la classe d'âges ($\chi^2 = 78.389$, $df = 24$, p -value = $1.637e-09$), du niveau d'instruction ($\chi^2 = 174.21$, $df = 12$, p -value $< 2.2e-16$), et de

la zone phytogéographique ($\chi^2 = 159.82$, $df = 8$, p -value $< 2.2e-16$).

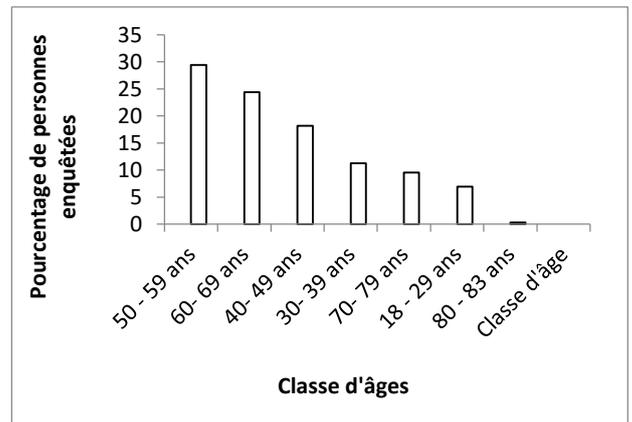


Figure 2 : Pourcentage des classes d'âge des enquêtés

3.2. Dénominations locales et connaissances endogènes associées à *C. gynandra*

Au total, 7 dénominations locales étaient utilisées par la population pour désigner *Cleome gynandra*. Parmi elles, Akaya était le nom le plus populaire avec une fréquence de citation de 80%. Il était suivi de Sabo (28,7%), Souwaka (11,5%), Teon (10,5%), Efoè (10%), Foubéyi (5%) et As-sagoniè (2,9%). Parmi les groupes ethniques, seuls les Adja désignent la plante par deux appellations. Les noms attribués à l'espèce dépendaient significativement de l'ethnie ($\chi^2 = 2254$, $dl = 105$, p -value $< 0,05$).

La classification des usages a permis de distinguer 5 catégories d'usages. La catégorie alimentaire est la plus importante en termes de citation avec un taux de 42,29%. Viennent ensuite les catégories médicinale (36,36%), fourragère (19,53%), ornementale (1,14%) et culturelle (0,67%).

Un total de 18 usages ont été recensés (Figure 3). L'utilisation alimentaire de *C. gynandra* (légume-feuille) était celle ayant obtenu la forte fréquence de citation (48,69%). Vient ensuite l'utilisation médicinale avec l'ictère, l'anémie et le rhume comme étant les affections les plus couramment traitées (Figure 3). Signalons que *C. gynandra* étaient aussi utilisée dans l'art divinatoire et comme plante ornementale (Figure 3).

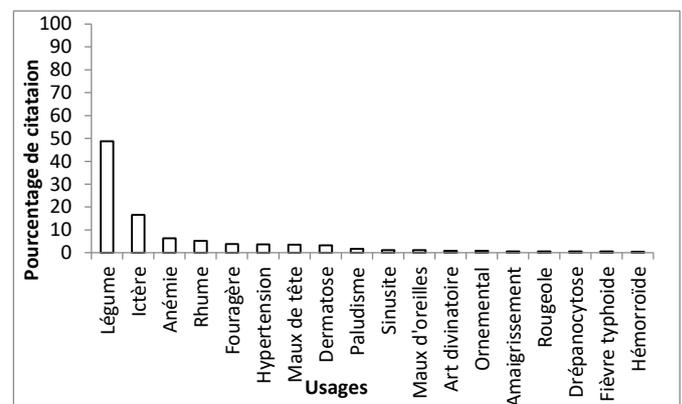


Figure 3. Fréquence de citation des usages de *C. gynandra* par les enquêtés

Les affections les moins citées étaient : l'amaigrissement et la rougeole (0,66% chacun), la drépanocytose et la fièvre typhoïde (0,56% chacun) et l'hémorroïde (0,47%). Les parties de la plante les plus sollicitées étaient (Tableau 1) : la feuille (69%), la tige feuillée (12%), la racine (7%), la fleur (5%) et la graine (7%).

Au total, 4 modes de préparation ont été recensés ; la décoction (60%) étant celui ayant recueilli la plus fréquente de citation. Elle était suivie, dans l'ordre décroissant, de la trituration (23%), du pilage (8%) et du fourrage (9%).

Tableau 1. Utilisations médicinales de *Cleome gynandra* au Bénin

| Partie utilisée | Mode de préparation et voie d'administration | Affections traitées ou vertus |
|-------------------------|--|---|
| Feuilles, tige feuillée | Trituration ou pilage, per os | Anémie, ictère, paludisme, hypertension artérielle, maux de tête, fièvre typhoïde, asthénie, hémorroïde |
| | Trituration, instillation nasale | sinusite, |
| Fleurs | Manger cru | Longévit |
| Graines | Pilage ou décoction, per os | Œdème, rhumatisme, vers intestinaux |
| Racines | Décoction, per os | Avitaminose et asthénie |

3.3. Variabilité des connaissances liées à *C. gynandra*

Les valeurs d'utilisation de l'espèce par chaque ethnie ont été soumises à une Analyse Factorielle des Correspondantes (AFC) qui ont indiqué que 56,22 % des informations ethnobotaniques sont expliquées par les deux premiers axes (Figure 4). Ce qui est suffisant pour garantir une précision d'interprétation des résultats. Ces deux axes sont retenus donc pour décrire les caractéristiques considérées.

La projection des ethnies et des utilisations dans le système d'axes révèle que les Mahi, Dendi, Idaasha, Pédah, Kabyè utilisent la plante pour traiter l'anémie, la drépanocytose, l'hypertension, les maux d'oreilles, l'ictère. Ces ethnies utilisent aussi *C. gynandra* comme plante fourragère et ornementale (Figure 4).

Les autres ethnies font de la plante des usages spécifiques. C'est le cas de Kotokoli et Peulh qui l'utilisent respectivement pour traiter la sinusite et la rougeole. Il ressort de l'analyse de la figure 4 que la connaissance relative aux usages de la plante diffère suivant les groupes socioculturels. Toutefois, la plante est utilisée comme légume-feuille par toutes les ethnies, mais on note une variation dans la technique de cuisson. Ainsi, pour la préparation de la sauce-légume chez les Idaatcha, il faut nécessairement accompagner la plante par une plante aromatique comme *Ocimum* spp. pour changer le goût et l'arôme. Au contraire, les Adja l'utilisent uniquement sans modifier son goût originel.

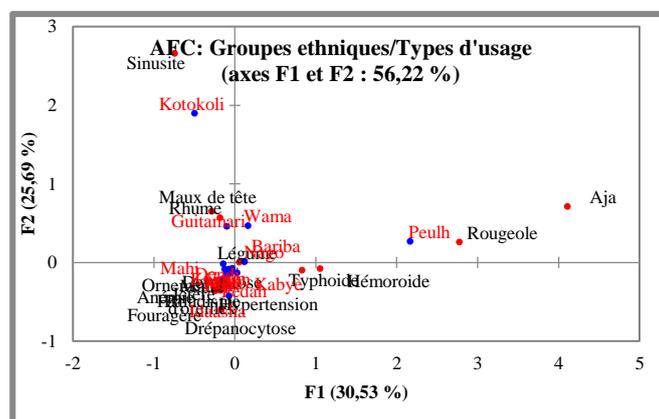


Figure 4: Projection des ethnies et les usages dans le plan 1/2 de l'AFC.

4. Discussion

L'utilisation de *Cleome gynandra* est principalement à des fins alimentaires mais les connaissances relatives à la préparation de ce légume-feuille varient en fonction des groupes socioculturels. Cette variation de connaissance peut s'expliquer par la diversité culturelle au sein du pays et confirme toute l'importance de la valorisation de l'espèce (Chweya et Mnzava 1997 ; Chweya et Eyzaguirre 1999 ; Adjatin, 2006). Il est également utilisé dans l'alimentation fourragère chez plusieurs animaux (Chweya et Mnzava 1997). La forte utilisation alimentaire de l'espèce peut s'expliquer par son important apport nutritionnel (Van Wyk, 2000 ; Lyimo, 2003). Ce constat n'est pas seulement le fait de *C. gynandra*, car les légumes-feuilles africains sont généralement consommés principalement parce qu'ils sont une source gratuite d'aliments nutritifs facilement accessibles et régulièrement récoltés pendant la saison de croissance (Faber et al., 2010). Dans ce contexte, *C. gynandra* est d'un grand apport nutritionnel comme au Sud du Mali (Diarra et al., 2016) et pourrait remplacer plusieurs légumes-feuilles traditionnels consommés en Afrique surtout pendant les périodes de famine, d'inondations et de sécheresse (Sène, 2000 ; Millogo-Rasolodimby, 2001 ; Kiebre et al., 2015).

Sur le plan médical, *C. gynandra* est utilisé dans le traitement de diverses pathologies, notamment : la toux, le rhume, les maux de tête et d'oreilles, la sinusite, l'anémie, l'hypertension, l'ictère, la dermatose, la drépanocytose, la fièvre typhoïde, le paludisme et la rougeole. La plupart de ces pathologies ont été rapportées dans divers travaux comme ceux de Burkill (1985), Chweya et Mnzava (1997), Ajaiyeoba et al. (2000), Mule et al. (2008) et Bala et al. (2010). Selon Corjon (2015), la diversité de métabolites secondaires présents dans une plante pourrait justifier les usages médicaux rapportés par les populations.

Considérant sa valeur culturelle, *C. gynandra* intervient dans l'art divinatoire pour les communautés Sahoué (au Sud-Ouest du Bénin) chez qui il est interdit de consommation. La forme et la couleur de ses pétales offre à l'espèce un caractère ornemental chez les communautés enquêtées. Tout ceci révèle l'utilisation de *C. gynandra* à des fins diversifiées

au Bénin comme les travaux de Meda *et al.*, 2013 l'ont rapporté au Burkina-Faso et corrobore les résultats de Maroyi (2013) qui présente l'espèce comme l'une des cinq espèces à forte valeur d'usages multiples dans le district de Zvishavane au Zimbabwe. La présente étude a révélé que *C. gynandra* est plus utilisé par les personnes d'âges évolués (40 à 69 ans), non instruites et chez les groupes socio-culturelles Adja et Fon. Ceci témoigne de la variabilité des connaissances ethnobotaniques selon l'ethnie, l'âge, le genre et la zone phytogéographique de l'individu. La forte utilisation relevée chez les deux ethnies serait essentiellement due à la proximité et la cohabitation de ces dernières et donc d'un brassage de connaissances culturelles. La majorité des femmes remarquée, confirme les résultats d'autres parties du monde que les femmes jouent un rôle important dans la gestion des foyers et l'utilisation des ressources utiles aux foyers (Agelet *et al.*, 2000 ; Méndez *et al.*, 2001 ; Blanckaert *et al.*, 2004 ; Galluzzi *et al.*, 2010).

5. Conclusion

Cleome gynandra est une plante à usages multiples et très importante pour les populations au Bénin. Le nombre de noms locaux utilisés pour la désigner témoigne de cette importance. Elle est alimentaire, médicinale, fourragère, ornementale et culturelle. Son utilisation dépend de plusieurs facteurs socioéconomiques dont l'ethnie, le genre, la classe d'âge, le niveau d'instruction et l'appartenance phytogéographique. Au regard de sa valeur alimentaire, elle peut suppléer aux problèmes de sous nutrition en Afrique. Les travaux de recherche doivent se poursuivre pour explorer et mettre en valeur le potentiel de la plante.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Abukutsa-Onyango, M.O. 2002. Market survey on African indigenous vegetables in Western Kenya. In: Proceedings of the Second Horticulture Seminar on Sustainable Horticultural Production in the tropics. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, JKUAT, Juja, Kenya. In: Wesonga, J.M., Losenge, T., Ndong'u, G.K., Ngamau, K. Njoroge, J.B.M., Ombwara, F.K. and Agong, S.G., Fricke, A., Hau, B. and Stützel, H.(Eds.). pp 39-46.
- Adjatin A., 2006. Contribution à l'étude de la diversité des légumes feuilles traditionnelles consommés dans le département de l'Atacora au Togo. Mémoire de DEA, Université de Lomé. 65 pages.
- Agelet, A., Bonet M. A. & Vallès J., 2000. Homegardens and their role as a main source of medicinal plants in mountain regions of Catalonia (Iberian Peninsula). *Economic Botany* 54: 295-309.
- Ajaiyeoba E.O., 2000. Phytochemical and antimicrobial studies of *Gynandropsis gynandra* and *Buchholzia coriacea*. *African Journal of Biomedical Research* 3: 161-165.
- Akhtar, M.N. 1990. Phytochemical Screening of the Medicinal Plants *Opuntia coccinellifera*, *O. dillenii*, *O. stricta*, *Capparis decidua*, *Cleome viscosa*, *C. branchycarna*, *Crateva religiosam* and *Gynandropsis gynandra* of Faisalabad suburbs Pakistan, belonging to the Cactaceae and Capparidaceae families. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. 75p.
- Akoègninou A., Van der Burg W.J. & Van der Maesen L. J. G., 2006. Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Wageningen, 1034p.
- Akoègninou, A., 2004 : Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin. Thèse d'Etat, Lab. Botanique et Ecologie végétale. UFR Biosciences, Univ. Cocody-Abidjan. Côte d'Ivoire. 326 p.
- Akroum S., Bendjeddou D., Satta D., Lalaoui K., 2010. Antibacterial, antioxidant and acute toxicity tests on flavonoids extracted from some medicinal plants. *Intern. J. of Green Pharmacy* 4(3): 165-169.
- Bala A., Biswakanth K., Pallab K.H., Upal K.M., Samit B., 2010. Evaluation of anticancer activity of *Cleome gynandra* on Ehrlich's Ascites Carcinoma treated mice. *Journal of Ethnopharmacology* 129 : 31-134
- Bangou M.J., Meda N.T.R., Yougbaré-Ziébrou M., Thiombiano A.M.E., Kiendrebéogo M., Zeba B., Couliadiaty Y.D., Millogo- Rasolodimby J., Nacoulma G., 2012. Antioxidant and Antibacterial Activities of Five Verbenaceae Species from Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 2012; 4(6): 665-672.
- Beloud A., 1998. Plantes médicinales d'Algérie, OPU, Alger.
- Blanckaert, I., Swennen R. L., Flores M. P., López R. R. & Saade R. L., 2004. Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. *Journal of Arid Environments* 57:179-202.
- Burkhill H.M., 1985. The useful plants of W. Tropical Africa, Royal Botanical Gardens, Kew, 318- 388.
- Chweya JA and Mnzava NA, 1997. Cat's whiskers, *Cleome gynandra* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of plant Genetics and crop plant Research, Gatersleben/IPGRI, Rome, Italy.
- Chweya, J. A., Eyzaguirre, P., editors. 1999: The biodiversity of traditional leafy vegetables. IPGRI Rome (Italy), 182 p.
- Corjon G., 2015. Se soigner par les plantes. Editions Gisserot p 253.
- Dagnelie P., 1998. Statistique théorique et appliquée. De Boeck et Larcier, Paris, Vol. 2, 659 p.
- Dansi A., Vodouhè R., Azokpota P., Yedomonhan H., Assogba P., Adjatin A., Loko Y.L., Dossou-Aminon I., Akpagana K., 2012. Diversity of the neglected and underutilized crop species of importance in Benin. *Sci World J.* Article ID 932947, p 19.
- Diarra N., Togola A., Denou A., Willcox M., Daou C. et Diallo D., 2016. Etude ethnobotanique des plantes alimentaires utilisées en période de soudure dans les régions Sud du Mali. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(1): 184-197, February 2016.

- Djogo J., Djego-djossou S., Y. Cakpo, P. Agnani et B. Sinsin, 2006. Evaluation du potentiel ethnobotanique des populations rurales au Sud et au centre du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(4): 1432-1447, August 2011, ISSN 1991-8631.
- Ekpong B., 2009. Effects of seed maturity, seed storage and pre-germination treatments on seed germination of cleome (*Cleome gynandra* L.). *Sci. Hortic.* 119:236–240.
- Faber, M., Oelofse A., Van Jaarsveld P. J., Wenhold F. A. M. & Jansen van Rensburg W. S., 2010. African leafy vegetables consumed by households in the Limpopo and KwaZulu-Natal provinces in South Africa. *South African Journal of Clinical Nutrition* 23: 30-38.
- FAO (2010) FAOSTAT Database. Food and Agriculture Organization, Roma, Italy. Available online at URL : <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fouché J.G., Marquet A. et Hambuckers A., 2000. Les Plantes Médicinales, de la plante au médicament. *Observatoire du Monde des Plantes Sart – Tilman* : 89 - 100.
- Galluzzi, Eyzaguirre G., P. & Negri V., 2010. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. *Biodiversity Conservation* 19: 3635-3654.
- Grubben, G.J.H., 2004. Légumes, Vol 2. Ressources végétales de l'Afrique Tropicale. PROTA. Pp. 737.
- Gülçin I., 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 2006; 217: 213-220. DOI: 10.1016/j.tox.2005.09.011.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2013. Quatrième recensement générale de la population et de l'habitat. Résultats provisoire. MPPD, Cotonou, Bénin, 7p.
- Kiebre Z., Bationo Kando P., Sawadogo N., Sawadogo M., and Zongo J.-D., 2015. Selection of phenotypic intrerests the cultivation of the plant *Cleome gynandra* L. In the vegetable gardens in Burkina Faso. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 3 (3) : 288-297.
- Kumar D., Arya V., Kaur R., Bhat Z.A., Gupta G.V.K., Kumar V., 2012. A review of immunomodulators in the Indian traditional health care system. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 2012; 45: 165-185. DOI: 10.1016/j.jmii.2011.09.030
- Li R.W., Lin G.D., Myers S.P., Leach D.N., 2003. Anti-inflammatory activity of Chinese medicinal vine plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 2003; 85: 61-67. DOI: 10.1016/S0378-8741(02)00339-2.
- Lyimo M, Temu RPC, Mugula JK., 2003. Identification and nutrient composition of indigenous vegetables in Tanzania. *Plant Foods for Human Nutri.* 2003;58:85-92.
- Malonza M.M., Dipeolu M.M., Amoo M.M., and Hassan M.M., 1992. Laboratory and field observation on anti-tick properties of the plant *Gynandropsis gynandra* L. *International centre of insect physiology and Ecology (ICIPE)*. Nairobi, Kenya.
- Maroyi A., 2013. Use and management of homegarden plants in Zvishavane District, Zimbabwe. *Tropical Ecology* 54:191-203.
- Meda N.T.R., Bangou M.J., Bakasso S., Millogo-Rasolodimby J. and Nacoulmal O.G., 2013. Antioxidant activity of phenolic and flavonoid fractions of *Cleome gynandra* and *Maerua angolensis* of Burkina Faso. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* Vol. 3 (02), pp. 036-042.
- Méndez V. E., Lok R. & Somarriba E., 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: microzonation, plant use and socioeconomic importance. *Agroforestry Systems* 51: 85-96.
- MEPN (Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature), 2008. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cotonou, Bénin. 81p.
- Millogo-Rasolodimby J., 2001. L'Homme, le climat et les ressources alimentaires végétales en périodes de crise de subsistance au cours du 20ème siècle au Burkina Faso. Thèse Doct., Univ. Ouagadougou.
- Muchuweti, M., Mupure, C., Ndhala, C., Murenje, T., Benhura, M.A.N., 2007. Screening of antioxidant and radical scavenging activity of *Vigna unguiculata*, *Bidens pilosa* and *Cleome gynandra*. *American Journal of Food Technology* ; 10: 161–168.
- Mule S.N., Patil S.B., Naikwade N.S., and Magdum C.S., 2008. Evaluation of antinociceptive and anti-inflammatory activity of stems of *Gynandropsis pentaphylla* Linn. *International Journal of Green Pharmacy* 2: 87–90.
- Narendhirakannan R.T., Subramanian S., Kandaswamy M., 2007. Anti-inflammatory and lysosomal stability actions of *Cleome gynandra* L. studied in adjuvant induced arthritic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 2007; 45: 1001-1012. DOI: 10.1016/j.fct.2006.12.009
- Pipithsangchan S. 1993. Insecticidal activity of selected Thai plants on diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). [PhD Dissertation]. 183p. (Available at University of the Philippines Los Baños Library)
- Rastogi G., Stetler L.D., Peyton B.M., Sani R.K., 2009. Molecular analysis of prokaryotic diversity in the deep subsurface of the former Homestake gold mine, South Dakota, USA. *J. Microbiol.* 47:371–384.
- Sène E.H., 2000. Forêts et sécurité alimentaire en Afrique. La place de la foresterie dans le Programme spécial pour la sécurité alimentaire de la FAO. In : Forêts, sécurité alimentaire et moyens de subsistance durables, archives documents FAO. <http://www.fao.org/docrep/x7273f/x7273f00.htm>
- Sokpon N. et Ago E. E., 2001. Sacralisation et niveau de maturation des forêts denses semi-décidues du Plateau Adja au Sud-Ouest du Bénin. *J. Rech. Univ. Lomé*, 5(2): 319-331.
- Van Wyk B., Gericken N., 2000. People's plants. A Guide to useful plants of Southern Africa. Briza publications. Pretoria, South Africa. p352.
- Veerle van den E., Van Damme P. and De Wolf J., 1993. Inventaire et modelage de la gestion du couvert pérenne dans une forêt du Sud du Sénégal. Rapport final, partie C. Etude ethnobotanique. Université de Gent. Belgique. 102 p.
- Walker et Sillams, 1953. Se nourrir en forêt claire africaine: approche écologique et nutritionnelle. PROTA. 432p.
- Yessoufou K., 2005. Recherches ethnobotaniques et écologiques sur deux espèces fruitières dans le Département du Plateau, Sud-Bénin: *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. et *Blighia sapida* K. König. Th. DESS. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles.FSA.UAC, Bénin, 67p.



Perceptions de l'environnement et stratégies paysannes dans l'adoption des systèmes durables de production au Bénin - Cas du coton biologique

S. Claude-Gervais ASSOGBA

Faculté d'Agronomie - Université de Parakou

Reçu le 21 Octobre 2016 - Accepté le 15 Décembre 2016

Environment perceptions and farmers strategies in sustainable farming systems adoption - the case of organic cotton in Benin

Abstract: To achieve the goals of sustainable development, farming systems are expected to move toward new farming systems which take into account economic, environmental and social sustainability. It's the case in Benin where, apart from the setbacks it faces, conventional cotton production is accused of being responsible for serious environmental degradation. The paper focuses on organic cotton system and aims at understanding strategies developed by Kandi's organic cotton farmers in the North-Benin to achieve both their production and social reproduction objectives and the requirements of organic production system. The approach of innovations appropriation, the actor-oriented approach and the theoretical considerations on the strategies of risks management were used to conceive the research and to analyse data collected among 90 organic cotton farmers. The paper shows that economic motivations play an important role in farmer engagement in organic cotton production program. So, the need of chemical fertilizers in maize production on the one hand and the impossibility to reach them officially on the other hand, bring organic cotton's farmers to develop various strategies which sometimes set against the requirements of organic cotton production. It is therefore necessary to rethink the question of soil fertility management within in cotton farming for sustainability in organic cotton production.

Keywords: Perception ; strategies ; sustainability ; organic cotton ; Benin.

Résumé : Le développement durable implique pour les systèmes de production agricole, une évolution vers des systèmes qui tiennent compte de la durabilité économique, environnementale et sociale. C'est le cas au Bénin, où en dehors des déboires qu'elle connaît, la production du coton conventionnel est aujourd'hui accusée d'être responsable de graves préjudices à l'environnement. Notre article se focalise sur la production de coton biologique et tente de comprendre les stratégies développées par les bioconculteurs de la commune de Kandi, dans le bassin cotonnier du Nord-Bénin, pour réaliser leurs objectifs de production et de reproduction sociale dans le respect des exigences de production biologique. Pour ce faire, l'approche de l'appropriation des innovations technologiques, la théorie orientée vers l'acteur et les considérations théoriques sur les stratégies de gestion des risques ont servi de fil conducteur et pour analyser les données collectées auprès de 90 bioconculteurs. L'article révèle que les motivations économiques jouent un rôle prépondérant dans l'adhésion des producteurs à ce mode de production. Ainsi, le besoin d'utiliser les engrais minéraux pour la culture du maïs et l'impossibilité d'y accéder officiellement amènent les bioconculteurs à développer différentes stratégies, qui pour certains d'entre eux, se trouvent parfois en contradiction avec les exigences de production biologique. D'où la nécessité de repenser autrement la question de la gestion de la fertilité des sols au sein des exploitations pour une réelle durabilité du système de production de coton biologique.

Mots clés : Perception ; stratégies ; durabilité ; coton biologique ; Bénin.

1. Introduction

La prise de conscience de la vulnérabilité de l'environnement et des effets pervers de sa dégradation sur les générations présentes et futures a, de nos jours, rendu primordiales les préoccupations environnementales au sein de la communauté internationale. La notion de développement durable est ainsi progressivement entrée dans les discours politiques et de développement. Bien que reposant sur un trépied qui associe les durabilités environnementale, économique et sociale (Bélières *et al.*, 2010), dans les faits, le développement durable semble être réduit à l'environnement durable (Defourny et Beret, 2001). Dans le domaine agricole, le développement durable est perçu comme l'ensemble des processus de transformation des systèmes de production qui permettent d'accroître et d'améliorer à court terme les revenus et les conditions de vie des populations exploitant les productions agricoles, forestières et pastorales, tout en préservant la cohésion sociale et les conditions écologiques nécessaires au maintien et à la diversification future à moyen ou long terme de ces productions (Mathieu, 2001). La réalisation de ce triple objectif implique pour les systèmes de production d'évoluer vers des systèmes plus durables.

Au Bénin, le secteur cotonnier constitue l'un des principaux secteurs touchés par ces évolutions. En effet, nonobstant sa remarquable contribution à l'économie nationale et au développement socio-économique des zones rurales, la production cotonnière béninoise a connu un développement explosif qui est perçu aujourd'hui comme une menace pour la préservation de l'environnement et de la santé humaine d'une part et la durabilité de l'agriculture elle-même d'autre part (Van der Pol *et al.*, 1993, Ton, 1995 ; 1996, Zagbaï *et al.*, 2006). Dès lors, des systèmes de production jugés plus durables et respectueux de l'environnement et de la santé humaine sont ainsi promus au profit des producteurs. Ces systèmes, souvent financés par l'extérieur et promus par des cadres, dont les logiques environnementalistes et développementalistes divergent des logiques paysannes, rejettent le modèle productiviste de production. Ce modèle qui a pendant longtemps servi de base à la production de coton conventionnel dans une perspective unique de croissance agricole, véhicule, selon Bourrigaud (1993) et Feret et Douguet (2001), l'idée d'une agriculture agressive pour l'environnement, qui entraîne des conséquences dommageables pour l'environnement et, ne favorise pas la reproduction du tissu social. C'est le cas du système de production de coton biologique auquel s'est intéressé le présent article.

La production de coton biologique vise la protection de l'environnement à travers son système de production dont la

finalité est le rétablissement de l'équilibre écologique. Selon l'auteur, cette production va au-delà de la simple substitution des produits chimiques de synthèses par des fertilisants organiques et les biopesticides en prônant une gestion holistique de l'ensemble de l'exploitation agricole par le producteur. Se faisant, elle introduit des innovations radicales ou irradiantes qui entraînent de profondes modifications dans les activités de l'exploitation agricole (Freeman, 1982 ; Gentil, 1987 ; Gopalakrishnan *et al.*, 1997 ; Halila, 2007). Ces innovations, qui impliquent des méthodes et matériels nouveaux pour l'exploitation et une rupture avec les anciennes pratiques, requièrent un ensemble de nouvelles règles pour gérer le processus d'innovation (Halila, 2007), à l'opposé des innovations incrémentales qui se basent sur les pratiques en cours au sein de l'exploitation dans le but d'améliorer les méthodes ou des facteurs de production déjà utilisés (Gentil, 1987 ; Halila, 2007). Or, en tant que nouveau mode de production, le système de coton biologique vient prendre corps sur un terrain où les dynamiques liées à la production du coton conventionnel ont favorisé, pendant des décennies, non seulement par une certaine structuration des exploitations agricoles productrices de coton mais également celle du monde rural. Des lors, l'adoption du système de coton biologique qui, entraîne une réorganisation de fond en comble de la gestion de l'exploitation agricole, pourrait entraîner la remise en cause de certains privilèges acquis par les producteurs dans le mode conventionnel et, à certains égards, être perçu comme une source de risques (Assogba *et al.*, 2014a).

Ces risques correspondent, selon Mastaki (2006), à l'idée que l'avenir est inconnu et que l'activité économique est en soi soumise à des aléas. Dans cet environnement incertain, le petit producteur africain à ressources limitées, est appelé à prendre des décisions qui affecteront son appareil et ses résultats de production. Aussi, n'a-t-il pas la certitude que les nouvelles technologies qui lui sont proposées lui seront profitables (Adegeye et Dittoh, 1985). Les risques, omniprésents dans le fonctionnement des filières agricoles africaines (Mastaki, 2006), peuvent être liés à l'individu (risques corporels, sociopolitiques, sociaux et magico-religieux), à l'activité agricole elle-même (vulnérabilités phytosanitaires, conditions climatiques, etc.), à la commercialisation des récoltes (méventes, méconnaissance des marchés), aux questions foncières ou provenir des changements institutionnels et politiques (Lallau, 2008).

Vu la spécificité des innovations environnementales, les producteurs du mode biologique semblent être plus exposés aux risques que ceux du conventionnel. Offermann et Nieberg (2000) en analysant l'adoption des pratiques durables de production affirment, qu'en dehors des risques auxquels sont exposés tous les producteurs, ceux du mode biologique ont à faire face à des sources additionnelles de risques dont les restrictions dans l'utilisation des produits chimiques de synthèse. Dans ces conditions, la perception du risque par le producteur de coton biologique reste fondamentale dans la décision de mise en œuvre des pratiques de ce mode de production. Mieux, l'évaluation des avantages et des in-

* Correspondance : E.mail : a_claude2003@yahoo.fr ;
claude.assogba@fa-up.bj BP 123 Parakou, République du Bénin.
Tel. +229 61104886
Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

convénients liés aux différents systèmes qui lui sont proposés, reste déterminante dans ces processus de prise de décision (Assogba et al., 2014b). A ce propos, Fraval (2000) estime que la perception des risques peut constituer un frein à une utilisation raisonnée et durable des ressources naturelles. Par conséquent, il s'agira pour nous d'apprécier dans quelle mesure les avantages et inconvénients perçus des systèmes de production de coton conventionnel et biologique orientent les prises de décision et les comportements des producteurs.

2. Cadre théorique

Puisqu'il est question de comprendre le comportement paysan face aux innovations environnementales, notre cadre analytique s'est basée sur la théorie de l'appropriation de l'innovation (ou théorie de la sociologie des usages), la théorie orientée vers l'acteur (*oriented-actor approach*) et les considérations théoriques sur les stratégies de gestion du risque.

La théorie de l'appropriation de l'innovation fait partie des théories d'analyse du changement technique dont l'une des plus connue est la théorie diffusionniste de Rogers. Contrairement à cette dernière qui s'attache à l'étude de la dynamique de l'innovation à partir de l'évolution des taux d'adoption, la théorie sociologique des usages se focalise sur l'analyse de leur utilisation du point de vue des usagers. Elle cherche à comprendre comment ces usagers (les utilisateurs de l'innovation) l'intègrent dans leur vie quotidienne, le sens qu'ils lui donnent et ce qu'ils en font concrètement. Ainsi, les différences souvent observées dans l'utilisation des innovations n'est plus imputables aux caractéristiques individuelles comme le stipule l'approche diffusionniste mais plutôt révélatrices des disparités de significations que revêtent les pratiques concernées pour les différents groupes (Chambat, 1994). Dès lors, l'approche de l'appropriation de l'innovation considère l'utilisateur de l'innovation comme un acteur et cherche à analyser les motivations des usages qu'il développe à partir de l'innovation de départ et la manière dont il se définit par rapport à cette dernière (Millerand, 1999). Ainsi donc, les producteurs de coton biologique ne se réduisent pas à des consommateurs passifs, absorbant plus ou moins docilement des innovations qui entraînent de profondes modifications dans leur appareil de production. Si les recommandations du paquet technologique venaient à buter contre leurs intérêts, ils peuvent développer des pratiques qui ne sont pas toujours pertinentes au regard des objectifs fixés. Proulx (2005) et Béch  (2010) diront que les gens ordinaires sont capables de créativité et sont à même de s'inventer une manière propre de cheminer dans les univers construits par des ruses, braconnages ou détournements. Ainsi, une attention devra être portée à l'usage réel que les producteurs de coton font des pratiques qui leur sont recommandées, les stratégies qu'ils développent pour concilier leurs objectifs et les exigences des systèmes durables de production de coton. Sur le plan méthodologique, les re-

cherches basées sur l'approche de l'appropriation font appel à des méthodes qualitatives comme l'observation, les interviews approfondies, etc.

La théorie orientée vers l'acteur, tout comme celle de l'appropriation, postule que les acteurs sociaux ne sont pas de simples récepteurs passifs de l'intervention, mais des participants actifs qui traitent l'information et poursuivent des stratégies dans leurs relations avec divers acteurs locaux (Olivier de Sardan, 2001). Elle permet de considérer que les acteurs ont des raisons, et des bonnes raisons, de faire ce qu'ils font (Giddens, 1987). Cette considération de l'individu comme un acteur disposant d'une capacité d'action, quelles que soient les contraintes de l'environnement, nous amène à explorer les contours de son agencité ou son *agency*, une notion centrale à la théorie orientée vers l'acteur. Giddens (1987) définit l'*agency* comme la capacité d'agir de l'acteur et de se projeter dans son action. Il permet de donner sens aux comportements individuels des producteurs face aux innovations environnementales et lui attribue la capacité de traiter l'expérience sociale et d'élaborer des moyens pour se débattre dans la vie, même sous les formes les plus extrêmes de coercition. Ainsi, dans les limites dues à l'information, à l'incertitude et aux autres contraintes de l'environnement, les acteurs sont "compétents" et "capables" même si leur rationalité est limitée (Giddens 1987). En fonction du contexte, l'acteur ne cherche pas la meilleure solution à tout problème, mais agit par des approximations et des réajustements successifs (Debuyst, 2001). Différentes études permettent de confirmer cette aptitude au niveau du petit paysan. Par exemple, Chayanov (1966), soutient que les exploitations paysannes familiales ne sont pas des entreprises capitalistes et de ce fait, ne possèdent ni capital, ni salaire mais des outils, des intrants et un revenu global issu de l'ensemble des activités de la famille. Selon cet auteur, les exploitations familiales, loin de maximiser un profit ou un revenu, visent plutôt la satisfaction de certains besoins essentiels en relation avec la composition de la famille. Selon Mastaki (2006), devant les risques, les petits producteurs africains adoptent des comportements de flexibilité et de réversibilité qui se traduisent à court terme par une stratégie de « *safety first* ». Ces comportements, longtemps interprétés comme résultant de leur aversion vis-à-vis du risque, ne sont que le reflet de leur souci d'atteindre le double-objectif de la réduction des risques et de l'obtention des meilleurs résultats économiques.

Ainsi donc, les producteurs de coton biologique comme acteurs, ne subissent pas avec passivité les contraintes qu'ils pourraient percevoir de ce système de production. Ils sont en effet mus par des logiques et développent des stratégies leur permettant de réduire les risques et réaliser leurs objectifs qui, selon Debuyst (2001) sont à la fois explicites et implicites.

Nous postulons donc que *dans la mesure où les exigences du système de production de coton biologique ne permettent pas aux producteurs de réaliser leurs différents objectifs de production et de reproduction sociale, ils peuvent dévelop-*

per des stratégies de gestion de risques qui ne sont pas toujours pertinentes par rapport aux exigences du système. Comme le suggère Lallau (2008), ces stratégies peuvent revêtir trois grands aspects : les stratégies axées sur les dotations en capital, les stratégies qui influent sur les opportunités et les stratégies qui agissent sur les risques. Les stratégies basées sur les dotations en capital se traduisent par la constitution d'une épargne de précaution (épargne sur pied, constitution de stock, etc.) et d'une assurance informelle. La mise en place de cette assurance passe par le développement du capital social matérialisé par un système de jeu de dettes réciproques, matérielles ou morales (appartenance à des réseaux sociaux, participation à des mécanismes de tontine) (Weber, 2002). Les stratégies qui influent sur les opportunités se traduisent par la diversification des activités et des cultures tandis que celles qui agissent sur les risques se traduisent par une acceptation d'un niveau de risque par le producteur. Ceci s'observe dans le cas où le producteur est exposé à de nombreux risques mais ne dispose que de faibles dotations et de peu d'opportunités. A cet effet, les stratégies mises en œuvre visent une limitation de sa vulnérabilité ; elles peuvent se traduire par le refus de l'innovation et la recherche de choix réversibles n'engageant pas le producteur sur le long terme et dispersant les risques. Il s'agit donc des stratégies de dispersion, d'évitement ou de contournement (Lallau, 2008).

En définitive, nous postulons que *l'adhésion des producteurs au système de production de coton biologique est mue par des motivations qui déterminent leurs comportements dans l'appropriation des pratiques biologiques. Dans la mesure où les exigences perçues de la production de coton biologique ne permettent pas aux producteurs de réaliser leurs différents objectifs de production et de reproduction sociale, ceux-ci développent des stratégies qui peuvent s'écarter de ces exigences afin de réaliser leurs objectifs de production.*

3. Matériel et méthode

3.1. Orientation méthodologique

Pour répondre aux préoccupations de la recherche, nous avons opté pour la méthode d'étude de cas. Comme le rapportent Yin (2009) et Albarello (2011), cette méthode est pertinente lorsqu'il s'agit de comprendre les comportements des acteurs mis en relation avec d'autres acteurs, notamment lorsque ces relations engendrent la mise en œuvre de logiques d'action individuelles et/ou collectives, l'établissement de relations de dépendance et la structuration des interactions. Les études de cas peuvent ainsi porter sur des comportements de groupes, des processus organisationnels, la mise en œuvre des modalités managériales, les situations de conflits entre des acteurs et des groupes (Albarello, 2011 ; Yin, 2009). Selon Albarello (2011), le cas peut apparaître progressivement au cours même d'une recherche ou peut être un objet empiriquement réel et dont les frontières sont bien précisées. Le système de production de

coton biologique qui a servi de cas pour l'article a été défini *a priori* avec des contours bien précis. Néanmoins, les stratégies analysées ne se sont dévoilées qu'au cours de l'étude.

3.2. Milieu d'étude

Les investigations ont été conduites à Kandi, une des trois communes du plus grand bassin cotonnier du Bénin et plus précisément à Don qui figure parmi les grands villages de production de coton biologique. Le relief de la commune est constitué de plateaux de grès entaillés par les vallées de la Sota et de l'Alibori, principaux cours d'eau de la commune. Les sols, de types ferrugineux tropicaux, portent une végétation de savanes arborées et arbustives avec quelques forêts galeries qui abritent une faune variée d'éléphants (*Loxodonta africana*), de buffles (*Syncerus caffer*), de bubales (*Alcephalus buselaphus*). Trois groupes socioculturels, les Baatombu (32%), les Peulhs (30%) et les Dendi (17%) dominent la commune qui comptait 113.256 habitants en 2006 et répartis dans 8.624 ménages dont 6.962 (81%) ruraux. Chaque ménage compte en moyenne 8,5 personnes. La structure sociale "traditionnelle" est caractérisée par la présence de trois autorités : le Saka (chef supérieur), le Kandissounon (chef de terre) et le *Baparakpé*. Cette société est de type féodal, avec une organisation bien stratifiée de type patrilinéaire et patriarcale ce qui engendre des inégalités sexuelles prononcées en ce qui concerne l'accès et le contrôle des ressources productives et ceci au détriment des femmes. L'agriculture, de type extensif, constitue la principale source de revenus. Les principales cultures sont les céréales (avec le maïs en tête), l'arachide et le coton. L'élevage de type extensif constitue aussi une source de revenu non négligeable. La commune fait face à de multiples problèmes environnementaux. La baisse de fertilité des sols, déjà fragiles, prend de l'ampleur du fait des pratiques agricoles peu recommandables. Ces sols sont dénudés par les feux de brousse mal contrôlés avec comme corollaire une minéralisation accélérée de la matière organique. La faune et la flore subissent l'influence négative de l'extension des terres cultivées, des feux de brousse en période d'harmattan, de la destruction du couvert végétal du fait du pâturage, de la pollution des eaux par les pesticides chimiques de synthèse, de la chimiorésistance de certains parasites du cotonnier, etc. C'est dans ce contexte que le système de production de coton biologique est introduit dans le milieu.

3.3. Échantillonnage, types de données et techniques de collecte

Les données analysées ont été collectées auprès de 90 producteurs de coton biologique sélectionnés à partir d'une typologie à dire d'acteurs (Jamin et al., 2007). Il s'agit d'une méthode socio-anthropologique qui se base sur la description par des informateurs clés des situations d'individus par rapport à un thème (ici le niveau de prospérité) et sur leur comparaison les uns par rapport aux autres (Grandin, 1988). Cette description permet d'identifier les

critères de classification localement pertinents tout en affectant chaque producteur à une catégorie (Floquet et *al.*, 2012). Ces données portent essentiellement sur les perceptions paysannes de l'environnement, les caractéristiques sociodémographiques des producteurs, leur niveau de connaissance du système de production de coton biologique, leurs perceptions des avantages et insuffisances de la production de coton conventionnel et biologique, les stratégies développées dans la mise en œuvre des pratiques, etc. Elles ont été soumises à des analyses de perceptions et à des analyses comparatives. La comparaison comme méthode d'analyse permet d'établir une confrontation des objets, pratiques ou approches en vue d'identifier les ressemblances et les écarts entre eux. Elle intègre d'une part une dimension relative, en mettant en jeu le niveau de développement relatif des éléments mis en comparaison, où l'un est apprécié par rapport à l'autre et d'autre part, une dimension normative où chaque élément est vu par rapport à la théorie. Ces analyses ont été renforcées par une analyse quantitative basée sur les paramètres de la statistique descriptive, notamment les fréquences relatives. Les résultats ont été présentés sous forme de courbes, de tableaux.

4. Résultats

4.1. Perception paysanne de l'environnement

La perception paysanne de l'environnement a été analysée à travers les fonctions que les producteurs assignent à l'environnement (tableau 1). Ces derniers perçoivent l'environnement comme un réservoir naturel pourvoyeur de toutes les ressources nécessaires à la satisfaction de certains besoins fondamentaux de l'homme : se nourrir, se loger, se soigner, se reproduire. Ces ressources naturelles doivent également être convertibles en ressources financières afin de permettre de répondre à d'autres besoins qui concourent au bien être de l'homme.

Tableau 1 : Perception des fonctions de l'environnement par les producteurs
Table 1 : Farmers' perception on environment functions

| Types de perceptions | Fréquence (%) |
|-------------------------------|---------------|
| Aspects nourriciers | 23 |
| Aspects humains | 29 |
| Identification spatiale | 7 |
| Aspects économiques | 36 |
| Dimension affective/bien être | 4 |
| Aspects écologiques | 1 |
| Total | 100 |

Malheureusement, ce réservoir naturel connaît aujourd'hui de profondes mutations qui, selon les producteurs, sont en partie imputables à l'évolution de leurs pratiques agricoles. Ainsi, il y a 30 à 50 ans, l'espace agricole était caractérisé par une agriculture de case, une abondance de

pâturage et de biodiversité d'une richesse faunique et floristique impressionnante servant pour l'alimentation et aux traitements des sanitaires. La poussée démographique et la nécessité de nourrir une population en forte croissance a engendré de fortes pressions anthropiques sur ces ressources naturelles. Ainsi, la colonisation agricole et la pratique d'une agriculture minière ont entraîné la dégradation de l'environnement et la baisse drastique de la fertilité des sols. L'utilisation anarchique des engrais, pesticides et herbicides de synthèse traduit les mauvaises pratiques développées par les producteurs. Les pesticides sont ainsi utilisés pour la pêche, le stockage des vivriers, occasionnant ainsi des contaminations de cours d'eau, des disparitions d'espèces halieutiques, des intoxications alimentaires, des décès, des avortements, etc.

4.2. Motivation des producteurs dans l'adhésion au système de production du coton biologique.

Les producteurs peuvent être regroupés en 5 types, sur la base des principales motivations qui guident leur adhésion au système de production de coton biologique (tableau 2). Près de la majorité des biocotonculteurs de l'échantillon ont opté pour ce mode de production pour des raisons principalement économiques. Ces raisons englobent entre autre le prix d'achat du coton plus rémunérateur et payé à temps, l'absence de la caution solidaire, etc.

4.3. Avantages et inconvénients perçus de la production de coton biologique par les producteurs

D'un point de vue économique, la production de coton biologique est perçue par les producteurs comme plus avantageuse que celle du coton conventionnel (tableau 3). Près de 76% des producteurs ont ainsi déclaré avoir adhéré au système de production biologique pour des motivations principalement économiques. Ces avantages se résument au prix d'achat plus rémunérateur (du fait d'un premium de 20% que garantit le système biologique), à la réduction des coûts de production.

Cependant, la production de coton biologique est perçue comme plus contraignante que celle du coton conventionnel. Non seulement est plus consommatrice de main d'œuvre mais elle demande également plus d'effort de la part du producteur pour la production des biopesticides (collecte des graines, concassage, macération, etc.) et la mobilisation de la matière organique (collecte, transport, etc.). Par ailleurs, les producteurs, longtemps habitués à l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse à action non sélective et immédiate sur les ravageurs, se plaignent de la faible efficacité des biopesticides ce qui les conduit à multiplier le nombre de traitements phytosanitaires. L'encadré 1 rapporte les déclarations d'un chercheur du centre de recherche de Coton et Fibres à ce propos.

Tableau 2 : Types de producteurs en fonctions des motivations d'adhésion au système de production du coton biologique
 Table 2: Typology of farmers according to the motivation of their engagement to adopt organic farming system

| Types de producteurs | Principales sources de motivations | % |
|----------------------|---|----|
| Type 1 | Adhésion motivée par les avantages économiques offerts par la production du coton biologique | 40 |
| Type 2 | Adhésion principalement motivée par les le souci de préservation de l'environnement et de la santé humaine et animale | 18 |
| Type 3 | Adhésion motivée par la recherche simultanée soit d'avantages économiques et sociaux, soit des avantages économiques et écologiques, notamment la préservation de l'environnement et de la santé humaine et animale | 12 |
| Type 4 | Adhésion principalement motivée par des avantages sociaux qu'offre la production de coton biologique | 17 |
| Type 5 | Producteurs atypiques qui adhèrent au système de production du coton biologique purement par suivisme et effet de groupe que par conviction | 13 |

Tableau 3 : Perceptions paysannes des avantages et inconvénients du système de coton biologique

Table 3: Peasants' perceptions on conventional and organic cotton farming systems' advantages and inconveniences

| Systèmes de production | Avantages | Inconvénients |
|------------------------|--|---|
| Biologique | Prix au producteur plus rémunérateur que le conventionnel | Faible rendement conventionnel |
| | Pas d'endettement pour les intrants coton | Faible disponibilité de la matière organique |
| | Pas d'intoxication et de problèmes de santé pour l'homme et les animaux | Faible dotation en matériel agricole de transport de la matière organique |
| | Opportunité pour les femmes de produire sans danger pour leur santé et celle des petits enfants | Préparation des biopesticides contraignante |
| | Opportunité pour les femmes qui n'ont pas en général un accès facile aux intrants du coton conventionnel | Accès difficile aux crédits agricoles |
| | Plus Economique pour les producteurs qui ont de charrette et de bœufs de trait | Interdiction de l'utilisation des engrais minéraux pour le maïs |
| Conventionnel | Possibilité de produire des vivriers à proximité des champs de coton ou en cultures intercalaires | Efficacité réduite des biopesticides par rapport aux pesticides de synthèse |
| | Intégration agriculture et élevage | Plus exigeant en temps et en main d'œuvre |
| | Possibilité d'obtenir des engrais chimiques sont redistribués sur les autres cultures surtout le maïs | Cherté et mauvaise qualités des intrants |
| | Possibilité d'obtenir des pesticides chimiques, jugés plus efficaces que biopesticides, recyclés pour les autres cultures notamment le niébé sur pied et le stockage de vivriers | Endettement dû à la caution solidaire |
| | Rendement plus élevée | Impossibilité de produire des vivriers à proximité et dans les champs coton |
| | Préparation des pesticides et engrais non contraignante | Risques d'intoxications, de suicide, de maladies plus élevés |
| | | Stockage des pesticides dans des lieux non appropriés |

Encadré 1 : « *Le développement du coton biologique est d'abord limité par des contraintes phytosanitaires. La bouillie et l'huile de neem que les paysans utilisent pour le traitement ne sont pas particulièrement efficaces contre les insectes qui sévissent dans les zones de production de coton au Bénin. La faiblesse de ces insecticides naturels entraîne des pertes d'environ 60% du potentiel de production du cotonnier. Les rendements baissent jusqu'à 800 kg/ha ou en dessous* ».

Par ailleurs et paradoxalement, bien qu'accusée d'être à l'origine de dommages sur l'environnement économique, social et physique, la production de coton conventionnel continue d'attirer des convoitises de la part de certains producteurs. En effet, les privilèges dont bénéficie la filière cotonnière conventionnelle au Bénin fait qu'elle reste la seule source garantie d'accès aux engrais minéraux pour les autres cultures de l'exploitation, notamment le maïs. Dès lors, l'adhésion au système de production de coton biologique est

perçue comme une source de risques pour le producteur qui se retrouve ainsi dans un dilemme du fait que, l'appartenance à un système, l'amène à perdre les avantages liés à l'autre et qui pourtant lui apparaissent capitaux dans la réalisation de ses objectifs de production. A ce propos, un producteur affirmait au cours d'un entretien qu'"un seul champ de coton exclusivement biologique pour toute l'exploitation agricole engendrait des dégâts".

4.4. Stratégies de gestion des risques par les producteurs de coton biologique

Les stratégies de gestion du risque développées par les producteurs de coton biologique concernent principalement la gestion de la fertilité du sol et visent à favoriser leur accès aux engrais minéraux de synthèse notamment pour la culture du maïs. Elles revêtent deux modalités permettant l'une l'accès de manière officielle aux engrais et l'autre de manière officieuse. La première catégorie de stratégies se tra-

duit par la pratique de doublon au sein de l'exploitation et concerne 37% des producteurs de coton biologique.

Stratégies basées sur la pratique de doublon coton biologique et coton conventionnel. Le modèle de production de coton biologique mis en œuvre au Bénin implique que toute l'exploitation soit certifiée biologique. Ainsi, par principe, aucun autre membre de l'exploitation, encore moins le chef ménage, premier producteur de coton biologique, ne doit pratiquer un autre système de production ou adopter une pratique anti-biologique. Les stratégies axées sur la pratique de doublon amènent les exploitations à s'adonner officiellement à la production du coton conventionnel pour garantir l'accès des engrais minéraux. Ces stratégies revêtent deux modalités. La première, celle du « doublon-parcelle », consiste en la production au cours de la même campagne agricole par un même producteur du coton biologique et du coton conventionnel sur deux parcelles différentes à l'insu des responsables de ces deux systèmes de production. Cette pratique est plus observée chez les producteurs qui n'ont pas encore une ancienneté dans la production du coton biologique. La seconde modalité de la pratique du doublon est le « doublon-exploitation » qui implique, en dehors du chef ménage, d'autres membres de son exploitation. Dans ces stratégies mises en œuvre à l'échelle exploitation, tous les membres de l'exploitation s'organisent pour pratiquer les différents systèmes de production de coton, biologique et conventionnel. La pratique du « doublon-exploitation » qui permet ainsi de disposer des engrais minéraux pour l'exploitation et de bénéficier dans le même temps des avantages de la production de coton biologique, peut revêtir différentes facettes rapportées par l'encadré 2.

Encadré 2 : *« Je suis moi-même producteur de coton conventionnel. Je voulais vraiment faire du coton biologique parce que c'est bon pour la santé ; on ne s'endette pas et on reçoit vite son argent. Mais j'ai aussi besoin de faire le coton conventionnel pour avoir les engrais coton pour faire du maïs. J'ai donc inscrit mon fils sur la liste des producteurs de coton biologique. Mais c'est moi-même qui travaille le champ, du labour à la récolte. L'argent du coton biologique me permet d'acheter aussi des engrais coton pour le maïs ».*

« Moi, je ne fais pas du coton biologique car je suis responsable du groupement des producteurs de coton conventionnel du village. Mais je trouve bon ses avantages. J'ai donc autorisé ma femme à faire du bio pour qu'on ait un peu plus d'argent ».

Un fait paradoxal est que le coton biologique dont la production est exempte d'engrais minéraux, servirait à se procurer cet intrant notamment pour la production du maïs. Dès lors, la culture du coton biologique constitue une culture de gestion du risque au sein des exploitations et sert à financer la production d'autres spéculations. Bien que les producteurs qui s'adonnent à ces pratiques ne semblent pas être très inquiétés, la pratique du doublon est parfois à

l'origine de conflit entre les producteurs qui s'y adonnent et leurs organisations paysannes comme le confirme les déclarations d'un producteur pratiquant lui-même le doublon et rapportées dans l'encadré 3.

Encadré 3 : *« Je produis souvent à la fois du coton biologique et du coton conventionnel. Mais une année, je me suis endetté avec mon champ de coton conventionnel car il n'a rien donné. Je ne pouvais plus payer la caution solidaire. Alors les membres du GVPC (Groupement Villageois des producteurs de Coton) ont saisi ma production de coton biologique qu'ils ont vendu dans le marché conventionnel pour récupérer leur dû. Alors cette année-là, j'ai déclaré que je n'ai pas fait le coton biologique ».*

S'il est plus aisé aux exploitants de coton conventionnel de développer des stratégies leur permettant de produire du coton biologique, il l'est moins pour les producteurs de coton biologique refusant la pratique de doublon mais recherchant les engrais minéraux pour la production du maïs.

Stratégies pour l'accès aux engrais minéraux de synthèse par les producteurs biologique. Près de 67% des producteurs de coton biologique réfutent la pratique du doublon en ce qui concerne la production du coton et préfèrent recourir uniquement à la fumure organique, estimant que les pratiques de doublons n'inspirent pas confiance aussi bien aux membres du groupement de producteurs de coton biologique que ceux du coton conventionnel. Cependant, ces producteurs se trouvent confrontés au problème d'accès aux engrais minéraux pour leur parcelle de maïs. En effet, officiellement, les crédits intrants ne sont octroyés qu'aux membres des Groupements Villageois de Producteurs de Coton (GVPC) à un prix déterminé avant le démarrage de la campagne. Théoriquement, les producteurs de coton biologique ne peuvent y avoir accès. Ainsi, la nécessité pour ces producteurs de disposer des engrais, notamment pour la production du maïs, les amènent à développer diverses stratégies pour y accéder. Ces stratégies peuvent emprunter la voie de bradage des engrais chimiques entre producteurs de coton conventionnel et biologique, celle de l'achat en ville ou celle du troc des produits.

Parmi les 63% de producteurs de coton biologique qui ne s'adonnent pas à la pratique du doublon, 56% n'utilisent que des engrais organiques pour la production du coton et du maïs alors qu'environ 44% recherchent les intrants au niveau du village ou se rabattent sur la ville. En ce qui concerne le bradage, il est rendu possible par la non-réalisation des intentions de production par les producteurs de coton conventionnel. En effet, les producteurs qui bradent les engrais sont ceux qui ont constitué des stocks « sécuritaires » par une surévaluation des quantités nécessitées, au moment de l'expression de leurs besoins en engrais en début de campagne. Pour des raisons diverses qui limitent leurs disponibilités temporelles et financières (voyages, maladies, cérémonies, scolarisation des enfants, etc.), ces producteurs en

arrivent à réduire les superficies consacrées au coton et au maïs, ou à réduire les doses d'engrais appliquées au coton. Au cours de la campagne 2011-2012, des producteurs de coton biologique ont acheté le sac d'engrais à un prix compris entre 8.000 et 10.000 FCFA dans le marché noir alors que le prix officiel était de 11.000 FCFA. Cette pratique se fait généralement à l'insu des responsables des GVPC, du moins officiellement et, est parfois source de conflits entre cotonculteurs conventionnels et biocotonculteurs. Ainsi, un producteur de coton biologique surpris en flagrance de délit d'achat d'engrais dans le marché noir par les responsables des GVPC, se voit confisquer le sac d'engrais. Aussi, pour pallier ces conflits, les biocotonculteurs ayant rejeté la pratique de « parcelle-doublon » et d'« exploitation-doublon », préfèrent se rendre dans les magasins du centre-ville pour s'en acquérir. Dans ces conditions, en plus du coût du transport, ces derniers sont contraints de payer un prix d'achat plus élevé que le prix officiel de l'engrais au village. Ainsi, au cours de la campagne 2011-2012, les producteurs qui ont eu recours à cette voie, ont obtenu l'engrais à 15.000 FCFA contre 11.000 FCFA au village.

La pratique du troc a lieu entre les producteurs de coton biologique qui disposent des réserves de maïs et les producteurs de coton conventionnel qui connaissent des périodes de pénurie alimentaire au cours de la campagne ou qui envisagent de constituer de grands stocks de maïs. Aucune règle n'est cependant établie pour guider les transactions. Cependant, le constat reste que les exploitants échangent généralement 1 sac de maïs contre 2 sacs d'engrais ou 3 sacs de maïs contre 4 sacs d'engrais, soit un taux de change variant entre 0,5 et 0,75. Les termes de l'échange dépendent des négociations entre les deux parties et du coût du maïs et de l'engrais au moment de la transaction ainsi que des relations entre elles.

5. Discussion

Les producteurs de coton biologique perçoivent leur environnement comme pourvoyeuse de ressources naturelles destinées au bien être de l'homme. Ainsi, l'adhésion au système de production de coton biologique semble être principalement motivée par des considérations économiques. Ces différents résultats viennent corroborer ceux de Kouevi *et al.* (2006), qui ont montré que les avantages financiers perçus par le producteur de coton biologique, face aux déboires de la filière conventionnelle, constituent les principaux facteurs qui déterminent l'adhésion des producteurs à la culture du coton biologique. Dans le même registre, Tovignan (2005), Bio Worou (2011) et Dembélé (2012) ont conclu que la production du coton biologique constitue une opportunité offerte aux producteurs à ressources limitées d'améliorer leur revenu. Contrairement à ces auteurs, Baudron *et al.* (2006) ont estimé que l'évidence des avantages comparatifs du coton biologique n'est pas démontrée du fait de la non-prise en compte de certains coûts de production minimisés par le producteur. Il s'agit essentiellement des

coûts liés à la main d'œuvre (la production biologique étant plus consommatrice de main d'œuvre), à la gestion des ravageurs et de la fertilité du sol, qui en réalité ne peuvent qu'alourdir les coûts de production. A ces différents coûts, se greffe la question des rendements du coton biologique dont la moyenne, de l'ordre de 500 Kg/ha, tourne souvent autour de la moitié de celle du coton conventionnel. Ainsi, selon Baudron *et al.* (2006), ces différentes charges peuvent contrebalancer l'avantage offert par le prix d'achat du coton graine et le non usage d'intrants externes qui implique la disparition d'un poste de dépense important. Il importe cependant de nuancer la pertinence de ce point de vue dans la mesure où, elle semble se baser sur la rationalité économique. En clair, même si l'appréciation paysanne des avantages du coton biologique se baserait sur une sous-estimation des charges liées à la production, la perception qu'en ont les producteurs les amène à trouver dans ce système un moyen d'améliorer leur revenu.

Si la production de coton biologique est perçue par les producteurs comme économiquement plus rentable, l'abandon total de la production du coton conventionnel constitue pour eux une renonciation officielle à l'accès aux engrais minéraux pour les autres cultures de l'exploitation, dont le maïs en tête. En effet, l'attention dont a longtemps bénéficiée le coton conventionnel lui a conféré la place de culture locomotive au sein de l'exploitation agricole. Seule la culture du coton permet ainsi d'obtenir des engrais minéraux qui sont ensuite redistribués sur toutes les cultures de l'exploitation pour lesquelles les producteurs jugent incontournable le recours aux engrais minéraux. Plusieurs études ont montré qu'en milieu rural d'Afrique Sub-saharienne, cette redistribution des engrais se base principalement sur la distance entre les champs et le lieu de résidence du producteur. C'est ce constat qui a conduit Serpantié *et al.* (1988) à distinguer trois grands systèmes de cultures à savoir : les systèmes de case, de champ et de brousse. Dans ces systèmes, la redistribution des intrants se fait suivant un gradient de fertilité décroissant, des champs de brousse aux champs de case (Tittonell *et al.*, 2005 ; Giller *et al.*, 2006). Ainsi, les champs les plus éloignés, portant généralement des cultures de rente, bénéficient moins de soins du producteur, les intrants et la main d'œuvre étant concentrés sur les champs de case qui portent les cultures vivrières. Contrairement à ce qu'ont décrit ces auteurs, le coton et le maïs, plantes exigeantes en fertilité et d'importance capitale pour les producteurs, sont les deux cultures qui reçoivent le plus d'attention et de soins en termes d'apports d'éléments nutritifs et d'entretien. Ces cultures étant souvent installées sur des parcelles de brousse et donc très éloignées de la concession, leur gestion pose donc d'énormes contraintes au producteur, notamment en terme de mobilisation et de gestion de la matière organique. Selon la perception des producteurs de coton biologique, le défi reste l'accès aux engrais minéraux pour le maïs. Ceci se justifie par le fait que, non seulement le maïs constitue un des principaux aliments de base mais aussi et surtout une culture de grande consommation sur toute l'étendue du territoire national, ce qui en fait une

principale culture de rente. De plus, culturellement, le producteur perçoit comme une aberration et une honte le fait d'acheter l'aliment qu'il produit lui-même. Cette importance socioculturelle et économique que revêt le maïs explique qu'il vienne toujours après le coton dans le système de rotation et bénéficie encore d'un apport d'engrais. Dès lors, l'adhésion au système de production de coton biologique se présente comme une prise de risques pour le producteur qui se trouve partagé entre deux systèmes incompatibles du point de vue des principes, mais offrant chacun des avantages jugés complémentaires par le producteur. Ceci le met face à un dilemme. En effet, comment se soustraire de la production du coton conventionnel pour garantir un revenu de coton plus important sans compromettre la seule voie d'accès aux intrants coton pour la fertilisation du maïs ? Comment également obtenir des engrais chimiques destinés officiellement au coton conventionnel sans être membre d'un groupement de producteurs de coton ?

Comme le stipule notre hypothèse, les producteurs de coton biologique peuvent développer des stratégies en vue de réaliser leurs objectifs de production. Les principales stratégies mises en place s'apparentent davantage à la ruse qui amène certains producteurs à mettre en œuvre divers systèmes de production, soit de manière individuelle, soit de manière collective avec l'implication de tous les membres de l'exploitation. Le bradage des engrais minéraux constitue également une autre forme de stratégie développée. La nature des innovations vulgarisées à travers le système de production de coton biologique et la manière dont elles ont été intégrées au système d'exploitation semble prédisposées les producteurs au développement de telles stratégies. En effet, les principes et exigences sur lesquels se basent le système de production de coton biologique, procèdent d'un processus d'idéalisation et de substitution (Mallein et Toussaint, 1994 ; Millerand, 1998) et amènent le producteur à se déconnecter de ses anciennes pratiques de production pour mettre en œuvre de nouveaux modes de produire du coton.

Par ailleurs, ces stratégies traduisent un contournement du système de contrôle interne mis en place au sein de la filière. En effet, au niveau village, en dehors du rôle joué par les agents d'appui technique, le système de contrôle implique les producteurs à travers le contrôle social qu'ils exercent les uns sur les autres. Ainsi, le contournement de ce système par des producteurs de coton biologique, même si ceux-ci ne représentent qu'à peine 37% des enquêtés pose la question

de l'efficacité du contrôle social exercé par leurs organisations de production. Par ailleurs, on pourrait se demander si le grand effectif des producteurs relativement au nombre très réduits d'agents techniques, l'éparpillement des parcelles de production (la superficie moyenne est de 0,5 hectare et de la très grande distance qui les séparent les unes des autres et des lieux de résidences), etc. n'expliquerait pas la plus grande marge de manœuvre dont disposent les producteurs pour la mise en œuvre de leurs stratégies. La perception des risques liés à l'adoption du système de production de coton biologique au Bénin peut donc constituer un frein à une mise en œuvre adéquate des pratiques durables de production de coton, pour reprendre les termes de Fraval (2000) et conduire les producteurs à développer des pratiques qui s'écartent des exigences du système. Ces résultats révèlent, comme l'ont montré Nijkamp et *al.*, (2001) que le processus d'adoption des innovations environnementales est moins transparent que celui des innovations normales. Ces constatations corroborent également les considérations théoriques de certains auteurs selon lesquelles, bien que le risque est omniprésent dans tout processus d'adoption des innovations, les petits paysans africains, loin de subir avec fatalité les mutations qui affectent ou sont susceptibles d'affecter leur appareil de production, font preuve d'adaptation. Ainsi, les transformations qu'ils opèrent dans et sur leur environnement traduisent leur forte capacité de résilience et constituent des signaux extérieurs et visibles de cette adaptabilité (Giddens, 1987 ; Bernier, 1997 ; Fraval, 2000).

En somme, pour une durabilité de la production de coton biologique, il importe que des réponses soient apportées aux préoccupations des producteurs en ce qui concerne la gestion de la fertilité des sols en général et leur accès aux engrais spécifiques au maïs en particulier. La possibilité de disposer des exploitations mixtes pourrait être envisagée et analysée afin de déterminer les conditions dans lesquelles elle pourrait contribuer à une plus grande durabilité du système de production de coton biologique. A l'échelle du système agricole, une réorganisation de l'espace dans le sens de la concentration des parcelles de coton biologique dans une même zone pourrait permettre une meilleure efficacité de l'appui technique aux producteurs et une meilleure concentration des efforts en matière de gestion de la fertilité des sols. Une mise en œuvre effective du Schéma Directeur d'Aménagement Communal des différentes localités du Bénin pourrait y contribuer.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Assogba S. C.-G., R.C. Tossou, Ph. Lebailly & Y. Magnon. 2014a. Sustainable intensification of agriculture in Benin: Myth or reality? Lessons from organic cotton and cotton made in Africa production systems. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 2 (5) : 694-704.
- Assogba S. C.-G., R.C. Tossou, Ph. Lebailly. 2014b. Influence des représentations sociales de l'environnement sur l'adoption des pratiques durables de production. Une contribution à partir du système de production de coton biologique au Bénin. *Journal of oriental and african studies*. 23 : 227-248.
- Adegeye, A. J. and Dittoh, J. S. 1985. *Essentials of Agricultural Economics*. New Edition. Impact Publisher, Ibadan, Nigeria.
- Albarelo L. 2011. Choisir l'étude de cas comme méthode de recherche. Editions De Boeck, Bruxelles. 144pp.
- Baudron F., Toe, P. & Prudent P. 2006. Production ou Conservation ? « OR BLANC ou ORDURE ». Le dilemme du coton en périphérie du parc Transfrontalier W du Niger (Est Burkina Faso, Nord Bénin) : Création-Diffusion des systèmes de culture agro écologiques plus durables et plus respectueux de l'environnement. Ouagadougou, Burkina-Faso, Régional Parc-W (ECOPAS).
- Béché E. 2010. Le détournement d'une innovation par les apprenants camerounais. Pour une approche globale et participative de l'intégration scolaire des TIC. Innovation et communication dans le contexte de la mondialisation. 3 (5) : 139-150.
- Bélières J.-F., Bidou J.-E. & Droy. I. 2010. Conflits de durabilité : 251-276. Le cas des systèmes de production cotonniers au Mali. In Thibaud B. & François A. (eds). *Systèmes de production et durabilité dans les pays du Sud*. Karthala, Paris.
- Bernier X. 1997. Les mutations des espaces ruraux dans les pays en voie de développement. Economica Edition, Paris.
- Bio Worou N. 2011. Analyse socio-économique des coûts de production des options de coton conventionnel, CmiA et biologique au Bénin. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Université de Parakou, Bénin.
- Bourrigaud R. 1993. Le développement agricole au XIX^e siècle en Loire-Atlantique. Essai sur l'histoire des techniques et des institutions. Thèse de droit, Université de Nantes.
- Chambat P. 1994. Usages des TIC: évolution des problématiques. *Technologies de l'information et société*. 6 (3): 249-270.
- Chayanov A. V. 1966. *The Theory of Peasant Economy*. Homewood III.
- Debuyst F. 2001. Acteurs, stratégies et logiques d'action : 115-148. In Debuyst F., Defourny P. & Gérard H. (eds) *Savoirs et jeux d'acteurs pour des développements durables*. Academia Bruylant, Louvain-la-Neuve.
- Defourny P. & Baret P. 2001. Le développement durable : une exigence des sciences de la nature? : 29-39. In Debuyst F., Defourny P. & Gérard H. (eds.) *Savoirs et jeux d'acteurs pour des développements durables*. Academia Bruylant, Louvain-la-Neuve.
- Dembélé K. 2012. Alternative possible à la production traditionnelle du coton en Afrique dans une perspective de développement durable? Le cas du système de production biologique et équitable au Mali. Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio-Tech.
- Feret S. & Douguet, M. 2001. Agriculture durable et agriculture raisonnée. *Nature, sciences, sociétés* 1: 58-64.
- Floquet A. B., Maliki R., Tossou R.C. & Tokpa C. 2012. Evolution des systèmes de production de l'igname dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Cahier Agriculture*. 21: 427-437.
- Fraval P. 2000. *Éléments pour l'analyse économique des filières agricoles en Afrique subsaharienne*. Ministère des Affaires Etrangères, Bureau des politiques agricoles et de la sécurité alimentaire (BPSA), Paris.
- Freeman C. 1982. *The Economics of Industrial Innovation*. Pinter, London.
- Gentil D. 1987. Quelques interrogations au sujet de la méthode "Formation et Visites" : 127-135. In Belloncle, G. (éd.) *Recherche, vulgarisation et développement rural en Afrique Noire*. Ministère de la Coopération et du Développement, Paris..
- Giddens A. (1987). *La constitution de la société. Eléments de la théorie de la structuration*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Giller K. E., Beare M. H., Lavelle P., Izac A.-M. N. & Swift M.J. 1997. Agricultural intensification, soil bio-diversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*. 6: 3-16.
- Gopalakrishnan S. & Damanpour F. 1996. A review of Innovation Research in Economics, Sociology and Technology Management. *International Journal of Management Sciences*. 25 (1): 15-28.
- Grandin B. F. 1988. *Wealth ranking in smallholder communities. A field manual*. ITDG, London.
- Halila F. 2007. *The adoption and diffusion of environmental innovations*. Doctoral dissertation. Lulea University of Technology, Sweden.
- Jamin J.-Y., Havard, Mbéid-Bessane M. E., Vall; E., Fall, A. 2007. Dynamique et évolution des exploitations agricoles, 155-172. In Gafsi M., Dugué P., Jamin J.-Y. & Brossier J. (eds). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Editions Quaen, Paris.
- Kouevi T. & Vodouhe D.S. 2006. Analyse comparée du coton biologique et du coton conventionnel, détermination des conditions de renforcement et d'institutionnalisation du coton biologique et identification de nouvelles spéculations à promouvoir. OBEPAB/Solidaridad, Cotonou/Pays-Bas.
- Lallau B. 2008. Les agriculteurs africains entre vulnérabilité et résilience. Pour une approche par les capacités de la gestion des risques. *Revue Française de Socio-Economie*. 1(1): 177-198.
- Mallein P. & Toussaint Y. 1994. L'intégration sociale des TIC : une sociologie des usages. *Technologies de l'information et société*. 6 (4): 315-335.
- Mastaki Namegabe J. L. 2006. Le rôle des goulots d'étranglement de la commercialisation dans l'adoption des innovations agricoles chez les producteurs vivriers du Sud-Kivu (Est de la R.D.Congo). Thèse de doctorat. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. Belgique.thieu P.

2001. Accroissement démographique et gestion de l'environnement en Afrique sub-saharienne : 374-411. In Debuyst F., Defourny P. & Gérard H. (eds) *Savoirs et jeux d'acteurs pour des développements durables*. Academia Bruylant, Louvain-la-Neuve 374-411.
- Millerand F. 1998. Usages des NTIC : les approches de la diffusion, de l'innovation et de l'appropriation 1^{ère} partie. Université de Montréal, Montréal.
- Millerand F. 1999. Usages des NTIC : les approches de la diffusion, de l'innovation et de l'appropriation 2^{ème} partie. Université de Montréal, Montréal.
- Nijkamp P., Rodenburg C. A. & Verhoef E.T. 2001. The adoption and diffusion of environmentally friendly technologies among firms. *International Journal of Environmental Technology and Management*. 1(1/2) : 87-103.
- Offermann F. & Nieberg H. 2000. Economic Performance of Organic Farms in Europe. *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*. 5.
- Olivier de Sardan J.-P. 2001. Les trois approches en anthropologie du développement. *Tiers-Monde*: 729-754.
- Proulx S. 2005. Penser la conception et l'usage des objets communicationnels : 297-318. In Saint-Charles J. 1 Mongeau, P. (eds). *Communication : Horizon de recherches et de pratiques*. Presses de l'Université du Québec.
- Serpantie G., Tezenas L. Montsel & Valentin C. 1988. La dynamique des états de surface d'un terroir agropastoral soudano-sahélien. Conséquences pour les systèmes de production. Ouagadougou, ORSTOM.
- Tittonell P., Vanlauwe B., Leffelaar P.A., Shepherd K.D. & GillerB.K.E. 2005. Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farms in western Kenya. *Heterogeneity at region and farm scale. Agriculture, Ecosystems & Environment* 110(3-4): 149-165.
- Ton P. 1995. Le moteur blanc et le dévastateur blanc : coton, développement rural et dégradation des terres. Netherlands, Instituut voor Sociale Geografie.
- Tovignan D. S. 2005. Gender Perspectives in the Adoption of Organic Cotton in Benin: A farm Household Modelling Approach. PhD thesis, University of Giessen.
- Van Der Pol F et Traore, B. 1993. Soil nutrient depletion by agricultural production in Southern Mali. *Fertilizer Research*. 36 :79-90.
- Weber J. 2002. Risque et pauvreté : Comment penser un monde sans assurances. *Risques*. 51: 100-104.
- Yin R. K. 1999. *Case Study Research: Design and Method* (3rd edition.). Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- Zagbaï H., Berti, S. F. et Lebailly, Ph. 2006. Impact de la dynamique cotonnière sur le développement rural. Étude de cas de la région de Korhogo, au Nord et au Centre de la Côte-d'Ivoire. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 10 (4) : 325-334.



Déterminants de la diffusion des technologies en milieu rural avec les vidéos : Cas des bonnes pratiques de transformation de soja en fromages au Bénin

Paul Jimmy^{1*}, Ismail Moumouni¹, Florent Okry^{2,3}, Latifou Idrissou¹, Mohamed N. Baco¹, Guy S. Nouatin¹

¹Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département d'Economie et Sociales Rurales, Bénin

²Access Agriculture, Nairobi, Kenya

³ Université Nationale d'Agriculture, Bénin

Reçu le 15 Octobre 2016 - Accepté le 05 Décembre 2016

Determinants of technologies diffusion with videos in rural areas: Case of good practices of soybean processing into cheeses in Benin

Abstract: The present study focuses on the analysis of determinants of technologies diffusion within agricultural extension based on training video systems. The case study targeted women processing soybean into cheeses and used a video training on soybean processing goods practices . 360 women exposed to video are surveyed in six municipalities in the central and northern of Benin. Data was collected on perceptions of women on the form and the content characteristics of video, and on the diffusion of messages contained in video. Binary logistic regression results showed that diffusion of video messages is affected positively with contents characteristic of video such as perception that technology in the video can satisfy the clients request for cheese improved in quality, and perception that through video the technology is easy to understand and use. These results suggest that video has the capacity to reduce technology complexity perceived, increasing diffusion of innovations. Expansion of video use in agricultural extension was recommended.

Key words: Diffusion of innovations ; Video ; agro food processing ; soybean ; Benin.

Résumé : La présente étude s'est intéressée à l'analyse des déterminants de la diffusion des technologies agricoles vulgarisées au travers des messages vidéo au cours des formations, en se basant sur le cas des femmes formatrices de soja en fromages. La vidéo choisie présente les bonnes pratiques de transformation de soja en fromages. Au total, 360 femmes formatrices préalablement exposées à la vidéo ont été enquêtées dans six communes réparties dans le nord et le centre du Bénin. Les données ont été collectées sur les perceptions des femmes sur les caractéristiques de forme et de contenu de la vidéo de même que sur la diffusion des messages de la vidéo. Les résultats de la régression logistique binaire ont montré que la diffusion des messages vidéo est affectée positivement par les caractéristiques de contenu de la vidéo telles que la perception que la technologie visualisée dans la vidéo permet de satisfaire le besoin de qualité exprimé par la clientèle et la perception que la technologie est facile à comprendre et à utiliser. Ces résultats suggèrent que la vidéo démontre une capacité de simplification de la technologie, stimulant sa diffusion. L'expansion de l'utilisation de la vidéo dans le système de vulgarisation agricole est recommandée.

Mots clés : Diffusion d'innovations ; Vidéos ; Transformation agro-alimentaire ; Soja ; Bénin.

1. Introduction

La filière soja est l'une des filières reconnues comme émergentes. Bien que non retenues dans le plan stratégique de relance du secteur agricole (MAEP, 2011), elle est en forte expansion avec une production qui est passée de 72 994 tonnes à 96 944,35 tonnes entre 2013 et 2014, soit un accroissement de 32,81% (DEDRAS-ONG, 2014). D'autre part, l'activité de transformation de soja en fromages prend de plus en plus d'ampleur au Bénin. Environ 30.000 femmes sont impliquées directement dans ces activités de transformations, sans oublier, les acteurs indirects que sont les meuniers, les transporteurs, et les taxis motos (DEDRAS-ONG, 2014). De plus, le fromage de soja comme les autres produits de transformation de soja (les farines, pour les bouillies riches en protéines ; la moutarde, les biscuits, etc.) constitue l'un des aliments naturels les plus riches, en raison de la grande quantité de protéines, de glucides, de lipides, de vitamines A et B, de phosphore, de potassium, de calcium, de magnésium, de zinc et de fer qu'il renferme et peut même complètement remplacer la viande (De Staercke, 1990). La transformation de soja en fromages contribue ainsi à la sécurité alimentaire, à la réduction de pauvreté, et recèle un grand potentiel de promotion de l'autonomisation des femmes. Cependant, l'activité de transformation est fortement traditionnelle, ce qui réduit la capacité de pénétration de marché des fromages de soja et les marges de bénéfice des femmes.

La vulgarisation agricole est longtemps reconnue importante pour apporter les nouvelles connaissances et promouvoir les innovations en milieu rural (Eicher, 2007). Mais, l'un des défis importants de la vulgarisation agricole est d'identifier la meilleure méthode de communication des informations agricoles aux paysans (Woodard, 2012). A cela s'ajoute de plus en plus la prépondérance des effets négatifs des changements climatiques en agriculture (Cline, 2007 ; Kabubo-Mariara et al., 2007 ; Kotir, 2011). Aussi, le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC) crée-t-il d'énormes opportunités. En l'occurrence, l'utilisation des vidéos est apparue et est préconisée comme une alternative intéressante (Feder et al., 1999 ; Mgumia, 2004 ; Van Mele, 2011). Aussi, les vidéos ont démontré une grande capacité d'induction des changements socio-organisationnels, et même institutionnels au sein des communautés bénéficiaires au Bénin (Zossou et al., 2010), au Nigéria et en Ouganda (Bentley et al., 2013), et au Mali (Bentley et al., 2014).

L'utilisation des vidéos fait ressortir l'importance du matériel de vulgarisation au travers duquel l'innovation est exposée dans la performance de la vulgarisation agricole. Cependant, la littérature se focalise très peu sur les facteurs relatifs à la forme et au contenu du matériel de vulgarisation

dans l'analyse des facteurs déterminant l'adoption d'une technologie (Feder, 1982 ; CYMMIT, 1993 ; Boahene et al., 1999 ; Adégbola et Gardebroek, 2007 ; Matuschke et Qaim, 2009 ; Cavatassi et al., 2011). Or, selon Woodard (2012), la prise en compte des caractéristiques de forme et de contenu du matériel de vulgarisation tel que la vidéo permet-elle de lever en amont d'éventuelles barrières d'adoption pour augmenter les chances de succès et d'efficacité de la vulgarisation par les vidéos. D'autre part, ces études n'expliquent pas en quoi les caractéristiques du matériel de vulgarisation tels que les vidéos peuvent faciliter la perception de la complexité ou non de la technologie, soit son intérêt aux yeux des bénéficiaires.

La présente recherche vise à combler ce gap de connaissances. Il développe un modèle de diffusion qui analyse les caractéristiques de forme et de contenu des vidéos de formation agricole déterminant la diffusion des technologies enseignées. L'étude de cas se base sur une vidéo sur les bonnes pratiques de transformation de soja en fromages chez les femmes formatrices de soja au Bénin. L'étude est censée mettre en lumière les facteurs clés à prendre en compte dans la conception des vidéos de formation agricole pertinentes et efficaces pour la diffusion des innovations. La suite de ce papier présente le cadre analytique, la méthodologie, les résultats obtenus et les discussions et conclusions.

2. Matériel et méthodes

2.1. Approche méthodologique et vidéo choisie

L'approche méthodologique adoptée est l'approche expérimentale (Loubet des Bayle, 2000). L'expérimentation a consisté à choisir une vidéo et à la projeter au sein des bénéficiaires, en vue de mesurer et définir un modèle de conception de vidéo approprié pour répondre aux contextes et aux besoins des producteurs. La vidéo choisie ressort six bonnes pratiques de transformation de soja en fromages pour les femmes formatrices.

2.2. Cadre analytique

Rogers (2003) définit la diffusion d'une innovation comme le processus par lequel une innovation est transmise aux membres du système social pour son adoption. Ainsi, la diffusion est considérée ici comme le partage ou non de l'information reçue au travers de la vidéo par une personne l'ayant suivie, avec d'autres personnes n'ayant pas suivi. L'adoption ou non des messages vidéo reçus par ces dernières personnes n'est pas prise en compte (Hountondji Savi, 2005).

Les caractéristiques de forme de la vidéo regroupent la qualité de son, la qualité de l'image, la durée de la vidéo, la langue de la vidéo (Woodard, 2012). Les caractéristiques de contenu de la vidéo se rapportent aux caractéristiques de la technologie, considérées pour son adoption et sa diffusion selon Rogers (2003). Il s'agit de la pertinence, la compatibilité, la complexité, la testabilité et l'observabilité de l'innovation. La testabilité et l'observabilité procèdent des

*Auteur correspondant : jimmykouetepaul@yahoo.fr, BP: 123 Parakou, Bénin Tél : +229 9700 7212

Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

actions directes de la bénéficiaire dans son processus de décision d'utilisation de la technologie. Elles ne sont pas retenues ici puis que la diffusion est définie sans prendre en compte l'adoption. Les autres caractéristiques sont opérationnalisées en considérant que « la technologie présentée ou message de la vidéo est capable de satisfaire à un besoin de connaissance du bénéficiaire » pour la pertinence ; « la technologie est facile à comprendre et à utiliser » pour la complexité technique (effet de la rapidité de passage des visualisations-vidéos, fidélité de la transmission et démonstration de la technologie) ; « la technologie nécessitant l'achat de nouveaux équipements ou l'acquisition de nouvelles aptitudes avant utilisation » pour la complexité matérielle (exigence de nouvelles dispositions) ; « la facilité d'acquisition de nouveaux équipements ou constituants » pour la compatibilité.

Les variables décrites pour la pertinence et la compatibilité des technologies ne se particularisent pas avec

l'utilisation de la vidéo. L'analyse de la complexité de la technologie perçue avec l'utilisation de la vidéo concerne principalement la caractéristique de contenu par la « perception que la technologie est facile à comprendre et à utiliser », et la caractéristique de forme relative à la langue de conception.

2.3. Zones d'étude

L'étude s'est déroulée dans les six principales communes d'intervention du projet d'appui à la filière soja (PAFISO) de DEDRAS-ONG dans les départements du Borgou et des Collines, situés respectivement au Nord et au centre du Bénin. Quatre communes ont été ciblées dans le Borgou (Tchaourou, N'dali, Pèrèrè, et Nikki), et deux communes dans les Collines (Savè et Ouèssè). La Figure 1 présente les zones d'étude.

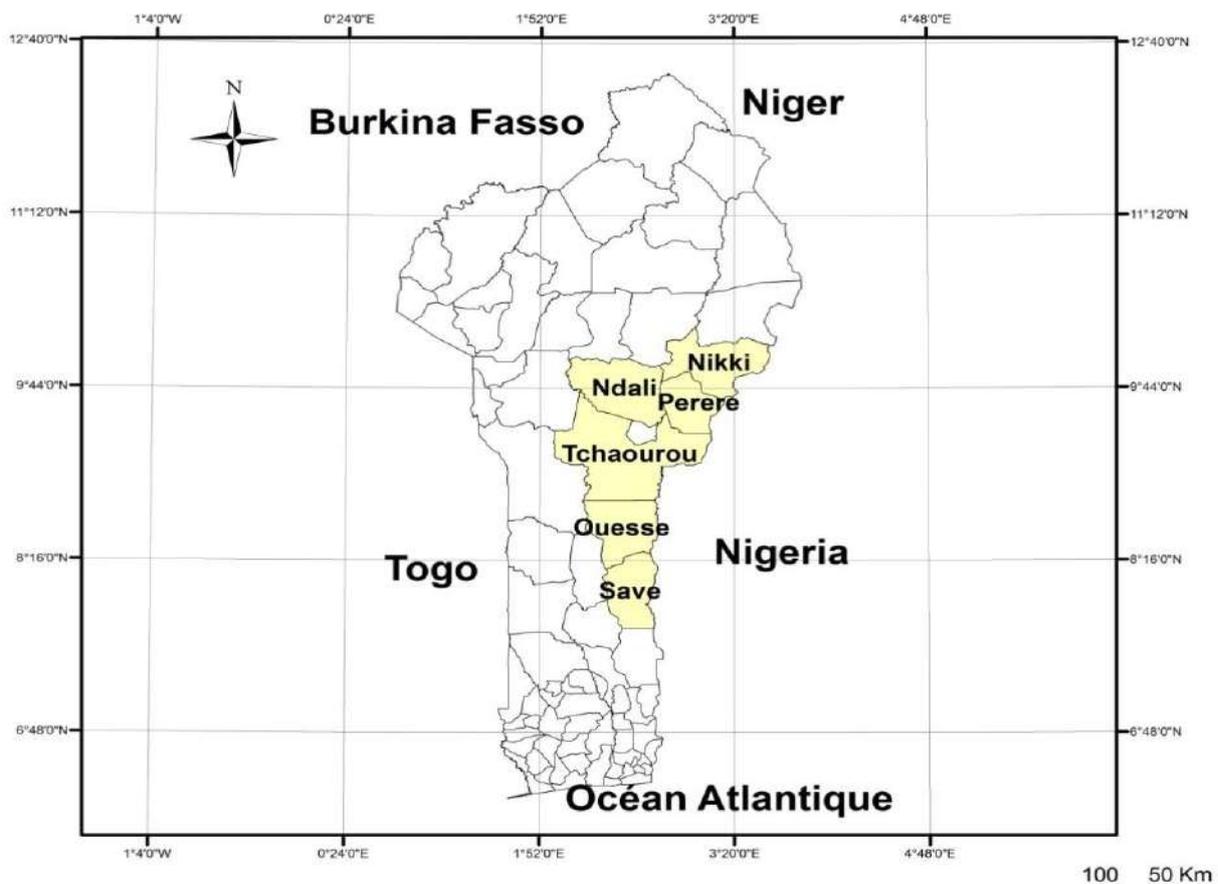


Figure 1 : Carte du Bénin montrant la zone d'étude (zone colorée sur la carte)

2.4. Unité de recherche, échantillonnage, et collecte des données

Les femmes transformatrices de soja en fromages des six communes d'étude constituent les unités de recherche. D'abord, sur une dizaine de villages d'intervention du PAFISO par commune, quatre villages ont été choisis de façon aléatoire, soit au total 24 villages d'enquête. Etant donné, l'approche expérimentale adoptée, l'échantillonnage des femmes est accidentel, suivant leur présence dans les villages ciblés lors de la projection de la vidéo. Le nombre total de femmes enquêtées est déterminé pendant la phase de collecte. En effet, les villages sélectionnés ont eu la visite de l'équipe de recherche pour la projection de la vidéo. Une première phase de collecte de données a été associée à cette étape auprès de l'échantillon constitué des femmes transformatrices présentes dans chacun des villages ayant regardé la vidéo. Une deuxième phase de collecte des données s'est déroulée deux semaines après pour confirmer l'échantillon, avec la participation de l'ensemble des femmes transformatrices prises en compte à la première phase. Au total, 360 femmes provenant des 24 villages sélectionnés, et ayant été interviewées à la première phase et à la deuxième phase de collecte des données ont constitué l'échantillon de cette étude.

La collecte des données s'est principalement basée sur des questionnaires adressés aux femmes. La première phase de collecte des données s'est focalisée sur les facteurs socio-économiques des enquêtées (âge, niveau d'instruction, nombre d'années d'expériences, nombre d'actifs agricoles, et capacité d'activités hebdomadaires), et les caractéristiques de forme et de contenu de la vidéo à savoir : la perception sur la durée de la vidéo, la perception sur la qualité du son de la vidéo, la perception sur la qualité de l'image de la vidéo, le besoin de traducteur pendant la projection comme proxy de la maîtrise de la langue de la vidéo, la perceptions sur la capacité de la technologie à satisfaire un besoin de qualité exprimé par la clientèle comme mesure de l'avantage comparatif du message vidéo, la perceptions sur la facilité de compréhension et d'utilisation de la technologie comme mesure de la complexité de la technologie, la perception sur l'exigence de la technologie à l'achat de nouveaux équipements pour mesurer le coût de la technologie et la perception sur la facilité d'acquisition de ces nouveaux équipements. Deux semaines après, la deuxième phase de collecte de données a consisté à mesurer la variable de diffusion, c'est-à-dire le partage ou non des messages vidéo à ses paires.

2.5. Analyse des données

L'analyse des données s'est basée sur la statistique descriptive et la régression logistique. Le logiciel SPSS version 20 a été utilisé. La statistique descriptive a permis de présenter les données générales avec le calcul des moyennes et des fréquences. La régression logistique a été utilisée pour analyser les déterminants de la diffusion des messages au sein des femmes transformatrices de soja en fromages. La

forme théorique du modèle s'écrit comme suit : $Y = \beta X_i + \varepsilon$; Y étant la variable dépendante dichotomique ayant la valeur 0 pour la non diffusion, et la valeur 1 pour la diffusion ; X_i la variable explicative ; β le coefficient estimé, et ε la constante.

Le coefficient de détermination Pseudo R^2 a permis de juger la qualité des modèles : le Pseudo R^2 permet de dire la variance expliquée par le modèle. Les variables indépendantes introduites dans le modèle obéissent aux considérations inspirées de la théorie de l'adoption et de diffusion de Rogers (2003) et de certaines observations empiriques. La prédisposition de la femme formatrice à la diffusion des messages vidéo est considérée comme fonction de :

- sa perception sur la durée de la vidéo. La perception que la durée de la vidéo est courte est favorable à la diffusion de la vidéo. En effet, les vidéos d'une durée moyenne de 10 min ont tendance à capter l'attention et la concentration des téléspectateurs (Woodard, 2012). Cela rend les messages faciles à la compréhension et au partage.

- sa perception sur la qualité du son de la vidéo. La perception que la qualité de son est bonne est favorable à la compréhension en ce sens que la formatrice peut bien recevoir et comprendre le message parce que le son sollicite l'activité de la mémoire fonctionnelle pour l'intégration de connaissances (Mayer et Moreno, 2000), et par suite à la diffusion.

- sa perception sur la qualité de l'image. La perception que la qualité de l'image est bonne augmente la diffusion des messages vidéo. La théorie cognitive de l'apprentissage multimédia positionne que la combinaison des images et des sons est favorable à l'apprentissage (Mayer et Moreno, 2000), et par conséquent à la diffusion.

- la langue de la vidéo. Elle est mesurée par le besoin de traducteur ou non au cours de la projection. La diffusion peut être influencée négativement lorsque la visualisation est faite sans comprendre la langue de la vidéo. Cela ne favorise pas la motivation de la formatrice à partager l'information du fait qu'elle n'aurait pas compris le message de la vidéo (Zossou *et al.*, 2010 ; Bentley *et al.*, 2013).

- sa perception sur la capacité de la technologie à satisfaire à un besoin de qualité exprimé par la clientèle, comme mesure de l'avantage comparatif et de la pertinence de la technologie vulgarisée (Rogers, 2003) par la vidéo. La pertinence des messages vidéo peut influencer positivement la diffusion puis que la formatrice peut être motivée à partager la solution découverte avec ses paires qui n'ont pas eu l'occasion de suivre la vidéo.

- sa perception sur la facilité à comprendre et à utiliser la technologie, comme mesure de sa complexité. La reconnaissance que la vidéo montre clairement le "comment utiliser" la technologie peut favoriser la diffusion.

- sa perception que la technologie nécessite l'achat de nouveaux équipements, comme mesure de la complexité matérielle de la technologie, peut influencer positivement la diffusion lorsque l'innovation présentée est différente des connaissances antérieures, ou lorsque le bénéficiaire recherche les solutions d'acquisition ces équipements auprès de ses pairs.

□ sa perception que la technologie est facile d'acquisition et d'utilisation à cause des nouveaux équipements ou constituants qu'elle implique, comme mesure de la compatibilité est favorable à la performance de la vulgarisation, étant donné qu'elle se rapporte à son coût qui peut être un obstacle à son adoption (Kim, 2011 ; Oh et al., 2012). En effet, l'observation et l'identification que ces nouveaux équipements sont des matériels usuels existant à leur niveau, c'est-à-dire que la technologie n'engendre pas de nouveaux coûts, ou engendre de faibles coûts pour la formatrice peuvent favoriser la diffusion.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques socio-économiques des enquêtées

L'âge moyen des formatrices enquêtées est de 36 ans. Le nombre moyen d'années d'expériences est de 5 ans. Les grandes formatrices ont une capacité moyenne de 50 Kg de soja transformé par semaine. Les femmes enquêtées sont en majorité (95%) non instruites, et seulement environ 10% ont suivi l'alphabétisation dans leurs langues locales.

3.2. Diffusion des messages, facteurs de forme et de contenu de la vidéo

Parmi les femmes formatrices enquêtées, 70% ont partagé les messages vidéo reçus de la projection à leurs pairs qui n'ont pas eu l'occasion de la visionner. Toutes les femmes ont estimé que la vidéo est de courte durée et que les images sont de bonne qualité. Environ 85% des enquêtés ont trouvé que la qualité du son est bonne. Cependant, plus de 80% des femmes ont eu besoin d'un traducteur pendant la visualisation. Ces dernières ne comprennent pas le français, langue de conception de la vidéo. En ce qui concerne le contenu de la vidéo, la majorité (85%) des femmes ont trouvé les messages de la vidéo très pertinents. Pour plus de 90% des femmes, la visualisation par vidéo des bonnes pratiques permet de percevoir sa simplicité (faible complexité) aussi bien à travers la démonstration qu'elle en donne que la présentation des nouveaux équipements et les nouvelles aptitudes requises. Plus de 60% des femmes estiment que ces bonnes pratiques sont compatibles à leurs méthodes traditionnelles, puisque la visualisation par vidéo facilite l'identification des nouveaux équipements requis par rapport à des matériels non coûteux ou existant déjà comme ustensiles dans leur usage domestique.

Le Tableau 1 présente la description des variables associées à la diffusion de la vidéo et aux caractéristiques de forme et de contenu des messages vidéo.

3.3. Déterminants de la diffusion des messages vidéo au sein des femmes formatrices de soja en fromages

Le Tableau 2 présente les résultats de l'analyse de régression logistique de la diffusion des messages vidéo au sein des femmes formatrices de soja en fromages. Le modèle de la diffusion exprimé en termes du partage des messages vidéo est globalement significatif au seuil de 1% et explique 5% de la variance de la prédisposition des femmes

formatrices de soja en fromage enquêtées à partager les messages vidéo. La valeur relativement faible de R^2 s'explique par le fait que le modèle s'appuie essentiellement sur les facteurs associés au matériel de vulgarisation qu'est la vidéo ; la prédisposition à la diffusion pouvant être influencée par d'autres facteurs, à savoir entre autres socio-économiques de la femme ou de son milieu.

L'analyse du modèle montre que les actions et comportements des formatrices visant à partager les messages de la vidéo sont plus forts lorsqu'elles perçoivent que la technologie visualisée dans la vidéo permet de satisfaire un besoin de qualité exprimé par la clientèle et/ou la technologie vulgarisée à travers la vidéo est facile à comprendre et à utiliser. Ainsi, plus la vidéo convainc les formatrices que la technologie visualisée permet de résoudre un problème dans la chaîne de transformation, plus elles sont disposées à partager le contenu des vidéos avec leurs consœurs. Ces dernières ayant été absentes lors de la projection, et puisqu'il s'agit d'une solution à un besoin partagé par elles toutes, le partage de l'information avec ces dernières pourrait permettre de développer leurs activités et de satisfaire leur clientèle. En l'occurrence, ces femmes ont l'habitude de se partager les bonnes informations pour que chacune choisisse les aspects ou étapes de la technologie qu'elle peut appliquer compte tenu de ses besoins et de ses moyens. Ce comportement des formatrices est renforcé par la facilité dans la mise en application de la technologie qu'elles arrivent à expliquer facilement aux autres. C'est ainsi que l'effet positif de la perception que la facilité à comprendre et à utiliser (complexité technique) témoigne que la formatrice est davantage enthousiasmée de partager les pratiques visualisées lorsqu'elle se rend compte que la vidéo lui décrit le "comment faire" à chaque étape du processus de transformation pour obtenir des fromages de bonne qualité. Notamment, la vidéo, en montrant d'autres femmes de conditions socio-économiques similaires faire l'action à laquelle elles se forment, comme promue avec cette approche « farmer to farmer video », réduit la perception de complexité technique des bonnes pratiques, les rendant capable de les expliquer à d'autres femmes.

Cependant, le besoin de traducteur pendant la visualisation de la vidéo montrant la conception de la vidéo dans une langue étrangère à celle de la formatrice n'influence pas sa stimulation à partager la vidéo. En effet, lorsque la vidéo montre clairement les étapes de la technologie, celle-ci est simple pour les formatrices et donc ces dernières n'ont pas besoin de traduction pour la comprendre. Aussi, même si la technologie exige de nouveaux matériels cela ne retient pas les femmes à en parler autour d'elles. Ceci explique pourquoi même l'exigence de nouveaux équipements pour l'utilisation de la technologie, que ces équipements soient difficiles ou faciles à trouver n'influencent pas la diffusion par les femmes des messages vulgarisés par la vidéo. De plus, les formatrices de soja en fromages ont relevé que leur activité est valorisée par sa présentation en vidéo, ce qui les motive à partager non seulement cette expérience, mais surtout à exposer les pratiques nouvelles ajoutées.

Tableau 1 : Description de la diffusion et des caractéristiques de forme et de contenu de la vidéo

| Variabes | Modalités | Fréquences relatives (%) |
|--|--|--------------------------|
| Variable dépendante | | |
| Diffusion | 1 si partage 0 si non | 70 30 |
| Variables indépendantes | | |
| <i>Caractéristiques de forme</i> | | |
| Perception sur la qualité du son de la vidéo | 1 Bonne 0 Mauvaise | 85,3 14,7 |
| Besoin de traducteur pendant la visualisation | 1 Oui 0 Non | 85,7 13,3 |
| Perception sur la durée de la vidéo* | 1 Courte 0 Longue | 100 0 |
| Perception sur la qualité de l'image* | 1 Bonne 0 Mauvaise | 100 0 |
| <i>Caractéristiques de contenu</i> | | |
| Perception sur la capacité de la technologie à satisfaire à un besoin de qualité exprimé par la clientèle (pertinence) | 1 Oui 0 Non | 84,4 15,6 |
| Perception sur la facilité à comprendre et à utiliser (complexité technique) | 1 Complexité faible 0 Complexe élevée | 83,9 16,1 |
| Perception sur l'exigence de nouveaux équipements pour l'utilisation de la technologie (complexité matérielle) | 1 Oui 0 Non | 92,5 7,5 |
| Perception sur la facilité d'acquisition des nouveaux équipements (compatibilité) | 1 Oui 0 Non | 64,7 35,3 |

* Ces variables indépendantes présentent des valeurs constantes et ne sont pas pertinentes à intégrer aux modèles

Tableau 2 : Résultats du modèle de la diffusion des messages vidéo

| Variables | Diffusion des messages vidéo |
|--|------------------------------|
| | Coef. (p) |
| Facteurs liés à la forme de la vidéo | |
| Perception sur la qualité du son de la vidéo | 0,374 (0,541) |
| Besoin de traducteur pendant la visualisation de la vidéo | 0,400 (0,527) |
| Facteurs liés au contenu de la vidéo | |
| Capacité de la technologie à satisfaire à un besoin de qualité exprimé par la clientèle (pertinence) | 0,851 (0,005)*** |
| Facilité à comprendre et à utiliser (complexité technique) | 0,602 (0,045)** |
| Exigence de nouveaux équipements pour l'utilisation de la technologie (complexité matérielle) | 0,435 (0,510) |
| Facilité d'acquisition des nouveaux équipements | 0,001 (0,972) |
| Constante | -0,351 (0,337) |
| R ² | 04,6 |
| p | 0,003*** |

*signification à 10%, **signification à 5% et ***signification à 1% ; Gras : coefficient significatif

4. Discussion

La présente étude a analysé les caractéristiques de forme et de contenu déterminant la diffusion des messages vidéo, en se basant sur une approche expérimentale ayant employé une vidéo sur les bonnes pratiques de transformation de soja en fromages. Les caractéristiques de forme et de contenu influençant la diffusion des messages vidéo sont : la perception que la technologie visualisée dans la vidéo permet de satisfaire le besoin de qualité exprimé par la clientèle, et la perception que la technologie est facile à comprendre et à utiliser. La perception que la technologie visualisée dans la vidéo permet de satisfaire le besoin de qualité exprimé par la clientèle (pertinence), et la perception que la technologie est facile à comprendre et à utiliser (complexité faible) affectent positivement la diffusion des messages vidéo. Ce résultat confirme que la pertinence de la technologie ou l'avantage comparatif qu'elle présente aux bénéficiaires favorise sa diffusion (Rogers, 2003). Aussi, la transformatrice est motivée à relater son contact avec la vidéo à sa clientèle pour faire remarquer et expliquer l'amélioration de la qualité des fromages de soja qu'elle produit après la formation par la vidéo. De plus, il est observé que lorsqu'un service ou une technologie est perçue comme utile par les producteurs, la tendance est à l'includability (Moumouni, 2013), c'est-à-dire plus les producteurs le vulgarisent pour inclure, voire faire profiter la connaissance à leurs pairs. Bien que ce principe soit élaboré indépendamment de la vidéo, l'utilisation de la vidéo supporte la pertinence de la technologie, et combinée avec d'autres facteurs promeut ainsi la diffusion. D'autre part, le résultat corrobore l'élaboration théorique de Rogers (2003) qui stipule qu'une technologie moins complexe est susceptible de diffusion, notamment l'utilisation des vidéos « farmer to farmer » favorise davantage une telle perception de faible complexité. La vidéo exerce une capacité démonstrative en montrant le « comment faire » pour les différentes bonnes pratiques la composant de la technologie. L'implication des femmes de conditions socio-économiques similaires dans les vidéos augmentent la confiance de ces femmes de pouvoir le faire de même que leur désir. Aussi, cela favorise-t-elle le partage avec leurs paires. Par ailleurs, indépendamment de la langue de la vidéo, les femmes enquêtées n'ont pas d'expériences antérieures de la formation agricole par les vidéos, et très peu possèdent les équipements électroniques de visualisation des vidéos (environ 20%). Ainsi, la formation avec la vidéo ajoute un certain enthousiasme à la volonté de partage du message par les femmes transformatrices du fait que les femmes perçoivent que la vidéo valorise leur activité. Cette dernière conclusion est appuyée par Zossou et al. (2009) qui ont trouvé qu'au Bénin, les femmes étuveuses de riz ont reconnu davantage l'importance de leur activité après la visualisation en vidéo et ont amené d'autres personnes qui sont préalablement dans d'autres secteurs d'activités à se joindre à elles.

Les résultats suggèrent que les facteurs informationnels favorisant la performance de la vulgarisation par les vidéos

sont : la perception par les femmes que la technologie vulgarisée vient répondre à un problème de qualité de leur produit surtout quand celui-ci est exprimée par la clientèle ; la capacité de la vidéo à démontrer les actions d'utilisation de la technologie, ce qui permet aux femmes de la percevoir comme facile à utiliser ; et enfin la perception que la vidéo valorise leur activité. Autrement dit, la vidéo démontre une capacité de simplification de la technologie, stimulant sa diffusion. Ces facteurs relèvent la spécificité avantageuse de ce matériel de vulgarisation qu'est la vidéo par rapport aux autres supports dans la diffusion des innovations. Ces résultats suggèrent. L'expansion de l'utilisation de la vidéo dans le système de vulgarisation agricole est recommandée. De même, cette étude s'étant focalisée sur la diffusion des messages vidéos, d'autres études devraient aller plus loin en mesurant l'adoption de ces messages diffusés et les facteurs qui y sont déterminants.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Access Agriculture pour avoir soutenu la présente recherche par le projet «Videos for Farmers» financé par la Direction du Développement et de la Coopération (Suisse) [Project Numéro 7F-08378.01].

CONFLIT D'INTERET

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

RÉFÉRENCES

- Adegbola, P. and Gardebroek, C. 2007. The effect of information sources on technology adoption and modification decisions. *Agricultural Economics* 37: 55–65.
- Bentley, J. W., and Van Mele, P. 2011. Sharing Ideas between Cultures with Videos. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9 (1): 258-263.
- Bentley, J., Van Mele, P. and Musimami, G. 2013. The Mud on Their Legs – Farmer to Farmer Videos in Uganda. MEAS Case Study #3, Michigan State University, 26p.
- Bentley J., Van Mele P., Zoundji, G. and Guindo, S. 2014. Social innovations triggered by videos: Evidence from Mali. *Agro-Insight*, Belgium, 27p.
- Boahene, K., Snijders, T.A.B, and Folmer, H. 1999. An Integrated Socioeconomic Analysis of Innovation Adoption: The Case of Hybrid Cocoa in Ghana. *Journal of Policy Modeling* 21: 167–184.
- Cavatassi, R., Lipper, L., and Narloch, U. 2011. Modern variety adoption and risk management in drought prone areas: insights from the sorghum farmers of eastern Ethiopia. *Agricultural Economics* 42: 279–292.
- Cline, W. R. 2007. *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*. Institute for International Economics.

- CYMMIT, 1993. The adoption of agricultural technology: a guide for survey design. DF: CYMMIT, Mexico.
- DEDRAS-ONG, 2014. Rapport annuel programme d'appui à la filière Soja. Projet d'Appui à la Filière Soja, Parakou, Bénin. 35p.
- De Staercke, P. 1990. Le soja : culture, transformation artisanales et semi-industrielles. CIA, Bruxelles, Belgique, 46p.
- Eicher, C.K. 2007. Agricultural Extension in Africa and Asia. Literature review prepared for the World Ag Info Project, Cornell University, Ithaca, New York.
- Feder, G. 1982. Adoption of interrelated agricultural innovations: complementary and the risk, scale and credit. *American Journal of Agricultural Economics* 64 (1): 94-101.
- Feder, G., Willett, A., and Zijp, W. 1999. Agricultural Extension: Generic Challenges and Some Ingredients for Solutions. Policy Research Working Paper No. 2129. Washington DC: World Bank.
- Hountondji Savi, M.-C. 2005. Analyse des processus d'adoption et de diffusion des technologies améliorées de transformation des fruits de palme au Sud du Bénin, 84p.
- Kim H. W. 2011. The Effects of Switching Costs on User Resistance to Enterprise Systems Implementation. *IEEE Transactions on Engineering Management* 58 (3) : 471-482.
- Kabubo-Mariara, J., and Karanja, F. K. 2007. The economic impact of climate change on Kenyan crop agriculture: A Ricardian approach. *Global and Planetary Change*, 57(3-4): 319-330.
- Kotir, J. H. 2011. Climate change and variability in Sub-Saharan Africa: a review of current and future trends and impacts on agriculture and food security. *Environment, Development and Sustainability*, 13 (3): 587-605.
- Loubet des Bayle, J.-L. 2000. Initiation aux méthodes des sciences sociales. Un document produit en version numérique par Émilie Tremblay, dans le cadre de : "Les classiques des sciences sociales" Une bibliothèque numérique fondée et dirigée par Jean-Marie Tremblay, en collaboration avec la Bibliothèque Paul-Émile-Boulet de l'Université du Québec à Chicoutimi Site web : <http://bibliotheque.uqac.ca/>.
- MAEP 2011. Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole (PSRSA). MAEP, Cotonou, Bénin. 115p.
- Matuschke, I., and Qaim, M. 2009. The impact of social networks on hybrid seed adoption in India. *Agricultural Economics* 40, 493-505.
- Mayer, R.E. and Moreno, R. 2000. A Learner-Centered Approach to Multimedia Explanations: Deriving Instructional Design Principles from Cognitive Theory. *Interactive Multimedia Journal of Computer-Enhanced Learning*, 2 (2).
- Mgumia, A. H. 2004. Transmettre les connaissances locales sur l'agriculture. Dans *Les connaissances autochtones. Des connaissances locales pour un développement global*. Banque Mondiale, pp. 201-204.
- Moumouni, M. I. 2013. Perceptions des acteurs sur le financement des services agricoles au Bénin. *Économie rurale* 334: 69-83.
- Oh, K.Y., Anderson A. R. and Cruickshank D. 2012. Perceived barriers towards the use of e-trade processes by Korean SMEs. *Business Process Management Journal* 18 (1): 43-57.
- Rogers, E.M. 2003. *Diffusion of Innovations*. Free Press, New York.
- Van Mele, P., J. Wanvoeke, C. Akakpo, R. M. Dacko, M. Ceesay, L. Beavogui, M. Soumah, and Anyang, R. 2010. Videos Bridging Asia and Africa: Overcoming Cultural and Institutional Barriers in Technology-Mediated Rural Learning. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 16 (1): 75-87.
- Van Mele, P. 2011. Video-mediated farmer-to-farmer learning for sustainable agriculture: A scoping study for SDC, SAI Platform and GFRAS. Agro-Insight, Belgium.
- Woodard, J. 2012. Intégrer la vidéo à moindre coût dans les projets de développement agricole : Un kit destiné aux experts. FHI 360, 228p.
- Zossou, E., P. Van Mele, S. D. Vodouhe, and Wanvoeke, J. 2009. Comparing Video and Workshops to Train Rural Women about Improved Rice Parboiling in Central Benin. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 15 (4): 329-340.
- Zossou, E., P. Van Mele, S. D. Vodouhe, and Wanvoeke, J. 2010. Women Groups Formed in Response to Public Video Screenings on Rice Processing in Benin. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8 (4) : 270-277.



Analyse de l'Elaboration et la Mise en Œuvre de la Politique de Gestion Participative des Ressources Agropastorales dans la Commune de Karimama

Léonce SACCA¹, Latifou IDRISOU², Habirou SIDI IMOROU³, Mohamed Nasser BACO²

¹Directeur Exécutif de GERED-ONG

²Faculté d'Agronomie, Université de Parakou

³Laboratoire de Zootechnie et de Nutrition Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi

Reçu le 15 Octobre 2016 - Accepté le 5 Décembre 2016

Analysis of the setting up and implementation of participatory agropastoral resources management policy in Karimama district

Abstract: Agriculture and animal breeding are the main sources of income for most countries in West Africa. The practice of agriculture and animal breeding in the same area is subject to conflicts related to access to and use of agropastoral resources. Preventing and where appropriate better manage conflicts between farmers and herders involve developing and implementing participatory management of agropastoral resources. This study was thus carried out to better understand the development and implementation of sustainable agropastoral resources management policies in Karimama district. Indeed, in this district, agropastoral resources, which are subject to management policy are located in the buffer zone of the W park and on the birds' island. Users of these resources are Beninese, Nigerian and Burkinabè citizens. This study shows that the vast majority of farmers and herders are challenging agropastoral resource management policies because they are developed and implemented without their participation meaning without taking into account their needs, concerns and uses. 94.7% of the respondents said they did not participate to the development of agropastoral resources management policies and 92.6% of them said they were not involved in the implementation. Observations of actors' practices show that the management norms and rules established for the use of these resources are not respected. Therefore, the effectiveness of these policies depends on the involvement of all the stakeholders in their development and implementation. The stakeholders have different perceptions of these policies because of the lack of their involvement. 75.8% of the stakeholders think that these policies are bad. It is noted that there is a significant difference between the perceptions of the different categories of actors on the development and implementation of agropastoral resource management policies in the Karimama district. The same space is used for both agriculture and animal breeding but without clearly defined rules. Thus, the implementation of these policies leads farmers and herders to develop strategies for pursuing and developing their activities.

Key words: Policy ; management of agropastoral resources ; participative management ; conflict management ; Benin.

Résumé : L'agriculture et l'élevage sont les principales sources de revenu de la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest. La pratique de l'agriculture et de l'élevage sur le même espace est souvent sujette à des conflits liés à l'accès et à l'usage des ressources agropastorales par les acteurs. Pour prévenir et le cas échéant mieux gérer ces conflits entre agriculteurs et éleveurs, les acteurs passent par l'élaboration et la mise en œuvre de politiques de gestion participative des ressources agropastorales. La présente étude s'est donc focalisée sur l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales dans une perspective de la gestion durable des ressources naturelles et la garantie de la sécurité alimentaire dans la commune de Karimama. Les données pour cette étude ont été collectées à travers des interviews semi-structurées et non structurées auprès de 40 agriculteurs et 40 éleveurs et des observations. Les résultats montrent que dans la commune de Karimama, les ressources agropastorales qui font objet de politique de gestion sont dans la zone tampon du parc W et sur l'île aux oiseaux. Les usagers de ces ressources sont de nationalité béninoise, nigérienne et burkinabè. Il est également constaté que la majorité des agriculteurs et des éleveurs contestent les politiques de gestion des ressources agropastorales parce qu'elles sont élaborées et mise en œuvre sans leur participation donc sans la prise en compte de leurs besoins, de leurs préoccupations et leurs divers usages réels. 94,7% des acteurs enquêtés n'ont pas participé à l'élaboration des politiques de gestion des ressources agropastorales et 92,6% des mêmes acteurs disent ne pas être impliqués dans leurs mises en œuvre. Les normes et règles de gestion établies pour l'utilisation de ces ressources ne sont donc pas respectées. L'efficacité de ces politiques dépend ainsi de l'implication de tous les acteurs à leur élaboration et leur mise en œuvre. Du fait de la non implication des acteurs, ceux-ci ont des perceptions différentes sur ces politiques. 75,8% des acteurs pensent que ces politiques sont mauvaises. Il est à remarquer qu'il existe une différence significative entre les perceptions des catégories d'acteurs sur l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales dans la commune de Karimama. L'application de ces politiques amène donc les agriculteurs et les éleveurs à adopter diverses stratégies de maintien et de développement de leurs activités.

Mots clés : Elaboration et mise en œuvre des politiques ; gestion durable des ressources agropastorales ; sécurité alimentaire ; gestion des conflits ; Benin.

1. Introduction

L'économie des pays de l'Afrique de l'Ouest est fondée sur l'agriculture et l'élevage. Le Bénin s'est doté, à chaque gouvernement, d'une politique de développement de l'agriculture et de l'élevage afin de mieux gérer les ressources agropastorales et de satisfaire le défi de la sécurité alimentaire. Cependant, les pratiques de la culture extensive ont favorisé la conquête d'immenses espaces naturels à des fins agricoles parfois au détriment des aires protégées et des aires de pâturage (Lesse *et al.*, 2015).

La pratique de l'agriculture et de l'élevage du bovin dans un terroir est sujette à de conflit s'il n'y a pas de normes préalablement établies par les acteurs eux-mêmes ou par les autorités sur le mode de gestion de ces ressources. Le terroir villageois appartient à la fois aux agriculteurs et aux éleveurs qu'ils soient sédentaires ou nomades (Bonnet, 1990). Il est très rare qu'un espace pastoral soit délimité et que son usage à des fins d'élevage soit officiellement reconnu par les autorités, à plus forte raison lorsque cet usage est saisonnier et que les utilisateurs ne sont pas présents en permanence sur les terroirs agricoles (Binot et Joiris, 2007). La compétition des agriculteurs et des éleveurs sur les ressources naturelles nécessite que ces acteurs locaux se concertent, négocient et collaborent dans le sens de se définir les normes, les règles et des lois pour une utilisation durable de ces ressources. L'absence des règles tacites d'accès et d'utilisation de ces ressources exacerbe les rivalités entre les différents utilisateurs (Lalba *et al.*, 2005).

La décentralisation confie aux collectivités locales des responsabilités qui ont trait à la gestion des ressources communes : ressources renouvelables, infrastructures et fiscalité locale (Bonnet, 1999). A partir de ce moment, la commune doit se doter d'une politique de gestion des ressources pastorales en s'inspirant des orientations du gouvernement. Il s'agit notamment d'une politique basée sur les conditions d'accès et d'usage des ressources pastorales. La commune de Karimama dispose d'importantes ressources agropastorales dont la répartition spatiale constitue d'énormes contraintes pour les usagers. En effet, elle est occupée dans sa majorité par le parc W et le fleuve Niger qui limitent la mobilité et l'usage durable des ressources par les acteurs. Ainsi des politiques de gestion de ces ressources sont mis en place pour leur meilleure gestion. Cependant, dans leur gestion ces politiques n'ont pas réussi à instaurer la gestion durable des ressources agropastorale qui se dégrade et dans plusieurs cas leur mise en œuvre soulève des conflits.

La présente étude s'est efforcée d'analyser l'élaboration et la mise en œuvre de ces politiques dans la gestion durable des ressources agropastorales dans la commune de Karimama. Elle a surtout visé les rôles des acteurs dans l'élaboration et la mise en œuvre de ces politiques de gestion participative.

2. Méthodologie

2.1. Milieu d'étude

Le milieu d'étude couvre deux (02) villages dans la commune de Karimama, elle-même située dans le département de l'Alibori (Figure 1). Elle constitue la pointe septentrionale du Bénin.

Il s'agit des villages de Pétchinga dans l'arrondissement de Monsey et de Kofouno dans celui de BogoBogo. Ces villages sont caractérisés par leur proximité avec le Parc W, la forte pression foncière et la présence des campements ayant un cheptel important.

2.2. Méthode de collecte des données

La collecte de données a été organisée pendant un mois (01) quinze (15) jours dans les villages de Pétchinga (Monsey) et de Kofouno (Bogo-Bogo) auprès de quatre-vingt (80) acteurs usagers des ressources agropastorales répartis à effectif égal entre agriculteurs et éleveurs puis à Karimama centre auprès des agents de la mairie et les cadres techniques des services déconcentrés de l'Etat impliqués dans l'élaboration et l'application des politiques de gestion durable des ressources agropastorales.

2.3. Méthode de traitement et d'analyse des données

Les statistiques descriptives ont été utilisées en termes de moyenne, maximum, minimum et écart-type et les proportions pour les variables relatives à l'identification des acteurs, leurs activités et leurs exploitations.

Le test de Khi-deux a été utilisé pour l'analyse des données relatives à la perception, l'implication des acteurs dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales à l'aide du logiciel statistiques SPSS version 2.0.

*Auteur correspondant : Email : korass2002@yahoo.fr ;

Tel : +229 9749 5986, Bénin

Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

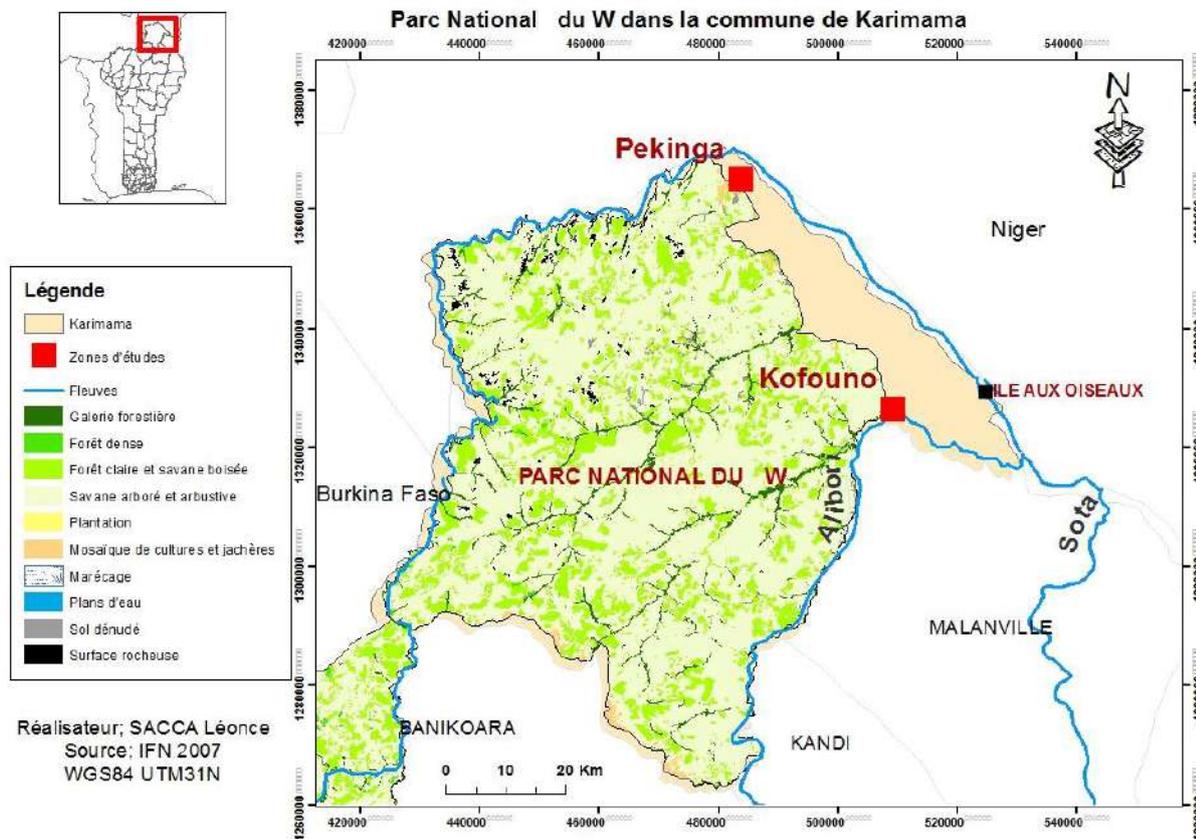


Figure N°1 : Carte de la commune de Karimama

3. Résultats

3.1. Caractéristiques sociodémographiques

Les usagers des ressources agropastorales dans les villages de Kofouno et de Pétchinga sont en majorité de nationalité Béninoise suivi des nationalités Burkinabè et Nigérienne. Ils appartiennent à différentes ethnies dont celle dominante sont les peulhs suivies des Dendi, des Gourmatché et des Djerma. La religion la plus pratiquée est l'islam suivie du christianisme et l'animisme. Leurs principales activités sont l'agriculture et l'élevage. Une typologie faite en fonction de leur principale activité a permis de distinguer quatre catégories d'acteurs il s'agit des agriculteurs, des éleveurs, des agriculteurs éleveurs et des éleveurs agriculteurs. La taille de leur exploitation varie d'un secteur à un autre. Le tableau N°1 présente la situation des exploitations par sous-secteur d'activité.

Il faut retenir qu'il y a de plus en plus une intégration agriculture-élevage et surtout pour un besoin de sédentarisation des éleveurs. Les principales spéculations cultivées sont dans

l'ordre de priorité le sorgho (39%), le mil (32,5%), le maïs (14,3%), le coton (10,4%), les cultures maraîchères (1,3%) et le riz (2,6%).

3.2. Elaboration et mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales

Les politiques de gestion des ressources agropastorales dans la zone tampon et sur l'île aux oiseaux sont élaborées avec une faible implication des usagers. La majorité des agriculteurs et les éleveurs des villages de Kofouno et de Pétchinga opérant dans la zone tampon déclarent n'avoir pas participé ni à l'élaboration et ni à la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales (Figure 2 et Figure N°3).

Les résultats révèlent aussi qu'il existe une différence significative entre les catégories d'acteurs par rapport à leur participation ou non à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales dans la commune de Karimama (χ^2 : $p < 0,000$ ddl = 1).

Tableau 1: Taille des exploitations des acteurs enquêtés

| | Taille des exploitations | | | |
|--|--------------------------|---------|---------|------------|
| | Minimum | Maximum | Moyenne | Ecart-type |
| Taille du troupeau (Nbre de bétail) | 17 | 174 | 85,91 | 45,8 |
| Superficie des exploitations (hectare) | 0,5 | 22 | 4,4 | 3,86 |

Source : Enquête 2016

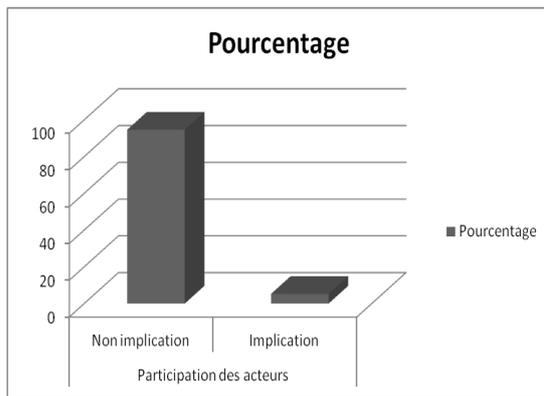


Figure N°2 : Participation des acteurs à l’élaboration des politiques de gestion des ressources agropastorales

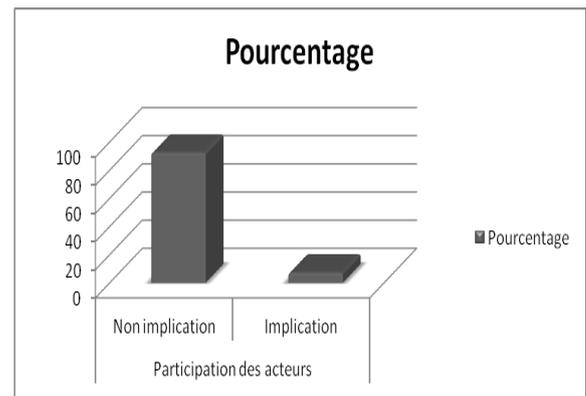


Figure N°3: Participation des acteurs à la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales

3.3. Contraintes, conflits et gestion des conflits dans la gestion des ressources agropastorales

3.3.1. Contraintes dans la gestion des ressources agropastorales

Les usagers des ressources agropastorales déplorent l’absence de concertation entre les acteurs au cours du processus d’élaboration et de mise en œuvre des politiques. La concertation avec les populations riveraines sur la ressource constitue une étape importante pour recueillir la perception des usagers et la représentation qu’ils se font de cette ressource.

Les normes et règles d’exploitation de la zone tampon sont faites d’assez d’interdiction. Leur application crée plusieurs difficultés aux usagers. Les agriculteurs déclarent être dans l’incapacité d’étendre les superficies des champs et de pratiquer la jachère à cause de l’étroitesse des superficies. Ils sont victimes de la divagation des animaux dans les champs, de la destruction et du vol des récoltes. Les éleveurs déplorent une insuffisance d’eau et de pâturage à cause du tarissement des mares de la zone tampon, puis le débordement

des champs des agriculteurs dans la bande réservée à l’élevage. L’abattage systématique des animaux et les arrestations arbitraires des usagers dès leur intrusion dans le parc W constituent des contraintes évoquées à la fois par les agriculteurs que les éleveurs.

3.3.2. Conflits et gestion des conflits dans la gestion des ressources agropastorales

L’application des normes et règles de gestion des ressources agropastorales dans la zone tampon est à l’origine des nombreux conflits que nous observons dans cette commune (Figure 4). La figure 4 ci-dessous présente les causes des conflits entre agriculteurs et éleveurs dans l’utilisation des ressources agropastorales dans la zone tampon suivant les besoins de chacun de ces deux groupes d’acteurs.

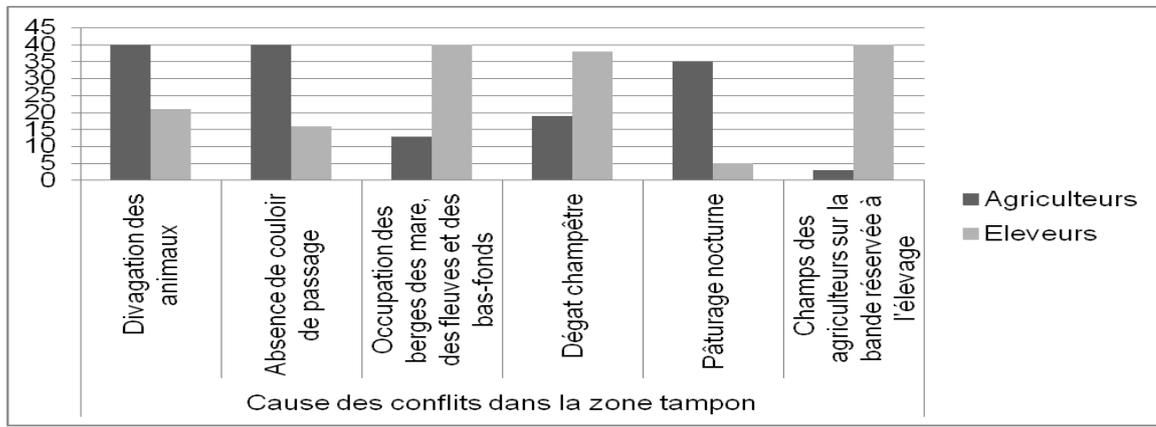


Figure N°4 : Causes des conflits selon les agriculteurs et les éleveurs

Tous les acteurs reconnaissent que les conflits entre agriculteurs et éleveurs surviennent pendant les périodes d'installation et de récoltes des cultures. La résolution des conflits se fait généralement à l'amiable. En cas d'insatisfaction de l'une des parties, ils saisissent le délégué du village qui fait la procédure jusqu'au règlement du conflit.

L'exploitation des ressources agropastorales sur l'île aux oiseaux génère aussi des conflits mais cette fois-ci entre éleveurs. Ces conflits sont liés au vol et à la perte d'animaux sur l'île au cours de leur séjour. La gestion de ces conflits est confiée au comité de gestion de l'île qui en fonction de sa connaissance des propriétaires des troupeaux réussit à faire revenir la paix.

3.4. Perceptions des acteurs sur la gestion des ressources agropastorales

Les usagers des ressources agropastorales ont diverses perceptions sur le processus d'élaboration et de mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales dans la commune de Karimama. Ces perceptions sont regroupées selon qu'elles sont bonnes ou mauvaises pour eux dans la gestion des ressources agropastorales. Cette étude a révélé que 75,8% des usagers ont une mauvaise perception des politiques de gestion des ressources agropastorales, 20% en ont une bonne et 4,2% sont indifférents. La figure 5 présente les perceptions des acteurs selon qu'elles soient bonnes ou mauvaises sur les politiques de gestion des ressources agropastorales.

Elle montre que 75,8% des acteurs ont une mauvaise perception de ces politiques alors qu'environ 20% en ont une bonne perception et 5% sont indifférents. Il existe une différence significative entre les catégories d'acteurs par rapport à leur perception sur ces politiques de gestion des ressources agropastorales dans la commune de Karimama (χ^2 : $p < 0,000$ ddl = 2). Les mauvaises perceptions évoquées par les acteurs sont résumées par les déclarations du chef peulh du village de Monsey qui pense que « *la zone tampon est un lieu de souffrance* » pour les Peulhs alors que pour le premier Président de l'AVIGREF de Pétchinga « *la*

zone tampon occupe les champs de leurs parents et ne devrait pas être partagé avec les autres usagers ».

Les raisons de ces perceptions varient selon les acteurs usagers de ces ressources. La figure N°6 présente les raisons qui sous-tendent ces perceptions en fonction des intérêts des usagers.

3.5. Stratégies d'adaptation des acteurs face aux politiques de gestion des ressources agropastorales

Les agriculteurs et les éleveurs pensent que l'application des normes et des règles constitue des contraintes à l'utilisation des ressources agropastorales surtout quand ils ne sont pas associés à leur élaboration. Ces contraintes amènent les usagers à développer des stratégies d'adaptation à ces politiques. Les résultats de cette étude montrent trois grandes stratégies d'adaptation utilisées par les agriculteurs et les éleveurs. La figure 7 ci-dessous présente ces stratégies en fonction de l'intérêt que chacun des acteurs accorde à son activité.

4. Discussion

4.1. Enjeux autour des ressources agropastorales

La gestion des ressources agropastorales constitue de véritables enjeux pour le développement de l'agriculture et surtout de l'élevage dans les pays de l'Afrique de l'Ouest. Au Bénin et précisément dans la commune de Karimama, les ressources agropastorales étaient en accès libre dans la zone tampon et sur l'île aux oiseaux. Mais après des décennies, le manque ou l'insuffisance d'espace cultivable et d'aire de pâturage associé à la dégradation totale des ressources agropastorales constituent donc un choc pour le développement de l'agriculture et de l'élevage (Hardin, 1968; Ostrom, 1990 ; Ballet 2007). L'enjeu pour cette commune est la gestion durable de ses ressources agropastorales. C'est pourquoi, le CENAGREF qui un office d'Etat et la mairie de Karimama ont élaboré des politiques de gestion des ressources agropastorales existantes dans la zone tampon et sur l'île aux oiseaux.

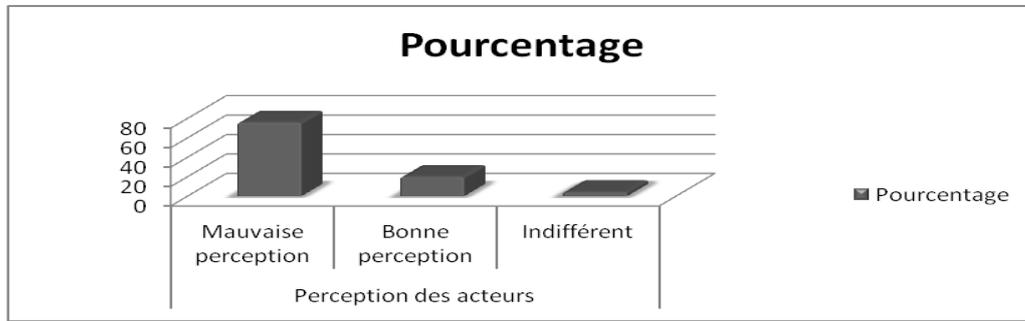


Figure N°5 : Perception des acteurs sur les politiques de gestion des ressources agropastorales

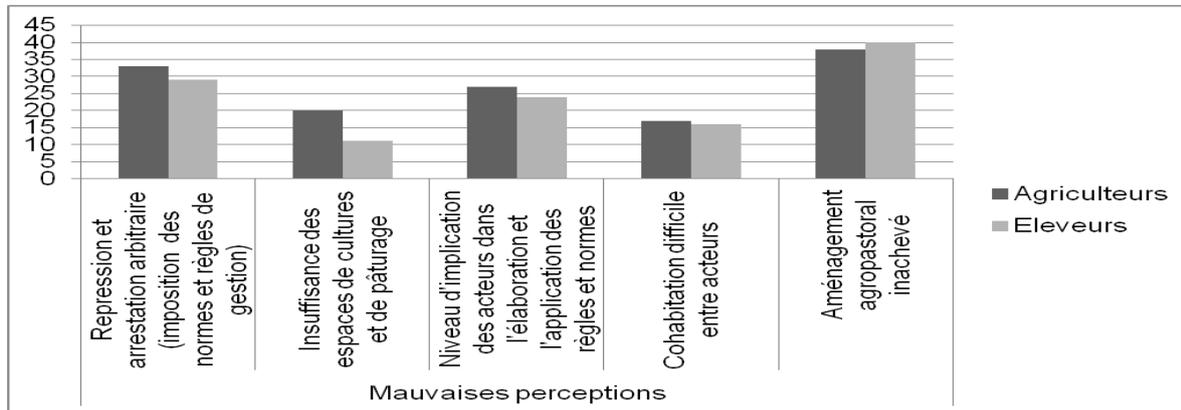


Figure N°6 : Raisons des mauvaises perceptions selon les agriculteurs et les éleveurs

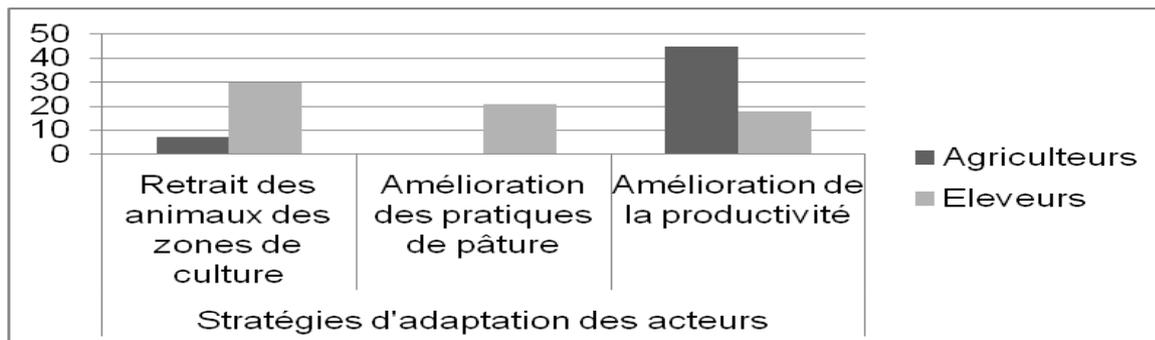


Figure N°7 : Stratégies d'adaptation des agriculteurs et des éleveurs faces à ces politiques

4.2. Implication des acteurs, contraintes et conflits dans la gestion des ressources agropastorales

4.2.1. Implication des acteurs dans la gestion des ressources agropastorales

La majorité des agriculteurs et des éleveurs usagers des ressources associés à cette étude ont avoué n'avoir pas participé ni à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques des gestions des ressources agropastorales dans la zone tampon et sur l'île aux oiseaux. Alors que la participation des populations locales à la gestion des ressources naturelles est devenu un axe central de la durabilité des ressources à tel point que des institutions internationales y accorde une forte considération (Ballet et al., 2009). La démarche utilisée par le CENAGREF et même par la mairie n'a pas privilégié la participation de tous les acteurs à la prise de décision et la prise en compte des besoins et des préoccupations des usagers de ces ressources agropastorales. La rencontre des acteurs à la base, usagers directs des ressources concernées par la politique permet de recenser leurs besoins, leurs préoccupations, leurs représentations par rapport à la ressource, les différents usages qu'ils en font mais surtout leur adhésion à la gestion durable de ces ressources (Drabo et al., 2001b ; Diallo et al, 2011; Amadou and Boutrais, 2012; Bonnet, 2013 ; Vall et al., 2015).

4.2.2. Contraintes et conflits

La contrainte majeure dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales est d'ordre méthodologique (Diallo et al, 2011; Bonnet, 2013; Drabo et al., 2001b). Dans le contexte de Karimama, les politiques sont élaborées sans avoir fait les concertations au préalable avec les acteurs concernés par l'utilisation de ces ressources. L'un des principaux outils de la gestion participative des ressources naturelles est le cadre de concertation (Binot et Joiris, 2007).

Les conflits entre agriculteurs et éleveurs dans la commune de Karimama sont des conflits d'accès à et d'usage des ressources agropastorales (Weber, 2013). Il y a conflit lorsqu'une personne au moins perd quelque chose à cause d'une autre (Schönegg et al., 2006). L'absence de règles et de normes de gestion des ressources conduit à leur utilisation anarchique et à leur dégradation (Hardin, 1968) et (Ostrom, 1990).

4.3. Perception des acteurs sur les politiques de gestion des ressources agropastorales

Les principaux acteurs usagers des ressources agropastorales dans la commune de Karimama sont en majorité unanimes que le mode de gestion pratiqué dans la zone tampon est mauvais. Ceci s'explique par la non implication de ces

usagers dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales. L'absence de la participation responsable (Froger et al., 2004) des acteurs à l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion des ressources agropastorales dans la commune de Karimama justifie la mauvaise perception des acteurs sur ces politiques. C'est donc pour éviter des cas de contestation qu'une méthodologie mieux adaptée privilégiant la concertation avec les tous acteurs concernés par la gestion de la ressource agropastorale doit être envisagée (Diallo et al, 2011 ; Bonnet, 2013; Drabo et al., 2001b ; Amadou and Boutrais, 2012).

5. Conclusion

D'une façon générale, les politiques de gestion des ressources agropastorales dans la commune de Karimama présentent des limites et aucune d'elles ne permet une gestion durable des ressources. Les limites évoquées dans cette étude sont surtout méthodologiques car les acteurs usagers de ces ressources ne sont pas suffisamment impliqués dans l'élaboration et la mise en œuvre de ces politiques. Ces populations se trouvent donc contraintes à respecter des normes et règles dont elles n'ont pas participé à l'élaboration. Il faut donc faire recours au modèle de gestion des ressources communes de Elinor Ostrom c'est-à-dire laisser la possibilité aux acteurs usagers de s'auto-organiser par rapport à la gestion des ressources agropastorales afin de garantir sa durabilité. Cependant, la question est de savoir si les communautés riveraines à la zone tampon du parc W peuvent-elles s'auto-organiser sans l'appui d'une structure extérieure.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Andriananja, H. ; Raharinirina, V. (2004). Quels enjeux pour la durabilité et la gouvernance des ressources naturelles et forestières à Madagascar? *Mondes En Dév.*; (3):75–89.
- Ballet, J. ; Kouamékan, J-MK, ; Komena, KB. (2009). La soutenabilité des ressources forestières en Afrique subsaharienne francophone: quels enjeux pour la gestion participative? *Mondes En Dév.*; (4):31–46.

- Ballet, J. (2007). La gestion en commun des ressources naturelles: une perspective critique. *Dév Durable Territ Économie Géographie Polit. Droit Sociol.* [Internet]. [consulté, 26 janv 2016];
- Binot, A.; Joiris, D.V. (2007). Règles d'accès et gestion des ressources pour les acteurs des périphéries d'aires protégées. Foncier et conservation de la faune en Afrique subtropicale. *Vertigo- Rev Électronique En Sci Environ* [Internet]. [Consulté, 17 janv 2016]; (Hors-série 4).
- Bonnet B. (2013). Vulnérabilité pastorale et politiques publiques de sécurisation de la mobilité pastorale au Sahel. *Mondes En Dév.* (4):71–91.
- Bonnet, B. (1999). Renforcer les capacités locales de gestion intercommunautaire des ressources naturelles. *Montp Fr IRAM* [Internet]. [Consulté, 11 janv 2016];
- Bonnet, B. (1990). Elevage et gestion de terroirs en zone soudanienne. *Cah Rech Dév* [Internet]. [Consulté 23 janv 2016]; (25).
- Diallo, MA.; Vall, E.; Bayala, I. (2011). La construction d'un dispositif de gouvernance territoriale pour la gestion des ressources naturelles : Le cas de la charte foncière locale de Koumbia. In: *Partenariat, modélisation, expérimentations: quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique?* [Internet]. Cirad; [Consulté, 16 févr 2016]. pp6.
- Djenontin, J. A. ; Amidou, M. ; Baco, NM. (2004). Diagnostic gestion du troupeau: gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au nord Bénin. *Bull Rech Agron Bénin.*;43:30–45.
- Drabo, B. Dutilly-Diane, C.; Grell, H ; McCarthy, N. (2001). Institutions, action collective et utilisation des ressources pastorales dans le Sahel Burkinabé. *CAPRI IFPRI Wash DC* [Internet]. [Consulté, 26 janv 2016];
- Drabo, B.; Grell, H. ; Poda, A. (2001). Gestion concertée des ressources agropastorales: cas du Sahel Burkinabé. *Élev Gest Parcours Au Sahel Implic Pour Dév.*;21–34.
- Grell, H. ; Drabo, B. ; Bokoum, A. Convention locales comme instrument de prévention des conflits et de gestion des ressources naturelles: comment réussir? [Consulté, 16 févr 2016];
- Guèye, MB. (1994). Conflits et alliances entre agriculteurs et éleveurs: le cas du Goll de Fandène. *Issue Pap* [Internet]. [Consulté, 15 févr 2016]; (49) ;
- Hounmenou, BG. (2002).Nouveaux modes de coordination des acteurs dans le développement local: cas des zones rurales au Bénin. *Dév Durable Territ Économie Géographie Polit Droit Sociol* [Internet]. [Consulté, 26 janv 2016]; (Dossier 2)
- Lalba, A. Sibiri, J. Z. Tiendrébéogo J-P. (2005). Politiques agricoles et accès aux parcours communs dans le terroir de Ouara à l'ouest du Burkina Faso: une analyse économique et environnementale à l'aide de la programmation linéaire. *Bio-technol Agron Société Environ.*;9(1):43–52.
- Lesse, P. ; Houinato M. R. ; Djenontin J. ; Dossa H. ; Yabi B. et Toko I. (2015). Transhumance en République du Bénin: états des lieux et contraintes. *Int J Biol Chem Sci.*9 (5): 2668–2681.
- Schönegg, G. ; Martel, P. ; Sano, B. ; Noufou, S. ; Zeh, M. (2006). Les conflits liés à la transhumance transfrontalière entre le Niger, le Burkina Faso et le Bénin. *DED Fachreferat Für Ländliche Entwickl Wasserwirtsch Ressourcennutzung* [Internet]. [Consulté, 5 janv 2016];
- Vall, É. ; Diallo, MA. ; Ouattara, BF. (2015). De nouvelles règles foncières pour un usage plus agroécologique des territoires en Afrique de l'Ouest. *Sci Eaux Territ.*;1):52–57.
- Weber, J. (2013). Gestion des ressources renouvelables : fondements théoriques d'un programme de recherche. In: *Rendre possible* [Internet]. *Editions Quae*; [Consulté, 21 févr 2016]. p. 35–52.



Effet de trois types d'aliments farineux sur les performances de croissance et la qualité organoleptique de la viande de lapin

Franck Hongbété^{1*}, Yao Akpo², Janvier M. Kindossi¹, Yazid A. B. Tchani¹, Noel Akissoé³, Joseph D. Hounhouigan³

¹Département de Nutrition et Sciences Agroalimentaires, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou

²Département des Sciences et Techniques de Production Animale et Halieutique, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou

³Ecole de Nutrition des Sciences et Technologies Alimentaires, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi

Reçu le 9 Septembre 2016 - Accepté le 13 Novembre 2016

Effect of three types of farinaceous food on the growth performance of rabbit and the organoleptic quality of its meat

Abstract: Thirty six (36) local young rabbits of 35 to 39 days old were used to evaluate their growth performances and organoleptic quality of their meats based on the type of food. The rabbits were divided into three batches of twelve. A first batch fed with flour meal rich in soybean meal (TS), a second batch fed with the mealy food of wheat bran, rice and palmist meal (BRP) and the third batch fed with the floury food rich in sorghum bran, rice and palmist meal (SRP). During the fattening period, the growth rate of rabbits fed with BRP was 14.4 g/day compared to a growth rate 13.6 g/day of rabbits fed with SRP and 12.7 g/day of rabbits fed with TS food. During that period, the SRP food was consumed more, with consumption index of 6.7 versus 7.9 for the TS food. At the same time, the consumption index for the BRP food was 4.4. Considering the organoleptic quality a significant difference ($p < 0.05$) was recorded between the three types of meat. The meat from the BRP feed-fed batch was significantly more tender ($p < 0.05$) than those from feeds fed with TS and SRP. The meat resulting from BRP was significantly more succulent ($p < 0.05$) than the meat resulting from SRP. All meats resulting from rabbits fed with all three types of food were accepted.

Keywords: Feeding ; rabbit ; fattening ; sensory quality ; meat.

Résumé : Trente-six (36) lapereaux de souche locale âgés de 35 à 39 jours ont été utilisés pour évaluer leurs performances de croissance et la qualité organoleptique de leurs viandes en fonction du type d'aliment. Les lapereaux ont été répartis en trois lots de 12. Un premier lot nourri avec l'aliment farineux riche en tourteau de soja (TS), un second lot nourri avec l'aliment farineux riche en son de Blé, riz et tourteau de palmiste (BRP) et le troisième lot nourri avec l'aliment farineux riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste (SRP). Pendant l'engraissement, la vitesse de croissance des lapereaux nourris avec l'aliment BRP était de 14,4 g/j contre une vitesse de croissance de 13,6 g/j chez les lapereaux nourris avec l'aliment SRP et 12,7 g/j chez les lapereaux nourris avec l'aliment TSF. Durant cette période, l'aliment SRP a été davantage consommé, avec un indice de consommation de 6,7 contre 7,9 pour l'aliment TSF. Au même moment, l'indice de consommation pour l'aliment BRP était de 4,4. En considérant la qualité organoleptique, une différence significative ($p < 0,05$) a été enregistrée entre les trois types de viandes. La viande issue du lot nourri avec l'aliment BRP a été significativement plus tendre ($p < 0,05$) que celles issues des lots nourris avec les aliments TS et SRP. La viande issue du lot BRP était significativement plus succulente ($p < 0,05$) que la viande issue du lot SRP. Toutes les viandes issues des lapereaux nourris aux trois types d'aliments ont été acceptées.

Mots clés : Alimentation ; lapereaux ; engraissement ; qualité organoleptique ; viande

1. Introduction

La viande de lapin présente des caractéristiques intéressantes pour l'alimentation humaine. Elle est riche en protéines et pauvre en lipides et en cholestérol (Tomé, 2008). Les protéines jouent un rôle important dans le fonctionnement de l'organisme humain. Elles sont constituées d'acides aminés qui interviennent dans la constitution et le renouvellement des tissus de l'organisme. Parmi ces acides aminés, huit sont dits essentiels et ne peuvent être synthétisés par l'organisme. De ce fait, ils doivent être quotidiennement présents dans notre ration alimentaire pour la couverture des besoins nutritionnels. Bien que les protéines soient présentes dans de nombreux aliments d'origine végétale et animale, seules les protéines d'origines animales renferment la totalité des huit acides aminés essentiels que notre organisme ne peut synthétiser (Pinson, 2005). Les viandes sont des parties comestibles des animaux d'élevage et des gibiers sauvages. Elles sont très riches en protéines et constituent un aliment de grande valeur nutritionnelle, source de protéines, de lipides, d'acides aminés, de fer et de vitamines (Tomé, 2008).

La consommation moyenne annuelle de viande par habitant au Bénin est estimée à 7,2 kg contre une moyenne de 12,5 kg dans l'ensemble des pays de l'UEMOA (INSAE, 2010). Ce faible niveau de consommation de protéines d'origine animale peut entraîner des situations de malnutrition notamment chez les personnes vulnérables. L'accessibilité aux protéines d'origine animale a souvent posé de problèmes en raison de leur coût élevé et du faible revenu des populations. Face à cette situation, le Bénin a opté, dans le cadre de son programme de stratégie de réduction de la pauvreté et de sécurité alimentaire, pour la promotion de la production animale basée sur le développement des espèces animales à cycle court. A cet effet, une attention particulière est accordée à la cuniculture. En effet, les lapins sont faciles à élever et très prolifiques. Un élevage de lapins bien conduit peut permettre la production de plus de 200 lapins par femelle et par an (Lamothe et Gidenne, 2008). La viande de lapin présente une qualité organoleptique très appréciée des consommateurs (Fielding, 1993). La qualité organoleptique de la viande dépend de nombreux facteurs liés non seulement à l'animal mais aussi au mode d'élevage et surtout à l'alimentation.

L'élevage de lapin (*Oryctolagus cuniculus*), bien que récente au Bénin, est actuellement une activité en pleine expansion. Les lapins sont essentiellement élevés pour fournir une alimentation protéique à la population. L'un des facteurs les plus importants aussi bien pour la réussite que pour l'économie de cet élevage demeure l'alimentation (Lebret *et al.*, 1996 ; Salmi *et al.*, 2010). Les charges liées à l'alimentation représentent 70% des charges totales de production (Lebas, 1991 ; Soltner, 1994). Dès lors, la réduction

des coûts alimentaires devient une préoccupation importante pour les petits éleveurs. Dans les élevages cunicoles du Bénin par exemple, la quasi-totalité des matières premières utilisées sont des ressources alimentaires classiques telles que le maïs, le soja, la farine de poisson, etc. L'utilisation des aliments locaux non conventionnels dans l'alimentation des monogastriques herbivores apparaît raisonnablement comme une alternative aux aliments commerciaux classiques qui reviennent chers aux producteurs (Aboh *et al.*, 2002). Les céréales (maïs et sorgho) et les légumineuses sont des ressources vivrières locales largement utilisées dans l'alimentation des populations au Bénin. Leur transformation donne des sous-produits tels que les sons qui sont parfois jetés ou gaspillés au niveau des ménages. La valorisation de ces sous-produits dans l'alimentation du lapin pourrait donc contribuer à la réduction du coût de production de la viande.

La présente étude a pour but de comparer l'effet de trois types d'aliments à base de sous-produits céréaliers et légumineux issus des transformations locales sur les performances de croissance des lapereaux en engraissement et la qualité organoleptique de la viande des lapins obtenus.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre d'étude

L'étude a été conduite dans la ferme d'élevage de «UBAU GROUP» située dans le village de Boko, commune de N'Dali (latitude 9°51'N et longitude 2°43'E), plus précisément à l'entrée sud à environ huit (08) km de Parakou (latitude 9°21'N et longitude 2°36'E) dans le département du Borgou.

2.2. Matériel d'étude

Trente-six (36) lapereaux de souche commune (*Oryctolagus cuniculus*), d'environ même âge (35 à 39 jours) ont été utilisés pour l'expérimentation. Trois types d'aliment : un aliment riche en tourteau de soja (TS), un aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste (BRP) et un aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste (SRP) ont été testés pour l'alimentation des lapereaux au cours de l'expérimentation. Ces aliments ont été distribués ad libitum au cours de chaque semaine. La composition chimique de ces trois aliments est présentée dans le Tableau 1.

2.3. Traitement des animaux

L'Amprolium à la dose de 2 g/l pendant trois jours et la SULFA 33 à la dose de 5 ml par litre d'eau pendant cinq jours ont été administrés aux lapereaux pour la lutte préventive contre la coccidiose.

Le wollicyclin® 10% (oxytétracycline) et l'EMBROCIN* ont été administrés aux lapereaux pour la prévention contre diverses infections.

L'IVERMECTINE* à une dose de 1 ml/kg de poids vif a été administré aux lapereaux pour la lutte préventive contre des gales.

*Auteur correspondant : franckhongbete@gmail.com ;
Tél. +229 9579 2554 BP: 123 Parakou, Bénin
Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

Tableau 1: Composition chimique des trois types d'aliments utilisés

| Matières premières | Farine riche en soja | | | | Farine riche en son de blé, riz et tourteau palmiste | | | | Farine riche en son de sorgho, riz et tourteau palmiste | | | |
|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|--|------------------------------|--------------------|---------------------|---|------------------------------|--------------------|---------------------|
| | Quantité (Kg) | Energie Digestible (Kcal/kg) | Protéine Brute (%) | Cellulose Brute (%) | Quantité (Kg) | Energie Digestible (Kcal/kg) | Protéine Brute (%) | Cellulose Brute (%) | Quantité (Kg) | Energie Digestible (Kcal/kg) | Protéine Brute (%) | Cellulose Brute (%) |
| Tourteau de soja | 70 | 2240 | 29,75 | 5,18 | 10 | 320 | 4,25 | 0,74 | 7 | 224 | 2,98 | 0,52 |
| Son de maïs | 18 | 396 | 1,82 | 1,62 | 15 | 489 | 1,35 | 0,33 | 13 | 423,8 | 1,17 | 0,29 |
| Son de sorgho | 10 | 260 | 1,54 | 0,93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 780 | 4,62 | 2,79 |
| Tourteau de palmiste | 0 | - | - | - | 23 | 621 | 4,255 | 3,45 | 23 | 621 | 4,26 | 3,45 |
| Tourteau de coton | 0 | - | - | - | 2 | 55,8 | 0,82 | 0,26 | 4 | 111,6 | 1,64 | 0,52 |
| Son de blé | 0 | - | - | - | 30 | 744 | 4,5 | 3,18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Son de riz | 0 | - | - | - | 17 | 306 | 2,04 | 4,25 | 20 | 360 | 2,4 | 5 |
| Coquille d'huitre | 1 | - | - | - | 2,5 | - | - | - | 2,5 | - | - | - |
| Sel | 1 | - | - | - | 0,5 | - | - | - | 0,5 | - | - | - |
| Total | 100 | 2896 | 33,11 | 7,73 | 100 | 2535,8 | 17,215 | 12,21 | 100 | 2520,4 | 17,07 | 12,57 |

2.4. Dispositif expérimental

2.4.1. Constitution des lots et marquage des sujets

Les lapereaux étaient répartis en trois lots (X, Y, Z) de 12 animaux chacun, à raison de 4 lapereaux par cage. Les cages métalliques galvanisées de dimensions (75 cm × 45 cm × 30 cm) sont munies d'un système de récupération disposé en dessous de chaque cage permettant de recueillir l'aliment gaspillé. Pour différencier les animaux de chaque lot, ils ont été marqués à l'aide d'un marqueur sur la face extérieure de l'oreille avec X pour le premier lot, Y pour le second et Z pour le dernier lot. Pour permettre l'identification de chaque sous lot lors des pesées, les lapereaux ont été numérotés d'un marqueur au niveau de la face intérieure des oreilles avec les chiffres (1, 2, 3, 4 pour le premier sous lot ; 5, 6, 7, 8 pour le second sous lot et 9, 10, 11, 12 pour le dernier sous lot). Les cages ont été numérotées et disposées de telle sorte que tous les animaux ont été exposés à la même condition microclimatique. Au début de l'expérimentation, tous les trois lots de lapereaux étaient homogènes c'est-à-dire que chaque lot présentait approximativement la même masse corporelle ($343,3 \pm 4,3$ g).

Pour démarrer l'expérimentation, une transition alimentaire de trois jours a été réalisée pour permettre aux lapins de s'adapter à la ration à tester. Chaque lapereau a été nourri deux (02) fois par jour à raison de 100 g par repas servi.

Après une pesée individuelle des animaux à J0, jour du démarrage de l'expérience, le poids des animaux a été relevé hebdomadairement à jour fixe durant huit semaines d'engraissement. Les pesées ont été réalisées avec une balance électronique digitale de marque Française « TANITA » d'une portée de 3 kg, avec une précision de ± 1 g.

2.4.2. Méthodes de calcul des paramètres zootechniques

Les paramètres zootechniques tels que : le gain moyen quotidien, la consommation individuelle et l'indice de consommation ont été calculés.

Gain Moyen Quotidien

Le gain moyen quotidien (GMQ) exprimant la vitesse de croissance des lapereaux ont été calculés avec la formule :

$$\text{GMQ} = \frac{\text{Pmf} - \text{Pmi}}{f - i}$$

Avec Pmf : Poids par individu par lot à f jours d'engraissement (g) ; Pmi : Poids par individu par lot à i jours (g) ; Pmf - Pmi : Gain de poids pour la période (f-i) (g) ; f - i : Nombre de jours d'engraissement (ième au jème jour).

Consommation individuelle

La consommation individuelle (Cons I) a été calculée avec la formule :

$$\text{Cons I} = \frac{\text{QD} - (\text{QR} + \text{QRM})}{\text{NLJ}}$$

Avec QD : Quantité d'aliment distribuée ; QR : Quantité d'aliment rejetée ; QRM : Quantité restante dans la man-

geoire ; NLJ : Nombre de lapin jour (nombre de lapins vivant dans un lot à une date).

Indice de consommation

L'indice de consommation (IC) a été régulièrement calculé toutes les semaines selon la formule ci-après :

$$\text{IC} = \frac{\text{Cons I}}{\text{GMQ}}$$

Avec Cons I: Consommation individuelle (g) ; GMQ : Gain Moyen Quotidien.

2.5. Analyses physicochimiques

Les teneurs en protéine, cellulose et l'énergie digestible ont été déterminées sur les échantillons des matières premières. Ainsi, les protéines ont été déterminées selon la méthode AOAC (1995). La teneur en cellulose a été déterminée selon la méthode de Mani et al. (2006). L'énergie digestible a été déterminé selon la méthode ISO (ISO 9831 :1998)

2.6. Evaluation sensorielle

Deux tests axés sur le produit ont été réalisés dans le but de décrire le profil de qualité des viandes de lapin. La tendreté et la succulence ont été retenues par un panel composé de 12 dégustateurs comme étant les principaux attributs de qualité recherchés pour la viande de lapin. Après entraînement du panel, ces deux attributs ont été décrits, quantifiés et calibrés sur des échelles de notation allant de 1 (extrêmement désagréable) à 9 (extrêmement agréable) en utilisant des bulletins.

Les morceaux de viande sont préparés de façon identique sans assaisonnement (Figure 1), de manière à éviter tout biais, et présentés dans des emballages jetables lors des tests.

2.7. Analyses statistiques

Les données ont été analysées en se servant de la statistique descriptive pour calculer les moyennes, écart-types ou coefficients de variation. L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer les moyennes par la procédure des modèles linéaires généralisés (Proc GLM) du logiciel Minitab 16.

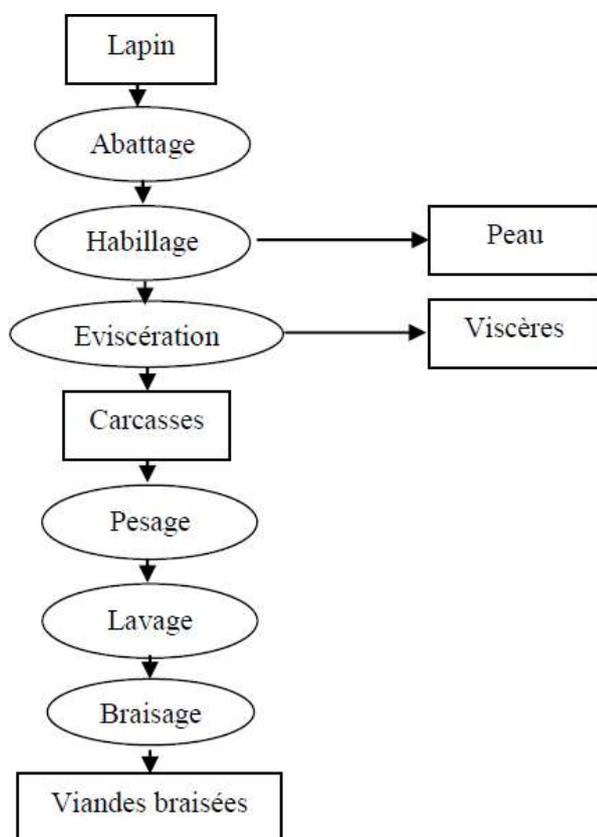


Figure 1: Diagramme technologique de préparation de la viande de lapin

3. Résultats

Les résultats présentés sont relatifs à la consommation individuelle, au poids moyen, au gain moyen quotidien, à l'indice de consommation des lapins et à l'évaluation sensorielle des viandes de lapins.

3.1. Consommation individuelle

Le tableau 2 présente la consommation d'aliment par jour par lapin au cours de chaque semaine. Il ressort qu'au cours des deux premières semaines et de la quatrième semaine, la consommation moyenne d'aliment a été plus importante pour l'aliment riche en tourteau de soja (TS) (43,4 g ; 78,8 g ; 74,6 g) suivi de l'aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste (SRP) (42,6 g ; 68,0 g ; 70,4 g) et vient en fin l'aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste (BRP) (39,9 g ; 54,0g ; 59,5 g).

L'aliment SRP a été le plus consommé (86,7 g 90,4 g) devant l'aliment TS (74,4 g ; 68,7 g) puis l'aliment BRP (67,4 g ; 62,5 g) au cours des semaines 3 et 8.

Pendant les semaines 5 et 7, l'aliment SRP a été consommée davantage (88,3 g ; 86,1 g) que l'aliment BRP (69,9 g ; 67,1 g) et l'aliment TS (68,0 g ; 55,7 g).

Au cours de la semaine 6, c'est l'aliment SRP qui a été plus consommé avec une moyenne de 71,3 g comparative-ment à l'aliment BRP et celui TS avec respectivement une moyenne de 70,6 g et 57,8 g d'aliment consommé par jour.

Sur toute la période de l'expérience, les quantités moyennes d'aliments consommés par lapin par jour ont été de 65,2 g ; 61,4 g et 75,4 g respectivement pour l'aliment TS, l'aliment BRP et l'aliment SRP. Une grande variabilité de consommation des différents types d'aliments a été observée au cours de la période d'expérimentation. La consommation de l'aliment SRP avec un coefficient de variation (CV) de 21,4% a été très élevée que celle de l'aliment TS (CV=18,3%) et celle de l'aliment BRP (CV=17%).

Tableau 2: Quantités d'aliments consommés par lapereau par jour au cours d'une semaine (g/jr).

| Semaines | TS | BRP | SRP |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 43,4 ± 12,4 | 39,9 ± 14,2 | 42,6 ± 12,3 |
| 2 | 78,9 ± 11,1 | 54,0 ± 16,4 | 68,0 ± 11,5 |
| 3 | 74,4 ± 13,2 | 67,4 ± 10,1 | 86,7 ± 14,4 |
| 4 | 74,6 ± 10,1 | 59,4 ± 11,7 | 70,4 ± 11,1 |
| 5 | 68,0 ± 13,1 | 69,9 ± 16,1 | 88,3 ± 12,2 |
| 6 | 57,8 ± 14,3 | 71,3 ± 14,2 | 70,6 ± 12,3 |
| 7 | 55,7 ± 11,2 | 67,1 ± 15,1 | 86,1 ± 14,1 |
| 8 | 68,7 ± 12,1 | 62,5 ± 12,5 | 90,4 ± 12,6 |
| Moyenne | 65,2 | 61,4 | 75,4 |
| CV(%) | 18,3 | 17,0 | 21,4 |

TS : riche en tourteau de soja; BRP : aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste ; SRP : aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste

3.2. Croissance pondérale

L'évolution du poids moyen des lapereaux pendant 56 jours de l'expérimentation est présentée dans le Tableau 3. Ainsi, le poids moyen est passé pendant ces 56 jours d'expérimentation de 343,3 à 1055,0 g pour les lapereaux nourris avec l'aliment riche en tourteau de soja (TS), de 342,8 à 1148,3 g pour les lapereaux nourris avec aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste (BRP) et de 342,9 à 1104,9 g pour ceux nourris avec aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste (SRP).

Tableau 3 : Evolution du poids moyen des lapereaux par semaine

| Jours | TS | | BRP | | SRP | |
|-------|----|--------------|-----|---------------|-----|--------------|
| | n | Pm (g) | n | Pm (g) | n | Pm (g) |
| 0 | 12 | 343,3 ± 4,3 | 12 | 342,8 ± 6,1 | 12 | 342,9 ± 7,3 |
| 7 | 5 | 436,8 ± 2,4 | 11 | 441,4 ± 8,4 | 7 | 461,3 ± 6,5 |
| 14 | 5 | 559,4 ± 1,3 | 11 | 533,3 ± 9,1 | 7 | 576,9 ± 5,1 |
| 21 | 5 | 665,0 ± 3,4 | 11 | 622,4 ± 7,6 | 7 | 617,7 ± 2,9 |
| 28 | 5 | 764,4 ± 3,1 | 11 | 713,4 ± 8,8 | 6 | 714,5 ± 5,4 |
| 35 | 5 | 849,2 ± 4,1 | 11 | 840,5 ± 7,8 | 6 | 806 ± 6,2 |
| 42 | 5 | 911,0 ± 3,5 | 11 | 957,5 ± 9,2 | 6 | 899,3 ± 4,6 |
| 49 | 5 | 1038,8 ± 4,3 | 11 | 1083,2 ± 12,1 | 6 | 1045,2 ± 5,3 |
| 56 | 5 | 1055,0 ± 3,0 | 11 | 1148,3 ± 12,4 | 6 | 1104,9 ± 6,1 |

TS : riche en tourteau de soja ; BRP : aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste ; SRP : aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste ; n: nombre de lapins vivants pesés; Pm: poids moyen.

3.3. Gain moyen quotidien

Le Tableau 4 présente l'évolution de la vitesse de croissance des trois lots de lapereaux nourris avec les trois différents types d'aliments. Pour ces trois types d'aliment, les gains moyens quotidiens (GMQ) des lapereaux ont évolué en dents de scie. Le GMQ a varié entre 2,3 et 18,3 g/j pour les lapereaux nourris à l'aliment riche en tourteau de soja (TS) ; entre 9,3 et 18,2 g/j pour ceux nourris à l'aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste (BRP) puis entre 8,5 et 20,8 g/j pour ceux nourris à l'aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste (SRP).

Les GMQ0-4 (entre la première et la quatrième semaine) et GMQ0-8 (entre la première et la huitième semaine) des lapereaux nourris aux trois types d'aliments n'ont pas été significativement différents ($p > 0,05$) alors que les GMQ4-8 (entre la quatrième et la huitième semaine) des lapereaux nourris au BRP (15,5 g/j) et au SRP (13,9 g/j) ont été significativement différents de celui des lapereaux nourris au TS (10,4 g/j).

Tableau 4 : Gains moyens quotidiens des lapereaux en fonction de l'aliment

| GMQ | TS | | BRP | | SRP | |
|--------|----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| | n | Pm (g) | n | Pm (g) | n | Pm (g) |
| GMQ1 | 5 | 13,4 ± 2,3 | 11 | 14,1 ± 3,1 | 7 | 16,9 ± 1,9 |
| GMQ2 | 5 | 17,5 ± 3,5 | 11 | 13,1 ± 0,8 | 7 | 16,5 ± 2,3 |
| GMQ3 | 5 | 15,1 ± 4,9 | 11 | 12,7 ± 1,8 | 7 | 5,84 ± 0,3 |
| GMQ4 | 5 | 14,2 ± 1,1 | 11 | 13,0 ± 1,1 | 6 | 13,8 ± 1,7 |
| GMQ5 | 5 | 12,1 ± 1,4 | 11 | 18,2 ± 3,4 | 6 | 13,1 ± 1,1 |
| GMQ6 | 5 | 8,8 ± 1,8 | 11 | 16,7 ± 1,5 | 6 | 13,3 ± 2,1 |
| GMQ7 | 5 | 18,3 ± 3,1 | 11 | 18,0 ± 2,1 | 6 | 20,8 ± 5,0 |
| GMQ8 | 5 | 2,3 ± 3,8 | 11 | 9,3 ± 1,4 | 6 | 8,54 ± 1,0 |
| GMQ0-4 | 5 | 15,0 ± 1,4a | 11 | 13,2 ± 2,1a | 6 | 13,3 ± 4,1a |
| GMQ4-8 | 5 | 10,4 ± 2,5a | 11 | 15,5 ± 0,7b | 6 | 13,9 ± 2,5b |
| GMQ0-8 | 5 | 12,7 ± 1,1a | 11 | 14,4 ± 1,6a | 6 | 13,6 ± 1,6a |

TS : riche en tourteau de soja ; BRP : aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste ; SRP : aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste ; n : nombre de lapins vivants pesés ; GMQ : Gains moyens quotidiens, a,b : la même lettre liée aux moyennes sur une même ligne n'est pas significativement différente au seuil de 5%.

3.4. Indice de consommation

Les indices moyens de consommation des lapereaux nourris avec les TS, BRP et SRP ont été respectivement 7,9 ; 4,4 et 6,7 kg MS/kg PV (Tableau 5). Aucune différence significative entre les indices de consommation n'a été enregistrée.

Tableau 5 : Indice de consommation alimentaire des lapereaux (kg/MS/kg PV)

| Semaines | TS | BRP | SRP |
|----------|------------|-----------|------------|
| 1 | 3,3 ± 1,1 | 2,8 ± 0,6 | 2,5 ± 0,2 |
| 2 | 4,5 ± 2,1 | 4,1 ± 2,0 | 4,1 ± 1,0 |
| 3 | 4,9 ± 0,8 | 5,3 ± 0,9 | 14,9 ± 1,5 |
| 4 | 5,3 ± 1,4 | 4,6 ± 1,1 | 5,1 ± 0,4 |
| 5 | 5,6 ± 1,2 | 3,9 ± 1,4 | 6,8 ± 2,1 |
| 6 | 6,5 ± 0,5 | 4,3 ± 0,4 | 5,3 ± 0,7 |
| 7 | 3,1 ± 0,1 | 3,7 ± 1,4 | 4,1 ± 0,4 |
| 8 | 29,9 ± 6,2 | 6,7 ± 1,0 | 10,6 ± 2,4 |
| Moyenne | 7,9 ± 9,0 | 4,4 ± 1,2 | 6,7 ± 4,1 |

TS : riche en tourteau de soja ; BRP : aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste ; SRP : aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste ; MS : matière sèche ; PV : poids vif

3.5. Caractéristique sensorielle de la viande des lapins nourris aux trois types d'aliments

La Figure 2 présente le score d'acceptabilité de la viande issue des lapins nourris aux trois types d'aliments. La valeur de la tendreté des viandes attribuée par les dégustateurs varie de 5,2 à 8,1. Selon les dégustateurs, la valeur de la tendreté de la viande issue des lapins nourris au TS (5,1) a été significativement inférieure ($p < 0,05$) de celle de la viande issue des lapins nourris au BRP (8,1). Toutefois elle n'est pas significativement ($p > 0,05$) différente de celle issue des lapins nourris au SRP (8,1). De même, la valeur de la tendreté de la viande issue des lapins nourris au BRP (8,1) n'a pas été significativement ($p > 0,05$) différente de celle issue des lapins nourris au SRP (8,1).

La valeur de succulence de la viande issue des lapins nourris au BRP (7,5) a été significativement ($p > 0,05$) supérieure à celles issues des lapins nourris au TS (6,1) et au SRP (5,4).

Toutes les viandes issues des lapins nourris au cours de l'expérimentation ont été acceptées par les dégustateurs avec des valeurs supérieures à 5 (seuil d'acceptabilité). Aucune différence significative n'a été observée pour les valeurs d'acceptabilité des viandes.

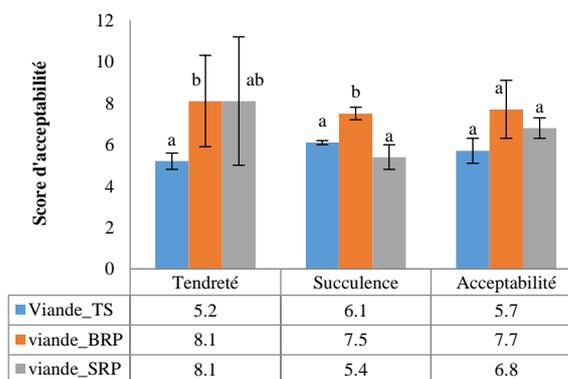


Figure 2 : Score d'acceptabilité de la viande des lapins nourris aux trois types d'aliments durant 56 jours

Viande_TS : viande issue des lapins nourris à l'aliment riche en tourteau de soja ;
Viande_BRP : viande issue des lapins nourris à l'aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste ;
Viande_SRP : viande issue des lapins nourris à l'aliment riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste ;
a,b : la même lettre sur un histogramme au niveau d'un même paramètre n'est pas significativement différente au seuil de 5%.

4. Discussion

Les trois aliments comparés n'ont pas la même composition chimique, il serait ainsi hasardeux de tirer des conclusions sur les performances enregistrées. Il est cependant possible de comparer les performances induites par l'aliment riche en son de blé, riz et tourteau de palmiste (BRP) et celui riche en son de sorgho, riz et tourteau de palmiste (SRP) car ces deux aliments ont des compositions similaires. Les résultats de l'expérimentation ont révélé que

l'aliment BRP a induit les meilleures performances que l'Aliment SRP. Les résultats ont montré une croissance presque linéaire quel que soit le type d'aliment. Les lapins recevant l'aliment riche en tourteau de soja (TS) ont atteint à l'âge de 56 jours un poids moyen de 1054,89 g. Le poids moyen des lapins consommant l'aliment BRP est de 1148,27 g contre 1104,94 g pour ceux nourris avec l'aliment SRP. Kpodékon et al. (2010) ont obtenu en 56 jours d'engraissement un poids moyen de 1442,5 g avec une provende granulé.

Les gains moyens quotidiens obtenus avec les trois aliments ne sont pas comparables à celui de 15,55 g/j enregistré par Kpodékon et al. (2005) pour un aliment farineux. Ces différences peuvent être liées aux facteurs environnementaux (période froide, conditions sanitaires). Le fait que les matières premières utilisées dans la fabrication des aliments durant l'expérimentation ne proviennent pas de la même source d'approvisionnement peut aussi expliquer ces différences. Cela peut être également dû au fait que les animaux utilisés dans cette étude ne sont pas de la même souche que ceux utilisés par ces auteurs. La présentation farineuse favorise le tri des différentes particules alimentaires par les lapins. Ainsi, Kpodékon et al. (2009) a indiqué que l'aliment restant dans la mangeoire est plus élevé en fibre de l'ordre de 19,86%. Cette forte réduction de la quantité de fibres ingérées par les lapins entraîne des baisses de vitesse de croissance souvent associées à des troubles de l'ingestion ou de la digestion et des mortalités par diarrhée. Des observations similaires ont été rapportées par Gidenne (1996) qui a signalé le rôle des fibres dans la sécurité digestive du lapin en croissance. Cette remarque avait été également faite par Lebas (1991).

Un faible taux de protéines dans les aliments peut aussi induire de mauvaises performances. D'après Lebas et al. (1996), il y a dégradation des performances de lapin en croissance lors de l'abaissement du taux de protéines ou de certains acides aminés indispensables en dessous des valeurs recommandées. Ce facteur n'intervient pas dans la présente étude, car les taux de protéines de chacun des trois aliments composés est conforme aux valeurs de 15 à 16% conseillées pour les lapereaux à l'engraissement (Blum, 1989).

Le lapin en croissance, recevant un aliment équilibré, est capable généralement d'ajuster son ingestion alimentaire en réponse à des variations de concentration énergétique de manière à consommer quotidiennement la même quantité d'énergie digestible (ED). La différence de performance de l'aliment TS par rapport à celles des autres aliments peut être due à cet aspect puisqu'il ne remplit les normes pour le lapin.

L'efficacité alimentaire ou l'indice de consommation est optimal chez le lapin entre le sevrage et la 8^{ème} semaine est de l'ordre de 2,2 - 2,4 (Gidenne et Lebas, 2005). Durant notre expérience, les indices de consommations sont supérieurs à 2,4.

Les résultats de cette étude montrent une différence significative entre les indices de consommation de ces trois aliments. Toutefois, les résultats présentent des indices de consommation élevés. Cela s'explique par le fait que les

animaux ont beaucoup consommé sans toutefois augmenter de poids. Cette même observation avait déjà été faite par Kpodékon et al. (2009). Selon Combes et al. (2002) et Combes et al (2003), l'indice de consommation accroît normalement avec l'âge d'abord parce que la fraction de l'aliment utilisée pour le simple entretien de l'organisme accroît proportionnellement au poids vif alors que celle nécessaire aux dépôts correspondant au gain de poids reste assez stable. De même, la fixation des graisses est plus coûteuse en énergie alimentaire que celle des protéines.

Les résultats obtenus à la phase de dégustation montrent que les viandes issues des lapereaux nourris aux trois types d'aliments ont été acceptées. Mais l'aliment BRP a plus influencé la tendreté et la succulence de la viande auprès des dégustateurs.

5. Conclusion

L'expérimentation a permis de montrer que les aliments BRP et SRP ont induit les meilleures performances comparativement à l'aliment TS. De plus, elle a permis de montrer que la viande issue des lapins nourris avec l'aliment BRP est plus tendre et plus succulente que celle issue des lapins nourris avec les aliments SRP et TS. Par ailleurs, la présente étude est une contribution à la valorisation des sous-produits de transformations de céréales et de légumineuses dans l'alimentation des lapins.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Aboh AB, Olaafa M, Dossou-Gbété GSO, Dossa AD, Djagoun N. 2002. Ingestion volontaire et digestibilité apparente d'une ration à base de la farine de graines de *Mucuna pruriens* var. utilis complétée de fourrages chez les lapins. *Tropicultura*, 20: 165-169.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington : AOAC.
- Blum J.C. 1989. L'alimentation des animaux monogastriques, porc, lapin, volaille, 2^{ème} édition - Paris: INRA : 282p.
- Combes S., Jehl N., Juin H., Cauquil L., Lebas F. 2002. Comparison between standard and label rabbits: Chemical, rheological and sensory characterisation. European Meeting COST 848 Athens (Greece). 11-14 April, 1 p
- Combes S., Lebas F., Lebreton L., Martin T., Jehl N., Cauquil L., Darce B., Corboeuf M.A. 2003. Comparaison lapin Bio/lapin standard : Caractéristiques des carcasses et composition chimique de 6 muscles de la cuisse. 10^{ème} Journ. Rech. Cunicole, 19-20 novembre 2003, Paris, pp. 133-136, ITAVI, Paris.

- Fielding, D., 1993. Le lapin: Edition Maisonneuve et Larousse, Paris : 143 p.
- Gidenne T. 1996. Conséquences digestives de l'ingestion de fibres et d'amidon chez le lapin en croissance : vers une meilleure définition des besoins. *Prod. Anim.*, 9: 243-254.
- Gidenne, T. et Lebas, F., 2005. Le comportement alimentaire du lapin. 11^e Journée de la Recherche Cunicole. Paris, France, ITAVI : 183-196.
- INSAE, 2010. Profils socio-économique et indicateur de développement, tableau de bords social : 5-10.
- International Standardization Organization 1998. Animal feeding stuffs animal products, and faeces or urine- Determination of gross calorific value. Bomb calorimeter method. Norme internationale ISO 9831.
- Kpodékon M, Youssao AKI, Koutinhouin GB, Baba IL, Dessou JM, Djago Y. 2009. Effet de la granulation sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et la viabilité des lapereaux en condition d'élevage tropical. *Rev Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 62: 75-80.
- Kpodekon T. M., Youssao Abdou Karim I., Koutinhouin G.B., Djago Y., Amida E. 2010. Influence de la teneur en tourteaux de coton de l'aliment d'engraissement sur les performances de croissance des lapins. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 68 :12-19
- Lebas, F., 1991. Alimentation pratique des lapins en engraissement. *Cuniculture* 18, 6 : 273-281.
- Lebas, F., 2000 : Granulométrie des aliments composés et fonctionnement digestif du lapin. *INRA Prod. Anim.*, 13 (2), 109-116
- Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, M., Thebault, R., 1996 : Le lapin Elevage et pathologie. Edition FAO. Rome, Italie. SAS, SAS/STAT. User's guide (version 6, 4th Ed.). 1996. SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA
- Lebret B., Lefaucheur L., Mourot J., Bonneau M. 1996. Influence des facteurs d'élevage sur la qualité de la viande de porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 28 : 137-156.
- Mani, S., L.G. Tabil and S. Sokhansanj. 2006. Effects of Compressive Force, Particle Size and Moisture Content on Mechanical Properties of Biomass Pellets from Grasses. *Biomass and Bioenergy* 30(2006): 648-654
- Pinson, C., 2005. La diététique, un art de vivre. Essentiels Milan, 64 p.
- Salmi B., L. Trefan, J. Bloom-Hansen, J. P. Bidanel, A. B. Doeschl-Wilson and C. Larzul. 2010. Meta-analysis of the effect of the halothane gene on six parameters of pig meat quality and on carcass leanness. *Journal of Animal Science*, 88: 2841 - 2855
- Soltner, D., 1994. Alimentation des Monogastriques. Sciences et Techniques Agricoles. Sainte -Gemmes -sur -Loire : Paris, France.
- Tomé, D., 2008. Qualité nutritionnelle des protéines de la viande. *Cah. Nutr. Diet.* 43 : 40-45



Utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation des lapins : impact sur la qualité de la viande

R. B. AHOLOU¹, U. P. TOUGAN^{2,3,*}, R. R. A. ASSA⁴, G. A. MENSAH⁵, P. F. TCHOBO⁶,
P. A. AKOUEGNINOU⁷, G. B. KOUTINHOIN¹

¹Research Unit of Animal Husbandry and Meat Products Quality Control of Animal Production and Health Department, Polytechnic School of Abomey-Calavi, Benin.

²Département de Nutrition et Sciences Agro-Alimentaires, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

³Unité d'Analyse, Qualité et Risques, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique

⁴Laboratoire de l'Institut WAVE, Université Felix Houphouët Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

⁵Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin

⁶Département de Génie de Technologie Alimentaire de l'Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, Bénin

⁷Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

Reçu le 20 Novembre 2016 - Accepté le 20 Décembre 2016

Use of pellet leaves of *Cissus populnea* (Guill & Perr) and *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn in rabbit feeding: impact on the meat quality

Résumé : L'objectif de ce travail est de déterminer l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation sur la qualité de la carcasse et de la viande de lapins. Elle a porté sur 30 mâles âgés de 65 jours répartis en trois lots de 10 mâles soumis à trois différents traitements alimentaires (lot 1, 2 et 3) contenant ou non des granulées de feuilles de *C. populnea* et de *S. nodiflora*. Il ressort de cette étude que l'on en ressort que le poids vifs des animaux avant l'abattage, le poids des carcasses et le rendement de la carcasse n'ont pas été affectés par la ration alimentaire ($P > 0,05$). Sur le plan technologique, quel que soit le type de muscle, les pH1 des lots sont identiques ($P > 0,05$). Par contre, la valeur du pH enregistré 24 heures post-mortem (PM) a été significativement affectée par la ration alimentaire avec la valeur la plus élevée enregistrée au niveau du lot 1 ($P < 0,05$). Les pertes de jus au ressuyage de la viande de la cuisse et du râble n'ont pas varié significativement en fonction de la ration ($P > 0,05$) et sont comprises entre 2,54 et 3,99%. Quant aux pertes de jus à la cuisson, la plus faible perte de jus a été enregistrée au niveau du muscle du râble des animaux du lot 2 ($P < 0,05$). La capacité de rétention d'eau (CRE) de la cuisse et du râble a été affectée par la ration alimentaire ($P < 0,05$) avec la plus faible valeur enregistrée au niveau du lot 2 ($P < 0,05$). Sur le plan nutritionnel, il apparaît qu'en dehors de la teneur en minéraux totaux, les autres paramètres de la qualité nutritionnelle étudiés ont été significativement affectés par la ration. Les teneurs les plus élevées en matière sèche (27,3%), en matière organique (25,74%) et en protéine brute (23,28%) ont été observées chez les lapins du lot 2 ($P < 0,05$). Par contre, la plus faible teneur en matière grasse (2,46) a été enregistrée chez les lapins du lot 2 ($P < 0,001$). La qualité sensorielle n'a pas été affectée par la ration.

Mots clés : Carcasse ; lapin ; *Cissus populnea* ; *Synedrella nodiflora* ; valeur nutritionnelle ; Bénin.

Abstract: The aim of this work is to determine the effect of the use of granulated leaves of *Cissus populnea* (Guill & Perr) and *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn in the diet on the quality of carcass and meat in rabbits. It was carried out on 30 males aged 65 days divided into three groups of 10 males subjected to three different diets (lot 1, 2 and 3) formulated with or without leaf granules. It appears from this study that live weight of animals, carcass weight and carcass yield were not affected by the diet ($P > 0.05$). Technologically, whatever the type of muscle, the pH1 of the 3 lots were similar ($P > 0.05$). However, the pH value recorded 24 hours post-mortem (PM) was significantly affected by the diet with the highest value recorded in lot 1 ($P < 0.05$). Drip loss of the meat in the thigh and the saddle did not vary significantly according to the ration ($P > 0.05$) and ranged between 2.54 and 3.99%. As for the cooking loss, the lowest loss was recorded at the level of the saddle muscle of animals in Lot 2 ($P < 0.05$). The water retention capacity of the thigh and saddle was affected by the diet ($P < 0.05$) with the lowest value recorded in lot 2 ($P < 0.05$). Nutritionally, apart from the total mineral content, the other parameters of the nutritional quality studied were significantly affected by the ration. The highest levels of dry matter (27.3%), organic matter (25.74%) and crude protein 23.28% were observed in batch 2 rabbits ($P < 0.05$). The lowest fat content (2.46) was recorded in rabbits of lot 2 ($P < 0.001$). Sensory quality was not affected by the diet.

Mots clés : Carcass ; rabbit ; *Cissus populnea* ; *Synedrella nodiflora* ; nutritional value ; Benin.

1. Introduction

Dans les pays en développement, même si la production agricole doublerait d'ici 2050, une personne sur vingt risque encore d'être sous-alimentée (FAO, 2012). A l'instar des pays de l'Afrique de l'ouest, l'agriculture béninoise qui occupe 70 % de la population active est l'un des secteurs vitaux de l'économie béninoise et contribue pour près de 40 % au Produit Intérieur Brut (CountryStat, 2015).

Cependant, elle ne permet pas de réduire considérablement la pauvreté et ses corollaires que sont la sous-alimentation et plus particulièrement l'insuffisance en protéines animales. Face à cette situation, l'Etat béninois a opté dans le cadre de son programme de stratégie de réduction de la pauvreté et de sécurité alimentaire (ECOWAP/PDDAA), pour un ensemble de solutions dont la promotion des productions animales basée sur le développement des espèces animales à cycle court. A cet effet, la cuniculture mérite qu'on lui accorde une attention particulière pour la facilité relative de sa pratique, la forte prolificité des animaux et la qualité organoleptique exceptionnelle de la viande de lapin.

Au Bénin, la production annuelle de viande de lapin est passée de 4 tonnes en 1993 à 240 tonnes en 2005 (ABeC, 2005). En 1987, le Bénin ne comptait que 214 élevages cunicoles (Kpodékon, 1988) possédant chacun en moyenne 4,1 lapines-mères et 17 sujets présents (Kpodékon *et al.*, 1993). Selon le rapport d'activité de l'ABeC, (2005), le cheptel cunicole du Bénin comprend 604 élevages répartis dans les 8 départements du sud et du centre avec un effectif de 8.471 lapines-mères, soit 14 lapines mères par élevage. Mais aujourd'hui l'élevage cunicole est présent dans presque toutes les contrées du Bénin même si les objectifs de production sont différents. L'accroissement de cet effectif est intimement lié à la maîtrise des techniques de reproduction des lapines et à la réduction des mortalités des lapereaux (Kpodékon *et al.*, 2006) par la création des centres de recherches facilitant ainsi les recherches. Les performances reproductives sont le facteur essentiel de la réussite économique d'un élevage de lapin, qui est une espèce prolifique à rythme de reproduction intensif. Le développement de la cuniculture nécessite des études dans un ensemble plus vaste de domaines tels que la génétique, la pathologie, l'alimentation et la reproduction. L'amélioration des performances reproductives des lapins constitue une avenue importante pour la réalisation des progrès escomptés en matière de l'autosuffisance en protéine animale.

Dans les conditions tropicales, une lapine produit en moyenne 6,4 lapereaux par portée. Au Centre Cunicole de Recherche et d'Information (CECURI), la taille de la portée est de 5,7 lapereaux à la naissance et 4,7 lapereaux au sevrage (Akpo *et al.*, 2008) et la fertilité est de 81 % chez les

nullipares, 61 % chez les primipares et 50 % chez les multipares (Houindo, 2002). Ainsi, la productivité numérique des lapines est faible en zone tropicale (Koutinhoun *et al.*, 2009).

Ces performances de reproduction sont considérablement plus faibles que celles obtenues dans les pays de l'Europe qui, indépendamment de la bonne performance zootechnique des races utilisées, ont pour la plupart amélioré les performances reproductives des lapins par voie hormonale (Theau-Clément, 2008). Ce traitement hormonal, consiste à administrer aux lapines différents types et doses d'hormones, 2-3 jours avant la saillie (Koutinhoun *et al.*, 2009).

Le coût relativement élevé de ces produits, la délicatesse de leur mode d'emploi et les exigences de conditionnement ne permettent pas à tous les éleveurs d'en utiliser judicieusement. Cependant, *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn sont deux plantes hormonales aphrodisiaques (Aholou *et al.*, 2017 ; Koutinhoun *et al.*, 2015) disponibles localement à plein temps qui peut être valorisée dans l'amélioration des performances de reproduction chez les lapins. Des études ont été déjà réalisées par Koutinhoun *et al.* (2014, 2015) sur l'effet de l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation des lapins sur les performances de reproduction. Il ressort de ces études que les feuilles utilisées en complément alimentaire de 100g/jour chez la lapine pendant un mois avant la saillie et pendant la gestation améliorent significativement le taux de fertilité, le taux de fécondité et la taille de la portée à la naissance et au sevrage. Par ailleurs, Aholou *et al.* (2017) ont rapporté que l'utilisation des feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'amélioration des performances de reproduction des lapins n'affecte pas l'hématocrite, l'hémogramme et l'état de santé général de l'animal.

Si l'impact de l'utilisation des feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn sur les performances zootechniques, l'hématocrite et l'hémogramme des lapins est bien connu et documenté, aucune donnée scientifique n'est disponible sur l'effet de l'utilisation des feuilles de ces plantes hormonales sur la qualité de la carcasse et de la viande des animaux domestiques.

L'objectif de ce travail est de déterminer l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation sur la composition de la carcasse et la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande de lapins en élevage traditionnel.

Spécifiquement, il s'agit de :

- Déterminer la composition de la carcasse des lapins nourris avec des rations contenant ou non des granulées de feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.

évaluer les paramètres de la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande des lapins nourris avec des rations contenant ou non des granulées de feuilles de

*Auteur correspondant : E-mail: ulcales71@yahoo.fr ;
BP 2760, Abomey-Calavi, Bénin. Tél: +229 9650 0750
Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

Cissus populnea (Guill & Perr) et de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre d'étude

L'étude sur l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation sur la composition de la carcasse et la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande de lapins en élevage traditionnel a été réalisée à la ferme cunicole « Agro Plus » située dans la Commune d'Abomey-Calavi du 1er avril 2015 au 30 septembre 2016.

La ville d'Abomey-Calavi, 1^{er} arrondissement de la Commune d'Abomey-Calavi, est repérable selon les coordonnées géographiques 6°27' de latitude Nord et 2°21' de longitude Est, et s'étend sur une superficie de 650 km² avec une population de 307745 habitants (RGPH, 2010). La densité de la population d'Abomey-Calavi est de 473,5 habitants/km².

La Commune d'Abomey-Calavi bénéficie des conditions climatiques de type subéquatorial de transition avec une inégale répartition spatio-temporelle des pluies. La pluviométrie régionale augmente d'Ouest en Est. La distribution temporelle des précipitations permet de déterminer quatre saisons plus ou moins marquées, dont deux pluvieuses et deux sèches, réparties comme suit :

- Une grande saison sèche de mi-novembre à fin mars ;
- Une grande saison pluvieuse du début avril à mi-juillet ;
- Une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre ;
- Une petite saison pluvieuse de mi-septembre à mi-novembre.

La pluviométrie moyenne est voisine de 1200 mm/an. Les températures moyennes mensuelles varient entre 27 et 31°C et l'humidité relative de l'air fluctue entre 65 % de janvier à mars et 97 % de juin à juillet.

2.2. Dispositif expérimental

L'étude sur l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation sur la composition de la carcasse et la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande de lapins en élevage traditionnel. Elle a porté sur 30 mâles âgés de 65 jours initialement répartis en trois lots de 10 mâles soumis à trois différents traitements alimentaires. Le lot 1 était le lot témoins constitué des mâles soumis seulement à la provende conventionnelle pour lapin produite sans feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn; le lot 2 était constitué des animaux soumis à l'aliment granulé contenant 70% d'aliment conventionnel commercial et 30% de granulées de feuilles séchées de *Synedrella nodiflora* et le lot 3 regroupait les

lapins ayant été nourries avec l'aliment granulé contenant 70% d'aliment conventionnel commercial et 30% de granulées de feuilles séchées de *Cissus populnea* (Guill & Perr). Ces animaux de race Commune avaient un âge moyen de trois mois.

2.3. Prophylaxie sanitaire et médical

Sur le plan sanitaire, avant l'installation des animaux dans les cages et le bâtiment d'élevage, il a été procédé à un vide sanitaire de deux semaines, suivis d'une désinfection du local et de tout le matériel d'élevage avec de l'eau de javel et du crétyl. A cet effet, les murs intérieurs de la lapinière et les supports des cages ont été enduits de chaux vives.

Sur le plan médical, pour réduire l'incidence négative des pathologies sur les performances des animaux, ceux-ci ont été déparasités à base de Sulfa 33,3[®] % (Sulfadimine sodium, Alfasan, Hollande, 3-6 ml/10kgpoids vif), Piperate (pipérazine citrate, Genevet Ltd, United Kingdom, 1g/10 kg) et l'ALFAMEC[®] (Ivermectine, INOUKO, France, 0,3 ml/animal). Ces traitements ont été associés à un anti-stress (AMINOVIT[®], complexe vitaminé, V.M.D n.v. /s.a.HogeMauw 900-B-2370 Arendonk, Belgique, 50-100g/200litres, dans l'eau pendant 3 jours) et de l'Hépaturyl (complexe minérale et organique, LAPROVET, France, 1g/10kg de poids vif). Un mois après, ces traitements ont été renouvelés. Les animaux ont été inspectés chaque deux jour afin de détecter d'éventuelles pathologies. Le bâtiment d'élevage a été nettoyé quotidiennement et les animaux morts ont été enfouis. A l'exception de l'Alfamec et du Sulfa 33[®] les autres produits ont été administrés aux animaux dans l'eau de boisson après une diète hydrique d'environ 12 heures. L'Alfamec a été administré aux animaux par injection sous-cutanée tandis que le Sulfa 33[®] a été administré par voie intramusculaire.

2.4. Caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande des lapins

Au terme de l'engraissement, 30 lapins mâles (10 têtes/lot) ont été prélevés au hasard, pesés individuellement et abattus afin de déterminer les caractéristiques des carcasses et évaluer l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation sur la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande.

❖ Abattage des animaux

Les lapins ont été saignés après avoir été étourdis par un coup sec donné au niveau de la région occipitale. L'abattage a été suivi de 5 minutes d'égouttage. Par la suite, les animaux ont été dépouillés et éviscérés. La méthode d'habillage à deux opérateurs décrite par Kpodékon et Djago (2000) est celle utilisée dans cette étude.

❖ Evaluation des rendements et découpe de la carcasse

Le rendement de la carcasse a été déterminé selon la méthode modifiée d'Abida Ouyed (2009) en faisant le rapport entre le poids de la carcasse sur le poids vif de l'animal à jeun pendant environ 18 heures. Le poids de la carcasse a été déterminé après dépouillement, éviscération et ablation des pattes sectionnées au niveau des articulations carpo-métacarpiennes ou tarso-métatarsiennes), de la queue (sectionnée entre les sixième et septième vertèbres caudales), du pis et des organes génitaux. Le poids de la tête a été pris en compte pour le calcul du rendement de la carcasse.

Après l'abattage, les données concernant le poids de la carcasse chaude obtenu juste après l'éviscération et le poids de la carcasse froide déterminé 24 h après conservation au réfrigérateur à 4 °C ont été enregistrées.

2.5. Evaluation de la qualité technologique de la viande

❖ La mesure du pH et de la température

Le pH et la température post mortem ont été mesurés à 1 h (pH1) et à 24 h (pHu) à l'aide d'un pH-mètre électronique de marque Hanna calibré. Ses mesures ont été prises sur les carcasses *in situ* au niveau du *biceps femoris* et du *longissimus dorsi*.

Avant la prise des mesures, l'appareil a été calibré puis dégraissé après utilisation. La méthode utilisée a consisté à plonger les électrodes du pH-mètre dans les muscles concernés de la carcasse.

❖ Détermination des pertes d'eau

La détermination des pertes d'eau a été faite selon la méthode modifiée utilisée par Djikinhedo et Toviéhou (2006). La détermination des pertes d'eau à la conservation a été réalisée à partir des muscles du *biceps femoris* et du *longissimus dorsi*. Ces morceaux ont été attachés à l'aide de fil de fer avant d'être placés dans des sachets (sans qu'il n'ait de contact entre la viande et le sachet) et conservés à 4 °C (photo 8). Ces échantillons ont ensuite été pesés 24 heures plus tard.

$$\text{Perte d'eau(\%)} = \frac{(\text{Poids avant traitement} - \text{poids après traitement})}{\text{Poids avant traitement}} \times 100$$

Les morceaux de viande utilisés pour la perte d'eau à la réfrigération ont ensuite été mis dans des poches sous vide (sachets) et cuit à 75°C dans un bain-marie muni d'un thermostat pendant 60 mn. Après la cuisson, les échantillons ont été refroidis sous l'eau courante pour leur permettre de s'équilibrer à la température ambiante, puis essuyés et pesés. Les pertes à la cuisson sont exprimées en pourcentage du poids avant la cuisson.

La somme des pertes d'eau à la conservation et à la cuisson représente la perte d'eau totale.

❖ Qualités organoleptiques

Pour évaluer les qualités organoleptiques telles que : le goût ; la saveur ; la flaveur ; la tendreté et autres, des morceaux du bras (A), de la cuisse (B) et du rable (C) étaient découpés et cuits au bain-marie puis dégustés par un jury de 20 membres préalablement formés en évaluation de la qualité sensorielle des produits carnés. A cet effet, une fiche d'appréciation a été remplie par chaque dégustateur.

❖ Qualité nutritionnelle de la viande

Les teneurs en matières sèches, en cendres, en matières grasses et en protéines ont été déterminées selon les procédures normalisées recommandées par l'AOAC (2000).

La teneur en eau a été déterminée par gravimétrie aussi bien dans le muscle du bréchet que celui de la cuisse selon la méthode de Tougan *et al.* (2013a) et conformément à la norme NF V 04-401 de Avril 2001. Pour chaque mesure, 3 répétitions ont été réalisées par type de muscle.

La teneur en matières grasses a été déterminée conformément à la norme NF V 04-402 de janvier 1968 (ISO 1443: 1973) par traitement de l'échantillon à l'HCl, filtration, extraction de la matière grasse et expression des résultats. Pour chaque mesure, 2 répétitions ont été réalisées par type de muscle.

La Teneur en cendres totales a été déterminée selon la norme NF V 04-404 d'Avril 2001 (Leusink, 2010;).

Quant à la teneur en protéine, elle a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl, conformément à la norme NF V 04-407 de septembre 2002, selon le principe suivant:

- Minéralisation de la prise d'essai par l'H₂SO₄ en présence d'un catalyseur (la pastille Kjeldahl) ;
- Alcalinisation des produits de réaction ;
- Distillation de l'NH₄ et recueillement dans H₃BO₃ ;
- Titration de la solution par une solution d'HCl 1N ;
- Détermination de la teneur en azote (TN) et calcul de la teneur en protéine (TP = TN × 6,25).

2.6. Analyses statistiques

Les données ont été analysées par le logiciel SAS (*Statistical Analysis System*, 2006). Les moyennes ont été calculées par la procédure *Proc means*. La procédure *Proc GLM* a été utilisée pour l'analyse de variance. Le test de F a été utilisé pour évaluer l'effet de la forme d'utilisation des feuilles sur les variables considérées. Les comparaisons entre les moyennes ont été faites deux à deux par le test de t.

3. Résultats

3.1. Effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn sur la composition de la carcasse et la qualité technologique de la viande

Le tableau 1 présente les valeurs des poids vifs des animaux avant l'abattage ainsi que les poids des carcasses et les rendements carcasses enregistrés par lot. Il en ressort que le poids vifs des animaux avant l'abattage, le poids des carcasses et le rendement de la carcasse n'ont pas été affectés par la ration alimentaire ($P>0,05$).

La variabilité de la qualité technologique de la viande issue des muscles de la cuisse et du râble est consignée dans le tableau 2. Quel que soit le type de muscle, les pH1 des lots sont identiques ($P>0,05$).

Par contre, la valeur du pH enregistré 24 heures post-mortem (PM) a été significativement affectée par la ration alimentaire avec la valeur la plus élevée enregistrée au niveau du lot 1 ($P<0,05$).

Les pertes de jus au ressuyage de la viande de la cuisse et du râble n'ont pas varié significativement en fonction de la ration ($P>0,05$) et sont comprises entre 2,54 et 3,99%. Quant aux pertes de jus à la cuisson, la plus faible perte de jus a été enregistrée au niveau du muscle du râble des animaux du lot 2 ($P<0,05$). Au niveau de la cuisse, aucune différence significative n'a été notée entre les différents lots ($P>0,05$). Par contre, la capacité de rétention d'eau (CRE) de la cuisse et du râble a été affectée par la ration alimentaire ($P<0,05$). En effet, la CRE de la cuisse et du râble des lapins du lot1 et du lot3 sont similaires mais significativement plus élevée que celle des lapins du lot 2 ($P<0,05$).

Tableau 1 : Poids et rendement de la carcasse des lapins par lot

| Variables | Lot 1 | | Lot 2 | | Lot 3 | | Effet ration |
|--------------------------|---------|------|---------|-------|---------|-------|--------------|
| | Moyenne | ES | Moyenne | ES | Moyenne | ES | |
| Poids vif | 1685,64 | 33,1 | 1825 | 39,5 | 1735 | 41,3 | NS |
| Poids carcasse chaude | 1035,5 | 30,7 | 1110,6 | 28,45 | 1098,4 | 35,74 | NS |
| Rendement de la carcasse | 61,43 | 0,78 | 60,86 | 0,85 | 63,35 | 0,8 | NS |

NS : $P>0,05$. ES : Erreur standard

Tableau 2 : Variabilité de la qualité technologique de la viande en relation avec la ration alimentaire et le type de muscle

| Variables | | Lot 1 | | Lot 2 | | Lot 3 | | Effet ration |
|-----------------------------------|--------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|--------------|
| | | Moyenne | ES | Moyenne | ES | Moyenne | ES | |
| pH à 1 heure PM | <i>Biceps femoris</i> | 6,21 | 0,13 | 6,17 | 0,36 | 6,26 | 0,1 | NS |
| | <i>Longissimus dorsi</i> | 6,16 | 0,07 | 6,23 | 0,1 | 6,24 | 0,06 | NS |
| Ph à 24 heures PM | <i>Biceps femoris</i> | 5,93a | 0,08 | 5,74b | 0,04 | 5,66c | 0,02 | * |
| | <i>Longissimus dorsi</i> | 5,81 | 0,08 | 5,75 | 0,04 | 5,76 | 0,03 | NS |
| Perte de jus à la réfrigération | <i>Biceps femoris</i> | 2,87 | 0,21 | 2,54 | 0,24 | 2,93 | 0,21 | NS |
| | <i>Longissimus dorsi</i> | 3,43 | 0,1 | 2,93 | 0,17 | 3,99 | 0,2 | NS |
| Perte de jus à la cuisson | <i>Biceps femoris</i> | 33,2 | 0,4 | 31,53 | 0,31 | 33,45 | 0,34 | NS |
| | <i>Longissimus dorsi</i> | 37,88a | 0,6 | 33,71b | 0,47 | 38,94a | 0,38 | * |
| Capacité de rétention d'eau (CRE) | <i>Biceps femoris</i> | 36,07a | 0,28 | 34,07b | 0,3 | 36,38a | 0,26 | * |
| | <i>Longissimus dorsi</i> | 41,32 | 0,38 | 36,65 | 0,17 | 42,93 | 0,37 | * |

NS : $P>0,05$; * : $P<0,05$. ES : Erreur standard. Les moyennes interclasse de la même ligne suivies de la même lettre sont similaires au seuil de 5%.

3.2. Effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn sur la qualité nutritionnelle de la viande

L'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn sur la qualité nutritionnelle de la viande de lapin est consigné dans le tableau 3. Dans l'ensemble, il apparaît qu'en dehors de la teneur en minéraux totaux, les autres paramètres de la qualité nutritionnelle étudiés ont été significativement affectés par la ration. Les teneurs le plus élevés en matière sèche (27,3%) et en matière organique (25,74%) ont été observées chez les lapins du lot 2 ($P<0,05$).

De même, les teneurs le plus élevés en protéine brute (23,28%) a été enregistrée chez les lapins du lot 2 ($P<0,001$).

Par contre, la plus faible teneur en matière grasse (2,46) a été enregistrée chez les lapins du lot 2 ($P<0,001$).

3.3. Effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn sur la qualité sensorielle de la viande

Le tableau 6 présente la variation de la qualité organoleptique des différents muscles par lot. Quel que soit le morceau considéré, aucune différence significative n'a été observée pour les caractères tendreté, jutosité, et flaveur entre les divers lots ($P>0,05$). Les feuilles de *S. nodiflora* et de *Cissus populnea* n'affectent donc pas la qualité sensorielle de la viande.

Tableau 5 : Variabilité de la qualité nutritionnelle de la viande en relation avec la ration alimentaire

| Variables | Lot | | | RSD | Effet ration |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------|--------------|
| | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 | | |
| | Moyenne | Moyenne | Moyenne | | |
| Matière Sèche | 24,96 ^a | 26,20 ^b | 25,60 ^{ab} | 0,39 | * |
| Matière Organique | 23,60 ^a | 24,64 ^b | 24,37 ^{ab} | 0,41 | * |
| Matière Azotée Totale | 21,14 ^a | 23,28 ^b | 21,96 ^a | 0,81 | *** |
| Matière Grasse | 2,46 ^b | 1,36 ^a | 2,43 ^b | 0,78 | *** |
| Cendre Totale | 1,03 ^a | 1,23 ^{ab} | 1,23 ^{ab} | 0,12 | NS |

NS : P>0,05 ; * : P<0,05, *** : P<0,001. RSD : Déviation standard résiduelle. Les moyennes interclasse de la même ligne suivies de la même lettre sont similaires au seuil de 5%.

Tableau 6 : Caractéristique sensorielle de la viande par lot

| Variables | | Lot 1 | | Lot 2 | | Lot 3 | | Effet ration |
|-----------|--------|---------|------|---------|------|---------|------|--------------|
| | | Moyenne | ES | Moyenne | ES | Moyenne | ES | |
| Tendreté | Bras | 3,5 | 0,2 | 3,75 | 0,24 | 3,75 | 0,18 | NS |
| | Cuisse | 3,4 | 0,3 | 3,6 | 0,33 | 3,75 | 0,32 | NS |
| | LD | 3,4 | 0,25 | 3,2 | 0,3 | 3,2 | 0,27 | NS |
| Jutosité | Bras | 3,4 | 0,38 | 2,9 | 0,31 | 3,3 | 0,35 | NS |
| | Cuisse | 3,45 | 0,25 | 2,8 | 0,2 | 3,2 | 0,2 | NS |
| Flaveur | LD | 3,25 | 0,26 | 2,8 | 0,3 | 2,7 | 0,37 | NS |
| | Bras | 2,9 | 0,27 | 3,3 | 0,42 | 3,45 | 0,3 | NS |
| | Cuisse | 3,3 | 0,3 | 2,5 | 0,36 | 3,2 | 0,3 | NS |
| | LD | 2,8 | 0,35 | 2,7 | 0,35 | 2,35 | 0,4 | NS |

NS : P> 0,05. ES : Erreur standard.

4. Discussion

4.1. Effets des feuilles granulées de *Cissus populnea* et *Synedrella nodiflora* sur le rendement de la carcasse et la qualité physico-chimique de la viande

Les résultats obtenus montrent que l'apport des feuilles de *S. nodiflora* dans les aliments n'a pas influencé les rendements de la carcasse et confirme les observations de Renouf et Offner (2007). Les poids des carcasses étant similaires entre les différents lots, l'aliment donc pas significativement influencé le rendement à l'abattage des animaux. Toutefois, les légers niveaux de différences entre les rendements carcasses des lots peuvent s'expliquer par la présence de fourrage dans certains aliments.

En effet, selon Castellini et Battaglini (1992) l'incorporation de fourrage dans l'aliment favorise une amélioration du rendement carcasse. La cellulose contenue dans les fourrages étant un des facteurs qui conditionnent l'avancement des aliments dans le tube digestif des lapins. Ceci est observé au niveau des carcasses des lots 2 et 3 dont les rendements sont légèrement plus élevés que ceux du lot 1.

Les rendements de carcasse enregistrée dans les trois lots sont nettement supérieurs à ceux obtenus par Gigaud *et al.* (2008) chez les lapins. De même, les rendements enregistrés

dans les différents lots sont globalement plus élevés que ceux obtenus par ces auteurs (55,8-56,3) avec l'utilisation de l'huile de colza. Ces différences observées pourraient être expliquées par le respect ou non d'un jeûne alimentaire avant abattage. En effet, contrairement à Gigaud *et al.* (2008), une diète alimentaire avant l'abattage a été observée dans la présente étude. Par conséquent, le pourcentage du tube digestif des animaux de notre essai serait plus faible que celui de Gigaud *et al.* (2008). Ce qui aurait donc conduit aux meilleurs rendements carcasse enregistrés dans le cadre de cette étude.

Quel que soit le lot considéré, la teneur en Matière Grasse de la viande représente une infime quantité. Ce qui est en accord avec les résultats de Gigaud et Combes, (2007) qui affirment que les viandes rouges sont plus riches en lipides que les viandes blanches.

Les valeurs des teneurs en matière grasse (MG) obtenue dans les lots expérimentaux 2 et 3 sont inférieures à la marge de 2,90-3,22 %, obtenus par Cauquil *et al.* (2001) pour les lapins de type labels. Eu égard aux concentrations de MG enregistrées dans les lots de lapins ayant consommé les aliments contenant les feuilles de *S. nodiflora*, il peut être déduit que l'utilisation des feuilles de *S. nodiflora* dans l'alimentation des lapins induit une réduction de la teneur en lipide de la viande. Par contre celle enregistrée dans les autres lots est nettement inférieure à ceux obtenus par ces

mêmes auteurs. La composition en matière sèche de notre étude est proche de celle obtenue par Salvini *et al.* (1998) qui se situe entre 0,61 et 14,4 %. La teneur en MS des viandes du lot 3 est proche de celle obtenue par Cauquil *et al.* (2001) avec des lapins de type labels. Ces résultats s'éloignent de ceux enregistrés dans notre essai au niveau des autres lots. La composition en Matières Azotées Totales du lot 2 est conforme aux résultats de Combes *et al.* (2004) qui signalent que pour des lapins aux âges et poids commerciaux d'abattage, les teneurs en protéines sont de 19,5-22,5 %. Par contre, celle enregistrée dans les autres lots est plus élevée que les résultats de ces auteurs. Les pourcentages en matière organique de même que ceux de cendre totale des viandes issues du lot 1 étant supérieurs à ceux des autres lots, l'huile n'a donc pas eu d'impact sur les concentrations en protéine et en cendre total de la viande. Ces différences pourraient être expliquées par la nature des échantillons pris en compte pour la détermination de la composition chimique. En effet, à la différence des auteurs cités plus haut qui ont considéré la cuisse entière désossée, l'échantillon considéré dans le cadre des analyses de la qualité nutritionnelle dans notre étude était constitué des morceaux du râble.

4.2. Effets des feuilles granulées de *Cissus populnea* et *Synedrella nodiflora* sur la qualité technologiques de la viande

L'aliment n'a pas influencé le pH ultime du râble. Ceci est en parfait accord avec les résultats de Molette *et al.* (2009) qui signalent que le régime alimentaire n'entraîne pas une modification du pHu de la viande. Cependant les résultats enregistrés au niveau de la cuisse contredisent ces auteurs mais sont en accord avec les résultats de Travel *et al.* (2011) qui ont observé une variation du pH ultime du *Biceps femoris* en fonction des aliments. Les différences observées entre les pH24 de la cuisse des lots pourraient s'expliquer par la présence des feuilles de *S. nodiflora* et de *Cissus populnea* dans l'aliment. A ce propos on pourrait émettre l'hypothèse que l'incorporation des feuilles de *S. nodiflora* dans l'aliment aurait conduit à une meilleure activité glycolytique au niveau de ce muscle. Un tel constat a déjà été fait par Travel *et al.* (2011) dans une étude ayant portée sur la variation de la teneur énergétique des aliments chez le lapin en croissance.

Tous lots confondus, les valeurs du pH chutent en fonction du temps. Ceci est en accord avec les résultats Brian *et al.* (1999) qui signalent que l'établissement de la rigidité cadavérique, induit une régression de la valeur du pH de la viande.

Les pertes de jus observées 48 h après l'abattage n'étant pas identiques dans les différents lots, la capacité de rétention d'eau des viandes est donc dépendante de l'alimentation. Dans tous les lots, les pertes d'eau à la cuisson enregistrées sont plus importantes que celles obtenues par Combes *et al.* (2003a, b) qui étaient situées entre 23,3 et 25,8%. De même, ces résultats sont également supérieurs à ceux de Cauquil *et al.* (2001) (22,7-30,7% et 27,2-33,4%) pour respectivement

les lapins de type label et ceux de type standard. Contrairement aux résultats de Combes et Dalle Zotte, (2005) qui signalent que les viandes les plus acides perdent plus d'eaux que les moins acides, nous n'avons pas pu établir une corrélation entre les pHu et les pertes d'eau dans notre essai.

4.3. Effet des feuilles granulées de *Cissus populnea* et *Synedrella nodiflora* sur les qualités organoleptiques de la viande

Contrairement aux paramètres physico-chimiques et technologiques, les mesures sensorielles n'ayant pas révélé de différences entre les tendretés des viandes issues des différents lots on pourrait conclure que pour le consommateur les viandes issues des différents lots sont identiques et ce quel que soit la partie de l'animal considérée (bras, cuisse ou râble). Cependant, cette absence de différences pourrait s'expliquer entre autre par la subjectivité de la méthode de dégustation.

La jutosité, n'ayant donnée aucune différence quel que soit le lot et le muscle considéré, l'incorporation de l'huile de palme n'a donc pas eu d'influence sur la jutosité de la viande. Ceci confirme les résultats des pertes d'eau enregistrées. En effet, selon Clinquart *et al.* (1999), la jutosité d'une viande est liée à la perte d'eau et à la concentration de la viande en lipide. Cependant, étant donné que les pertes d'eau aient été similaires, la jutosité est la même dans tous les lots.

L'absence de différence dans la flaveur de viandes issues des différents lots, indique que l'incorporation des feuilles dans l'alimentation des lapins n'a eu d'influence sur la flaveur de la viande. La flaveur d'une viande est corrélée à sa teneur lipide. Néanmoins, bien que la teneur en lipides des viandes varie entre les différents lots, la flaveur demeure la même dans tous les lots. Ainsi donc, nous n'avons pas pu établir une relation entre le taux de lipides de la viande et sa flaveur comme l'a signalé (Cauquil *et al.*, 1999).

5. Conclusion et suggestions

L'étude sur l'effet de la granulation des feuilles de de *Synedrella nodiflora* et de *Cissus populnea* dans l'alimentation des lapins sur la qualité de la viande révèle que l'effet de cette plante est seulement remarquable sur la composition physico-chimique proximale de la viande. La granulation des aliments de lapin avec des feuilles de *Synedrella nodiflora* et de *Cissus populnea* n'affecte donc pas la qualité technologique et sensorielle de la viande. Son utilisation peut donc être recommandée en élevage cynico-

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercie le Laboratoire de Chimie Analytique de Gembloux Agro-Bio Tech/ Université de Liège en

Belgique et l'Université de Parakou au Bénin pour l'appui technique.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- AOAC, 2000: Official methods of analysis, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 25 p.
- Leusink, G., H. Rempel, B. Skura, M. Berkyto, W. White, Y. Yang, Y.J. Rhee, S.Y. Xuan, S. Chiu, F. Silversides, S. Fitzpatrick, M.S. Diarra, 2010: Growth performance, meat quality, and gut microflora of broiler chickens fed with cranberry extract. *Poultry Science* 89: 1514–1523, doi: 10.3382/ps.2009-00364.
- ABeC, 2005. L'Association Béninoise de la Cuniculture (ABeC). Rapport d'activité, 102p.
- CountryStat/Benin, 2015. Base de données statistiques, consulté à l'adresse, <http://countrystat.org/ben> ou <http://www.fao.org/economic/ess/countrystat/en/>.
- Akpo Y., Kpodékon T.M., Tanimomo E., Djago A.Y., Youssao A.K.I., Coudert P., 2008. Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbits in south Bénin. 9th *World Rabbit Congress – June 10-13, Verona – Italy*.
- Brian M. C., James J. Francis B., 1999. The ultra-rapid chilling of lamb carcasses. The national food center, research report n° 7. 21p.
- Castellini C., Battaglini M., 1992. Prestazione produttiva e qualità delle carni di coniglio : influenza della concentrazione energetica della dieta e del seso. *Zoot. Nutr. Anim.*, 18, 251-258.
- Cauquil L., Combes S., Jehl N., Darce B., Lebas F., 2001. Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la viande de lapin. Application à la comparaison de lapins Label et Standard. 9^{ème} *Journ. Rech. Cunicole Paris*, 2001, pp : 11-14.
- Clinquart A. Fabry J. Casteels M. (eds.). 1999 ¿La viande? BAMST A.S.B.L., Université de Liège Département des sciences des denrées alimentaires Sart Tilman B43bis – 4000 Liège (Belgique). XII+228 p.
- Combes S., 2004. Valeur Nutritionnelle de la viande de lapin. Station de Recherches Cunicoles, INRA Prod. Anim., 2004, 17 (5), 373-383.
- Combes S., Lebas F., Juin H., Lebreton L., Martin T., Jehl N., *et al.*, 2003a. Comparaison lapin bio lapin standard : Analyse sensorielle, tendreté mécanique de la viande. 10^{èmes} *Journ. Rech. Cunicole Paris (France)*. 19-20 novembre, pp:137-141.
- Combes S., Lebas S., 2003b. Les modes du logement du lapin en engraissement : Influence sur la qualité des carcasses et des viandes. 10^{èmes} *Journées de la Recherche Cunicole Paris (France)*. 19-20 novembre 2003, pp:185-200.
- Dalle Zotte A., 2005. Avantages diététiques : Le lapin doit apprivoiser le consommateur. *Viandes Prod. Carnés Vol 23 (6)* : 161-167.
- FAO, 2012. Banque de données, FAOTSTAT : Agriculture. Consulté le 27 février 2012 à l'adresse <http://apps.fao.org/page/collection?suset=agriculture=fr>
- Gigaud V., Combes S., 2008. Pour une viande plus riche en Oméga 3 Effet de la variation du rapport en acides gras polyinsaturés oméga 6/oméga 3 du régime sur la teneur en acides gras de la viande de lapin. *World Rabbit Science*, June 10-13, 2008, *Viandes Prod. Carnés Vol 27 (1)*.
- Houindo, E. 2002. Effets du rang de mise-bas sur la fertilité des lapines au Sud et au Centre du Bénin. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux, Université d'Abomey-Calavi, Bénin : 66p.
- Koutinhoun G.B., Youssao A.K.I., Dougnon T.J., Kpodékon T.M., Djago Y., Aglossi E., *et al.*, 2009a. Influence du rang de mise bas sur les paramètres de reproduction des lapins au Sud du Bénin. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, Vol.7 N° 1, E.I.S.M.V. de Dakar, 85p.
- Koutinhoun G. B., Youssao A. K. I., Kpodékon T. M., Djago Y. et Houenon R., 2009b. Incidence de la séparation mère-portée sur la fertilité des lapines allaitantes et la taille de la portée au Sud du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* ; 15p.
- Kpodékon T.M., 1988. Le point sur l'élevage du lapin en République du Bénin. Perspectives d'avenir. *Cuni-Science*, 4 (2), 15-26.
- Kpodékon T.M., Coudert P., 1993. Impact d'un centre cunicole de recherche et d'information sur la recherche et le développement de la cuniculture au Bénin. *World Rabbit Science (1993)*, I (1), 25-30.
- Kpodékon T.M., Youssao A.K.I., Koutinhoun B., Djago Y., Houezo M., Coudert P., 2006. Influence des facteurs non génétiques sur la mortalité des lapereaux au Sud du Bénin. *Ann. Med. Vet.*, 150 (2), 197-201.
- Molette C., Nicot M.C., Coulmier D., Farizon Y., Gidenne T., 2009. Impact d'une incorporation élevée de drèches de distillerie de blé, dans un aliment à formulation simplifiée, sur la croissance, la qualité de la carcasse et la composition en acides gras de la viande de lapin. 13^{èmes} journées de la recherche cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France 4 p.
- Renouf B., Offner A., 2007. Effet du niveau énergétique des aliments et de leur période de distribution sur la croissance, la mortalité et le rendement à l'abattage chez le lapin. 12^{èmes} *Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, pp : 101-104.
- Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve P., Turrini A. 1998. Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Ed. Istituto Superiore di Oncologia, pp : 387-506.
- SAS, 2006. SAS/STAT User's guide, vers, 6, 4th ed, Cary, NC, USA, SAS Inst.
- Aholou R.B., Tougan P.U., Daouda I-H., Kpodékon T.M., Zannou M.S., Hennou G.E.H., *et al.*, 2017. Valorization of *Cissou populnea* (guill & perr) and *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn in rabbit breeding in Benin: impact on reproductive performances, blood cells count and hematocrit. *International Journal of Advanced Research* 5(10), 1218-1227. Impact Facteur (IP=6,118), Thomson Reuters Researcher ID: M-6054-2017; ISSN 2320-5407; <http://www.journalijar.com/indexing/>.

- Koutinhoun G.B., Tougan P.U., Kpodekon T.M., Boko K.C., Zannou M.S., Aholou B.R., *et al.*, 2017. Substitution of commercial Pregnant Mare Serum Gonadotrophin (Gonas-er®) by *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn leaves in rabbits breeding: impact on reproductive performance. *Annals of Veterinary and Animal Science*, V: 4(2), 64-73pp. <http://naturepub.org/navas>.
- Koutinhoun G.B., Tougan P.U., Kpodekon T.M., Boko K.C., Goudjihoude M., Aoulou A., *et al.*, 2014. Valuation of *Synedrella nodiflora* leaves in rabbit feeding as feed supplement: impact on reproductive performance. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*; Vol. 5, No. 4, p. 55-64. ISSN de la revue: 2223-7054 (Print) 2225-3610 (Online), Impact Factor (FI: 1,6511), Indexation : DOAJ, Journal Seek, CAB abstracts, Science Central, DRJI, Get info, DOJA, Uifactor, Site web: <http://www.innspub.net>.
- Tougan P.U., Dahouda M., Ahounou G.S., Salifou C.F.A., Kpodekon T.M., Mensah G.A., *et al.*, 2013a. Effect of breeding mode, type of muscle and slaughter age on technological meat quality of local poultry population of *Gallus gallus* species of Benin. *International Journal of Biosciences* 3, 6, 1-17.
- Tougan P.U., Dahouda M., Salifou C.F.A., Ahounou G.S., Kpodekon T.M., Mensah G.A., *et al.*, 2013b. Nutritional quality of meat of local poultry population of *Gallus gallus* specie of Benin. *Journal of Animal and Plant Science*. 19, 2, 2908-2922. ISSN: 2071-7024.
- Theau-Clement M., Lebas F., Pourjardieu B., Macier P., 2008. Effet des différentes doses de PMSG sur l'induction de la réceptivité sexuelle et la productivité des lapines conduites en insémination artificielle. 7ème journées de la recherche cunicole, Lyon 13-14 mai. P221-224.
- Travel A., Briens C., Duperray J., Mevel L., Rebours G., Salaun J-M., *et al.*, 2011. Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment : Impact sur le rendement carcasse et la qualité de la viande de lapins. *14èmes Journées de la recherche cunicole, 22-23 novembre 2011*, le Mans, France, pp : 105-108.



Instructions aux auteurs

1 Ligne éditoriale

La revue Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » 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 (techniciens et ingénieurs), 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, agronomiques et environnementales. Elle s'intéresse en particulier à la rationalisation de la production, l'amélioration des systèmes de production, ainsi qu'à la valorisation et à l'exploitation durable des ressources naturelles.

Plus précisément, la revue est ouverte à des travaux concernant :

- Les sciences et techniques de production végétale (phytotechnie, horticulture, biotechnologie et protection des végétaux, stockage et conservation des produits de récolte) ;
- Les sciences et techniques de productions animales (zootechne, 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, eau) et des territoires ruraux, y compris la sylviculture, l'écologie, les impacts environnementaux, la conservation de la biodiversité, la gestion des aires protégées, l'écotourisme, les aménagements hydro-agricoles ;
- L'économie et la sociologie des systèmes de production et des ressources naturelles ;
- Le développement agricole en général et les innovations techniques, institutionnelles et politiques dans tous les domaines ci-dessus.

A partir de 2017, la revue paraîtra semestriellement (deux fois par an) et passera de la publication au format papier à une diffusion électronique uniquement et sans abonnement. Le comité de rédaction a pour ambition 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 rédaction autour de thématiques d'actualité et constitués d'articles suscités ou d'actes de réunions scientifiques (conférences, colloques, ateliers...) à l'initiative des organisateurs desdits événements ou sur invitation de la rédaction.

Les articles soumis pour publications, y compris dans le cadre de colloques scientifiques, sont examinés par le 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 ;
- 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 Soumission et évaluation des manuscrits

Les articles sont soumis sous forme électronique (.doc, .docx ou .rtf). La soumission se fera exclusivement par e-mail à l'adresse unique suivante : revue.sna.annales-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 :

- le manuscrit de l'article en un seul fichier « .doc », « .docx » ou « .rtf » (obligatoire)
- une lettre d'accompagnement (obligatoire)
- les autorisations de reproduction d'illustrations réalisées par des tiers (si applicable)

L'auteur correspondant doit attester dans la lettre d'accompagnement que le document soumis a été approuvé par tous les auteurs et qu'il n'a pas été proposé à d'autres revues. Il doit également impérativement proposer à la revue trois évaluateurs, sans lien professionnel ou institutionnel avec les auteurs, et le cas échéant, déclarer tout conflit d'intérêt potentiel.

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).

Les manuscrits soumis à la revue passent successivement par (1) une analyse de recevabilité 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) une évaluation anonyme par des experts internationaux choisis parmi ceux qui sont proposés par les auteurs et par les membres du comité de rédaction. A chacune de ces étapes, l'article pourra être renvoyé à l'auteur s'il n'est pas conforme aux instructions et à la ligne éditoriale de la revue ou s'il est jugé de qualité insuffisante.

Les épreuves sont adressées par l'éditeur à l'auteur correspondant par e-mail. En cas de demande de révisions, la version modifiée doit être renvoyée par l'auteur dans un délai de deux semaines pour des révisions mineures et un mois pour des révisions majeures. Toutes les recommandations des relecteurs sont à prendre en compte. En cas de désaccord avec certaines remarques des relecteurs, l'auteur argumente clairement les raisons pour lesquelles elles ne sont pas intégrées au nouveau manuscrit. Un courrier récapitulatif 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.

3 Frais de publication

Les auteurs doivent payer des frais de publication de 25 000 FCFA (soit 40 Euros) par article accepté, dans un délai de 7 jours suivant l'acceptation de l'article.

4 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, résumés 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 seront 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 interligne simple;
- Les sous-titres sont limités à trois niveau 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. 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.

4.1 Page 1 : Titre et affiliations des auteurs

Cette page doit indiquer clairement :

- Le titre de l'article (20 mots au maximum) : il comporte l'objet et le taxon s'il y en a avec les noms scientifiques sans auteur (s) ;
- 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.

4.2 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), le titre sera traduit dans cette seconde langue. 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.

4.3 Texte

Tous les articles originaux doivent être structurés de la manière suivante : Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Discussion, Conclusion, Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques. Si l'auteur le désire, Résultats et Discussion peuvent être combinés.

Introduction : L'introduction présente la nature et 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 (Dagnelie, 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.

Remerciements : Introduire si nécessaire une section « Remerciements » pour les contributeurs techniques, financiers ou institutionnels.

4.4 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 de la manière suivante :

* Pour les revues

- Adjanohoun 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]).

4.5 Logiciel 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 SNA-UP dans Mendeley : Le style propre aux Annales de l'Université de Parakou – Série Sciences Naturelles et Agronomie est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://csli.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 dès cet instant le choisir pour mettre en forme vos références.

Installation du style SNA-UP 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://csli.mendeley.com/styles/14860463/harvard-AnnalesUP-SNA-1>. Pour l'installer, faites ensuite un clic-double sur le fichier téléchargé pendant que l'application Zotero est ouverte et confirmez l'installation.

4.6 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. 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).

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...) 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, ...) 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...) ne sont pas concernés.

4.7 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)... ».

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, à en distribuer des exemplaires, à 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. Accessible aux adresses suivantes : <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/186181> et <http://infolit.be/CoMLiS>.
- Logiciels gratuits pour l'édition des images : <https://www.webpagefx.com/blog/web-design/10-excellent-open-source-and-free-alternatives-to-photoshop/> et <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.