

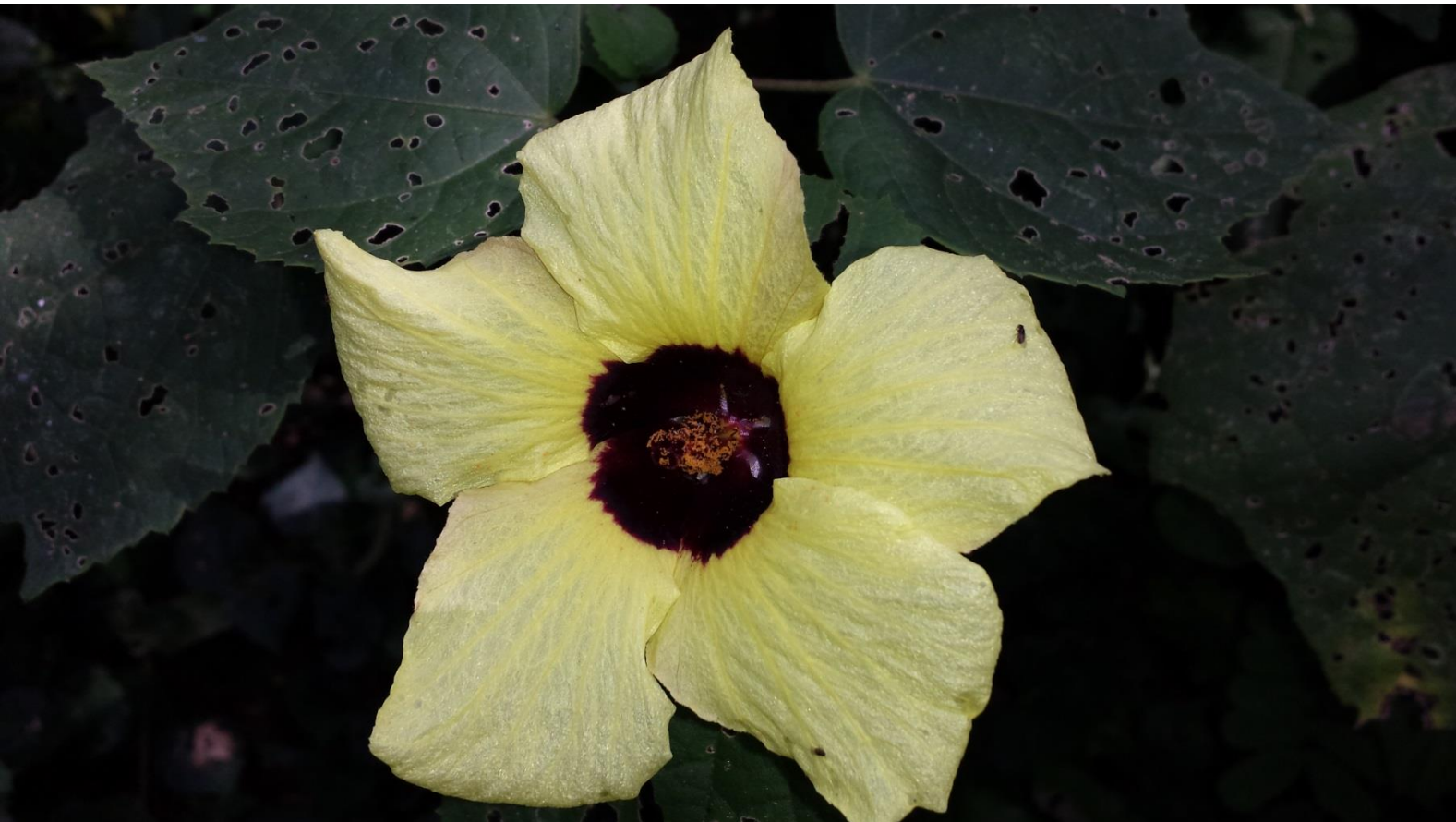


Annales de l'Université de Parakou

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

Série

« Sciences Naturelles et Agronomie »
Décembre 2015, Volume 5, Numéro 1



Fleur et feuilles attaquées de *Hibiscus calyphyllus* (Malvaceae) dans le sous-bois de la forêt d'Ewé-Adakplamè (Commune de Kétou, Bénin). Photo : Alfred HOUNGNON (2015)

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 2015, Volume 5, 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. SANNI (Biochimie et de Biologie Moléculaire)

Prof N. SOKPON (Foresterie)

Prof 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)

Prof 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)

Prof J. ZOUNDJIEKPON (Génétique, Bénin)

Prof S. ADOTE-HOUNZANGBE (Parasitologie, Bénin)

Prof J.C.T. CODJIA (Zoologie, Bénin)

Prof 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.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 2015, Volume 5, Numéro 1

Sommaire

Contenu et auteurs	Pages
Inventaire des acariens et insectes ravageurs associés à la culture du piment vert <i>Capsicum chinense</i> Jacq. (Solanales : Solanaceae) dans les communes de Kandi et Malanville au Nord-Bénin G. A. R. TOSSOUNON YAROU, A. ONZO	1-11
Nouveaux paramètres pour la stratégie de lutte préventive contre la pullulation des rongeurs dans les agrosystèmes du Sud-Bénin I.-H. H. DAOUDA, F.-X. BACHABI, M. HOUENOU-AGASSOUNON, E. Y. ATTAKPA, G. A. MENSAH	12-19
Four traditional leafy vegetable – based recipes surveys and nutritional values of dishes in southwestern Benin C. N. A. SOSSA-VIHOTGBÉ, S. N'DANIKOU, J. HONFOGA, F. ASSOGBA KOMLAN, H. N. AKISSOE, S. SIMON, H. JAENIKAE	20-30
Enquête diagnostique de la filière manioc dans deux zones agroécologiques du Bénin F. HONGBETE, J. M. KINDOSSI, N. AKISSOE, C. MESTRES, J. D. HOUNHOUGAN, M. C. NAGO	31-43
Analyse du jeu des acteurs sociaux impliqués dans la mise en œuvre de la stratégie de réduction de la pauvreté 2011-2015 au Bénin I. S. M. ADJOVI, K. M. NASSI, T. C. TOGBE	44-53
Connaissances ethnozoologiques et importance de l'hippopotame commun (<i>Hippopotamus amphibius amphibius</i> Linné, 1758) pour les populations du Nord-Est Bénin: Implication pour sa conservation et valorisation durable J. KPETERE, S. G. A. NAGO, A. K. NATTA, L. HOUESSO, N. T. KEITA	54-67
Instructions aux auteurs	68-75



Inventaire des acariens et insectes ravageurs associés à la culture du piment vert *Capsicum chinense* Jacq. (Solanales : Solanaceae) dans les communes de Kandi et Malanville au Nord-Bénin

Gounou Abdoul Razak TOSSOUNON YAROU, Alexis ONZO*

Faculté d'Agronomie, Département des Sciences et Techniques de Production Végétale, Laboratoire de Phytotechnie, d'Amélioration et de Protection des Plantes (LaPAPP)

Reçu le 19 Septembre 2015 - Accepté le 02 Décembre 2015

Mite and Insect pest fauna associated with the green pepper, *Capsicum chinense* Jacq. (Solanales : Solanaceae) in the municipalities of Kandi and Malanville in the Northern-Benin

Abstract: In Benin, vegetable cropping has gained considerable attention during recent years, due to its agricultural as well as economic importance through the processing of its raw products. Among the vegetable crops with great nutritional and economic importance is the green pepper *Solanum chinense*. This fruit-vegetable is popular across Benin where, for its production, the departments of Borgou/Alibori rank second after those of Ouémé/Plateau. This crop is, however, subject to many attacks from diseases and arthropod pests. Unfortunately, very little information is available on the identity and extent of the damage of these pests on the green pepper in Benin, particularly in the northern regions. This present study conducted from May to December 2015 aims at making the inventory of the arthropod fauna attacking pepper in the communes of Kandi and Malanville. Two sites have been selected in each municipality. These sites were Sinawongourou and Tissarou in Kandi, and Monkassa and Bodjécali in Malanville. The assessments were made at two week-intervals on all sites. Two genera of mite species were recorded including *Tetranychus* spp. and *Polyphagotarsonemus latus*, with *Tetranychus* spp. as the dominant group of species. Mites were more abundant at Malanville, with an average density of 0.45 (eggs + mobiles) per plant, than at Kandi. As for insects, three major pest species were identified including: *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* and *Frankliniella schultzei*. The aphid *A. gossypii* was the most abundant insect pest across the two municipalities with the highest densities at Malanville with an average density of 12 individuals per plant. Our results reveal that in Northern-Benin, those two genera of mite pests and the aphid species constituted, for the green pepper, a major phytosanitary constraint against which it urges to find a sustainable solution whereby preserving the environment and the health of the stakeholders.

Keywords: Arthropod pests ; *Tetranychus* spp.; *Polyphagotarsonemus latus* ; *Aphis gossypii* ; pepper ; Northern-Benin.

Résumé : Au Bénin, le secteur maraîcher connaît depuis quelques années un essor qui fait de cette filière une importante activité tant dans l'agriculture, le commerce que la transformation des produits agricoles. Parmi les cultures maraîchères à grands enjeux alimentaires et économiques se trouve le piment. Ce légume-fruit est très apprécié un peu partout au Bénin où pour sa production, les Départements du Borgou/Alibori viennent en deuxième rang après ceux de l'Ouémé/Plateau. Cette culture est pourtant sujette à de nombreuses attaques de maladies et d'arthropodes ravageurs. Malheureusement, très peu d'informations sont disponibles sur l'identité et l'importance des ravageurs et de leurs dégâts sur le piment au Bénin et en particulier dans la zone septentrionale. La présente étude conduite de Mai à Décembre 2015 vise à inventorier la faune des arthropodes s'attaquant au piment dans les communes de Kandi et de Malanville. Deux sites ont été retenus au niveau de chaque commune. Il s'agit des localités de Sinawongourou et Tissarou à Kandi, Monkassa et Bodjécali à Malanville. La fréquence des évaluations a été de deux semaines sur tous les sites. Cette étude nous a permis de dénombrer pour ce qui est des acariens deux ravageurs (i.e. *Tetranychus* spp. et *Polyphagotarsonemus latus* avec une dominance des *Tetranychus* spp.). Les acariens ont été plus abondants sur les sites de Malanville avec une densité moyenne de 0,45 acariens (tous stades confondus) par plant, qu'à Kandi. En ce qui concerne les insectes, il a été recensé trois espèces d'insecte ravageur majeurs dont : *Aphis gossypii*, *Frankliniella schultzei* et *Bemisia tabaci*. Le puceron *A. gossypii* a été l'insecte ravageur le plus abondant au niveau des deux communes avec une forte densité sur les sites de la commune de Malanville, soit en moyenne 12,0 stades mobiles par plant. Des résultats de cette étude, il ressort que dans le Nord-Bénin ces deux espèces d'acariens ravageurs ainsi que les aphides constituent une contrainte phytosanitaire pour le piment vert et contre laquelle il importe de trouver des pistes de solution durable tout en préservant l'environnement et la santé des acteurs.

Mots clés: Arthropodes ravageurs ; *Tetranychus* spp. ; *Polyphagotarsonemus latus* ; *Aphis gossypii* ; piment ; Nord-Bénin

1. Introduction

Au Bénin, le secteur maraîcher connaît depuis quelques années un essor qui fait de cette filière une importante activité tant dans l'agriculture, le commerce que la transformation des produits agricoles (Ludy & Matts, 2011 ; Zimmer et al., 2012). La production maraîchère représente ainsi pour le Bénin comme pour plusieurs pays africains une source importante d'emplois dans les milieux urbains, périurbains et surtout sur les rives des fleuves, lacs et/ou les vallées de certaines zones du pays (Tiamiyou, 1995 ; Schippers, 2000). Au plan nutritionnel, les cultures maraîchères jouent un rôle important à travers la diversification et l'amélioration du régime alimentaire, grâce à l'apport en vitamines et en sels minéraux essentiels (Beniest, 1987 ; Rubaihayo, 1997). Aussi, les revenus générés par l'activité maraîchère permettent à plusieurs dizaines de milliers de familles de satisfaire leurs besoins vitaux.

Parmi les cultures maraîchères à grands enjeux alimentaires et économiques se trouve le piment. Après la tomate, le piment constitue le condiment le plus demandé notamment dans les milieux urbains béninois pour la consommation. Sa saveur piquante est très recherchée pour assaisonner presque tous les mets aussi bien béninois (Gnimadi, 2008) que dans la cuisine internationale, notamment thaïlandaise, indienne et mexicaine (Kollmannsberger et al., 2011). Ce légume-fruit peut être consommé à l'état frais, cru ou frit, en sauce ou en conserve ; mais est souvent associé avec divers autres légumes. Il est très riche en vitamine C mais est également très important au plan médicinal pour ses usages thérapeutiques (Fondio et al., 2009).

Le piment est une plante légumière qui appartient au genre *Capsicum* de la famille des Solanaceae dans laquelle on retrouve également d'autres légumes ayant une valeur économique (Kouassi, 2012). C'est un fruit tropical originaire de l'Amérique (Sud et Centrale) et qui s'est disséminé en Europe, en Afrique et en Asie (Menichini et al., 2009 ; Zimmer et al., 2012). Le piment est classé parmi les premiers épices alimentaires. Il fait partie des 40 espèces de légumes les plus produites dans le monde entier (Lebeau, 2010). Les espèces les mieux connues et utilisées sont *Capsicum annum* L., *C. frutescens* L. et *C. chinense* Jacq. (Tano et al., 2008 ; Menichini et al., 2009).

Au Bénin, la production du piment se fait en culture pluviale ou en contre-saison. Plusieurs variétés sont cultivées dont les petits piments (« Salmon » et « Chili » ou « Pili-pili »), les gros piments (« Gbatakin » ou « Safi » et « Gros de Dalao »), les piments moyens (« Sucette de Provence » et « Jaune du Burkina-Faso »), et le piment long « Cayenne » dit piment de Glazoué ou du Nigéria (Gnimadi, 2008). Le pi-

ment fait l'objet d'une grande distribution interne au Bénin à cause de son importance dans l'alimentation (Gnimadi, 2008). En 2013, le Bénin a été classé au douzième (12^e) rang mondial parmi les pays producteurs de piment avec une production de 67 264 tonnes (FAOSTAT, 2013). Les Départements du Borgou/Alibori viennent en deuxième rang après ceux de l'Ouémé/Plateau en matière de production du piment (CARDER Borgou-Alibori, 2011). Cette culture est sujette à de nombreuses attaques d'arthropodes ravageurs et de maladies. Les dégâts causés par ces ravageurs sont de natures diverses. Il y en a qui s'attaquent aux racines, certains aux tiges et d'autres aux feuilles (Reckhaus, 1997). De façon indirecte, ils transmettent des maladies provoquant des dégâts importants sur les cultures (Fabre & Ryckewaert, 2001).

Cependant, à l'opposé d'autres cultures légumières comme la grande morelle, l'amarante ou le poivron, (Adango et al. 2006), aucune information n'est disponible sur les ravageurs du piment et leurs impacts sur ladite culture au Bénin (PIP, 2011). Ce manque de données fiables constitue un frein majeur à la protection de la culture du piment pourtant soumise à de nombreux problèmes phytosanitaires (James et al., 2010 ; Adango et al., 2012). La présente étude vise donc à approfondir notre connaissance sur les acariens et insectes ravageurs inféodés au piment vert, *C. chinense*, au Nord-Bénin afin de pouvoir envisager des mesures efficaces de protection phytosanitaire de cette culture et de ce fait, améliorer sa productivité.

2. Matériel et méthodes

2.1. Sites expérimentaux

Les travaux ont été conduits au Nord-Bénin dans les communes de Kandi et de Malanville. Ces deux (02) communes ont été retenues pour l'étude en tenant compte de leur importance dans la pratique et le développement de la production maraîchère et de la présence effective avec un niveau de production relativement élevé de la culture du piment vert. Cette partie du pays est caractérisée par l'harmattan, un vent dominant sec soufflant de Novembre à Janvier, avec des écarts de température variant entre 16 et 25 °C.

A Kandi, ce sont les villages de Sinawongourou (11° 08.664' N ; 002° 44.895' E, et 303 m d'altitude) situé à 28 km à l'Ouest du Centre-Ville et de Tissarou (11° 07.778' N ; 002° 52.520' E, et 291 m d'altitude) situé à 7,2 km au Nord du Centre-ville qui ont été retenus pour l'essai. Dans cette commune, le climat est de type soudanien, marqué par l'alternance d'une saison pluvieuse de Mai à Octobre et une saison sèche de Novembre à Avril. La pluviométrie moyenne oscille entre 800 et 1300 mm par an. Les sols, sont généralement de types ferrugineux tropicaux (Mairie de Kandi, Comm. Pers.).

A Malanville, ce sont les villages de Bodjécali (11° 47.465' N ; 003° 24.035' E, et 171 m d'altitude) situé à 7,7 km au Sud du Centre-Ville, et de Monkassa (11° 47.458' N ; 003° 24.032'

* Auteur Correspondant : raztoss@yahoo.fr ; onzalex@yahoo.com B.P. 123, Parakou, Bénin, Afrique de l'Ouest Tél. : +229 9579 4505.
Copyright © 2015 Université de Parakou, Bénin

E, et 170 m d'altitude) située à 13 km au Sud-Est du Centre-Ville qui ont été retenus. Dans cette commune, le climat est de type soudano-sahélien, marqué par une saison sèche de Novembre à Avril. La pluviométrie moyenne est de 750 mm par an, et les sols de type sablo-argileux et ferrugineux (Adjovi, 2006).

2.2. Dispositif expérimental et mise en place des essais

Deux sites maraîchers ont été choisis dans chacune des deux communes à raison d'un site par village. Sur chaque site, trois blocs composés chacun de trois parcelles ont été installées. Les dimensions de chaque parcelle ont été fonction des superficies disponibles au niveau de chaque localité.

Ainsi, dans les deux villages de la commune de Kandi (i.e. Sinawongourou et Tissarou), les parcelles sont constituées de 3 billons de 3 m de long et espacés de 0,5 m tandis que des allées de 0,75 m séparent deux parcelles ou blocs consécutifs. Les pépinières ont été réalisées le 27/05/2015 sur des tables entourées de moustiquaires usagées (mailles : 1,2 mm x 1,2 mm), servant de protection contre les animaux domestiques et maintenues pour une durée de sept semaines. Le repiquage a eu lieu le 27/07/2015 à Kandi sur les billons avec un écartement de 0,5 m x 0,5 m, soit un total de 32 plants par parcelle.

Sur les deux sites de Malanville (i.e. Bodjécali et Monkassa), les parcelles sont sous forme de plate-bande (i.e. planches), avec des dimensions de 4 m x 2 m, et des allées de 0,75 m séparent deux parcelles ou blocs consécutifs. Les pépinières ont été réalisées le 25/05/2015 sur des planches de 1 m x 1 m et ont duré huit semaines, et le repiquage a été fait le 25/07/2015 sur les planches avec un écartement de 0,5 m x 0,5 m entre plants, soit également un total de 32 plants par planche.

Dans les deux communes, le matériel végétal est constitué de la variété locale de piment vert *C. chinense* dont les semences ont été acquises auprès des producteurs de la zone. Les opérations d'arrosage ont été effectuées avec de l'eau de forage à une fréquence de deux (02) fois par semaine et ce, tôt le matin. La fertilisation a été faite avec du NPK (10-20-20) une semaine après le repiquage à une dose de 2 kg sur toute la superficie de chaque site ; et deux semaines après l'application du NPK, de l'Urée a été apportée à une dose 2 kg par site. Aucun traitement phytosanitaire n'a été apporté sur les deux sites. Sur les sites de Malanville, des casiers ont été constitués en Octobre à l'arrêt des pluies afin de retenir l'eau d'arrosage et de retarder le dessèchement des parcelles.

2.3. Collecte des données

Les échantillonnages ont démarré à Kandi aux 53^{ème} et 54^{ème} jours après repiquage et à Malanville au 59^{ème} jour après repiquage, et se sont poursuivis toutes les deux semaines jusqu'à la maturité (récolte) du piment, soit environ 4 mois après repiquage.

Cas des acariens

Pour ce qui est des acariens, trois (03) plants ont été choisis au hasard par parcelle. Sur chaque plant, trois (03) feuilles apicales, trois (03) feuilles médianes et trois (03) feuilles inférieures ont été collectées et mises dans des enveloppes (sachets en papier) séparés par niveau de prélèvement. Ces trois niveaux de prélèvement ont été retenus pour s'assurer que toute la plante a été couverte en vue de ne laisser aucune strate qui hébergerait des arthropodes. Les échantillons ont été pris dans la matinée entre 8 heures et 12 heures. Les feuilles prélevées ont été conservées dans une glacière contenant des éléments réfrigérants (blocs de glace) et ramenées au laboratoire où elles ont été immédiatement examinées au microscope binoculaire (Wild M3B ; grossissement x10 pour les oculaires x6,5 ; et x16 ou x40 pour les objectifs), et tous les acariens (œufs + stades mobiles) ont été comptés. Des échantillons de chaque espèce d'acarien rencontrée ont été prélevés et conservés dans de l'éthanol à 70% pour leur identification.

Cas des insectes

Pour la collecte des insectes, trois plants ont été choisis au hasard par parcelle. Sur chaque plant trois (03) feuilles apicales, trois (03) feuilles médianes et trois (03) feuilles inférieures ont été collectées et mises dans des enveloppes en papier séparées par niveau de prélèvement. La collecte des échantillons et l'observation des dégâts ont été faites le matin entre 8 heures et 12 heures. Chaque feuille a été examinée au microscope binoculaire comme décrit plus haut ; les insectes ont été recensés et prélevés et les dégâts par eux causés aux plants (feuilles, fruits) ont été caractérisés. De plus, ces insectes ainsi que leurs dégâts ont été photographiés avec un appareil numérique de marque Canon, ce qui a été très utiles dans l'identification des espèces.

Les spécimens d'acariens et d'insectes collectés ont été identifiés au Laboratoire de Phytotechnie, d'Amélioration et de Protection des Plantes (LaPAPP) de la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou au Bénin.

2.4. Analyses statistiques

Pour chaque site et à chaque date d'échantillonnage, la diversité et l'abondance (i.e. densité de population par plant) de chaque espèce d'arthropodes recensée ont été déterminées, ce qui a permis de suivre la fluctuation des taux et densités d'infestation des principaux insectes et/ou acariens ravageurs en fonction du temps, notamment suivant les différents stades physiologiques de la plante. L'analyse de variance (Anova Proc GLM) a été utilisée pour comparer les taux d'infestation et l'abondance (densité) des insectes et des acariens entre les différents sites et entre les deux communes. Lorsque celle-ci révèle une différence significative, le test de séparation multiple de Student-Newman-Keuls (SNK) a été utilisé pour séparer les moyennes. Avant leur utilisation pour l'analyse de variance, les données brutes obtenues ont subi une transformation en $\log_{10}(x+1)$ afin d'homogénéiser la variance. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel SAS (2009).

3. Résultats

3.1. Composition de la faune des arthropodes rencontrés sur le piment *C. chinense*

Acariens

Tableau 1. Composition de la faune des acariens rencontrés sur le piment vert *C. chinense* / Composition of mite fauna encountered on the green pepper *C. chinense*

Famille/Espèce	Sites de Kandi				Sites de Malanville			
	Sinawongourou		Tissarou		Monkassa		Bodjécali	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Tetranychidae								
<i>Tetranychus</i> spp.	8	50	11	57,89	73	85,88	100	69,44
Tarsonemidae								
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	6	37,5	5	26,32	6	7,06	40	27,78
Phytoseiidae								
Espèce indéterminée	2	12,5	3	15,79	6	7,06	4	2,78
Total	16	100	19	100	85	100	144	100

Insectes

La composition faunistique des insectes est également de trois (03) espèces de ravageur à savoir : *Aphis gossypii* Glover, *Frankliniella schultzei* Trybom, et *Bemisia tabaci* (Gennadius) sur l'ensemble des deux communes. Les effectifs totaux des stades

mobiles de ces insectes sont mentionnés dans le Tableau 2. A cause des difficultés à capturer les mouches blanches adultes qui s'envolent dès que l'on touche aux plants, le Tableau 2 ne présente que les effectifs des pupes de *B. tabaci*.

Tableau 2. Composition de la faune des insectes rencontrés sur le piment vert *C. chinense* / Composition of the insect fauna encountered on the green pepper, *C. chinense*

Espèces	Sites de Kandi				Sites de Malanville			
	Sinawongourou		Tissarou		Monkassa		Bodjécali	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
<i>Aphis gossypii</i>	382	91,61	123	53,02	1357	96,37	1158	95,55
<i>Frankliniella schultzei</i>	22	5,28	95	40,95	28	1,99	27	2,23
<i>Bemisia tabaci</i> (Pupe)	13	3,12	14	6,03	23	1,63	27	2,23
Total	417	100	232	100	1408	100	1212	100

3.2. Dynamique de population des arthropodes sur chaque site d'étude

Les fluctuations temporelles des populations des diverses espèces d'acariens et d'insectes rencontrées sur le piment au cours de cette étude sont représentées respectivement sur les Figures 1 & 2, et les Figures 3 & 4.

Acariens

Commune de Kandi

Il apparait que dans la Commune de Kandi, les populations des trois familles d'acariens ne sont apparues dans les champs qu'à partir de la 4^{ème} évaluation correspondant au 95^{ème} jour après repiquage. Dès lors, ces populations sont restées croissantes jusqu'à la dernière évaluation intervenue au 110^{ème} jour après repiquage où un accroissement rapide des populations des espèces *Tetranychus* spp. et *P. latus* a été enregistré.

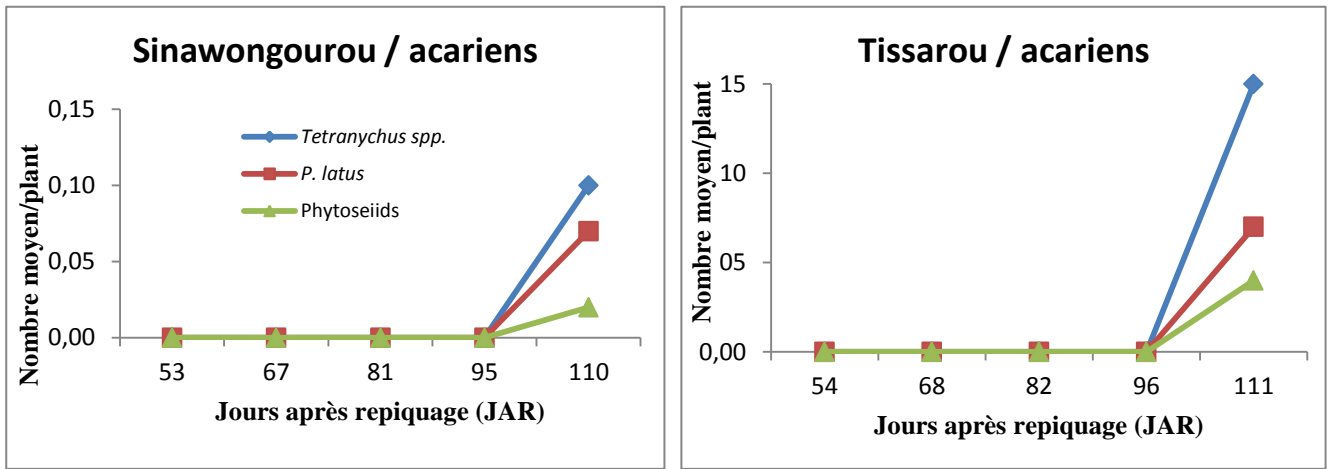


Figure 1. Evolution temporelle de la densité moyenne par plant des acariens sur les sites de Kandi / Temporal trends of mite density per plant in the study sites at Kandi

Commune de Malanville

Dans la Commune de Malanville, les populations des trois familles d'acariens sont apparues dans les champs à partir de la 3^{ème} évaluation correspondant au 87^{ème} jour après repiquage. Ainsi, à Bodjécali, les densités de *Tetranychus spp.* se sont accrues pour atteindre un pic à la sixième évaluation soit 130^{ème} jour après repiquage suivi d'une chute à la septième et dernière évaluation. A Monkassa, les densités de population de *Tetranychus spp.* ont suivi

la même tendance qu'à Bodjécali mais le pic a été observé à la 5^{ème} évaluation correspondant au 115^{ème} jour après repiquage. Quant à *P. latus*, sa population est passée sur les deux sites par un pic survenu au cours de la 5^{ème} évaluation, soit 115^{ème} jour après repiquage pour s'accroître de nouveau à la septième et dernière évaluation. Les Phytoséiides n'ont été observés sur les deux sites qu'à partir de la cinquième évaluation (soit, 115 JAR), et leurs densités sont restées très faibles jusqu'à la dernière évaluation (soit, 114 JAR).

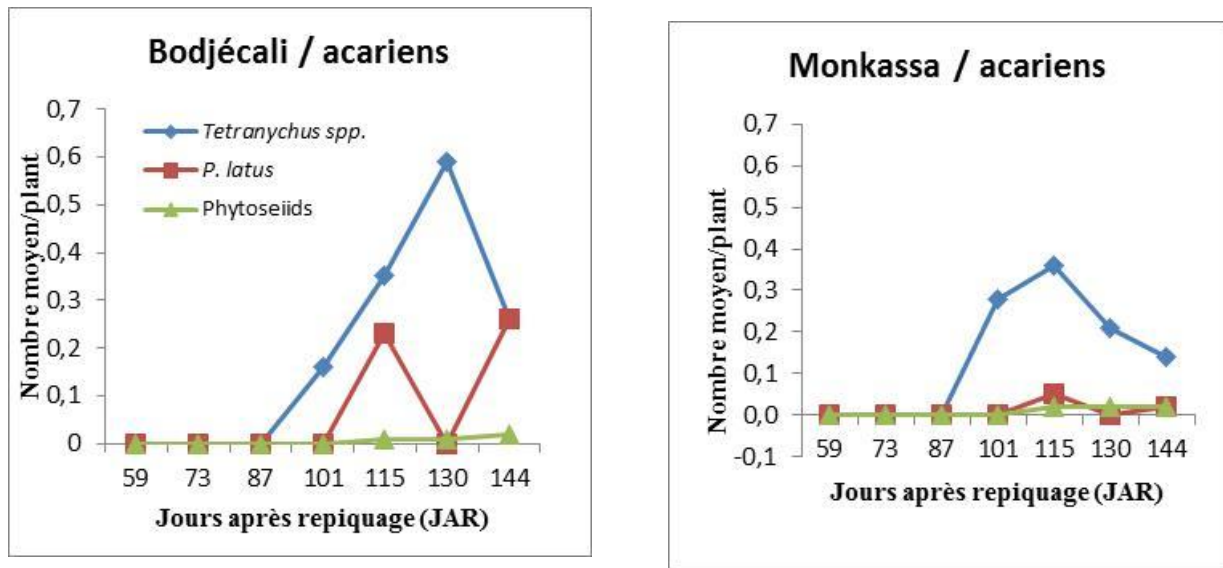


Figure 2. Evolution temporelle de la densité par plant des acariens sur les sites de Malanville / Temporal trends of mite density per plant in the study sites at Malanville

Insectes

Commune de Kandi

Il ressort que dans cette commune, les trois espèces d'insectes recensées sont apparues dès la 1^{ère} évaluation correspondant au 53^{ème} jour après repiquage (Figure 3). A Sinawongourou, les densités de *A. gossypii* ont présenté deux pics : le premier (le plus fort) a été observé à la 2^{ème} évaluation correspondant au 67^{ème} jour après

repiquage et le second a été observé à la 4^{ème} évaluation (soit 95^{ème} jour après repiquage), suivi d'une chute à la 5^{ème} évaluation, soit 110 jours après repiquage. A Tissarou, les densités de *A. gossypii*, relativement élevées dès la première évaluation (soit 54 jours après repiquage), ont chuté progressivement en passant par un creux à la 4^{ème} évaluation avant de remonter encore à la 5^{ème} et dernière évaluation, soit 111 jours après repiquage.

Pour ce qui est des thrips, leurs populations sur le site de Sinawongourou sont restées globalement très faibles jusqu'à la 5^{ème} évaluation où elles se sont légèrement accrues. A Tissarou, la population des thrips a connu deux pics : un faible pic observé à la

2^{ème} évaluation suivi d'un plus fort à la 4^{ème} évaluation, soit 96 jours après repiquage.

Quant à la population de la mouche blanche, *B. tabaci* un léger pic a été observé à la 3^{ème} évaluation sur l'ensemble des deux sites.

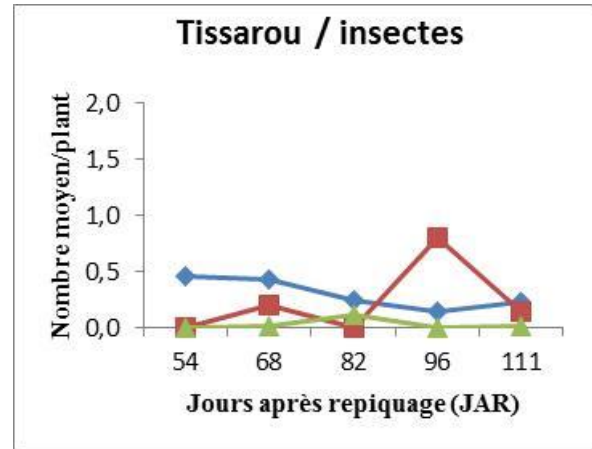
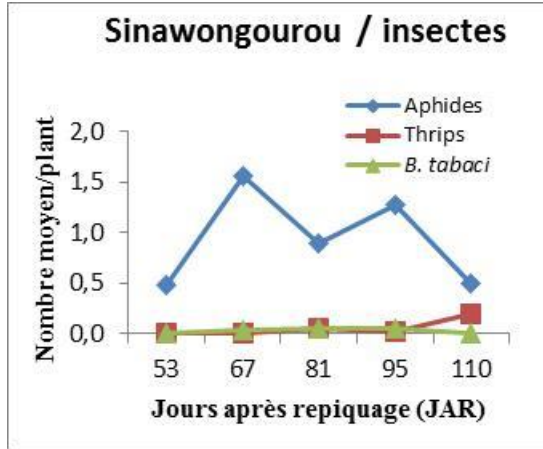


Figure 3. Evolution temporelle de la densité par plant des insectes sur les sites de Kandi / Temporal trends of insect density per plant in the study sites at Kandi.

Commune de Malanville

Sur les deux sites de cette commune, les populations de *A. gossypii* sont demeurées croissantes à partir de la 5^{ème} évaluation, soit 115 jours après repiquage et ce, jusqu'à la dernière évaluation correspondant au 144^{ème} jour après repiquage (Figure 4).

Quant aux populations de thrips et de la mouche blanche *B. tabaci*, elles n'ont été observées sur les deux sites qu'à la 2^{ème} évaluation, soit 73 jours après repiquage mais sont restées très faibles, voire négligeables jusqu'à la dernière évaluation (Figure 4).

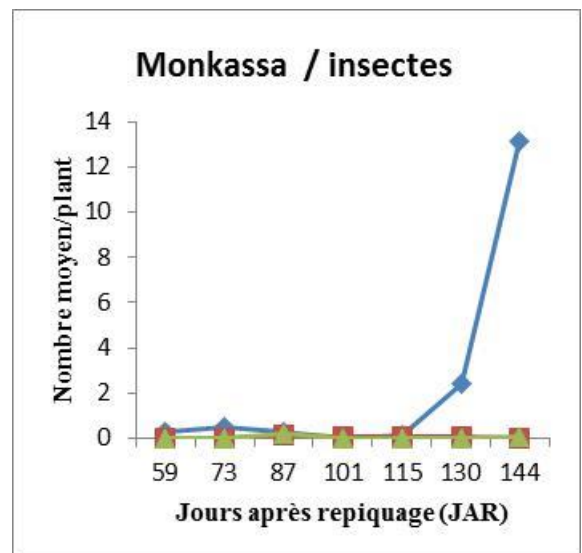
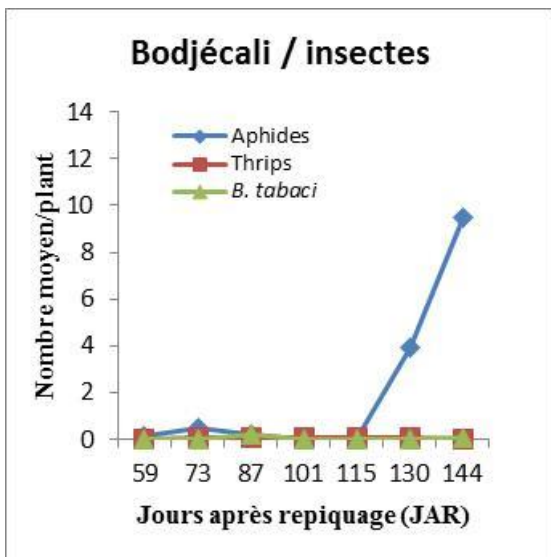


Figure 4. Evolution temporelle de la densité par plant des insectes sur les sites de Malanville / Temporal trends of insect density per plant in the study sites at Malanville.

3.3. Abondance et distribution des arthropodes entre les sites

Acariens

De nos observations, il ressort que les acariens communs *Tetranychus* spp. ont été rencontrés avec une plus forte fréquence par rapport aux autres espèces à savoir : l'acarien de polyphage, *P. latus* et les acariens prédateurs de la famille Phytoseiidae. Dans l'ensemble, les acariens prédateurs sont les moins fréquents sur les différents sites d'investigation (Tableau 3). Au niveau du site de Monkassa, l'espèce *P. latus* et les acariens prédateurs phytoséiides ont été rencontrés avec la même fréquence tandis qu'au niveau des autres sites des différences ont été observées entre ces deux groupes d'acariens.

De la comparaison entre-sites des densités des différentes espèces d'acariens enregistrées (Tableau 3), l'analyse de variance (Proc GLM) a révélé que les densités de *Tetranychus* spp. sont statistiquement identiques entre les deux sites de Kandi ($P = 0,3490$), ainsi que pour les deux sites de Malanville, quand bien même ici la différence entre-sites est très proche du seuil critique de probabilité ($P = 0,0703$).

Quant à l'acarien de gboma, *P. latus*, ses densités par plant sont statistiquement identiques entre les deux sites de Kandi ($P = 1,000$), mais statistiquement différentes entre les deux sites de Malanville ($P = 0,0028$). En effet, les densités de *P. latus* sont plus élevées à Bodjécali qu'à Monkassa (Tableau 3).

Pour ce qui est de l'acarien prédateur Phytoséiide, ses densités par plant sont statistiquement identiques, aussi bien

entre les deux sites de la Commune de Kandi ($P = 0,6542$), qu'entre ceux de la Commune de Malanville ($P = 0,5257$).

Insectes

De l'observation générale, il ressort que le puceron *A. gossypii* est parmi les insectes l'espèce la plus abondante tandis que la mouche blanche *B. tabaci*, à travers ses pupes, représente l'espèce la moins fréquente sur l'ensemble de deux sites de Kandi et ceux de Malanville, sauf à Bodjécali où il a été constaté une égalité de fréquence entre *F. schultzei* et les pupes de *B. tabaci*.

De la comparaison entre-sites des densités des différentes espèces d'insectes enregistrées (Tableau 3), l'analyse de variance (Proc GLM) a révélé que les densités de *A. gossypii* sont statistiquement différentes entre les deux sites de Kandi ($P < 0,0001$), avec des densités plus élevées à Sinawongourou qu'à Tissarou. Les densités de ce ravageur sont similaires sur les deux sites de Malanville ($P = 0,5064$).

Quant au thrips *F. schultzei*, ses densités par plant sont statistiquement différentes entre les deux sites de Kandi ($P < 0,0001$), avec des densités plus élevées à Tissarou qu'à Sinawongourou (Tableau 3). Les densités de ce ravageur sont statistiquement similaires entre les deux sites de Malanville ($P = 0,8082$).

S'agissant de la mouche blanche *B. tabaci*, l'analyse de variance a révélé que ses densités par plant sont statistiquement identiques aussi bien entre les deux sites de la Commune de Kandi ($P = 0,8587$), qu'entre ceux de la Commune de Malanville ($P = 0,5915$).

3.4. Distribution des arthropodes entre les deux Communes d'étude

La comparaison entre les deux Communes (Kandi et Malanville) des densités globales des différentes espèces d'arthropodes rencontrées en utilisant l'analyse de variance (Tableau 4), révèle, en ce qui concerne les acariens, que les populations de l'acarien commun *Tetranychus* spp. diffèrent statistiquement entre les deux communes ($P < 0,0001$), et sont plus élevées à Malanville qu'à Kandi (Tableau 4). Les populations de l'acarien polyphage, *P. latus* sont statistiquement identiques sur l'ensemble des deux communes ($P = 0,0595$), quoique la valeur de probabilité est très proche de la limite critique, avec des densités légèrement plus élevées à Malanville qu'à Kandi. Quant aux populations des acariens prédateurs phytoséiides, elles sont identiques entre les deux communes ($P = 0,5113$).

S'agissant des insectes (Tableau 4), les populations de *A. gossypii* sont statistiquement différentes entre les deux communes ($P < 0,0001$), avec des densités beaucoup plus élevées à Malanville qu'à Kandi. Quant aux populations des thrips *F. schultzei*, ses densités diffèrent également entre les deux communes ($P < 0,0001$), et sont plus élevées à Kandi qu'à Malanville. Les populations de *B. tabaci* sont statistiquement identiques entre les deux communes ($P = 0,2637$).

Tableau 3 : Comparaison des densités moyennes (\pm erreur standard) par plant des arthropodes rencontrés sur le piment vert, *C. chinense* entre les différents sites d'étude au sein d'une même commune*Acariens*

Sites		N		df		<i>Tetranychus</i> spp			<i>Polyphagotarsonemus latus</i>			Phytoséiide		
						Moy. \pm E. S	F	P	Moy. \pm E. S	F	P	Moy. \pm E. S	F	P
Kandi	Sinawongourou	405		1	0,02 \pm 0,01	0,88	0,3490	0,02 \pm 0,01	0,00	1,0000	0,01 \pm 0,003	0,20	0,6542	
	Tissarou	405	0,03 \pm 0,01		0,03 \pm 0,01			0,01 \pm 0,004						
Malanville	Bodjécali	567		1	0,19 \pm 0,02	3,28	0,0703	0,07 \pm 0,02	8,96	0,0028	0,01 \pm 0,004	0,40	0,5257	
	Monkassa	567	0,14 \pm 0,02		0,01 \pm 0,004									

Insectes

Sites		N		df		<i>Aphis gossypii</i>			<i>Frankliniella schultzei</i>			<i>Bemisia tabaci</i> (Pupe)		
						Moy. \pm E. S	F	P	Moy. \pm E. S	F	P	Moy. \pm E. S	F	P
Kandi	Sinawongourou	405		1	0,94 \pm 0,12	38	<,0001	0,05 \pm 0,01	29,38	<,0001	0,03 \pm 0,01	0,03	0,8587	
	Tissarou	405	0,30 \pm 0,06		0,23 \pm 0,03			0,03 \pm 0,01						
Malanville	Bodjécali	567		1	2,04 \pm 0,25	0,44	0,5064	0,05 \pm 0,01	0,06	0,8082	0,05 \pm 0,01	0,29	0,5915	
	Monkassa	567	2,39 \pm 0,30		0,05 \pm 0,01									

Les moyennes figurant dans ce tableau sont obtenues à partir des données transformées

Tableau 4. Comparaison entre Communes, des densités moyennes (\pm erreur standard) par plant des arthropodes rencontrés sur le piment vert, *C. chinense*

<i>Acariens</i>			
Sites	<i>Tetranychus</i> spp.	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Phytoséiide
Kandi	0,02 \pm 0,01b	0,01 \pm 0,005a	0,006 \pm 0,003a
Malanville	0,17 \pm 0,02a	0,04 \pm 0,010a	0,009 \pm 0,003a

<i>Insectes</i>			
Sites	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Frankliniella schultzei</i>	<i>Bemisia tabaci</i> (Pupe)
Kandi	0,62 \pm 0,07b	0,14 \pm 0,02a	0,03 \pm 0,01a
Malanville	2,22 \pm 0,19a	0,05 \pm 0,01b	0,04 \pm 0,01a

Dans chaque colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($P > 0,05$) ; test de comparaison multiple de Student-Newman-Keuls.

4. Discussion

Cette étude est l'une des rares à s'être intéressée spécialement à la composition de la faune des arthropodes (acariens et insectes) sur le piment, une culture légumière de grande importance à la fois nutritionnelle et commerciale au Bénin et dans la sous-région. De nos résultats, il ressort que la faune des insectes et acariens associés à la culture du piment vert, *C. chinense* dans les Communes de Kandi et de Malanville, au Nord du Bénin est assez riche et bien diversifiée.

En ce qui concerne les acariens, la zone d'étude regorge d'une diversité spécifique d'acariens ravageurs avec une abondance relativement élevée des espèces des genres *Tetranychus* (e.g. *Tetranychus* spp.) et *Polyphagotarsonemus* (e.g. *P. latus*) et un faible taux d'acariens prédateurs de la famille Phytoseiidae. La forte présence de *Tetranychus* spp. et de *P. latus* n'est pourtant pas une surprise car les acariens du genre *Tetranychus* sont reconnus pour leur incidence sur beaucoup de cultures dans les zones chaudes du globe (James et al., 2010), tandis que *P. latus* affectionne particulièrement les plantes de la famille Solanaceae, dont le piment (Bordat & Goudegnon, 1991 ; Adango et al. 2006), surtout en saisons humides. L'absence d'acariens au cours des premières évaluations s'expliquerait par le fait que les pluies étaient encore très intenses et auraient causé leur lessivage, induisant une forte mortalité des acariens, particulièrement chez les acariens de la famille Tetranychidae. En effet, Yaninek et al. (1989), stipulaient clairement que les fortes pluies induisent une mortalité chez l'acarien vert du manioc, *Mononychellus tanajoa* Bondar, et chez la plupart des Tétranyques du fait du lessivage des feuilles. La présence plus remarquée d'acariens tétranyques sur les sites de Malanville en comparaison aux sites de Kandi serait due à une différence au plan climatique. En effet, Kandi a bénéficié au cours de l'année 2015 (année de l'étude) d'une pluviométrie totale de 1086,7

mm d'eau répartie en 57 jours tandis que sur la même période Malanville enregistrait 929,86 mm d'eau répartie en seulement 41 jours. Il apparait donc que Kandi a été plus arrosé que Malanville, ce qui aurait été défavorable à la survie des acariens tétranyques à Kandi en comparaison avec Malanville. Aussi, Onzo et al. (2005), rapportaient que le nombre de jours pluvieux influencent plus la survie des acariens phytophages que la pluviométrie totale. Ainsi, avec les 57 jours de pluie à Kandi, contre 41 jours à Malanville, l'effet délétère de la pluviométrie sur les tétranyques serait plus élevé à Kandi qu'à Malanville.

La très faible présence d'acariens prédateurs de la famille Phytoseiidae pourrait être liée à cette caractéristique de notre zone d'étude qui connait, à cause de la culture du coton, un usage presque abusif des produits phytosanitaires chimiques sur la plupart des cultures et particulièrement en cultures maraîchères. Parmi ces produits chimiques figurent majoritairement des pesticides à large spectre d'action et des pyrèthriinoïdes qui sont des produits ne favorisant pas le maintien des prédateurs dans les écosystèmes (Brown & Shanks, 1976 ; Hassan, 1982 ; Wilson et al., 1997). En effet, selon Meyer (1996), et Reckhaus (1997), très peu d'ennemis naturels des acariens sont présents dans les écosystèmes où les pesticides sont souvent utilisés pour le contrôle des ravageurs. Aussi, Adango et al. (2007), ont prouvé que l'utilisation des pesticides chimiques dans le voisinage des planches de *Solanum macrocarpum* L. (i.e. 'Gboma'), de Poivron (*Solanum aethiopicum* L.) ou d'Amaranthe (*Amaranthus cruentus* L.) pouvait bien induire une forte mortalité des acariens prédateurs même sur les planches sur lesquelles le produit chimique n'a pourtant pas été appliqué directement.

En ce qui concerne les insectes, nos résultats ont révélé que dans les deux communes, les espèces les plus importantes comme ravageurs sont : les aphides (ou pucerons) *A. gossypii*, les thrips *F. schultzei* et la mouche blanche, *B. tabaci*. De ces trois espèces d'insectes phytophages, *A. gossypii* demeure le ravageur le plus

abondant sur l'ensemble des sites. Ce puceron vit en colonies très denses sur les plants dont il infeste tous les organes et cause la déformation des feuilles. Les pucerons produisent du miellat, c'est-à-dire des déjections sucrées qui favorisent l'apparition d'un dépôt noir dû à un champignon, la fumagine, qui empêche la photosynthèse de se réaliser ; ce qui se traduit par une réduction de la croissance des plantes (RECA, 2014).

De la comparaison entre les deux communes, il ressort que la densité moyenne des aphides est environ 4 fois plus élevée à Malanville qu'à Kandi. Les raisons probables de cette plus forte densité des aphides à Malanville comparée à Kandi, pourraient être les mêmes que celles évoquées plus haut pour expliquer les densités relativement plus élevées des acariens à Malanville. En effet, du point de vue comportemental, les aphides sont très proches des acariens Tetranychidae (A. Onzo, Comm. Pers.), et pourraient donc être sensibles à la plus forte pluviométrie à Kandi par rapport à Malanville. L'abondance de ce ravageur pourrait aussi s'expliquer par l'utilisation intensive d'insecticides chimiques dans la zone qui aurait conduit à l'élimination des organismes auxiliaires (ennemis naturels), libérant ainsi les aphides de toute contrainte à la croissance de leur population. La chute de la population de *A. gossypii* sur des sites de Kandi pendant la fin de la saison des pluies serait due à la baisse de la qualité des feuilles. La plus forte présence du thrips, *F. schultzei* à Kandi en comparaison avec Malanville ne pourrait s'expliquer par le manque d'eau (Bijlmakers & Verhoek, 1995), car les pluies avaient été plus abondantes et plus fréquentes à Kandi qu'à Malanville. Ce phénomène pourrait, cependant, s'expliquer par une migration des thrips de la végétation environnante vers les parcelles de piment. La mouche blanche *B. tabaci* est présente sur tous les sites, devenant ainsi un véritable fléau qui préoccupe de plus en plus les producteurs de cultures maraîchères dans le monde entier (Naranjo et al., 2001 ; James et al., 2010). Cependant, les densités de *B. tabaci* rapportées dans notre étude sous-estiment plus ou moins largement les populations réelles de ce ravageur sur les parcelles car il ne nous a été possible de recenser et de capturer que les nymphes, les adultes étant très prompts à s'envoler dès que l'on touche le plant de piment.

Certains plants malades observés sur nos sites pourraient l'avoir été grâce aux insectes vecteurs de maladies comme par exemple, la mouche blanche, *B. tabaci*. Ces insectes véhiculent de nombreux virus et, en s'attaquant directement à tous les stades phénologiques du piment (Weill & Duval, 2009) et à toutes les parties de la plante à savoir : les feuilles, les bourgeons, et les fruits du piment (Fondio et al., 2009), ils peuvent lui transmettre des maladies, notamment virales, provoquant des dégâts importants sur les cultures (Fabre et Ryckewaert, 2001). Les pucerons aussi sont reconnus comme des agents de transmission de virus tels que le virus de la mosaïque, le virus de la maladie bleue etc. (Appert & Deuse, 1982).

5. Conclusion

Cette étude révèle que la faune des arthropodes rencontrée sur le piment vert *C. chinense* dans les communes de Kandi et de Malanville est assez diversifiée, et composée d'insectes et acariens ravageurs mais également des acariens prédateurs de la famille Phytoseiidae. L'abondance des ravageurs serait sans doute influencée par les conditions climatiques et certainement aussi par l'utilisation abusive des pesticides dans la région du nord-Bénin contre les principaux ravageurs du coton. De l'ensemble des arthropodes recensés sur le piment dans les deux communes, le puceron *A. gossypii* a été le ravageur le plus abondant ; cependant, nos résultats sous-estiment la population de la mouche blanche, *B. tabaci*, dont les adultes n'ont pas pu être pris en compte dans nos échantillons à cause de leur promptitude à s'envoler. Alors que les insectes peuvent être assez facilement observés par les producteurs sans un entraînement préalable, la taille presque microscopique des acariens fait que leur présence sur les sites passe inaperçue jusqu'au moment où leurs dégâts sur les parcelles deviennent irréversibles. Il urge donc de rechercher et de mettre en œuvre contre ces insectes et acariens ravageurs des stratégies de lutte afin de protéger durablement la culture du piment vert dans cette partie du pays, tout en préservant l'environnement et la santé de tous les acteurs.

CONFLIT D'INTÉRÊT

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

REFERENCES

- Adango E. Onzo A. Hanna R. Atachi P. & James B. 2006. Inventaire de la faune des acariens sur *Amaranthus cruentus* (Amaranthaceae), *Solanum macrocarpon* et *Solanum ethiopicum* (Solanaceae) dans le Sud-Bénin. *Int. J. Trop. Ins. Sci.* 26 : 155-165.
- Adango E. Onzo A. Hanna R. Atachi P. & James B. 2007. Mite Pests of Major Importance on Indigenous Leafy Vegetables in Benin: the Search for Appropriate Control Strategies. In: M.L. Chadha, G. Kuo, C.L.L. Gowda (eds) *Proceedings of the 1st International Conference on Indigenous Vegetables and Legumes. Prospectus for Fighting Poverty, Hunger and Malnutrition.* Acta Hort. 752: 311-318.
- Adango E. Sikirou R. Assogba-Komlan F. & Gbehounou G. 2012. Contrôle de l'acarien Polyphagotarsonemus latus (Banks) (Acari : Tarsonemidae) avec la suspension savonneuse d'argile et de farine de manioc dans la culture de piment. *BRAB, Numéro spécial Agriculture & Forêt* : 35-41.
- Adjovi A. N. 2006. Monographie de la commune de Malanville. 48p.
- Appert J. & Deuse J. 1982. Les Ravageurs des Cultures Vivrières et Maraîchères sous les Tropiques. Editions G-P. Maisonneuse et Larose : Paris ; 137-138. ISBN 2-7068-0814-4.

- Beniest J. 1987. Guide pratique du maraîchage au Sénégal. Centre de développement de l'Horticulture. Collection Cahier d'Information n°1 Ed Clairafrique, Dakar, Sénégal. 144p.
- Bijlmakers, H. W. L. & Verhoek B. A. 1995. Guide de Défense des Cultures au Tchad, Cultures Vivrières et Maraîchères, 414p.
- Bordat D. & Goudegnon E. 1991. Catalogue des principaux ravageurs des cultures maraîchères au Bénin. CIRAD, Montpellier, France. 15 pp.
- Brown G. C. & Shanks C. H. 1976. Mortality of two spotted mite predators caused by the systemic insecticide, carbofuran. Environ. Entomol. 5, 1155-1159.
- CARDER Borgou/Alibori, 2011. Annuaire statistique DPP/MAEP Données de l'évolution de la superficie et de la production du piment au Bénin, 2000-2006.
- Fabre F. & Ryckewaert P. 2001. Lutte Intégrée Contre les Ravageurs Des Cultures Maraîchères A La Réunion CIRAD-3P, Saint Pierre, La Réunion AMAS. Food And Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. 1p.
- FAOSTAT 2013. Statistiques Alimentaires. www.fao.org. Consulté le 07/09/2015.
- Fondio L. Kouamé C. Djidji A. H. & Aïdara S. 2009. Fiche Technique CNRA : Bien Cultiver Le Piment En Côte d'Ivoire, www.Erails.Net/CI/Cnra/Cnra/Fiches-Techniques-Cnra.Con sulté le 28/11/2015.
- Gnimadi A. 2008. Etude pour l'identification des filières agroindustrielles prioritaires. Programme de Restructuration et de Mise à Niveau de l'Industrie des Etats membres de l'UEMOA (PRMN). 118 p.
- Hassan S. A. 1982. Relative tolerance of three different strains of predatory mite *Phytoseiulus persimilis* to 11 pesticides used on glasshouse crops. Z. Angew. Entomol. 93: 55-63.
- James B. Atcha-Ahowé C. Godonou I. Baimey H. Goergen G. Sikirou R. & Toko M. 2010. Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria. 120p.
- Kollmannsberger H. Rodríguez-Burruezo A. Nitz S. & Nuez F. 2011. Volatile and capsaicinoid composition of ají (*Capsicum baccatum*) and rocoto (*Capsicum pubescens*), two Andean species of chili peppers. J. Sci. Food Agric. 91(9) : 1598-1611.
- Kouassi C. 2012. Potentialités bioactives et activité antimicrobienne des variétés de piment (*Capsicum* spp.) cultivées en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire). 161p.
- Lebeau A. 2010. Résistance de la tomate, l'aubergine et du piment à *Ralstonia solanacearum* : interaction entre les gènes de résistance et la diversité bactérienne, caractérisation et cartographie des facteurs génétiques impliqués chez l'aubergine. Thèse de Doctorat, Université de La Réunion, 178 p.
- Ludy M. J. & Mattes R. D. 2011. The effects of hedonically acceptable red pepper doses on thermogenesis and appetite. Physiol. Behav. 102(3-4) : 251-258.
- Menichii F. Tundis R. Bonesi M. Loizzo M.R. Conforti F. Statti G. DeCindio B. Houghton P. J. & Menichini F. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. Food Chem. 114: 553-560.
- Meyer S. K. M. 1996. Mite pests and their predators on cultivated plants in southern Africa: Vegetables and Berries. Ed. Isteg, Scientific publication, Johannesburg, South Africa, 90 p.
- Naranjo S. E. & Ellsworth P. C. 2001. Challenges and opportunities for pest management of *Bemisia tabaci* in the new century. Crop Prot. 20: 707-869.
- Onzo A. Hanna R. Sabelis M. W. & Yaninek J. S. 2005. Temporal and spatial dynamics of an exotic predatory mite and its herbivorous mite prey on cassava in Benin, West Africa. Environ. Entomol. 34: 866-874.
- PIP, 2011. Guide de bonnes pratiques phytosanitaires pour la culture des Piments (*Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*) et Poivrons (*Capsicum annuum*).
- RECA-Niger 2014. Formation des producteurs et des animateurs des structures d'appui conseil sur les maladies et ravageurs du poivron et du piment, 112 p.
- Reckhaus P. 1997. Maladies et ravageurs des cultures maraîchères: A l'exemple de Madagascar, Margraf, Weikersheim, Allemagne. 402 pp.
- Rubaihayo E. R. 1997. The contribution of indigenous Vegetables to household food security in Uganda. In: African Crop Science Conference Proceedings, Vol. 3. Pretoria 13-17 January 1997, Adipala E., Tanywa I-S. & Ogenda – Latigo M. W. (eds), Kampala, Uganda, pp 1337-1340.
- SAS Institute 2009. Software version 9.2 (TSMO) Cary, North Carolina, USA
- Schippers R. R. 2000. Légumes africains indigènes: Présentation des espèces cultivées, Margraf, Weikersheim, Allemagne. 482 pp.
- Tano K. Koffi N. R. Koussémon M. & Oulé M. K. 2008. The effects of different storage temperatures on the quality of fresh Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.). Agric. J., 3(2) : 157-162.
- Tiamiyou I. 1995. Appui à l'intensification et à la promotion de Cultures maraîchères et fruitières au Bénin. Rapport phase III de la consultation en phytotechnie maraîchère du 30 juillet au 12 août 1995. Projet TCP/BEN/4553 (A), FAO, Bénin. 31 p.
- Weill A. & Duval J. 2009. Répression Des Ennemis Des Cultures- Chapitre 19 « Maladies Et Ravageurs » Guide De Gestion Globale De La Ferme Maraîchère Biologique Et Diversifiée. Equitère, 1-19p.
- Wilson L. J. Larsen D. & Sadras VO. 1997. Mite ecology in cotton. CRC Research Review Volume 3 No. 4. 5pp.
- Yaninek J. S. Herren H. R. & Gutierrez A. P. 1989. Dynamic of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in Africa: seasonal factors affecting phenology and abundance. Environ. Entomol. 18 (4) : 625-632.
- Zimmer A. R. Leonardi B. Miron D. Schapoval E. Oliveira J. R. & Gosmann G. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: From traditional use to scientific approach. J. Ethnopharmacol. 139 (1): 228-233



Nouveaux paramètres pour la stratégie de lutte préventive contre la pullulation des rongeurs dans les agrosystèmes du Sud-Bénin

I.-H. H. DAOUDA^{1*}, F.-X. BACHABI², M. HOUENOU-AGASSOUNON¹, E. Y. ATTAKPA¹, G. A. MENSAH³

¹Faculté d'Agronomie / Université de Parakou (Bénin)

²Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques, Faculté d'Agronomie / Université de Parakou (Bénin)

³Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) / CRA-Agonkanmey, Cotonou (Bénin).

Reçu le 02 Octobre 2015 - Accepté le 04 Décembre 2015

New parameters for the strategy of preventive control against the rodent proliferation in the agrosystems of South-Benin

Abstract: Rodent outbreaks occur more and more frequently in south Benin agrosystems, but only their systematic studies were done. After completing cytotoxic studies, this work gives the annual abundance cycle of small rodents. Their specific richness was nine species, namely : *Mastomys natalensis* (hildebrandtii) et *M. erythroleucus*, *Gerbilliscus kempfi*, *Arvicanthis rufinus*, *Lemniscomys striatus striatus*, *Dasymys rufulus*, *Rattus rattus*, *Graphiurus* sp et *Mus (Nannomys)* sp. *Arvicanthis rufinus* and *Dasymys rufulus* were found for the first time in Benin. Maximum abundance or density occurs in September and October ((161 to 198 ind / ha) and minimum abundance or density were obtained from February to April (10 ind / ha) : so, pest control (after trapping session) must be carry out in that period (end of dry season and beginin of rainy season), particularly when densities obtained are ≥ 10 ind./ha).

Key words: Outbreak ; Rodents ; South Benin ; Cytotoxicologie ; Minima ; Pest Control.

Résumé : La prolifération des petits rongeurs survient à des intervalles de plus en plus rapprochés depuis la fin du 20^{ème} siècle dans les agrosystèmes du sud Bénin. Afin d'y remédier, des inventaires basiques et des études taxonomiques furent entreprises. Quant à la dynamique de population de ces rongeurs, elle reste le volet déficient de ces programmes d'étude, avec l'usage de pièges non adéquats. La richesse spécifique obtenue dans nos travaux par la méthode du calendrier est de neuf espèces : *Mastomys natalensis* (hildebrandtii) et *M. erythroleucus*, *Gerbilliscus kempfi*, *Arvicanthis rufinus*, *Lemniscomys striatus striatus*, *Dasymys rufulus*, *Rattus rattus*, *Graphiurus* sp et *Mus (Nannomys)* sp. Les présents travaux complètent les données cytotoxicologiques des principales espèces prolifères concernées, du genre *Mastomys*, *Gerbilliscus* et *Arvicanthis*, et mettent en œuvre une nouvelle méthode d'étude du cycle annuel d'abondance (CAA) de ces populations de rongeurs. L'étude caryologique des spécimens capturés confirme bel et bien la présence d' *Arvicanthis rufinus* dans le sud Bénin. Elle était confondue à *A. niloticus* par le passé, quoique celle – ci existe également au Bénin, du fait du phénomène du « Dahomey – Gap ». L'espèce des marais *Dasymys rufulus* est capturée pour la première fois dans la dépression de la Lama. Quant au Cycle Annuel d'abondance des rongeurs étudiés, les maxima de leur abondance / densité surviennent dans la période de septembre à octobre (161 à 198 individus/ha) tandis que les minima sont obtenus de février à avril (10 individus/ha). C'est donc au cours de cette période que des contrôles devraient s'opérer (sessions de piégeage) pour la prise de décision.

Mots clés : Prolifération ; Rongeurs ; Sud-Bénin ; Cytotoxicologie ; Minima ; Contrôles

1. Introduction

Depuis quelques décennies, la partie méridionale de la République du Bénin connaît une prolifération périodique de petits rongeurs, notamment en 1967,

1977, 1987, 1995, 1999-2000 (Vodounnon, 1999 ; Daouda, 2002). L'intervalle de plus en plus rapproché de ces pullulations serait dû, entre autres facteurs au trafic illicite des principaux prédateurs des rongeurs tels le python royal (*Python regius*) et la vipère (*Bitis arietans*) qui a cours dans le sud-Bénin et qui a pris de l'ampleur (Sinsin *et al.*, 1999). Chaque année, les rongeurs dévorent, détruisent ou salissent en moyenne 20% de la récolte mondiale (pertes au champ et en post-récolte) pourcentage pouvant atteindre 30 % pour le maïs dans certaines régions du sud-Bénin (Kossou, 1999).

Les multiples facteurs déterminant la dynamique des populations de rongeurs rendent quelque peu aléatoire le contrôle de leur cycle annuel d'abondance (C.A.A.). Les ravages devenant rapidement considérables au maximum du C.A.A., il s'agit surtout de procéder à une lutte préventive, notamment lors des minima d'abondance (Poulet & Duplantier, 1984). Cette lutte ne saurait être efficace sans une connaissance précise de la position taxonomique et de l'écologie des rongeurs cibles. Malheureusement, l'identification des espèces de rongeurs du continent africain reste à approfondir (Granjon *et al.* 2005 ; Ndiaye *et al.*, 2014). En Afrique de l'Ouest, nous pouvons citer plusieurs travaux menés au Nigéria (Happold, 1975, 1987) au Ghana, en Côte d'Ivoire (Gautun, 1975 ; Gorman & Robertson, 1981 ; Decher *et al.*, 1999), au Sénégal, au Burkina-Faso et au Mali (Hubert *et al.* 1973 ; Poulet, 1982 ; Gautun *et al.*, 1985 ; Granjon, 1987 ; Duplantier, 1988 ; Duplantier *et al.*, 1991 ; Sicard *et al.*, 1995 ; Ducroz *et al.*, 1997, Granjon *et al.*, 2005a). Granjon & Duplantier (2009) en ont fait récemment la synthèse. Les travaux menés au Togo et au Bénin (Civitelli *et al.* 1995 ; Robbins et Van Der Straeten, 1996 ; Codjia *et al.*, 1996 ; Achigan, 1999 ; De Visser *et al.*, 2001) méritent d'être poursuivis et approfondis. En outre, dans les agrosystèmes du sud du Bénin, notamment dans le département du Zou, certaines populations de petits rongeurs, en interaction avec celles de leurs prédateurs, ont connu une évolution en « oscillation amplifiée » (modèle proie-prédateur de Lotka-Volterra) de 1992 à 2004. Les corollaires d'une telle évolution étant imprévisibles, notamment sur l'agriculture et la santé (animale et humaine), on comprend la pertinence des études récentes entreprises sur la systématique de ces espèces de rongeurs et leur dynamique.

Le présent travail a pour objectif d'étudier le cycle annuel d'abondance (CAA) de la communauté des rongeurs ravageurs des cultures dans la région de la Lama (sud – Bénin). Il s'agit plus spécifiquement :

- d'étudier la position taxonomique des principales espèces de rongeurs ravageurs des cultures de la région méridionale du Bénin ;
- de déterminer le cycle annuel d'abondance de la communauté des rongeurs de la région de la Lama ;
- de proposer une nouvelle méthode d'étude et une stratégie de lutte intégrée contre la prolifération des rongeurs.

2. Milieu d'étude

La forêt classée de la Lama (F.C.L.) est située à 80 km au nord de Cotonou, c'est-à-dire de la côte atlantique. Elle est comprise entre 6°55' et 7°00' de latitude Nord et entre 2°04 et, 2°12' de longitude Est. Elle est caractérisée par un climat de transition entre le climat guinéen bimodal du sud et le climat soudanien humide unimodal. Si l'on continue d'y distinguer quatre saisons (deux pluvieuses et deux saisons sèches), la pluviométrie annuelle reste en moyenne de 1112 mm de pluie par an.

Entièrement localisé dans la dépression argilo-marneuse du même nom (dépression de la Lama), la F.C.L. dispose de vertisols de texture argilo-sableuse. Ses sols sont constitués d'une argile gonflante, la montmorillonite, avec une forte teneur en matières organiques sur une profondeur de 1 à 1,20 mètre (Sinsin, 1995). La végétation de la FCL est une forêt dense semi-décidue.

Quant à la faune, on rencontre dans la forêt classée de la Lama toutes les classes de vertébrés à savoir : les mammifères (des espèces de suidae, de bovidae, des colobidae et des cercopithecidae), les oiseaux, les reptiles, les amphibiens et les poissons. Parmi les mammifères de la Lama, on compte une sous-espèce de primate endémique du Bénin (Grubb *et al.*, 1999 ; Sinsin *et al.*, 2002) notamment le singe à ventre rouge *Cercopithecus erythrogaster erythrogaster* et une antilope endémique *Philantomba walteri* (Colyn *et al.*, 2011).

3. Matériel et méthodes

3.1. Dispositif de piégeage

Les pièges utilisés sont des pièges métalliques dont les bordures sont en dents de scie (traquenards) ; ils tuent l'animal presque instantanément. Ils sont appâtés avec de la pâte d'arachide dont la forte odeur attire le rongeur. Des sessions mensuelles de piégeage sont organisées dans les agrosystèmes périphériques de la F.C.L., d'août 2001 à avril 2002. Le dispositif choisi est un quadrat rectangulaire (20 pièges sur la longueur contre 10 sur la largeur) couvrant une superficie de 4275 m² avec des mailles carrées de 5 m de côté. Chaque session de piégeage dure 6 jours, ce qui correspond à un effort de 1200 nuits-pièges. Cet effort correspond cependant à 1400 nuits-pièges (session de 7 jours) pour les périodes de maxima d'abondance (sessions de septembre et d'octobre).

*Auteur correspondant : isdaouda2012@yahoo.fr, B.P. 123, Parakou, Bénin, Tél: +229 6750 4900
Copyright © 2015 Université de Parakou, Bénin

3.2. Identification des rongeurs capturés : cytotaxonomie

La cytotaxonomie s'étant révélée être un outil fondamental pour l'étude de la diversité spécifique des rongeurs africains depuis plusieurs décennies (Petter, 1971 ; Duplantier *et al.*, 1990 ; Codjia *et al.*, 1996 et 1999 ; Granjon *et al.*, 1992, 2005), il fut procédé au caryotypage d'une dizaine de spécimens capturés vivants : les caryotypes sont obtenus à partir de la moëlle osseuse après stimulation des mitoses par la levure (cf. Lee et Elder, 1980).

3.3. Méthode d'estimation de la densité

Il s'agit d'un échantillonnage ponctuel avec prélèvement sans retour (mort instantanée de l'individu) qui dérive de la 'quadrat method' de Bole (Poulet, 1981) : le calcul de la densité se fait par régression linéaire en comparant le nombre d'animaux capturés chaque jour au nombre cumulé d'animaux capturés les jours précédents. Avec le type de piège utilisé, sur un quadrat fixe, la surface piégée se vide quasiment de ses occupants généralement en quelques jours (< 7 jours) pour se repeupler plus tard avec des immigrants. Seule la connaissance de l'intensité du flux journalier d'individus erratiques qui traversent le site pourrait permettre une utilisation rationnelle de cette méthode exhaustive. On désigne sous le terme de 'Flux journalier', le nombre moyen d'individus qui traverse chaque jour le quadrat et qui l'exploite au passage, sans y installer leur 'domaine vital'.

La somme des résidents permanents et du flux journalier (qui ne doit être compté évidemment qu'une seule fois) équivaut à la charge réelle du quadrat de piégeage. Les prélèvements étant sans retour, la charge du quadrat à la session suivante ne correspondra plus à l'évolution (au temps $t+1$) de l'abondance de la population étudiée, ni à celle de la population d'où a émigré les nouveaux occupants installés entre t et $(t+1)$. Afin d'y remédier, le quadrat est déplacé chaque mois de 100 mètres du précédent, afin que les prélèvements quasi-exhaustifs et sans retour du quadrat précédent ne perturbent les résultats des mois suivants sur le même quadrat. En effet, la surface piégée (quadrat fixe) se vide en quelques jours pour se repeupler avec des immigrants (biais énormément les sessions suivantes de piégeage. Or, dans un agrosystème étendu sur plusieurs kilomètres, l'importance de l'abondance des rongeurs et des dégâts enregistrés sur les cultures restent comparables avec une même tendance évolutive durant toute l'année. Dans notre approche, les hypothèses, ici, sont par conséquent essentielles :

- a) l'homogénéité du site d'étude (cultures de maïs et de manioc)
- b) une répartition stochastique des petits rongeurs ravageurs des cultures sur tout le site d'étude (pour une équiprobabilité des captures).

Abondance réelle : afin de réduire les biais dus à la capture d'individus erratiques, nous avons procédé comme suit (Poulet, 1981) :

*Soit C l'effectif total des rongeurs capturés au cours de la session de piégeage (résidents plus passagers)

*Soit x le nombre de jours de piégeage, pour chaque session

*Soit p le flux journalier ou effectif moyen quotidien des passagers (individus erratiques traversant le quadrat à la recherche d'un domaine vital ou en migration) : il correspond au rendement de piégeage minimum et est assez constant, obtenu en fin de session, presque identique sur plusieurs jours successifs. En effet, le rendement augmente du premier au troisième jour avant de décroître progressivement jusqu'au cinquième – sixième jour. Le rendement devient assez bas et constant les 5^{ème} et 6^{ème} jours. En ce qui concerne cependant les sessions effectuées lors du maximum d'abondance, le rendement peut continuer de décroître jusqu'au 6^{ème} jour de piégeage : ceci rend alors nécessaire la poursuite de la session d'un ou de deux jours supplémentaires. Aussi, quand au 6^{ème} ou au 7^{ème} jour, on obtient un effectif faible et comparable à ceux du 5^{ème} jour et/ou du 6^{ème} jour, on arrête la session de piégeage. La moyenne des effectifs minima, quand ceux – ci sont comparables les deux dernières nuits, est considérée comme une estimation du nombre de passagers (p). Il s'agit là alors du flux journalier d'erratiques, flux qui ne devrait être pris en compte qu'une seule fois dans l'estimation de la population ou biomasse journalière du quadrat.

Si N est l'effectif de la population résidente (permanente) du quadrat, alors,

$$N = c - p(x - 1)$$

Le prélèvement des rongeurs étant sans retour (mort de l'animal), la session du mois 'm' a indubitablement un impact sur la structure et la dynamique des populations au cours des mois suivants. Aussi, le principe du déplacement du quadrat (à 100 m plus loin) après chaque session de piégeage permet de rendre compte plus fidèlement de la dynamique des populations dans la zone agro-écologique assez homogène prospectée, qui connaît la pullulation périodique des rongeurs.

Densité : soit S la superficie du quadrat. Cette superficie est augmentée d'une bande périphérique d'attraction (zone d'attraction qui prend en compte les rongeurs dont le domaine vital arrive aux abords du quadrat mais qui peuvent être attirés par les appâts situés sur notre quadrat : une sorte d'effet de bordure. Aussi plusieurs auteurs rapportent-ils l'effectif de la population N , à la superficie du quadrat augmentée d'une bande périphérique (ΔS) dont la largeur est égale à la Distance de Recaptures Successives (DRS) ou à la $DRS/2$ (Brandt, 1962 ; Duplantier, 1982 ; Granjon, 1987 et Daouda, 2002) ou encore, à défaut, à la distance inter – piège (Daouda *et al.*, 2014). Les paramètres de déplacement (DRS et DMR) ne pouvant s'obtenir qu'à l'aide de pièges à capture vivante et de la technique de capture–marquage–recapture (C.R.), nous avons dû retenir comme largeur de la bande périphérique, la 'Distance inter – piège' (Spitz, 1975). Ainsi, la surface réellement piégée

correspond pour nos quadrats à 105 m * 55 m ou 5775 m², la distance inter-pièges retenue ici étant de 5 m.

$$D = N / (S + \Delta S)$$

4. Résultats

4.1. Richesse spécifique

A l'issue d'un effort total de 11200 nuits-pièges (, 648 rongeurs appartenant à neuf espèces ont été capturés. Il s'agit de *Mastomys natalensis* (*hildebrandtii*) et *M. erythroleucus*, *Tatera kempi*, *Arvicanthis rufinus*, *Lemniscomys striatus*, *Dasymys rufulus*, *Rattus rattus*, *Graphiurus sp* et *Mus* (*Nannomys*) *sp.*

Les caryotypes de spécimens obtenus correspondent à ceux des taxons suivants : *Gerbilliscus Tatera kempii* (2n = 46 chromosomes), *Dasymys rufulus* (2n = 36 chromosomes), *Arvicanthis rufinus* (2n = 62 chromosomes avec un NFa = 74) puis *Mastomys natalensis* (2n = 32 chromosomes) et ce, chez les trois spécimens du genre *Mastomys* qui ont été caryotypés. Les trois individus étant prélevés sur trois différents quadrats, ces résultats caryologiques viennent confirmer la dominance du taxon *M. natalensis* (*hildebrandtii*) par rapport à l'espèce jumelle *M. erythroleucus* également présente (Civitelli *et al.*, 1995 ; Codjia *et al.*, 1996).

Les figures 1 et 2 représentent les cartes chromosomiques respectives de *Arvicanthis rufinus* et de *Mastomys natalensis*. L'espèce *Gerbilliscus* (ex *Tatera*) *kempii* est la seule espèce du genre capturée ici et elle se distingue nettement de *G. guineae* par le rapport (Longueur tête/queue).

4.2. Rendements et Abondance

Le rendement global de piégeage est de 6,5 % avec cependant une différence très significative (p < 0,01) d'un mois à un autre : 12 % environ de septembre à octobre, contre 2 % en février – mars. Le tableau 1 présente les effectifs et les densités mensuelles des rongeurs dans l'agrosystème.

Les minima et maxima d'abondance varient dans un rapport 1 à 20. L'estimation des densités, très bonnes pour des effectifs élevés (septembre à novembre) devient peu fiable en fin de saison sèche (février – avril). La durée des sessions de piégeage au cours des mois de septembre et d'octobre (7 jours au lieu de 6 jours pour les autres mois) est due à la décroissance continue des rendements de piégeage jusqu'au sixième jour, le rendement n'étant devenu bas et constant (minimum donc) que les sixième et septième jours.

L'abondance relative des espèces capturées est également très variable. L'abondance spécifique des rongeurs capturés est très variable d'une espèce à une autre. Ainsi, 340 individus, soit 52,5 % des rongeurs capturés appartiennent au genre *Mastomys* (*M. natalensis* et *M. erythroleucus*) dont on ne peut distinguer parfois les espèces qu'à l'aide de leur caryotype. Le genre *Mastomys* est suivi de l'espèce *Tatera kempi* avec 30,5 % de l'effectif total et *Arvicanthis sp* (8,3 %). Le diagramme de la figure 3 présente l'abondance

relative des espèces capturées : ces quatre espèces de muridés totalisent plus de 91% de l'effectif total de la communauté de rongeurs étudiée. Elles sont suivies de l'espèce *Lemniscomys striatus* (5%) et de quatre autres dont l'abondance relative est inférieure à 4%, notamment : *Dasymys rufulus*, *Graphiurus sp.*, *Mus* (*Nannomys*) *sp.* et *Rattus rattus* (quelques spécimens). Vu leur faible effectif, ces quatre espèces sont regroupées sous le terme « autres » au niveau du diagramme.

La proximité d'habitations humaines et de greniers justifie la présence du rat noir *R. rattus* et de la souris naine *Mus sp.* dans notre échantillon.

Les rongeurs représentent les seuls mammifères permanents des agrosystèmes périphériques de la FC de la Lama. La présence d'espèces - jumelles (c'est-à-dire identifiables seulement après études caryologiques ou moléculaires) ne nous permet pas d'établir les indices de diversité spécifique dans la communauté des rongeurs étudiés.

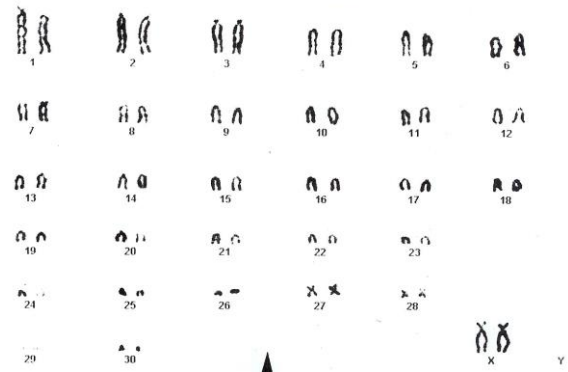


Figure 1 : Carte chromosomique d'un spécimen d'*Arvicanthis rufinus* ♀ capturé vivant dans la région de la Lama (2N = 62 ; NFa = 74)

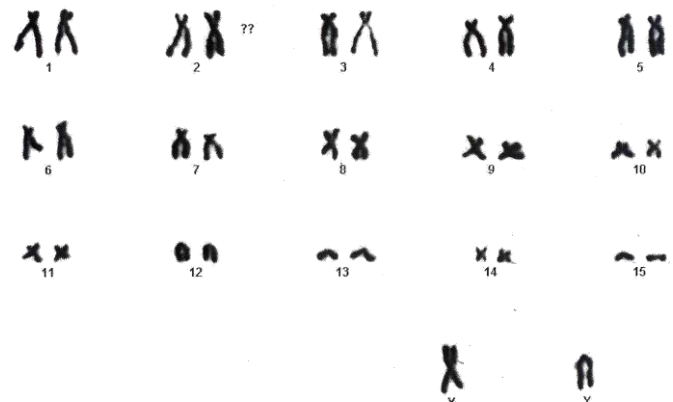


Figure 2 : Carte chromosomique d'un *Mastomys natalensis* ♂ capturé vivant dans la région de la Lama (2N = 32 ; NFA = 56)

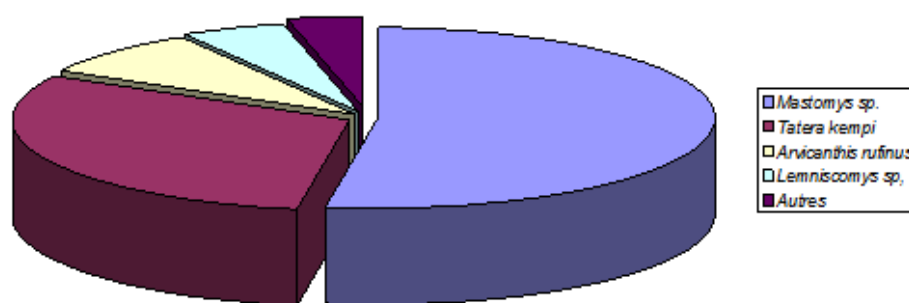


Figure 3 : Abondance relative des principales espèces de rongeurs capturées dans les agrosystèmes de la Lama

N.B.: 'Autres' regroupe *Dasyms rufulus*, *Mus (Nanomys) sp.*, *Graphiurus sp.* et *Rattus rattus*

Tableau 1 : Evolution mensuelle de l'effectif et de la densité des rongeurs dans la zone périphérique de la FCL. (Zone d'Occupation Contrôlée)

Paramètres	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mar.	Avr.
Effectif total (c)	109	153	156	96	58	31	21	15	24
Flux (p) journalier	9	10	7	6	4	3	3	2	3-4
Durée : x nuits	6	7	7	6	6	6	6	6	6
Effectif estimé: $N = c - p(x - 1)$	64	93	114	66	38	16	6	5	7
Superficie (S+ΔS) m ²	5775	5775	5775	5775	5775	5775	5775	5775	5775
Densité /ha	110	161	198	105	66	27	10	09	11

5. Discussion

5.1. Position taxonomique et diversité spécifique des rongeurs capturés

Les espèces du genre *Mastomys* sont dominantes dans la communauté de rongeurs de la zone d'étude, puisqu'il s'agit du genre le plus prolifique : les trois spécimens capturés vivants appartiennent néanmoins tous à l'espèce *M. natalensis*, confirmant sa dominance par rapport à l'espèce jumelle *M. erythroleucus* également présent dans la zone d'étude (Codjia *et al.* 1996 ; Ndiaye *et al.* 2014)

Le seul spécimen du genre *Arvicanthis* (une femelle) capturé vivant présente un caryotype identique à celui de *A. rufinus* (Ducroz *et al.*, 1997 ; Volobouev *et al.*, 2002 ; Granjon *et al.* 2005b) avec un nombre diploïde $2N = 62$ et un Nombre Fondamental d'Autosomes (NFa) de 74, différent

du NFa d'*A. niloticus* qui est de 64. En effet, on distingue nettement trois paires de grands autosomes submétacentriques à submétacentriques et quatre petites paires d'autosomes métacentriques (Figure 1), ce qui fait passer le NFa de 64 à 74. Corti *et al.* (2003) précisent que le genre *Arvicanthis* contiendrait plus de taxa que les cinq espèces mentionnées dans la liste de Musser & Carleton (1993). *Arvicanthis niloticus* Desmarest 1822 caryotypé par Volobouev *et al.* (1988) correspond à l'espèce type rapportée d'Egypte et qui se rencontre jusqu'au nord du Sénégal (en région soudano-sahélienne donc), avec des tests d'interfécondité positives entre les populations d'Egypte, d'Ethiopie et du Sénégal. Quant à *A. niloticus* mordax Thomas 1911, rapporté de la localité de Panyam au centre du Nigéria, et *A. niloticus rufinus* Temminck 1853 rapporté d'Elmina au sud du Ghana, deux taxons parmi les quatre races ou sous-espèces mentionnées par Rosevar (1969), ils appartiendraient à une

même espèce puisqu'ils présentent le même caryotype à savoir : $2N = 62$ et un NFa de 74 ! Ils sont par conséquent renommés *Arvicanthis rufinus* et les tests d'interfécondité entre ce morphotype et *A. niloticus* se sont tous soldés par des échecs (Ducroz *et al.*, 1997). Rappelons que 13 spécimens d'*Arvicanthis* du sud – Bénin caryotypés par Civitelli *et al.* (1995) présentaient tous le même caryotype. Des travaux plus récents (Volobouev *et al.*, 2002) mentionnent en effet l'existence de trois espèces différentes du genre *Arvicanthis* rien que pour l'Afrique occidentale : *A. niloticus* Desmarest 1822, espèce liée aux savanes sahéennes et au nord de la région soudanienne (moins de 750 mm de pluie / an) ; *A. ansorgei*, espèce typique des savanes soudanaises ; *A. rufinus* Temminck 1853, qui serait liée aux zones plus humides du domaine soudano – guinéen, et se rencontre jusqu'en bordure des 'forêts' du sud Bénin. C'est le seul taxon qui serait actuellement connu du sud Bénin (Granjon *et al.* 2005a) et non *A. niloticus*. Un spécimen d'*Arvicanthis* ramené du nord – ouest du Bénin présente cependant le même caryotype que *A. niloticus* (Codjia, 1999), dans la toute première liste des principales espèces de rongeurs (caryotypées) du Bénin : Considérant toujours les caractéristiques génétiques de ces taxa, Civitelli *et al.* (1995) de même que De Visser *et al.* (2001) ont également mentionné la présence de *A. niloticus* au Bénin ; on ne saurait donc affirmer encore l'absence de zones de sympatrie pour les trois taxons ou deux des trois, avant des études phylogéographiques approfondies sur chacune des espèces du genre *Arvicanthis*. En effet, dans plusieurs genres de rongeurs d'Afrique, les espèces dites 'jumelles' morphologiquement sont fréquentes tandis qu'elles se révèlent très souvent être bien distinctes sur le plan chromosomique (Dobigni *et al.*, 2003). La récente révision apportée à la distribution géographique des espèces du genre *Praomys* en est un bel exemple (Nicolas *et al.*, 2007), de même que les nouvelles précisions apportées à la position taxonomique des espèces de Gerbillidae par Ndiaye *et al.* (2014). Si *A. rufinus* est limité au sud Bénin, le taxon typique des savanes soudanaises *A. ansorgei* pourrait être identifié vers le nord du Bénin, de même qu'*A. niloticus* d'ailleurs, le climat étant proche du soudano – sahéen dans certains districts phytogéographiques du nord-Bénin, à cause du phénomène du 'Dahomey Gap' (Sillon dahoméen).

En ce qui concerne *Dasymys rufulus* et *Gerbilliscus kempi*, leur position taxonomique est confirmée grâce à la cytotaxonomie. Parmi les taxa les plus prolifiques et redoutés au plan agricole à savoir *Mastomys sp.*, *Arvicanthis sp.* et *Gerbilliscus* (ex *Tatera*) *kempi*, seul ce dernier taxon peut être identifié avec fiabilité à partir des caractéristiques morphométriques. L'absence de gros rongeurs tels l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) ou le rat de gambie (*Cricetomys gambianus*) dans nos travaux présents s'explique probablement par la taille des pièges (trop petits) et, peut-être, la nature de l'appât.

5.2. Dynamique des populations

Dans cette étude, les espèces les plus importantes au plan économique (ravageuses de cultures) sont *Mastomys natalensis*, *Gerbilliscus kempi* et *Arvicanthis rufinus*, la présence de *Mastomys erythroleucus* n'étant pas à exclure.

Le maximum d'abondance des espèces de ces trois genres est atteint en Septembre – Octobre, tandis que leur minimum d'abondance n'interviendrait qu'en Mars, à la fin de la saison sèche.

Pour une étude plus fiable dans le futur, la méthode de Capture – Marquage – Recapture à l'aide de pièges à capture vivante (Daouda *et al.*, 2014) seront indispensables. Certains indices d'abondance tel que le Rendement pour 100 mètres de ligne utile (RL₁₀₀) serviront par la suite à estimer les rendements et les taux net de reproduction (TNR) pour les prises de décision. La lutte préventive sera d'autant plus efficace qu'elle interviendra pendant les périodes de minima d'abondance avec moins d'impact sur l'environnement et peu de moyens, qu'elle soit mécanique, chimique, biologique ou intégrée.

Le rapport de densité ou d'abondance entre le maximum et le minimum de densité obtenu (amplitude de 20) est plutôt proche de l'amplitude obtenue dans les régions soudano – sahéennes (Hubert, 1982 ; Poulet, 1982 ; Duplantier, 1988 ; Daouda, 2002, 2014) où l'on peut atteindre parfois une amplitude de 25 à 50. (Granjon & Duplantier, 2009). Les densités peuvent en effet être sous – estimées en période de faible densité, augmentant l'écart entre minima et maxima. Cependant, la forte amplitude obtenue s'expliquerait essentiellement par les fortes pullulations enregistrées ces dernières années : En effet, les maxima d'abondance qui se stabilisaient à une moyenne de 100-150 individus à l'hectare (Achigan, 1999 ; Vodounon, 1999,) approchent de nos jours la valeur de 200 rongeurs / ha, comme en témoigne le tableau 1 (198 individus/ha), justifiant l'oscillation amplifiée observée dans la dynamique de leur population. Il s'agit d'une tendance évolutive du modèle « proie – prédateur » (rongeurs – ophidiens dans notre cas) qui a éventuellement pour conséquence ultime la destruction du système par la quasi – extinction de l'un des deux partenaires. En effet, la population des rongeurs sauvages est en grande partie contrôlée par la pression exercée sur elle par les prédateurs (Poulet, 1982 ; Hafidzi, 1994 ; Daouda, 2002, Granjon & Duplantier, 2009). La population des ophidiens est artificiellement maintenue à ses minima dans la zone d'étude, à travers leur trafic illicite et exportation.

Les lacunes enregistrées dans les travaux menés jusqu'ici sont essentiellement dues au matériel de piégeage (traque-nards tuant l'animal presque instantanément) et au déficit d'informations lié aux diverses méthodes appliquées. Seuls des pièges à capture vivantes, installés en ligne (transect) ou sur quadrat, avec la technique de Capture – Marquage – Recapture, rendront mieux compte de la structure, du CAA et de l'évolution des populations de rongeurs.

Nous pensons que le biais introduit dans nos résultats par le déplacement du quadrat de piégeage est minimisé par l'homogénéité du milieu. Ce biais est beaucoup moins im-

portant, certes, par rapport à celui dû au prélèvement total (sans retour) opéré sur la communauté de rongeurs d'un quadrat fixe (Achigan, 1999).

6. Conclusion et recommandations

La période des minima obtenue pour la région de la Lama est celle des mois de février-mars. Des indices d'abondance (rendement sur 100 m de ligne utile par exemple) devront être pris en avril au plus tard afin de décider ou non de la pertinence d'un traitement éventuel. En effet, ces indices devraient atteindre un seuil (qui reste encore à déterminer) avant de passer à l'action. A titre indicatif, nous pourrions proposer ici le rendement de 8 à 10 individus à l'hectare, en attendant des résultats plus complets et plus fiables sur la dynamique des populations de rongeurs ravageurs des cultures.

Nous proposons pour des travaux ultérieurs, l'usage de pièges à capture vivante (modèle 'Sherman' ou 'Manufrance') et la méthode de 'Capture – Marquage – Recapture' (Indice de Lincoln).

L'éco-éthologie, la biologie et la dynamique de population de certaines espèces prolifiques de rongeurs (notamment les genres *Mastomys*, *Gerbilliscus* et *Arvicanthis*) devront être mieux cernées afin de disposer de données plus fiables et d'élaborer des stratégies de luttes préventives plus efficaces contre leur pullulation, devenue plutôt aléatoire : Le ramassage et le trafic illicite des reptiles, en particulier des serpents, devront être sanctionnés, la sensibilisation des populations – cibles devra se poursuivre, pour favoriser le retour de l'interaction Rongeurs – Ophidiens à un modèle d'oscillations 'amorties'.

CONFLIT D'INTERET

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

RÉFÉRENCES

- Achigan, D. G. E. 1999. Etude de la dynamique et de l'éco-éthologie des populations de Rongeurs nuisibles et évaluation des dégâts sur cultures, pour une approche efficace de lutte intégrée dans la sous – préfecture de Zogbodome. Thèse d'Ingénieur agronome, FSA / UNB, Cotonou, 111p.
- Brandt, D. H. 1962. Measures of the movement and population densities of small rodents. University of California Publications in Zoology 62 : 105 – 184.
- Civitelli, M. V., Castiglia, S., Codjia, J.T.C. & Capanna, E., 1995. Cytogenetics of Genus *Arvicanthis* (Rodentia, Muridae) 1 – *Arvicanthis niloticus* from the Republic of Benin (West Africa) *Z. Säugetierkd.* 60: 215 – 225.
- Codjia, J. T. C. 1999. Facteurs explicatifs de la répartition écologique des rongeurs du Bénin : cas des cricétomes (*Cricetomys gambianus* et *Cricetomys emini*) et d'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) In : Rongeurs, Ophidiens et Relations avec l'Environnement. Actes du Séminaire sur le commerce international des reptiles capturés dans la nature, et les dégâts causés aux cultures par les rongeurs : 45 – 50 ; Cotonou, mars 1997. Eds. du Flamboyant.
- Codjia, J.T.C., Capanna, E., Civitelli, M.V. & Bizzoco, D. 1996. Les chromosomes de *Mastomys natalensis* et *Mastomys erythroleucus* (Rongeurs, Muridae) du sud – Bénin (Afrique de l'Ouest) : nouvelles précisions sur la variabilité chromosomique. *Mammalia*, 60, n° 2 : 299 – 303.
- Colyn, M., Hulselmans J., Sonet, G., Oudé, P., De Winter, J., Natta, A., Tamás Nagy, Z. & Verheyen, E. 2010. Discovery of a new duiker species (Bovidae: Cephalophinae) from the Dahomey Gap, West Africa. *Zootaxa* 2637: 1–30. www.mapress.com/zootaxa for Online version.
- Corti, M., Verheyen, E., anesi, F. & Verheyen, W. 2003. Mitochondrial sequences reveal an unexpected species diversity within *Arvicanthis* (Rodentia, Muridae) Abstracts of the 9th African Small Mammals International Symposium, July, Morogoro, Tanzania
- Daouda, I.H. 2002. Caractéristiques staturo – pondérales, Parasitisme par les Cestodes et dynamique de populations chez les rongeurs de la presqu'île du Cap – Vert (Sénégal). Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle, UCAD, Dakar. 130 p.
- Daouda, A.I.H., Bio-Ouré R., Paraiso, A. & Mensah, G.A. 2014. Dynamique des populations de *Gerbilliscus kempfi* et *Taterillus gracilis* (Rodentia, Muridae) à Tanongou dans la réserve de biosphère de la pendjari au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6): 2597-2607
- Decher, J. & Bahian, L.K. 1999. Diversity and structure of terrestrial small mammal communities in different vegetation types on the Accra plains of Ghana. *Journal of Zool. London*. 247 : 395 – 408.
- De Visser, J., Mensah, G.A., Codjia, J.-T.C. & Bokonon-Ganta, A.H., 2001. Guide préliminaire de reconnaissance des Rongeurs du Bénin. Re.R.E / CBDD et ECOOPERATION, Cotonou, 252 p.
- Dobigny, G., Granjon, L., Aniskin, V., BA, K. & Volobouev, V. 2003. A new sibling species of *Taterillus* (Muridae, Gerbillinae) from West Africa. *Mammalian Biology* 68: 295–316.
- Ducroz, J.F., Granjon, L., Chevret, P., Duplantier, J.M., Lombard, M. & Volobouev, V. 1997. Characterization of two distinct species of *Arvicanthis* (Rodentia, Muridae) in West Africa : cytogenetic, molecular and reproductive evidence. *Journal of Zoology, London*. 241 : 709 – 723.
- Duplantier, J.M., 1988. Biologie évolutive de populations du genre *Mastomys* (Rongeurs, Muridae) au Sénégal. PhD. Dissert., Univ. Montpellier 2, Montpellier. 215 p.
- Duplantier, J. M., Britton – Davidian, J. & Granjon, L. 1990. Chromosomal characterization of three species of the genus *Mastomys* in Senegal. *Z. Zool. Syst. and Evolut.-Forsch.* 28 : 289 – 298.
- Duplantier, J.M., Granjon, L., BA, K. 1991. Découverte de trois nouvelles espèces de Rongeurs, nouvelles pour le Sénégal : un indicateur supplémentaire de la désertification dans le nord du Pays. *Mammalia*, 55, n°2 : 313 – 315
- Gorman M. L. & Robertson, J. 1981. Rodents ecology in northern Ghana. *J. Zool. (London)* 195 : 529 – 559.
- Granjon, L., Cosson, J. F., Quesseveur, E. & Sicard, B. 2005a. Population dynamics of *Mastomys huberti* (Rodentia, Muri-

- dae) in an annually flooded agricultural region of Central Mali. *Journal of Mammalogy*, 86 : 997 -1008.
- Granjon, L. 1987. Evolution allopatrique chez les Muridae. Mécanismes éco-éthologiques liés au syndrome d'insularité chez *Mastomys* et *Rattus*. Thèse de Doctorat en Biologie des Populations et des Ecosystèmes. USTL – Montpellier, 163 p.
- Granjon, L., BÂ, K., Daouda, I. H. & Duplantier, J. M. 2005b. New data on chromosomes from Murid Rodents of Benin. The karyotype of *Myomys derooi*., *Mammalia*. 69 (3–4) : 421 – 426.
- Granjon & Duplantier 2009. Les rongeurs de l'Afrique sahélo - Soudanienne. Eds IRD, 242p
- Grubb P., Lernould J-M & Oates J. F. 1999. Validation of *Cercopithecus erythrogaster pococki* as the name for Nigerian white – throated guenon. *Mammalia*, t.63, n°3, 389-392.
- Gautun, J.-C. 1975. Périodicité de la reproduction de quelques rongeurs d'une savane préforestière du centre de la Côte d'Ivoire. *Terre & Vie*, 29 : 265 – 287.
- Gautun, J.-C., Tranier, M. & Sicard, B. 1985. Liste préliminaire des Rongeurs du Burkina Faso (ex. Haute – Volta) *Mammalia*, 49 : 537 – 542.
- Hafidzi, M.-N. 1994. Natural predation : a viable option for controlling vertebrate pest in Malaysi. *Planter V*. 70 (817) p. 161 – 172
- Happold, D.C.D. 1975. The effect of climate and vegetation on the distribution of small rodents in western Nigeria. *Z. Säugetierkd*. 40 :221 – 242.
- Happold, D.C.D. 1987. The mammals of Nigeria. Oxford : Clarendon Press. London. Oxford University Press, 402 p.
- Hubert, B., Adam, F. & Poulet, A.R. 1973. Liste préliminaire des rongeurs du Sénégal. *Mammalia*, 39 : 57 – 73.
- Kossou, K. D. 1999. Les rongeurs et le système post-récolte. 131 – 136; in Sinsin, B. &
- Bergmans, W. 1999. Rongeurs, Ophidiens et Relations avec l'Environnement agricole au Bénin. Actes du Séminaire sur le commerce international des reptiles capturés dans la nature, et les dégâts causés aux cultures par les rongeurs : 199 p. Cotonou, mars 1997. Eds. du Flamboyant. UICN/FSA/UNB, Cotonou, Bénin.
- Lee, M.R. & Elder, F.F.B. 1980. Yeast stimulation of bones marrow mitosis for Cytogenetic investigations. *Cytogenetics and Cell genetics*. 26 : 36 – 40.
- Musser, G.G. & Carleton, M.D. 1993. Family Muridae, in Wilson D.E. & Reeders, D.M. (Eds). *Mammals species of the world*. Smithsonian Institution Press, Washington : 501 – 753.
- Ndiaye, A., Hima, K., Dobigny, G., Sowa, A., Dalecky, A., Bâ, K., Thiame, M. & Laurent Granjon. 2014. Integrative taxonomy of a poorly known Sahelian rodent, *Gerbillus nancillus* (Muridae, Gerbillinae). *Zoologischer Anzeiger* 253 : 430 – 439.
- Nicolas V., Akpatou B., Kerbispeterhans J., Olayemi A., Decher J., Daouda I., Missouf, A.D., Denys C., Barrière P. and Colyn M. 2007. Combining molecular and morphometrical data to solve species limits species geographical distribution : a case study in subtropical Africa. 10th International African Small Mammal Symposium, tenu du 20 au 25 août 2007 à l'IITA / Cotonou ; Benin. P. 60. Abstracts.
- Petter, F. 1971. Nouvelles méthodes en systématique des Mammifères : cytotaxonomie et élevage. *Mammalia*. 35 : 351 – 357.
- Poulet, A.R., 1981. Pullulation de rongeurs dans le Sahel : mécanisme et déterminisme du cycle d'abondance de *Taterillus pygargus* et d'*Arvicanthis niloticus* (Rongeurs, Gerbillidae et Muridae) dans le Sahel du Sénégal de 1975 à 1977. Thèse d'Etat, éd. ORSTOM, Paris VI, 367 p.
- Poulet, A.R. & Duplantier, J.M. 1984. Rongeurs et denrées stockées en zone sahélienne. Actes du Séminaire sur la protection des stocks céréaliers en zone sahélienne, Dakar, Oct. 1983. Hertz & Haywards eds. 251 – 269.
- Robbins C.B. & Van Der Straeten, E. 1996. Small mammals of Togo and Benin. II. Rodentia, *Mammalia*, 60, n° 2 : 231 – 242.
- Sinsin, B., Daouda, I.H.A., Ahokpe, E., Kindomihou, V. & Hounngandan, O. 1995. Prélèvement à but commercial des reptiles dans le Sud-Bénin : Aire géographique, principaux acteurs et conséquences ressenties dans les terroirs agricoles (Accord Bénino - Néerlandais sur le Développement Durable) Cotonou, octobre 1995.
- Sinsin, B. & Bergmans, W. 1999. Rongeurs, Ophidiens et Relations avec l'Environnement agricole au Bénin. Actes du Séminaire sur le commerce international des reptiles capturés dans la nature, et les dégâts causés aux cultures par les rongeurs : 199 p. Cotonou, mars 1997. Eds. du Flamboyant. UICN/FSA/UNB, Cotonou, Bénin.
- Sinsin B., Nobimè G.,Téhou A., Bekhuis P.& Tchibozo S. 2002. Past and present distribution of the red – bellied monkey *Cercopithecus erythrogaster erythrogaster* in Benin. *Folia Primatologica* 73 : 116 – 123.
- Spitz, F. 1975. L'échantillonnage des populations de petits mammifères. In « Problèmes d'Ecologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres ». Comité français du P.B.I. Masson Ed. , Paris. 153 – 188.
- Vodounnon, S. 1999. Bio-éthologie, Dynamique des populations et incidences économiques de deux rongeurs nuisibles (*Mastomys natalensis* et *Arvicanthis niloticus*) en culture cotonnière au Bénin. Actes du Séminaire sur le commerce international des reptiles capturés dans la nature, et les dégâts causés aux cultures par les rongeurs : 59 – 70 ; Cotonou, mars 1997. Eds. du Flamboyant.
- Volobouev, V., Viegas, Péquignot, E., Lombard, M., Petter, F., Duplantier, J.M. & Dutrillaux, B. 1988. Chromosomal evidence for a polytypic structure of *Arvicanthis niloticus* (Rodentia, Muridae). *Z. zool. Syst. Evol. Forsch.*, 26 : 276 – 285.
- Volobouev, V., Ducroz, J.-F., Aniskin, V.M., Britton-Davidian, J., Castiglia, R., Dobigny, G., Granjon, L., Lombard, M., Corti, M., Sicard, B. & Capanna, E. 2002. Chromosomal characterization of *Arvicanthis* species (Rodentia, Murinae) from Western and Central Africa: implications for taxonomy. *Cytogenetic and Genome Research*, 96 : 250-260.



Four traditional leafy vegetable – based recipes surveys and nutritional values of dishes in southwestern Benin

Carole Nadia Adjouavi SOSSA-VIHOTOGBÉ^{1*}, Sognibé N'DANIKOU², Judith HONFOGA³, Françoise ASSOGBA KOMLAN³, Houèdougbe Noël AKISSOE⁴, S. SIMON⁵, H. JAENIKAE⁶

¹ Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, République du Bénin

² Bioversity international

³ Programme cultures maraîchères, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin et IITA-Bénin

⁴ Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

⁵ Cirad, La recherche pour le développement, Montpellier, France

⁶ German Horticultural Competence Centre, Allemagne

Reçu le 08 Octobre 2015 - Accepté le 02 Décembre 2015

Enquêtes sur les recettes à base de quatre légumes-feuilles traditionnels et valeurs nutritionnelles des plats au Sud-Ouest du Bénin

Résumé Au Bénin, les légumes-feuilles traditionnels jouent un rôle important dans le régime alimentaire journalier. La sensibilisation sur les meilleures méthodes de préparation est importante compte tenu de la diversité des recettes culinaires. Les recettes les plus préférées et les plus répandues liées aux légumes-feuilles au Sud-ouest du Bénin ont été recensées à travers des interviews individuelles au niveau de cinquante-six femmes dont seize ont été sélectionnées pour la préparation des repas. Les macronutriments, les composés phénoliques totaux et l'activité antioxydante des feuilles fraîches et préparées de *Talinum triangulare*, *Ocimum gratissimum* et *Moringa oleifera* ont été évalués pour contribuer à l'élaboration de la table de composition des aliments béninois. Il n'existe pas d'influence liée à l'âge ou à la culture, sur les préférences des consommateurs. Les aliments dérivés de ces espèces sont d'importantes sources de protéines, de fibres et de cendres et sont bénéfiques pour la santé humaine. Une augmentation significative des lipides totaux a été notée dans les sauces légumes. Les composés phénoliques et l'activité antioxydante sont aussi d'une grande importance capitale dans ces légumes-feuilles mais subissent une diminution significative au cours de la cuisson.

Mots clés: Traditionnel, légumes-feuilles, aliment, valeur nutritionnelle, activité antioxydante

Abstract: In Benin, traditional leafy vegetables play an important role in daily diets. Education regarding the best cooking practices is important in a situation of great recipe diversity. The preferred and widely consumed vegetable recipes in southwestern Benin were collected through individual interviews from fifty-six women and sixteen of them selected for the preparation of meals. Macronutrients, total phenolic compounds (TPC) and antioxidant activity in fresh and cooked leaves of *Talinum triangulare*, *Ocimum gratissimum* and *Moringa oleifera* were evaluated to contribute to designing of the nutritional table of Benin meals. There was no age or cultural influence on the preferences of consumers. The dishes based on the studied species are great sources of protein, fiber, and ash and useful for human health. A significant increase of total fat was noticed in leafy-based sauces. TPC and antioxidant activity are also important in fresh edible parts, but significantly reduced during cooking processes.

Keywords: Traditional, leafy-vegetables, food, nutritional value, antioxidant activity

1. Introduction

Traditional vegetables play an important role in daily diets of households in Benin (Sossa-Vihotogbé et al. 2012). It was demonstrated that the range of species used for this end varies and depends on resources available in communities and ethnic background of the users (Achigan-Dako et al. 2011). Some studies demonstrated that leafy vegetables are important resources that can be used to fight against hidden hunger in Africa, taking advantage on their nutritional composition (Grubben et al. 2014). Leafy vegetables are mostly consumed after some processing and usually in sauces or soups. Depending on species, processing and its duration, it is showed that some cooking processes could decrease or enhance the contents in minerals, phenolic compounds, carotenoids, vitamins, antioxidant activity and anti-nutritional components (Turkmen et al. 2005 Zhang & Hamazu 2004; Mepha et al. 2007; Oscarsson & Savage 2007; Ejoh et al. 2009). For instance, blanching reduces the level of minerals and vitamin C, trypsin and chymotrypsin activities, inactivates enzymes and removes bad taste (Mosha & Gaga 1999; Mepha et al. 2007) while antioxidant activities increase at the end of the cooking process (Adefegba & Oboh 2011).

In some regions in Africa, traditional leafy vegetables are usually prepared with addition of seasoning and meat or fish when available (Ponka et al. 2006; Chadaré et al. 2008; Sossa-Vihotogbé et al. 2012; Ponka et al. 2014). It was also showed that, cooking habits vary between and within socio-cultural groups in the northern part of Benin (Chadaré et al. 2008; Sossa-Vihotogbé et al. 2012). Indigenous knowledge related to traditional leafy raises its consumption frequencies by socio-cultural groups (Chadaré et al. 2008; Sossa-Vihotogbé et al. 2012). Among the traditional leafy vegetables utilized in Benin, *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae), *Talinum triangulare* (Jacq.) Wild. (Portulacaceae), *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae), and *Cleome gynandra* L. (Capparaceae) have a great importance due to their important therapeutic proprieties. *Talinum triangulare* is known to protect against bad spirit; *Moringa oleifera* is commonly used to treat malaria, headache, fever; *Ocimum gratissimum* is an efficient antibiotic and *Cleome gynandra* is used to combine stomachache, malaria and to regulate blood pressure (Dansil et al. 2008; Achigan-Dako et al. 2010). Some information related to their nutritional composition exist (Addis et al. 2009; Greffeuille et al. 2010), but few is

knew regarding the foodstuff based on these leaves.

This study was undertaken in Southern Benin and aimed to collect recipes, identify the traditional processing methods, the consumption frequencies and analyze the nutritive values of recipes based on the selected species.

We hypothesize that cooking and eating habits vary between and within households, age categories and socio-cultural groups and high variability exist between nutritional compositions of recipes.

2. Material and methods

2.1. Study area

Recipes surveys were carried out in 21 localities of Ouidah (6°22'0"N and 2°4'60"E), Kpomasse (6°24'0"N and 1°58'0"E) and Grand-Popo (6°15'50"N and 1°44'30"E) districts in southern Benin. The mean annual rainfall in the area is 1200 mm, with 700 to 800 mm in the first rainy season and between 400 to 500 mm in the second rainy season. The average monthly temperature varies between 27 to 31°C. Soil types encountered are predominantly sandy on the Atlantic coast, at Ouidah and Grand-Popo districts, and ferralitic at Kpomasse. Vegetable production systems are predominantly irrigated and market oriented in Ouidah and Grand-Popo. In Kpomasse, the production is mostly rain-fed and partly market oriented.

2.2. Selection of respondents

Respondents were women and the sample size in each district varied from 15 to 21, covering different ethnic groups living in the survey area. Elderly women (above 60 years old) were targeted as supposed to have considerable knowledge transmitted over generations. However, younger women were included for interview as to see how much information on culinary knowledge is shared from one generation to another. A total of fifty-six women (54.93±17.29 years old) were interviewed.

2.3. Selection of species of interest within communities

Based on the survey objectives, a set of criteria was used to select species to consider for recipes studies and training of the established health clubs in south-west Benin. The species to be included should be 1) wild or undergoing domestication, 2) important in local diets, and 3) rare or have a market value. Following these guidelines, species were selected by communities through focus group discussions with 10-15 participants in each village. Participants were members of four health clubs, in three villages (Djegbadji in Ouidah district, Gbetozo in Kpomasse district, and Grand-Popo 1 & 2 in Grand-Popo district). Members of each health club were asked to select three species they would like to conserve through existing means (domestication or *in situ* conservation). A list of 11 selected species was generated by respondents, and the four most common to villages chosen for inclusion in the recipes survey. These species are *Oci-*

* Auteur Correspondant : sossanadiac@gmail.com, B.P. 123, Parakou, Bénin, Afrique de l'Ouest, Tel: 00229 9506 1804
Copyright © 2015 Université de Parakou, Bénin

um gratissimum, *Talinum triangulare*, *Moringa oleifera*, and *Cleome gynandra*.

2.4. Data collection

The types of data collected were general information on species sold at markets, the use patterns and preferences, age of consumers and consumption frequencies, the most consumed species in households, the types of meals made from each of the four studied species, the cooking processes, the medicinal attributes, acquisition modes, and preservation techniques.

Experimental design for biochemical analyze

Biochemical analyses were carried out on the three most consumed leafy vegetables in Kpomassè district due to the fresh materials and 16 dishes samples were analyzed for the three vegetables species.

2.5. Preparation of samples for analysis

Samples of fresh leaves were cleaned with tap water, left to drain and put in envelope and dried in oven at 50°C. Dried samples were reduced in powder by milling in a blender.

Each sample of dish was divided into two portions, one with animal protein and the second without during cooking. The dish samples were also dried in oven at 50°C and milled in blender for biochemical analyses.

2.6. Determination of nutritional values of fresh vegetables and dishes

After the field surveys, the laboratory analyses on nutritional traits were carried out on three leafy vegetables dishes sampled in Kpomassè district due to uniformity of the recipes between the three districts. Moisture of samples was determined in oven at 105°C (24h for fresh leaves, 72h for dishes), ash by incineration in muffle at 550°C overnight, the protein by Kjeldahl's method with conversion factor 6.5, total lipid by extraction in Soxhlet apparatus during 3h for fresh leaves (AOAC 1995) and 6 h for dishes (Fokou et al. 2009). In the case of fiber, defatted samples were digested with 1.25% sulfuric acid (v/v) and 1.25% sodium hydroxide (v/v) (AOAC 1995).

Singleton and Rossi (1965) method modified by Kayodé et al. (2007) was used to determine total polyphenolic content (TPC). 300 µl of HCl/methanol (1% v/v) extract was mixed with 4.2ml of distilled water and 0.75ml of Folin

scarcity, low utilization, consumption and importance of *Cleome gynandra* in study area. Fresh materials and cooked dishes were analyzed. Sixteen of the interviewees were chosen to prepare the most common recipes. In total, three processing methods were selected to prepare *Moringa oleifera* and *Ocimum gratissimum*. These methods were: (i) squeeze-washing followed by a pre-cooking of leaves and cooking in red palm oil, (ii) pre-cooking of leaves and cooking in red palm oil, and (iii) pre-cooking of leaves and cooking in palm nut sauce. In the case of *Talinum triangulare*, only the last two processing were applied.

Two samples of each dish were collected in plastic bottles and stored in laboratory conditions at -20°C. Six samples of

Ciocalteu's reagent and 0.75 ml of sodium carbonate solution (20% w/v). After incubation for 30 min, the absorbance was measured at 760 nm using a spectrophotometer (Jenway, UV 6715). The results were expressed as gallic acid equivalent (GAE g/100g of sample).

As far as antioxidant activity, Brands-Williams et al. (1995) modified by Zhang and Hamazu (2004) and Turkmen et al. (2005) was performed by using DPPH reagents. 0.5ml of filtrated and diluted aqueous methanol (80% v/v) extract was mixed with 1.5 ml of DPPH in methanol (0.1mM). After incubation during 60 min in dark, the absorbance was measure at 525 nm using a spectrophotometer (Jenway, UV 6715). The results were expressed as percentage inhibition of DPPH radical.

All the biochemical analyses were performed twice.

2.7. Data analysis

Survey data were analyzed using descriptive statistics to compare species utilizations between the studied categories. The one way ANOVA was performed on the age of respondents from different cultural background to see whether there is a difference that may explain differences in practices. Spearman's correlation test was used to see whether there is age or cultural background influence on the consumption patterns and cooking practices.

Biochemical data were analyzed with Statistica, version 6 software. Analysis of variance and Newman-Keuls test were used to appreciate differences in nutrient contents between dishes.

3. Résultats

3.1. Use patterns of traditional leafy vegetables in the survey area

Traditional vegetables were used in daily meals and sold at markets. The most sold species in the study area included *Solanum macrocarpon* L., *Celosia argentea* L., *Corchorus*

olitorius L., etc. (Figure 1). Most of them were produced in farm

plots and for the market; few wild species were sold. *Talinum triangulare* was reported the most sold wild vegetable in the area.

Besides the primary use for food, traditional vegetables were also used for their medicinal attributes (Table 1). Some of them were also consumed with the intention to cure some illnesses or used only for their medicinal properties. About 73% of respondents used *Ocimum gratissimum* and *Moringa oleifera*, as medicinal foods or as nutraceuticals (products presenting, in addition to nutritional properties, medicinal attributes). However, no primary use of *Talinum triangulare* in traditional medicine was reported.

Cleome gynandra (spider plant) was the least consumed of the four species that were studied. Only 44.6% of respondents eat this species (Table 1), and it did not appear in the ten most consumed species in the area (Figure 1).

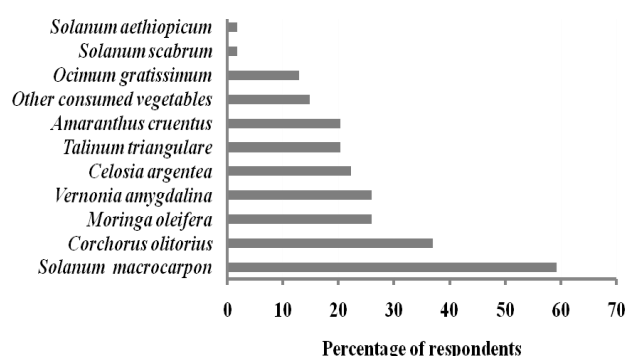


Figure 1: Most sold traditional vegetables in studied areas

In southern Benin, Grand-Popo and Ouidah districts are big vegetable production centres; after Cotonou, the capital city. This influenced diets and the most consumed vegetables were cultivated species that included *Solanum macrocarpon*, *Corchorus olitorius*, *Moringa oleifera* and *Vernonia amygdalina* (Figure 2).

Table 1: Use of species by respondents in surveyed communities, (percentages of respondents (N=56))

Species	<i>Ocimum gratissimum</i>	<i>Moringa oleifera</i>	<i>Talinum triangulare</i>	<i>Cleome gynandra</i>
Use for food only	1.8	16.1	78.6	25
Use as medicinal foods	73.2	73.2	19.6	19.6
Medicinal use only	25	7.1	0	14.3
No utilization	0	3.6	1.8	41.1
Total	100	100	100	100

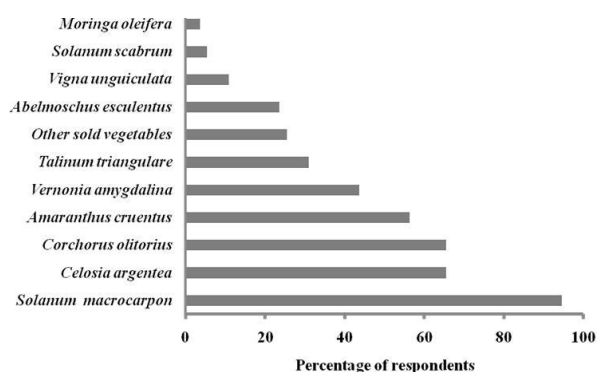


Figure 2: Most consumed traditional vegetables in the survey area.

3.2. Recipes based on the four selected species

The number of major recipes groups varies from two to four (Table 2). There are variances within each recipe group and differences are based on additional and amounts of ingredients or seasonings (e.g. addition or not of dried and fermented fish, seasoning, afitin: fermented African locus

beans, etc.). Plant parts used to make recipes are tender and old leaves, and tender stems. However, very few people use tender stems of *Moringa* because they quickly get fibrous.

3.3. Recipes consumption frequencies by households

Results indicated that about 48% of respondents had never eaten *Cleome gynandra* in their life and about 46% had never eaten or ate *Ocimum gratissimum* for the first time just the last five years (Figure 3). Based on consumption frequencies of the last two weeks, recipes can be categorized into major and minor (Figure 4). Overall, most consumed species over the last two weeks preceding the survey was *Moringa oleifera*, followed by *Ocimum gratissimum*.

3.4. Dishes collected and ingredients used

Based on survey results, dishes for biochemical analyses were a mix of leafy vegetables, spices, tomatoes, palm oil or palm nut juice, smoked fish, crab, etc. The dishes sampled and the types of ingredients used in each recipe are presented in Table 4. Preparation of dishes followed some steps such as collection, sorting, cutting, washing, squeeze-washing or not, pre-cooking and cooking with ingredients.

3.5. Nutritional values of leaves and leaves-based recipes

There was a large variation between nutritional composition of crude leaves of species and the recipes (Table 5). The ANOVA results on nutrient contents indicated that processing had significant effect ($p < 0.05$) on nutritional value of species.

The dry matter of crude leaves varied between 10.68 (*Talinum triangulare*) and 32.9 g/100g fresh weight (FW) (*Moringa oleifera*). As for the recipes, the dry matter (DM) content ranged between 20.45 and 35.95 g/100g.

As concern crude protein, the content in leaves ranged between 16.05 and 37.32 g/100g DM with the highest value obtained in *Moringa oleifera* leaves. Crude protein in leaves-based food varied between 16.33 and 34.87 g/100 DM.

The level of total ash varied from 11.31 to 22.89 % DM in crude leaves, with higher level in *Talinum triangulare*. It ranged from 6.91 to 14.78% DM in dishes.

As far as crude fiber, it ranged between 8.81 to 12.58 g/100 g DM in fresh edible materials. Processing had significant effect ($p < 0.05$) on fiber content of dishes which varied from 4.97 to 11.64 g/100g DW.

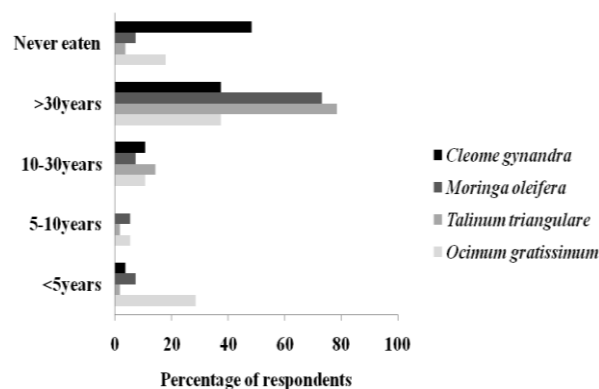


Figure 3: Consumption history of species by respondents

Table 2: Major identified recipes from each studied vegetable.

Recipes groups	<i>Ocimum gratissimum</i>	<i>Cleome gynandra</i>	<i>Moringa oleifera</i>	<i>Talinum triangulare</i>
M1	Precooked with / without water and cooked in palm nut sauce			
M2	Precooked with / without water and cooked in sauce made with red palm oil			
M3	Fresh leaves directly cooked in palm nut sauce or sauce made with red palm oil	-		
M4	Leaves squeezed, washed and pre-cooked in water, and cooked in palm nut sauce	-	Leaves squeezed, washed and pre-cooked in water, and cooked in palm nut sauce	-

Phenolic content and antioxidant capacity

Total polyphenolic content (TPC) in studied leafy vegetables varied between 0.45 and 1.1g GAE (gallic acid equivalent)/100g DW (Dry matter) with highest values in *Moringa oleifera* leaves (Table 6). Analysis of variance showed that processing significantly reduced polyphenolic content which ranged from 0.3 to 0.49 g GAE/100g DW.

Antioxydant capacity was higher in *Ocimum gratissimum* crude leaves (47.35%) than in *Moringa oleifera* (35.03%) and *Talinum triangulare* (32.28%). Analysis of variance indicated that processing methods had significant effect on antioxidant capacity of dishes. In general, cooking reduced antioxidant activity in the studied recipes.

Table 3: Recipes consumption patterns (percentages of respondents)

Recipes	<i>Ocimum gratissimum</i>	<i>Talinum triangulare</i>	<i>Moringa oleifera</i>	<i>Cleome gynandra</i>
M1	36.36	38.18	38.18	14.55
M2	52.73	89.09	80.00	34.55
M3	1.82	-	1.82	1.82
M4	12.73	-	-	-

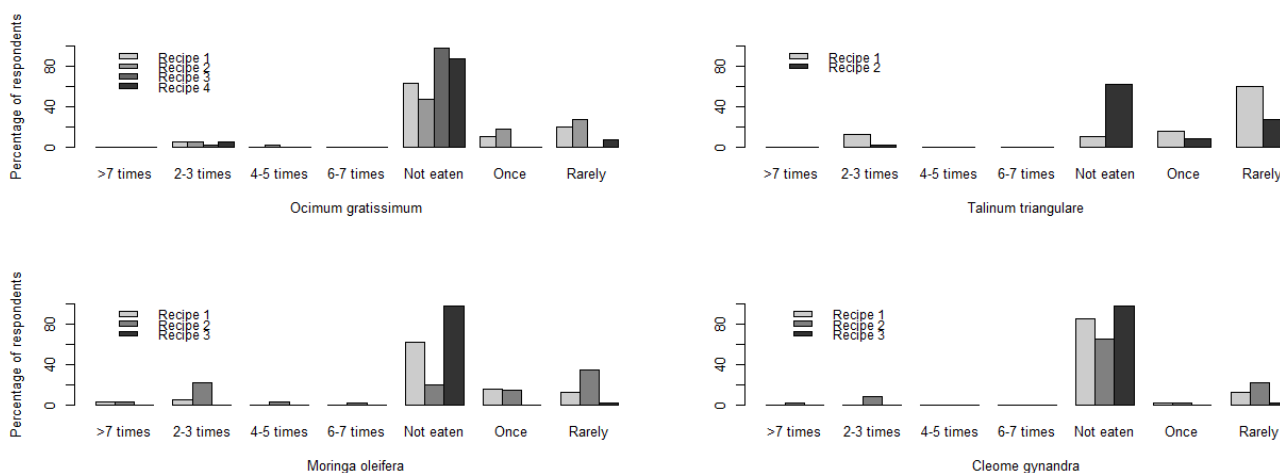


Figure 4: Consumption frequencies of the last two weeks

Table 4: Main dishes from the three selected leafy vegetables, *Talinum triangulare*, *Ocimum gratissimum* and *Moringa oleifera*

Recipe N°	Description	Main ingredients	Operations
<i>Talinum triangulare</i> leaves			
1	Precooked leaves cooked with palm oil	<i>Talinum triangulare</i> , red palm oil, tomatoes, onion, spices, smoked fish, crab, fermented dried fish, salt	drying, sorting, cutting, cleaning, precooking with salt, cleaning, draining, cooking
2	Precooked leaves cooked with palm nut juice	<i>Talinum triangulare</i> , palm nut, tomatoes, spices, smoked fish, crab, fermented dried fish, salt	drying, sorting, cutting, cleaning, precooking with salt, cleaning with water, draining, palm nut juice extraction, cooking
<i>Ocimum gratissimum</i> , <i>Moringa oleifera</i> leaves			
3	Squeeze-washed precooked leaves and cooked with red palm oil	<i>Ocimum gratissimum</i> / <i>Moringa oleifera</i> , red palm oil, tomatoes, onion, spices, smoked fish, crab, fermented dried fish, salt, traditional potash ("kanmu")	sorting, cleaning, squeeze-washing with or without salt, precooking with "kanmu", cleaning with water, draining, cooking
4	Precooked leaves with "kanmu" and cooked with red palm oil	<i>Ocimum gratissimum</i> / <i>Moringa oleifera</i> , red palm oil, tomatoes, onion, spices, smoked fish, crab, fermented dried fish, salt, "kanmu"	sorting, cutting, cleaning, precooking with "kanmu", cleaning with water, draining, cooking
5	Precooked leaves with "kanmu" and cooked with palm nut juice	<i>Ocimum gratissimum</i> / <i>Moringa oleifera</i> , palm nut juice, tomatoes, onion, spices, smoked fish, crab, fermented dried fish, salt, "kanmu"	sorting, cutting, cleaning, precooking with "kanmu", cleaning with water, draining, extraction of palm nut juice, cooking

Table 5: Proximal composition of fresh leaves of leafy-vegetables based recipes

Samples	DM		Crude protein	Total ash	Total fat	Crude fiber
	g/100g	FW g/100g DM				
<i>Moringa oleifera</i>						
RC	32.9±0.08 ^c		37.32±0.18 ^f	11.31±0.22 ^{abcdef}	6.45±0.16 ^a	8.81±0.04 ^{abc}
PCOWP	32.6±2.24 ^c		19.08±0.19 ^{abc}	6.91±0.61 ^a	42.86±3.38 ^{ef}	7.80±0.92 ^{ab}
PCOWiP	32.93±1.66 ^c		29.48±3.68 ^{de}	8.75±0.91 ^{abc}	56.05±0.74 ^f	8.47±0.66 ^{abc}
PCJWP	24.84±6.15 ^{ab}		18.41±1.08 ^{abc}	9.21±1.89 ^{abcde}	45.39±12.73 ^{ef}	8.40±0.52 ^{abc}
PCJWiP	26.69±6.96 ^{ab}		24.93±0.29 ^{bcd}	10.85±2.21 ^{abcdef}		27.81±2.97 ^{abcde}
SPCOWP	26.04±0.9 ^{ab}		22.11±4.87 ^{abcd}	8.27±0.65 ^{ab}	35.67±12.72 ^{def}	7.38±1.18 ^a
SPCOWiP	28.99±0.81 ^{ab}		34.87±4.31 ^{ef}	9.53±0.71 ^{abcde}	34.75±3.71 ^{cdef}	4.97±1.17 ^a
<i>Ocimum gratissimum</i>						
RC	30.51±0.29 ^{ab}		16.05±0.04 ^a	13.47±0.35 ^{def}	7.49±0.27 ^a	11.25±0.15 ^{bcd}
PCJWiP	21.02±6.46 ^b		23.57±3.29 ^{abcd}	10.95±0.72 ^{abcdef}	34.34±15.32 ^{def}	8.39±2.24 ^{abc}
PCJWP	20.45±6.78 ^b		16.33±2.25 ^{ab}	10.62±1.88 ^{abcdef}	34.34±13.52 ^{def}	11.64±1.34 ^{cd}
PCOWiP	30.74±0.06 ^{ab}		32.68±0.12 ^{ef}	14.78±0.06 ^f	7.97±0.11 ^a	5.28±0.08 ^a
PCOWP	30.11±0.13 ^{ab}		22.83±0.01 ^{abcd}	13.71±0.17 ^{ef}	27.31±0.26 ^{bcd}	6.43±0.03 ^a
SPCOWiP	29.22±0.23 ^{ab}		32.17±4.43 ^{ef}	14.11±3.60 ^f	12.19±4.96 ^{abc}	6.35±1.67 ^a
SPCOWP	27.56±0.11 ^{ab}		24.49±6.76 ^{abcd}	12.97±3.41 ^{cdef}	18.65±15.67 ^{abcd}	6.61±3.41 ^a
<i>Talinum triangulare</i>						
RC	10.68±0.57 ^a		16.53±0.16 ^{ab}	22.89±0.12 ^g	6.28±0.07 ^{ab}	12.58±0.32 ^d
PCJWP	34.47±0.21 ^c		17.82±0.43 ^{abc}	8.28±0.24 ^{ab}	46.18±7.98 ^{ef}	9.03±1.92 ^{abc}
PCJWiP	35.95±2.65 ^c		23.02±0.9 ^{abcd}	9.50±0.82 ^{abcde}	43.10±0.69 ^{ef}	6.01±0.7 ^a
PCOWP	33.09±3.81 ^c		17.37±1.82 ^{abc}	12.81±1.34 ^{cdef}	31.06±1.34 ^{cde}	6.12±1.86 ^a
PCOWiP	31.85±3.51 ^c		25.25±5.07 ^{cd}	12.18±1.78 ^{bcd}	27.65±1.25 ^{abcde}	7.32±0.93 ^a

RC: Raw leaves. **PCOWP:** Precooked and cooked with palm oil without animal protein. **PCOWiP:** Precooked and cooked with palm oil with animal protein. **PCJWP:** Precooked and cooked with palm nut juice without animal protein. **PCJWiP:** Precooked and cooked with palm nut juice with animal protein. **SPCOWP:** Squeeze-washed, precooked and cooked with palm oil without animal protein. **SPCOWiP:** Squeeze-washed, precooked and cooked with palm oil with animal protein, FW: Fresh weight, DW: Dry matter.

RC: feuilles fraîches. **PCOWP:** Précuit et cuit à l'huile de palme sans ajout de source de protéine animale. **PCOWiP:** Précuit et cuit à l'huile de palme avec ajout de source de protéine animale. **PCJWP:** Précuit et cuit dans le jus de palme sans ajout de source de protéine animale. **PCJWiP:** Précuit et cuit dans le jus de palme avec ajout de source de protéine animale. **SPCOWP:** Trituré, précuit et cuit à l'huile de palme sans ajout de source de protéine animale. **SPCOWiP:** Trituré, précuit et cuit à l'huile de palme avec ajout de source de protéine animale, FW : Base humide, DW : Base sèche.

Table 6: Total phenolics content and antioxidant activity of fresh leaves of leafy-vegetables based recipes

Samples	TPC (g GAE/100g DW)	AOA (%)
<i>Moringa oleifera</i>		
RC	1.1±0.0 ^g	35.03±0.49 ^{fgh}
PCOWP	0.31±0.05 ^a	11.73±0.86 ^{abcd}
PCOWiP	0.32±0.04 ^a	11.74±1.26 ^{abcd}
PCJWP	0.44±0.02 ^{cde}	10.36±9.66 ^{abc}
PCJWiP	0.43±0.02 ^{bcd}	12.35±6.32 ^{ac}
SPCOWP	0.34±0.03 ^{ab}	19.3±9.35 ^{abcde}
SPCOWiP	0.30±0.02 ^a	21.07±11.22 ^{abcdef}
<i>Ocimum gratissimum</i>		
RC	0.59±0.01 ^f	47.35±0.5 ^h
PCJWiP	0.33±0.06 ^{ca}	26.83±5.24 ^{bdefg}
PCJWP	0.36±0.04 ^{abc}	26.62±7.05 ^{bdefg}
PCOWiP	0.36±0.01 ^{cab}	39.05±0.3 ^{gh}
PCOWP	0.36±0.01 ^{abc}	39.34±0.1 ^{gh}
SPCOWiP	0.45±0.02 ^{de}	7.76±2.32 ^a
SPCOWP	0.36±0.03 ^{abc}	6.95±0.06 ^a
<i>Talinum triangulare</i>		
RC	0.43±0.1 ^{bcde}	32.28±0.46 ^{efg}
PCJWP	0.38±0.02 ^{aabcd}	12.28±11.08 ^{abcd}
PCJWiP	0.4±0.06 ^{aabcd}	11.53±8.14 ^{abcd}
PCOWP	0.39±0.04 ^{aabcd}	17.44±3.87 ^{abcde}
PCOWiP	0.49±0.02 ^e	27.72±0.98 ^{defg}

TPC: Total polyphenolics content, AOA: Antioxidant activity, **RC**: Raw leaves. **PCOWP**: Precooked and cooked with palm oil without animal protein. **PCOWiP**: Precooked and cooked with palm oil with animal protein. **PCJWP**: Precooked and cooked with palm nut juice without animal protein. **PCJWiP**: Precooked cooked with palm nut juice with animal protein. **SPCOWP**: Squeeze-washed, precooked and cooked with palm oil without animal protein. **SPCOWiP**: Squeeze-washed, precooked and cooked with palm oil without animal protein.

TPC : teneur en polyphénols totaux ; **AOA** : Activité antioxydante, **RC**: feuilles fraîches. **PCOWP**: Précuit et cuit à l'huile de palme sans ajout de source de protéine animale. **PCOWiP**: Précuit et cuit à l'huile de palme avec ajout de source de protéine animale. **PCJWP**: Précuit et cuit dans le jus de palme sans ajout de source de protéine animale. **PCJWiP**: Précuit et cuit dans le jus de palme avec ajout de source de protéine. **SPCOWP**: Trituré, précuit et cuit à l'huile de palme sans ajout de source de protéine animale. **SPCOWiP**: Trituré, précuit et cuit à l'huile de palme sans ajout de source de protéine animale.

4. Discussion

4.1. Use patterns of traditional leafy vegetables in the survey area

The use of studied leaves in southwestern Benin matched with Dansi et al. (2008) findings who reported that *Ocimum gratissimum* is used to treat diabetes, intestinal worms, post-delivery infection while *Moringa oleifera* was used for anemia and diabetes and as vegetable (Agoyi et al. 2014)

It was demonstrated that, *Cleome gynandra* is the least consumed. The eating habit of *Cleome gynandra* was reported to be brought into the area from Togo and Ghana by travelers. Another reason for low consumption of *Cleome gynandra* was that the species is forbidden to most believers of traditional religion. In Tanzania, old and conservative men and some children are not allowed to consume this leafy vegetable (Gudrun 2004). However, it is reported that *Cleome gynandra* is eaten by breast-feeding mothers in the southern Benin to stimulate milk production and recover the blood lost during deliverance (Dansi et al. 2008). In Tanzania, this species is recognized to treat ear problem, stomachache, fight cold and high body temperature and to stimulate milk production (Gudrun 2004).

In southern Benin, Grand-Popo and Ouidah districts are big vegetable production centre after Cotonou, the capital city. This influenced diets and the most consumed vegetables were cultivated species that included *Solanum macrocarpon*, *Corchorus olitorius*, *Moringa oleifera* and *Vernonia amygdalina* (figure 3).

There is no significant (*Ocimum gratissimum* and *Cleome gynandra*) or weak correlation (*Talinum triangulare* and *Moringa oleifera*) between age of respondents and consumption of the species in this study. Although weak, the existence of a significant correlation between age and consumption of *Talinum triangulare* and *Moringa oleifera* may be explained by the knowledge required and the duty involved in the preparation of the recipes.

4.2. Recipes consumption frequency by households and ingredients used

The low consumption of *Cleome gynandra* and *Ocimum gratissimum* based food is in support to the finding that these species recipes were recently introduced into eating habits of people in the study area. Cultural taboos are also important factors that influence eating habits of people. Unlike *Cleome gynandra* and *Ocimum gratissimum*, *Talinum triangulare* and *Moringa oleifera* have established and stand for important vegetables in the diets in the surveyed communities. However, the Spearman's correlation test did not reveal any influence of the cultural background (ethnicity) on the preference for the four species ($p > 0.05$).

The high consumption of *Moringa oleifera* and *Ocimum gratissimum* is partly justified by the abundance of the species in the area. *Moringa oleifera* is used nearly by all the households to make fences and *Ocimum gratissimum* is cultivated by farmers and sold at markets. The other reason could be the medicinal importance of these species to people.

Cleome gynandra and *Talinum triangulare* were not frequently consumed due to their scarcity and other cultural reasons (taboos). Relatively, and by order of importance, recipes M2 and M1 of *Moringa oleifera*, *Ocimum gratissimum*, and *Cleome gynandra* respectively, and recipe M2 of *Talinum triangulare* were the most eaten. The preference was therefore for vegetables cooked with red palm oil with little water; palm nut sauce based recipes were less preferred (Table 4). Preparation of palm nut juice recipes were time consuming.

Previous research also showed that dishes based on traditional leafy-vegetables are a mix of some ingredients depending on the type of recipes and regions (Chadaré et al. 2008; Fokou et al. 2009; Randrianatoandro et al. 2010; Sossa-Vihotogbé et al. 2012; Ponka et al. 2014).

4.3. Nutritional values

Analyze of dishes showed that the dry matter content was comparable to the one of leafy- based food consumed in Cameroon (13.58-37.96 g/100g FW, Fokou et al. 2014; Mawouma et al. 2014). The lowest dry matter content was obtained in the case of precooked leaves of *Ocimum gratissimum* cooked in palm nut juice. This could be explained by the addition during cooking of important quantity of palm nut juice (1350±450 ml of juice for 150 g of leaves) than others.

Protein content in *Moringa oleifera* leaves was higher than others and comparable to values obtained by Ndong et al. (2007). The highest level of protein was obtained in the case of *Moringa oleifera* squeeze-washed leaves and *Ocimum gratissimum* squeeze-washed leaves prepared in palm oil with addition of animal protein source, classified in the same group and could be explained by the variability in quantity of fish used during cooking. In general, recipes realized with addition of animal protein source improved protein status of the recipes.

As concern ash value in studied leaves, it is higher than the results (19.4±3 g/kg) obtained by Fasuyi (2006). In the case of dishes, total ash is higher than some leaves based food consumed in West Cameroon (Fokou et al. 2009), but comparable to results from North Cameroon (Ponka et al. 2014) and in general less than values obtained in Madagascar (Randrianatoandro et al. 2010). Analysis of variance showed that processing had significant effect on ash content of all species. All leaves were submitted on precooking or squeeze washing and precooking before mixing with other ingredients. Significant decrease of ash observed could be explained on one hand by losses of mineral during pre-cooking where the pre-cooking water is thrown away (Joshua et al. 2012; Ilelaboye et al. 2013; El Sohaimy 2013). Indeed, decrease of ash content was more important in *Talinum triangulare* based dishes than *Moringa oleifera* and *Ocimum gratissimum* dishes due to the use of traditional potash (kanmu) during precooking of the leaves of the last two species (Ejoh et al. 2009). Potash generally called 'Kanmu' in Benin or 'Kanwa' in Cameroon is an alkaline rock rich in minerals

such as Ca, Fe, S, Cl, Si, P, K and Al (Eyzaguirre et al. 2006), and it is used to soften foods and reduces cooking time. The use of this tenderizer increased the content of minerals in products. During *Talinum triangulare* precooking, salt was used to eliminate slimy aspect but precooking leaves were always washed with important quantity of water to reduce a quantity of retained salt before mix with ingredient.

Dishes were generally rich in total fat and can be related to the high quantity of palm oil or palm nut juice added during cooking processes. Results from other studies also indicated that the use of palm oil, palm nut juice; cottonseed oil or 'egussi' (cucurbit seed) could significantly affect fat content of dishes (Ponka et al. 2005; Fokou et al. 2009; Rاندرياناندرو et al. 2010; Greffeuille et al. 2010; Mawuoua et al. 2014). The use of palm nut juice or palm oil could also improve the vitamin A status of consumers. Amoussa-Hounkpatin et al. (2012) showed that leafy vegetables sauces consumed in Benin based on palm nut juice or palm oil contained high level of carotenoids (0.9 to 4 mg Retinol Equivalent RER/100g DW) and could contribute to more than 70% of recommended vitamin A intake of young children. The high content of fat in dishes could also contribute to bioaccessibility of carotenoids contained in the studied dishes (Tang 2010).

Concerning crude fiber in studied leaves based sauces, it is comparable to crude fiber values (4.60-11.21 g/100g DW) obtained in other leafy vegetables (*Vernonia amygdalina*,

Solanum macrocarpum, *Manihot esculenta*, *Amaranthus cruentus*, *Celosia argentea*, *Vitex doniana* and *Abelmoschus esculentus*) sauces consumed in Benin (Greffeuille et al. 2010). In general, processing decreased fiber content of leafy vegetables and could be due to squeeze-washing or precooking steps before cooking by disruption of cell wall. These dishes with high content of fiber could be recommended, regarding their health benefits. Fiber is important for human health with regard to their action of preventing the emerging diseases such as diabetes, cancer and cardiovascular diseases and their role in the control of transit regulation.

Total polyphenolic content and antioxidant capacity

Although *Moringa oleifera* leaves had high content in total polyphenol, their antioxidant activity was low. This means that antioxidant activity was not only due to polyphenolic compounds but also to other factors such as vitamins that need further investigations. Analysis of variance indicated that processing methods had significant effect on antioxidant capacity of dishes. In general, cooking reduced antioxidant activity in the studied recipes. This remark is in line with previous findings which explained this situation as a result of decreasing total polyphenolics content and others antioxidant components during cooking (Zhang and Hamazu 2004; Gliszczynska-šwiglo et al. 2006).

5. Conclusion

The studied leafy vegetables – based dishes are rich in different nutrients, minerals, and vitamins that are important to solve most common nutritional problems encountered in Benin. However, additional investigations are needed to identify their mineral and vitamin contents, anti-nutritional factors, the effect of precooking duration and quality of

precooking water. Government, research, and extension must make efforts to increase the availability and promote the consumption of traditional vegetables based food by households to fulfill the nutritional needs of populations and reduce the risk to emerging diseases.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- Achigan-Dako E.G. N'Danikou S. Assogba-Komlan F. Ambrose-Oji B. Ahanchede A. & Pasquini M.W. 2011. Diversity, geographical and consumption patterns of traditional vegetables in sociolinguistic communities in Benin: Implications for domestication and utilisation. *Econ. Bot.* 65(2):129-145.
- Achigan-Dako E.G. Pasquini M.W. Assogba-Komlan F. N'danikou S. Yédomonhan H. Dansi A. & Ambrose-Oji B. 2010. Traditional vegetables in Benin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Imprimeries du CENAP, Cotonou.
- Addis G. Baskaran R. Raju M. Ushadevi A. Asfaw Z. Woldu Z. & Baskaran V. 2009. Effect of blanching and drying process on carotenoids composition of underutilized ethiopian (*coccinia grandis* l. Voigt) and indian (*Trigonella foenum-graecum* l.) green leafy vegetables. *J. Food Process Pres* 33:744-762.
- Adefegba S.A. & Oboh G. 2011. Cooking enhances the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *Afr. J. Biotechnol.* 10(4):632-639.
- Agoyi E.E. Assogbadjo A.E. Gouwakinnou G. Okou F.A.Y. & Sinsin B. 2014. Ethnobotanical assessment of *Moringa oleifera* lam. In southern Benin (West Africa). *Ethno. Res. Applications* 12:551-560.
- Amoussa-Hounkpatin W. 2011. Evaluation du potentiel de couverture des besoins en vitamine A des jeunes enfants à partir des sauces accompagnant les aliments de base consommés au Bénin. Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier 2. 266p.
- Amoussa-Hounkpatin W. Rivier-Mouquet C. Dossa M.A.R. Picq C. & Avalonne S. 2012. Contribution of plant-based sauces to the vitamin A intake of young children in Benin. *Food Chem.* 131:948-955.

- AOAC 1995 Official Methods of Analysis, 16th ed, Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Brand-Williams W. Cuvelier M.E. & Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft Technol.* 28:25-30.
- Chadare F.J. Hounhouigan J.D. Linnemann A.R. Nout M.J.R. & van Boekel M.A.J.S. 2008. Indigenous knowledge and processing of *Adansonia digitata* L. food products in Benin. *Ecol. Food Nutr.* 47:338-362.
- Dansi A. Adjatin A. Adoukonou-Sagbadja H. Faladé V. Yedomonhan H. Odou D. & Dossou B. 2008. Traditional leafy vegetables and their use in the Benin Republic. *Genet. Resour. Crop Ev.* 55(8):1239-1256.
- Ejoh R.A. Djuikwo V.N. Gouado I. & Mbofung C.M. 2009. Effect of different postharvest treatments on antinutritional factors in some commonly consumed leafy vegetables in Cameroon. *J. Food Process Pres* 33:161-174.
- El Sohaimy S.A. 2013. The effect of cooking on the chemical composition of Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Afr. J. Food Sc. Technol.* 3(8):182-187.
- Eyzaguirre R.Z. Nienaltowska K. de Jong L.E.Q. Hasenack B.B.E. & Nout M.J.R. 2006. Effect of food processing of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) IKMP.5 on the level of phenolics, phytate, iron and zinc. *J. Sci. Food Agr.* 86:1391-1398.
- Fasuyi A.O. 2006. Nutritional potentials of some tropical vegetable leaf meals: chemical characterization and functional properties. *Afr. J. Biotechnol.* 5(1):049-053.
- Fokou E. Ponka R. Tchinda D.P.H. Domguia K.H.B. Tchouba L.B. Achu M.B. & Fotso M. 2009. Methods of preparation and nutritive value of some dishes consumed in the west region of Cameroon. *Pak. J. Nutr.* 8(8):1190-1195.
- Gliszczyńska-świgło A. Ciska E. Pawlak-Lemańska K. Chmielewski J. Borkowski T. & Tyrakowska B. 2006. Changes in the content of health-promoting compounds and antioxidant activity of broccoli after domestic processing. *Food Addit. Contam.* 23:1088-1098.
- Greffeuille V. Mouquet-Rivier C. Icard-Vernière C. Avalonne S. Ouattara L. Hounhouigan J. Kayodé P. Amoussa W. & Hama B.F. 2010. Traditional recipes of millet-sorghum- and maize-based dishes and related sauces frequently consumed by young children in Burkina-Faso and Benin, The Netherlands ISBN-number 978-90-8585-903-3. Wageningen University Publisher 136p.
- Grubben G. Klaver W. Nono-Womdin R. Everaarts A. Fondio L. Nugteren J.A. & Corrado M. 2014. Vegetables to combat the hidden hunger in Africa. *Chronic Horticult.* 54(1):24-32.
- Gudrun B.K. 2004. African nightshade, eggplant, spiderflower et al.- production and consumption of traditional vegetables in Tanzania from farmers point of view. Master thesis, 255p
- Ilelaboye N.O.A. Amoo I.A. & Pikuda O.O. 2013. Effect of cooking methods on mineral and antinutritional composition of some green leafy vegetables. *Achiev. Applied Sci. Res.* 5(3):254-260.
- Joshua Z.P. Timothy A.G. & Suleiman M.M. 2012. The effect of cooking time on the vitamin C, dietary fiber and mineral compositions of some local vegetables. *Sci. World J.* 7(1):29-30.
- Kayodé P. Linnemann A.R.Jr. Nout M.J.R. & van Boekel M. 2007. Impact of sorghum processing on phytate, phenolic compounds and in vitro solubility of iron and zinc in thick porridges. *J. Sci. Food Agr.* 87:832-838.
- Mawouma S. Ponka R. & Mbofung C.M. 2014. Composition of 13 different traditional sauces prepared from *Moringa oleifera* leaves in the Far North region of Cameroon. *Int. J. Innov. Applied Studies* 7(3):1120-1136.
- Mepha H.D. Eboh L. & Banigo D.E.B. 2007. Effects of processing treatments on the nutritive composition and consumer acceptance of some Nigerian edible leafy vegetables. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Develop.* 7(1):1-18.
- Mosha T.C. & Gaga H.E. 1999. Nutritive value and effect of blanching on trypsin and chymotrypsin inhibitor activities of selected leafy vegetables. *Plant Foods Hum. Nutr.* 54:271-283.
- Ndong M. Wade S. Dossou N. Gniro A.T. & Diagne-Gning R. 2007. Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Develop* 7(3):1-17.
- Oscarsson K.V. & Savage G. 2007. Composition and availability of soluble and insoluble oxalates in raw and cooked taro (*Colocasia esculenta* var. Schott) leaves. *Food Chem.* 101:559-562.
- Oulai P.D. Zoue L.T. Bedikou M.E. Megnanou R-M. & Niamke S.L. 2014. Impact of cooking on nutritive and antioxidant characteristics of leafy vegetables consumed in northern Côte d'Ivoire. *Int. J. Plant Animal Env. Sci.* 4(3):576-585.
- Ponka R. Fokou E. Fotso M. Tchouanguép F.M. Leke R. Souopgui J. & Bih M.A. 2006. Composition of dishes consumed in Cameroon. *Int. J. Food Sci. Techno.* 41:361-365.
- Ponka R. Fokou E. Kansei G. Beaucher E. Piot M. Leonil J. & Gaucheron F. 2014. Recipes, proximate and mineral compositions of some traditional sauces consumed in the Far North of Cameroon. *Int. Food Res. J.* 21(4):1589-1596.
- Randrianatoandro V.A. Avalonne S. Picp C. Ralison C. & Trèche S. 2010. Recipes and nutritional value of dishes prepared from green-leafy vegetables in an urban district of Antananarivo (Madagascar). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 61(4):404-416.
- Singleton V.L. & Rosii J.A. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticul.* 16:144-158.
- Sossa-Vihotogbé C.N.A. Akissoe H.N. Anihouvi V.B. Ahojuendo B.C. Ahanchede A. Sanni A. & Hounhouigan D.J. 2012. Endogenous knowledge of four leafy vegetables used by rural populations in Benin. *Ecol. Food Nutr.* 51(1): 22-39.
- Tang G. 2010. Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 91:1468S-73S.
- Toivonen P.M.A. & Brummell D. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut vegetables and fruits. *Postharvest Biol. Tec.* 48:1-14.
- Turkmen N. Sari F. & Velioglu S.Y. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem.* 93:713-718.
- Zhang D. & Hamazu Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chem.* 88:503-509.



Enquête diagnostique de la filière manioc dans deux zones agroécologiques du Bénin

Franck HONGBETE^{1*}, Janvier M. KINDOSSO¹, Noël AKISSOE², Christian MESTRES³, Joseph D. HOUNHOUGAN², Mathurin C. NAGO²

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

²Ecole de Nutrition des Sciences et Technologies Alimentaires, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi

³CIRAD/UMR QualiSud, TA 70/16, 73 rue J. F. Breton, 34 398 Montpellier Cedex 5, France.

Reçu le 29 Septembre 2015 - Accepté le 02 Décembre 2015

Diagnostic survey of the cassava value chain in two agroecological zones of Benin

Abstract: Cassava plays an important diet for the population and contributes to the improvement of farmers' incomes. A diagnostic study was carried out in agroecological zones 5 and 7 (ZAE 5 and 7) of Benin. It identified the strengths and weaknesses of the cassava sector and estimated the shares of processed cassava production as well as the proportions of the main derived products. Nearly 70% of the total cassava production in ZAE 5 and 7 (872400 tons of roots) were processed into various products, the most important being gari, flour and boiled cassava. The importance of these derivatives varies according to the locality and the proximity of the markets. The quality of the derivatives varies according to the region, the processors and often, for the same processor, from one production to another. This variation in quality is a major constraint on product dissemination and acceptance.

Key words: cassava, production, processing, commercialization, quality, Benin

Résumé : Le manioc occupe une place importante dans le régime alimentaire des populations et contribue à l'amélioration des revenus des paysans. Une étude diagnostique a été réalisée dans les zones agroécologiques 5 et 7 (ZAE 5 et 7) du Bénin. Elle a permis d'identifier les forces et les faiblesses de la filière manioc et d'estimer les parts de la production de manioc transformées, ainsi que les proportions des principaux produits dérivés. Près de 70% du manioc total produit dans les ZAE 5 et 7 (soit 872400 tonnes de racines) ont été transformés en divers dérivés dont les plus importants sont le gari, les farines et le manioc bouilli. L'importance de ces dérivés varie suivant les localités et la proximité des marchés. La qualité des dérivés varie suivant les régions, les transformatrices et souvent, pour une même transformatrice, d'une production à une autre. Cette variation de la qualité constitue une contrainte majeure à la diffusion et à l'acceptation des produits.

Mots clés : manioc, production, transformation, commercialisation, qualité, Bénin

1. Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est une racine essentiellement énergétique, très riche en amidon (89%, base sèche). Il constitue l'une des principales sources alimentaires des populations de nombreux pays en développement, particulièrement en Afrique subsaharienne où il contribue à la lutte contre l'insécurité alimentaire. Il nourrit 70 millions de personnes en Afrique. Il constitue la principale denrée soit à raison de 500 kcal par jour et par personne (FAO 2009). L'importance de la production du manioc n'est plus à prouver en Afrique. Elle fournit environ 52% de la production mondiale de manioc estimée à 228 millions de tonnes (FAO, 2009). Les principaux pays producteurs de manioc en Afrique sont le Nigeria, la R.D. Congo, le Ghana, la Tanzanie, la Mozambique, le Bénin, le Madagascar et la Côte-d'Ivoire (Nago and Hounhouigan, 1998 ; Kehinde, 2006 ; Padonou et al 2009).

Au Bénin, la crise des filières agricoles traditionnelles telles que le palmier à huile et le coton a suscité un regain d'intérêt pour le développement de la filière manioc. Ainsi, de 1994 à 2005, la production nationale de manioc est passée de 1 à 3 millions de tonnes (MAEP, 2006). Cette croissance a été favorisée par la mise en œuvre de deux projets incitateurs (PDFM et PDRT) ; ce qui a fait du manioc la première culture vivrière en terme de tonnage (2,6 millions de tonnes), devant l'igname (1,8 millions de tonnes) et le maïs (1,0 million de tonnes) (MAEP, 2009). Malgré les chances évidentes offertes à cette filière par ces projets, l'existence de certains goulots d'étranglement persisteraient encore et menaceraient les opportunités de cette filière. La hausse de cette production peut accroître la contribution à l'alimentation et à l'amélioration des revenus des paysans (Kehinde, 2006 ; Darman et al., 2007). Ainsi, une analyse diagnostique de la filière s'impose pour mieux appréhender l'impact des nouvelles mutations. Cette étude vise à réaliser le diagnostic de la filière manioc dans deux zones agroécologiques 5 et 7 du Bénin afin d'analyser les forces et faiblesses de la filière et de chercher à mieux comprendre les facteurs de variation de la qualité des dérivés de manioc en vue de leur valorisation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Choix des zones d'enquête

L'enquête socio-économique de la filière manioc a eu lieu pendant la saison sèche, de décembre 2009 à février 2010 et s'est déroulée dans les zones agroécologiques (ZAE) 5 et 7 du Bénin (Figure 1). Le choix de ces zones est basé sur l'importance des activités de production, de transformation et de commercialisation du manioc. Ces deux zones font partie des trois principales zones de production du manioc au Bénin (MAEP, 2009). Les caractéristiques géographiques et

Hongbété *et al.*: Diagnostic de la filière manioc agroclimatiques de ces zones sont présentées dans le Tableau 1. Toutes les communes des deux zones agroécologiques (ZAE 5 et 7) enquêtées ont été prises en compte. Dans chacune de ces communes, 2 ou 3 villages ont été sélectionnés, et la liste des acteurs (producteurs, transformateurs et commerçants) a été dressée avec l'aide des responsables des Centres Communaux de Promotion Agricole (CeCPA). Dans chacun des villages sélectionnés, 2 à 5 ménages de producteurs, 1 ou 2 groupements de transformateurs, 3 à 7 consommateurs et 1 ou 2 commerçantes ont été enquêtés. Au total, l'échantillon enquêté est constitué de 39 villages répartis dans 17 communes, 217 ménages de producteurs, 968 transformateurs regroupés en 47 groupements, 228 consommateurs et 41 commerçantes (Tableau 2).

2.2. Collette et analyse des données

L'enquête a été réalisée suivant deux principales phases. La première phase a été consacrée aux visites et entretiens avec les responsables de projets de développement de la filière manioc (PDRT et PDFM) et d'institutions de recherche et de développement (IITA, INRAB, UAC, CeRPA, MAEP). Les informations sur les activités relatives à la filière manioc de ces institutions ont été collectées. La deuxième phase de l'enquête a été consacrée aux aspects plus approfondis de la production, de la transformation et de la commercialisation du manioc. Des entretiens semi-structurés, basés sur des questionnaires judicieusement élaborés, ont servi à collecter des données sur le système de production, les variétés cultivées, les modes de transformation et de consommation, la commercialisation du manioc et les forces et faiblesses de la filière. Au total, 34 enquêteurs ont participé à la collecte des données recueillies. Les moyennes relatives aux parts de manioc transformées, autoconsommées ou vendues et aux proportions de produits dérivés ont été déterminées. Les calculs et figures relatifs à ces paramètres ont été effectués à l'aide du Tableur Excel 2010.

L'importance de la consommation annuelle des dérivés de manioc par localité a été déterminée selon la formule ci-après :

$$Q_{DLi/an} \text{ (tonnes)} = \frac{Q_j \text{ (g)} \times F_{HD} \times P_{Li} \times 365}{7 \times 10^6}$$

$Q_{DLi/an}$ = Consommation annuelle du produit dérivé de manioc dans une localité donnée

Q_j = Quantité journalière du produit dérivé consommée (obtenue par analyse des données recueillies à partir de rappels alimentaires de 24 heures)

F_{HD} = Fréquence de consommation hebdomadaire du produit dérivé

P_{Li} = Pourcentage des personnes ayant plus de 15 ans, supposées consommer le dérivé

La consommation annuelle du dérivé de manioc est estimée en équivalent racine de manioc conformément à la formule :

$$Q_{DLi/an} \text{ (éq. racine de manioc)} = \frac{Q_{DLi/an} \times 100}{Y_D \times MS}$$

Y_D = Rendement du produit dérivé

MS = Taux de matière sèche du produit dérivé

*Auteur correspondant : franckhongbete@gmail.com ;

Tél. +229 9579 2554 BP: 123 Parakou, Bénin

Copyright © 2016 Université de Parakou, Bénin

Tableau 1: Caractéristiques géographiques et agroclimatiques des localités enquêtées

Zones agroécologiques	Localités enquêtées		Caractéristiques Agroclimatiques
	Communes	Départements	
ZAE 5 Superficie: 16 900 km ² Population : 1.166.182 habitants	Bassila	Donga	Climat soudano-guinéen Pluviométrie annuelle de 1000-1200 mm Savane arborée, arbustive Sols ferrugineux
	Parakou,	Borgou	
	Tchaourou	Borgou	
	Bantè,	Collines	
	Ouèssè,	Collines	
	Savalou,	Collines	
	Dassa,	Collines	
	Glazoué, Savè	Collines	
	Djidja	Zou	
	Aplahoué	Couffo	
ZAE 7 Superficie: 2000 km ² Population : 391.147 habitants	Kétou	Plateau	Climat soudano-guinéen Pluviométrie annuelle de 1000-1400 mm Forêt dense semi-decidue à grands arbres Vertisols très fertiles
	Toffo	Atlantique	
	Lalo	Couffo	
	Pobè,	Plateau	
	Adja-Ouèrè	Plateau	
	Zogbodomé	Zou	

(Source : INRAB, 2003)

Tableau 2: Echantillon des personnes enquêtées par communes

Zones agroécologiques	Communes	Nombre de ménages de producteurs	Nombre de groupements de transformatrices	Nombre de consommateurs	Nombre de commerçantes
ZAE 5	Bassilla	9	2	10	1
	Parakou	9	2	12	3
	Tchaourou	15	3	15	3
	Bantè	8	2	9	2
	Ouèssè	15	4	17	4
	Savalou	17	4	20	4
	Savè	8	2	9	2
	Dassa-Zoumè	10	3	8	3
	Djidja	9	2	12	2
	Glazoué	18	4	16	4
	Aplahoué	15	3	20	3
ZAE 7	Kétou	14	3	18	2
	Toffo	15	3	16	2
	Lalo	15	2	10	1
	Pobè	15	3	12	2
	Adja-Ouèrè	12	3	15	2
	Zogbodomé	13	2	9	1
Total	17 communes	217	47	228	41

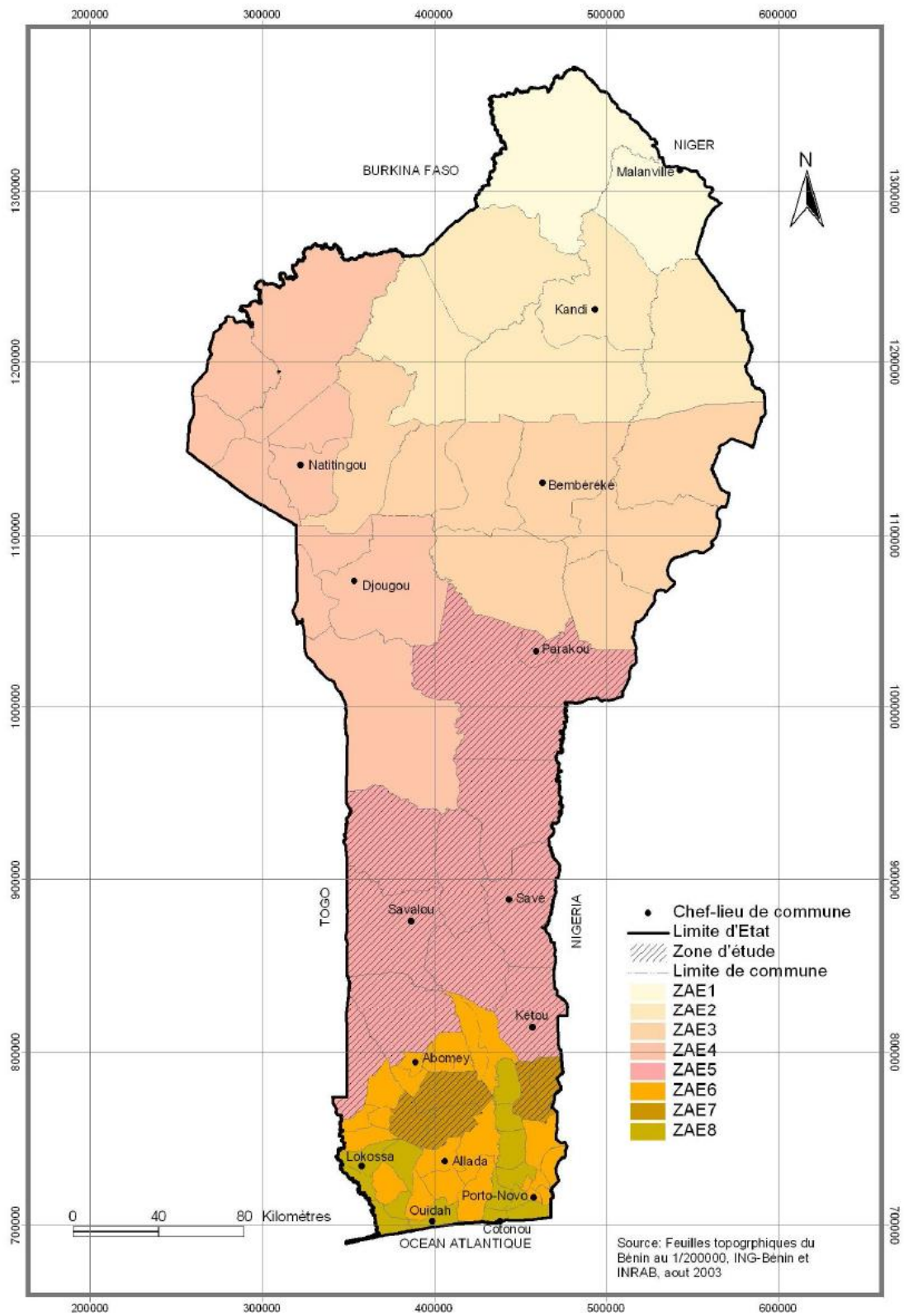


Figure 1: Carte indiquant les huit zones agroécologiques du Bénin et les zones d'étude (ZAE 5 et 7)

3. Résultats et discussion

3.1. Diagnostic de la filière manioc au Bénin : cas des zones agroécologiques 5 et 7

L'étude diagnostique de la filière manioc réalisée dans les zones agroécologiques (ZAE) 5 et 7 a permis d'identifier et d'analyser les forces et faiblesses, les potentialités et les obstacles de cette filière. La synthèse des résultats du diagnostic de ces différents points par rapport aux principaux acteurs de la filière (producteurs, transformateurs, commerçants et consommateurs) est présentée dans le Tableau 3.

3.2. Production de manioc et leurs affectations dans les zones agroécologiques 5 et 7

Les zones agroécologiques 5 et 7 produisent chacune 778.912 et 467.367 tonnes de racines de manioc (MAEP, 2006), soit respectivement, 30,6 et 18,5% de la production totale de manioc du Bénin. Ainsi, elles occupent respectivement, les 2ème et 3ème rangs des principales zones de production du manioc au Bénin, après la ZAE 6 (1.092.987 tonnes de racines). Avec la relance de la filière manioc entre 1995 et 2006, la production de ces deux zones a plus que doublé, en passant de 313652 à 778.912 tonnes pour la ZAE 5 et de 165.648 à 467.367 tonnes pour la ZAE 7. Plusieurs variétés de manioc (plus de 50 variétés identifiables) sont cultivées dans ces deux zones. Toutefois, dans chaque village enquêté, les producteurs ne cultivent qu'un nombre limité (entre 5 et 10) de variétés de manioc. Les principales variétés cultivées sont constituées des variétés locales ODOHOUNGBO, OLIHUTE, AGRIC et GBEZE et des variétés améliorées BEN 86052, RB 89509, TMS 30572, TMS 91934, TMS 920326, TMS 91/02319 et TMS 92B/0057. Les variétés améliorées sont vulgarisées pour leurs performances agronomiques : rendement potentiellement élevé, teneur en matière sèche élevée et résistance aux maladies (MAEP, 2009). Ces dernières n'occupent que 40 et 45% des superficies totales consacrées à la culture du manioc dans les ZAE 5 et 7 contre 60 et 55% pour les variétés locales, respectivement. Les variétés locales sont surtout destinées à l'autoconsommation. Les principales raisons évoquées pour justifier la préservation des variétés locales sont relatives aux caractéristiques particulières de qualité qu'elles possèderaient (friabilité et goût sucré). Dans les zones agroécologiques enquêtées (ZAE 5 et 7), le manioc est produit, soit en monoculture (65 et 70%, respectivement), soit en association avec d'autres cultures (35 et 30%, respectivement) telles que les cultures du maïs, du niébé ou de l'arachide.

Malgré l'introduction de nouvelles variétés performantes, le rendement du manioc est demeuré faible (12 tonnes/ha) dans l'ensemble des zones enquêtées. Plusieurs facteurs expliquent ce phénomène : culture du manioc en fin d'assolement sur des sols déjà épuisés, non utilisation d'engrais ; agriculture pluviale, tributaire des variations climatiques ; pratiques culturelles traditionnelles dominantes ;

insuffisance de l'encadrement technique, limitation du nombre d'entretien de la culture à cause de la cherté de la main d'œuvre agricole (aggravée par le phénomène de l'exode rurale et le développement des taxi-motos, communément appelés "zemidjan"). En effet, les techniques culturales modernes sont très peu adoptées par les producteurs enquêtés. Seulement moins de 5% de ces producteurs les ont adoptées. Les racines de manioc sont souvent récoltées pendant la saison sèche. Bien que cette période soit propice aux transformations du manioc, l'arrachage des racines est souvent très pénible. Des problèmes de variation de la qualité du manioc, liés aux conditions de récolte (âge et saison de récolte des racines) ont été mentionnés. La saison humide influencerait négativement la friabilité du manioc. Il est donc nécessaire d'étudier ce phénomène et d'évaluer l'influence de l'âge à la récolte et des facteurs agro climatiques sur la qualité du manioc.

En outre, le problème des pertes post-récoltes des racines de manioc persistent et affectent la rentabilité du manioc produit. Pour limiter ces pertes, les producteurs abandonnent le manioc dans le sol jusqu'au moment de leur utilisation. Cette pratique entraîne l'indisponibilité des terres pour d'autres cultures, la lignification et la perte de qualité des racines (baisse de la teneur en amidon). Les techniques modernes de conservation des racines en atmosphère contrôlée, par l'irradiation au rayon γ et la réfrigération (Tiky-Mpondo, 2001) sont trop coûteuses pour les producteurs béninois. Il est donc important de trouver des voies et moyens, afin de mettre au point des techniques adaptées aux conditions des petits producteurs. Les récoltes de manioc sont souvent réparties en 4 parties par les producteurs. Une partie est réservée à l'autoconsommation dans les ménages ; la deuxième partie est destinée à la vente ; la troisième, aux dons et enfin la quatrième représente les pertes post-récoltes (Tableau 4, Figure 2).

La part autoconsommée représente 43 et 34% de la production de manioc respectivement dans les ZAE 5 et 7. Elle varie, cependant de 35 à 55% entre les communes de la ZAE 5 et de 32 à 47% entre les communes de la ZAE 7. La part autoconsommée paraît plus importante dans les communes éloignées des marchés, essentiellement dans les communes de Bantè (55%), Bassila (50%), Dassa-Zoumè (52%) et Djidja (54%) situées dans la ZAE 5, où les paysans sont obligés de parcourir plusieurs kilomètres (plus de 15 km) à pieds avant de vendre leur production. Les ventes de manioc frais dans la ZAE 5 sont relativement faibles (37% de la production totale) comparativement à la ZAE 7, où plus de la moitié (52%) de la production totale est vendue. Le manioc est souvent vendu sur pieds aux transformateurs, constitués essentiellement de groupements de femmes. Dans la ZAE 5, la quasi-totalité des ventes de manioc est cédée aux groupements de femmes transformateurs tandis que dans la ZAE 7, le manioc est vendu à la fois aux groupements de femmes et aux commerçants nigériens, en particulier, à Pobè et Adja-Ouèrè, deux communes voisines du Nigeria d'où le manioc frais est exporté vers le Nigeria pour alimenter les industries amidonnées en matières premières. Aucune

statistique n'est disponible sur les quantités de manioc exportées vers le Nigeria du fait, notamment, du caractère informel des transactions.

Certains producteurs vendent le manioc frais aux consommateurs locaux ; mais les quantités concernées par ces ventes sont très marginales (moins de 1% de leur production). Les dons de manioc représentent, respectivement 11 et 7% de la production de manioc des ZAE 5 et 7. Ces dons sont faits, notamment, pour récompenser les aides portées par des parents ou amis lors des récoltes ou des transformations de manioc. Les pertes post-récoltes de manioc signalées sont estimées respectivement à 9 et 7% de la production de manioc des ZAE 5 et 7. Ces pertes sont dues aux altérations physiologiques et microbiologiques des racines (Buschmann *et al.*, 2000 ; van Oirschot *et al.*, 2000), d'où la nécessité de trouver des voies et moyens pour la mise au point de techniques de conservation adaptées aux conditions des producteurs.

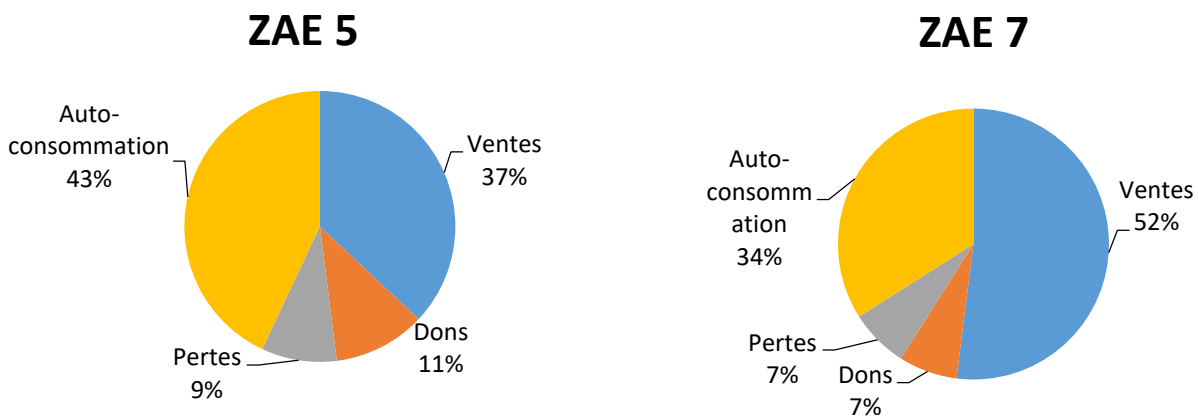


Figure 2 : Affectations de la production de manioc dans les ZAE 5 et 7

Tableau 3 : Analyse SEPO (Succès-Echecs-Potentialités-Obstacles) de la filière manioc au Bénin : cas des ZAE 5 et 7

Acteurs de la filière	Succès/Points forts	Echecs/Points faibles	Potentialités/Opportunités	Obstacles/Risques
Producteurs	<ul style="list-style-type: none"> - ZAE 5 et 7 produisent 43% de la production totale du Bénin dont plus de 70% transformé en dérivés ; - Diversité des variétés cultivées ; - Adoption de nouvelles variétés performantes ; - Augmentation de la production ; - Cultures associées (manioc-maïs, manioc-niébé ; manioc-arrachide) ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible niveau de rendement (12 tonnes/ha) ; - Techniques culturales (labour, récolte) intensives en main d'oeuvre ; - Main d'oeuvre agricole de plus en plus rare et coûteuse ; - Culture en fin d'assolement sur sols pauvres ; - Abandon des racines sous terre au-delà de la maturité ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement potentiel élevé (45 tonnes/ha) ; - Techniques culturales modernes disponibles ; - Variétés (cycle court) adaptées aux variations climatiques disponibles ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture pluviale : variations climatiques ; - Manque d'encadrement et de formation des producteurs ; - Absence d'engrais spécifique ; - Difficulté d'accès aux crédits ;
Transformateurs	<ul style="list-style-type: none"> - Diversité de produits dérivés (cossettes, farines, granules, pâtes, etc.) ; - Activité génératrice de revenus ; - Adoption d'équipements de transformation (presse à vis et râpeuse motorisée, foyers améliorés) ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Courte durée de conservation des racines (<3 jours après récolte) ; - Pertes post-récoltes des racines ; - Pénibilité de certaines opérations technologiques (épluchage, râpage, pressage, cuisson) ; - Contamination des produits séchés directement au sol ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de mécaniser certaines opérations pénibles (épluchage, râpage) ; - Demande croissante de dérivés dans les grands centres urbains ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Variabilité des coûts de la matière première ; - Exportation de manioc frais vers le Nigeria ; - Importation du gari du Togo ; - Hétérogénéité des variétés transformés (âge variable, cycle court/long, variétés douces/amères)
Commerçants	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité de marchés de collecte ; - Diversité des destinations (marchés urbains, exportations) ; - Activité génératrice de revenus 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte variabilité de la qualité des dérivés de manioc ; - Manque de magasin de stockage dans les marchés de collecte ; - Coût de transport élevé ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Demande croissante des dérivés de manioc : exportation vers le Niger, l'Afrique Centrale et l'Union Européenne ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de politique de prix ; - Saisonnalité des prix ; - Diversité des instruments de mesure ; - Tricherie sur les mesures ;
Consommateurs	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation de dérivés toute l'année ; - Compétitivité des dérivés par rapport au riz importé ; - Dérivés faciles à conserver (granules et farines : 6-12 mois) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aliment essentiellement énergétique, pauvre en protéines, lipides, minéraux et en vitamines (surtout en vitamine A) ; - Faible pouvoir d'achat des consommateurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de renforcement de la qualité des produits : gari enrichi à l'huile rouge, au lait de coco, au soja, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risques d'intoxication liés à la consommation de variétés riches en cyanures ; - Concurrence des exportations informelles de dérivés.

Tableau 4 : Affectations de la production de manioc par commune dans les ZAE 5 et 7

Zones agroécologiques	Communes enquêtées	Production de manioc (tonnes)	Proportion de la production de manioc			
			Auto-consommée (%)	Vendue (%)	Dons (%)	Pertes (%)
ZAE 5	Bassilla	51545	50	35	10	5
	Parakou	32700	35	40	18	7
	Tchaourou	100560	40	45	6	9
	Bantè	48266	55	25	11	9
	Ouèssè	170774	39	39	12	10
	Savalou	63040	42	40	10	8
	Savè	25688	45	32	17	6
	Dassa-Zoumè	40027	52	30	10	8
	Djidja	37363	54	32	8	6
	Glazoué	82654	40	37	13	10
	Aplahoué	24140	45	28	20	7
Kétou	102155	44	37	10	9	
ZAE 7	Toffo	257080	32	55	6	7
	Lalo	51729	37	48	8	7
	Pobè	34984	36	50	8	6
	Adja-Ouèrè	99793	35	52	7	6
	Zogbodomé	23781	47	40	5	8

3.3. Formes et niveaux de la transformation du manioc dans les ZAE 5 et 7

Les proportions de manioc transformées représentent 79% (soit 615340 tonnes de racines) et 55% de la production totale de manioc (soit 257051 tonnes de racines) dans les ZAE 5 et 7, respectivement. Plus de 80% du manioc transformé dans ces deux zones est assuré par les groupements de femmes qui représentent près de 90% des personnes impliquées dans cette activité. La transformation du manioc est la principale activité génératrice de revenus de ces femmes. Les activités de transformation du manioc ont généralement lieu pendant la saison sèche à cause de la disponibilité en main d'œuvre et de l'ensoleillement. En effet, la fabrication de certains dérivés, en particulier les farines, exige le séchage au soleil. Plusieurs procédés traditionnels sont utilisés pour transformer le manioc en produits dérivés (Figure 3). Les procédés en usage au Bénin ont été déjà décrits dans les travaux antérieurs (Nago, 1995 ; Nago et Hounhouigan, 1998). Ils impliquent les opérations unitaires telles que l'épluchage, le râpage, la fermentation, le rouissage, le pressage, le tamisage, le séchage solaire et la cuisson.

Certaines de ces opérations (épluchage, râpage, pressage et cuisson) sont contraignantes. Pour réduire la pénibilité du travail, la mécanisation d'un certain nombre d'opérations à travers la mise au point d'équipements de transformation (râpeuses motorisées, presses à vis) est possible. Par ailleurs, des foyers améliorés ont été également mis au point afin de limiter l'exposition des transformatrices à la chaleur et aux

cyanures dégagés lors de la cuisson du gari. Environ 75% des transformatrices enquêtées ont adopté les râpeuses motorisées, soit 85% pour les presses à vis et 65% pour les foyers améliorés.

Les dérivés de manioc fabriqués par les transformatrices des ZAE 5 et 7 sont variés : cossettes, farines de cossettes, "lafou", gari, amidon, tapioca, "agbéliman" (râpure fermentée de manioc), manioc bouilli, beignets, biscuits à base de manioc, etc. Plus d'une vingtaine de dérivés de manioc avaient été précédemment dénombrés au Bénin (Nago et Hounhouigan, 1998). La diversité de ces dérivés est l'une des preuves de l'importance de l'utilisation du manioc dans l'alimentation des béninois. Les proportions des dérivés de manioc, estimées par rapport au manioc total transformé sont représentées à la Figure 4.

Les cossettes de manioc et le gari sont les dérivés les plus courants dans les ZAE 5 et 7. Les farines de cossettes représentent 51% du manioc transformé dans la ZAE 5 contre 17% dans la ZAE 7. Elles sont plus abondantes (plus de 70% du manioc transformé) dans les régions à climat sec, en particulier dans les communes de Bassilla (80%), Savè (75%), Dassa-Zoumè (73%), Savè (80%), Tchaourou (75%) que dans les communes d'Adja-Ouèrè (15%), Pobè (16%) et Toffo (20%), où le climat est plus humide. Ceci confirme l'idée selon laquelle, la production des cossettes est une activité adaptée aux climats secs (Nago et Hounhouigan, 1998).

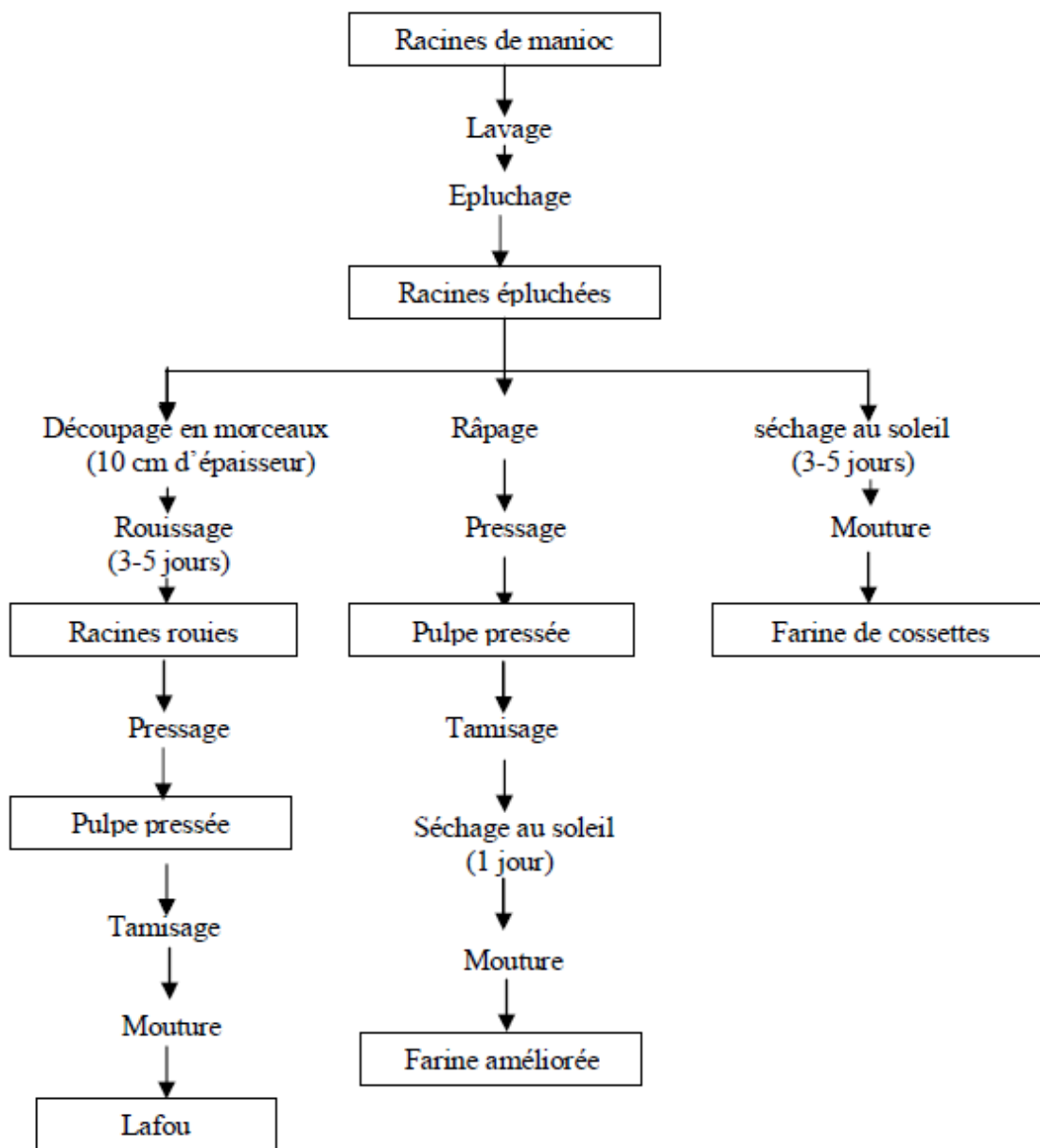


Figure 3 : Diagramme technologique de fabrication des farines de manioc

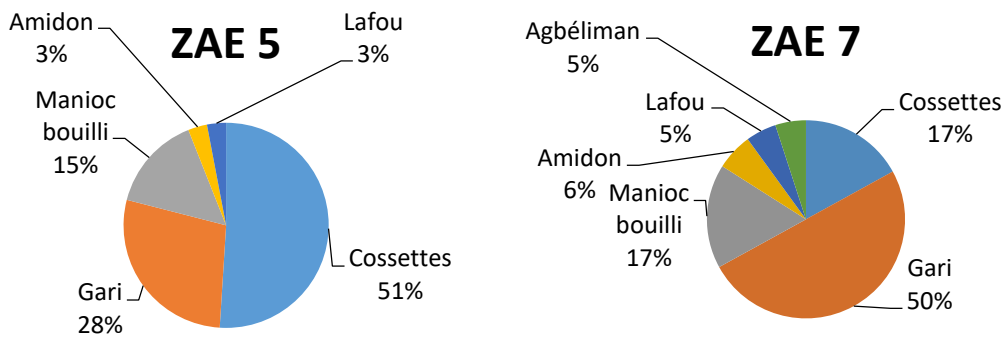


Figure 4: Proportion des dérivés par rapport au manioc total transformé en 2006 dans les ZAE 5 et 7

La fabrication des cossettes se fait par séchage direct des racines épluchées de manioc au soleil pendant 3 à 5 jours. Cette méthode permet de convertir le manioc frais (70% d'eau) en produit sec (12-14% d'eau), moins périssable. Toutefois, elle n'est pas efficace pour l'élimination des cyanures du manioc (Essers *et al.*, 1996 ; Padonou *et al.*, 2009) et, de ce fait, n'est pas adaptée à la transformation des variétés amères, riches en cyanures. Pourtant, cette méthode est la plus développée au Bénin, en particulier dans les zones enquêtées. En outre, l'hétérogénéité des variétés de manioc (variétés douces/amères, locales/améliorées, à cycle court/long, âge des racines variables) transformées dans ces zones peut avoir d'influence sur la qualité des farines dérivées. A notre connaissance, aucune information scientifique n'est disponible sur l'état sanitaire de ces farines. D'où la nécessité d'étudier l'influence des variables technologiques (variété et procédé) sur la qualité des farines de manioc.

Le gari est une semoule fermentée, gélifiée et déshydratée de manioc dont le procédé de préparation repose sur les opérations ci-après : lavage, épluchage, râpage, pressage/fermentation, émottage/défibrage et torréfaction. Ce procédé permet une élimination efficace des cyanures du manioc. En effet, le râpage et la fermentation du manioc favorisent la libération et l'hydrolyse des glucosides cyanogènes en cyanures par la linamarase. Les cyanures sont ensuite éliminés lors du pressage et de la torréfaction (Cardoso *et al.*, 2005). Le gari peut être conservé pendant plusieurs mois. Il représente respectivement 28% du manioc transformé dans la ZAE 5 et 50% dans la ZAE 7. Contrairement aux cossettes, le gari est plus abondant (plus de 50% du manioc transformé) dans les communes proches des marchés, particulièrement dans les communes d'Aplahoué (50%), Savalou (58%), Adja-ouèrè (52%), Pobè (54%) et Toffo (51%) que dans les communes éloignées (moins de 20% du manioc transformé), notamment dans les communes de Bassila (16%), Bantè (19%) et Savè (15%). Ainsi, on peut dire en accord avec Nweke (1996) et Nago et Hounhouigan (1998) que les granules de manioc, en particulier le gari, se prêtent mieux à la commercialisation que les cossettes de manioc.

Le manioc bouilli est l'une des formes de préparation de manioc les plus simples. Les racines de manioc épluchées sont bouillies dans de l'eau pendant 30 à 45 minutes jusqu'à ramollissement. Les parts de manioc bouilli produites et autoconsommées représentent environ 15 et 17% du manioc total transformé dans les ZAE 5 et 7, respectivement. Seules les variétés douces de manioc sont utilisées pour la préparation du manioc bouilli. Environ 85% des personnes enquêtées utilisent les variétés locales pour la préparation du manioc bouilli. L'intérêt accordé aux variétés locales est surtout dû à leur qualité organoleptique (friabilité et goût sucré).

Le "agbéli-man" est une pâte fermentée de manioc. Les racines de manioc sont épluchées, lavées, râpées puis fermentées pendant 2 à 3 jours. La proportion de "agbéli-man" fabriqué dans la ZAE 7 représente environ 5% du manioc total transformé dans cette zone. Environ 57% du "agbéli-

man" produit dans cette zone sont autoconsommés. Le reste est vendu aux restauratrices des milieux urbains situés à proximité des zones de production. La production de "agbéli-man" est très marginale dans la ZAE 5.

Le lafou est une farine fermentée de manioc, produite par rouissage des racines épluchées pendant 3 à 5 jours, suivi du pressage, de l'émottage et du séchage au soleil. La production du lafou est localisée dans le département du Plateau, plus particulièrement, dans les communes de Kétou (20% du manioc transformé), d'Adja-Ouèrè (28% du manioc transformé) et de Pobè (30% du manioc transformé). Toutefois, le lafou produit dans ces trois communes ne représente que 3 et 5% du manioc transformé dans les ZAE 5 et 7, respectivement.

L'amidon de manioc est extrait par tamisage humide de la râpüre de manioc, suivi de la décantation, de l'émottage et du séchage au soleil. Il est également récupéré dans l'eau de pressage de la râpüre de manioc lors de la fabrication du gari. Ainsi, l'amidon est relativement plus abondant (6% du manioc transformé) dans la zone de forte de production de gari (ZAE 5) que dans la ZAE 7 (3% du manioc transformé) où la production de gari est relativement faible. Il sert à la fabrication du tapioca (granules d'amidon torréfié) et des amuse-gueules. Il est parfois utilisé en blanchisserie et dans les industries textiles, pour l'ennoblissement et l'encollage des tissus.

3.4. Formes et niveaux de consommation des produits de manioc

Le manioc constitue l'une des principales sources alimentaires des populations du Bénin. Il est consommé en alimentation humaine sous diverses formes (Nago et Hounhouigan, 1998). Les principales formes de consommation rencontrées dans les ZAE 5 et 7 sont les pâtes de farine de cossettes ("fingnin libo"), de lafou ("oka"), de agbéli-man ("agbéli-man kounmè"), le gari et le manioc bouilli. Ces produits, en particulier le gari, sont consommés toute l'année et sont compétitifs par rapport au riz importé. Les quantités des consommations des produits de manioc sont représentées à la Figure 5.

Les pâtes sont préparées à partir de la suspension de farines, de "agbéli-man" ou de gari dans de l'eau. Le mélange est ensuite placé sur le feu et malaxé jusqu'à l'obtention d'une pâte tendre. La pâte ainsi obtenue est souvent consommée accompagnée de diverses sauces. La quantité de pâte consommée par repas est estimée à 350 g par personne adulte. La fréquence de consommation de ces pâtes varie suivant les localités et le type de pâte. En moyenne, la pâte de cossettes est consommée 3 fois par semaine dans les villages de la ZAE 5 contre 1,5 fois dans la ZAE 7. La pâte de "agbéli-man" est consommée 2 à 4 fois par semaine dans la ZAE 7. Sa consommation n'a pas été signalée dans la ZAE 5. Plus de la moitié du "agbéli-man" produit dans la ZAE 7 est commercialisée en direction des centres urbains environnants. Le reste est autoconsommé.

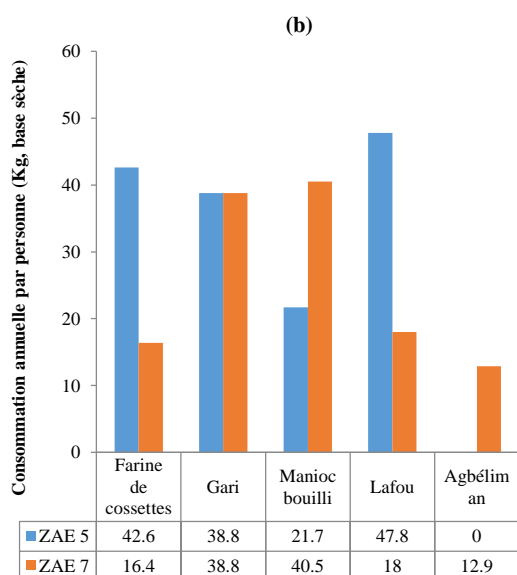
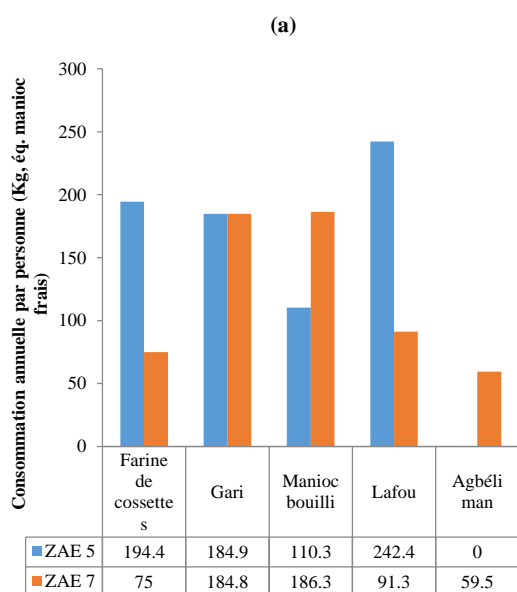


Figure 5 : Consommation annuelle de dérivés de manioc par habitant dans les ZAE 5 et 7, exprimée en équivalent manioc frais (a) et en base sèche (b)

La pâte de lafou ("oka") est consommée 2 à 4 fois en moyenne par semaine dans les zones de production (Adja-Ouèrè, Pobè et Kétou). Les parts de lafou autoconsommées représentent, respectivement, 78, 65 et 95% des quantités produites de ces communes. Le reste de la production est vendu, en particulier aux restauratrices locales.

Le gari est consommé sous deux principales formes : délayée et "èba" (pâte de gari). Les fréquences de consommation sont respectivement de 3 et 4 fois par semaine dans les ZAE 5 et 7. Le "èba" est préparé dans du bouillon de viande assaisonné et consommé accompagné de piment et de viande, en particulier, la viande de porc. Sa commercialisation est

développée dans les centres urbains au Sud-Bénin. Le gari est souvent délayé accompagné de galettes d'arachide ou d'arachide grillée. La quantité de gari consommée par repas est estimée à 150 g par personne adulte. La part autoconsommée représente environ 68,2% de la production de gari dans la ZAE 5 et 50% de la production dans la ZAE 7. Le reste de la production est souvent vendu aux commerçantes grossistes dans les marchés de collectes.

3.5. Attributs de qualité des produits de manioc et préférences des utilisateurs

Deux types de variétés de manioc sont produits par les producteurs enquêtés : les variétés douces qui peuvent être consommées crues ou bouillies et les variétés amères, riches en cyanures, dont la consommation nécessite une transformation préalable. Les variétés amères occupent 65% des superficies agricoles consacrées à la culture du manioc contre 35% pour les variétés douces. Environ 70% des transformatrices enquêtées ont une préférence pour les variétés amères. La raison évoquée par ces dernières, par rapport à cette préférence est que les variétés amères sont plus riches en amidon. Les proportions moyennes de chaque catégorie de variétés (amères et douces) utilisées pour la fabrication de quelques dérivés de manioc sont indiquées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Part des variétés de manioc transformée par produit dérivé dans les ZAE 5 et 7.

Produits de manioc	Variété amère (%)		Variété douce (%)	
	ZAE 5	ZAE 7	ZAE 5	ZAE 7
Cossettes	70	66	30	34
Lafou	78	72	22	28
Gari	83	77	17	23
Manioc bouilli	0	0	100	100

Les principaux critères utilisés par les consommateurs pour le choix des dérivés de manioc sont basés sur le goût, la couleur, la texture de ces produits. L'importance relative accordée à ces critères par les consommateurs enquêtés est indiquée dans le Tableau 6. Selon ces derniers, les critères les plus importants utilisés pour l'appréciation de la qualité des produits sont la texture (81%) et le goût (75%) pour le manioc bouilli ; la capacité de gonflement (67%), le goût (64%), la granulométrie (50%) et la couleur (45%) pour le gari, la couleur (62%) pour les farines de manioc et le goût (85%) pour le "agbéli man" (pâte issue de la râpuration fermentée de manioc).

Tableau 6 : Importance (%) accordée aux critères de qualité des dérivés de manioc par les consommateurs

Produits de manioc	Attributs de qualité	Très important	Important	Peu important
Manioc bouilli				
	Texture	81	16	3
	Goût	70	20	10
	Couleur	25	13	62
Gari				
	Goût	64	19	17
	Couleur	45	20	35
	Granulométrie	50	17	33
	Capacité de gonflement	67	20	13
Farine de manioc				
	Couleur	62	20	18
	Capacité de gonflement	34	30	36
Agbéliaman				
	Goût	85	10	5

Les préférences des consommateurs par rapport à ces critères varient suivant les produits (Tableau 7). Les consommateurs enquêtés ont clairement mentionné leur préférence pour la friabilité et le goût sucré du manioc bouilli ainsi que pour le goût légèrement acide du "agbéliaman". Les préférences par rapport au gari sont très variables. Elles dépendent surtout de la destination finale du produit. La capacité de gonflement du gari est d'une grande importance pour les consommateurs, en particulier pour ceux qui aiment délayer le gari. Cette capacité de gonflement peut atteindre 2 à 4 fois le volume initial du produit pour le gari bien cuit, n'ayant pas subi d'extraction d'amidon. Le gari non acide, légèrement sucré, ayant une granulométrie grossière est très apprécié pour la préparation du "èba" tandis que le gari fin est préféré pour l'accompagnement des plats de haricot, de riz et de pâte alimentaire. Les farines blanches sont nettement préférées aux farines jaunâtres. Cependant, cette dernière est le dérivé le plus produit dans la ZAE 5, avec 51% du manioc transformé. Il urge donc de chercher à comprendre le mécanisme de formation de la couleur de ces farines en vue d'améliorer leur qualité.

Le comportement différentiel des variétés locales par rapport à la friabilité du manioc bouilli et la préférence des consommateurs qui leur sont associés avaient été déjà observés par Safo-Kantanka et Owusu-Nipah (1992). Ces derniers ont montré que les racines des variétés améliorées avaient une texture ferme contrairement aux variétés locales. Cependant, ces variétés sont vulgarisées pour leur rendement potentiellement élevé, leur résistance aux maladies et aux attaques des ravageurs et pour leur teneur élevée en matière sèche (IITA, 1995 ; MAEP, 2009). Malgré ces avantages, les consommateurs préfèrent les variétés friables (Ngève, 2003). Cette préférence, également mentionnée lors de nos enquêtes sur la filière manioc au Bénin pourrait être l'un des facteurs explicatifs de l'attitude des agriculteurs béninois à continuer

Hongbété *et al.*: Diagnostic de la filière manioc à cultiver les variétés locales pour la consommation sous forme bouillie, au détriment des variétés améliorées. Ces résultats interpellent sur la prise en compte des coutumes et préférences des consommateurs dans les programmes de sélection variétale.

Tableau 7 : Préférences des consommateurs (%) par rapport aux attributs de qualité des dérivés de manioc

Produits de manioc	Attributs de qualité	Caractéristiques désirables		
Manioc bouilli				
	Texture	Friable (91%)	Peu friable (7%)	Cohésive (2%)
	Goût	Sucré (79%)	Amère (15%)	Fade/indifférent (5%)
	Couleur	Blanche (48%)	Terne (7%)	Indifférent (45%)
Gari				
	Goût	Sucré (75%)	Acide (21%)	Fade/indifférent (4%)
	Couleur	Blanche (84%)	Jaunâtre (4%)	Indifférent (12%)
	Granulométrie	Fine (36%)	Grossière (46%)	Grossière (18%)
	Capacité de gonflement	Forte (84%)	Moyenne (12%)	Faible (4%)
Farine de manioc				
	Couleur	Blanche (95%)	Jaunâtre (3%)	Indifférent (2%)
	Capacité de gonflement	Forte (42%)	Faible (0%)	Indifférent (58%)
Agbéliaman				
	Goût	Légèrement acide (82%)	Acide (12%)	Indifférent (6%)

4. Conclusion

En somme, cette étude a dégagé les forces et faiblesses de la filière manioc au Bénin. Les zones agroécologiques 5 et 7 produisent environ 1.250.000 tonnes de manioc. Plus de 70% de cette production sont transformés en divers dérivés dont les plus importants sont les farines, le gari et le manioc bouilli. La production et la transformation du manioc constituent une importante source de revenus pour les populations rurales. Malgré ces avantages, des contraintes persistent. D'importantes variations de la qualité des dérivés de manioc sont remarquables. Ces variations portent essentiellement sur la qualité organoleptique (couleur des farines et texture des racines bouillies). Plusieurs facteurs sont soupçonnés d'avoir d'influence sur la qualité de ces dérivés. Il s'agit des variables technologiques (variété et procédé de transformation), de l'âge à la récolte et des conditions agro-climatiques.

CONFLIT D'INTERET

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

RÉFÉRENCES

- Buschmann, H., Reilly, K., Rodriguez, M.X., Tohme J. and Beeching, J.R. (2000). "Hydrogen peroxide and flavan-3-ols in storage roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) during postharvest deterioration." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(11): 5522-5529.
- Cardoso, A.P., Mirione, E., Ernesto, M., Massaza, F., Cliff, J., Haque, M.R. and Bradbury, J.H. (2005). Processing of cassava roots to remove cyanogens. *Journal of Food Composition and Analysis* 18(5): 451- 460.
- Darman R.D., Ngang J.J.E. & Etoa F.X., 2007. Qualité nutritive, toxicologique et hygiénique de certains produits dérivés du manioc consommés au Cameroun. In : Amani G. et al., eds. Actes du 1er Atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 223-227.
- Essers A.J.A., Van der Grift, R.M. and Voragen, A.G.J. (1996). Cyanogen removal from cassava root sun-drying. *Food Chemistry* 55(4): 319-325.
- FAO, 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural production - Statistical yearbook, FAO, Rome.
- IITA (International Institute of Tropical Agriculture) 1995. Cropping systems and agroeconomic performance of improved cassava in a humid forest ecosystem. RCMD Reseach Monograph No. 2. Resource and Crop Management Program, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Kehinde A.T., 2006. Utilization potentials of cassava in Nigeria: the domestic and industrial products. *Food Rev. Int.*, 22(1), 29-42.
- MAEP (2009). Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche - Direction de la Programmation et de la Prospective. Annuaire statistique de la production agricole. Tome 1, Production végétale.
- Nago, C.M. (1995). La préparation du gari au Bénin: aspects technologiques et physicochimiques. In: Agbor-Egbe,T., Brauman, A., Griffon, D., Trêche, S. (eds) Transformation alimentaire du manioc, ORSTOM, Paris, pp 475-493.
- Nago, C.M. and Hounhouigan, D.J. (1998). La transformation alimentaire traditionnelle des racines et tubercules au Bénin. CERNA, FSA/UAC, Bénin: 97 p.
- Ngeve, J.M. (2003). Cassava root yields and culinary qualities as affected by harvest age and test environment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83(4): 249-257.
- Nweke, F.I. (1996). Transformation du manioc en Afrique subsaharienne: Implication pour l'expansion de la production du manioc. *La Recherche à l'IITA, Ibadan, Nigeria* 12: 17-37.
- Padonou, S.W., Hounhouigan, J.D. and Nago, C.M. (2009). Physical, chemical and microbiological characteristics of lafun produced in Benin. *African Journal of Biotechnology* 8(14): 3320-3325.
- Safo-Kantanka, O. and Owusu-Nipah, J. (1992). Cassava varietal screening for cooking quality: relationship between dry matter, starch content, mealiness and certain microscopic observations of the raw and cooked tuber." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 60: 99-104.
- Tiky-Mpondo, G. (2001). Effets de la réfrigération et de la durée de conservation sur les caractéristiques sensorielles et la transformation des racines de manioc. *Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones- Agricultures* 10(6): 401-404.
- van Oirschot, Q.E.A., O'Brien, G.M., Dufour, D., El-Sharkawy, M. A. and Mesa, E. (2000). The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80(13): 1866-1873.



Analyse du jeu des acteurs sociaux impliqués dans la mise en œuvre de la stratégie de réduction de la pauvreté 2011-2015 au Bénin

Ingrid Sonya Mawussi ADJOVI*, Karl Martial NASSI, Timothée Codjo TOGBE

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Reçu le 30 Décembre 2014 - Accepté le 10 Décembre 2015

Game analysis of the social actors involved in the implementation of the poverty reduction strategy 2011-2015 in Benin

Abstract: With a methodological approach focusing on individual interviews and questionnaires whose major trends were analyzed using the MACTOR software, the observations made on the basis of investigations carried out with 114 people in Cotonou and Parakou in 2011 and updated in 2013 reveal the reality of the balance of power between social actors. In Benin, several categories of actors have been identified as stakeholders in the development process. As part of this research, five types of actors are identified. These are the State, Civil Society Organizations, Technical and Financial Partners, town halls and populations. These actors have interactions that cause them to interfere with the country's development trajectory. After a short presentation of the communes of Parakou and Cotonou, the present research describes the history of the connection between the main actors before presenting the results of the application of the analysis of the game of the social actors according to the method of Michel Godet, in the implementation of the third generation of the Poverty Reduction Strategy in Benin (2011-2015). And from there to deduce the utility, indeed, the need for strategic forward thinking for sustainable human development.

Key words: Development ; Game ; Actors ; Foresight ; Benin.

Résumé : En utilisant une démarche méthodologique mettant l'accent sur des entretiens individuels et des questionnaires dont les tendances majeures ont été analysées grâce au logiciel MACTOR, les observations réalisées sur la base d'investigations menées auprès de 114 personnes à Cotonou et à Parakou en 2011 et actualisées en 2013 révèlent la réalité des rapports de forces entre acteurs sociaux. Au Bénin, plusieurs catégories d'acteurs ont été identifiées en tant qu'intervenants dans le processus du développement. Dans le cadre de cette recherche cinq types d'acteurs sont dégagés. Il s'agit de l'Etat, des Organisations de la Société Civile (OSC), des Partenaires Techniques et Financiers (PTF), des mairies et des populations. Ces acteurs entretiennent des interactions qui les amènent à interférer sur la trajectoire de développement du pays. Après une brève présentation des communes de Parakou et Cotonou, la présente recherche décrit l'historique de la mise en relation des principaux acteurs du développement du Bénin avant de présenter les résultats de l'application de l'analyse du jeu des acteurs sociaux selon la méthode de Michel Godet, dans la mise en œuvre de la troisième génération de la Stratégie de Réduction de la Pauvreté au Bénin (2011-2015). Et, partant de là de déduire l'utilité, voire, la nécessité d'une réflexion prospective stratégique pour un développement humain durable.

Mots clés : Développement ; Jeu ; Acteurs ; Prospective ; Bénin

1. Introduction

La pauvreté est une réalité au Bénin. Ce pays, comme la majorité des pays d'Afrique au sud du Sahara, est pauvre (Banque Mondiale 2008). La pauvreté est d'autant plus réelle au Bénin qu'elle revêt plusieurs dimensions. Elle est humaine, monétaire, liée aux conditions matérielles d'existence, inhérente à l'actif et au patrimoine du ménage, et à la perception générale du ménage sur son bien-être (INSAE/MPDEAP, 2007 : 7). Les résultats obtenus par l'Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des Ménages (EMICoV) confirment cette pluridimensionnalité de la pauvreté dans le pays : la moyenne de pauvreté monétaire est estimée à 37,4 % (INSAE/MPDEAP, 2007 : 7). Ainsi, une importante partie de la population béninoise subit de nombreuses privations et a des conditions de vie difficiles et précaires. C'est ce qui justifie l'existence de nombreux mécanismes de lutte contre la pauvreté au Bénin. Il s'agit notamment des activités de survivance des populations et de la mise en œuvre par l'Etat de stratégies de développement. Les activités génératrices de revenus sont des stratégies déployées par les populations pour leur survie. Ces activités participent de l'économie informelle.

Ces dernières années, les principales stratégies de développement adoptées et mises en œuvre par le Bénin sont : les Objectifs Stratégiques du Développement et les trois générations de stratégies de réduction de la pauvreté : Stratégie de Réduction de la Pauvreté (SRP) 2003-2005, Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (SCRP) 2007-2009, et la Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (SCRP) 2011-2015 (République du Bénin, 2010, XIII) actuellement en cours.

La volonté d'agir maintenant pour changer l'avenir met l'homme au centre du processus du changement social. C'est dans cette perspective que la participation de l'Etat, des partenaires techniques et financiers (PTF), des collectivités territoriales décentralisées et des populations aux actions initiées dans le cadre de la mise en œuvre des stratégies de réduction de la pauvreté interpelle cette recherche.

Cette réflexion sociologique est une tentative d'explication du comportement des acteurs sociaux impliqués dans le mécanisme de réduction de la pauvreté au Bénin de façon général, mais plus spécifiquement dans la mise en œuvre de la SCRP 2011-2015.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre théorique

L'acteur social est l'individu qui agit, c'est « celui qui change son environnement matériel et social, en transformant la division du travail, les modes de décision, les rapports de domination et les orientations culturelles » (Farro

2000 :129). Ainsi, « le processus par lequel l'acteur agit en fonction de buts, de raisons ou d'intentions significatives pour lui est ce que nous appelons la capacité d'agir des acteurs [...]. Les acteurs agissent à l'intérieur d'un système d'action qu'ils contribuent à construire mais qui, tout en même temps les détermine » (Duperre 2004 : 14).

2.2. Cadre méthodologique

Trois principales techniques de collecte des données ont été retenues dans le cadre de cette étude. Ces techniques varient selon la nature et la source des informations. La première concerne les sources documentaires. Il s'agit de la technique de synthèse de documents dont le but est de dégager des derniers documents de stratégie de développement du Bénin, les principales actions en vue du développement du pays et de la résolution des problèmes liés à la pauvreté. Il s'agit principalement du DSRP, du DSCRP et des OSD.

L'observation des habitudes et comportements du groupe cible "populations" des villes de Cotonou et de Parakou a permis de comprendre leurs motivations. L'unité de recherche retenue est composée des personnes actives occupées dans diverses activités. Cette technique a été réalisée grâce à une grille d'observation. La collecte des informations des sources orales a été réalisée par entretiens et questionnaires. Des entretiens individuels semi-directifs pour préserver la confidentialité des informations fournies et établir un climat de confiance avec les informateurs. Plusieurs guides d'entretiens ont aidé à cette collecte. Ces guides d'entretiens sont organisés autour de différentes rubriques définies en fonction de la catégorie de l'informateur. Ces entretiens de 40 minutes ont permis de comprendre chacun des différents acteurs intervenants dans la problématique du développement et de circonscrire leurs relations avec les autres acteurs du développement au Bénin. En ce qui concerne les populations, un questionnaire standard leur a été administré. Cet outil devant permettre de mesurer leur niveau de participation aux actions de l'Etat et des dispositifs de développement.

La collecte des données a été réalisée par la technique de choix raisonné. Le détail de cet échantillon de 114 individus se retrouve dans le tableau 1.

Tableau 1: Echantillonnage

Groupe cible	Cotonou	Parakou	Total
	Effectif	Effectif	Effectif
Responsables de directions ministérielles, départementales ou communales	3	3	6
Responsables de dispositifs de développements (ONG, IMF, associations, programmes, projets, etc.)	5	5	10
Responsables d'organisations internationales partenaires au développement	6	0	6
Populations	46	46	92
Total	60	54	114

Source : Données de l'étude, 2013

*Auteur correspondant : samysonya@yahoo.fr, BP 123 Parakou, Bénin

Tél : +229 9586 2252

Copyright © 2015 Université de Parakou, Bénin

Pour la première phase de la recherche, la collecte proprement dite des données a commencé par la ville de Parakou et a duré du 05 au 09 janvier 2011 ensuite, à Cotonou, entre le 11 et le 15 janvier 2011. Cette collecte a été réalisée par une équipe de recherche parallèlement sur les deux sites. Dans le but de rédiger cet article, une nouvelle descente sur le terrain a été effectuée du 10 au 16 février 2013 à Parakou, puis du 18 au 23 février 2013 à Cotonou.

L'analyse des relations entre les différents acteurs sociaux identifiés a été réalisée grâce au logiciel Mactor développé par l'Institut d'Innovation Informatique pour l'Entreprise 3IE à la suite d'une demande du Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation (LIPSOR) qui a permis la réalisation des différentes matrices d'entrée et de sortie des données.

Les difficultés rencontrées sont relatives aux limites de la méthode Mactor. En effet, la mise en œuvre de la méthode Mactor nécessite de recueillir d'abord des informations auprès des acteurs clés. Ces derniers sont réticents à fournir des informations relatives à leurs projets stratégiques et à leurs moyens d'actions externes au système. C'est l'appréciation du chercheur qui lui permet de déterminer les niveaux d'importance des objectifs stratégiques des acteurs et l'échelonner les valeurs des matrices d'entrées.

3. Résultats et discussion

3.1. Présentation des villes de Cotonou et de Parakou

Avec une superficie de 79 km², la ville de Cotonou est la capitale économique du Bénin, le lieu par excellence de commercialisation des produits provenant des quatre coins du pays, de la sous-région et du monde. Cotonou, à l'instar de Parakou, est l'une des trois communes à caractère particulier du Bénin. Elle représente à elle seule, le département du Littoral.

Avec ses 139 quartiers de ville regroupés en 13 arrondissements, Cotonou est le plus grand centre urbain du pays (INSAE 2011). Sa population estimée, à 665 100 habitants (RGPH3) serait actuellement de 862 445 habitants (prévisions 2010 – source INSAE). La ville de Cotonou a plusieurs fonctions dont celles de centre commercial et de lieu de résidence de la majorité des organismes publics et de la société civile, qu'ils soient nationaux ou internationaux. Sur le plan démographique, Cotonou tire essentiellement sa population des régions voisines (Sèmè-Kpodji et Abomey-Calavi). Sa population a assisté à un accroissement de 8,26% entre les recensements de 1961 et de 1979. Cet accroissement a connu un ralentissement (3,89%) entre 1979 et 1992 et est tombé à environ 2,07% entre 1992 et 2002 avec la baisse de l'exode rural (Mairie de Cotonou, 2003 : 3).

La commune de Parakou se trouve à 9° 21' de latitude Nord, à 2°36' de longitude Est à une altitude moyenne de 350 m et présente un relief assez modeste. Elle présente un aspect vallonné où l'on observe une succession de croupes ayant généralement un sommet arrondi, surtout dans les régions anciennement cultivées (Afrique Conseil, 2006 : 10).

Parakou est une commune à statut particulier constituée de trois arrondissements et 41 quartiers de ville. La commune est administrée par un conseil municipal de 25 membres ayant à sa tête le Maire. Tout comme Cotonou, la population de Parakou est composée de plusieurs groupes sociaux provenant d'autres régions du pays.

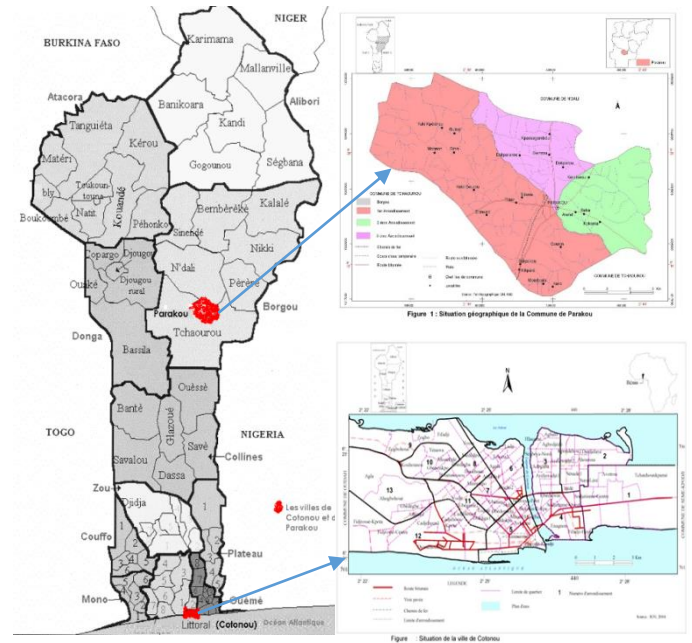


Figure 1 : Situation des villes de Cotonou et de Parakou au Bénin

Source : Réalisé d'après, Carte administrative du Bénin (Sonagon, 2004) ; cartes de Parakou et de Cotonou (IGN, 2004)

Parakou, la capitale régionale du nord Bénin, est située au centre de la République du Bénin dans le département du Borgou, à 407 km de Cotonou et s'étend sur 441 km. Elle constitue un important carrefour des grands axes routiers (Cotonou-communes et pays de l'hinterland). La population de la commune de Parakou s'estimait à 149 819 habitants en 2002 (RGPH3), cet effectif était de 194 247 habitants en 2010 (prévisions 2010 – source INSAE). Les trois quarts de cette population sont installés dans la zone véritablement urbanisée, le reste se retrouvant dans les périphéries de la ville (Afrique Conseil, 2006 : 13). Parakou est une commune à statut particulier constituée de trois arrondissements et 41 quartiers de ville. La commune de Parakou abrite plusieurs groupes linguistiques : Batonou, Fon, Dendi, Yoruba, Otamari, Yom, Lokpa, Peuhls, Adja et des groupes sociaux étrangers. La première religion est l'Islam, on observe aussi la présence des régions chrétiennes et endogènes.

La population de Cotonou est composée de divers groupes ethniques dont les plus dominants sont les Fons, les Gouns, les Yoruba, les Mina, les Adja et les Toffin. Ces divers groupes ethniques pratiquent diverses religions dont les religions chrétiennes dominent : catholique 57,8%, Protestante méthodiste 4,2%, autres religions protestantes 1,5% et autres chrétiens 7,8% selon le RGPH3. Après le christianisme, vient l'Islam (14,2% selon le RGPH 3). Plusieurs

autres religions s'observent à Cotonou dont les religions endogènes et le Christianisme Céleste (syncrétisme). En dehors de ces groupes autochtones, on rencontre aussi à Cotonou des groupes sociaux des autres ethnies du pays et de diverses nationalités. Mais comment les acteurs clés du développement sont-ils entrés en relation au Bénin ?

3.2. Historique de l'entrée en relation des acteurs clés du développement du Bénin

Depuis les indépendances, le Bénin a entamé une marche vers le développement. Ce processus a conduit le pays à mettre en œuvre une grande diversité de modèles de développement. C'est ainsi qu'après le modèle libéral, le modèle marxiste, etc. (confère annexe 1 : Répertoire des principales stratégies de développement du Bénin) ont été les guides directives de l'action en développement. Ces dernières années, le pays a opté pour les stratégies de réduction de la pauvreté dont la mise en œuvre se fait au Bénin par 3 stratégies : la SRP, la SCRP et les OSD. Les divers entretiens avec les personnes ressources ont permis de collecter des informations relatives à l'origine des modèles de développement au Bénin. En effet, ces informations ont permis de comprendre ce qui a motivé l'élaboration par le Bénin d'abord de la SRP, puis de la SCRP et des OSD, ainsi que le rôle joué par chaque catégorie d'acteurs dans le processus. C'est ainsi que pour un responsable du Ministère du développement interrogé, chaque gouvernement a la liberté de choisir son itinéraire de développement et donc la stratégie à suivre ou encore le programme d'action à mettre en œuvre. Voici un extrait de cet entretien :

✓ Encadré 1 : Extrait d'entretien

« Il faut savoir que chaque nouveau Gouvernement qui vient essaie de voir comment il peut s'inspirer des documents de stratégies déjà existants. Actuellement, le Bénin est en train d'organiser l'atelier de validation de l'opérationnalisation du Bénin Alafia 2025. Le gouvernement actuel s'est inspiré du document Alafia 2025 pour faire un pont avec les OMD en réalisant le document des OSD. [...] Un pays ne peut pas prendre une stratégie qui ne provient pas de lui-même ! A part ça, je sais que le Bénin a réalisé des exercices participatifs associant les populations et la société civile pour l'élaboration de ces stratégies. Mais je n'étais pas encore en fonction à ce moment-là et mon prédécesseur est à la retraite. Ces stratégies sont évaluées au fur et à mesure, on apporte des corrections. C'est comme ça que la SRP est devenue la SCRP qui après avoir été évaluée donne naissance à la troisième génération de SCRP. Mais le document est actuellement en cours d'élaboration et n'a pas été encore validé. »

Source : Données de terrain, 2013

Les relations entre le Bénin et ses partenaires étrangers datent d'avant la colonisation. Mais, après les indépendances, ces relations ont pris un nouveau tournant durant les années 1980. La naissance des organisations de la société civile

remonte à cette époque. Il en est de même pour la dynamisation du secteur privé du pays.

✓ Encadré 2 : Les origines de l'intervention de l'Etat en tant que développeur au Bénin et rôle des bailleurs de fonds

La décennie qui a suivi les indépendances a vu l'établissement de l'Etat comme principal promoteur et gestionnaire du processus de développement économique et social en Afrique. Cependant, l'échec enregistré par l'Etat béninois dans ce rôle qui lui avait été attribué a conduit les bailleurs de fonds plus de dix ans après, à constater l'inadéquation de la planification aux réalités africaines. Ainsi, la crise économique des années 80 a conduit les bailleurs de fonds à réduire les plans de développement de longue durée à des programmes sectoriels de plus courte durée. Désormais méfiants vis-à-vis de l'Etat, vers la fin des années 80, les bailleurs recherchent de nouveaux interlocuteurs non gouvernementaux : la société civile.

Source : D'après Les ONG et le secteur informel en Afrique : Quels types de relations et pour quel but ? (Cheaka, 1998 : 80-85)

Il ressort de ce document que les bailleurs de fonds ou PTF de l'Etat, bien qu'étant hors du système Bénin, détiennent le pouvoir de guider la trajectoire de développement et les grandes décisions prises par les dirigeants du pays dans ce sens. Ce pouvoir consiste en leur puissance financière et technologique. Mais quelles sont les origines des OSC au Bénin ?

✓ Encadré 3 : Les origines de la société civile au Bénin

Au Bénin, les réformes économiques et politico-institutionnelles adoptées à la faveur des Programmes d'Ajustement Structurel ont permis l'émergence du projet de constitution d'une société civile en libérant une main d'œuvre directement mobilisable. C'est ainsi qu'à Cotonou, les réformes de la fonction publique ont suscité un dégraissage des effectifs de la fonction publique générant ainsi une nouvelle catégorie sociale appelée : "déflatés" ou "compressés". Certains vont "se lancer" dans les associations de type ONG, rejoints par de nombreux "diplômés sans emploi". La création d'ONG faisait partie de l'arsenal stratégique de l'auto-emploi au même titre que l'insertion dans l'économie informelle. Ces ONG se sont lancées dans tous les domaines du développement du pays à la faveur des financements des bailleurs de fonds. C'est ainsi que grâce aux partenaires étrangers, le rapprochement s'est fait entre l'Etat et les institutions de la société civile autour de la problématique du développement.

Source : D'après « Société civile et nouvelle gouvernance au Bénin. Quelques réflexions illustrées à partir de l'analyse du nouveau secteur ONG à Cotonou » - In Participations et médiations. Bulletin de l'APAD. (Pirotte, 2008)

La société civile comprend non seulement les ONG, mais également les organisations confessionnelles et religieuses, les chefferies traditionnelles, les organisations socioprofessionnelles, les associations, les organisations de médias, et les organisations syndicales. L'encadré précédent montre comment les bailleurs de fonds se retrouvent également au cœur de l'existence même des OSC puisque ces dernières sont financées par les PTF. En ce qui concerne la décentralisation, voici ce qu'en dit un auteur :

✓ Encadré 4 : Les origines de la décentralisation et des municipalités au Bénin

Le processus de décentralisation, entamé en 2003 avec l'installation des premiers conseils communaux et municipaux a connu de nombreuses difficultés dans sa mise en œuvre. L'État central a entraîné les pieds pour transférer ses compétences. Quand celles-ci ont été transférées, les communes n'ont pas pu les exercer, d'une part parce que l'État central continue de définir et de mettre en œuvre les politiques sectorielles, d'autre part parce que les communes n'ont encore reçu ni les ressources financières, ni les compétences techniques et humaines nécessaires pour leur permettre d'exercer les compétences que leur donne la loi.

Source : D'après Bénin - Démocratie et participation à la vie politique : Une évaluation de 20 ans de « Renouveau démocratique (Badet, 2010 : 14).

Pourtant, le processus de décentralisation a commencé bien avant l'année 2003. En effet, la Conférence nationale des forces vives de la nation tenue à Cotonou du 19 au 28 février 1990 qui consacrait l'avènement de la démocratie au Bénin a fait plusieurs recommandations dont la plupart ont été entérinées dans la Constitution du 11 décembre 1990. Au nombre de ces dernières, figure la loi n° 97-028 du 15 janvier 1999 portant organisation de l'administration territoriale de la République du Bénin.

Encadré 5 : Le fondement juridique de la décentralisation au Bénin

Loi n° 97-028 du 15 janvier 1999 portant organisation de l'administration territoriale de la République du Bénin :

Article premier : L'administration territoriale de la République est assurée par les autorités et services déconcentrés de l'Etat et par les collectivités territoriales décentralisées dans le cadre défini par la présente loi.

Les circonscriptions administratives de la République du Bénin sont les départements.

Il est créé une collectivité décentralisée dénommée la commune.

D'autres collectivités décentralisées peuvent être créées par la loi.

Source : D'après Recueil des lois sur la décentralisation (MISAT/Bénin, 2000 : 2)

Après avoir étudié l'origine des relations qui existent entre l'Etat, les PTF, les OSC, les collectivités territoriales dé-

centralisées et les populations à la base, il est important de comprendre les processus d'intervention au Bénin.

3.3. Calcul du rapport de force

Les divers acteurs cités se retrouvent autour de l'enjeu que constitue le développement au Bénin. Ainsi, leur objectif commun est de conduire le Bénin vers un état de développement effectif de façon à réaliser la vision de développement énoncée dans le document Bénin Alafia 2025 : « Le Bénin est, en 2025, un pays-phare, un pays bien gouverné, uni et de paix, à économie prospère et compétitive, de rayonnement culturel et de bien-être social » (PNUD et MECCAGPDPE/ Bénin, 2000 : 109).

3.3.1. Matrice des Influences Directes (MID)

La Matrice d'Influences Directes Acteurs/Acteurs (MID) est élaborée à partir des stratégies des acteurs et décrit les influences directes entre acteurs. C'est un tableau croisé qui permet d'affecter des valeurs allant de 0 à 4 aux niveaux d'influences d'un acteur social "i" sur un acteur social "j". Dans ces combinaisons, on part de l'hypothèse selon laquelle l'influence qu'un acteur a sur lui-même est nulle donc "0".

Les influences sont notées de 0 à 4 suivant l'importance des actions d'un acteur sur les autres acteurs du système. On pose :

Tableau 2 : Matrice des Influences Directes

MID		Etat	Organisations de la Société Civile	Partenaires Techniques t Financiers	Populations	Autorités municipales
Etat		0	4	1	4	3
Organisations de la Société Civile		3	0	1	4	3
Partenaires Techniques t Financiers		4	4	0	1	2
Populations		1	1	0	0	2
Autorités municipales		3	3	1	4	0

© LIPSOR-EMT-ACTOR

- 0 : Pas d'influence
- 1 : Processus opératoires
- 2 : Projets
- 3 : Missions
- 4 : Existence

Après l'analyse des informations recueillies auprès des différents groupes cibles, voici la matrice qui se dégage :

Les résultats obtenus, analysés dans la matrice des influences directes révèlent que sans l'Etat, ni les OSC, ni les populations ne peuvent exister. On observe aussi que l'Etat a une très forte influence sur la raison d'existence des collectivités territoriales décentralisées (les mairies). De leurs côtés, les OSC agissent fortement sur l'Etat en évaluant ses actions et en l'appuyant. En ce qui concerne les PTF, ils influent fortement l'Etat, les OSC et dans une moindre ampleur les mairies. Quant aux populations, elles n'influent

presque pas sur les autres acteurs, ce sont elles qui subissent les actions provenant des autres acteurs sociaux du système.

3.3.2. Matrice des Positions Valuées (2MAO)

La Matrice des Positions Valuées Acteurs X Objectifs (2MAO) décrit pour chaque acteur à la fois sa position évaluée par rapport à l'objectif collectif qu'est le développement. La construction de la Matrice des Positions Valuées se fait en affectant des points allant de 1 à 4 aux différents acteurs impliqués dans le développement au Bénin. La valeur de ces points représente l'importance du développement et son incidence sur les conditions d'existence de l'acteur. Ainsi, plus le point affecté est élevé, et plus il est important que le pays se développe pour l'acteur. Ainsi, l'acteur peut avoir plusieurs positions par rapport à l'atteinte du développement au Bénin : favorable, défavorable, opposé ou neutre. Le signe (+) indique que l'acteur est favorable et le signe (-) indique qu'il est opposé à l'objectif. On pose :

Tableau 3 : Matrice des Positions Valuées

2MAO		Développement
Etat	3	
Organisations de la Société Civile	3	
Partenaires Techniques t Financiers	1	
Populations	4	
Autorités municipales	3	

© LPSOR-EPTA-MACTOR

- 0 : l'objectif est peu conséquent ;
- 1 : L'objectif met en cause les processus opératoires (gestion, etc. ...) de l'acteur ;
- 2 : L'objectif met en cause la réussite des projets de l'acteur / L'atteinte de l'objectif est indispensable à ses projets ;
- 3 : L'objectif met en cause l'accomplissement des missions de l'acteur ;
- 4 : L'objectif met en cause l'acteur dans son existence / L'objectif est indispensable à l'existence de l'acteur.

La matrice qui se dégage des informations collectées sur le terrain se présente comme suit :

L'enjeu que constitue le développement semble être plus important pour les populations que pour les autres catégories d'acteurs. Ainsi, bien qu'ils soient tous favorables à l'objectif commun que représente le développement du pays, la position des populations est plus forte, puis vient celle des mairies, de l'Etat au niveau central et des OSC. Les PTF sont les derniers, c'est-à-dire ceux pour lesquels le développement du Bénin, bien que souhaité n'est pas la primauté.

Les matrices, plans et histogrammes de résultats
 Les matrices, plans et histogrammes de résultats sont les valeurs obtenues après des calculs ou des croisements. Ce sont les résultats obtenus grâce au logiciel Mactor.

3.3.3. Matrice des Influences Directes et Indirectes (MIDI)

La matrice MIDI permet de repérer les influences directes et indirectes entre acteurs. L'intérêt de cette matrice est d'apporter une vision plus complète du jeu des rapports de force (un acteur pouvant limiter l'éventail des choix d'un second en agissant sur lui à travers un acteur relais). L'utilisation de l'opérateur "somme" pour le calcul de MIDI ne permet pas de conserver dans cette nouvelle matrice la signification de l'échelle des intensités adoptée pour évaluer les influences directes dans MID. Les valeurs contenues dans MIDI donnent malgré tout une bonne idée de l'importance des influences directes et indirectes entre acteurs. Deux indicateurs sont calculés à partir de MIDI :

- le degré d'influence directe et indirecte de chaque acteur (Ii, par sommation sur les lignes) ;
- le degré de dépendance directe et indirecte de chaque acteur (Di, par sommation sur les colonnes).

Tableau 4 : Matrice des Influences Directes et Indirectes

	Etat	Organisations de la Société Civile	Partenaires Techniques t Financiers	Populations	Autorités municipales	Influence nette
Etat	8	9	3	12	9	33
Organisations de la Société Civile	8	8	3	11	9	31
Partenaires Techniques t Financiers	10	11	3	11	9	41
Populations	4	4	3	4	4	15
Autorités municipales	8	8	3	11	9	30
Dépendance nette	30	32	12	45	31	150

© LPSOR-EPTA-MACTOR

Les valeurs figurant dans ce tableau représentent les influences directes et indirectes des acteurs entre eux : plus le chiffre est important plus l'influence de l'acteur sur l'autre acteur est importante.

3.3.4. Plan des influences et dépendances entre acteurs

Le plan des influences et dépendances fournit une représentation graphique du positionnement des acteurs en fonction de leurs influences et dépendances directes et indirectes nettes (Ii et Di). Ce positionnement est automatiquement calculé par le logiciel Mactor.

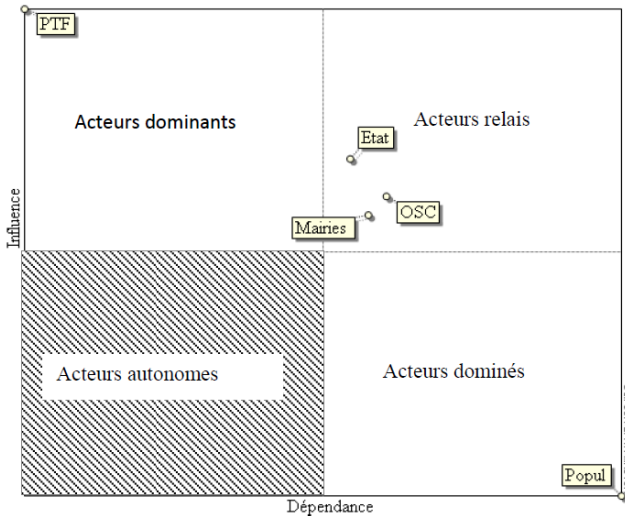


Figure 2 : Influences dépendances entre acteurs
Source : Données de la recherche, 2013

La figure ci-dessus présente le plan des influences-dépendances qui schématise les rapports de force entre acteurs du développement au Bénin. Selon le principe de l'analyse du jeu des acteurs de type Mactor de Michel Godet, il est compartimenté en quatre sections : acteurs dominants, acteurs autonomes, acteurs relais et acteurs dominés. Les acteurs dominants disposent d'une influence forte sur les autres sans être eux-mêmes fortement influencés par ces derniers. Les acteurs dominés sont fortement influencés par les autres et disposent de peu de pouvoir dans le système. Les acteurs relais sont à la fois fortement influents et fortement dépendants. En d'autres termes, ils disposent de moyens d'action pour mener à bien leurs projets mais sont également sous l'influence des actions que déploient sur eux les autres acteurs. Enfin, les acteurs autonomes sont à la fois faiblement influents et faiblement dépendants. Ils subissent très les actions des autres acteurs et de la même influencent très peu ces derniers.

Il ressort de ce graphique que les PTF bien que n'intervenant pas directement dans la mise en œuvre du développement au Bénin sont les acteurs dominants du système. Bien que parfois certains d'entre eux déclarent ne s'occuper de l'appui-conseil tandis que d'autres préfèrent réaliser directement leurs interventions sur le terrain.

Ce sont eux qui mènent le jeu. Les OSC, les mairies et l'Etat apparaissent comme des acteurs relais tandis que les populations sont les acteurs dominés du système. Il est important de noter que dans ce jeu d'acteurs, il n'y a pas d'acteurs autonomes.

Cela se justifie d'autant plus qu'il y a une interdépendance entre les acteurs qui sont tous concernés par le développement du pays, même si c'est à des degrés divers.

3.3.5. Balance Nette des Influences (BN)

La balance nette des influences directes et indirectes mesure pour chaque couple d'acteurs le différentiel des influences directes et indirectes. En effet, chaque acteur exerce

(reçoit) des influences directes et indirectes d'ordre 2 sur (de) chaque autre acteur. La balance nette des influences va indiquer pour chaque couple d'acteurs le surplus d'influence exercée ou reçue. Lorsque la balance est positive (signe +), l'acteur *i* (sur les lignes de la matrice BN) exerce plus d'influences directes et indirectes sur l'acteur *j* (sur les colonnes de la matrice BN) qu'il n'en reçoit de cet acteur. Il est en situation inverse lorsque la balance est négative (signe -). On calcule ensuite pour chaque acteur le différentiel total des influences directes et indirectes en sommant les balances nettes de ses influences sur les autres acteurs.

Tableau 5 : Balance Nette des Influences

	Etat	Organisations de la Société Civile	Partenaires Techniques et Financiers	Populations	Autorités municipales	Somme des lignes
Etat		1	-7	8	1	3
Organisations de la Société Civile	-1		-8	7	1	-1
Partenaires Techniques et Financiers	7	8		8	6	29
Populations	-8	-7	-8		-7	-30
Autorités municipales	-1	-1	-6	7		-1

Ces valeurs sont des entiers relatifs. Le signe (+) indique que l'acteur exerce plus d'influence qu'il n'en reçoit. Le signe (-) indique que l'acteur exerce moins d'influence qu'il n'en reçoit. Ainsi, à la lecture de la Balance Nette des Influences, il est possible de conclure que les PTF exercent plus d'influence sur tous les autres acteurs tandis que la population est la catégorie d'acteurs la plus influencée.

3.3.6. Vecteur de rapports de force MIDI

La Matrice des Influences Directes et Indirectes (MIDI) comporte deux types d'informations intéressantes :

- les influences directes et indirectes qu'un acteur *i* a sur un acteur *j* (MIDI)_{ij} avec *i*!=*j* et qui sont équivalentes (par définition) aux dépendances directes et indirectes de l'acteur *j* par rapport à l'acteur *i* ;
- les influences indirectes d'un acteur *i* sur lui-même qui passent par un acteur relais et que l'on appelle rétroaction (MIDI)_{ii}.

Le rapport de force d'un acteur sera d'autant plus élevé que son influence sera élevée, sa dépendance faible et sa rétroaction faible. En effet, ne vouloir considérer que l'influence relative d'un acteur pour mesurer son rapport de force est insuffisant : un acteur peut très bien avoir à la fois une influence très forte, une dépendance également très forte et en même temps une rétroaction importante : son rapport de force sera alors très faible. Par contre, un acteur ayant une influence moyenne, mais une dépendance et une rétroaction nulle, aura un rapport de force important. Le rapport de force d'un acteur permet d'apprécier son poids relatif dans la régulation du jeu. Plus il est élevé, plus l'acteur pèse dans le jeu : plus il est faible, moins l'acteur est en position de défendre ses intérêts.

Tableau 6 : Estimation des rapports de forces entre acteurs

	Rapports de force MIDI
Etat	0,98
Organisations de la Société Civile	0,85
Partenaires Techniques t Financiers	2,20
Populations	0,21
Autorités municipales	0,77

© LIPSOR-EPITA/MACTOR

L'histogramme des rapports de force MIDI est construit à partir du vecteur des rapports de force MIDI.

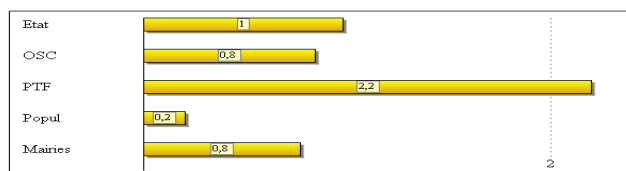


Figure 3 : Histogramme des rapports de force entre acteurs
Source : Données de la recherche, 2013.

Les PTF détiennent le rapport de force le plus élevé (2,2), ce qui confirme le plan des influences et dépendances entre acteurs élaboré ci-dessus. Les acteurs relais que sont l'Etat, les OSC et les mairies n'ont pas les mêmes pouvoirs. C'est ainsi qu'à l'intérieur du système Bénin, c'est l'Etat qui détient la plus grande autorité (0,98). Il est suivi par les OSC (0,85) et les mairies (0,77). Les interventions de l'Etat en faveur du développement ne peuvent être appréhendées qu'à la lumière des relations entre les acteurs sociaux impliqués dans le développement au Bénin ; ce qui confirme la première hypothèse de recherche. Il est important de rappeler à ce niveau que seulement quelques grandes catégories d'acteurs du développement ont été retenus d'une part, et d'autres part, selon que les acteurs de type PTF sont des partenaires bilatéraux ou multilatéraux, leurs attitudes sont susceptibles de modifier les rapports de forces obtenus dans la présente étude.

3.4. Utilité de la prospective stratégique pour le paradigme du développement Humain Durable

La prospective est née de plusieurs préoccupations toutes centrées sur l'avenir. Par exemple : Que ferons-nous demain? Quel sera le sort de notre continent, de notre pays, de notre entreprise, de métier? Que faire pour que demain nous soit plus favorable ?

C'est la stratégie, qui avait pour fonction de répondre à ces questions. Sa démarche consistant à analyser l'existant, à en valoriser les contenus les plus porteurs, à centrer l'action et surtout l'entreprise sur ses domaines d'excellence, conserve sa pertinence mais ne répond plus de façon satisfaisante aux questions soulevées. Aussi, a-t-elle perdu de son répondant dans un monde marqué par de profondes mutations où la quête du mieux-être rime avec la qualité de vie plus qu'une hypothétique croissance économique, où la plupart des sociétés du présent sont reconfigurées en fonction de dynamiques internes et externes aux systèmes et qu'émerge, dans la confusion, de nouveaux contextes économiques, politiques, culturels, environnementaux, technologiques sans oublier le poids considérable de la dimension genre. C'est le besoin de mieux répondre dès aujourd'hui aux préoccupations de demain qui a conduit la démarche prospective à s'imposer en analyse stratégique. Avant d'être une discipline, la prospective est une attitude. Selon Godet (1991 : 6), « Face aux incertitudes et aux potentialités de l'avenir, trois attitudes sont possibles. "Passive" (subir le changement), "réactive" (attendre le changement pour réagir) et prospective dans le double sens de la "pré-activité" et de la "pro-activité". La préactivité, c'est se préparer à un changement anticipé, lors que la proactivité, c'est agir pour provoquer un changement souhaité ». Dans cette perspective, l'homme devient l'acteur du changement. Pour l'auteur, « Quoiqu'il en soit, la prospective constitue bien une anticipation (préactive et proactive) pour éclairer l'action présente à la lumière des futurs possibles et souhaitables. Se préparer aux changements prévisibles, n'empêche pas d'agir pour provoquer les changements souhaités. Dans la logique du triangle grec1, le bleu de l'anticipation ne peut se transformer en vert de l'action qu'avec le jaune de l'appropriation par les acteurs concernés » (Godet : 2007, 5). Dans les pratiques managériales, l'analyse stratégique classique se cantonnait à faire le diagnostic de l'environnement en termes de forces, faiblesses, opportunités et menaces. Les incertitudes et les déterminants environnementaux ne peuvent à eux seuls induire le changement. C'est ce qui a conduit les réflexions à associer la démarche prospective à l'analyse stratégique : d'où la prospective stratégique. C'est ainsi que Godet (2007 : 9) affirme que la prospective stratégique est un « concept des années 90 où l'anticipation de la prospective est mise au service de l'action stratégique et du projet d'entreprise ». Ainsi, pour l'auteur, il est impératif de se poser cinq questions clés en prospective stratégique : Qui suis-je ? Que puis-je faire ? Que vais-je faire ? Comment le faire ? (Godet, 2007 : 11). Ces interrogations placent l'homme au cœur des décisions et des actions qui vont produire le changement autour de lui demain. Cette observation met toute réflexion prospective sous l'éclairage du paradigme du développement humain durable.

Au sommet de la terre en 1992 (Rio de Janeiro), la notion de développement a été complétée par le concept de durabilité (Biaou, 2005 : 5). On parle alors de développement durable, ou encore en anglais de *sustainable development*. Il

s'agit de mettre l'accent sur la dimension environnementale dans la mise en œuvre des processus de développement. A cet effet, le Rapport Brundtland, officiellement intitulé "Notre avenir à tous", affirme que « *Le développement durable, c'est s'efforcer de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures* » (CMED, 1987 : 34).

Dans cette ligne de pensée, le développement durable doit être complété par la notion de Développement Humain Durable (D.H.D). La définition en 1990 de la notion de « développement humain », du PNUD, basée sur les recherches de l'économiste Amartya Sen, est à l'origine de l'indicateur du développement humain (IDH), qui mesure la pauvreté selon des critères qualitatifs et sociaux plutôt que quantitatifs et économiques. En effet, dès les premières lignes du Rapport sur le développement humain de 1990, il est affirmé que « *les personnes sont la véritable richesse des nations. L'objectif de base du développement est de créer un environnement qui permette aux gens de mener une vie longue, en bonne santé et créative. Cela peut apparaître comme une vérité sommaire. Mais elle est souvent oubliée au profit d'une préoccupation pour l'accumulation des biens et la richesse monétaire* » (PNUD, 1990 : 9). Placer l'acteur au cœur du développement, c'est comprendre d'abord les relations entre acteurs d'un système, préalable nécessaire à la maîtrise des autres paramètres porteurs de développement. Aussi, les acteurs clés du processus du développement au Bénin ont-ils une importance indéniable par rapport à la trajectoire suivie et aux futuribles. Leurs catégories vont au-delà des acteurs identifiés dans le cadre de cette réflexion et que sont l'Etat, les OSC, les collectivités territoriales décentralisées, les PTF et les populations. Il est important de mentionner l'importance du secteur privé dans son ensemble, des acteurs du monde scientifique et de la recherche, les détenteurs du savoir endogène, les mouvements politiques, les médias, etc.

Toute réflexion orientée vers le futur dans une perspective prospectiviste n'étant pas de la divination ou un oracle à des limites. La principale difficulté de la prospective réside dans le fait que sa mise en œuvre doit être, pour l'essentiel, assurée au sein même de l'organisation ou du système étudié et non pas de l'extérieur avec la distance que cette démarche imposerait. Les contraintes de l'environnement extérieur sont conjuguées avec celles du système pour dégager des aspirations qui peuvent ne pas refléter réellement la réalité des besoins des acteurs du système. La prise en compte des incertitudes liées à toute réalité humaine rendent encore plus sensibles les résultats d'une étude prospective. L'art de la prise de décision qui fonde le développement et donc le devenir d'un pays, d'un système, d'une organisation ou d'un groupe social, vu les exigences actuelles du monde doit se réinventer autour de l'impératif prospectif. C'est la nouvelle mission du chef d'Etat, du gestionnaire de projet, du dirigeant d'une organisation, en un mot du décideur : la construction de l'avenir.

4. Conclusion

Agir sur un groupe social aux fins de provoquer des mutations positives durables et équitables sur les plans techniques, démographiques, sociales, sanitaires, etc., c'est le développer. Dans le cadre de cette recherche, la compréhension du processus du développement au Bénin passe par l'analyse des jeux qui animent les acteurs sociaux. Cinq catégories d'acteurs ont été identifiées en tant qu'intervenants dans le processus du développement au Bénin. Il s'agit de l'Etat, des OSC, des PTF, des mairies et des populations. C'est ainsi que la mise en œuvre de la méthode MACTOR a permis de comprendre que les PTF, acteurs dominants, ont le plus de pouvoir sur le développement du système Bénin. Les acteurs relais que sont l'Etat, les OSC et les mairies n'ont pas les mêmes pouvoirs que ces derniers. Bien que l'Etat soit plus puissant que les OSC qui à leur tour ont un rapport de force élevé par rapport aux mairies. Les acteurs dominés dans ce jeu étant les populations. La démarche prospectiviste met un éclairage nouveau sur l'acteur, ses aspirations, ses choix et sa capacité de se mobiliser pour la réalisation de sa vision de l'avenir. Une telle perspective relève du paradigme du développement humain durable.

CONFLIT D'INTERET

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

RÉFÉRENCES

- Afrique Conseil et Mission de Décentralisation, 2006, Monographie de la commune de Parakou. Cotonou, 44.
- Badet, G., 2010, Bénin - Démocratie et participation à la vie politique : Une évaluation de 20 ans de « Renouveau démocratique ». Dakar : Open Society Initiative for West Africa : 212.
- Banque Mondiale/Bénin, 2008, Fiche pays. Consultable à l'URL : <http://go.worldbank.org/5X0A859XI0>. [Consulté le 14/02/2011].
- Biaou, G., 2005, Dimension économique et sociale du développement humain, Université d'Abomey-Calavi/CIFRED : Imp. CPU, 284.
- Cheaka, A. T. et Nangbé, F., 1998. Les ONG et le secteur informel en Afrique: Quels types de relations et pour quel but? Londres : Ed. IIED : 80-85.
- CMED / l'ONU, 1987, Rapport Brundtland. Consultable à l'URL : www.stephanedefis.com/arch/brundtland.pdf . [Consultée le 08/10/2012].
- Duperre, M., 2004, L'organisation communautaire : la mobilisation des acteurs collectifs, Québec : Ed. Presses de l'Université Laval, 144.
- Farro, A., 2000, Les mouvements sociaux : diversités, action collective et globalisation, Montréal : Ed. Presses Universitaires de Montréal, 260p.

- Godet, M., 2006. Creating futures: scenario planning as a strategic management tool. Paris: Ed. Economica :1-47.
- Godet, M., 1991. L'avenir autrement. Paris: Ed. Armand Colin, 207.
- Godet, M., 2006, Creating futures: Scenario planning as a strategic management tool. Paris : Ed. Economica, 2ème édition, Colin, 348.
- Godet, M., et Durance, Ph., 2007, Prospective stratégique : Problèmes et méthodes. Paris : Ed. Gerpa, 3ème édition, Collection Cahiers du LIPSOR - Cahier n°20 : 95.
- INSAE/ MPDEAP /Bénin, 2007. Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des Ménages (EMICoV) Bénin 2006 – Rapport de synthèse, Cotonou : Ed. INSAE, 25.
- INSAE/MCPPD/Bénin, 2003, Synthèse des résultats du Troisième recensement général de la population et de l'habitation – RGPH3). Cotonou : Ed. INSAE, 36.
- INSAE/MCPPD/Bénin, 2003. Synthèse des résultats du Troisième recensement général de la population et de l'habitation. Cotonou : Ed. INSAE, 36.
- INSAE/MDAEP, 2011, Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des Ménages – EMICoV suivi 2010 : Principaux indicateurs. Cotonou, Mairie de Cotonou, 2003, Tableau de bord social de la ville de Cotonou. Cotonou : GTZ-INSAE, 111.
- MISAT/Bénin, 2000, Recueil des lois sur la décentralisation. Cotonou, 161
- Pirotte, G. et Poncelet, M., 2008, «Société civile et nouvelle gouvernance au Bénin. Quelques réflexions illustrées à partir de l'analyse du nouveau secteur ONG à Cotonou.». In Le bulletin de l'APAD, n° 26, Gestion des ressources naturelles. Participations et médiations.
- PNUD, 1990, Rapport mondial sur le développement humain 1990, Paris : Ed. Economica, 128.
- PNUD et MCCAGPDPE/Bénin, 2000, Etudes nationales de perspectives à long terme (NLTPS) : Bénin-2025 Alafia (Stratégie de développement du Bénin à long terme). Cotonou : PRCIG-NLTPS-Bénin/96/001, 235.
- République du Bénin, 2006, Orientations stratégiques de développement du Bénin 2006-2011 : le Bénin émergent. Cotonou : 85.
- République du Bénin, 2007, Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (SCRP) – Version finale. Cotonou : 131.
- République du Bénin, 2010, Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (SCRP 2011-2015). Cotonou : 189.
- République du Bénin, Commission Nationale pour le Développement et la Lutte contre la Pauvreté, 2002, Stratégie de Réduction de la Pauvreté (SRP) 2003-2005. Cotonou : 123.



Connaissances ethnozoologiques et importance de l'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius amphibius*) pour les populations du Nord-Est Bénin : Implication pour sa conservation et sa valorisation durable

Josué KPETERE¹, Sedjro Gilles Armel NAGO^{1,2,3}, Armand K. NATTA^{1*}, Laurent HOUSSOU^{2,3}, N'gna Thimothée KEITA¹

¹Laboratoire d'Écologie, de Botanique et de Biologie végétale, (LEB), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

²Ecole Nationale Supérieure d'Aménagement et de Gestion des Aires Protégées (ENSAGAP), Université de Parakou, Bénin

³Laboratoire d'Écologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Reçu le 29 Août 2015 - Accepté le 13 Septembre 2015

Ethnzoological Knowledge and importance of hippopotamus (*Hippopotamus amphibius amphibius*) for populations in North-East Benin: implications for its sustainable conservation and management

Abstract: Hippopotamus is the second biggest mammal after elephant in the protected areas of Benin. Its populations in these special areas dedicated to biodiversity conservation are seldom known and promoted. In order to fill the gap of knowledge on the importance of Hippopotamus and its organs and products, we undertook an ethnozoological survey among 81 people in 4 villages (Bensékou, Gbarana, Zougou-Pantrossi and Dougoulaye) from the Bariba and Boo ethnic groups in the "Trois Rivières" Protected Forest (North-Eastern Benin). The Hippopotamus is known in the study area for its food, medicinal, cultural, touristic, spiritual and mystico-magic, and ritual hunting values. In 2014, three sites (Icikpena, Kosinno Kaa et Louana Kaa) had 16 hippopotamus individuals, living in groups of 2 to 8 individuals. Fifteen (15) diseases were healed by the organs and products of the species, among which epilepsy, scabies, bones injuries and itching. Adults of the Boo ethnic group had more knowledge on the species than the Bariba ones. The relation human - hippopotamus varied according to age and sex. The variety in ethnozoological knowledge, anthropic disturbance and stress on the habitats, showed the strengths but also the weaknesses of conservation and sustainable management potentials of the species in the study area. Therefore we suggested the implementation of a participatory management plan based on the conservation of the hippopotamus as flagship species. This plan could be built on banning poaching, the promotion of ecotourism, monitoring of the species habitats and numbers, the creation of a community based protected area for all habitats important for biodiversity conservation in the region.

Keywords: Hippopotamus ; Ethnzoology ; Conservation, "Trois Rivières" Forest ; Ecotourism ; Benin.

Résumé : L'hippopotame est après l'éléphant le plus grand mammifère présent dans les aires protégées du Bénin. Ses populations dans ces zones dédiées à la protection de la biodiversité sont peu connues et valorisées. Pour comprendre l'importance de l'hippopotame, de ses organes et produits pour les populations riveraines des aires protégées, en particulier celles riveraines de la Forêt Classée des Trois Rivières au Nord-Est Bénin, une enquête a été réalisée auprès de quatre-vingt et une (81) personnes réparties dans quatre (04) villages (Bensékou, Gbarana, Zougou-Pantrossi et Dougoulaye) au sein des communautés Bariba et Boo. Dans le milieu d'étude, l'espèce est connue pour ses valeurs aux plans alimentaire, médicinal, culturel, touristique, spirituel, magico-thérapeutique et pour la chasse rituelle. En 2014, trois (03) sites (Icikpena, Kosinno Kaa et Louana Kaa) abritaient 16 individus d'hippopotames répartis en 4 groupes de 2 à 8 individus. Au total 15 maladies ou affections sont traitées par les organes ou produits d'hippopotame ; il s'agit des crises d'épilepsie, de la gale, des traumatismes des os, des douleurs articulaires, des entorses, de la démangeaison, de la fièvre, du rhumatisme, de la faiblesse des os, du retard de croissance chez les enfants, des maladies infantiles, des maladies orthopédiques, des anti-mauvais sorts, de l'endurance aux combats et des portes bonheurs. Les produits sont utilisés seuls ou en association avec des produits végétaux ou animaux. Plusieurs organes et produits sont utilisés et entrent dans la composition des médicaments. L'usage des produits de l'hippopotame est plus élevé chez les adultes Boo et Bariba. La relation homme - hippopotame dans la région diffère aussi selon l'âge et le sexe. La diversité des connaissances ethnozoologiques sur l'hippopotame, l'utilisation variée de ses organes et produits, les pressions anthropiques et naturelles dénotent tant des atouts que des faiblesses pour la conservation et la valorisation de l'espèce dans le milieu d'étude. Pour une conservation et une gestion durable de l'espèce et de ses habitats, l'étude suggère la mise en œuvre d'un plan d'action incluant les populations locales à la conservation des hippopotames qui tiendra compte de l'interdiction de la chasse, la valorisation des potentialités écotouristiques de la région, les suivis participatifs des habitats et des effectifs et la création d'une Aire Protégée Communautaire pour tous les habitats de l'hippopotame et des autres espèces d'importance pour la biodiversité dans la région.

Mots clés : Hippopotame ; Ethnzoologie ; Conservation ; Forêt des Trois Rivières ; Ecotourisme ; Bénin.

1. Introduction

Les milieux naturels africains constituent, pour les populations locales, un domaine vital aux plans écologique, économique et social. Ils représentent d'importants réservoirs de biodiversité. Leur disparition s'est accentuée ces dernières décennies avec la croissance démographique, les besoins en produits alimentaires dont la viande de brousse, au point de menacer les civilisations, aux populations peu nombreuses, qui en sont largement tributaires (Daniel, 1992). Parmi les ressources potentielles de ces milieux naturels, la faune tient une place de choix (Wolf, 1991 ; Brousseau, 1992). Dans certaines régions en Afrique et dans le monde, certains groupes socio-culturels contribuent à la conservation des espèces de faune à travers les croyances religieuses dont elles font l'objet (Kpétééré, 2009 ; Akpona *et al.*, 2008 ; Kpéra *et al.*, 2014). Ainsi des efforts de conservation de cette faune ont été motivés par la préoccupation que suscitait la raréfaction ou la quasi-extinction de certains gros animaux (Asibey, 2009). Dans le même temps, les habitats de cette faune se dégradent progressivement en raison de l'extension des cultures, du déboisement et de l'ouverture de zones jusqu'alors inaccessibles. De nos jours, toutes les espèces de mammifères sauvages, à l'exception des petits rongeurs, sont surexploitées en Afrique de l'Ouest (Asibey, 2009). Par exemple, au Ghana, l'hippopotame nain (*Choeropsis liberiensis*) a été exterminé et le lamantin (*Trichechus senegalensis*) est menacé et classée comme une espèce vulnérable (VU) par l'UICN.

Au Bénin, les espèces comme *Loxodonta africana*, *Lycodon pictus*, *Damaliscus lunatus korrigum* sont aussi des espèces menacées, intégralement protégées et classées en Catégorie A (espèces rares et menacées d'extinction) selon la loi 2002-16 du 18 octobre 2004 portant régime de la faune en République du Bénin (RB, 2004) ; la chasse et la capture étant prohibées pour les espèces classées dans cette catégorie. Dans la région des 'Trois Rivières', un dénombrement de la faune effectué en 2008 a révélé que les paramètres caractérisant la diversité faunique et l'abondance des espèces présentaient des valeurs faibles (PGFTR, 2010). Cette situation est encore plus préoccupante pour l'hippopotame commun au Bénin. Dans le Mono, l'effectif de l'espèce est en nette régression (Amoussou, 2002). Cette situation est, selon Djego *et al.* (2012), due aux effets de la dégradation ou de la disparition des habitats forestiers, associés à la forte pression de chasse. Or, la fragmentation géographique des populations d'hippopotames plaide pour une conservation de l'espèce site par site car chaque population pourrait être unique de par son patrimoine génétique (Noirard et Gigot, 2008 ; Dibloni *et al.*, 2010). L'hippopotame commun comprendrait 3 à 5 sous-espèces difficiles à distinguer sur le

terrain (Eltringham, 1993 ; Okello *et al.*, 2005). L'espèce présente au Bénin est l'*Hippopotamus amphibius amphibius* (Hippopotamidae) (Lamarque, 2002). Certaines régions du Bénin se sont cependant révélées comme des refuges et des habitats de choix de l'hippopotame. On retrouve les hippopotames du Nord au Sud du Bénin notamment dans le complexe des parcs "W-Pendjari" (Dibloni *et al.*, 2010), dans l'Ouémé Supérieur et l'Okpara (PGFTR, 2007 ; Kpétééré, 2009), dans les forêts classées de Wari Maro et Monts Kouffé (PAMF, 2006), dans le fleuve Mono (Amoussou, 2002), dans la Sota, dans certains affluents comme la Bouli (zone de Gogounou) (PGFTR, 2010) et dans la Mékrou (Sinsin *et al.*, 2004). Ainsi, seuls six (6) aires protégées sur les cinquante-huit (58) que compte le Bénin abritent des populations d'hippopotames. Dans la région des 'Trois Rivières', l'espèce est menacée par la dégradation de son habitat (Assogbadjo *et al.*, 2011).

L'implication des populations pour la conservation des espèces de faune est une des stratégies de conservation de la diversité biologique qui se fonde en partie sur les valeurs écologique et économique mais aussi sur la valeur culturelle et symbolique. En effet, les populations apprécient les ressources biologiques de manières différentes (Ghattas, 1993). Les comportements des individus et leurs actions, influencent leur environnement et assurent le contact entre les systèmes écologiques et sociaux (Byers, 1997). Dans la zone d'Affon (Nord Bénin), des liens spirituels ont été établis entre la population locale et les mares aux hippopotames et vénérés par leurs adeptes (Kpétééré, 2009) ; cette sacralisation des mares a conféré aux espèces une valeur culturelle qui a contribué à sa conservation. L'étude des interactions homme-faune fournit donc des informations sur ces systèmes, afin de mieux comprendre le contexte et les motivations intrinsèques de la consommation et de la gestion des ressources naturelles pour influencer les comportements et promouvoir la durabilité (Caspary *et al.*, 2001). C'est pourquoi, il est important de connaître les us et coutumes des populations locales afin d'en tenir compte dans la gestion de la faune. Le présent travail vise comme objectif à documenter les connaissances ethnozoologiques et la structure des populations de l'espèce dans la région des « Trois Rivières ». Ceci permettra de proposer des approches de solutions pour la conservation et la valorisation durable de l'espèce au Nord-Est du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

La zone d'étude est la région des 'Trois Rivières' au Nord-Est du Bénin, à cheval sur les départements du Borgou et de l'Alibori. Elle est limitée : au Nord par les Communes de Kandi et Ségbana, au Sud par celle de Nikki, à l'Est par la commune de Kalalé et à l'Ouest par Gogounou et Bembéréké. Elle couvre entièrement la Forêt Classée des Trois Rivières, d'une superficie de 259 600 ha et ses terroirs riveraines (Figure 1). Le principal cours d'eau est la rivière

* Auteur Correspondant : armand.natta@gmail.com, B.P. 123 Parakou, Bénin, Afrique de l'Ouest, Tél. : +229 9776 3438.
Copyright © 2015 Université de Parakou, Bénin

Sota, affluent du fleuve Niger. Ses deux principaux affluents, que sont Tassiné et Bouli, traversent la forêt dans ses parties centrales et Ouest avant de rejoindre la rivière Sota en aval de la forêt. La moyenne annuelle des précipitations varie de 1000 à 1200 mm. Les températures y sont élevées mais pas excessives (Min 21°5, Max 32°7) (PGFTR, 2010). La végétation est constituée de forêt galerie, de savane arbustive, de savane arborée, de savane boisée et de forêt claire. On y rencontre également quelques plantations (teck, vergers de manguiers) et de vastes étendues de terres agricoles et de jachères. Les principales essences qu'on trouve dans les savanes sont : *Detarium microcarpum*, *Isoberlinia* spp, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Combretum* spp. Dans la galerie forestière, on rencontre *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpa*, *Khaya senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Vitex* spp. (PGFTR, 2010). La zone regorge d'importantes ressources fauniques, notamment des primates (*Papio anubis*, *Erythrocebus patas*, *Chorocebus tantalus*), des artiodactyles (*Tragelaphus scriptus*, *Ourebia ourebi*, *Phacochoerus aethiopicus*), des rongeurs (*Thryonomis swinderianus*, *Xerus erythropus*, *Cricetomys gambianus*) et des reptiles (*Varanus varanus*, *Crocodylus niloticus*, etc.).

L'hippopotame est le plus grand mammifère de la zone. La zone des 'Trois Rivières' est la plus importante en matière de conservation de la diversité biologique dans la région et est encadrée par 48 villages ou hameaux avec une population estimée à plus de 126.685 habitants riverains (INSAE, 2013), soit environ 25% de la population totale de ses quatre (04) communes riveraines (Ségbana, Bembèrèkè, Kalalé et Gougounou). Les ethnies les plus représentées sont les Bariba et Boo.

2.2. Présentation de l'hippopotame

L'hippopotame commun est un mammifère artiodactyle, appartenant à la famille des Hippopotamidae qui comprend deux genres (les *Choeropsis* et *Hippopotamus*). L'hippopotame commun a un corps arrondi ; sa peau nue, très épaisse, grise brune, est riche en glandes à mucus. Il a une tête énorme portée par un cou large et court qui se termine par un museau carré. Les yeux et les oreilles relativement petits sont situés presque sur le sommet du crâne. La gueule est largement fendue et armée d'incisives et de canines très développées pouvant atteindre 1 mètre (suivant la courbure) et peser 4 kg (Alden *et al.*, 2001 ; Amoussou, 2002). La longueur totale d'un hippopotame mâle varie entre 320 - 420 cm tandis que celle de la femelle varie entre 280 - 370 cm ; la hauteur au garrot du mâle est comprise entre 140-165 cm, et celle de la femelle entre 130 - 145 cm ; le poids total du mâle varie entre 1500 - 3200 kg et celui de la femelle entre 1350 - 2500 kg. La gestation dure 225 à 257 jours avec généralement un seul petit par portée (Haltenorth, 1985 ; Alden *et al.*, 2001).

Les habitats les plus propices pour les hippopotames sont les cours d'eau (rivières, fleuves, lacs, étangs, mares) ayant

des berges plates, bancs de sable et prairies aisément accessibles. Ils préfèrent les eaux troubles, les mares de boue en fin de saison sèche, une température de l'eau de 18 à 35°C. Ils évitent les berges densément boisées, abruptes et rocheuses ainsi que les eaux à fort courant. (Alden *et al.*, 2001). Les hippopotames sont des herbivores. Les espèces végétales les plus appréciées sont *Andropogon africanus*, *Andropogon ascinosidis*, *Andropogon gayanus*, *Cissampelos mucronata*, *Cyperus distans*, *Cyperus haspan*, *Digitaria horizontalis*, *Echinochloa stagnina* (Dibloni *et al.*, 2012). Les hippopotames sont de mœurs semi-aquatiques, sociales et très sédentaires, facilement observables dans les points d'eau qu'ils fréquentent. Ils font des plongées de 1 à 5 minutes ou plus lors de leurs repos dans l'eau. L'hippopotame est très placide et peut être facilement habitué à l'homme surtout quand le processus d'habituation commence avec des animaux jeunes (Lamarque, 2004). Cependant, il reste dangereux s'il est blessé, dérangé ou si l'on s'interpose entre lui et sa mare. (Alden *et al.*, 2001 ; Amoussou, 2002).

2.3. Détermination de l'abondance des hippopotames dans les trois rivières

Au cours de la phase exploratoire, des entretiens ont été organisés avec les chasseurs à Dougoulaye, Zougou-Pantrossi, Garana et Bensékou pour identifier les mares aux hippopotames. Des sections de cours d'eau qui abritent les hippopotames ont été identifiées sur les principaux cours d'eau de la région et des dénombrements par comptage ont été planifiés pour la phase de collecte de données intensive. La méthode de dénombrement terrestre pour le comptage des hippopotames sur des sections de cours d'eau est la plus appropriée lorsque la visibilité est faible (Ngog, 1988 ; Onyeanus, 1996 ; Dédé, 2007 ; Gomsé, 2007). Cette méthode requiert une équipe de trois personnes qui marchent le long du cours d'eau et marquent des arrêts (points d'observation) de 15 à 30 minutes pour recueillir des données sur la présence, le comportement, la structure des groupes d'animaux et l'état de leurs habitats. Les inventaires ont été réalisés les matins entre 7 h et 12 h (heures du retour des hippopotames des gagnages), et les soirs entre 14 h et 15 h (heure de départ pour les gagnages). Les données sur la structure et le comportement des hippopotames comprennent entre autres, le nombre d'individus, le nombre de troupeaux et leurs activités sur la berge et dans l'eau. Trois comptages sont faits par point d'observation à intervalle de 7 min. La moyenne est retenue pour le nombre d'individus dans le point. Les autres données recueillies sont l'heure d'observation et les coordonnées géographiques du point d'observation.

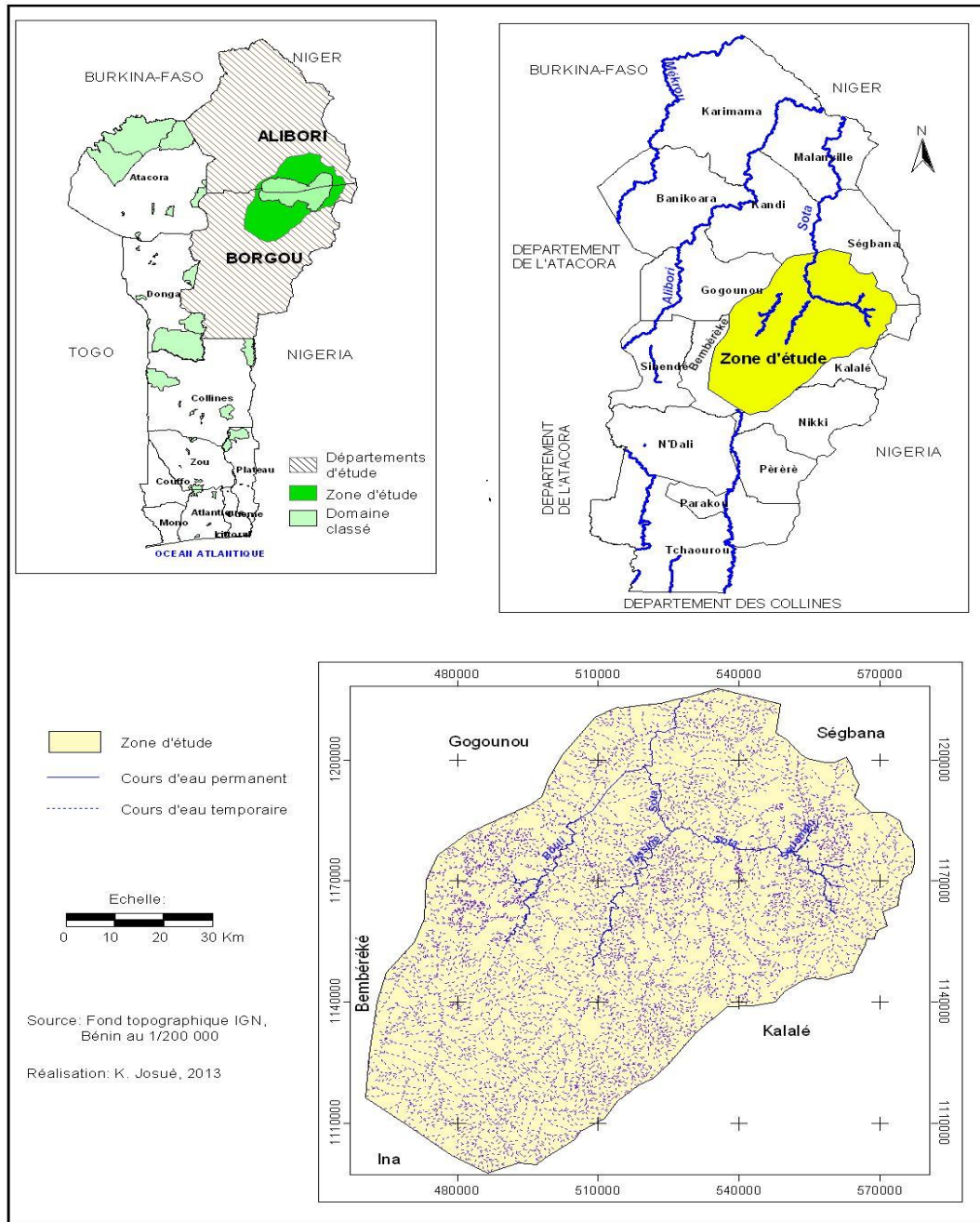


Figure 1: Localisation de la région d'étude, région des 'Trois Rivières', au Nord-Est Bénin
 Figure 1 : Study area, "Trois Rivières" region, in North-Eastern Benin

Les paramètres suivants ont été calculés :

- L'Indice Ponctuel d'Abondance (IPA), nombre d'hippopotames par point du cours d'eau, suivant la formule :

$$IPA = NE / PCE,$$

avec NE = le nombre d'hippopotames observés ; et PCE = nombre de points d'observation du cours d'eau.

- L'abondance moyenne \bar{X} des hippopotames par mare suivant la formule :

$$\bar{X} = \frac{\sum NE}{\sum Go};$$

$\sum NE$ = nombre d'individus observés et

$\sum Go$ = nombre total de groupes.

2.4. Structure selon l'âge et le sexe de la population d'hippopotames

L'âge et le sexe représentent deux variables démographiques fondamentales qui sont ordinairement prises en compte dans l'analyse de toutes les caractéristiques d'une population (Sinsin *et al.*, 2006). La structure par âge et sexe d'une population, à un moment donné, est la résultante des choix temporels des individus en matière de procréation et de

l'intensité des flux migratoires. Pendant l'inventaire trois différentes classes d'âge (adultes, sub-adultes et juveniles) ont été déterminées. L'épaisseur de la tête est le principal critère utilisé pour distinguer les adultes ; la tête du mâle étant plus grande et la femelle souvent accompagnée d'un petit (Gomsé, 2007 ; Kpétééré, 2009). La structure par âge et par sexe des hippopotames a été représentée sous forme d'histogramme. Le sexe ratio est calculé en divisant le nombre d'hippopotames mâles par celui des femelles.

2.5. Connaissances ethnozoologiques sur les populations d'hippopotames

Un questionnaire a été utilisé pour évaluer les connaissances des populations sur l'hippopotame. L'enquête a été réalisée entre octobre et décembre 2014 auprès de 81 personnes (essentiellement des chasseurs) sous forme d'interview personnalisée dans quatre villages (i.e. Gbarana, Zougou Pantrossi, Dougoulaye), choisis en fonction de leur proximité des sites d'hippopotames ; et à Bensékou, village le plus proche des sites d'hippopotames (Tableau 1).

Les données collectées, ont été encodées dans le tableur Excel. Les fréquences des variables d'utilisation et les indices ethnozoologiques ont été calculés, suivant les formules de Lykke *et al.* (2004) présentées au Tableau 2. Ensuite, ces valeurs d'usage ont été regroupées par ethnie, par catégorie d'âge et par sexe pour tester les différentes variables qui influencent significativement l'utilisation de l'espèce.

Tableau 1: Répartition des populations par villages et par groupes ethniques.
Tableau 2: Distribution of populations by villages and ethnic groups.

Villages	Nombre d'enquêtés / ethnie		Nombre d'enquêtés / village
	Bariba	Boo	
Bensékou	13	12	25
Garana	5	12	17
Zougou pantrossi	12	2	14
Dougoulaye	13	12	25
Total	43	38	81

Tableau 2 : Indices ethnozoologiques estimés
Table 2 : The Estimated Ethno-zoological indices

Indices	Calculs	Description
Valeur d'usage de l'espèce $VU(i) = \frac{\sum_i^n si}{n}$	$\sum_i^n si$: somme des scores d'utilisation attribués par les répondants divisé par le nombre de répondants par catégorie d'usage (n)	déterminer la catégorie d'usage ayant une grande valeur d'utilisation.
VU Totale = $\sum_i^c vu$	VU Totale : somme des valeurs d'usage (vu) pour toutes les catégories d'usage	

Les tests non paramétriques de Kruskal Wallis et Mann Whitney ont été effectués pour mesurer le degré de significativité des connaissances et de l'utilisation des hippopotames selon l'âge et l'ethnie. Les statistiques des paramètres ethnozoologiques calculés sont comparées pour déterminer les variables sociodémographiques (ethnie, genre, âge,

niveau d'éducation, religion, situation matrimoniale) qui influencent les connaissances ethnozoologiques des populations. En outre, une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été utilisée pour analyser les relations entre les organes/parties utilisés et les affections humaines traitées.

3. RÉSULTATS

3.1. Abondance et structure des populations d'hippopotames dans les Trois Rivières

3.1.1. Effectifs des hippopotames

Le nombre d'hippopotames varie en fonction des sources. Les populations enquêtées estiment l'effectif des hippopotames de la zone des Trois Rivières à 50 individus répartis dans 08 mares (Tableau 3, Annexe) comprenant des mares permanentes et temporaires (de migration et/ou de reproduction). Ces populations ont identifié les cours d'eau de la Sota, Sota-Tassiné, Tassiné et Bouli comme ceux abritant en leur sein des hippopotames avec respectivement 03, 01, 02, et 02 sites d'occurrence pour ces cours d'eau identifiés. Des inventaires réalisés sur le terrain, seules trois (03) mares (Icikpena, Kosinno Kaa et Louana Kaa) abritent encore des hippopotames avec 16 individus répartis en 04 groupes respectivement constitués de 03, 08, 02 et 03 individus (Tableau 3, Annexe). Ces sites servent de séjour, de migration et/ou de lieux de reproduction aux hippopotames. Selon les riverains, les hippopotames auraient disparu de plusieurs

sites situés dans le Sud de la zone d'étude et sont actuellement plus présents dans la zone Nord. En somme, les résultats des inventaires et des enquêtes auprès des populations, montrent que la mare Icikpena demeure le plus important habitat des hippopotames dans la région des 'Trois Rivières'.

3.1.1. Structure selon l'âge et le sexe de la population d'hippopotames

La structure par classes d'âge de la population d'hippopotames dans la région des 'Trois Rivières' montre une prédominance des adultes (10 individus), suivis des jeunes (04 individus) et des subadultes (02 individus), soit 63%, 25% et 13% respectivement. La structure de la population d'hippopotames dans le milieu d'étude selon le sexe présente 05 mâles (31%), 7 femelles (44%) et 04 jeunes (25%) au sexe indéterminé (Figure 2). Le sexe ratio est de 1 mâle pour 1,4 femelles. La structure par mare des hippopotames présente Icikpena 1 et Icikpena 2 (mares ayant 81% des effectifs et 31% de femelle), comme principaux sites de conservation des hippopotames dans la région.

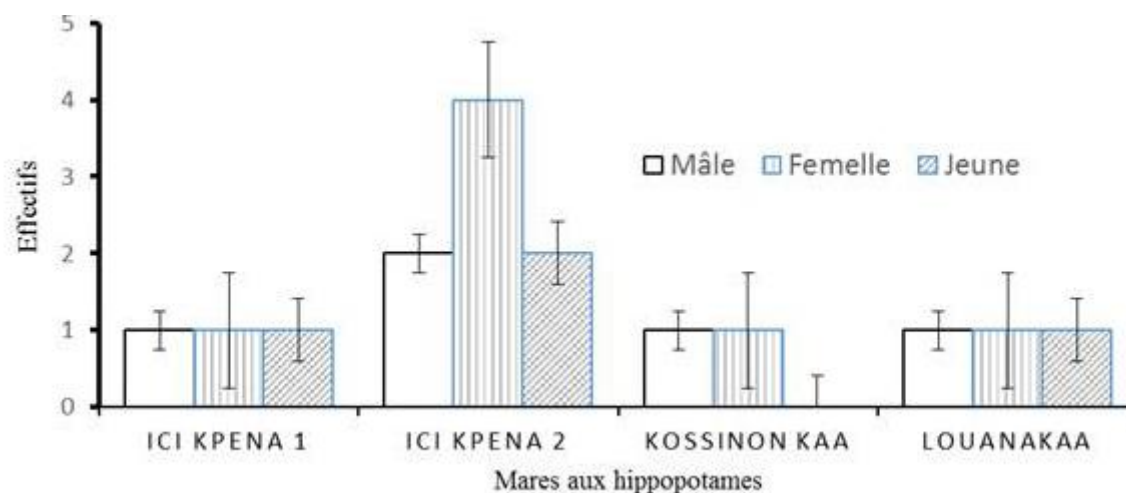


Figure 2: Structure des hippopotames par mare dans la région des 'Trois Rivières'

Figure 2: Structure of Hippopotamus per pond in the study area

3.2. Ethnozoologie de l'hippopotame dans la région des 'Trois Rivières'

3.2.1. Connaissances de l'espèce par les populations locales

L'hippopotame est une espèce bien connue dans la région d'étude. En effet, 40% des personnes enquêtées affirment avoir observé les indices de présence des hippopotames à savoir les crottes, les empreintes ou entendu leurs cris. Les différentes appellations de l'espèce des deux principaux groupes socio-ethniques du milieu d'étude (Bariba et Boo), dénotent du caractère massif, immense de l'animal dans les étangs où il ressemble plus à une grosse pierre flottante ou immergée (Tableau 4, Annexe).

Six principales formes d'utilisation de l'espèce ont été citées par les populations enquêtées. L'espèce est largement citée pour ses valeurs alimentaire (98,6% des citations), médicinale (94,4%), culturelle (86,1%) et touristique (83,3%). L'importance spirituelle et mystico-magique est plus l'apanage d'une famille, celle des « Yari » chez qui l'hippopotame représente une divinité à qui des offrandes, sacrifices et prières sont faits chaque année pour le bien-être des membres de la famille mais aussi du village. Cette valeur religieuse, interdit aux membres de cette famille de consommer la viande d'hippopotame. Enfin, la chasse rituelle à l'hippopotame représente la sixième forme d'utilisation de l'animal dans le milieu d'étude. Cette activité, qui est sacrée

et réservée strictement à certaines familles de la région, répond à des codes locaux oraux transmis de père en fils et a pour but de perpétuer certaines valeurs au sein de la lignée (cf. Tableau 5, Annexe).

3.2.2. Valeurs d'usages ethnozoologiques sur l'hippopotame

Au sein de la population enquêtée, les connaissances relatives à l'utilisation des organes ou produits de l'espèce sont très diversifiées au regard des valeurs d'usages ethnozoologiques pour les 04 principales utilisations tirées de l'hippopotame (alimentaire, médicinale, culturelle et touristique) (Tableau 6, Annexe). Les personnes adultes ont en général une plus grande connaissance des usages que les jeunes. Si pour la valeur alimentaire et médicinale, la valeur d'usage est nettement plus élevée chez les adultes, pour la valeur touristique, le niveau de connaissance entre les deux classes d'âge est pratiquement le même (VU Totale = 1,66 et 1,69). La promotion de telles activités peut donc facilement faire l'unanimité au sein de différentes classes d'âge afin de promouvoir et mettre en place une stratégie de conservation de l'espèce basée sur l'écotourisme. Pour la variabilité ethnique, la VU Totale est plus élevée chez les Boo et les Bariba. Cependant la différence entre le niveau de connaissance pour la culture est très faible (respectivement 1,19 et 1,23). Ainsi sur les plans alimentaire, médicinal et touristique, l'étude présente une valeur d'usage plus élevée dans le groupe ethnique Boo ; toutefois sur le plan culturel les valeurs d'usage sont très proches. Les Boo ont donc une plus grande connaissance des usages des produits d'hippopotame dans la région des 'Trois Rivières'. La mise en place d'une stratégie de conservation multiculturelle, la connaissance culturelle des Boo sur l'espèce doit être valorisée et partagée avec les Bariba qui ont avec les Boo des traits culturels proches. Les activités de sensibilisation sur l'importance des usages devront être plus orientées vers les jeunes. Cette cible de jeune prendra en compte aussi bien les femmes que les ethnies minoritaires qui n'ont pas été prises en compte dans le cadre de la présente étude.

3.2.3. Utilisation des organes et produits d'hippopotame pour la médecine et les rituels

Plusieurs organes ou produits d'hippopotame sont utilisés dans les divers usages cités par les populations (Figure 3). La peau est l'organe le plus utilisé (41,18%) ; suivi des os et de la graisse (19,61%). D'autres organes sont aussi utilisés surtout pour des usages magiques ou mystiques ; il s'agit surtout des phanères, des poils et de la queue de l'hippopotame. Les populations ont rapporté que posséder une queue d'hippopotame conférait à son détenteur un pouvoir magique ; c'est un signe de dignité et de respect. Les poils quant à eux sont utilisés dans la composition de produits porte-bonheur. Dans les "Trois Rivières", la chasse à but commercial de l'ivoire d'hippopotame n'a pas été citée ni pour son usage, ni pour sa valeur économique.

3.2.4. Maladies traitées par les organes et relations organes/affections humaines traitées

Au total 15 maladies ou affections sont traitées par les organes ou produits de l'hippopotame, seuls ou en association avec des produits végétaux ou animaux. Entre autres maladies/affections citées se trouvent les crises d'épilepsie, la gale, les traumatismes des os et les démangeaisons (Figure 4). D'autres utilisations sont faites dans le traitement de certaines affections du bétail. Ainsi, une solution aqueuse de crottes d'hippopotame augmente le pouvoir germinatif des semences de coton et d'igname. Un morceau d'os de l'hippopotame placé dans l'abreuvoir des bovins les supplémente en calcium. Aussi, dans la perception de la population, les produits et organes d'hippopotame sont-ils susceptibles d'éviter ou d'attirer le mauvais sort. Pour ce faire, des précautions sont prises lors de l'utilisation desdits produits à des fins magiques ou mystiques. Ainsi interdiction est faite de ramener la tête d'un hippopotame tué dans une agglomération. Cela pourrait provoquer les crises d'épilepsie chez les enfants.

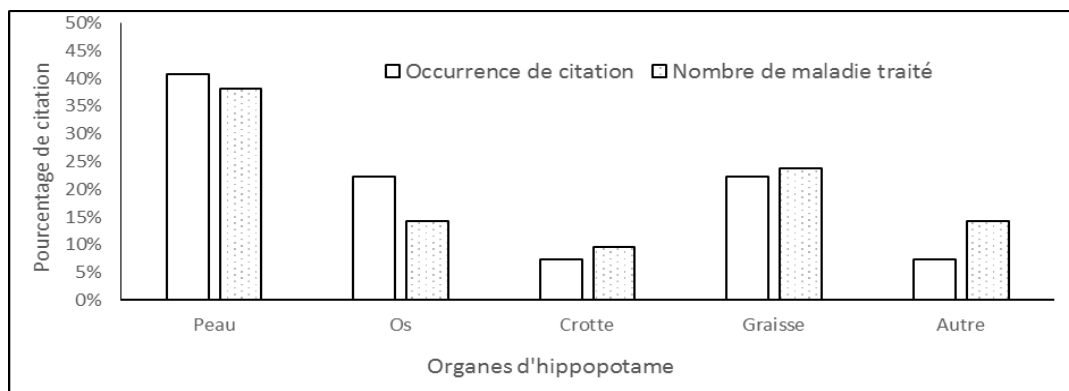


Figure 3 : Fréquence d'utilisation des organes et produits de l'hippopotame pour le traitement des maladies

Figure 3 : Utilisation frequency of organs for the diseases

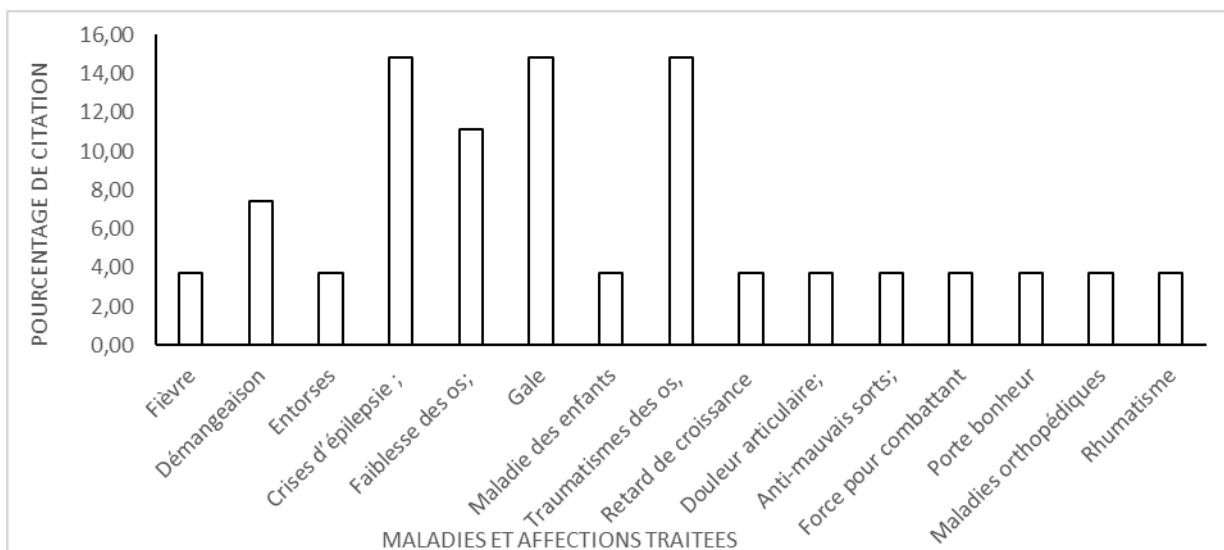


Figure 4 : Maladies traitées par les organes et produits d'hippopotame.
 Figure 4 : Diseases healed by the hippopotamus organs

Les relations organes/affections humaines traitées sont mises en exergue par l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) (Figure 5) où les deux premiers axes expliquent 80,51% de l'information contenue dans la matrice maladies par produit utilisé. Les crottes de l'espèce sont plus liées avec la croissance des enfants.

La graisse et l'os de l'hippopotame sont plus liés aux affections des os et l'entorse chez l'homme. La peau de l'hippopotame quant à elle, est plus liée au traitement de l'épilepsie, la démangeaison de la peau, la chance et aux potions magiques pour avoir la chance et renforcer la force lors des compétitions de lutte traditionnelle.

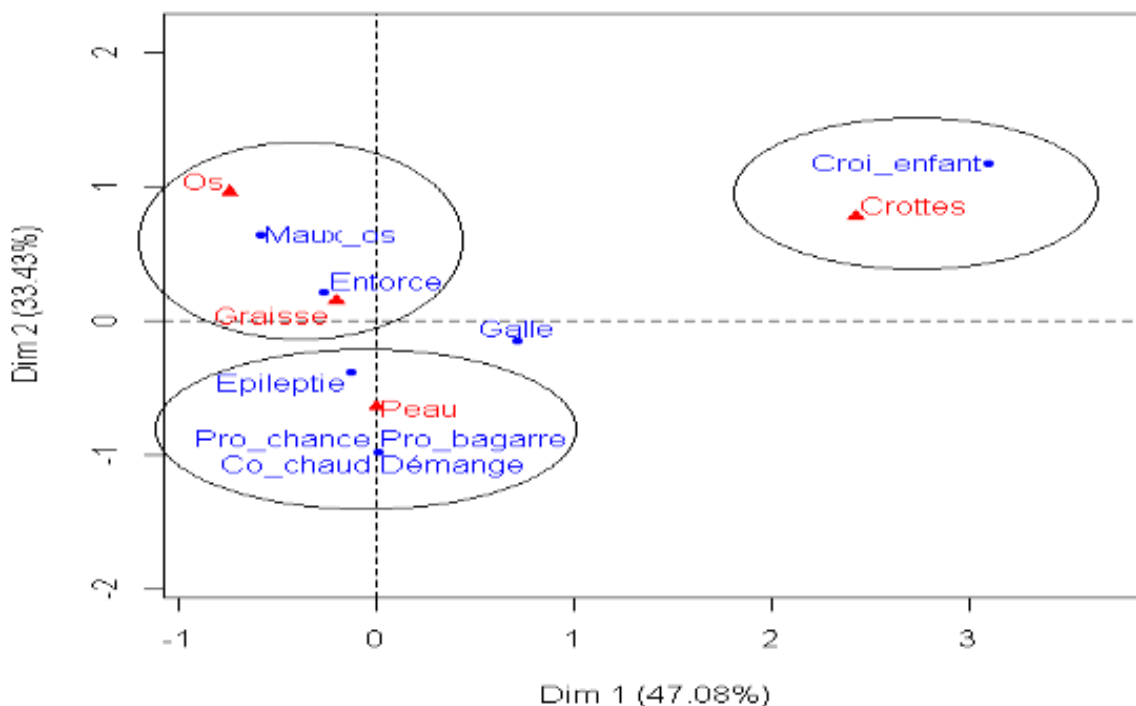


Figure 5 : Relation entre les produits d'hippopotames et les affections humaines traitées
 Figure 5 : Relation between the products of hippopotamus and the human diseases

4. Discussion

4.1. Abondance des populations d'hippopotames

L'effectif des hippopotames recensés lors de l'étude est de 16 dans la région des "Trois Rivières" contre une estimation de plus de 50 individus par les populations locales. Dans différents habitats du Bénin, des populations d'hippopotames ont été répertoriées. Dans le département des collines, 16 individus ont été signalés ; 24 dans le Borgou ; 30 dans l'Alibori ; 01 dans l'Atlantique ; 30 dans les zones humides du Mono et du Couffo (Amoussou *et al.*, 2006) ; 32 dans les mares d'Affon (Kpétééré, 2009), 04 en à Akogou dans la région d'Agbassa (Forêts classées de Wari-Marou, Monts Kouffé, PAMF 2006). L'effectif des hippopotames (16) dans notre milieu d'étude paraît faible par rapport à d'autres sites de plans d'eau d'Afrique de l'Ouest. En effet, il a été recensé 31 individus dans le Parc National du Bui de Black Volta au Ghana (Bennett *et al.*, 2000), 41 individus dans la Réserve de Biosphère de la Mare aux hippopotames au Burkina Faso (Dibloni *et al.*, 2010), 22 individus sur le complexe d'Orango en Guinée-Bissau (Larénie et Huet, 2006). Cependant, les plus grands effectifs d'hippopotames au Bénin se trouvent dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Nord-Ouest Bénin, avec quelques 1.010 individus, soit un total d'environ 1.128 pour le Bénin (Assogbadjo *et al.*, 2011).

Les populations d'hippopotames du milieu d'étude d'une part ont varié en effectifs entre 2010 et 2014, i.e. 18 individus selon PNUE-WCMC (2010) contre 16 en 2014 (notre étude). Dans cette région, les populations sont fragmentées en petits groupes de 2 à 8 individus. Amoussou (2002) rapporte que dans les lacs, mares et étangs du Mono/Couffo, les hippopotames peuvent mener une vie soit solitaire soit grégaire, avec des densités de 0,06 à 7,50 individus / km². Ce grégarisme apparaît selon Amoussou (2002) comme une stratégie pour minimiser leur vulnérabilité. Mais plusieurs auteurs ont déjà souligné que les hippopotames sont naturellement des animaux grégaires, capables de vivre en groupes de 10 individus en moyenne (Fradrich, 1972). Cependant les groupes d'effectifs plus importants présentent souvent des conditions de vie critique tandis que les groupes de petits effectifs sont une forme ou un moyen de dissimulation. En effet, les populations ont rapporté que les hippopotames des "Trois Rivières" sont très craintifs, capables de longues immersions et très cryptiques. Ce comportement a été déjà rapporté par divers auteurs (e.g. Fradrich, 1972 ; Ghiglieri, 1981 ; Onyeanus, 1996 ; Amoussou, 2002). En outre, ces auteurs notent que bien que les hippopotames soient des animaux sédentaires, leur migration devient régulière dans les localités où le braconnage et les conflits sont fréquents.

En lien avec ses mœurs, l'hippopotame est connu pour ses migrations saisonnières pour diverses raisons : concurrence sur la ressource, reproduction, sécurité pour les femelles et leurs petits, colonisation de nouveaux pâturages, occupation optimale de l'habitat, concurrence avec les animaux domestiques (plus rude en saison sèche), etc. (Abdourahmane, 1997). Les conséquences de ce faible effectif d'hippopotames observés dans la région des "Trois Rivières" impacte négativement sur la viabilité des populations

résiduelles à moyen et long terme face aux effets pervers de la variabilité climatique et des pressions anthropiques incontrôlées. Les populations des hippopotames dans les "Trois Rivières" peuvent donc être considérées comme des populations à risque. Le succès du maintien de cette population repose donc en partie sur l'effort de protection apporté aux adultes et à la protection de leurs habitats. Il est souvent recommandé des suivis réguliers des habitats et des effectifs par différentes techniques de dénombrement afin de générer des informations utiles pour la conservation de l'espèce

4.2. Ethnozoologie et utilisations des produits d'hippopotame

La diversité des connaissances et mythes sur l'hippopotame, la variété de l'utilisation, connue ou supposée, de ses organes et produits dénote tant des atouts (e.g. animal sacré, vénéré, totem, maléfique, ennemi des dieux dans la mythologie Egyptienne, etc. (Igboh, 1986 ; Onyeanus, 1996 ; Amoussou, 2002) que des faiblesses/handicaps (e.g. monstre, animal féroce, destructeur, qui inspire la peur, etc.) de l'espèce pour sa conservation et sa valorisation à des buts écotouristiques. Dans les mares d'Affon (Forêt Classée de l'Ouémé Supérieur, Centre Bénin), les mares sacrées qui abritent les hippopotames ont conféré à ces derniers le caractère sacré, d'où leur protection (Kpétééré, 2009). Le fait que l'hippopotame soit vénéré dans certaines familles comme chez les « Yari », constitue un atout important à valoriser pour sa conservation, comme c'est le cas de la sacralisation de 40 hippopotames du village Kalele (Etat de Sokoto, Nigeria) (Afolayan, 1980). Selon Igboh (1986) les croyances culturelles et religieuses, les interdits ont permis de conserver les hippopotames dans plusieurs autres contrées. L'hippopotame est encore considéré comme un animal totem, qu'on n'avait pas le droit de tuer, ni de manger. Yaokokore-beibro *et al.* (2010) a rapporté que pour les populations de Korhogo en Côte d'Ivoire, l'hippopotame est une espèce maléfique qui peut entraîner le déclin du village où vit le chasseur qui l'abat. Cette considération de l'hippopotame est surtout due au fait que les populations cherchent l'explication d'une situation naturelle à l'homme dans le comportement d'un animal. Nous sommes donc devant une espèce de mythologie animale qui fait appel à l'expérience concrète de l'homme dans son milieu (Rodrigue, 1979).

D'un autre point de vue, pour une frange de la population de la région des "Trois Rivières", l'hippopotame est une espèce féroce. Bien que des cas de conflits ne soient pas signalés par les populations, l'hippopotame défie la méfiance des habitants, ce qui peut lui être fatal en cas de conflit ouvert avec la population. Mais des cas de conflits ont été aussi signalés par Amoussou (2002) dans le département du Mono de même qu'au nord du Cameroun (Maha, 2013). Ces conflits entre hippopotame et population sont récurrents et se manifestent par des dégâts aux cultures, filets et autres installations de pêche. Il s'en suit des altercations avec parfois des pertes en vies humaines, comme cela a été malheureusement le cas en 2013 au Nord-Cameroun dans les campements de Kabawa, Ouro-Kessoum et Boulet (Maha, 2013).

Dans la région des ‘Trois Rivières’, plusieurs produits (*e.g.* peau, os, graisses, crottes) d’hippopotame sont utilisés comme ingrédients dans la composition des médicaments pour guérir des maladies et à des buts mystiques et spirituels. Au Nigeria, (Ajayi, 1978) a aussi mentionné que diverses parties de l’animal sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour guérir l’hypertension, la lèpre et pour éloigner la malchance, délivrer de l’ensorcellement et traiter la stérilité. Onyeausi (1996) a estimé à 77,27% le pourcentage des habitants d’un village qui a consommé une fois la viande d’hippopotame au Nigeria. Dans la région de Korhogo en Côte d’Ivoire, la chair de l’hippopotame est un remède contre le rhumatisme articulaire et la graisse est utilisée comme un anti poison (Yaokokore-beibro *et al.*, 2010). L’utilisation de la graisse est aussi connue au Nigéria (Onyeausi, 1996), comme pour d’autres espèces animales. Dans d’autres régions, la peau de l’hippopotame est très recherchée dans la fabrication des sacs, chaussures et fouets, les dents étant utilisées pour fabriquer les prothèses dentaires (Onyeausi, 1996).

Tenant compte de l’importance culturelle de l’hippopotame pour les populations, leur implication dans la conservation permettra de prendre en compte les savoirs locaux en matière de conservation des ressources de faune. C’est dans ce cadre que Dibloni *et al.* (2010) préconisent des efforts supplémentaires pour renforcer la surveillance participative afin d’avoir une protection durable garantie par les populations à la base. Cependant, l’existence d’une chasse rituelle et sacrée à l’hippopotame, bien que réservée à certaines familles et régie par des règles strictes, n’est pas de nature à conserver durablement les populations résiduelles d’hippopotames dans la région.

4.3. Approches pour une conservation et une utilisation durables de l’hippopotame dans le Nord Est Bénin

Les solutions pour la conservation de l’espèce ne doivent pas s’articuler seulement sur les efforts de conservation et la survie de l’espèce par l’interdiction de la chasse, mais partir des connaissances ethnozoologiques, des atouts des habitats actuels et potentiels, et bâtir, ensemble avec les populations et autres acteurs, un plan cohérent qui valorise la conservation de la biodiversité dans la région. Cette option prendra en compte : le réseau de forêts classées, les zones tampons, une aire protégée communautaire, avec des infrastructures adaptées, où l’hippopotame, avec les autres espèces et habitats d’importance, occupent une place de choix. Cette approche peut être une déclinaison régionale de la stratégie nationale et du plan d’actions national de conservation de la biodiversité pour l’espèce. Cette stratégie devra préciser le rôle des populations en leur garantissant l’accès aux ressources ; leur participation aux inventaires des populations d’hippopotame, à l’évaluation des menaces et atouts, à la gestion des infrastructures éco touristiques, au partage des avantages de la conservation. Un tel processus a été expérimenté dans le cadre de la conservation de l’hippopotame pygmée (Mallon *et al.*, 2011).

Enfin, la valorisation des potentialités éco touristiques de cette région est une opportunité aux acteurs sur le plan local et régional de participer pleinement à la conservation des ressources naturelles de leur localité, autour de l’hippopotame. Elle permettra de créer des opportunités de développement pour les populations, mobiliser

des ressources qui rendront la conservation durable, valoriser l’histoire naturelle et culturelle de la zone pour trouver un équilibre durable entre développement de conservation des espèces fragiles. Cette valorisation touristique devra se réaliser par exemple au niveau inter-villages, par la création et l’animation d’une organisation capable de gérer les infrastructures touristiques et les services de guide aux visiteurs (Amoussou *et al.*, 2006 ; Kpétééré, 2009). Aussi, dans une perspective d’une plus grande responsabilisation des communautés dans un contexte de décentralisation et de démocratie locale, Noirard et Gigot, (2008) propose-t-il la création d’Aire Protégée Communautaire (APC) pour tous les sites d’importance pour la biodiversité. Avec le bénéfice d’un soutien technique et d’un suivi appui-conseil de la part de l’administration et des partenaires, les communautés sont capables de s’organiser pour la conservation de la diversité biologique.

A côté des actions de conservation spécifiques à l’espèce, de multiples mesures d’accompagnement et de gestion doivent être recherchées. Leur application suppose une approche plus holistique des problèmes et des solutions réalistes à l’échelle des écosystèmes concernés (plans d’eau, savane, zone de pâturage, et espace agricole, etc.) en raison de l’interdépendance fonctionnelle de ces milieux. Le suivi écologique de l’espèce et de ses différents habitats, surtout dans ces zones où la population est réduite, la maîtrise des niches, contribueront à une conservation et valorisation durable de la faune et de ses habitats au Nord Est Bénin.

5. Conclusion

La présente étude sur les connaissances ethnozoologiques de l’hippopotame dans la région de la forêt classée des ‘Trois Rivières’ a montré l’importance et la relation étroite entre l’espèce et les populations riveraines. L’entretien auprès des populations et l’inventaire dans les cours d’eaux ont permis d’évaluer la population d’hippopotames. Les populations enquêtées ont estimé l’effectif des hippopotames à 50 individus alors que les inventaires de terrain ont discriminé 03 mares (Icikpena, Kosinno Kaa et Louana Kaa) abritant 16 individus d’hippopotames répartis en 04 groupes de 02 à 08 individus. Les résultats traduisent aussi la perception des populations sur l’espèce ; ces dernières estiment en effet que l’hippopotame est une espèce mythique. L’espèce serait en nette régression, d’où l’importance d’une modélisation de la niche des hippopotames afin de connaître les milieux de vie qui offrent les conditions de vie optimale.

La diversité des connaissances et mythes sur l’hippopotame, l’utilisation variée de ses organes et produits dénotent tant des atouts (espèce sacrée et protégée) que des faiblesses (existence d’une chasse rituelle contrôlée et réservée à certaines familles) pour la conservation et valorisation de l’espèce. La dégradation des habitats et le déclin des populations résultent essentiellement des pressions anthropiques (*e.g.* la réduction de leur habitat, l’obstruction des couloirs, la réduction des zones de pâturage, le braconnage, l’eutrophisation, la colonisation des étangs par les plantes envahissantes, l’empoisonnement des eaux). Face à cette dualité ‘conservation, pressions anthropiques et dégradation de l’habitat’ de l’espèce, il est préconisé, aux acteurs de la conserva-

tion des ressources naturelles, la mise en œuvre d'un plan cohérent qui valorise la conservation de la biodiversité dans la région avec l'hippopotame comme espèce emblématique. Ce plan, arrimé aux documents (stratégies et plans d'actions) nationaux de conservation de la biodiversité, pourra prendre en compte, outre l'interdiction de la chasse, la valorisation des potentialités écotouristiques de cette région à partir des connaissances ethnozoologiques, les suivis participatifs des habitats et des effectifs et la création d'une Aire Protégée Communautaire pour tous les habitats de l'hippopotame et d'autres espèces d'importance pour la biodiversité dans la région Nord-Est Bénin.

CONFLIT D'INTÉRÊT

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

REFERENCES

- Abdourahmane H. 1997. Contribution à l'aménagement d'une aire protégée : étude de la faune et de son biotope dans la forêt classée des Trois Rivières au Nord-Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA, UNB, pp. 162.
- Afolayan T. R. 1980. A synopsis of wildlife conservation in Nigeria, *Environment conservation*, 7 (3), pp. 207.
- Alden P. C., Estes R. D., Shlitter D. et Bride B. M. 2001. Photo - guide des animaux d'Afrique, *Delachaux et Niestlé S.A.*, Lausanne, Paris, pp. 450-453.
- Ajayi S. S. 1978. The utilization of tropical forest wildlife : state of knowledge and research priorities. In 8. *World Forestry Congress. Jakarta (Indonesia)*, pp. 16-28.
- Akpona H. A., Djagoun C. A. M. S., and Sinsin B. 2008. Ecology and ethnozoology of the three-cusped pangolin *Manis tricuspis* (Mammalia, pholidota) in the lama forest reserve, Bénin., *Mammalia* 72, pp. 198-202.
- Amoussou. K. A., Mensah G. A. et Sinsin B. 2006. Données biologiques, éco-éthologiques et socio-économiques sur les groupes d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) isolés dans les terroirs villageois en zones humides des départements du Mono et du Couffo au Sud-Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 53, pp. 22-35.
- Amoussou K. M. 2002. Constitution d'une base de données biologiques, éco-éthologiques et socio-économiques sur les groupes d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) isolés dans les terroirs villageois en zones humides: Cas du département du Mono/Couffo au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome /UAC/FSA/UNB, pp. 187.
- Asibey E. O. A. 1974. Wildlife as a source of protein in Africa south of the Sahara. *Biological Conservation*, 6 (1), pp. 32-39.
- Assogbadjo A. E., Amoussou G., Sinsin B., Neuenschwander P. 2011. Hippopotame. pp. 289-292. In : Neuenschwander P., Sinsin B. et G. Goergen (eds). 2011. Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest : Une Liste Rouge pour le Bénin. Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, pp. 365.
- Bennett D., Green N. and Basuglo B. 2000. The abundance of *Hippopotamus amphibius* in the Black Volta River at Bui National Park, Ghana, *African Journal of Ecology*, 38 (4), pp. 372-373.
- Bruner A. G. Gullison R. E. Rice R. E. and Fonseca G. A. B. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity, *Science* 29, pp. 125-128.
- Brousseau M. F. 1992 a. Faune sauvage et faune domestique en milieu pastoral : une synthèse bibliographique, *Gibier Faune Sauvage*, 9, pp. 167-186.
- Brousseau M. F. 1992 b. Interaction milieu-faune sauvage au travers des activités pastorales : une synthèse bibliographique, *Gibier Faune Sauvage*, 9, pp. 269 - 279.
- Byers B. A. 1997. Démarche pour comprendre et influencer les comportements à l'égard de la conservation et de la gestion des ressources naturelles. *Bulletins sur la biodiversité africaine*, 4, pp. 1-133.
- Caspary H. U., Koné I., Prouot C. et De Pauw M. 2001. La chasse et la filière viande de brousse dans l'espace Taï, Côte d'Ivoire, *Tropenbos*, Série 2. pp. 170.
- Dibloni O. T., Vermeulen C., Guenda W. et Millogo N. A. 2010. Structure démographique et mouvements saisonniers des populations d'hippopotame commun, *Hippopotamus amphibius* Linné 1758 dans la zone Sud soudanienne du Burkina Faso, *Tropical Conservation Science*, 3 (2), pp. 175-189.
- Djogo-Djossou S., Huynen M.C. Djego J. et Sinsin B. 2012. Croyances traditionnelles et conservation du Colobe de Geoffroy, *Colobus vellerosus* (Geoffroy, 1834), dans la forêt Sacrée de Kikélé, Bénin (Afrique de l'Ouest), *African primates*, 7(2), pp. 193-202.
- Daniel Y. A. 1992. La survie des forêts tropicales, *La Recherche*, 244 (23), pp. 692-702.
- Eltringham, S. K., 1993. The Common Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*). In: Pigs, Peccaries and Hippos: Status Survey and Action Plan. Olivier, W.L.R. (Ed), *IUCN, Gland Switzerland*, pp. 161-171.
- Fradrich H. 1972. The hippopotamus. In: Animal life encyclopedia. H. C. Bernard Grzimek (ed) pp. 566.
- Ghattas M. 1993. Biodiversité africaine fondement pour l'avenir: Un cadre pour intégrer la conservation de la biodiversité et le développement durable. Programme d'appui à la biodiversité. Washington D.C, USAID, pp. 168.
- Ghiglieri M.P. 1981. Wild log on the Omo River, *Oryz*, pp. 142-143.
- Igboh R. 1986. Crocodile worship in Anambra State. Higher Diploma Project Report, Federal College of Wildlife Management, *New Bussa*, pp. 22.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2013 : Résultats provisoires du RGPH4. INSAE, Cotonou, Bénin, 8 p. www.insae-bj.org.
- Kpétééré J. 2009. Valorisation écotouristique des mares aux hippopotames d'Affon : Forêt classée de l'Ouémé Supérieur (Bénin). Mémoire de fin de cycle B. Ecole de faune, Garoua, Cameroun. pp. 85.

- Lamarque F. 2004. Les grands mammifères du complexe WAP, fiche 14/ ECOPAS. Ouagadougou, Burkina Faso.
- Larénie L. et Huet J. 2006. Etude comportementale de *Hippopotamus amphibius* sur le complexe d'Orango, Archipel des Bijagos, Guinée-Bissau. Bureau de Planification Côtière.
- Lykke A. M. Kristensen M. K. et Ganaba S. 2004. Valuation of the local dynamics of 56 woody species in the Sahel. *Biodiversity and Conservation*, 13, pp. 1961-1990.
- Mallon, D., Wightman C., De Ornellas P., Collen B. and Ransom C. 2011. Conservation Strategy for the Pygmy Hippopotamus. IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. pp. 53.
- Maha N., 2013. Analyse des impacts économiques, sociologiques et écologiques de la chasse sportive dans la région du Nord-Cameroun ; Mémoire de Master complémentaire en géographie, Université de Liège, Belgique, pp. 50.
- Noirard C. and Gigot G. 2008. Projet de conservation des hippopotames au Niger - Noé Conservation / APHN, Rapport final d'exécution 2007-2008. Niger. pp. 30.
- Onyeansi A. E. 1996. The ecology of hippopotamus in Nigeria's conservation areas with special reference to kainji lake National Parc. PhD; Thesis, University of Ibadan. pp. 202.
- Okello J. B. A., Nyakaana S., Masembe C., Siegismund H. R. and Arctander P. 2005. Mitochondrial DNA variation of the common hippopotamus: evidence for a recent population expansion. *Heredity*, 95, pp. 206-215.
- Lewison R. and Oliver W. 2012. (IUCN SSC Hippo Specialist Subgroup. *Hippopotamus amphibius*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 23 January 2013.
- PAMF 2006. Plan d'Aménagement Participatif du complexe des forêts classées de Wari-Marou et des Monts Kouffè. Projet d'Aménagement des Massifs Forestiers d'Agoua, des Monts Kouffè et de Wari-Marou, pp. 242.
- Petrides G. A. 1965. Advisory report in wildlife and national parks in Nigeria Special publication; n°.18, American Committee for International Wildlife Protection. New York.
- PGFTR (Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains) 2007. Aménagement de la mare aux hippopotames de Affon et du circuit des éléphants des forêts classées de Goungoun et de Sota; Rapport de la mission d'évaluation, DGFRN /MEPN Cotonou Bénin, pp. 27.
- PGFTR (Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains) 2010. Plan d'aménagement participatif de la forêt classée des Trois Rivières 2010 - 2019 / MEHU/ DGFRN, pp. 93.
- PNUE-WCMC 2010. Etude du Commerce Important : Espèces sélectionnées par le Comité pour les Animaux de la CITES suivant la CoP14
- R.B. (République du Bénin) 2004. Loi n° 2002 - 16 du 18 octobre 2004 portant régime de la faune en République du Bénin.
- Rodrigues de AREIA M. L. 1979. Note pour l'étude de l'ethnozoologie dans la culture tshokwe (Angola); Institut d'anthropologie, Université de Coimbra, pp. 173-230.
- Sinsin B., Hessou C., Houessou L., Niyonkuru C., Lougbegnon T. et Mama A. 2004. Evaluation de la diversité biologique des zones d'intervention du programme de gestion des forêts et terroirs riverains (PGFTR) (Rapport de synthèse) PGFTR / MAEP Cotonou Bénin, pp. 81.
- Yaokokore-beibro H. K., Kasse B.K., Soulemane O., Koue-bi M. T., Kouassi P.K. et Foua-bi K. 2010. Ethnozoologie de la faune mammalogique de la forêt classée de badenou (Korhogo Côte-d'Ivoire) *Agronomie Africaine* 22 (2), pp. 185-193
- IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) 2012. La liste rouge mondiale des espèces menacées. <http://iucn.fr/liste-rouge-mondiale/>
- Wolf E. W. 1991. Restauration d'un écosystème forestier : contribution de l'aménagement de la faune. Séminaire sur l'aménagement intégré des forêts denses humides et des zones agricoles périphériques. Abidjan, pp. 12.

Annexe:

Tableau 3 : Taille des groupes d'hippopotames

Table 3 : Size of hippopotamus groups

Effectifs/Mares	Sota		Sota Tassiné		Tassiné		4		Total
	Icikpena	Kossino kaa	Magan ganma	Seea kaa	Loana kaa	Boula koukou	Togan kala	Fonira	
Par les riverains	13	4	3	5	7	1	2	5	50
Inventaire de 2014 : 4 groupes	11 : (Groupe 1 et 2, avec 3 et 8 individus)	2 : (Groupe 3 = 2 individus)	0	0	3 : (Groupe 4 = 3 individus)	0	0	0	16

Tableau 4 : Appellations de l'espèce dans la région des "Trois Rivières".

Table 4 : Names of the species in the study area

Groupe socio-linguistique	Nom local	signification	Observations éventuelles
Bariba	kpérérou ou kpédou ou Kpéra	- Gros cailloux ou grosse pierre - Lune	- ressemblance avec une grosse pierre dans l'eau ; - étoile nocturne au crépuscule
Boo	Bowé	Ce qui est grand, immense	- animal immense.

Tableau 5: Critères et règles d'initiation à la chasse d'hippopotame

Table 5: Criteria and rules of hippopotamus hunter initiation

Critères	Règles	Observations
Maturité	Avoir l'âge adulte ; Être marié et avoir sa femme sous son toit Être capable de garder le secret des activités de chasse. Être courageux	Pour s'assurer de la capacité de prise de décision Pour éviter que le chasseur n'attire le malheur ou le mauvais sort dans le village.
Parenté	Être descendant direct d'une famille des chasseurs Avoir un parent vivant qui lui aussi connaît les règles de la chasse ou qui a déjà assisté à la chasse à l'hippopotame	Pour s'assurer de la lignée et savoir qu'il y a un parent ayant le savoir-faire qui pourra l'aider dans les situations difficiles
Chasse	Avoir été initié à la chasse aux grands animaux, en particulier la chasse professionnelle. Avoir assisté à une chasse à l'hippopotame Avoir connaissance des rites avant et après la chasse	Faire ses preuves dans l'exercice de chasse : Le chasseur doit réussir à tuer l'hippopotame dans l'eau ; y coupée sa queue, et la ramener comme trophée de chasse ; Ne jamais ramener la tête de l'hippopotame tué au village.

Tous les chasseurs ne sont pas habilités à chasser ou à tuer l'hippopotame. Dans les communautés Boo et Bariba, la chasse est réservée à quelques familles et se transmet de père en fils. L'initiation, confiée généralement à un chasseur expérimenté, est un processus qui permet de s'assurer que le chasseur a intériorisé les règles traditionnelles en matière de chasse. Les valeurs comme le courage, l'équité, la justice, la tempérance, l'esprit de partage et des qualités comme l'endurance, le savoir vivre en milieu sauvage, l'amour de la nature, le respect de la vie sont recherchés chez le nouveau chasseur. Si ces règles ne sont pas respectées, les enquêtés rapportent que le chasseur fait des cauchemars, des hallucinations et meurt. Le sort serait le même pour les enfants, lorsque l'on ramène la tête d'un hippopotame tué dans le village.

Tableau 6 : Valeur d'usage ethnozoologique de l'hippopotame
 Table 6 : ethno-zoological use values for the hippopotamus

Valeurs d'usage	Age				Ethnie			
	Jeune	Adulte	W	P value	Bariba	Boo	H	P value
Alimentaire	1,73	2,00	1774	0,169	1,81	1,92	4,73	0,192
Médicinale	1,35	1,63	1599	0,139	1,38	1,54	4,97	0,174
Culturelle	1,14	1,22	1371	0,713	1,23	1,19	3	0,391
Touristique	1,66	1,69	1324,5	0,745	1,46	1,75	2,82	0,421
VUT	5,87	6,54			5,88	6,4		

VUT = Valeur d'Usage Total, W = Statistique de Mann-Whitney, H = Statistique de Kruskal-Wallis, P = Probabilité.



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.annaes-up@fa-up.bj. Aucune attention ne sera accordée à un manuscrit envoyé sous une autre forme ou à une autre adresse.

Chaque soumission comprend :

- 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.