

TROPICULTURA

2008 Vol. 26 N°3

Trimestriel (July, Augustus, September)
 Driemaandelijks (juli- augustus- september)
 Se publica po año (julio- agosto- septiembre)



L'homme et le troupeau, les Dinkas au sud du Soudan. Photo: Roger Job (1997).
 Crédit: Vétérinaires Sans Frontières, Belgium.

Editeur responsable/Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruysse
 11 rue d'Egmontstraat
 1000 Bruxelles/ Brussel

Avec les soutiens
 de la Direction Générale de la Coopération au Développement DGCD www.dgcd.be,
 du Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
 et Coopération au Développement www.diplobel.fgov.be,
 de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer ARSOM, www.kaowarsom.be
 et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van
 De Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS www.dgos.be,
 de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
 en Ontwikkelingssamenwerking www.diplobel.fgov.be,
 de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen, www.kaowarsom.be
 en van het Brussels Gewest

BUREAU DE DEPOT – AFGIFTEKANTOOR
 BRUXELLES X / BRUSSEL X



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Stratégie de valorisation des espèces ressources des produits non ligneux de la savane des environs de Kinshasa: II. Enquête ethnobotanique (aspects médicaux) Valoriseringsstrategie van soorten die een bron zijn van niet-houtige producten in de savanne van de omgeving van Kinshasa. II. Ethnobotanische enquête (medicinale aspecten) Estrategia de valorización de especies de productos no maderables de la sabana de los alrededores de Kinshasa: II. Encuesta etnobotánica (aspectos medicinales)	
E. Makumbelo, L. Lukoki, J.J. s.j. Paulus & N. Luyindula	129
Genetic Variability Analysis of the Polyploid Complex of <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. Using RAPD Markers Analyse de la variabilité génétique du complexe polyploïde <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. à l'aide de marqueurs Analyse van de genetische variabiliteit van het polyploïd complex, van <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. met behulp van RAPD merkers Análisis de la variabilidad genética del complejo poliploide <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. con marcadores	
Khadidiatou Ndoye-Ndir, P.I. Samb & Marie-Hélène Chevallier	135
Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie villageoise à Aguié (Niger) Sociaal-economische inzet van het geïntegreerde bos- and landbouw systeem in Aguié (Niger) Los retos socioeconómicos vinculados a la explotación silvoagrícola en Aguié (Niger)	
A. Dramé Yayé & F. Berti	141
Caractéristiques polliniques des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun Pollinische kenmerken van honingplanten uit de Soudano-guinese streek van het hooglandgebied in West- Kameroen Características polínicas de las plantas melíferas de la zona sodano-guineana de altura en el oeste del Camerún	
Delphine Nguemo Dongock, J. Tchoumboue , J.Y. Pinta & P. Zango	150
Performances de reproduction de l'escargot géant africain <i>Archachatina marginata</i> en captivité au Cameroun Voortplantingsprestaties van gevangen Afrikaanse reuzeslakken (<i>Archachatina marginata</i>) in Kameroen Rendimientos de reproducción del caracol gigante africano <i>Archachatina marginata</i> en cautividad	
R. Dafem, F. Ngoula, A. Teguia, A. Kenfack & J. Tchoumboue	155
Cash Income Diversification in Rural Small Holder Cassava Producing Households of Nigeria La diversification des revenus chez les ménages cultivateurs de manioc en milieu rural au Nigeria Inkomensdiversificatie van huishoudens die kleinschalig maniok kweken op het platteland in Nigeria Diversificación de los ingresos en las familias de productores de yuca en el medio rural en Nigeria	
A.A. Enete & Anthonia I. Achike	159
Gestion de ressources de l'environnement dans la zone de savane soudanienne du nord Cameroun: arbitrage des différentes alternatives par la méthode des normes minimales de sécurité Beheer van milieubronnen in de Soudanese savanne van Noord-Kameroen: arbitrage van de verschillende alternatieven door de methode van de minimale veiligheidsnormen Gestión de los recursos medioambientales en la zona de sabana del norte de Camerún: arbitraje de las diferentes alternativas por el método de las normas mínimas de seguridad	
D.N.D. Njankoua Wandji, J. Nyemeck Binam & G. Muluh	164
Etude de la qualité microbiologique d'une espèce tropicale de crabe: <i>Callinectes amnicola</i> Studie van de microbiologische kwaliteit van een tropische krabsoort: <i>Callinectes amnicola</i> Estudio de la calidad microbiológica de una especie tropical de cangrejo: <i>Callinectes amnicola</i>	
Marina Koussémon, S.G. Traoré, Rose Koffi-Nevry, S.K. Ouffoue & A. Kamenan	169
Potentiel infectieux des sols de cultures de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) sous abri et incidence de l'âge de repiquage sur la vigueur des plants vis-à-vis de <i>Pythium</i> sp. à Songon-Dabou en Côte d'Ivoire Besmettelijkheid van gronden voor (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) tomaatteelt in serres en weerslag van de leeftijd van uitplanting op de resistentie van planten tegen <i>Pythium</i> sp. in Songon-Dabou, Ivoorkust Potencial infeccioso de suelos con cultivo protegido de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) e incidencia de la edad de transplante sobre el vigor de las plántulas frente a <i>Pythium</i> sp., Songon-Dabou, Costa de Marfil	
S. Soro, M. Doumbouya & D. Koné	173
Evaluation de l'efficacité anthelminthique des extraits éthanoliques de graines de papaye (<i>Carica papaya</i> L.) contre l'ascaridiose aviaire à <i>Ascaridia galli</i> chez le poulet de chair Evaluatie van de anthelmintische efficiëntie van ethanolextracten van papajazaden (<i>Carica papaya</i> L.) tegen ascaridiose (<i>Ascaridia galli</i>) bij braadkippen Evaluación de la eficacia antihelmíntica de extractos de etanol en las semillas de papaya (<i>Carica papaya</i> L.) contra la ascardiosis aviar a <i>Ascaridia galli</i> en el pollo de carne	
M. Mpoame, Marie-Claire Komtangi & F. Djitie Kouatcho	179
Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon: <i>Paspalum notatum</i> Flügge Zouttolerantie van het gazongras: <i>Paspalum notatum</i> Flügge Tolerancia a la salinidad de una gramínea para césped: <i>Paspalum notatum</i> Flügge	
Nouha Doudech, M. Mhamdi, T. Bettaieb & M. Denden	182
Pauvreté chronique et pauvreté transitoire sur le plateau Adja au Bénin: caractéristiques et influence sur la mise en oeuvre des pratiques agricoles de conservation des terres Chronische en tijdelijkarmoede op het Adja plateau in Benin: kenmerken en invloed op de landbouwpraktijken met betrekking tot bodemconservering Pobreza crónica y pobreza temporal en la meseta Adja en el Benin: características e influencia en la implementación de prácticas agrícolas de conservación de los suelos	
N.E. Hougbo, B. Sinsin & Anne Floquet	186
LES ACTIONS DE LA DGCD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGIS/LAS ACTIVIDADES DE LA DGCD	190

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned
Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité des auteurs
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)
Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen unicamente la responsabilidad de los autores

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Stratégie de valorisation des espèces ressources des produits non ligneux de la savane des environs de Kinshasa: II. Enquête ethnobotanique (aspects médicaux)

E. Makumbelo¹, L. Lukoki², J.J.s.j Paulus² & N. Luyindula³

Keywords: Resources species -Not ligneous products of savanna - PNLS- Republic Democratic of Congo

Résumé

Les résultats d'une investigation concernant l'utilisation des 49 espèces médicinales menée dans un échantillon de 460 parcelles de Kinshasa montrent que la population de 64% des parcelles enquêtées connaît une recette impliquant une des espèces étudiées. *Aframomum alboviolaceum*, *Alchornea cordifolia*, *Bridelia atroviridis*, *Hymenocardia acida*, *Morinda longiflora* et *Newbouldia laevis* sont les plus citées. Les maladies des systèmes digestif et pulmonaire sont principalement concernées. L'exploitation actuelle de leurs feuilles et racines dans les environs de Kinshasa accentue la dégradation des écosystèmes de la savane.

Summary

Valorisation Strategy of Resources Species of the Not Ligneous Products of Savanna of the Vicinity of Kinshasa: II. Ethnobotany Investigation (Medecinals Aspects)
Investigation regarding the use of 49 medical species carried out on a sample of 460 plots in Kinshasa showed that 64% of the people surveyed knew at least one medicinal receipt for one the investigated species. *Aframomum alboviolaceum*, *Alchornea cordifolia*, *Bridelia atroviridis*, *Hymenocardia acida*, *Morinda longiflora* and *Newbouldia laevis* are the most quoted. Alimentary and pulmonary systems diseases are mainly treated. The exploitation of leaves and roots in vicinity of Kinshasa accentuate the degradation of savanna ecosystems.

Introduction

L'usage traditionnel des plantes médicinales constitue la base de la médecine curative des populations à revenu modeste (3, 7, 12, 18) mais si l'on n'y prend garde, également, une des causes de destruction des formations végétales.

L'impact du prélèvement des végétaux sur l'environnement pour la R.D. Congo était négligeable dans les décennies passées (3). Aujourd'hui, on peut craindre l'appauvrissement de la biodiversité et la dégradation des écosystèmes herbeux dans les environs de Kinshasa où la savane (2, 4, 19) compte un nombre relativement faible d'espèces (8).

L'approche ethnoscience est un outil incomparable permettant d'accéder à la connaissance d'une population sur son environnement (16). Cette enquête ethnobotanique a permis d'inventorier les plantes ressources des produits non ligneux de la savane (PNLS) exploitées par la médecine traditionnelle à Kinshasa.

Matériel et méthodes

A travers un échantillon aléatoire simple sans remise (21) et stratifié (13, 14) de 460 parcelles décrit antérieurement (15), la population des quartiers périphériques de Livulu et Kemi (commune de Lemba) et Masanga Mbila (Commune de Mont-Ngafula) a été enquêtée de décembre 2003 à juillet 2004.

A l'aide d'un questionnaire, l'enquête a permis de récolter les noms des plantes auxquelles la population recourt pour se soigner. Les maladies traitées, les recettes et les autres usages de ces plantes ont été recensés.

Les espèces citées clairement ont été identifiées à l'Herbarium (5, 9, 11, 15) et quelques spécimens ont même été prélevés. La revue de la littérature sur ces plantes (3, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20) a complété l'information. Un suivi sommaire des collecteurs et des vendeurs des produits des plantes médicinales l'a encore enrichi.

Résultats et discussion

L'enquêteur a été reçu dans 454 parcelles. Les occupants de 289 de celles-ci, soit 63% des parcelles échantillonnées et 64% des parcelles enquêtées ont fourni au moins une recette médicinale qu'ils connaissent. Parmi ces tradipraticiens, 10 au moins sont, selon leurs déclarations et/ou nos observations, des professionnels.

Sur cette base, il apparaît que 49 espèces ressources des PNLS sont exploitées à Kinshasa pour leur vertu médicinales (Tableau 1): *Hymenocardia acida* Tul (86 mentions), *Morinda longiflora* G. Don (56 mentions), *Aframomum alboviolaceum* (Ridley) K. Schum (38 mentions), *Newbouldia laevis* (P. Beauv.) Seem (36 mentions), *Bridelia atroviridis* Muell. Arg. (31 mentions) et *Alchornea cordifolia* Muell. Arg. sont les plus connues car les plus citées.

Par ailleurs *Lippia multiflora* Griseb, *Quassia africana* Baill., *Mondia whitei* (Hook. f) Skeels et *Newbouldia laevis* (P. Beauv.) Seem font l'objet du commerce ambulancier à Kinshasa. De plus, les écorces et graines de *Scordophleum zenkeri* Harms sont utilisées pour l'assaisonnement. La sève de *Pterocarpus tinctorus* Welw. est la teinture qui sert pour la coloration des pots, lors des exorcismes ancestraux (le zebola) et à la naissance des jumeaux.

Les maladies du système digestif sont celles pour lesquelles existent le plus grand nombre de mentions. Celles du système pulmonaire, de la peau, de paludisme et l'asthénie sexuelle viennent ensuite.

Mondia whitei (Hook. f) Skeels, *Psidium guajava* L., *Zingiber officinalis* Rosc (Tableau 2) sont les 3 les plus citées dans la littérature (9, 10, 11, 18).

¹Projet biofertilisants Amont Jeep, Université de Kinshasa, B.P. 114, Kinshasa XI, R.D. Congo.

²Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190, Kinshasa XI, R.D. Congo.

³Centre Régional d'Etudes Nucléaires, Kinshasa, (CREN'K), B.P. 868, Kinshasa XI, R.D. Congo.

Reçu le 04.01.05 et accepté pour publication le 31.08.07.

Tableau 1
Espèces ressources des PNLS déclarées: identification et usages

Identification		Déclaration des enquêtés		Maladies soignées	Recettes				Quelques autres usages signalés spontanément
Noms scientifiques (noms vernaculaires: tribu) Famille	Ecosystèmes	Fréq.	%		PNLS	M.P	M.A	Convergences	
1. <i>Hymenocardia acida</i> Tul (Lipièrè: kiyanzi) Euphorbiaceae	S	86	29,7	Hémorroïdes	r	mac	0	43	
				Maux de ventre	r	mac	0	4	
				Déchirure d'accouchement	r	mac	v	5	
				Diminution de sang	éc	déc	0	14	
				Foulure	r	mac	c	1	
				Constipation	r	déc	0	2	
				Toux	f	mac	0	1	
				Grippe	f	déc	n	3	
				Diarrhée	r+ éc	mac	0	7	
				Vers intestinaux	r	mac	0	4	
				Carie dentaire	éc	mac	b	1	
				Préparation à l'accouchement	r+ éc	déc	v	1	
				2. <i>Morinda longiflora</i> G. Don (Kongo bololo: lingala) Rubiaceae	S	56	19,3	Malaria	
Vers intestinaux	f	déc	0					24	
Tension	f	déc	0					3	
Diabète	f	déc	0					4	
3. <i>Aframomum alboviolaceum</i> (Ridley) K. Schum (Tondolo: lingala) Zingiberaceae	S	38	13,1	Difficulté de vision	f	mac	c	3	
				Fièvre, maux de tête et toux	f	mac	c, 0	9	
				Estomac amibes	f	mac	0	7	
				Hémorroïdes	f	mac	r	4	
					fr	mac	0	7	
					r	mac	0	4	
				Maux de ventre	fr	mac	0	2	
Rougeole, varicelle	f	mac	0	7					
4. <i>Newbouldia laevis</i> (P. Beauv.) Seem (Mupesi pesi: kintandu) Bignoniaceae	S	36	12,4	Malaria	r	mac	0	14	
				Hémorroïdes	r	mac	0	20	
				Maux de dos	r	mac	c	2	
5. <i>Bridelia atroviridis</i> Muel. Arg (Kimwindu: kintandu) Euphorbiaceae	S	31	10,7	Diarrhée	f	déc	0	24	
				Hémorroïdes	f	déc	0	7	
6. <i>Alchornea cordifolia</i> Muel. Arg (Mbunzi mbunzi: lingala) Euphorbiaceae	S	30	10,3	Toux	f	déc	0	5	
				Hémorroïdes	f	mac	r	3	
					r	mac	r	10	
				Diminution de sang	f	mac	0	8	
				Carie dentaire	f, r	mac	b	4	
7. <i>Psidium guajava</i> L. (Goyave: lingala) Myrtaceae	SC	20	6,9	Hémorroïdes	f	déc	r	6	
				Fièvre	f	déc	r	3	
				Diarrhée	f+ éc	mac	0	11	
8. <i>Annona senegalensis</i> Pers. (Kukudendon: lingala) Annonaceae	S	18	6,2	Diminution de sang	r, f	déc	c	2	
				Carie dentaire	r	déc	b	10	
				Hémorroïdes	r	déc	0	6	
				Faiblesse sexuelle	r	déc	0	1	
9. <i>Nauclea latifolia</i> Blanco syn <i>Sarcocephalus latifolius</i> (Kilolo ki kwango: kintandu) Rubiaceae	S	18	6,2	Hémorroïdes	r	mac	v	1	
					r	mac	r	10	
				Maux de ventre	r	mac	r	7	
10. <i>Securidaca longapeluculata</i> Fresen (Musunda: lingala) Polygalaceae	S	15	5,1	Maux de ventre	r	mac	r	6	
				Maux de tête	r	mac	r	3	
				Difficulté pré-accouchement	r	mac	r	1	
				Courbature	éc	mac	r	1	
				Hernie	éc	mac	0	2	
				Hémorroïdes	éc	mac	0	2	

11. <i>Boerhavia diffusa</i> L. (Manioko ya tembe: lingala) Nyataginaceae	SC	14	4,8	Inflammation de la rate	r	mac	r	14
12. <i>Brillantaisia patula</i> T. Anders (Lemba-Lemba: lingala) Acanthaceae	S	10	3,4	Hémorroïdes	f	déc	0	1
				Toux	r	mac	r	1
13. <i>Milletia versicolor</i> Welw. ex Baker (Ngilu: kimbala) Fabaceae	S	10	3,4	Vomissement,	f	mac	0	8
				Maux du dos, Hémorroïdes	r	mac	0	3
				et estomac	r	mac	0	6
14. <i>Strychnos cocculoides</i> Baker (Makalakonki: lingala) Loganiaceae	S	7	2,4	Stérilité	r	mac	0	1
				Hémorroïdes	r	mac	r	7
15. <i>Anisophyllea quangensis</i> Engl. ex Herneïques (Mbila esobe: lingala) Rhizophoraceae	S	6	2,0	Hémorroïdes	r	mac	r	1
				Carie dentaire	r	déc	0	4
16. <i>Bridelia ferruginea</i> Benth (Mavinu: kintandu) Euphorbiaceae	S	6	2,0	Diminution de sang	r	déc	0	4
				Maux de ventre	éc	mac	0	2
17. <i>Dialum englerianum</i> Henriq (Mbotanseke: kiyaka) Caesalpinaceae	S	6	2,0	Hernie	éc	déc	0	1
				Maux de tête	éc	-	c	1
				Déchirure d'accouchement	r	mac	r	2
				Douleur des pieds	éc	au	c	2
18. <i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel (Munday nday: kimbala) Apocynaceae	S	5	1,7	Malaria	r	déc	0	5
19. <i>Vitex madiensis</i> Oliv. (Mfilu: kintandu) Verbanaceae	S	5	1,7	Hémorroïdes	éc	déc	0	1
				Maux de ventre	f	déc	0	1
				Grippe	f	déc	0	2
				Toux	f	déc	0	1
20. <i>Anacardium occidentale</i> L. (Mbum aya liboto: lingala) Anacardiaceae	SC	4	1,4	Carie dentaire	f, r	mac	b	2
				Diarrhée	éc	déc	0	1
				Hémorroïdes	r	déc	0	1
21. <i>Mondia whitei</i> (Hook. f) Skeels (Kimbilongo: lingala) Periplocaceae	S	4	1,3	Faiblesse sexuelle	r	mac	0	4
22. <i>Strychnos pungens</i> Solered (Mabundu: kikongo) Loganiaceae	S	4	1,3	Hémorroïdes	r	mac	r	4
23. <i>Erythrophleum africanum</i> (Welw.) Harms (Mukwati: kikongo) Caesalpinaceae	S	3	1,0	Tuberculose	éc	mac	0	1
				Varicelle	éc	mac	c	2
24. <i>Lippia multiflora</i> Griseb (Bukulukutu: lingala) Verbanaceae	S	3	1,0	Toux	f	inf	0	2
				Diminution de sang	f	inf	0	1
25. <i>Maprounea africana</i> Muell. Arg. (Kavlumalulu: kimbala) Euphorbiaceae	S	3	1,0	Maux de ventre	f	déc	0	2
26. <i>Morinda lucida</i> benth (Nsiki: kintandu) Rubiaceae	S	3	1,0	Diminution de sang	éc	déc	0	1
				Gale	f	déc	c	1
				Plaie	f	déc	c	1
27. <i>Cassia vecidental</i> L. (Nyoka nyoka: lingala) Caesalpinaceae	SC	2	0,6	Fièvre	f	mac	0	2
28. <i>Garcinia huillensis</i> Welm. (Kisima : kintandu) Cluviaceae	S	2	0,6	Maux de ventre	éc	-	0	1
				Amibes	r	-	r	1
29. <i>Gardenia termifolia</i> Schum & Thonn (Kilemba nzau: kintandu) Rubiaceae	S	2	0,6	Hémorroïdes	r	mac	r	2
30. <i>Gossypium berbadense</i> L. (Koton: lingala) Malvaceae	S	2	0,6	Carie dentaire	r	déc	b	2
31. <i>Kalaharia uncimata</i> (Schenz) Moldenk (Mukoki: kikongo) Verberaceae	S	2	0,6	Hémorroïdes	f	mac	r	1
				Vers intestinaux	r	-	0	1

32. <i>Ocimum gratissimum</i> Seem (Munshi: kiyanzi) Lamiaceae	SC	2	0,6	Fièvre Rhume	f f	déc mac	n n	1 1	
33. <i>Parinari latifolium</i> Excell (Kikia: kisuku) Rosaceae	S	2	0,6	Toux	f	déc	0	2	
34. <i>Pentadiplandra brazzeana</i> Baill (Kenge kiese: kikongo) Pentadiplandraceae	SR	2	0,6	Hémorroïdes Maux de ventre	r r	mac mac	0 0	1 1	
35. <i>Quassia africana</i> Baill (Mukadi kadi: kitandu) Sinarubaceae	S	2	0,6	Maux de ventre Epilepsie	r éc	déc mac	0 r	1 1	
36. <i>Albertisia villosa</i> (Excelb) Form (Mutondo wa kasha: kinsudi) Menispermaceae	S	1	0,3	Chique	r	mac	c	1	
37. <i>Annona stenophylla</i> Engl. et Diels Subsp Longipeliolate (R.E.FR) N. Robyns (Kukudindon: lingala) Annonaceae	S	1	0,3	Hémorroïdes	f	mac	r	1	
38. <i>Coleus kilimandjari</i> Grurke (Mutuzo: swahili) Lowiaceae	Se	1	0,3	Toux	f	mac	c	1	
39. <i>Crossopteryx fébrifuga</i> Benth. (Kigala: kintandu) Rubiaceae	S	1	0,3	Maux de ventre	r	déc	r	1	
40. <i>Harungana madagascariensis</i> Poir (Mutumu: kiyombe) Clusiaceae	SM	1	0,3	Inflammation de la rate	éc	déc	r	1	
41. <i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv. (Minsanga: kintandu) Euphorbiaceae	S	2	0,6	Toux	fe	déc	0	2	
42. <i>Landolphia lanceolata</i> (K. Schum) Pichon (Matonge: lingala) Apocynaceae	S	1	0,3	Hémorroïdes	l + r	-	r	1	
43. <i>L. parvifolia</i> (K. Schum) (Matshona: kisuku) Apocynaceae	S	1	0,3	Vers intestinaux	l + f	déc	0	1	
44. <i>L. owariensis</i> P. Beauv. (Mabundu: kintandu) Apocynaceae	SR	1	0,3	Bronchite	f + r	mac	0	1	
45. <i>Manihot esculenta</i> Crantz (Manioko: kikongo) Euphorbiaceae	SC	1	0,3	Varicelle	f	mac	c	1	
46. <i>Pterocarpus tinctorius</i> Welw. (Nkula: kikongo) Fabaceae	SR	1	0,3	Règles douloureuses	éc	déc	r	1	Sève: teinture
47. <i>Sapium cornutum</i> Pax. (Libabara: kiyanzi) Euphorbiaceae	S	1	0,3	Hémorroïdes	éc	mac	c	1	
48. <i>Scoodophleum zenkeri</i> Harms (Mukubi: kikongo) Caesalpinaceae	RF	1	0,3	Hémorroïdes	éc	mac	r	1	Graine: assaison- nement
49. <i>Zingiber officinalis</i> Rosc. (Tangawisi: Lingala) Zingiberaceae	S	1	0,3	Hémorroïdes	r	déc	0	1	

Légende :

Types d'écosystèmes
C= culture
F= forêt
M= marais
R= recru forestrier
S= savane

PNLS: produits non ligneux de
la savane
éc= écorce
f= feuille
fr= fruit
r= racine

M.P: Mode de préparation
au= aucun
déc= décoction
inf= infusion
mac= macération
- = non identifié

M.A: Mode d'administration
b= buccale
c= cutanée
n= nasale
r= rectale
o= orale
v= vaginale

Tableau 2
Espèces ressources des PNLS employées dans la pharmacopée traditionnelle confirmées par d'autres sources

Noms scientifiques de l'espèce	Pays où l'espèce est connue (source) comme médicinale
1. <i>Aframomum albioviolaceum</i>	R.D.C. (10, 11, 18)
2. <i>Alchornea cordifolia</i>	R.D.C. (10, 12, 18)
3. <i>Anisophyllea quangensis</i>	R.D.C. (10)
4. <i>Annona sengalensis</i>	R.D.C. (12) AS (3)
5. <i>Boerhavia diffusa</i>	R.D.C. (12)
6. <i>Bridelia atroviridis</i>	R.D.C. (10)
7. <i>Bridelia ferruginea</i>	R.D.C. (11, 18)
8. <i>Brillantaisia patula</i>	R.D.C. (11, 18)
9. <i>Cassia occidentalis</i>	R.D.C. (11, 12, 18)
10. <i>Coleus kilimanjari</i>	R.D.C. (12)
11. <i>Grossopteryx febrifuga</i>	R.D.C. (10, 11, 12)
12. <i>Gardenia ternifolia</i>	CI (3)
13. <i>Harungana madagascariensis</i>	R.D.C. (10) CI (3)
14. <i>Hymenocardia acida</i>	R.D.C. (11, 12, 18) Bu, Gui, RC (20), Ma, Za (3)
15. <i>Hymenocardia ulmoides</i>	R.D.C. (9)
16. <i>Lippia multiflora</i>	R.D.C. (9, 10)
17. <i>Kalaharia uncinata</i>	R.D.C. (10)
18. <i>Mondia whitei</i>	R.D.C. (9, 11), As, Ma, Mo, Sw, Zo (3)
19. <i>Morinda lucida</i>	R.D.C. (11) C.I (3)
20. <i>Nauclea latifolia</i>	R.D.C. (12, 18)
21. <i>New bouldia laevis</i>	R.D.C. (11)
22. <i>Ocimum gratissimum</i>	R.D.C. (11, 12, 18) CI (3)
23. <i>Paropsia brazzeana</i>	Za (3)
24. <i>Psidium guajava</i>	R.D.C. (5, 10, 11, 18) AS, BF, Bu, Co, Do, Gui, RC, Mad, Se, To (5) CI (3)
25. <i>Pentadiplandra brazzeana</i>	R.D.C (11)
26. <i>Rauvofia womitoria</i>	R.D.C (12) C.I (3)
27. <i>Securidaca longapedunculata</i>	Bu (20) Zi (3)
28. <i>Strychnos cocculoides</i>	R.D.C.(9, 10)
29. <i>Strychnos pungens</i>	R.D.C. (10, 11, 18)
30. <i>Vitex madiensis</i>	R.D.C. (12, 18)
31. <i>Zingiber officinale</i>	R.D.C. (10, 11, 18) CI, Zi (3)

Légende:

AS= Afrique du Sud

BF= Burkina Faso

Bu= Burundi

CI= Côte d'Ivoire

Co= Comore

Do= Dominique

Zi= Zimbabwe

Gui= Guinée

Ma= Malawi

Mad= Madagascar

Mo= Mozambique

R.D.C= Rép. Dém. du Congo

R.C= Rép. du Congo

Sé= Sénégal

Sw= Swaziland

To= Togo

Za= Zambie

Quant à l'impact de la cueillette des plantes médicinales sur l'environnement, les racines sont récoltées sans souci d'assurer la survie des plantes ressources. Leur collecte à grande échelle peut menacer les écosystèmes. Le prélèvement d'écorce cause préjudice à certains pieds.

S'il était reconnu, il y a une décennie, qu'en R.D. Congo, les cas de surexploitation des plantes ressources étaient rares (3), aujourd'hui, il y a lieu de craindre que la destruction et le remaniement du milieu naturel déjà mentionné par Duvigneaud (8) ne deviennent préoccupants dans un proche avenir. La réalisation d'études complémentaires sur ce thème est nécessaire pour avoir une idée exacte de la situation.

Crossopteryx febrifuga Benth, *Lippia multiflora* Griseb, *Hymenocardia acida* Tul., *H. ulmoides* Oliv., *Milletia versicolor* Welw. ex Baker, *Mondia whitei* (Hook. f) Skeels et *Morinda longiflora* G. Don sont très exploitées. Les unes sont utilisées pour des multiples usages, les autres uniquement pour des usages médicaux.

Le souci d'intégrer le savoir endogène traditionnel (10), l'expérience de la médecine chinoise à une gestion durable des écosystèmes pousse à trouver d'autres issues plus souples et plus rassurantes pour la sauvegarde des écosystèmes, la pérennité des espèces et le développement durable de la population des environs de Kinshasa.

La stratégie de valorisation des espèces ressources des

PNLS, qui concilie l'approche de la banque des données de Lejoly (1) à celle de la conservation des espèces de Cunnighan (3) dans une vision interdisciplinaire et complémentaire compte y parvenir grâce à une gestion durable des savanes. Cette dernière intègre: inventaires-sylviculture- conservation- agroforesterie (6) - éducation mésologique et sanitaire et l'écodéveloppement.

Conclusion

Les plantes médicinales offrent de larges possibilités de traitement des maladies pour la population.

Le prélèvement de leurs nombreux produits non ligneux (PNLS) cause la destruction des pieds de certaines espèces et accentue la dégradation des écosystèmes.

Pour intégrer l'utilisation rationnelle de ces plantes dans la gestion durable des formations végétales et de leur substrat, la stratégie de valorisation des espèces ressources des PNLS pourra compter sur le système intégré: inventaires - culture - conservation - éducation mésologique et sanitaire, et développement durable de la population.

Remerciements

Nos sincères remerciements aux Professeurs J. Lejoly de l'Université Libre de Bruxelles et Nyamangombe (Université de Kinshasa) pour la formation du chercheur du projet.

Références bibliographiques

1. Adjanohoun E., Cuset G., Issa Lo, Keita A., Le Bras M. & Lejoly J., 1994, Banque des données de médecine traditionnelle et pharmacopée (PHARMEL). Notice pour la collecte et l'entrée des données, seconde édition P.U.B, Bruxelles 142.
2. Crabbe M., 1980, Le climat de Kinshasa d'après les observations centrées sur la période 1931-1970. Les services de l'Administration belge de la Coopération du développement, Bruxelles 7-8.
3. Cunningham A.B., 1993, African medicinal plants setting priorities at the interface between conservation and primary health care. People and plants, working paper n° 1, Unesco, Paris 1-50.
4. Densoff I. & Devred R., 1954, Notice explicative de la carte des sols et de la végétation 2. Mvuazi (Bas-Congo A et B). Publication de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo. Office National de la Recherche et du Développement Bruxelles 14-33.
5. Dhetchuvi M.M. & Lejoly J., 1996, Les plantes alimentaires de la forêt dense du Zaïre, du nord-est du Parc National de la Salonga, in: Hladik C.M., Hladik A., Pagezy H., Linares O.F., Koppert G.J.A. et Froment A.: L'alimentation en forêt tropicale. Interactions bioculturelles et perspectives de développement vol. I. Les ressources alimentaires, production et commercialisation. L'homme et la biosphère Ed. Unesco MAB, Paris, 301-313.
6. Dounias E. & Hladik C.M., 1996, Les agroforêts MVAE et Yassa du Cameroun littoral fonction socio culturelle, structures et composition floristique in: Hladik C.M., Hladik A., Pagezy H., Linares O.F., Koppert G.J.A. et Froment A.: L'alimentation en forêt tropicale Interaction bioculturelles et perspectives de développement vol. II. Bases culturelles des choix alimentaires et stratégie de développement. L'homme et la biosphère Ed. Unesco, 1103-1126.
7. Dounias E., Rodrigue W. & Petit C., 2000, Revue de la littérature ethnobotanique pour l'Afrique centrale et l'Afrique de l'ouest, in: Bulletin du Réseau africain d'ethnobotanique n° 2 Unesco, 5-117.
8. Duvigneaud P., 1953, Les savanes du Bas-Congo, essai de phytosociologie topographique. Les presses de Lejeunia Liège, Belgique, 5-12.
9. Lubini A., Mossala M., Onyemba P.M.L. & Lutaladio N.B., 1994, Inventaire des fruits et légumes autochtones consommés par les populations du Bas-Zaïre au sud-ouest du Zaïre, Tropicultura, 12, 3, 118-123.
10. Ludiongo N., 1984, Nkisi mi bakulu, CERPHYTOZA (Centre de Recherche en Phytothérapie au Zaïre) et Ludiongo NBombasi Roma, 110 pp.
11. Kabeya M., Nlandu L., Kizika K. & Paulus J.S.J., 1994, Inventaire de la flore domestique des parcelles d'habitation. Cas de Kinshasa (Zaïre), in: Revue de médecines et pharmacopées africaines – vol. 3, n° 1, 55-65.
12. Kasuku W., Lula F., Paulus J., Ngiefu N. & Kaluila D., 1999, Contribution à l'inventaire des plantes utilisées pour le traitement du paludisme à Kinshasa (R.D.C.), in: Revue de médecine et pharmacopées africaines – Vol 13, 95-103.
13. Makumbelo E., Lukoki L., Paulus J.J. Sj. & Luyindula N., 2002, Inventaire des espèces végétales mises en culture dans les parcelles en milieu urbain. Cas de la commune de Limete-Kinshasa, R.D. Congo, Tropicultura, 20, 2, 89-95.
14. Makumbelo E., Paulus J.J.Sj., Luyindula N. & Lukoki L., 2004, Apport des arbres fruitiers à la sécurité alimentaire en milieu urbain tropical. Cas de la commune de Limete- Kinshasa, R.D. Congo, Tropicultura 23, 4, 245-252.
15. Makumbelo E., Lukoki L., Paulus J.J.Sj. & Luyindula N., 2004, Stratégie de la valorisation des espèces ressources des produits non ligneux de la savane des environs de Kinshasa: I. enquête ethnobotanique, Tropicultura 25, 1, 51-55.
16. Moran E.F., 1996, Utilisation des connaissances des populations indigènes dans la gestion des ressources des divers écosystèmes amazoniens in: Hladik C.M., Hladik A., Pagezy H., Linares O.F., Koppert G.J.A. & Froment A.: Alimentation en forêt tropicale. Interaction bioculturelles et perspectives de développement vol. II. Bases culturelles des choix alimentaires et stratégie de développement. L'homme et la biosphère Ed. Unesco, 1202-1204.
17. Mve-Mengome E., Helies P., Lucas B., Adjanohoun E., Maille M. & Vignat J.P., 1994, Utilisation des plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle africaine en ophtalmologie, in: Revue de médecines et pharmacopées africaines, vol. 3, n° 1, 67-71.
18. Ngalamulume Tshiamuene, Paulus J.s.j., Kabeya M., Nlandu S.L. & Kizika K., 1995, Plantes médicinales à usage domestique cultivées dans deux quartiers de Kinshasa, in: Revue de médecine et pharmacopées africaine, Vol. 9 n° 2, 9-14.
19. Pauwels L., 1982, Plantes vasculaires des environs de Kinshasa. Ed. Luc Pauwels, 105-118.
20. Polygenis-Bigendako M.J. & Lejoly J., 1989, Plantes employées dans le traitement des diarrhées en médecine traditionnelle au Burundi occidental, Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique Bruxelles, 122, 1, 87-97.
21. Wonnacott T.H. & Wonnacott R.J., 1991, Statistique- Economie - Gestion- Sciences- Médecine (avec exercices d'application) 4^{ème} édition, Economica France, Paris, 211-259.

E. Makumbelo, Congolais, D.E.S en Gestion de l'Environnement, Doctorant en Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences, B.P 190, Kinshasa XI. Chercheur au projet Biofertilisants Amont JEEP, ONG JEEP, B.P.114, Kinshasa XI, Université de Kinshasa – RD Congo.

L. Lukoki, Congolais, Docteur en Sciences Agronomiques. Professeur à l'Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, B.P. 190, Kinshasa XI, Université de Kinshasa – RD Congo.

Paulus J.J.s.j., Belge, Docteur en Sciences. Professeur à l'Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, B.P. 114, Kinshasa XI, Université de Kinshasa – RD Congo.

N. Luyindula, Congolais, Docteur en Sciences. Professeur à l'Université de Kinshasa, Directeur de Recherche au Centre Régional d'Etudes Nucléaire Kinshasa, B.P. 868, Kinshasa XI, Université de Kinshasa – RD Congo.

Genetic Variability Analysis of the Polyploid Complex of *Acacia nilotica* (L.) Willd. Using RAPD Markers

Khadidiatou Ndoye-Ndir^{1,2*}, P.I. Samb & Marie-Hélène Chevallier^{2,3}

Keywords: *Acacia nilotica*- RAPD- Genetic diversity- *in situ* conservation- *ex situ* conservation- Senegal

Summary

The genetic variability of nine *Acacia nilotica* subspecies of various origins was analyzed by thirty-six RAPD primers. Sixteen among them produced polymorphic bands and generated 166 polymorphic markers. The amplified bands were separated by electrophoresis on 1.8% agarose gel. The analysis of 166 RAPD markers allowed to distinguish essentially three main groups in *Acacia nilotica* complex: (i) The first group comprised subspecies, *indica*, *cupressiformis*, *nilotica*, *tomentosa*. Subspecies *subalata* and *jacquemontii* of which the systematic position is unclear seems to belong to this group. (ii) The second group comprised subspecies *adstringens* and *leiocarpa*. (iii) *Kraussiana* subspecies distinguishes itself from first two groups. The genetic variability within populations (*H*) was calculated through Shannon index. Subspecies *adstringens* presents the lowest within population variability (*H*= 0.015) while *kraussiana* and *leiocarpa* subspecies showed high variation index (*H*= 0.095) and (*H*= 0.096) respectively. The genetic variability analysis of *Acacia nilotica* revealed large differences between subspecies but no correlation between geographic distances and genetic distances could be established. Subspecies native of east Africa presented higher allelic richness than west African and Indian ones.

Résumé

Analyse de la variabilité génétique du complexe polyploïde *Acacia nilotica* (L.) Willd. à l'aide de marqueurs RAPD

La diversité génétique de neuf sous-espèces d'*Acacia nilotica* de différentes origines a été analysée à l'aide de trente-six amorces RAPD. Seize parmi elles ont produit des bandes polymorphes. Les amorces choisies ont ainsi généré un total de 166 marqueurs polymorphes. Les bandes amplifiées ont été séparées par électrophorèse sur gel d'agarose à 1,8%. L'analyse des 166 marqueurs RAPD a permis de distinguer essentiellement trois groupes dans le complexe *Acacia nilotica* quel que soit l'indice de similarité utilisé: (i) le premier groupe est constitué par les sous-espèces, *indica*, *cupressiformis*, *nilotica*, *tomentosa*. Les sous-espèces *subalata* et *jacquemontii* dont la position systématique est confuse semblent appartenir à ce groupe; (ii) le second groupe est constitué par les sous-espèces *adstringens* et *leiocarpa* et (iii) la sous-espèce *kraussiana* se distingue des deux premiers groupes. La valeur de la diversité génétique intra population (*H*) a été calculée grâce à l'index de Shannon. La sous-espèce *adstringens* présente le plus faible indice de diversité intra population (*H*= 0,015) tandis que les sous-espèces *kraussiana* et *leiocarpa* ont montré respectivement des indices élevés (*H*= 0,095) et (*H*= 0,096). Ainsi, le pourcentage de loci polymorphes varie de 3,72% (*ssp adstringens*) à 25,53% (*ssp leiocarpa* et *kraussiana*). L'analyse de la variabilité génétique des sous-espèces d'*Acacia nilotica* a révélé de grandes différences entre sous-espèces mais aucune corrélation entre les distances géographiques et les distances génétiques n'a été établie. Les sous-espèces originaires d'Afrique de l'est ont présenté une plus grande richesse allélique que les sous-espèces ouest africaines et indiennes.

Introduction

A major goal of conservation biology is the preservation of genetic diversity in order to maintain the evolutionary potential of the species (4). The use of genetic data to determine evolutionary relationships between populations and species can make significant contribution to conservation (15). *Acacia nilotica* is a multipurpose tree mainly distributed in the warm arid and semiarid regions of the world (11, 26). It is also a polyploid complex, which plays an essential role in the rural economy through the supply of wood, by-products, stabilization and the fertilization of soils (13, 29). Taxonomy was studied in detail by Brenan (5) who divided the species in nine subspecies among which 3 are native from India and 6 from Africa. The subspecies can be differentiated mainly on the shape, the size and degree of pubescence of pods and shape of the crown. Subspecies *adstringens*, *kraussiana*, *subalata*, *hemispherica* and *leiocarpa* are

characterized by pods not necklace-like, the margins of the pods are straight, crenate or sometimes irregularly constricted. Subspecies *nilotica*, *tomentosa*, *cupressiformis* and *indica* are characterized by pods necklace-like, narrowly and regularly constricted between the seeds (5, 10). Presently, there are very few studies concerning the genetics of polyploid populations especially at the level of forest trees (3, 8, 13). Genetic variability of natural populations of *Acacia* is still little known (7, 9, 17, 16, 21, 26). The knowledge of this parameter is however an indispensable preliminary to conservation strategy definition, management and durable use of these forest resources which are threatened with disappearance in tropical dry lands (14). Genetic diversity is required for populations to evolve to cope with environmental change, and loss of genetic diversity is often associated with reduced reproductive fitness (15).

¹Université de Thiès, UFR Sciences Agronomiques et Développement Rural (SADR) (ex Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture), BP A 296, Thiès, Sénégal.

²CIRAD-Forêt, TA10/C, 34032 Montpellier Cedex 5, France.

³UMR 5175, CEFE, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier, Cedex 5, France.

*Corresponding author: Dr Khadidiatou Ndoye-Ndir, Université de Thiès, UFR Sciences Agronomiques et Développement Rural (SADR), Département des Productions Végétales, BP A 296, Thiès, Sénégal. Tél: (221) 655 70 52; Fax: (221) 951 15 51. Email: khadidiatou_ndir@hotmail.com

Received on 15.01.07 and accepted for publication on 31.08.07

Table 1
Location of the origin of *Acacia nilotica* subspecies seed samples analysed

Subspecies	Country	Locality	Latitude	Longitude
<i>Tomentosa</i>	Senegal	Guanguel	15°23'00 N	12°57'14 W
<i>Tomentosa</i>	Senegal	Donaye	15°36'37 N	14°52'92 W
<i>Adstringens</i>	Senegal	Dahra	15°21'00 N	15°27'00 W
<i>Nilotica</i>	India	Pune	18°32 N	73°51 E
<i>Indica</i>	India	Pune	18°32 N	73°51 E
<i>Cupressiformis</i>	India	Pali	18°34 N	73°18 E
<i>Subalata</i>	India	Pune	18°32 N	73°51 E
<i>Leiocarpa</i>	Kenya	Sabaki	03° 09 S	40° 08 E
<i>Kraussiana</i>	Zimbabwe	Chabalala	20° 00 S	30° 00 E
<i>Jacquemontii</i>	India	Pune	18°32 N	73°51 E
<i>Jacquemontii</i>	India	Ajamgahr	26°03 N	83°30 E

In the current paper, we focus on the analysis and interpretation of genetic diversity of nine *Acacia nilotica* subspecies and examine the population's structure of this polyploid complex. This is the first genetic analysis on almost all *A. nilotica* subspecies.

The study is realized on the populations of Senegal and other origins from east Africa and India to support the comparison and have a global vision of the genetic diversity organization of this polyploid complex on all its geographical distribution area (Table 1).

Materials and methods

- Plant material

A total of 180 seeds from the 9 subspecies were analyzed. Each subspecies was represented by 20 seeds originating from one or two populations. When the descents were separated, one seed was selected by tree and for twenty trees. In the opposite situation, seeds came from bulk.

- Seed germination and DNA extraction

Seeds were treated with concentrated sulphuric acid (95% v/v) for one or two hours (according to subspecies) and then soaked in water overnight to break dormancy. Seeds were allowed to germinate in an incubator (temperature maintained at 27 °C) during two days. Seeds were then transferred in boxes containing a sand and compost mixture and kept at room temperature (around 25 °C). After two or three weeks, the first leaves were available for genomic DNA extraction. A total of 100 mg of fresh leaves was taken from young plantlets for extraction using Bousquet *et al.* (6) protocol. Total DNA was estimated on 1% agarose gels and the quantity was determined using a fluorimeter. DNA was then diluted in sterile water to a concentration of 3 ng/μl for use in amplification reactions.

- DNA amplification

Thirty-six arbitrary primers were screened for their suitability for RAPD analysis using a small number of samples from different *Acacia nilotica* subspecies. Sixteen primers able to detect clearly resolved within or between subspecies

Table 2
Number of RAPD loci, primers sequences, amplified polymorphic fragments and phenotype generated by 16 arbitrary primers

Primers code	Primers sequences 5' to 3'	No. of RAPD bands generated	No. of polymorphic bands
SC 10/14	TCCCGACCTC	9	9
SC 10/16	CCTGGCGAGC	11	10
SC 10/17	GTTAGCGGCG	10	10
SC 10/19	CGTCCGTCAG	8	8
SC 10/22	CTAGGCGTCTG	10	9
SC 10/23	GGCTCGTACC	9	9
SC 10/24	ACCCATGCGG	11	11
SC 10/25	CGGAGAGTAC	12	11
SC 10/30	CCGAAGCCCT	15	13
OPA-M05	GGGAACGTGT	9	9
OPA-N12	CACAGACACC	14	13
OPA-Y04	GGCTGCAATG	12	12
OPA-Y05	GGCTGCGACA	17	17
OPA-Y11	AGACGATGGG	13	13
OPA-Y15	AGTCGCCCTT	13	13
OPA-Y17	GACGTGGTGA	10	10
Total		183	177

polymorphism were selected for further analysis (Table 2). PCR was carried out in a final volume of 25 μl containing 10 mM Tris-HCl (pH 8.0), 50 mM KCl, 2 mM MgCl₂, 0.1 mM of each dNTP, 0.56 μM primer, 25 ng genomic DNA and one unit of Taq DNA polymerase. Amplifications were performed in 96-well plates using a Techne-Cyclogene p96 thermal cycler programmed as follows: an initial denaturation step at 94 °C for 4 min, 35 cycles each at 92 °C for 45 sec, 40 °C for 45 sec and 72 °C for 1.45 mn and a final extension step at 72°C for 10 min.

Amplifications were performed twice for some samples to ensure reproducibility of banding patterns. (The usual precaution was taken to prevent contamination of PCR experiments with previously amplified fragments. In particular, pre- and post- amplification procedures were carried out separately and fresh aliquots of reagents were used for each experiment wherever possible). To test the reliability of PCR products, two controls were included in each set of reactions, one control containing all components except genomic DNA and the second control containing genomic DNA and all components except Taq polymerase. No amplification occurred in any of these controls. Amplification products were separated on 1.8% agarose gels stained using ethidium bromide and photographed under UV light with Polaroid film.

- Data analysis

The presence and absence of RAPD bands were coded [1] or [0] respectively regardless of band intensities and used to construct data matrix. The Sokal and Michener index of similarity S (25) was calculated between all individuals using the NTSYS-PC software (24). This coefficient considers both positive and negative matches. We calculated distances as $1-S$ and we constructed a neighbour-joining (NJ) dendrogram with the unweighted pair group method (UPGMA) using the DARwin software (23).

The Shannon's index ($H_s = -\sum p_i \ln p_i$) and Nei's index ($H = n(1 - \sum p_i^2) / (n-1)$) where p_i in both indices is the frequency of the i th RAPD band, as well as the percentage of polymorphic loci (P) were calculated for each subspecies using Popgen 1.32 (30).

The AMOVA analysis was conducted to estimate variance components at different hierarchical levels, partitioning the variation among groups of subspecies (group "pods necklace-like" vs. group "pods not necklace-like"), among subspecies and among individuals within subspecies using WINAMOVA 1.55 (12). Input files of dominant RAPD markers were prepared using AMOVA-PREP (20).

Factorial correspondence analysis: In order to obtain a synthetic picture of the organization of the genetic diversity a multiple correspondence analysis was carried out on a matrix of presence [1] and absence [0] of all the RAPD bands using the Corresp procedure of the SAS software Version 8.

Results

- Genetic diversity

The data for RAPD analysis were scored from photographs of the ethidium bromide stained agarose gels. Bands were considered to be the same if they occurred at exactly the same position on the electrophoresis gel (Figure 1). The sixteen primers chosen for analysis were assumed to be a random sample of the genome and generated a total of 188 bands ranging from 8 with SC10/19 to 17 with OPA-Y05 and an average of 11.8 bands per primer. The patterns of RAPD fragments produced by the primer SC10/30 is shown in figure 1 as exemple. Of the 188 bands, 177 (94.2%) were polymorphic in at least one of the subspecies studied.

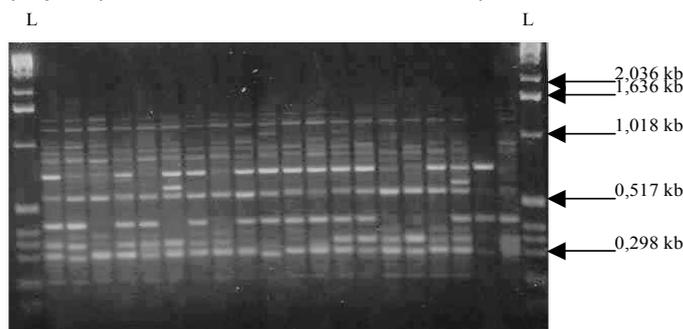


Figure 1: Example of RAPD profile obtained with the primer SC 10/30 on *Acacia nilotica* ssp *kraussiana*. L = ladder.

Table 3
Estimates of phenotypic diversity for *Acacia nilotica* ssp.

Subspecies	N	No. polymorphic loci	PI (%)	Na	Ne	H	I
<i>adstringens</i>	20	7	3.7	1.037 0.190	1.027 0.143	0.015 0.079	0.022 0.114
<i>kraussiana</i>	20	48	25.5	1.255 0.437	1.166 0.322	0.095 0.175	0.140 0.252
<i>leiocarpa</i>	20	48	25.5	1.255 0.437	1.169 0.323	0.096 0.177	0.141 0.254
<i>subalata</i>	20	48	25.5	1.255 0.437	1.125 0.259	0.078 0.147	0.121 0.220
group 1	80	167	88.8	1.888 0.316	1.614 0.336	0.347 0.163	0.509 0.220
<i>cupressiformis</i>	20	10	5.3	1.053 0.225	1.027 0.143	0.016 0.078	0.024 0.113
<i>Indica</i>	20	15	8.0	1.080 0.272	1.052 0.196	0.029 0.108	0.043 0.156
<i>jacquemontii</i>	20	13	6.9	1.069 0.254	1.041 0.164	0.024 0.095	0.036 0.140
<i>nilotica</i>	20	13	6.9	1.069 0.254	1.050 0.204	0.027 0.107	0.040 0.152
<i>tomentosa</i>	20	27	14.4	1.144 0.352	1.095 0.262	0.053 0.141	0.079 0.202
group 2	100	114	60.6	1.606 0.490	1.332 0.354	0.199 0.193	0.301 0.278
all ssp	180	176	93.6	1.936	1.561	0.328	0.491

N: Number of analysed seeds

No: Polymorphic loci number of polymorphic loci

PI: Polymorphic loci: Percentage of all loci that are polymorphic regardless of allele frequencies.

Na: Allele Number, counts the number of alleles with non zero frequency.

Ne: Effective Allele Number, estimates the reciprocal of homozygosity.

H: Gene Diversity: Estimates Nei's gene diversity.

I: Shannon Index, Estimates Shannon's information index as a measure of gene diversity.

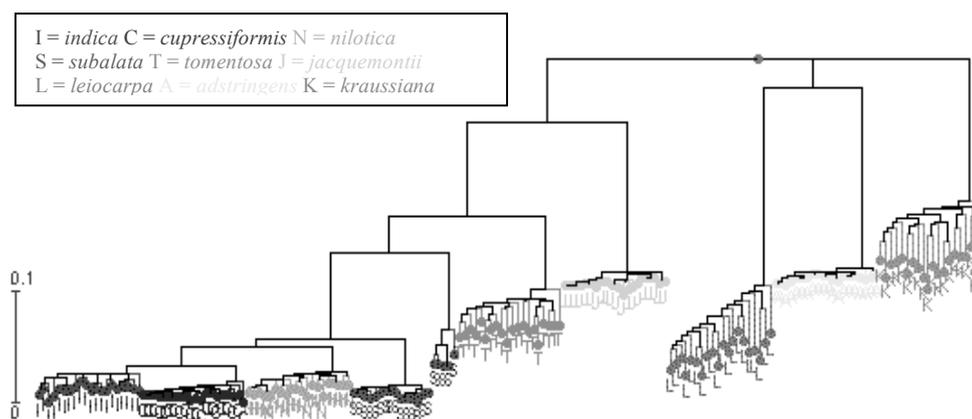


Figure 2: Dendrogram showing dissimilarities (Sokal and Michener) among *Acacia nilotica* subspecies based on RAPD data from 16 primers. The phenogram was build according to the unweighted pair-group method with neighbour joining mean.

Percentage of polymorphic RAPD loci varied from 3.7% (*adstringens*) to 25.5% (*subalata*, *leiocarpa* and *kraussiana*). The average percentage of polymorphic loci was lower in the group of subspecies with necklace like pods (41%) compared to the group of subspecies with not necklace like pods (90%).

- Genetic diversity within subspecies

The subspecies *adstringens* showed the lowest within population diversity ($H = 0.015$), whereas, ssp. *kraussiana* and ssp. *leiocarpa* were the most diverse with respectively ($H = 0.095$) and ($H = 0.096$) while the percentage of polymorphic RAPD loci varied from 3.72% (ssp. *adstringens*) to 25.53% (ssp. *subalata*, *leiocarpa* and *kraussiana*) (Table 3).

- Genetic diversity among subspecies

The cluster phenogram obtained by the UPGMA algorithm divided the subspecies of *Acacia nilotica* into three main groups (Figure 2). One comprises the necklace-like pods (*tomentosa*, *cupressiformis*, *indica*, *nilotica*), and the other the non necklace-like ones. Ssp. (*adstringens* and *leiocarpa*). Ssp. *kraussiana* differs from other subspecies and forms a separate group. The ssp. *jacquemontii* and *subalata* which systematic position is not clear seems to belong to the first group.

The multiple correspondence analysis confirms the great differentiation between subspecies on the 1-2 plan (Figure 3). Subspecies with whole pods (*leiocarpa*, *adstringens* and *kraussiana*) and subspecies with pearl pods (*tomentosa*, *nilotica*, *cupressiformis*, *indica* and *jacquemontii*) are clearly differentiated and distributed into two different groups.

The partitioning of genetic variation examined by AMOVA (12) showed that, although most of the variation (62%) was found among subspecies within groups. A significant proportion was attributable to differences among groups (26%) and

only (12%) represent the variation within subspecies. The differentiation assessed among subspecies was marked, 87% of the variation was present among subspecies and only 13% within subspecies. Nearly 60% of the variation was among groups (Table 4).

Discussion

RAPDs constitute a successful tool for the analysis of both among and within subspecies diversity.

- Impact on *Acacia nilotica* taxonomy

Patterns of genetic diversity using RAPD markers have shown that: (i) the majority of RAPD variations detected was partitioned among subspecies; (ii) the necklace-like pods group present lower variability than the none necklace-like ones; (iii) subspecies from east Africa present a higher variability than those native of western Africa.

In spite of subspecies *subalata* and *jacquemontii* which have a systematic vague position, the genetic diversity analysis of *Acacia nilotica* complex made from 166 RAPD markers allowed classifying the nine subspecies in three groups. A first group would gather subspecies *nilotica*, *cupressiformis*, *indica*, *tomentosa*, *subalata* and *jacquemontii* whereas the second group would be established by subspecies *adstringens* and *leiocarpa*. Ssp. *kraussiana* distinguishes itself from other subspecies and forms a separate group.

The existence of individuals belonging to both genetically different under groups within the *subalata* subspecies could confirm the hypothesis of Ali and Feruqi (1, 2), according to which *Acacia nilotica subalata* is a hybrid between ssp. *hemispherica* and ssp. *indica*. To verify this hypothesis, it would be interesting to analyse later samples of the ssp. *hemispherica*

Table 4
AMOVA (12) for all 180 individuals of *Acacia nilotica* from 9 subspecies, using 166 RAPD markers

Sources of variation	d.f.	Variance component	% variation	P-value
Nested analysis				
Among groups	1	10.02	26	0.0280
Among subspecies within group	6	23.58	62	< 0.0002
Within subspecies	152	4.69	12	< 0.0002
Analysis among subspecies				
Among subspecies	8	30.04	87	< 0.0002
Within subspecies	171	4.36	13	
Analysis among groups				
Among groups	1	15.69	41	
Within groups	158	22.60	59	

Degrees of freedom (d.f.) and the significance (P-value) of the variance components are shown.

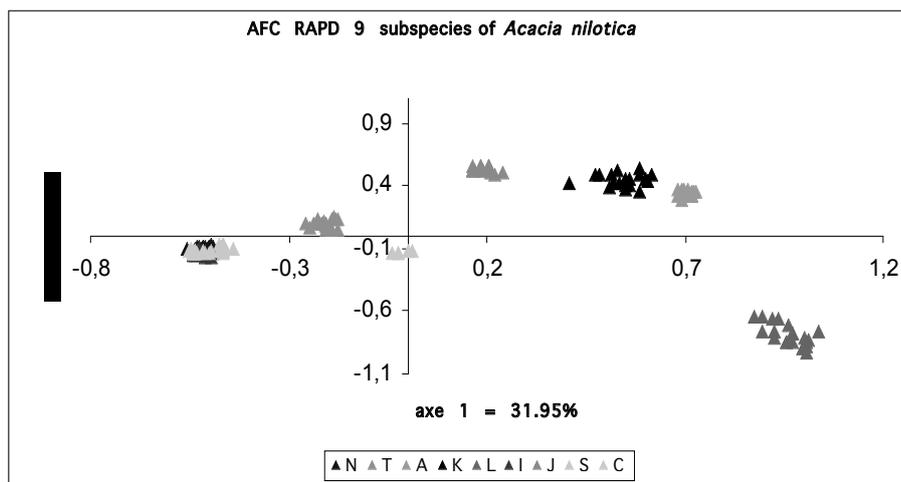


Figure 3: Factorial Correspondence Analysis of nine *Acacia nilotica* subspecies using the CORRESP of SAS software version 8.

Moreover, there does not seem to be correlations between the genetic distances and the geographic distances. In fact, *tomentosa* subspecies native from Senegal is genetically closer to subspecies from India. It notably presents many similarities with the *nilotica* subspecies from Pali (India) and the subspecies *indica* and *cupressiformis* from India. The subspecies *adstringens* native from Senegal is also genetically close to *leiocarpa* subspecies native from east Africa. Subspecies *adstringens* and *tomentosa* native from Senegal are genetically very remote from each other in the dendrogram, they belong to two different groups. The same observation was made during previous studies on the genetic variability of seven *Acacia nilotica* subspecies by isoenzymatic electrophoresis (22).

These studies confirm that the subspecies *jacquemontii* belongs to the *Acacia nilotica* complex in opposition to what was advanced by Joustra and Ben Salem in Brenan (5) who considered it as a separate species. Indeed, according to the revealed RAPD markers, there are several common fragments between this subspecies and subspecies with necklace-like pods. The axis 1/2 seems to confirm this tendency while individualizing the *subalata* subspecies although the axis 1/3 put in evidence the genetic similarities of subspecies *nilotica*, *indica*, *tomentosa* and *cupressiformis*.

The subspecies *leiocarpa* and *kraussiana* native respectively from Kenya and Zimbabwe (East Africa) presents the highest percentages of polymorphic loci (PI= 25%) in *A. nilotica* complex. If we consider this strong rate of polymorphism as resulting from a very advanced level of polyploidy of these subspecies, we can emit the hypothesis that according to the samples analysed during this study; these two subspecies are the most evolved in the *A. nilotica* complex. Certainly, this strong rate of polymorphism is a high factor of differentiation, which plays an essential role in the evolutionary process of the species. These results are in concordance with those from Mandal *et al.* (18) and Mandal and Ennos (19).

In parallel to this high allelic richness, we notice a low polymorphism index particularly at the level of the subspecies *adstringens* with only 3.72%. This low percentage of polymorphic loci was already evidenced by isoenzymatic electrophoresis technique (22); which let us suppose that this subspecies, in spite of its polyploidy, would have a preferentially autogame reproduction system. Molecular data cannot prove that the low genetic variation present in some populations of *A. nilotica* subspecies is a cause of concern for its viability in the wild.

- Implication of RAPD data for conservation management of the species

Effective and rigorous measurements are necessary to reverse the current tendencies leading to an impoverishment of genetic resources. Those must be based on a better understanding of the species as well as the ecosystems, extent of biological diversity and genetic variation. It is crucial to support the dynamic interaction between subspecies and their environment because it constitutes a genetic source of diversity.

The organization of genetic variability of *Acacia nilotica* complex revealed in our study is a parameter, which will have to be integrated in the future into any strategy of durable management of these natural resources. Our researches lead to a better understanding of the mechanisms of evolutionary polyploid complex with interesting possible applications in the management of the genetic resources.

Conclusion

The management of *Acacia nilotica* genetic resources should pass by the creation of protected areas even from natural reserves in the zones of strong anthropological pressure such as the valley of Senegal River. So, the creation of seed bank and the elaboration of replacements plantations will allow meeting the needs of timber local populations and by-products. These conservation strategies as well *in situ* and *ex situ* will have to support the gene flow between subspecies and populations. They will maintain their adaptation and evolutionary potentials in their environment. *Acacia nilotica* is a potentially interesting species for the reforestation programs. However, it is important to select subspecies to be targeted. Indeed, the interpretation of data relative to *Acacia nilotica* raises problems if we do not clarify the subspecies about which we speak. Nowadays, the contribution of rural communities in forest resources management begins to appear as an inevitable element in the forest resources management strategies. Conservation and management of natural *Acacia nilotica* populations is essential in environment stabilisation and fighting against drought.

Acknowledgement

This study was supported by the SCAC / MAE (Service de Coopération et d'Action Culturelle / Ministère des Affaires Étrangères du Gouvernement Français). We thank the CIRAD for the various stays at the Forest Genetic Laboratory of Baillarguet, Montpellier – France.

Literature

1. Ali S.I. & Faruqi S.A., 1969a, A taxonomic study of *Acacia nilotica* complex in West Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 1, 1-8.
2. Ali S.I. & Faruqi S.A., 1969b, Hybridisation in *Acacia nilotica* complex. *Pakistan Journal of Botany*, 1, 119-128.
3. Bever D.J. & Felber F., 1992, The theoretical population genetics of autopolyploid, *In: Oxford surveys. Evolutionary biology. Futuyama D., Antonovics J. (eds)*, 8, 185-217.
4. Byrne M., 2003, Phylogenetics and the conservation of a diverse and ancient flora. *C R Biol.* 326, S73-S79.
5. Brenan J.P.M., 1983, Manual on taxonomy of *Acacia* species. Present taxonomy of four species of *Acacia* (*A. albida*, *A. senegal*, *A. nilotica*, *A. tortilis*). FAO. Rome, 47 pp.
6. Bousquet J., Simon L. & Lalonde M., 1990. DNA Amplification from vegetative and sexual tissues of trees using polymerase chain reaction. *Can J. Forest Res.* 20, 254-257.
7. Bukhari Y.M., Koivu K. & Tigerstedt P.M.A., 1999, Phylogenetic analysis of acacia (Mimosaceae) as revealed from chloroplast RFLP data. *Theoretical and applied genetics*, 98, 291-298.
8. Cardoso C., 1995. Contribution à l'étude de la diversité génétique des acacias sahéliens: l'*Acacia tortilis* ssp. *raddiana* au Sénégal. Thèse de Doctorat, Université Paris-sud. 220 pp.
9. Chevallier M.-H., Brizard J.P., Diallo I. & Leblanc J.M., 1994, La diversité génétique dans le complexe *Acacia senegal*. *Bois et forêts des tropiques*, 240, 5-12.
10. Chhillar S., Hooda M.S. & Chopra D., 2002, Variability studies on pod and seed characteristics of *Acacia nilotica* (L.) Willd. *Ex Dell. Annals of Arid Zone*, 41, 1, 69-74.
11. El Amin H.M., 1973, Sudan Acacias Bulletin, Forest Research Institute, Khartoum n° 1, 64 pp.
12. Excoffier L., Smouse P.E. & Quattro J.M., 1992, Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131, 479-491.
13. Fagg C.W. & Stewart J.L., 1994, The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semi-arid environment. *Journal of Arid Environments*, 27, 1, 3-25.
14. FAO, 1994, Conservation des ressources génétiques dans l'aménagement des forêts tropicales. Principes et concepts. *Etude FAO forêts* 107, 101 pp.
15. Frankham R., Ballou J.D. & Briscoe D., 2002, *Introduction to Conservation Genetics*. United Kingdom, Cambridge University Press, 617 pp.
16. Harrier L.A., Whitty P.W., Sutherland J.M. & Sprent J.I., 1997, Phenetic investigation of non-nodulating African species of *Acacia* (Leguminosae) using morphological and molecular markers. *Pl. Syst. Evol.* 205, 27-51.
17. Joly H.I., Danthu P. & Aygalent C., 1992, Population genetics of an african *Acacia*, *Acacia albida*. I. Genetic diversity of populations from West Africa. *Aust. J. Bot.* 40, 59-73.
18. Mandal A.K., Ennos R.A. & Fagg C.W., 1994, Mating system analysis in a natural population of *Acacia nilotica* subspecies *leiocarpa*. *Theor. Appl. Genet.* 89, 7-8, 931-935.
19. Mandal A.K. & Ennos R.A., 1995, Mating system analysis in a natural population of *Acacia nilotica* subspecies *kraussiana*. *Forest. Ecol. Manage.* 79, 235-240.
20. Miller M., 1998, AMOVA-PREP a program for the preparation of AMOVA input files from dominant-marker raw data. Northern Arizona University, Flagstaff, USA.
21. Miller J.T. & Bayer R.J., 2001, Molecular phylogenetics of *Acacia* (Fabaceae: Mimosoideae) based on the chloroplast matk coding sequence and flanking trnK intron spacer region. *American Journal of Botany*, 88, 697-705.
22. Ndir K., 1996, Analyse de la diversité génétique de populations d'*Acacia nilotica* L. Willd. par électrophorèse isoenzymatique. Mémoire de DEA. Université de Dakar. Sénégal. 87 pp.
23. Perrier X., Flori A. & Bennot F., 1999, Les méthodes d'analyse des données. *In: Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*, Hamon P. *et al.*, (eds) Montpellier, France, Cirad, collection Repères, pp. 43-76.
24. Rohlf F.J., 1993, NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 1.80 Setauket, N.Y.: Exeter Software, c1993. 2 computer disks 1 manual (loose-leaf); 23 cm.
25. Sokal R.R. & Sneath P.H.A., 1963, *Principles of numerical taxonomy*. San Francisco. W. H. Freeman. 359 p.
26. Tybirk K., 1991, Régénération des légumineuses ligneuses du Sahel. *AAU Reports* 28, Botanical Institute Aarhus University, Denmark 85 pp.
27. Vassal J. & Lescaranne N., 1976, Cytologie et taxonomie dans le genre *Acacia*. *Bull. Soc. Hist. Nat Toulouse*, 112, 101-110.
28. Varghese M., Edwards M.A. & Hamrick J.L., 1999, Genetic variation within two subspecies of *Acacia nilotica*. *Forest genetics*, 6, 4, 221-228.
29. Wickens G.E., 1995, Role of *Acacia* species in the rural economy of dry Africa and the Near East. *FAO Conservation Guide*, N° 27, FAO Rome.
30. Yeh F.C. & Boyle T.J.B., 1997, Population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits. *Belg. J. Bot.* 129, p. 157.

Khadidiatou Ndoye-Ndir, Sénégalaise, Enseignante-Chercheur, Université de Thiès, UFR Sciences Agronomiques et Développement Rural (SADR), Département des Productions Végétales. BP A - 296, Thiès, Sénégal. Tél: (221) 655 70 52; Fax: (221) 951 15 51 Email: khadidiatou_ndir@hotmail.com

P.I. Samb, Sénégalais, Actuel Recteur de l'Université de Thiès, ex Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture. BP A - 296, Thiès, Sénégal. Email: pisamb@refer.sn

Marie-Hélène Chevallier, Française, Chargée de Recherches CIRAD, UMR 5175, CEFÉ, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier Cedex 5. France. Email: marie-helene.chevallier@cefe.cnrs.fr

Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie villageoise à Aguié (Niger)

A. Dramé Yayé¹ & F. Berti²

Keywords: Agroforestry- Assisted natural regeneration- PIC- PPILDA project- Aguié- Niger

Résumé

En 2003 et 2004, des études sont réalisées dans deux villages d'Aguié (Dan Saga et Guidan Bakoye) situés dans la région de Maradi (Centre-sud du Niger), grâce à un partenariat sous forme d'un Projet Interuniversitaire Ciblé (PIC) entre l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), l'Université Catholique de Louvain (Belgique), la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique), l'Université de Liège (Belgique), l'asbl ENDA Intermondes et le Projet PPILDA, ex PDRAA d'Aguié (Niger). Ces études, dont la demande émane des paysans, portent sur l'évaluation de la régénération naturelle issue de la protection des rejets ligneux dans les champs en vue de définir les possibilités et modalités de création de marchés ruraux de bois. Dan Saga et Guidan Bakoye sont des zones à *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum* où la régénération naturelle assistée est pratiquée par toutes les catégories sociales, avec des densités d'arbres de plus de 100 pieds à l'hectare. Ces densités augmentent avec l'éloignement des champs par rapport aux villages. Les quantités de bois de feu et de bois de service offertes sur le marché informel pourraient générer des revenus de plus de 1 million de francs CFA chaque semaine (10 à 50 fagots de 25 kg chacun). Cependant, l'étroitesse du marché due à l'absence d'acheteurs potentiels ne permet d'écouler que le tiers de la production, rendant plus que nécessaire la création d'un réseau d'écoulement des produits. Ce réseau serait un groupement de villages n'appartenant pas forcément à la même entité administrative mais organisé autour de préoccupations socio-économiques communes. Le Projet PPILDA a donné le nom d'«Intervillages» à un tel réseau. La gestion des ressources naturelles et particulièrement de la régénération naturelle des ligneux a favorisé l'émergence d'une multitude d'acteurs dont les intérêts, souvent divergents, ont entraîné une déstructuration de la société traditionnelle. L'adaptation à ces mutations sociales ne pourra se faire qu'à travers une politique incitative en faveur de l'agroforesterie, une redéfinition des rôles des différents acteurs ainsi qu'un important investissement dans le renforcement des capacités de ces acteurs.

Introduction

Dans le département d'Aguié, localisé dans la région de Maradi situé à 750 km de Niamey, au Centre-sud du Niger, les espaces boisés naturels se réduisent aux seules forêts de Dan Kada Dodo, Dan Gado et Bakabé couvrant une superficie totale estimée à 14 330 ha sur les 280 000 ha que compte le département. Ces formations naturelles sont dans un état de dégradation avancé suite aux prélèvements excessifs de bois liés à une croissance démographique sans cesse grandissante.

Pour enrayer la dynamique de dégradation des espaces boisés et assurer à long terme une reconstitution des ressources ligneuses, l'Etat nigérien avait opté, dans les années 70, pour de vastes opérations de reboisements artificiels. Ces programmes, qui étaient surtout conçus pour

Summary

Issues around Village Agroforestry in Aguié (Niger)

In the framework of a partnership between the Abdou Moumouni University of Niamey (Niger), The Catholic University of Louvain (Belgium), The Gembloux Agricultural University (Belgium), The University of Liege (Belgium), The asbl ENDA Intermondes and the PPILDA Project, former PDRAA of Aguié (Niger), studies were conducted in 2003 and 2004 in two villages (Dan Saga and Guidan Bakoye) in Aguié, located in the Region of Maradi (Middle South of Niger). These studies were requested by farmers, and aimed at precisising the feasibility and conditions for creating a rural wood market. They consisted in the evaluation of the assisted natural regeneration obtained through the protection of tree shoots in the fields. Dan Saga and Guidan Bakoye villages are typical *Combretum glutinosum* and *Piliostigma reticulatum* areas where farmers from all social categories practised the assisted natural regeneration, leading to densities of more than 100 trees per hectare in the fields. These densities increase with the increasing distance from the villages. The weekly amount of offered firewood (about 10 to 50 bundles of 25 kg each) and timber in the local market could generate more than CFA 1 million income. However, the lack of local purchasers makes it difficult to sell more than the third of the wood production. This is what seems to be another reason for creating a wood market network. This network would be a grouping of villages not always belonging to the same administrative entity, but organized around common social and economical development concerns. The PPILDA Project calls such a network a "Between-Villages Network". The management of the natural regeneration of tree species in the fields has favoured the emergence of various actors whose conflicting interests destabilized the pre-existing social structures. The only way to adapt to these social mutations is to establish an incentive agroforestry policy, to define the new actors' role and to make an important investment in the capacity building of these actors.

assurer l'approvisionnement en bois des centres urbains, ont privilégié les essences à croissance rapide ou à forte capacité de rejet de souche. Ces choix techniques, qui avaient fait leurs preuves dans des régions plus humides, n'ont jamais permis d'obtenir dans les pays d'Afrique sahélienne les prévisions de 35 stères à l'ha, mais plutôt des rendements en bois de chauffe ne dépassant guère 10 à 15 stères à l'ha (3).

Les opérations de reboisement artificiel initiées un peu partout en Afrique sub saharienne n'ont jamais pris en compte l'environnement rural immédiat; la protection des ressources forestières se faisait à travers un système de sanctions mis en application par les services forestiers. Ceci a abouti à une spécialisation de l'espace rural avec un zonage distinguant,

¹ Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, BP. 10 960, Niamey, Niger.

² Unité d'Economie et Développement rural de la FuSAGx 2, Passage des Déportés, 5030 Gembloux, Belgique.

Reçu le 15.06.06 et accepté pour publication le 04.09.07.

d'un côté, le domaine agropastoral et, de l'autre, la zone sylvicole. Cette spécialisation de l'espace a fait oublier que les paysans africains ont de tout temps associé l'arbre et les animaux aux cultures, initialement à travers la pratique de la jachère. La présence des arbres dans les champs, permet, non seulement d'obtenir divers produits pour l'homme et les animaux, mais également d'améliorer la fertilité des sols par remontée biologique des éléments nutritifs utilisables par les cultures (10). La raréfaction des terres, face à une croissance démographique galopante, a considérablement réduit la durée de la jachère qui a même totalement disparu dans certaines zones comme Aguié. Face à cette tendance observable dans tous les pays du Sahel, la démarche de gestion des terroirs qui considère l'espace rural comme un tout indissociable est devenue, à partir des années 90, le mode d'intervention prioritaire dans les pays du Sahel.

Au Niger, Jouve (11), a fait une synthèse de nombreuses études effectuées sur l'approche gestion des terroirs. Ces études, qui se sont intéressées aux modes d'utilisation des ressources, ont mis en évidence la richesse des savoirs paysans ainsi que leurs stratégies de gestion des ressources naturelles. Parmi ces stratégies, la pratique spontanée de la régénération naturelle assistée à travers la protection des rejets arborés et arbustifs dans les champs lors des sarclages a favorisé le retour de l'arbre dans le paysage agricole de la région de Maradi. En effet, les paysans ont réalisé que «dans un contexte de forte pression foncière et de privatisation des ressources, la gestion de l'arbre devient une préoccupation de chaque exploitant car la satisfaction de ses besoins en bois ne dépend plus du couvert végétal sur l'ensemble du territoire villageois, mais de ce que supportent ses propres champs» (10).

Dans le département d'Aguié, un Projet Inter-universitaire Ciblé (PIC) impliquant l'Université catholique de Louvain (Belgique), l'Université A. Moumouni, la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique), l'Université de Liège (Belgique), l'asbl ENDA Intermondiales et le Projet de Promotion des Initiatives Paysannes dans le Département d'Aguié (PPILDA), ex Projet de Développement Rural de l'Arrondissement d'Aguié (PDRAA), a permis d'entreprendre, depuis 2003, des études sur la régénération naturelle des ligneux dans les champs. Les premiers thèmes de recherche (2003/2004) ont porté sur le recensement des espèces et l'évaluation des densités des peuplements à Dan Saga. Les thèmes suivants (2004/2005) ont élargi les sujets précédemment abordés au village de Guidan Bakoye, et ont évalué le potentiel ligneux sur pied afin de discuter du cadre organisationnel du marché rural du bois à mettre en place. Ils ont donné lieu à quatre mémoires d'étudiants de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni (8, 9, 14, 17) et à une synthèse (6), et ont montré que les arbres à usages multiples préservés dans les champs ont à présent atteint des densités importantes, soulevant du coup des enjeux environnementaux, économiques et sociétaux non négligeables.

Cette analyse, réalisée à partir des résultats des études précitées conduites depuis trois ans à Aguié dans le cadre du PIC (Projet Inter-universitaire Ciblé), se propose, d'abord de caractériser la régénération naturelle des ligneux dans les champs, puis de passer en revues les principaux enjeux liés à cette pratique avant de dégager des perspectives pour un développement local intégrant l'agroforesterie.

Matériel et méthodes

1. L'approche PAIIP (Promotion des Initiatives et Innovations Paysannes)

La démarche adoptée dans toutes les études menées à Aguié dans le cadre du PIC s'inspire de l'approche «Promotion des Initiatives et Innovations Paysannes (PAIIP)»

développée par le projet PDRAA, et privilégie un «partenariat d'égal à égal entre universitaires/chercheurs, développeurs et paysans» (4, 5, 7).

Tout comme l'exige la démarche PAIIP, l'idée de cette recherche vient des paysans. En effet, depuis 1990, toute la zone centre-sud du Niger a bénéficié de nombreux projets de développement et de recherche sur la gestion des terroirs, qui ont favorisé le retour des paysans à la pratique de la régénération naturelle assistée dans les champs. A partir de 2000, les paysans commencent à se demander que faire de ces fortes densités d'arbres présents dans leurs champs, qui occupent l'espace de culture et attirent les oiseaux granivores tels que le *Quelea quelea*, redoutable ravageur des récoltes de mil (culture céréalière pour l'alimentation de base au Niger).

Dans le cadre d'un voyage d'études organisé à leur intention dans la zone des rônneraies à Gaya (sud du Niger) par le projet PDRAA, les paysans des villages de Dan Saga et Guidan Bakoye ont été intéressés par le marché rural de palmes de rônier (*Borassus aethiopum*) qui est la principale ressource naturelle ligneuse de cette zone du Niger. De retour à Aguié et après concertation avec l'ensemble des populations, les responsables villageois ont exprimé, au cours d'un atelier villageois encadré par le projet, une demande d'études sur les possibilités de création d'un marché rural autour de leurs ressources naturelles ligneuses qui sont constituées par les arbres issus de la régénération naturelle assistée dans les champs. Cette demande émanant des villageois a, par la suite, été reformulée par le projet, donnant ainsi le présent thème de recherche qui a été soumis pour exécution aux enseignants chercheurs de la Faculté d'Agronomie.

Avant le début des activités de recherche, les protocoles, élaborés par les équipes universitaires constituées des étudiants et de leurs enseignants encadreurs, sont tous soumis puis discutés, d'abord avec l'équipe du projet, puis avec les paysans au cours de sessions villageoises. Après amendement et validation des protocoles par l'ensemble des acteurs, les étudiants sont placés dans les villages où ils passent trois mois (août à octobre) pour la récolte des données et des informations.

2. L'exécution de la recherche

La collecte des informations se fait avec des partenaires villageois désignés par l'assemblée villageoise et consiste en des enquêtes collectives semi-structurées, des entretiens individuels et des visites aux marchés et aux champs. Les enquêtes ont permis, à partir des critères propres aux paysans, tels que la disponibilité en foncier, le nombre de têtes de bétail et la nature des activités secondaires pratiquées, de classer les 109 exploitants agricoles de Dan Saga et les 80 de Guidan Bakoye dans les quatre catégories sociales définies par les villageois et traduites par Yamba et Yahaya (21) en extrêmement vulnérables, très vulnérables, moyennement vulnérables et peu vulnérables. Les enquêtes de marché ont concerné les vendeurs locaux et ont porté sur la disponibilité, l'approvisionnement ainsi que les revenus tirés de la vente du bois.

Les ligneux sont évalués sur deux transects de direction E-O et N-S allant chacun de la grande place centrale du village vers la limite du terroir. A partir des premiers champs, des placettes de 50 m x 20 m chacune sont délimitées tous les 150 m, jusqu'à un total de 10 placettes. Ainsi, 20 placettes ont été inventoriées par village. Les inventaires ont permis d'estimer la densité des peuplements et la diversité floristique. Cette dernière est évaluée à travers la diversité des familles et des espèces présentes (nombre de familles et d'espèces) ainsi que la contribution spécifique des différentes espèces (nombre d'individus d'une espèce donnée / nombre total d'individus inventoriés). Les mesures au ruban des circonférences des tiges à une hauteur

de 1,30 m du sol ont donné une idée des types de bois exploitables.

A partir des valeurs mesurées, les moyennes et erreurs standard sont calculées à l'aide du logiciel SAS (18).

Résultats

1. La catégorisation des exploitations champêtres

Le paysage champêtre des villages étudiés présente un aspect concentrique autour des habitations qui occupent le centre du village (Figure 1).

A Dan Saga comme à Guidan Bakoye, les champs occupent moins de 15% de la superficie totale des villages évaluée respectivement à 5414 ha et 4853 ha. Trois domaines champêtres distincts, appelés auréoles, ont été délimités à partir de la composition spécifique et de la densité des peuplements ligneux présents. En général, les champs fertiles, appelés champs de case, lieu de parcage des animaux domestiques, se situent dans la première auréole

aux alentours immédiats des habitations. Mais ces champs constituent généralement moins de 20% de l'ensemble des exploitations (Tableau 1). Les champs des deuxième et troisième auréoles représentent respectivement environ 33 et 48% de la superficie totale cultivée. La première auréole est majoritairement occupée par les catégories sociales peu vulnérables et moyennement vulnérables qui totalisent ensemble plus de 75% de la superficie totale cultivée. Ces superficies passent de 300 ha pour les peu vulnérables à moins de 5 ha pour les extrêmement vulnérables (Tableau 1). Les très vulnérables et les extrêmement vulnérables ont les champs les plus éloignés des villages. Ces champs sont ceux qui ont les plus fortes densités d'arbres.

2. La diversité floristique

La richesse spécifique du peuplement ligneux dans les champs est de 20 espèces à Dan Saga et 15 à Guidan Bakoye (Tableau 2). Ces espèces sont regroupées dans douze familles dont les plus représentées sont les Combretaceae

Tableau 1
Catégorisation des exploitants agricoles à Dan Saga

Catégories sociales	Nombre d'exploitants dans le village	Superficie moyenne par exploitant (ha)*	Densité des ligneux à l'ha	Superficie en ha (et %) de champs localisés au niveau des :			Total
				Champs de case (1 ^{ère} auréole) ¹	Champs éloignés (2 ^e auréole) ²	Champs très éloignés (3 ^e auréole) ³	
Peu vulnérables	20	15	60 - 109	75 (65,79)	105 (51,09)	120 (40,68)	300 (48,82)
Moyennement vulnérables	35	5	80 - 126	30 (26,32)	60 (29,20)	85 (28,81)	175 (28,48)
Très vulnérables	45	3	100 - 189	9 (7,89)	39 (18,98)	87 (29,78)	135 (21,97)
Extrêmement vulnérables	9	0,5	100 - 244	-	1,5 (0,73)	3 (1,02)	4,5 (0,73)
Total	109	-	60 - 244	114 (18,55)	205,5 (33,44)	295 (48,01)	614,5 (100)

¹ Les derniers champs de cette auréole sont situés à environ 668 m du centre du village.

² Les derniers champs de cette auréole sont localisés à 1280 m des limites de la 1^{ère} auréole, soit à 1948 m du village.

³ Les derniers champs de cette auréole sont à 1820 m des limites de la 2^{ème} auréole, soit à 3228 m du village.

* Informations fournies par les paysans lors des sessions villageoises.

La superficie totale du village de Dan Saga est de 5414 ha.

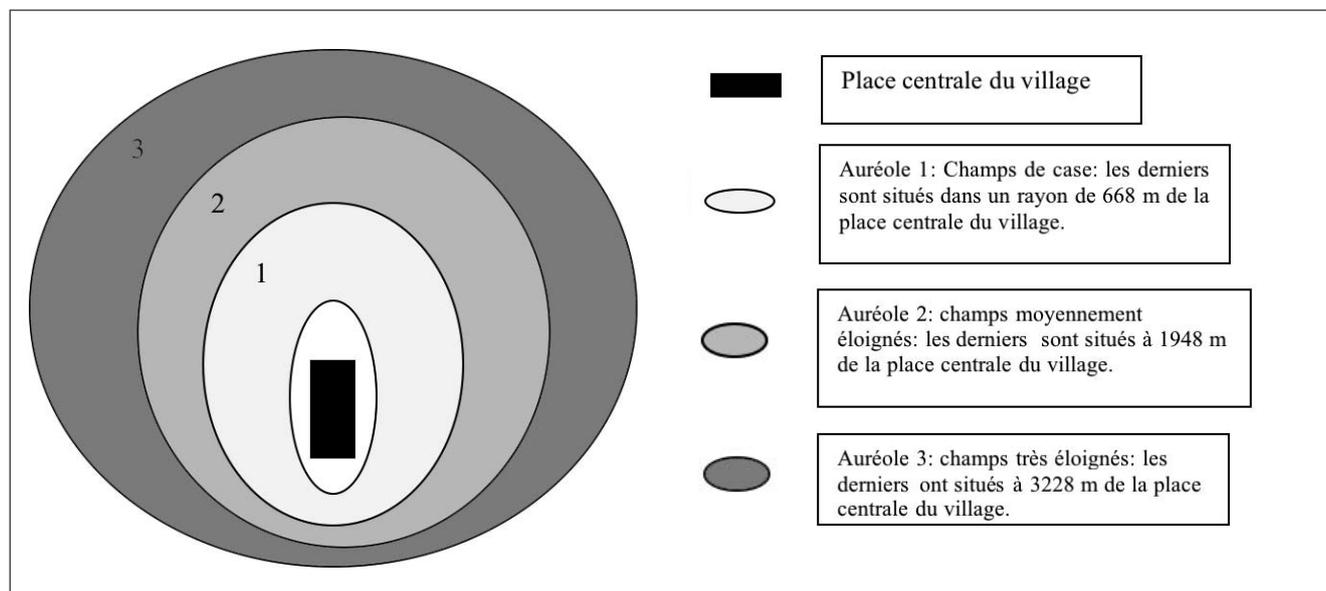


Figure1: Disposition auréolaire des champs autour du village à Dan Saga et Guidan Bakoye.

Tableau 2
Diversité floristique des ligneux issus de la régénération naturelle à Dan Saga et Guidan Bakoye

Famille	Espèce	Nom vernaculaire Haoussa	Nombre total d'individus recensés à	
			Dan Saga	Guidan Bakoye
Anacardiaceae	<i>Lannea fructicosa</i> (Hachst.) ex A. Rich. Engele	Farou	1	1
	<i>Sterocarya birrea</i> (A. Rich.) Hachst.	Loula	4	2
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Gouada	46	9
Asclepadaceae	<i>Calotropis procera</i> (Ait) Ait.	Tounfafia	1	1
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Adoua	10	1
Burseraceae	<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engle.	Dachi	3	0
Capparaceae	<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	Jiga	3	3
	<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	Dirga	8	0
Cesalpiniaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC) Hachst.	Kalgo	44	37
	<i>Cassia singuena</i> (Del.) Lack.	Rounfou	9	4
Combretaceae	<i>Combretum glutinosum</i> Perr.	Taramnia	90	72
	<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	Chabara	13	50
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Bedi	21	12
Mimosaceae	<i>Albizia chevalerie</i> Harms.	Katsari	1	0
	<i>Entada africana</i> Guill. et Perm.	Tawatsa	3	1
Mimosaceae	<i>Faidherbia albida</i> Del. Chev.	Gao	18	21
	<i>Prosopis africana</i> (Guill et Perr) Lourb.	Kiriya	2	6
	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Magaria	5	0
Rhamnaceae	<i>Ziziphus spina</i> Christi Lam.	Kourna	1	0
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet.	Dannia	1	1

Tableau 3
Contribution spécifique des ligneux dans les champs du village de Dan Saga

Auréole	Espèces ligneuses présentes	Fréquence absolue	Contribution spécifique relative (%)
1 (Champs de case)	<i>Annona senegalensis</i>	1	2,3
	<i>Combretum glutinosum</i>	26	59,1
	<i>Cassia singuena</i>	3	6,8
	<i>Faidherbia albida</i>	7	15,9
	<i>Guiera senegalensis</i>	1	2,3
	<i>Prosopis africana</i>	2	4,5
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	4	9,1
2 (Champs éloignés)	<i>Azadirachta indica</i>	19	14,0
	<i>Annona senegalensis</i>	35	25,8
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	2	1,5
	<i>Bauhinia rufescens</i>	5	3,7
	<i>Commiphora africana</i>	3	2,2
	<i>Combretum glutinosum</i>	28	20,6
	<i>Calotropis procera</i>	1	0,7
	<i>Cassia singuena</i>	4	2,9
	<i>Faidherbia albida</i>	8	5,9
	<i>Guiera senegalensis</i>	4	2,9
	<i>Maerua crassifolia</i>	2	1,5
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	20	14,7
3 (Champs très éloignés)	<i>Vitex doniana</i>	1	0,7
	<i>Ziziphus mauritiana</i>	4	2,9
	<i>Albizia chevalerii</i>	1	1,0
	<i>Azadirachta indica</i>	2	2,0
	<i>Annona senegalensis</i>	10	9,8
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	8	7,8
	<i>Bauhinia rufescens</i>	3	2,9
	<i>Combretum glutinosum</i>	36	35,3
	<i>Cassia singuena</i>	2	2,0
	<i>Entada africana</i>	3	2,9
	<i>Faidherbia albida</i>	3	2,9
	<i>Guiera senegalensis</i>	8	7,8
	<i>Lannea fructicosa</i>	1	1,0
<i>Maerua crassifolia</i>	1	1,0	
<i>Piliostigma reticulatum</i>	20	19,6	
<i>Sclerocarya birrea</i>	2	2,0	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2	2,0	

Contribution spécifique de l'espèce= fréquence absolue de l'espèce /nombre total de tous les individus (toutes espèces confondues inventoriées).

Tableau 4
Contribution spécifique des ligneux dans les champs du village de Guidan Bakoye

Auréole	Espèces ligneuses présentes	Fréquence absolue (Fa)	Contribution spécifique (%)
1 (Champs de case)	<i>Azadirachta indica</i>	4	11,4
	<i>Faidherbia albida</i>	16	45,7
	<i>Prosopis africana</i>	1	2,9
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	10	28,6
	<i>Sclerocarya birrea</i>	4	11,4
2 (Champs éloignés)	<i>Azadirachta indica</i>	7	10,6
	<i>Annona senegalensis</i>	6	9,1
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	1	1,5
	<i>Combretum glutinosum</i>	22	33,3
	<i>Calotropis procera</i>	1	1,5
	<i>Cassia singuena</i>	3	4,6
	<i>Faidherbia albida</i>	3	4,6
	<i>Guiera senegalensis</i>	6	9,1
	<i>Maerua crassifolia</i>	2	3,0
	<i>Prosopis africana</i>	1	1,5
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	14	21,2
3 (Champs très éloignés)	<i>Azadirachta indica</i>	1	0,8
	<i>Annona senegalensis</i>	3	2,5
	<i>Combretum glutinosum</i>	50	41,4
	<i>Cassia singuena</i>	1	0,8
	<i>Faidherbia albida</i>	2	1,6
	<i>Guiera senegalensis</i>	44	36,4
	<i>Lanea fruticosa</i>	1	0,8
	<i>Maerua crassifolia</i>	1	0,8
	<i>Prosopis africana</i>	4	3,3
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	13	10,8
	<i>Vitex donniana</i>	1	0,8

Contribution spécifique de l'espèce= fréquence absolue de l'espèce /nombre total de tous les individus (toutes espèces confondues inventoriées).

(*Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*) et les *Cesalpinoaceae* (*Piliostigma reticulatum* et *Cassia singuena*). Les tableaux 3 et 4 montrent qu'aussi bien Dan Saga que Guidan Bakoye sont des zones à *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum* qui sont surtout présentes au niveau des deux dernières auréoles. La première auréole est le domaine des essences de valeur telles que *Faidherbia albida* qui représente respectivement 45% et 15% des espèces présentes à Guidan Bakoye et Dan Saga. Une autre

essence caractéristique du paysage, notamment à Guidan Bakoye, est *Sclerocarya birrea*. La présence sur presque toutes les auréoles de *Azadirachta indica* s'explique par le fait qu'elle est très prisée comme bois de service et est de ce fait souvent associée sous forme de plantation artificielle à la régénération naturelle.

La densité des arbres varie en fonction de la localité et de l'éloignement des champs par rapport au village. A Dan Saga, la densité des arbres dans les champs boisés n'est

Tableau 5
Effectif des arbres dans les parcelles boisées à Dan Saga

Distance des champs au village	Effectif total des arbres recensés	Pourcentage des parcelles boisées (%)*	Densité des arbres à l'ha (± erreur standard)
668 m	44	20	110 ± 47,61 a
1948 m	136	40	170 ± 369,74 a
4223 m	102	40	127,5 ± 16,12 a
CV= 58,92	F= 0,87	P> F= 0,44	non significatif

*l'effectif total des parcelles échantillonnées est de 20.

Les densités suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SAS, 1997).

Tableau 6
Effectif des arbres dans les parcelles boisées à Guidan Bakoye

Distance des champs au village	Effectif total des arbres recensés	Pourcentage des parcelles boisées (%)*	Densité des arbres à l'ha (± erreur standard)
668 m	35	30	58,33 ± 4,77 c
1948 m	66	30	110 ± 9,66 b
4223 m	122	40	154,29 ± 14,45 a
CV= 25,16	F= 19,42	P> F= 0,0001	significatif

*l'effectif total des parcelles échantillonnées est de 20.

Les densités suivies de lettres différentes présentent une différence significative (SAS, 1997).

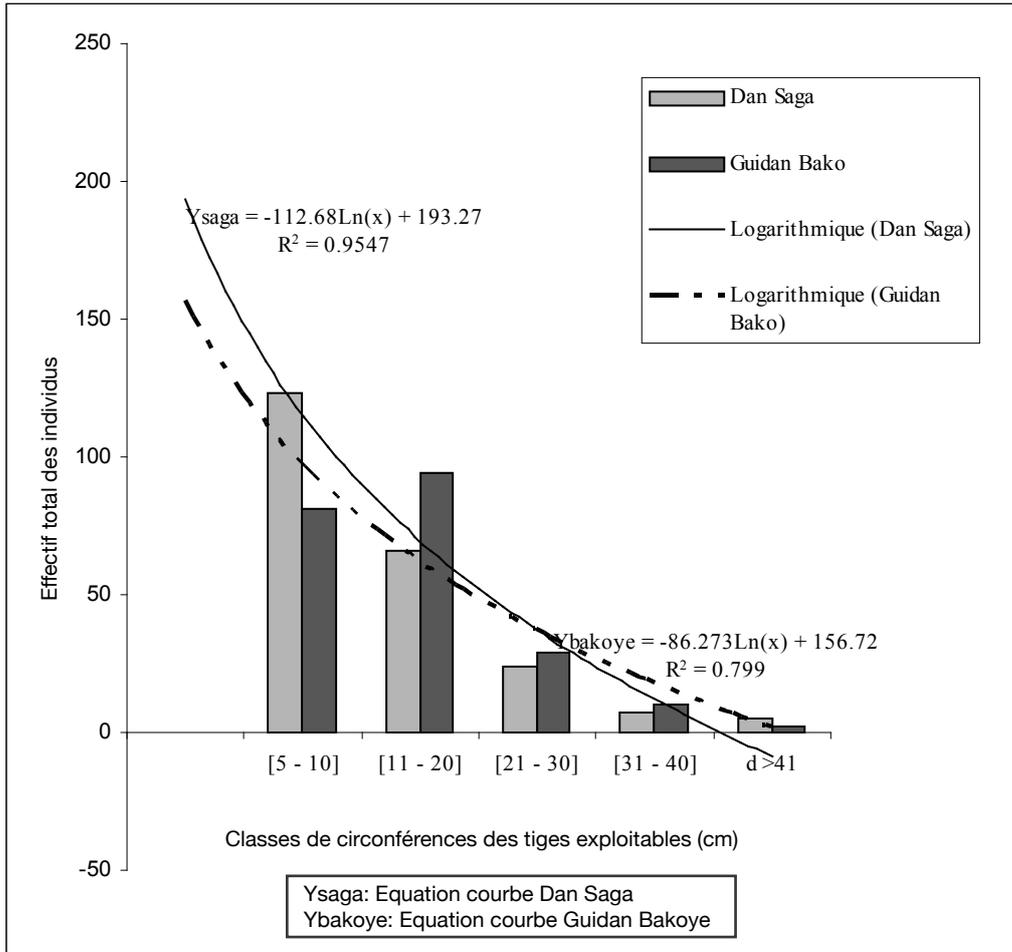


Figure 2: Structure diamétrale et courbe de tendance des ligneux à Dan Saga et Guidan Bakoye.

pas significativement différente, quelle que soit la distance des champs par rapport au village (Tableau 5). A Guidan Bakoye par contre, les densités d'arbres les plus faibles sont observées dans les champs de case (Auréole 1), alors que les champs les plus éloignés (Auréole 3) présentent des densités significativement plus élevées que les deux autres (Tableau 6). Le peuplement arboré dans les champs semble légèrement plus dense à Dan Saga qu'à Guidan Bakoye, mais les analyses statistiques montrent que la différence de densité entre les deux localités n'est pas significative.

3. La structure du peuplement ligneux dans les champs

La structure des circonférences des essences présentes dans les champs à Dan Saga et à Guidan Bakoye s'ajuste

le mieux à une fonction logarithmique décroissante avec un fort coefficient de détermination R supérieur à 95% et 75% à Dan Saga et Guidan Bakoye respectivement (Figure 2). Elle présente une allure en J renversé caractéristique des régénérations naturelles où les individus jeunes sont bien représentés. Les arbres de diamètre ≤ 10cm représentent 64% du peuplement à Dan Saga et 40% à Guidan Bakoye confirmant la jeunesse des peuplements. La même tendance est observée au niveau des auréoles où la distribution des fréquences tant à Dan Saga qu'à Guidan Bakoye indique que les arbres jeunes sont dominants (Figures 3 et 4). La deuxième auréole a la plus forte densité d'arbres, suivie de la troisième. Des individus âgés sont présents au niveau des deux premières auréoles.

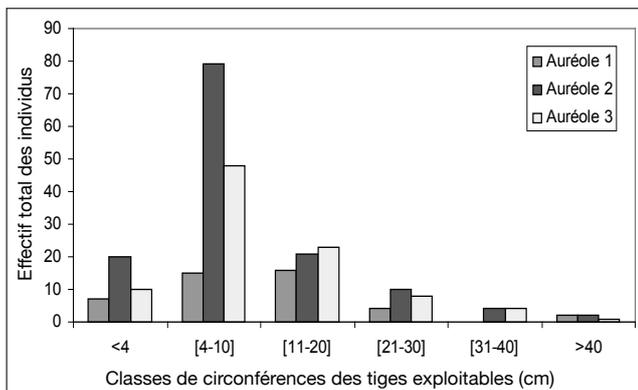


Figure 3: Structure diamétrale des ligneux en fonction des auréoles à Dan Saga.

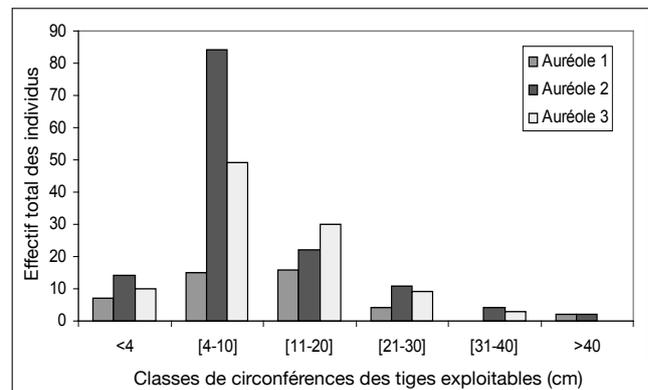


Figure 4: Structure diamétrale des ligneux en fonction des auréoles à Guidan Bakoye.

4. Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie

Chez les paysans extrêmement vulnérables et une majorité des très vulnérables, en dehors de la fertilisation, la régénération naturelle est destinée exclusivement à l'autoconsommation. L'autoconsommation englobe les différents usages domestiques que sont le bois de feu, le bois de service et l'alimentation humaine. Le bois est utilisé par les habitants de cette zone pour la construction d'habitations, d'abris, d'enclos pour animaux, de clôtures, de greniers et de puits. De nombreux outils et ustensiles utiles de ménages sont fabriqués à partir des ligneux. Les écorces et les fibres des plantes ligneuses sont également utilisées dans la construction.

Les peu vulnérables et les moyennement vulnérables pratiquent la régénération naturelle dans leurs champs pour diverses autres raisons telles que l'exploitation de fourrage, de bois de chauffe et/ou de service pour la vente.

Il est fréquent de rencontrer la culture du souchet (*Cyperus esculentus*), pratiquée dans des paysages dominés par le Gao, *Faidherbia albida*. Le mil (*Pennisetum glaucum*), le sorgho (*Sorghum bicolor*) et le niébé (*Vigna unguiculata*) cohabitent avec des peuplements de *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum* et *F. albida*. Les champs sont bordés de haies vives de *Bauhinia rufescens* et *Commiphora africana*, dont certaines délimitent des couloirs de passage des animaux transhumants.

Les formations boisées présentes dans les champs fournissent une multitude de produits; ainsi, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, *Hyphaene thebaica*, *Ziziphus mauritiana*, *Tamarindus indica*, *Acacia senegal* et *Combretum nigricans* fournissent des feuilles, fruits, écorces et racines destinés à l'alimentation humaine et à la pharmacopée traditionnelle.

Ces produits sont vendus sur les marchés et rapportent, surtout aux femmes, des revenus substantiels utilisés pour l'organisation de cérémonies sociales telles que les mariages et les baptêmes.

La plupart des essences ligneuses présentes dans les champs (*F. albida*, *P. reticulatum*, *Maerua cracifolia*, etc.) constituent un fourrage aérien de saison sèche ou fournissent des gousses qui entrent dans l'alimentation complémentaire des animaux domestiques. Ce fourrage est en majorité destiné à l'auto-consommation mais certains propriétaires peu vulnérables le commercialisent.

Les essences utilisées comme bois de chauffe (*Combretum*

glutinosum, *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis*) représentent 51% des essences inventoriées à Dan Saga et 70% à Guidan Bakoye. Les essences ayant pour usage le bois de service (*Azadirachta indica*, *Calotropis procera*, *Balanites aegyptiaca*, *Annona senegalensis* et *Prosopis africana*) représentent 29% à Dan Saga et 13% à Guidan Bakoye. Une grande partie de la production de bois est auto-consommée chez les couches les plus vulnérables; cependant, pour toutes les catégories sociales, le bois constitue une source importante de revenus générés à travers les marchés hebdomadaires.

Le marché informel de bois de Dan Saga est approvisionné par les villages de Dan Saga, Guidan Bakoye, Mallamawa, Dogarawa, Dadani, Dandawa, Gardjago, Kakou. Les quantités apportées et les prix varient selon les périodes (Tableaux 7 et 8). Le nombre moyen de fagots de bois de chauffe vendus par jour de marché hebdomadaire varie de 10 à 30 selon la période, montrant que le marché local ne peut pas à lui seul absorber les quantités de bois disponibles et offertes.

Les acteurs responsables en présence, dans les villages à forte densité de régénération naturelle comme Dan Saga et Guidan Bakoye, sont:

- Les chefs traditionnels coutumiers: le chef de canton, le chef de village, le chef des groupements peuls, le chef de terre, l'Imam et leurs descendances.
- Les agents de l'Etat: tous les fonctionnaires des services forestiers, de l'agriculture, de la santé, de l'éducation nationale, de la justice, etc.
- Les agents des projets de développement.
- Les opérateurs économiques: dans cette catégorie, on classe les commerçants, leurs fournisseurs locaux et les intermédiaires qui gravitent autour.
- Les membres des comités de gestion des ressources naturelles (régénération naturelle, couloirs de passages, etc.).
- Les hommes politiques: les députés et les élus locaux.
- Les associations et groupements autour d'intérêts communs: près d'une soixantaine d'associations tournant autour d'objectifs économiques et sociaux et qui consacrent notamment l'affirmation des jeunes et des femmes (39 associations sur 59 répertoriées sont exclusivement féminines).

Face à cette multitude d'acteurs et au changement de mentalité, particulièrement chez les femmes et les jeunes,

Tableau 7
Quantités et prix des fagots de bois de chauffe vendus au marché informel hebdomadaire de Dan Saga

Périodes de vente	Quantité totale présentée au marché par jour	Poids d'un fagot (kg)	Prix d'un fagot FCFA	Gain potentiel (FCFA)
Saison froide (décembre février)	25 - 50 fagots	23 - 26	200 à 300	5000 - 15 000
Saison sèche et pluvieuse	10 - 25 fagots	23 - 26	125 à 200	1250 - 5000

Tableau 8
Quantités et prix du bois de service vendu au marché hebdomadaire informel de Dan Saga

Période de vente	Produits	Nombre apporté par semaine	Prix par unité (FCFA)	Gain potentiel (FCFA)
Post récolte (octobre novembre)	Grandes charpentes	300 - 700	1500	450 000 - 1 050 000
	Traverse	500 - 800	150 - 200	75 000 - 160 000
	Piquet	500 - 700	75 - 100	37 500 - 70 000
Autres mois de l'année	Grandes charpentes	11 - 100	750 - 1000	8 250 - 100 000
	Traverse	15 - 100	75	1 125 - 7 500
	Piquet	20 - 50	50	1 000 - 2 500

les questions locales telles que la gestion du foncier, ne sont plus les prérogatives des seules instances coutumières. Les intérêts souvent divergents des différents acteurs ont accéléré la mutation des règles sociales de gestion. Ainsi à Dan Saga, le Comité de gestion de la régénération naturelle, qui était uniquement composée d'hommes, a dû être modifié, pour intégrer les femmes dont le poids économique est grandissant et qui sont les principales utilisatrices de la ressource.

Discussion

Il y a une vingtaine d'années, les terroirs d'Aguié étaient de vastes étendues de surfaces cultivées rarement ponctuées de quelques arbres (16). La reconstitution du couvert arboré, amorcée depuis les années 1990, se traduit à présent par des densités de 60 à 180 arbres à l'hectare. Les arbres cohabitent avec des cultures sur des sols «jigawa» à texture sableuse et des sols «geza» ferrugineux tropicaux à texture limono-argileuse (1). Il apparaît que les plus nantis (les peu vulnérables et les moyennement vulnérables) ont nettement plus de champs et se sont appropriés toutes les terres fertiles à proximité des villages (la plupart du temps par achat auprès des plus vulnérables), ne laissant aux plus pauvres que les champs très éloignés qui sont les moins fertiles. Les très vulnérables et les extrêmement vulnérables compensent cette insuffisance des terres en y maintenant une plus forte densité d'arbres pouvant améliorer la fertilité tout en procurant du bois.

À côté de l'approvisionnement en bois pour l'auto-consommation rurale, les paysans de la zone d'Aguié veulent développer un autre circuit commercial, base d'une filière d'approvisionnement des centres urbains. Cette dernière est réglementée à travers les marchés ruraux de bois initiés depuis 1988 par l'Etat à travers la Stratégie Energie Domestique (15).

Selon l'ordonnance N° 92 – 037 du 21 août 1992 du Code forestier (12, 13), les marchés ruraux sont des places où sont installées des structures organisées pour l'exploitation du bois à des fins commerciales, hors des grandes agglomérations. Les marchés ruraux sont dits:

- de forme contrôlée quand ils sont approvisionnés à partir de zones délimitées et aménagées;
- de forme orientée quand ils sont approvisionnés à partir de zones délimitées mais non aménagées.

Vu sous ces angles, la commercialisation du bois issu de la régénération naturelle assistée dans les champs peut difficilement être classée sous une quelconque de ces catégories. Les arbres dans les champs ne relevant

pas du domaine forestier, une clarification des textes de lois s'impose pour éviter des conflits avec les services forestiers.

Conclusions et perspectives: adapter la législation à l'évolution sociale

L'une des caractéristiques principales actuelles des mutations dans lesquelles s'engagent les communautés est la naissance d'une multitude d'associations et groupements paysans.

Les paysans ont pris conscience de la nécessité de s'organiser pour résoudre les problèmes communs que sont la baisse de la production agricole, la pauvreté, la dégradation de l'environnement, etc. Cette dynamique organisationnelle se fait au détriment des structures lignagères qui perdent ainsi de leur pertinence et de leur efficacité (20). Des associations d'intérêt privé sont ainsi remplacées par des organisations à l'échelle villageoise et intervillageoise remplissant des fonctions d'autorité de gestion (2). Ceci dénote d'une certaine maturation organisationnelle des villageois qui permet de prendre en compte non seulement les intérêts directs des membres des communautés utilisatrices des ressources mais aussi les intérêts plus généraux de l'ensemble de la communauté. Elle favorise également la bonne gouvernance et une participation locale accrue.

L'agroforesterie villageoise est un choix de la collectivité locale pour assurer ses propres besoins. Elle doit donc être soutenue par une politique plus incitative. Ceci peut se faire dans le cadre de la politique de décentralisation. Un des objectifs principaux de la décentralisation est de promouvoir le développement local à travers un transfert effectif des compétences et des ressources, surtout financières. Le bois et les autres produits agroforestiers, issus de la régénération naturelle des ligneux dans les champs, peuvent alimenter les fonds villageois par le biais de taxes et autres bénéfices issus des ventes.

Une politique incitative passe également par une redéfinition des missions et rôles de l'administration et des services techniques. Au lieu d'une administration qui joue le rôle de «puissance publique contrôleur et garant de l'ordre publique» (19), il faut plutôt une puissance publique appui-conseil, facilitateur de la communication et de la négociation entre acteurs.

Il faut aussi une redéfinition des rôles et responsabilités des différents acteurs, ce qui nécessite un investissement important dans la formation de ceux-ci.

L'autre voie de valorisation de l'agroforesterie villageoise est la création de l'inter villages qui favorise la communalisation des ressources et élargit les débouchés et les revenus.

Références bibliographiques

1. Ambouta J.M.K. & Amadou I., 1996, Caractérisation des sols du terroir de Gakudi et étude de l'influence des pratiques de gestion de la fertilité sur leur évolution. Faculté d'Agronomie, 25 p.
2. Amoukou A.I. & Yamba B., 2004, De l'analyse de la vulnérabilité à la construction de l'intervillages: perspective pour un développement local à Aguié, Université de Niamey, 23 p.
3. Buttoud G., 1989, Les produits forestiers dans l'économie africaine. Agence de Coopération Culturelle et Technique (CTA), Presses Universitaires de France. 321 p.
4. De Leener P., 2002, Contribution de l'équipe du PAIIP à la formulation du PDC-PIP; clés conceptuelles pour la phase janvier à juin 2002, Mission d'appui PAIIP, Niger, janvier, 2002.
5. De Leener P., Dramé-Yayé A., Issaka A., Yamba B., Amoukou I., Guero C., & Saley K., 2004, «Faire de son mémoire un instrument de changement, guide méthodologique à l'usage des étudiants de dernière année», version provisoire N°1, ENDA Inter Mondes Belgique, 68 pages.
6. Dramé Yayé A. & Marichatou H., 2005, Vulnérabilité, gestion de l'espace agricole et conflits: exemple du Département d'Aguié au Niger. Document présenté lors de l'atelier de restitution des travaux du Projet interuniversitaire ciblé à Louvain en novembre 2005, 30 p.
7. Guero C., Traoré M.H., Kanta S., Issa H., Saky S.R., Amadou H. & Saidou I., 2003, L'approche PAIIP, CT/PIIP Aguié, 14 pages <http://www.refer.ne-pic-ucl/>
8. Hamissou A.N., 2005, Etude de la faisabilité technique et organisationnelle d'un marché de bois issu de la régénération naturelle dans la grappe de Dan saga à Aguié. Mémoire de fin d'études CRESA (Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture), Protection de l'Environnement et Amélioration des Systèmes Agraires sahéliens, 71 p.
9. Ibrahim M.H., 2004, Etude de faisabilité d'un marché autour du palmier doum (*Hyphaene thebaica*) et de ses sous-produits dans la grappe villageoise de El Gueza, dans l'arrondissement d'Aguié (Maradi). Mémoire de fin de cycles Ingénieurs des Techniques Agricoles (ITA). Faculté d'Agronomie, Université A. Moumouni, Niamey, Niger, 95 p.
10. Joet A., Jouve P. & Banoin M., 1996, Le défrichement amélioré: une

pratique paysanne d'agroforesterie au Sahel. Actes du séminaire sur la gestion des terroirs et des ressources naturelles tenu les 2 et 3 avril 1996 à Montpellier en France, p. 34-41.

11. Jouve P., 1996, Les opérations de gestion des terroirs, un nouvel avatar des modes d'intervention en milieu rural en Afrique. Texte introductif. Actes du séminaire sur la gestion des terroirs et des ressources naturelles tenu les 2 – 3 avril 1996 à Montpellier en France, p. 7-12.
12. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, Comité National du Code Rural, 1993, Principes d'Orientation du Code Rural, 28 p.
13. Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification, 2004, Loi n°2004-040 du 8 juin 2004, portant régime forestier au Niger, 23 p.
14. Moustapha A., 2004, Etude de la faisabilité technique et organisationnelle d'un marché de bois issu de la régénération naturelle dans la grappe de Dan Saga. Mémoire de fin de cycles Ingénieurs des Techniques Agricoles (ITA). Faculté d'Agronomie, Université A. Moumouni, Niamey, Niger, 57 p.
15. Projet Energie II, 1993, Schéma directeur d'approvisionnement en bois énergie de Maradi. Energie domestique volet offre, 112 p.
16. Raynaut C., 2001, Dynamique de transformations sociales dans le département d'Aguié: perspectives pour une stratégie de réductions de la vulnérabilité. FIDA, Rapport d'études, p. 26.
17. Salissou A., 2004, Valorisation des produits et sous produits ligneux dans la partie Nord d'Aguié. Cas du terroir villageois de Dan Saga. Mémoire de fin de cycles Ingénieurs des Techniques Agricoles (ITA). Faculté d'Agronomie, Université A. Moumouni, Niamey, Niger, p. 52.
18. SAS, 1987, Applied statistics and the SAS programming language. Second edition. Elsevier Science Publishing Co. Inc., 279 p.
19. SNV & CEDELO, 2004, La décentralisation au Mali. Du discours à la pratique. Série décentralisation et gouvernance locale, Bulletin 358. Institut Royal des Tropiques (KIT), Amsterdam, 88 p.
20. Yamba B., 2004, Stratégies de sécurisation et évolution des structures sociales de production dans les systèmes agraires du Centre Sud du Niger, in: 'Dambo L. & Reynard E. (Eds). Vivre dans les milieux fragiles : Alpes et Sahel. Université Abdou Moumouni, département de Géographie et Université de Lausanne, Institut de Géographie. Travaux et Recherches n° 31'.
21. Yamba B. & Yahaya A., 2002, Etude des facteurs et perception de la vulnérabilité dans la région d'Aguié. Rapport d'Etude projet Aguié, 32 pages.

A. Dramé Yayé, Nigérien, Ingénieur forestier, Enseignant Chercheur à la Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, BP. 10 960, Niamey, Niger.

F. Berti, Belge, Ingénieur agronome, Assistant à l'Unité d'Economie et Développement rural de la FuSAGx, 2, Passage des déportés, 5030 Gembloux, Belgique.

Tél: 081622366; e-mail: berti.f@fsagx.ac.be

Caractéristiques polliniques des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun

Delphine Nguemo Dongock¹, J. Tchoumboue^{2*}, J.Y. Pinta³ & P. Zango²

Keywords: Melliferous plants- Exine- Aperture- Pollen- Cameroon

Résumé

Entre novembre 2000 et 2001, les principales plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun (LN 5°21.45- 5°35.44'N et LE 10°04.72- 10°26.24') ont été recensées et identifiées. Les principaux résultats montrent des variations entre et à l'intérieur des familles pour les paramètres considérés. Ainsi les tailles des grains de pollen présentent des variations inter et intra familles. La plus petite taille ($15,7 \pm 1,6 \mu$) se rencontre chez *Leucaena leucocephala* et la plus grande ($190,9 \pm 7,1 \mu$) chez *Calliandra calothyrsus*. Les plantes mellifères présentent également des pollens de formes variables: les pollens de forme subcirculaire (*Asteraceae*) sont dominantes avec 39,2% du total des 78 plantes mellifères, suivis des formes sphériques (*Convolvulaceae*) 20,3%, elliptiques (*Dacryodes edulis*, *Cordia sp.*) 12,2% et triangulaires avec 10,8% (*Myrtaceae*). Les plantes mellifères à pollen aperturé (*Ageratum conyzoides*, *Psidium guajava*) prédominent avec 71,7% par rapport à celles à pollen inaperturé 28,2% (*Manihot esculenta*, *Croton macrostachyus*). Le motif ornemental des pollens des plantes mellifères varie selon les espèces des plantes avec 6,1% des pollens lisses (*Arachis hypogaea*, *Psidium guajava*), 25,6% des pollens échinulés (*Asteraceae*, *Malvaceae*) et 12,8% des pollens scabrés (*Casuarina equisetifolia*, *Musa paradisiac*)

Summary

Pollen Characteristics of Melliferous Plants of the Soudano Guinean Western Highlands of Cameroon

Between November 2000 and 2001, an inventory and pollen characteristics study of major melliferous plants of the Menoua Division in the Western highlands of Cameroon (Latitude North 5° 21.45N- 5°35.44'N and Longitude east 10°04.72- 10°26.24) were carried out. A total of 78 melliferous plants belonging to 33 families were identified. In terms of number of plants, the most-represented species were *Asteraceae* (12.9%); *Solanaceae* (8.6%); *Euphorbiaceae* (7.6%); *Myrtaceae* and *Malvaceae* (6.4%) respectively in decreasing order. As concerns pollen characteristics inter and intra families variations were recorded. The smallest pollen size ($15.7 \pm 1.6 \mu$) was found with *Leucaena leucocephala* while *Calliandra calothyrsus* had the highest ($190.9 \pm 7.1 \mu$). Sub-circular pollen form was predominant (*Asteraceae* 39.2% of the 78 melliferous plants) followed respectively by spheric (20.3%; *Convolvulaceae*), elliptic (12.2%; *Dacryodes edulis*, *cordia sp.*), and triangular (10.8%; *Myrtaceae*). Melliferous plants with aperturated exine pollen (*Ageratum conyzoides*, *Psidium guajava*) were predominant (71.7%) compared to those without aperturated exine pollen (*Manihot esculenta*, *Croton macrostachyus*; 28.2%). Pollen ornamentation also showed a trend of variation between species. Smooth pollen plants (*Arachis hypogaea*, *Psidium guajava*) were more numerous (46.1%), followed respectively by spined (25.6%; *Asteraceae*, *Malvaceae*) and scabrous pollen species (*Casuarina equisetifolia*, *Musa paradisiaca*).

Introduction

Les plantes mellifères sont des espèces végétales d'où l'abeille prélève des substances, notamment le nectar, le pollen et la résine pour se nourrir et pour élaborer ses productions diverses. Il est bien connu que les produits de la ruche reflètent en quantité et en qualité la nature des plantes butinées (10).

L'étude des plantes mellifères apparaît ainsi d'un grand intérêt. Cette connaissance fournit des bases pour l'évaluation objective de la productivité quantitative et qualitative des abeilles des différentes régions. Bien plus, elle peut fournir des éléments de conception rationnelle des systèmes agroforestiers destinés essentiellement à favoriser le travail des abeilles. Ceux-ci sont qualifiés de systèmes api sylvicoles lorsqu'ils associent des végétaux ligneux à l'apiculture.

Si dans les pays développés, beaucoup de travaux ont été consacrés depuis longtemps à l'étude des plantes mellifères (3, 8, 9, 11, 19, 22), en Afrique par contre et plus particulièrement en Afrique sub-saharienne, les travaux relatifs à la connaissance des plantes mellifères sont récents, et limités en nombre (2, 12, 15, 21).

Au Cameroun, l'élevage des abeilles gagne de plus en plus en importance et est considéré comme une source potentielle non négligeable de revenus pour la population

rurale, en même temps qu'il peut contribuer à l'amélioration de l'alimentation humaine (12). Divers travaux ont été consacrés à ce sujet (12, 13, 20, 21). Il faut relever cependant qu'il s'agit pour la plupart d'études préliminaires et limitées quant à l'objectif de connaissance systématique des plantes mellifères.

Le présent travail se propose d'y contribuer. Plus spécifiquement les caractéristiques des pollens des plantes mellifères seront étudiées. En effet, elles permettent entre autres de faire subséquemment l'analyse pollinique des miels et d'évaluer la contribution éventuelle des différentes plantes à leur production à différents moments de l'année. Ces informations sont de nature à servir à une meilleure qualification et même de déterminer la provenance des miels et de renforcer ainsi les mesures de contrôle de leur qualité.

Matériels et méthodes

1. Collecte et préparation des échantillons des grains de pollen

Un total de 78 plantes mellifères de la zone soudano guinéenne d'altitude de l'Ouest Cameroun (LN 5-7° et LE 8-10°), inventoriées et identifiées par Dongock (2) ont été utilisées.

¹Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

²Faculté d'Agronomie (FASA), Université de Dschang, Cameroun.

³Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun.

*Adresse de correspondance, J. Tchoumboue, B.P. 383, Dschang, Cameroun. E-mail: jtchoumboue@yahoo.fr

Reçu le 20.07.04 et accepté pour publication le 06.09.07.

La récolte du pollen s'est faite en secouant la fleur au-dessus d'un papier de collection pour les plantes produisant de grandes quantités de pollen. Tandis que chez celles à faible production, ce sont les anthères prêtes à s'ouvrir ou dans certains cas les fleurs entières qui sont récoltées. Les grains de pollen, les fleurs et anthères ainsi prélevés sont déposés dans des boîtes de pétri et placés dans l'étuve pour séchage à une température comprise entre 35 et 40 °C pendant 3 jours.

2. Montage et examen microscopique des échantillons de grains de pollen

Les grains de pollen prélevés directement au champ et séchés sont mis dans une boîte de ciracuse contenant de l'alcool à 95 °C et soumis au moins à quatre lavages successifs à l'alcool selon la méthode classique modifiée de Erdtman (8). Le dégagement des impuretés se fait à l'aide d'un pinceau jusqu'à l'obtention d'une fine poudre au fond de la boîte.

Quant aux anthères et fleurs, elles sont d'abord pilées dans un mortier contenant de l'alcool à 95 °C; les débris qui en résultent sont ensuite retirés à l'aide d'un petit pinceau, et au fond du mortier reste de la poudre qui est ensuite transférée dans la boîte de ciracuse pour lavage (4 lavages successifs). Une goutte de la suspension ainsi obtenue est prélevée avec un pinceau et déposée sur une lame porte-objet, à laquelle on ajoute une goutte de glycérine gélatinée, ensuite elle est recouverte d'une lamelle. La lame doit être maintenue inclinée à environ 40° pendant 24 heures dans un endroit calme. La préparation est scellée à l'aide du vernis à ongle.

2.1 Détermination de la forme des grains de pollen

La forme des grains de pollen a été déterminée selon la méthode de Straka (17); Pons (14) et Erdtman (6, 7, 8).

2.2 Mesure de la taille des grains de pollen

La mesure de la taille des grains de pollen, effectuée sur 30 grains de pollen de chaque plante mellifère, a été faite selon la méthode de Thienpont *et al.* (22). Celle-ci consiste à mesurer le plus grand diamètre du grain de pollen, en incluant toutes les ornementsations.

La taille moyenne des grains de pollen de l'espèce est obtenue par la formule

$$\bar{X} = \frac{\sum_{n=1}^n X_n}{n}$$

L'écart type étant donné par la formule

$$\sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

n: nombre de grains de pollen mesurés

X: mesure de la taille de grain de pollen en μ

2.3 Détermination des apertures des grains de pollen

Les apertures des grains de pollen ont été déterminées selon les méthodes de Pons (14) et de Straka (17).

2.4 Détermination de l'ornementation de l'exine des grains de pollen

L'ornementation des grains de pollen a été décrite en se référant à la terminologie proposée par Pons (17).

Résultats

Les caractéristiques polliniques des plantes mellifères recensées sont présentées au tableau 1.

1. Taille des pollens

La taille des pollens des plantes étudiées varie au sein et entre les familles. La plus petite taille ($15,7 \pm 1,6 \mu$) est relevée chez *Leucaena leucocephala* alors que la plus grande (190,9

$\pm 7,1 \mu$) s'observe chez *Calliandra calothyrsus*.

En fonction de la taille des pollens nous pouvons distinguer quatre catégories de plantes:

a) les plantes à pollens de petites tailles ($< 20 \mu$); (12,8%); représentées par *Leucaena leucocephala*, *Phoenix reclinata*.

b) les plantes à pollens de tailles moyennes (21 - 40 μ); (61,5%); parmi lesquelles figurent *Emilia coccinea* et *Taraxacum officinal*.

c) les plantes à pollens de grandes tailles (41 - 80 μ) qui sont faiblement représentées (6,5%) *Cordia* sp., *Casuarina equisetifolia* et enfin,

d) les plantes à pollens de très grandes tailles ($> 80 \mu$): *Zea mays*, *Cucumis melo*, *Manihot esculenta* qui représentent 19,2% des plantes mellifères recensées.

2. Forme des pollens

Les formes des pollens des plantes mellifères présentent également des variations au sein et entre les familles. Ainsi qu'il apparaît au tableau 1, les plantes à pollens subcirculaires prédominent avec 39,2% du total des plantes mellifères. Les pollens sphériques (20,3%) sont caractéristiques de cinq familles: Lauraceae (*Persea americana*), Convolvulaceae (*Ipomoea batatas*, *Ipomoea triloba*), Cucurbitaceae (*Cucumis melo*, *Sechium edule*), Malvaceae (*Hibiscus rosa-sinensis*, *Sida acuta*) et Euphorbiaceae (*Manihot esculenta*, *Alchornea cordifolia*). Les plantes à pollens elliptiques sont moyennement représentées avec 12,2% du total des plantes mellifères et se rencontrent chez les Liliaceae (*Hypeastrum equestre*), Bignoniaceae (*Markhamia lutea*), Boraginaceae (*Cordia* sp.), Burseraceae (*Dacryodes edulis*). Les plantes à pollens subtriangulaires et circulaires avec chacune 8,1% et triangulaires (10,8%) sont peu représentées. Les pollens triangulaires concernent la famille des Casuarinaceae (*Casuarina equisetifolia*) et toutes les espèces de la famille des Myrtaceae. Les plantes à pollens circulaires quant à elles se retrouvent chez les Musaceae (*Musa paradisiaca*), les Poaceae (*Cynodon dactylon*, *Zea mays*, *Pennisetum purpureum*) et les Euphorbiaceae (*Alchornea cordifolia*). Les pollens subtriangulaires se rencontrent chez les Fabaceae (*Phaseolus vulgaris*, *Sesbania sesban*), les Apocynaceae (*Thevetia neriifolia*, *Rauvolfia vomitoria*), les Araliaceae (*Schefflera abyssinica*) et les Asteraceae (*Taraxacum officinal*).

Les pollens bi-aillés se retrouvent dans la seule famille des Pinaceae (*Pinus* sp.). Les pollens en polyades sont spécifiques aux Mimosaceae (*Calliandra calothyrsus*, *Mimosa invisa*, *Albizia*) à l'exception de *Leucaena leucocephala* qui présente un pollen de forme subcirculaire.

3. Aperture des pollens

Les types d'apertures (Tableau 1) varient au sein et entre les familles. Les plantes mellifères à pollens inaperturés (28,2%) sont moins représentées par rapport à celles avec apertures (71,7%). Parmi les plantes avec pollens portant les apertures 46,4% des plantes ont des pollens tricolporés (*Ageratum conyzoides*, *Carica papaya*). Les plantes à pollens monocolpés (*Cordia* sp., *Markhamia lutea*), triporés (*Casuarina equisetifolia*, *Coffea arabica*) et périporés (*Malvaviscus arboreus*, *Hibiscus rosa-sinensis*) sont en proportion égale (12,5% respectivement). Les plantes à pollens monoporés (*Mangifera indica*, *Pseudospondia microcarpa* etc.), bicolpés (*Nymphaea alba*) et bicolporés (*Schefflera bateri*) sont faiblement représentées avec respectivement 7,1; 3,6 et 1,8%.

4. Ornementation de l'exine des pollens

L'ornementation de l'exine des grains de pollens des plantes mellifères varie au sein et entre les familles (Tableau 1). Les plantes à pollens avec exine lisse (46,1%) sont les plus représentées (*Phoenix reclinata*, *Schefflera bateri*), suivies

Tableau 1
Répartition des plantes mellifères en fonction des familles et des caractéristiques polliniques

Familles	Noms scientifiques	Tailles (μ)	Formes	Apertures	Ornementation de l'exine
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	25,8 ± 2,4	Subcirculaire	Monoporé	Scabré
	<i>Pseudospondia microcarpa*</i>	20,2 ± 1,4	Elliptique	Monoporé	Lisse
Apocynaceae	<i>Thevetia neriifolia</i>	78,1 ± 4,7	Subtriangulaire	Tricolporé	Scabré
	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	46,8 ± 6,4	Subtriangulaire	Tricolporé	Réticulé
Araliaceae	<i>Schefflera abyssinica</i>	17,9 ± 1,2	Subtriangulaire	Tripore	Réticulé
	<i>Schefflera barteri</i>	18,8 ± 0,5	Elliptique	Bicolpé	Lisse
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i>	31,2 ± 1,4	Triangulaire	Tricolpé	Scabré
	<i>Phœnix reclinata</i>	17,2 ± 0,9	Elliptique	Monocolpé	Lisse
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides*</i>	20,9 ± 1,3	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
	<i>Ageratum houstonianu*</i>	16,0 ± 3,0	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
	<i>Aspilia africana*</i>	32,2 ± 1,9	Sphérique	Péripore	Echinulé
	<i>Bidens pilosa*</i>	30,3 ± 1,1	Subcirculaire	Tricolpé	Echinulé
	<i>Emilia coccinea*</i>	25,3 ± 1,5	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
	<i>Galinsoga ciliata*</i>	27,0 ± 2,0	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
	<i>Taraxacum officinale*</i>	35,5 ± 2,4	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
	<i>Tithonia diversifolia*</i>	32,7 ± 7,0	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
Bignoniaceae	<i>Vernonia amygdalina*</i>	39,4 ± 1,7	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
	<i>Vernonia conferta*</i>	22,4 ± 3,5	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
Bignoniaceae	<i>Markhamia lutea*</i>	20,7 ± 0,9	Elliptique	Monocolpé	Scabré
Boraginaceae	<i>Cordia sp.*</i>	51,0 ± 1,1	Elliptique	Monocolpé	Lisse
Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i>	21,2 ± 0,5	Elliptique	Inaperturé	Lisse
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	29,2 ± 1,6	Subcirculaire	Tricolporé	Scabré
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	63,2 ± 4,7	Triangulaire	Tripore	Scabré
Convolvulaceae	<i>Ipomoea Batatas</i>	90,8 ± 3,0	Sphérique	Inaperturé	Echinulé
	<i>Ipomoea carnea</i>	122,6 ± 3,7	Sphérique	Inaperturé	Echinulé
	<i>Ipomoea triloba*</i>	36,3 ± 2,1	Sphérique	Inaperturé	Echinulé
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i>	153,0 ± 15,4	Sphérique	Péripore	Echinulé
	<i>Sechium edule</i>	81,0 ± 4,8	Sphérique	Inaperturé	Echinulé
Cupressaceae	<i>Cupressus bentani</i>	29,8 ± 3,1	Sphérique	Monopore	Lisse
Cyperaceae	<i>Cyperus sp.*</i>	28,4 ± 0,5	Quadrangulaire	Inaperturé	Lisse
Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia*</i>	38,0 ± 3,3	Circulaire	Inaperturé	Réticulé
	<i>Alchornea laxiflora*</i>	18,5 ± 1,0	Subcirculaire	Inaperturé	Lisse
	<i>Croton macrostachyus</i>	67,0 ± 6,3	Sphérique	Inaperturé	Baculé
	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	41,0 ± 2,0	Subcirculaire	Tricolporé	Réticulé
	<i>Macaranga cf. uniflora*</i>	20,9 ± 1,0	Triangulaire	Naperturé	Lisse
	<i>Manihot esculentus</i>	138,0 ± 9,9	Sphérique	Inaperturé	Baculé
Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i>	37,2 ± 7,1	Elliptique	Monocolpé	Lisse
	<i>Gliricidia sepium</i>	29,8 ± 2,5	Sphérique	Tricolporé	Réticulé
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	44,9 ± 2,2	Subtriangulaire	Tricolporé	Lisse
	<i>Sesbania sesban</i>	31,8 ± 2,3	Subtriangulaire	Tricolporé	Rugueuse
Hypericaceae	<i>Hypericum lanceolatum</i>	19,5 ± 1,3	Subcirculaire	Bicolpé	Lisse
	<i>Psorospermum febrifugum</i>	25,0 ± 3,2	Subcirculaire	Tricolporé	Lisse
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	35,0 ± 5,2	Sphérique	Inaperturé	Réticulé
Liliaceae	<i>Hippeastrum equestre*</i>	84,7 ± 2,0	Elliptique	Monocolpé	Baculé
Malvaceae	<i>Albemoschus esculentus</i>	128,9 ± 12,6	Sphérique	Péripore	Echinulé
	<i>Hibiscus asper*</i>	158,0 ± 4,4	Sphérique	Péripore	Echinulé
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	138,6 ± 9,6	Sphérique	Péripore	Echinulé
	<i>Malva viscus arboreus</i>	161,8 ± 10,1	Sphérique	Péripore	Echinulé
	<i>Sida acuta*</i>	78,6 ± 4,7	Sphérique	Péripore	Echinulé

Mimosaceae	<i>Albizia</i> sp.	64,5 ± 4,4	-	Inaperturé	Lisse
	<i>Calliandra calothyrsus</i>	190,9 ± 7,1	-	Inaperturé	Lisse
	<i>Leucaena leucocephala</i>	15,7 ± 1,6	Subtriangulaire	Tricolporé	Lisse
	<i>Mimosa invisa*</i>	29,5 ± 2,3	-	Inaperturé	Lisse
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	139,5 ± 5,1	Circulaire	Inaperturé	Scabré
Myrtaceae	<i>Eucalyptus saligna</i>	21,4 ± 1,8	Triangulaire	Tricolporé	Lisse
	<i>Eugenia uniflora</i>	18,2 ± 1,1	Triangulaire	Tricolporé	Lisse
	<i>Callistemon viminalis</i>	18,0 ± 1,4	Triangulaire	Tricolporé	Lisse
	<i>Psidium guajava</i>	18,5 ± 1,7	Triangulaire	Tricolporé	Lisse
	<i>Syzygium aromaticum</i>	21,9 ± 2,4	Triangulaire	Tricolporé	Lisse
Myrsinaceae	<i>Maesa lanceolata</i>	22,5 ± 1,1	Subcirculaire	Tricolporé	Echinulé
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea alba*</i>	31,8 ± 2,0	Subcirculaire	Bicolpé	Lisse
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	-	-	Inaperturé	Corps rugueux Sac scabre
Poaceae	<i>Cynodon dactylon*</i>	21,5 ± 0,2	Circulaire	Inaperturé	Lisse
	<i>Pennisetum purpureum*</i>	38,7 ± 7,1	Circulaire	Inaperturé	Lisse
	<i>Zea mays</i>	91,7 ± 4,8	Circulaire	Inaperturé	Lisse
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	30,5 ± 2,1	Subcirculaire	Tricolporé	Scabré
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	27,9 ± 0,9	Subcirculaire	Triporé	Lisse
	<i>Coffea robusta</i>	27,6 ± 2,4	Subcirculaire	Tricolporé	Lisse
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	21,9 ± 0,3	Subcirculaire	Tetraporé	Lisse
Solanaceae	<i>Capsicum frutescence</i>	20,3 ± 2,7	Elliptique	Monocolpé	Lisse
	<i>Datura metel*</i>	34,8 ± 1,5	Subcirculaire	Inaperturé	Lisse
	<i>Nicotiana tabacum*</i>	28,3 ± 2,0	Subcirculaire	Tetraporé	Lisse
	<i>Physalis angulata</i>	28,4 ± 0,5	Subcirculaire	Triporé	Lisse
	<i>Solanum nigrum</i>	22,7 ± 1,2	Subcirculaire	Triporé	Scabré
	<i>Solanum torvum*</i>	28,1 ± 0,2	Subcirculaire	Monoporé	Lisse
	<i>Solanum tuberosum</i>	23,2 ± 1,2	Subcirculaire	Triporé	Lisse
Sterculiaceae	<i>Cola</i> sp.	24,7 ± 1,3	Circulaire	Inaperturé	Rugueux
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	26,4 ± 0,7	Circulaire	Inaperturé	Lisse

(*) Plantes naturelles ou sauvages y compris celles des jachères. () Plantes cultivées.

de celles à pollens échinulés avec 25,6% (Asteraceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Malvaceae et Myrsinaceae). Les pollens scabrés (12,8 %) sont moins représentés en terme de nombre de plantes (*Elæis guineensis*, *Casuarina equisetifolia*) suivis respectivement par les pollens à exines réticulés (9%); (*Rauvolfia vomitoria*, *Schefflera abyssinica*), baculés (3,8%); *Heapeastrum equestre*, *Croton macrostachyus*) et rugueuses (3,8%; *Sesbania sesban*, *Cola* sp.).

Discussion

Dans l'ensemble, la taille des grains de pollen des différentes plantes mellifères étudiées se situe dans les limites indiquées dans la littérature (3, 14, 16). De même aussi bien les formes, les apertures que l'ornementation de l'exine des grains de pollen des plantes mellifères sont conformes aux données des autres travaux à l'exemple de ceux déjà cités dans la région méditerranéenne (16).

Les pollens des plantes mellifères montrent une variation de taille allant de 15,7 ± 6 µm chez *Leucaena leucocephala* à 190 ± 7,1 µm chez *Calliandra calothyrsus*. Pour ce qui est de la forme des pollens, les subcirculaires sont prédominants. Les plantes à pollens aperturés prédominent comparées à celles à pollens inaperturés. En ce qui concerne l'ornementation, les pollens à exine lisse sont les plus

représentés. Il semblerait ainsi que les caractéristiques étudiées: la taille, la forme, les apertures et l'ornementation des grains de pollen, à type génétique égal, ne seraient pas affectés de manière significative tout au moins par le milieu écologique.

Conclusion

L'étude des caractéristiques des pollens des plantes mellifères a montré que les formes varient autant entre qu'au sein des familles avec une prédominance des formes subcirculaires, sphériques et elliptiques. Les tailles des grains de pollen des plantes mellifères varient elles aussi de la même manière mais dans la fourchette mentionnée dans la littérature (3). Les plantes mellifères à pollen de taille moyenne sont les plus représentées, suivies dans l'ordre des pollens de petites, grandes tailles et de très grandes tailles.

Pour ce qui est des apertures des pollens des plantes mellifères, les plantes à pollen inaperturés sont les moins représentées. Dans la catégorie des plantes à pollens aperturés, les plus nombreuses sont dans l'ordre respectivement celles à pollens tricolporés, triporés, monocolpés et périporés.

Pour ce qui est de l'exine, les pollens des plantes mellifères présentent aussi des variations entre et à l'intérieur des familles. Les pollens à exine lisse représentent plus de la moitié du total des pollens des plantes recensées. Les résultats des caractéristiques polliniques des plantes

mellifères constituent une base certaine qui permettra l'analyse pollinique des miels de la zone d'altitude de l'ouest Cameroun et ainsi d'en déduire les contributions respectives des différentes plantes mellifères de la zone à la production de miel.

Références bibliographiques

1. Bakenga M., Bahati M. & Balagizi K., 2000, Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, **18**, 2, 89-93.
2. Battaglini M. & Ricciardelli D'Albore G., 1981, Mellisopalynological research in Italy. IV Int. Palynol. Conf. Lucknow, 3, 483-484.
3. Deysson G., 1978, Organisation et classification des plantes vasculaires. Tome II. Quatrième.
4. Dongock N.D., 2003, Inventaire et caractéristiques polléniques des plantes mellifères du département de la Menoua (Ouest Cameroun). Mémoire de D.E.A. Faculté de sc., Université de Youndé I.
5. Erdtman G., 1952, Pollen morphology and plant taxonomy: angiosperms, almqvist and Wiksselfs. Uppsala Sweden 190 p.
6. Erdtman G., 1959, Some remarks on pollen and spore illustrations. *Pollen et Spores*, I, 1, 15-18.
7. Erdtman G., 1969, Handbook of palynology-taxonomy ecology-munksgaard. Copenhagen 202 p.
8. Genier G., 1966, Le pollen des Ericaceae dans les miels français. *Ann. Abeille*, **9**, 4, 271-321.
9. Ibrahim S.H., 1976, A list of pollen plants visited by honeybees in Egypt. *Agr. Rev Cairo*, 54, 217-219.
10. Lafèche B., 1981, Les abeilles. Guide pratique de l'apiculture amateur. *Solar Nature* 76 p.
11. Maurizio A. & Louveaux J., 1965, Pollens de plantes mellifères d'Europe. Union des groupements Apicoles Français. Paris 148 p.
12. Njia M.N., 1998, Caractéristiques socioéconomiques et techniques de l'apiculture dans les hauts plateaux de l'ouest Cameroun. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Option production animale 75 p.
13. Pinta J.Y., Tchoumboue J., Dongock N.D., Zango P. & Sitcheu G., 2001, Some characteristics of melliferous plants of the Western High Lands of Cameroon. *Proceedings of the IX annual conference of Bioscience*.
14. Pons A., 1958, Le pollen. Que sais-je ? Le point de connaissance actuel. Presse Universitaire de France. 125 p.
15. Prandin L., Pedrazzini G. & Mutinelli F., 2000, Beekeeping in Tanzania. *Tropicultura*, **18**, 2, 94.
16. Ricciardelli D'Albore G., 1998, Mediterranean mellissopalynology. *Istituto di Entomologia Agraria. Borgo XX. Giugno*, 74, Università degli studi di Perugia, 498 p.
17. Straka H., 1964, Palynologia madagassica et mascarenica. Vorwort und Einleitung. Avant-propos et introduction. *Pollen et spores*, **V**, 2, 239-288.
18. Svensson B., 1991, Bees and trees, Sveriges Lantbruksuniversitet. Swedish University of Agricultural Sciences. International Rural Development Centre. 80 p.
19. Tchoumboue J., Tchouamo I.R., Pinta J.Y. & Njiam N., 2001, Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest du Cameroun. *Tropicultura*, **19**, 3, 141-146.
20. Tchuenguem F., Mapongmetsem P.M., Hentchoya H.J. & Messi J., 1997, Activité d'*Apis mellifica* L. (Hymenoptera, Apidae) sur les fleurs de quelques plantes ligneuses à Dang (Adamaoua, Cameroun). *Cam. J. Bioch. Sc.* **7**, 1, 86-91.
21. Tchuenguem F., Nyomo, Hentchoya J. & Messi J., 1997, Introduction à l'étude de l'activité d'*Apis mellifica* L. (Hymenoptera, Apidae) sur les fleurs de *Callistemon Rigidus*. R.BR. (Myrtaceae) à Dang (Adamaoua, Cameroun). *Am. J. Bioch. Sc.* **7**, 1, 86-91.
22. Thienpont D., Rochette F. & Vantarijs O.F.J., 1979, Diagnostic de verminose par examen coprologique. *Jansen research foundation. Beerse. Belgique*. 24-29.
23. Reille M., 1992, Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. URA CNRS .Marseille, 520 p.

Delphine Nguemo Dongock, Camerounaise, Doctorante en botanique/écologie, Université de Yaoundé I, Cameroun.

J. Tchoumboue, Camerounais, Agrégé de méd. vét., Professeur de zootechnie, Chef de Département des productions animales, Faculté d'Agronomie, Université de Dschang, Cameroun.

J.Y. Pinta, Camerounais, Docteur en botanique, Chargé de cours, Chef de département de biologie végétale, Faculté de sciences, Université de Dschang, Cameroun.

P. Zango, Camerounais, Ingénieur agronome, Assistant de recherches, Département de productions animales, Faculté d'Agronomie, Université de Dschang, Cameroun.

Performances de reproduction de l'escargot géant africain (*Archachatina marginata*) en captivité au Cameroun

R. Dafem¹, F. Ngoula¹, A. Tegua¹, A. Kenfack¹ & J. Tchoumboué¹

Keywords: African giant snail- Reproduction- Captivity- Cameroon

Résumé

Une étude a été menée à l'Université de Dschang (Ouest Cameroun) dans la zone soudano-guinéenne d'altitude avec pour objectif d'évaluer les performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité. Soixante-douze escargots matures provenant du Moungo (province du Littoral – Cameroun) ont été utilisés comme reproducteurs. Les œufs obtenus ont été incubés dans deux types de pots (parpaings de ciment et bocaux plastiques) et quatre types de substrats (sable, terre meuble, sciure d'*Eucalyptus robusta* et sciure de *Mansonia altissima*). Les résultats obtenus ont révélé que dans les conditions climatiques naturelles de la zone, *Archachatina marginata* entre en ponte à partir de 13 mois d'âge avec un poids moyen de $83,90 \pm 11,22$ g. Il fait des pontes de 1 à 10 œufs de couleur jaune ou blanche à des profondeurs variant entre 0 et 12,2 cm. Les œufs jaunes ($1,58 \pm 0,49$ g) sont significativement plus lourds ($p \leq 0,05$) que les blancs ($1,38 \pm 0,21$ g). Les durées d'incubation et les taux d'éclosion varient indépendamment de la couleur des œufs respectivement de 37 à 93 jours (moyenne = $60,62 \pm 11,16$) et 0 à 100% (moyenne = 74,04%). Ces deux paramètres ont été significativement influencés ($p \leq 0,05$) par le type de pot et par la nature du substrat d'incubation. Les bocaux plastiques et les substrats de terre meuble semblent plus appropriés pour l'incubation des œufs, comparés aux pots en parpaing de ciment et aux substrats de sable et de sciure de bois respectivement.

Summary

Reproductive and Growth Performances of African Giant Snail *Archachatina marginata* in Captivity in Cameroon

A study was carried out in the University of Dschang situated in the Soudano-Guinean Western highland of Cameroon with the aim of evaluating the reproductive performances of *Archachatina marginata* in captivity. Seventy-two adult snails were used as parent stock. Eggs were incubated in two types of boxes (cement blocks and plastic containers) with four types of substrates (sand, loose soil, *Eucalyptus robusta* wood sawdust and *Mansonia altissima* wood sawdust). Results obtained show that, under the local conditions, *A. marginata* starts laying eggs from 13 months of age with an average weight of 83.90 ± 11.22 g. It lays 1 to 10 yellow or white eggs at depth up to 12.2 cm. Yellow eggs (1.58 ± 0.49 g) are significantly ($p \leq 0.05$) heavier than white ones (1.38 ± 0.21 g). The incubation period and the hatch rate vary independently from the eggs color from 37 to 93 (mean = 60.62 ± 11.16) days and 0 to 100% (mean = 74.04%). These two parameters are also significantly ($P \leq 0.01$) influenced by both the type of boxes and the substrates for incubation. The plastic boxes and loose soil substrate seem to suit better for incubation compared to cement blocks and to sand and wood sawdust respectively.

Introduction

La viande de l'escargot a été consommée par les hommes à travers le monde depuis la période préhistorique (6). Elle reste aujourd'hui une viande très prisée par les populations européennes (5, 6), Ouest africaines (1) et américaines (15). L'escargot géant est très apprécié dans la zone forestière africaine et y constitue la principale source de protéines animales et de revenus pour de nombreux ménages (3, 5, 7). Il est apprécié pour la saveur et la qualité de sa viande. Sa chair possède une excellente valeur nutritive. Sa teneur en protéines est supérieure à 40% (3) avec presque tous les acides aminés dont a besoin l'homme (4). Elle constitue une bonne source de macro-éléments (fer, calcium, phosphore, magnésium...) (3). Ces caractéristiques font de l'escargot un animal de choix en Afrique subsaharienne où 20 millions de personnes parmi lesquelles un tiers d'enfants d'âge préscolaire souffrent de malnutrition (8). Cependant, la principale source d'approvisionnement d'escargots en Afrique reste le ramassage (11, 13).

L'engouement croissant des populations pour cette viande se heurte à la réduction sensible des stocks naturels très menacés en raison de la forte pression de ramassage, de la destruction de leur habitat et de l'utilisation des produits phytosanitaires (5, 9, 13, 16). Dans certaines régions du Cameroun comme la zone soudano-guinéenne d'altitude l'escargot géant est pratiquement en voie de disparition et représenté presque exclusivement par des espèces du genre *Achatina*.

Bien que l'élevage de l'escargot géant connaisse aujourd'hui un essor rapide en Afrique de l'Ouest, son développement reste entravé par l'application irrationnelle des techniques empruntées à l'héliciculture européenne. Par ailleurs, l'incubation des œufs d'achatines donne généralement des résultats décevants (faible taux d'éclosion). Malheureusement, les recherches ont très peu progressé sur la connaissance des troubles d'incubation chez cette famille (10).

Cette étude a pour objectif général d'évaluer les performances de reproduction de l'escargot géant africain (*Archachatina marginata*) en captivité dans la zone soudano-guinéenne d'altitude. Il s'agira plus spécifiquement d'évaluer les performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité et d'étudier notamment l'effet de la nature du pot et du substrat sur les performances d'incubation des œufs et les éclosions.

Matériel et méthodes

1. Milieu d'étude

La présente étude s'est déroulée entre mai 2004 et novembre 2005 à l'Université de Dschang, située à l'Ouest du Cameroun dans la zone soudano-guinéenne d'altitude (LN 5°-7°; LE 8°-12°; altitude: 1500 m). Les sols y sont argiloferralitiques, argilolatéritiques et volcaniques. Le climat, de type soudano-guinéen est caractérisé par huit mois de pluies (mi-mars à mi-novembre) et quatre mois de sécheresse (mi-novembre à mi-

¹ Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Département des Productions Animales, B.P. 222, Dschang, Cameroun.

*Corresponding author: F. Ngoula, University of Dschang, Faculty of Agronomy and Agricultural Sciences, Department of Animal Productions, Laboratory of Animal Physiology, P.O. Box: 188, Dschang-Cameroun. Tel. (237) 512 54 43. E-mail: fngoula@yahoo.fr or fngoula2004@yahoo.fr.

Reçu le 14.09.06 et accepté pour publication le 13.09.07.

mars). La température varie de 14,0 à 28,3 °C en saison sèche et de 15,3 à 26,5 °C en saison des pluies avec une humidité oscillant entre 40 et 100%. La pluviométrie se situe entre 2.000 et 2.400 mm, inégalement répartie entre les deux saisons. La végétation naturelle est une savane herbacée avec galeries forestières par endroits. La principale activité économique de la région est l'agriculture avec forte utilisation de produits phytosanitaires, néfastes à la survie de l'escargot en milieu naturel. Le Moungo est situé en zone équatorienne (LN 4° 58'-5° 8' et LE 9° 58'-10° 2'). L'altitude varie entre 40 et 60 m. Le climat est de type équatorial avec deux saisons: une saison des pluies (mi-mars à mi-novembre) et une saison sèche. La pluviométrie varie entre 2600 et 3000 mm. L'humidité relative est toujours supérieure à 60%. Les températures moyennes annuelles varient entre 27 et 28 °C avec un minimum et un maximum de 22 et 32 °C respectivement.

2. Matériel animal

Soixante-douze escargots matures de l'espèce *Archachatina marginata* provenant de la zone du Moungo ont été utilisés pour la production des œufs. Les escargots étaient répartis en six lots de 12 animaux. Chaque lot était logé dans un pneu de voiture couché à terre et contenant un substrat de terre meuble (terre dont les constituants ont peu ou pas de cohésion). Ils étaient nourris *ad libitum* avec des feuilles vertes de papayer, chou, haricot et des fruits (papaye, banane mûre et melon) supplémenté d'un aliment farineux composé de 62% de maïs, 20% de soja, 15% de coquillages d'huîtres et 3% de tourteau de palmiste.

3. Conduite des essais et collecte des données

Essai 1: Caractérisation de la reproduction de *Archachatina marginata* en captivité

Cet essai s'est déroulé d'avril à mai 2004. Les substrats de ponte, constitués de terre meuble, étaient arrosés tous les jours et remués tous les deux jours pour maintenir l'ameublement et faciliter la collecte des œufs. Les différentes profondeurs de dépôt des œufs étaient mesurées à l'aide d'un pied à coulisse de précision 0,2 mm. Les œufs collectés étaient délicatement lavés et pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique de précision 0,001 g puis immédiatement incubés par grappe de ponte dans des pots en plastique (diamètre: 8,6 cm; profondeur: 17 cm) munis d'un substrat de terre meuble. Chaque pot était arrosé tous les 14 jours de 100 ml d'eau pour le maintien de l'humidité. A partir de 35 jours d'incubation, les pots étaient délicatement fouillés tous les deux jours pour l'observation des éclosions. A l'éclosion, la durée d'incubation et les taux d'éclosion étaient calculés. Après 100 jours d'incubation, les œufs non éclos étaient cassés et l'état du développement embryonnaire noté. Après éclosion les naissains ont été suivis jusqu'à l'entrée en ponte.

Essai 2: Evaluation de l'influence de la couleur des œufs sur les performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité

Les œufs collectés entre mai et juin 2004 ont été incubés séparément en fonction de leur couleur dans des bocalux plastiques perforés (diamètre: 8,6 cm; profondeur: 17 cm). La terre meuble, traitée de la même manière qu'à l'essai 1, a été utilisée comme substrat d'incubation et les œufs y ont été incubés à 8,25 cm de profondeur (profondeur moyenne de ponte des géniteurs). A l'éclosion, la durée d'incubation et les taux d'éclosion étaient calculés.

Essai 3: Evaluation de l'effet de la nature du pot et du substrat sur les performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité

Les œufs collectés entre juillet et septembre 2004 ont été soumis aux cinq traitements expérimentaux suivants:

- T1: Parpaing de ciment + substrat de terre meuble
- T2: Bocal plastique + substrat de terre meuble
- T3: Bocal plastique + substrat de sable
- T4: Bocal plastique + sciure d'*Eucalyptus robusta*

T5: Bocal plastique + sciure de *Mansonia altissima*

Les œufs collectés de chaque ponte étaient affectés au hasard dans l'un des traitements ci-dessus. A l'éclosion, la durée d'incubation et les taux d'éclosion étaient calculés.

4. Paramètres étudiés

- Pois de la ponte (Pp)
- $Pp = (\text{Pois moyen de la ponte} / \text{Poids moyen des adultes}) \times 100$
- Poids des naissains (Pn)
- $Pn = (\text{Poids moyen des naissains} / \text{Poids moyen des œufs}) \times 100$
- Taux de fécondation (Tf)
- $Tf = (\text{Nombre d'œufs embryonnés} / \text{Nombre d'œufs pondus}) \times 100$
- Taux de mortalité embryonnaire précoce (Tmep)
- $Tmep = (\text{Nombre d'œufs ayant un embryon mort sans coquille} / \text{Nombre d'œufs pondus}) \times 100$
- Taux de mortalité embryonnaire tardive (Tmet)
- $Tmet = (\text{Nombre d'œufs ayant un embryon mort avec coquille} / \text{Nombre d'œufs pondus}) \times 100$
- Taux d'éclosion d'œufs fertiles (Tœcf)
- $Tœcf = (\text{Nombre d'œufs éclos} / \text{Nombre d'œufs embryonnés}) \times 100$
- Taux d'éclosion totale (Tet)
- $Tet = (\text{Nombre d'œufs éclos} / \text{Nombre d'œufs pondus}) \times 100$
- Le taux de mortalité des reproducteurs se réfère aux reproducteurs morts pendant la période de reproduction.

5. Analyses statistiques

Le test de corrélation a été utilisé pour évaluer le degré de relation entre le poids des œufs, la durée d'incubation et le taux d'éclosion. Le test de Student a servi pour l'effet de la nature du pot d'incubation, et l'ANOVA pour évaluer l'effet de la nature du substrat d'incubation sur le taux d'éclosion des œufs. Les différences lorsqu'elles existaient, ont été séparées par la méthode de la plus petite différence significative. Les seuils de signification considérés étaient $P < 0,01$ et $P < 0,05$.

Résultats

Performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité

Les caractéristiques de reproduction de *A. marginata* sont présentées au tableau 1. Il en ressort que cette espèce entre en ponte à un âge égal ou supérieur à 13 mois avec un poids moyen de $83,90 \pm 11,22$ g. *A. marginata* pond dans le substrat des grappes de 1 à 10 œufs de couleur exclusivement blanche (42,21%) ou jaune (57,79%) à des profondeurs variant entre 0 et 12,2 cm. Les poids des œufs sont relativement identiques au sein de la même grappe mais très variables d'une à l'autre. Au terme de l'incubation dont les durées ont varié entre 37 et 93 jours, il a été enregistré un taux d'œufs non éclos de 25,96%. L'analyse de ces derniers a révélé 20,61% d'œufs clairs ainsi que 41,18% et 20,61% de mortalités embryonnaires précoces et tardives respectivement.

Des corrélations significatives ($P < 0,05$) ont été trouvées d'une part entre le poids de l'œuf et la durée d'incubation ($r = -0,40$) et, d'autre part, entre le poids de l'œuf et le taux d'éclosion ($r = 0,41$).

Le poids, la durée d'incubation et le taux d'éclosion des œufs d'escargot en fonction de la couleur sont résumés au tableau 2. Il en ressort que les œufs jaunes sont significativement ($P < 0,05$) plus lourds que les blancs. Cependant, leurs durées d'incubation et taux d'éclosion sont statistiquement identiques ($P > 0,05$).

Influence de la nature du pot et du substrat d'incubation sur les performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité

Les performances d'incubation des œufs de *A. marginata* en fonction du type de pot et de substrat sont résumées au tableau 3. Il en ressort que les performances d'incubation obtenues avec les bocalux plastiques sont significativement

Tableau 1
Performances de reproduction de *Archachatina marginata* en captivité

Paramètres	Nombre d'observations	Valeurs moyennes
Age d'entrée en ponte (mois)	36	≥ 13
Poids d'entrée en ponte (g)	36	83,90 ± 11,22
Profondeur de ponte (cm)	26	8,25 ± 2,55
Nombre d'œufs par ponte	49	6,39 ± 1,85
Poids de la ponte (g)	18	9,55 ± 1,89
Poids de l'œuf (g)	228	1,27 ± 0,25
Durée d'incubation (jour)	216	60,62 ± 11,16
Poids des naissains (g)	89	1,19 ± 0,22
Poids de la ponte en % du poids adulte		10,81
Poids naissain en % du poids de l'œuf		93,70
Taux de fécondation (%)		94,65
Taux de mortalité embryonnaire précoce (%)		10,69
Taux de mortalité embryonnaire tardive (%)		9,92
Taux d'éclosion en % d'œufs fertiles		78,22
Taux d'éclosion total (%)		74,04
Taux de mortalité des reproducteurs (%)		34,15

Tableau 2
Poids, durée d'incubation et taux d'éclosion des œufs de *Archachatina marginata* en fonction de la couleur

Couleur des oeufs	Poids (g)	Durée d'incubation (jours)	Taux d'éclosion (%)
Blanc	1,38 ± 0,21a (n ₀ = 84)	58,86 ± 7,72a (n ₁ = 29)	82,14 ± 20,80a (n ₂ = 5)
Jaune	1,58 ± 0,49b (n ₀ = 115)	58,98 ± 6,50a (n ₁ = 44)	83,91 ± 14,34a (n ₂ = 7)

a, b: Dans la même colonne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (p > 0,05).

n₀: nombre d'œufs pondus

n₁: nombre d'œufs éclos

n₂: nombre de pots d'incubation

Tableau 3
Effet de la nature du pot et du substrat d'incubation sur les performances d'incubation des œufs de *Archachatina marginata*

Lots	Conditions d'incubation		Durée d'incubation (jours)	Taux d'éclosion (%)
	pot	substrat		
T1	Parpaing de ciment	Terre meuble	65,25 ± 8,61 ^a (n ₁ = 45)	35,83 ± 29, 15 ^c (n ₂ = 8)
T2	Bocal plastique	Terre meuble	58,09 ± 6,21 ^b (n ₁ = 74)	85,26 ± 12,44 ^a (n ₂ = 11)
T3	Bocal plastique	Sable	48,10 ± 9,19 ^d (n ₁ = 33)	52,59 ± 34,17 ^b (n ₂ = 10)
T4	Bocal plastique	Sciure d' <i>Eucalyptus robusta</i>	55,50 ± 3,07 ^c (n = 53)	89,38 ± 10,17 ^a (n ₂ = 8)
T5	Bocal plastique	Sciure de <i>Mansonia altissima</i>	- (n = 0)	0,00 (n ₂ = 9)

a,b,c,d : dans la même colonne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (p > 0,01).

n₁: nombre d'œufs éclos

n₂: nombre de pots d'incubation

(P < 0,01) supérieures à celles enregistrées dans les pots en parpaing de ciment.

Lorsqu'on considère le substrat d'incubation, il apparaît que la durée d'incubation a significativement (P < 0,01) variée d'un substrat à l'autre. La durée la plus longue a été observée avec la terre meuble, suivie de la sciure d'*Eucalyptus robusta*, la plus courte ayant été obtenue avec le sable. Quant aux taux d'éclosion, ils ont été comparables (P > 0,05) entre la sciure d'*Eucalyptus robusta* et la terre meuble et significativement plus faible (P < 0,01) avec le sable. Aucune éclosion n'a été obtenue avec la sciure de *Mansonia altissima*.

Discussion

Les performances de reproduction de *Archachatina marginata* enregistrées au cours de cette étude ont été dans l'ensemble inférieures à celles obtenues par Awah *et al.* (2), Brescia *et al.* (3), Malaisse (12) et Stiévenart (14). Ceci pourrait s'expliquer d'une part par les caractéristiques génétiques potentiellement

différentes des sous-espèces d'achatines utilisées par chacun des auteurs. En effet, il existe plusieurs sous-espèces non encore identifiées (10). D'autre part, nos faibles performances comparées à celles de ces auteurs pourraient être dues au fait que les résultats de Stiévenart (14) ont été obtenus au laboratoire en conditions contrôlées et ceux des autres dans le biotope naturel de leurs escargots, alors que nos animaux ont été exportés de leur milieu naturel de vie (climat chaud et humide) et élevés en condition non contrôlée dans une zone aux conditions climatiques très différentes (climat froid et sec). Dans la présente étude, le stress d'acclimatation des animaux dans un environnement très différent de leur biotope naturel pourrait également justifier leur mauvais comportement. Toutefois, ces moyennes sont restées dans les intervalles obtenus par ces auteurs, exception faite des durées d'incubation qui ont été toutes supérieures, et des poids d'entrée en ponte plus faibles comparés aux leurs. Le taux de mortalité des reproducteurs est proche de 1/3

rapporté par Thompson et Cheney (15). La corrélation faible et non significative observée entre la durée d'incubation et le taux d'éclosion semble confirmer l'observation de Daguzan (6) sur *Helix aspersa* chez qui aucune corrélation n'a été trouvée entre ces deux paramètres. Les corrélations trouvées entre le poids de l'œuf d'une part, la durée d'incubation et le taux d'éclosion d'autre part semblent montrer que les gros œufs éclosent plus tôt et avec des taux d'éclosion plus élevés que les petits. Cette observation contredit partiellement celle de Codjia et Noumonvi (5) selon laquelle les petits œufs éclosent plus tôt que les gros mais avec un taux d'éclosion plus faible. Le faible taux d'éclosion observé avec les petits œufs serait dû à leur grande surface d'exposition aux conditions du milieu comparée à leur volume.

La présence des grappes d'œufs de couleur blanche ou jaune laisse entrevoir l'existence dans notre population de deux souches d'*A. marginata* dont l'une produirait des œufs blancs et l'autre les jaunes. Les pourcentages observés des œufs de chaque couleur représenteraient les proportions parentales dans la population.

Les performances d'incubation médiocres enregistrées avec les pots en parpaing de ciment comparées à celles obtenues dans les bocalaux plastiques seraient dues à la porosité et la perméabilité du parpaing de ciment. Ces deux facteurs combinés provoquent la déshydratation du substrat d'incubation, le rendant impropre à l'incubation des œufs (15). Cependant, les performances obtenues avec les bocalaux plastiques sont inférieures à celles enregistrées par Awah *et al.* (2) avec des pots de même nature, probablement parce que les résultats de cet auteur ont été observés dans une plantation d'hévéa. Cette plantation offre des conditions ambiantes propices à l'incubation des œufs d'escargots (4).

Les durées d'incubation de plus en plus longues lorsqu'on va du substrat de sable à celui de terre meuble en passant par la sciure d'*Eucalyptus robusta* seraient dues au degré d'aération croissant de ces substrats. Une bonne aération, en facilitant les échanges gazeux respiratoires contribuerait à un développement rapide des embryons. Par ailleurs, le faible

taux d'éclosion enregistré avec le substrat de sable pourrait s'expliquer par la prolifération de vers de terre observée dans certains de ces pots. C'est en effet dans les pots où ont été observés les vers de terre que les taux d'éclosion ont été les plus bas. Cette observation confirme celle de Codjia et Noumonvi (5) qui ont remarqué que la présence des vers de terre est préjudiciable à l'éclosion des œufs d'achatines. Le sable humide semble faciliter le développement des vers de terre. Bien que les meilleurs taux d'éclosion aient été obtenus avec la sciure d'*Eucalyptus robusta*, aucune éclosion n'a été enregistrée avec la sciure de *Mansonia altissima*, ce qui remet en cause l'affirmation de Codjia et Noumonvi (5) selon laquelle la sciure de bois est plus appropriée pour l'incubation des œufs d'achatines que la terre. Cette observation laisse entrevoir l'influence éventuelle de la nature botanique ou physico-chimique de la sciure de bois sur le développement embryonnaire des escargots.

Conclusion et recommandations

Des résultats de cette étude, il ressort que *Archachatina marginata*, bien que naturellement absent dans la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'Ouest Cameroun, peut s'y reproduire en captivité. Toutefois, bon nombre de facteurs sont susceptibles d'affecter sa productivité. Il a été noté au terme de cette étude que la nature du pot et du substrat d'incubation affectait à la fois la durée d'incubation et le taux d'éclosion des œufs. Ainsi, les pots en plastique et le substrat de terre meuble semblent plus indiqués pour l'incubation des œufs de cette espèce.

En guise de recommandation, il serait nécessaire d'évaluer les performances de production de cette espèce dans son biotope naturel et d'entreprendre des études sur le déterminisme du poids et de la couleur des œufs, les facteurs déterminant la profondeur de ponte et l'effet de celle-ci sur l'éclosabilité des œufs, l'influence de l'hygrométrie et de la température du substrat sur les performances d'incubation des œufs, l'influence des propriétés botanique et physico-chimique de la sciure de bois sur l'éclosabilité des œufs.

Références bibliographiques

- Agbelusi E.A. & Ejidike B.N., 1992, Utilization of the African giant land snail *Archachatina marginata* in the humid area of Nigeria. *Trop. Agric. (Trinidad)*, **69**, 1, 88-92.
- Awah A.A., Obahi Edeoghon C., Lalabe B.C. & Omo-Erigbe P., 2001, Snail farming in mature rubber plantation: 4. Studies on some artificial methods for hatching of snails eggs and protection of young snails during the dry season. *Tropicicultura*, **19**, 4, 194-198.
- Brescia F., Chardonnet P., de Garine Wichatitsky M. & Jori F., 2002, Les élevages non conventionnels. Mémento de l'agronome, CIRAD-GRET Paris.
- Cobbinah J.R., 1994, Snail farming in West Africa. A practical guide CTA, Wageningen.
- Codjia J.T.C. & Noumonvi R.C.G., 2002, Guide technique d'élevage N°2 sur les escargots géants. J. Hardouin, BEDIM, FuSAGx, 5030 Gembloux. <http://www.bib.fsagx.ac.be/bedim/guide/pdf/2.pdf>.
- Daguzan J., 1983, L'élevage de l'escargot ou l'héliciculture. pp. 65-114, Rennes, France.
- F.A.O., 1998, La faune sauvage et la sécurité alimentaire en Afrique. Cahier F.A.O. Conservation 33, Rome.
- F.A.O., 2000, Conférence panafricaine de l'initiative vision 2020 (IFRI): garantir la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique d'ici 2020. Rome 10-13 juin 2002. www.ifri.org/2020 conférence.
- Fortier A., 1999, Repères dans le paysage agricole français. De l'efficacité sociale d'une réglementation. Le cas du ramassage de l'escargot de Bourgogne, *Helix pomatia*. *Courrier de l'Environnement de l'INRA* n°38, 75-83.
- Hardouin J., Stiévenart C. & Codjia J.T.C., 1995, L'achaticulture. *Revue Mondiale de Zootechnie*, **83**, 2, 29-39.
- Koudande O.D. & Ehouinsou M., 1994, Influence de l'alimentation sur la production chez *Archachatina* sp. <http://www.fao.org/ag/Aga/AGAP/FRG>.
- Malaisse F., 1997, Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle. Les Presses Agronomiques de Gembloux, pp. 243-249. CTA Wageningen.
- N'Da K., Otchoumou A. & Koffi J.-C., 2004, Diet based on papaya and oocyte ripening by *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) in Ivory Coast. *Tropicicultura*, **22**, 4, 168-172.
- Stiévenart C., 1997, Morphologie coquillière, croissance, reproduction et estivation chez les escargots géants africains: observation au laboratoire sur *Archachatina marginata suturalis*, *Achatina achatina* et *Achatina fulica*. *Tropicicultura*, **15**, 4, 217-219.
- Thompson R. & Cheney S., 2004, Raising Snails. Alternative Farming Systems Information Center. National Agricultural Library 10301 Baltimore.
- Tillien G., 1983, Réglementation applicable à la protection, à la commercialisation des escargots et à l'hygiène alimentaire. L'escargot et l'héliciculture, pp. 173-179. Rennes - France.

R. Dafem, Camerounais, M.Sc. en biotechnologies et productions animales, étudiant en thèse Département des Productions animales, FASA, Université de Dschang, Cameroun.

F. Ngoula, Camerounais, DEA en physiologie animale, Assistant au Département des Productions Animales, FASA, Université de Dschang, Cameroun.

A. Tegua, Camerounais, Ph.D, Maître de Conférences, Enseignant au Département des Productions Animales, FASA, Université de Dschang, Cameroun.

A. Kenfack, Camerounais, DEA en physiologie animale, Assistant au Département des Productions Animales, FASA, Université de Dschang, Cameroun.

J. Tchoumboué, Camerounais, Agrégé de Zootechnie, Professeur, Chef de Département des Productions Animales, FASA, Université de Dschang, Cameroun.

Cash Income Diversification in Rural Small Holder Cassava Producing Households of Nigeria

A.A. Enete*¹ & Anthonia I. Achike¹

Keywords: Smallholder- Farm- Households- Income- Diversification- Nigeria

Summary

The issue of poverty alleviation for the people of less developed nations of the world has currently assumed the status of a recurring decimal. This is particularly critical for sub-Saharan Africa, because, the region contains a growing share of the world's absolute poor, with most of these found among rural farm households. High variability in crop yield and thus income variability arising from the vagaries of weather makes income diversification important for these households in order to improve their economic status. This paper, based on primary data collected as part of the Collaborative Study of Cassava in Africa, identified factors that drive cash income diversification decisions among rural farm households of Nigeria. Using Heckman's two-stage model, it separates the first discrete decision of whether or not to engage in non-crop income activities from the continuous decision of how much non-crop income is needed by the household. While the level of formal education of the household head, good market access conditions and availability of initial liquidity stimulate the first decision to start non-crop income activities, only household characteristics (also including the level of formal education of the household head) drive the extent of non-crop cash income earned by the household. These observations further underscore the need for investing in people – education, and in infrastructure – improving market access, as potent tools for economic empowerment.

Résumé

La diversification des revenus chez les ménages cultivateurs de manioc en milieu rural au Nigeria

La question de la réduction de la pauvreté pour les peuples dans les nations en voie de développement dans le monde est actuellement à la une. Ceci est particulièrement crucial pour l'Afrique sub-Saharienne, parce que la région renferme une part croissante des pays moins développés et pauvres dans le monde. Et la plupart des pauvres se trouvent parmi les cultivateurs ruraux. Une grande variabilité des rendements agricoles et donc du revenu variable suite aux caprices du climat rend important la diversification du revenu pour les familles afin d'améliorer leur statut économique. Cet article est basé sur des données primaires collectées comme faisant partie de l'Etude Collaborative du Manioc en Afrique. On a identifié les facteurs qui entraînent la décision de diversifier les revenus chez les cultivateurs ruraux de manioc au Nigeria. Se servant du modèle à deux étapes de Heckman, il distingue la première décision discrète de s'engager, qu'il en soit ainsi ou non, des activités qui procurent des revenus non agricoles, des décisions permanentes de combien de revenus non agricoles sont exigés par la famille. Tandis que le niveau d'éducation formelle acquise par le chef de famille, l'accès aux marchés et la disponibilité de capital initial incitent à la première décision de débiter des activités qui procurent des revenus non agricoles, ce sont seulement les particularités du ménage (y compris le niveau d'éducation formelle du chef de ménage) qui déterminent le degré de réalisation des revenus non agricoles de la famille. Ces observations en outre soulignent la nécessité d'investir dans l'éducation des gens et dans l'amélioration de l'infrastructure d'accès aux marchés comme des outils importants pour le renforcement économique des ménages.

Introduction

Probably no less than a quarter of the world population belongs to the farm households, and most of this is in the less developed countries of the world (5). In addition, world poverty is also disproportionately found among them, particularly in sub-Saharan Africa (19), which makes understanding the determinants of their welfare a prime concern in any strategy of poverty alleviation (16). One of the primary factors militating against the welfare of farm households is unstable income. High income variability is almost part of life among farming households in developing countries (4). In Africa for instance, the farming systems are inherently risky because they are fundamentally dependent on the vagaries of weather. Weather variation, the incidence of diseases, pests, fire and a host of other less obvious factors cause farming yields, and thus income to fluctuate unpredictably. Moreover, crop insurance and consumption credit markets are generally non-existent in most African farming communities. According to Binswagner and Rosenzweig (2), only to the extent that risk is not insurable will risk be reflected in *ex-ante* production decisions, and weather risk appears to be uninsured in most low-income settings.

Cash income diversification is a major avenue through which farm households compensate for crop yield variability (1, 13). Available literature on cash income diversification among farm households in Africa have tended to concentrate on the Semi-Arid Tropics. The problem has largely been ignored for farm households in other agricultural zones of Africa. This does not necessarily imply the absence of unstable crop income problems and hence the need for diversification in these other zones. The much talked about declining per capita food output and poverty is in relation to the whole of sub-Saharan Africa and not just the semi-Arid Tropics. The World Bank (19) reports, for instance, growing poverty, particularly consumption poverty and widening income inequality in Nigeria. Nweke (9) reports that non-crop cash income accounted for 25% of the total household cash income among rural cassava producing households in Nigeria. Cassava is produced mostly in the humid and moist savanna tropics. In addition, about 60% and 25% of the villages in the humid climate zones that were surveyed during the Collaborative Study of Cassava in Africa (COSCA), cited weather, pests/diseases respectively as cassava production risks (10).

*Corresponding author

¹Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.

Received on 02.07.07 and accepted for publication on 19.09.07.

This paper, based on primary data collected within the framework of COSCA examines the factors that drive cash income diversification in cassava producing households of Nigeria. Diversification is defined here to mean percentage of total household cash income that came from livestock and non-farm activities. Livestock is included here because farmers in Africa keep livestock as alternative source of income (7, 14). One of the classical assumptions of utility maximization theory is that household preference relation is characterized by local nonsatiation. As long as this holds, extra cash income takes the household to a higher indifference curve and is preferred; hence the basis for this analysis. This is further underscored by the fact that within the households under study, per capita food expenditure was on the average higher among those that earned non-crop cash income (96 Nigerian naira) than among those that did not (60 Nigerian naira).

Method of the study

(i) Site and sample selection

Climate, human population density, and market infrastructure formed the bases for sampling. Following Carter and Jones (3), four basic climate zones were defined from temperature and duration of dry periods within the growing season (Table 1). Information on market access conditions (all-weather roads, railways, navigable rivers), and human population data, derived from available secondary sources were used to respectively divide a market access infrastructure map of

Nigeria into good and poor zones (according to the density of the roads, railways, or navigable waterways), and a population map of Nigeria into high demographic-pressure zones with 50 or more persons per km², and low, if less.

The three maps of climate, human population density, and market access infrastructure were overlaid to create zones with homogeneous climate, demographic pressure, and market-access conditions. Each climate/population density/market-access zone with less than 10,000 ha of cassava was excluded, given that the study was primarily that of cassava. The remaining areas were divided into grids of cell 12' latitude by 12' longitude to form the sample frame for site selection. Sixty-five grid cells distributed among the climate/population density/market-access zones in proportion to the zone size, were selected by a random method; a village was selected in each grid, again by a random method. In each selected village, a list of farm households was compiled and grouped into "large", "medium" and "small" farm-holder units with the assistance of key village informants. One farm unit was selected from each stratum to make a total of 195 households. However, due to the sensitive nature of divulging all the sources of household income to researchers, only 59 households were able to give all the information necessary for this analysis and were therefore used.

(ii) Data Collection

Leaders in cassava research in the national agricultural research systems administered survey questionnaires to local farmers and took various measurements.

Table 1
Definitions of climatic zones

Climatic zone	Temperature (°C)		Months of dry season
	Daily mean	Range	
Lowland humid	>22	<10	<4
Highland humid	<22	<10	<4
Subhumid	>22	>10	4-6
Non-humid	>22	>10	6-9

Table 2
Definition of variables

Variables	Mean (Std deviation)	Unit or type	Explanation
NONFM*	0.28 (0.29)	Continuous	Percentage of household cash income earned from non-crop income
AGEHH	55.91 (16.25)	Continuous	Age of the household head
EDUCHH	4.27 (4.93)	Continuous	Number of years of formal education of the household head
HHSIZE	10.60 (6.88)	Continuous	Number of persons living in the household
DPDRATIO	0.49 (0.17)	Continuous	Proportion of the household size whose age is either less or equal to 15 or greater than 65
NUMWIVES	1.68 (1.05)	Continuous	Number of wives in the household
MIGASSET	2.70 (1.83)	Continuous	Number of household members living abroad who remit money or goods back to the household
FDPRICE	8.08 (8.76)	Continuous	Price of staple food crops
NTRCROPS	5.24 (3.09)	Continuous	Number of tree crops owned by the household
FMSIZE	1.81 (2.80)	Continuous	Size of the household farm in hectares
ACCESS	0.90 (0.21)	Binary	1, if market access was with vehicle or on foot with a distance of within 10 km; else 0
HUMID	0.24 (0.43)	Binary	1, if climatic zone is humid; else 0

* = Dependent variable

A rapid rural appraisal technique was employed to collect village-level information during the Phase I survey. Farmer groups consisting of men and women with wide age range were constituted and interviewed in each village. A structured questionnaire was used to collect qualitative information on production practices and market access conditions among many others. This survey was conducted in 1989-1991.

Phase II survey was carried out at field level. The information collected included field size and history, inputs applied, among many others. The field-level information was collected in 1991 from the same villages as above.

Phase III survey was at the household level, also in the same villages. Relevant male and female household members were interviewed with structured questionnaires. The household information which included composition and characteristics, cash income earned as well as the sources of income, among many others were collected in 1992.

Hypotheses and estimation procedure

(i) Hypotheses

The drive to diversify the income base of a household may be related to the characteristics of the household head (AGEHH and level of formal education (EDUCHH)), who is usually the director of the farm household enterprise (18). Because of enhanced entrepreneurial and management skills often acquired through education, the expected direction of the relationship of education with income diversification is positive. However, the relationship of diversification with age is an empirical question. It is possible that experience, which comes with age could be an asset in managing diversified portfolios of the household. On the other hand, increased age could also imply lower entrepreneurial motivation and risk taking behavior (15).

The household income diversification needs could also be related to the size (HHSIZE), the level of dependency ratio (DPDRATIO) and the number of wives (NUMWIVES). Larger households would most often demand greater income needs, which invariably requires greater diversification as an insurance against crop income variability. Similarly, high dependency ratio is expected to propel the household into more income diversification in order to cater for the needs of the dependents. On the other hand, it is hypothesised that the number of wives in a household will be negatively related to the farm household's diversification into non-crop income. This is because cropping labor constraints could sometimes compel farmers to divert resources into non-cropping projects which does not require as much labor. Some African farmers however solve this problem by marrying many wives (11). The dependent variable could also be related to the number of household members residing outside (MIGASSET) who remit money or goods back to the household.

Income diversification may be related to the household's farm size (FMSIZE) and number of tree crops (NTRCROPS). These two measures could index the level of wealth of the household as crop farmers. Reardon *et al.* (13) reports that households with less land or non-landed assets would be more risk averse and hence more sensitive to the need to diversify to lower overall income variability.

Price of staple food crops (FDPRICE) is also specified and expected to be negatively related with the dependent variable. This is because favorable food prices could be a disincentive for income diversification.

Climate (HUMID) and market access (MKTACCESS) conditions may also be related to income diversification. The riskier the agriculture (as expected in the relatively

agroclimatically poor non-humid zones in comparison with humid zones), the more the need for income diversification (13). Moreover, the condition of market access could determine the development of non-farm institutions and activities which creates opportunities for non-farm income. The variables are defined in table 2.

(ii) Estimation procedure

The subject being investigated here involves a two stage decision problem for the household. The first is a discrete decision of whether or not to engage in activities that will generate non-cropping cash income, while the second is a continuous decision of how much non-cropping cash income is needed by the household, conditional on a positive first decision. If unobserved preferences and characteristics affect both the discrete and continuous decisions involved, the error terms in the two respective equations are correlated. In addition, the household's non-crop cash income will most likely give rise to censored data, and Ordinary Least Squares (OLS) will yield biased parameter estimates. Moreover, the variables affecting the two decisions may not be exactly the same. There could be fixed-cost type variables affecting the first decision of whether or not to engage in non-cropping activities but not the extent of non-cropping income needed. Once the first decision is made, they do not affect the second decision. Heckman's (8) two-step model, also called Tobit II model therefore becomes appropriate. First, the equation on the discrete decision of whether or not to engage in activities that will yield non-cropping income is estimated, and second, the equation on the extent of non-cropping income needed is estimated with the inverse Mill's ratio (INVMILS) obtained from the first estimation included as an independent variable. The procedure is as follows: whether or not to engage in activities that will generate non-cropping cash income is modelled as:

$$Z = \alpha X + e \text{ ----- (a)}$$

Where $Z = 1$ if a household earns non-cropping cash income, $Z = 0$ otherwise.

Extent of non-cropping income earned equation is

$$Y = \beta X + u \text{ ----- (b)}$$

Where X is a vector of exogenous variables. $Y > 0$ if $Z = 1$, and $Y = 0$ if $Z = 0$,

$e, u \sim N(0, \sigma_e^2)$ with correlation ρ .

Equation (b) can be estimated as

$$E [Y/Z = 1] = \beta X + \rho \sigma_u \lambda_e + \omega$$

Where $\lambda_e = \phi(\alpha X) / \Phi(\alpha X)$, and ϕ and Φ are standard normal pdf and cdf respectively of the first decision. Equation (b) is thus estimated including λ as an explanatory variable. For purposes of comparison, we also estimate the one-stage Tobit or the standard Tobit model and test the difference with the two-stage model using the likelihood ratio test: $\chi^2 = 2(\log L_{dh} - \log L_t)$, where $\log L_{dh}$ is the log likelihood of the two-stage model (dh) and $\log L_t$ the log likelihood of the standard Tobit (t) model (17).

Results and discussion

Table 3 presents the results of the analysis. The likelihood ratio test comparing the standard Tobit model with the two-stage model gave a χ^2 value of 13.06. The 5% critical value taken from the asymptotic Chi-squared distribution with one degree of freedom is 3.84, thus showing that the one stage Tobit model was restrictive. The Heckman's two-stage model was therefore used for interpretation.

The level of education of the household head affected both the decision of whether or not to earn non-crop cash income and the extent of income earned from diversification. The

Table 3
The standard Tobit and Heckman's two-stage models estimation results

Variables	Std estimation	Heckman two-stage estimation	
		Tobit Selection	Level of non-crop income earned
AGEHH	0.0234 x 10 ⁻³ (0.009)	0.0117 (0.925)	-0.0032 (-1.311)
EDUCHH	0.0418 (4.096)***	0.3969 (2.620)***	0.0268 (2.923)***
HHSIZE	0.0151 (1.727)*	-0.0747 (-1.291)	0.0279 (3.074)***
DPDRATIO	0.3774 (1.823)*	2.2168 (0.877)	0.3205 (1.664)*
NUMWIVES	-0.1116 (-2.229)**	0.0398 (0.114)	-0.1390 (-2.769)***
MIGASSET	0.0242 (1.139)	-0.3480 (-1.760)*	0.0667 (3.007)***
FDPRICE	-0.0003 (-0.088)	0.2876 (2.888)***	-0.0021 (-0.802)
NTRCROPS	-0.0240 (-1.872)*	0.1155 (1.315)	-0.0252 (-2.197)**
FMSIZE	-0.0153 (-0.684)	-0.0534 (-0.373)	-0.0207 (-1.022)
MKTACCESS	0.1087 (0.775)	2.4966 (2.705)***	0.0902 (0.735)
HUMID	-0.2449 (-2.441)**	-3.3383 (-2.876)***	-0.0874 (-0.971)
INVMILS			-0.2345 (-9.657)***
INTERCEPT	0.0084 (0.029)	-4.0662 (-2.665)***	0.2258 (0.858)
Log likelihood	-10.4198		-3.8910
Prob> chi ²	0.0031		0.0001
No. of observations	59		59

decision to delve into non-crop income activities for the crop farmer could be like delving into the unknown with its attendant risks. Educated household heads may better understand and process information provided by different sources regarding new investments, thereby increasing their allocative and technical efficiency (12). Education could also enable the household head get part-time jobs in non-farm establishments; the pay of which usually depends on the level of education. Household size did not affect the discrete decision to earn non-crop cash income, but positively affected the extent of non-crop income earned. This could imply that all household members contribute to the degree of non-crop income earned while the first decision rests with the head. It is also consistent with our hypothesis that larger households would generally require greater income (whether crop or non-crop). Similarly, dependency ratio did not affect the first decision of whether or not to earn non-crop income but positively affected the extent of income earned. The first relationship in this case is surprising. However, households with higher number of dependants could attract more remittances from relatives abroad, thereby cushioning the effect of crop income variability. This could also partly explain its significant effect on the extent of non-crop income earned, although it could be that a higher burden of dependants compels households to strive harder to earn more income as hypothesised. The number of wives per household did not affect the decision of whether or not to earn non-crop income but negatively affected the extent of income earned from diversification. This is consistent with our hypothesis that farmers marry many wives to provide labor for expansion in cropping activities. The number of

household members (residing abroad) remitting money or goods back to the household was negatively related with the discrete decision of whether a household earned non-crop income but positively related with extent of income earned. This is to be expected because the receipt of money or goods from household members abroad would serve as a disincentive to investments that would earn non-crop income. But the money or goods they remit back should naturally augment the non-crop income of the household.

Ignoring the variable on migrants, we note that of all the demographic factors considered, none but the educational level of the household head affected the first decision of whether or not a household earned non-crop income. However, all but the age of the household head affected the extent of non-crop income earned. This suggests a dominating influence of education in overcoming the state of inertia often associated with first moves into new ventures.

The price of food crops was positively and significantly related with whether a household earned or does not earn non-crop income but negatively, though not significantly, related with the extent of non-cropping income earned. The first relationship is contrary to our hypothesis. However, this suggests the presence of credit constraints on non-cropping activities, forcing households to supply their own liquidity to start them. But once started, they generate enough liquidity to maintain them. This does not necessarily contradict the above observation on remittances from migrants because human behaviour towards earned and unearned income is generally different.

This is similar and also explains the relationship with number of tree crops owned by the household. Tree crops a good source of crop income for the household, was positively though not significantly related with the first decision of whether a household earned non-crop income but negatively and significantly related with extent of non-crop income earned. In other words, although income from tree crops could help start up non-cropping activity, it would most probably also curtail the extent of diversification. Reardon *et al.* (13) report that wealthier households could rely on their own liquidity resources to enter into non-farm activities.

Household farm size, although it had the expected sign (negative in both relationships), was neither important for the decision of whether a household earned or does not earn non-crop income, nor important for the extent of non-crop income earned.

Easy access to the market centre was positively related to both the discrete decision of whether or not to earn non-crop cash income and the continuous decision of how much non-crop income earned. While the relationship with the first decision was highly significant, that of the extent of non-crop income earned was not statistically significant. Economic activities are more diversified in areas closer or with easy access to the market centres than those farther away or with poor access (9). There is therefore more and better opportunities for non-crop cash income in good than in poor market access areas. This could stimulate households into those activities that would yield non-farm cash income. The non-significance of the second relationship could be because better market access also enhances crop income (6), thereby dampening the extent of the drive for non-crop income.

In comparison with the non-humid climate zone, the dummy for humid zone was negatively related to both decisions, with the first (discrete) decision of whether or not to earn non-crop income being statistically significant. Both agriculture and agro-related services are likely to be more developed in the agroclimatically better humid zone than in the non-humid. This is likely to discourage farm households in the humid zone from delving into ventures for income diversification. Reardon *et al.* (13) noted that diversification is more outward-looking in the poor Sahelian agricultural zones than in the Guinean zones with richer agricultural base.

Conclusion

High variability in crop yield and thus income variability arising from the vagaries of weather makes income diversification important for the rural poor farm households in Africa in order to improve their economic status. Identified in this study are factors that drive cash income diversification decisions among rural farm households in Nigeria. Using Heckman's two-stage model, it separates the first discrete decision of whether or not to engage in non-crop income activities from the continuous decision of how much non-crop income is needed by the household. While the level of formal education of the household head, good market access conditions and availability of initial liquidity stimulate the first decision to start non-crop income activities, only household characteristics (also including the level of formal education of the household head) drive the extent of non-crop cash income earned by the household.

Literature

- Baert F., 1994, Income diversification by rural households of Ethiopia. M.Sc. Thesis, Department of Economics, Katholieke Universiteit, Leuven, Belgium.
- Binswagner H.P. & Rosenzweig M., 1993, Wealth, weather risk and the composition and profitability of agricultural investments. *The Economic Journal*, 103, 416, 56-78.
- Carter S.E. & Jones P.G., 1989, COSCA site selection procedure. COSCA Working Paper N° 2, COSCA, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Dercon S., 1999, Income risk, coping strategies and safety nets. Draft background paper for the World Development Report 2000/01, Katholieke Universiteit, Leuven, Belgium.
- Ellis F., 1988, Peasant economics: farm households and agrarian development. Cambridge University Press, Cambridge.
- Enete A.A., Nweke F.I. & Tollens E., 2002, Determinants of cassava cash income in female headed households of Africa. *Quarterly Journal of International Agriculture*, 41, 3, 241-254
- Fafchamps M., Udry C. & Czukas K., 1996, Livestock and consumption smoothing in Burkina Faso. *Journal of Development Economics*, 55, 2, 273-305.
- Heckman J.J., 1976, The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of Economic and Social Measurement*, 5, 4, 475-492.
- Nweke F.I., 1996, Cassava: a cash crop in Africa. COSCA Working paper N° 14. Collaborative Study of Cassava in Africa, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- Nweke F.I., 1994, Cassava Distribution in sub-Saharan Africa. COSCA Working paper N° 12. Collaborative Study of Cassava in Africa. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- Nweke F.I., Ugwu B.O., Asadu C.L.A. & Ay P., 1991, Production costs in the yam-based cropping systems of southeastern Nigeria. RCMP Research Monograph N° 6, Resource and Crop Management Program, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Panin A. & Brummer B., 2000, Gender differentials in resources ownership and crop productivity of smallholder farmers in Africa: A case study. *Quarterly Journal. of Int. Agric.* 39, 1, 93-107.
- Reardon T., Delgado C. & Matlon P., 1992, Determinants and effects of income diversification amongst farm households in Burkina Faso. *The Journal of Development Studies*, 28, 2, 264-296.
- Reardon T., 1993, Cereals demand in the Sahel and potential impacts of regional cereals protection. *World Development*, 21, 1, 17-35.
- Rizov M., Gavrilescu D., Gow H. & Mathijs E., 2001, Transition and enterprise restructuring: the development of individual farming in Romania. *World Development*, 29, 7, 1257-1274.
- Sadoulet E. & de Janvry A., 1995, Quantitative development policy analysis. John Hopkins University Press, Baltimore (Md.). 397 p.
- Verbeek M., 2000, A guide to modern econometrics. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, England.
- Whitehead A., 1994, Wives and mothers: female farmers in Africa. Pages 35-53. *In: Gender, Work and Population in sub-Saharan Africa*, Adepoju A. and C. Oppong (eds.). Published for International Labor Office Geneva by James Currey, London.
- World Bank, 2000, Can Africa claim the 21st Century? The World Bank, Washington D.C.

A.A. Enete, Nigerian, PhD, He is currently a Lecturer at the Department of Agricultural Economics University of Nigeria, Nsukka. From 1994-1998, he was a research Fellow with the Collaborative study of cassava in Africa (COSCA), which was based at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. From 1999-2004, he was at the Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, where he completed his PhD programme in Agricultural Economics in December 2003. E. mail ifanselmentete@yahoo.com. Tel- 234-8064448030.

Anthonia I. Achike, Nigerian, PhD, Lecturer/Head of Dept. (Agricultural Economics), Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

Gestion des ressources de l'environnement dans la zone de savane soudanienne du nord Cameroun: arbitrage des différentes alternatives par la méthode des normes minimales de sécurité

D.N.D. Njankoua Wandji^{1*}, J. Nyemeck Binam¹ & G. Muluh²

Keywords: Firewood- Hunting safari- Biodiversity- Cameroon

Résumé

L'une des préoccupations majeures de développement économique de cette fin de siècle est l'arbitrage efficace et durable que les gestionnaires de ressources de l'environnement se doivent d'opérer. Cet arbitrage qui concerne particulièrement l'utilisation présente et future des ressources de l'environnement, les activités agricoles et d'élevage d'une part et la conservation des aires protégées d'autre part implique au premier plan les utilisateurs légaux que sont les populations rurales. La connaissance des principaux enjeux de ce délicat équilibre entre besoins immédiats des utilisateurs légaux et besoin de conservation de la biodiversité est un préalable à l'élaboration de toute politique de gestion durable des dites ressources. Les résultats obtenus relatifs à la comparaison de la valeur économique de la conservation des aires protégées avec celles des autres utilisations alternatives de la terre indiquent ceci: la valeur économique de la conservation des aires protégées sur un horizon temporel de quinze années est équivalent en moyenne à 20 fois celle obtenue dans le cadre de l'élevage extensif traditionnel. Bien que toutes les composantes de la conservation n'étant pas pris en compte, la valeur économique de cette dernière atteint néanmoins les 50% de celle obtenue au titre de la valorisation de l'espace par l'agriculture.

Summary

Environmental Resources Management in the Soudanian Savannah Area of Northern Cameroon: Assessment of Alternatives Using a "modèle de normes minimales de sécurité"

The world is more and more concerned with the ever-widening gap between available natural resources and the world's population growth. Two important international meetings testify this concern: the International Conference on the Environment (3) and the one held in Cairo in 1994 on Population and Development. Improved land-use planning at the national level should be undertaken as an important step in the biodiversity conservation process. People need to use natural resources, so ways must be found to use those resources in the least destructive manner. Biodiversity conservation planners need to consider the interactions between population needs and natural resources conservation. The comparison of the economic value of the conservation of protected areas with other alternatives of lands used indicated that: the economic value of the conservation is twenty times greater than the economic value of extensive livestock traditional bovine breeding. Although all the elements were not included, the estimated economic value of land for conservation is about 50% of the land's economic value for agriculture. Recommendations have been made from these different results.

Introduction

La province du Nord Cameroun représente une zone clé en terme de conservation de la grande faune sauvage car, elle abrite d'une part des populations suffisamment importantes de grands mammifères et d'autre part, elle contient un réseau exceptionnel de trois parcs nationaux et vingt-sept zones cynégétiques. Toutefois, de nombreuses menaces pèsent sur ses aires protégées et hypothèquent leur avenir. Au rang des menaces qui pèsent sur la durabilité des aires protégées, l'on peut citer les colonisations rurales pratiquées dans la zone de savane soudanienne par les populations des régions pauvres et sèches de l'extrême Nord camerounais en quête de terre cultivable (4,11). L'autre menace et non la moindre est la recherche permanente des pâturages par les nombreux éleveurs qui peuplent la région et se traduit par de nombreuses incursions dans les zones de chasse affermées.

S'il est généralement admis que la conservation des aires protégées est un objectif souhaitable, elle demeure rarement pratiquée dans le monde, parce qu'elle ne rivalise pas financièrement avec d'autres modes de gestion (10, 12). Qu'en est-il alors de la rentabilité économique des terres de la région de savanes soudanienne du nord Cameroun? Quels sont les avantages globaux de la conservation? Quels sont les coûts sociaux associés à chacune des politiques? Le

choix opéré par le gouvernement résulte-t-il d'une efficacité économique ou non? Telles sont les préoccupations de cette étude.

Objectifs

L'objectif principal est d'analyser, du point de vue de l'efficacité économique totale (c'est-à-dire, en intégrant les coûts et avantages écologiques), la rationalité de l'option de préserver les ressources floristiques et fauniques des zones de savanes soudanienne du nord Cameroun par rapport aux autres alternatives possibles d'utilisations des terres.

Matériels et méthodes

La méthode de Norme Minimale de Sécurité (NMS)

Le modèle de Norme Minimale de Sécurité tire son fondement du principe du minimax. En effet, il s'agit pour la société d'adopter un comportement stratégique qui consiste à procéder à une gestion prudente en minimisant le degré d'erreur qui peut subvenir dans le futur sur la prise en compte des décisions concernant les ressources naturelles. De plus, l'utilisation du critère NMS nécessite le calcul d'une marge de sécurité pour prévenir le dommage de l'irréversibilité des ressources.

(1*)Auteur des correspondances

Institut International d'Agriculture Tropicale – Centre de forêt humide, BP 2008, Yaoundé, Cameroun. Tel (00237 77610538/99771017) Fax: (00237 22237437) Email: n.wandji@cgiar.org / wndieunedort@yahoo.fr Email: nyemeckbinam@yahoo.com

²CORAF/Dakar, Sénégal Email: magachuo@yahoo.com

Reçu le 03.05.07 et accepté pour publication le 09.10.07.

Procédure d'évaluation des avantages nets des différentes alternatives

Concernant les avantages annuels futurs de l'exploitation, nous faisons l'hypothèse, tout comme Kennedy (3), que l'incertitude liée à la rentabilité des systèmes d'exploitation est négligeable de sorte que les avantages restent constants sur toute la période de l'étude (2005-2020).

En revanche, les avantages de la préservation sont supposés incertains au cours du temps. Trois scénarios ont été retenus pour décrire l'évolution de cette variable: (a) une situation très optimiste où les préoccupations environnementales vont croître chaque année d'un taux $g=10\%$; (b) une situation optimiste où les avantages de la préservation vont croître à un taux $g=5\%$; (c) le dernier scénario correspond à une situation pessimiste où la défense des causes environnementales reste stagnante à un taux annuel de 0% ($g=0\%$). De sorte que si P_t désigne l'avantage de la préservation à l'année t et P_1 l'avantage à l'année de base, alors P_t est donné par la formule:

$$P_t = P_1(1 \oplus g)^{t-1}$$

Où: g = taux annuel d'évolution des avantages de la préservation.

Les utilisations récréatives futures peuvent être également envisagées sous plusieurs aspects, nous en retenons également trois.

On considère: (a) qu'une situation dans laquelle le taux de croissance annuel des demandeurs de biens et services liés au tourisme (tourisme de vision, tourisme cynégétique et écotourisme) est de $u=10\%$ comme un scénario très favorable; (b) et qu'une situation où $u=5\%$ comme un scénario favorable; (c) et enfin lorsque le nombre de demandeurs de tourisme stagne ($u=0\%$), on a une situation défavorable. Si R_t désigne le bénéfice net de l'utilisation récréative des sites pendant l'année t et R_1 celui de l'année de base, alors R_t peut s'écrire:

$$R_t = R_1(1 \oplus u)^{t-1}$$

Où: u = taux annuel d'évolution des avantages récréatifs

En effet, afin d'obtenir les avantages nets actualisés totaux B_c de la conservation, on procédera à la combinaison des différents scénarios qui peuvent survenir au cours de l'évolution de la protection et des activités touristiques. Les états de nature possibles sont décrits dans le tableau 1.

Ainsi, l'état I correspond à la somme des avantages nets des deux composantes: activités récréatives et protection selon les scénarios respectifs très favorable ($u=10\%$) et très optimiste ($g=10\%$). Par contre l'état de nature IX, correspond à la somme des avantages issus de la récréation et de la

protection suivant les scénarios respectifs: défavorable ($u=0\%$) et pessimiste ($g=0\%$). L'interprétation des autres Etats se fait de manière analogue. L'on appliquera l'actualisation à ces variables en faisant varier le taux d'actualisation à l'intérieur de l'intervalle $[3,4]$ (8).

L'autre paramètre des matrices des regrets B_e , est la valeur actualisée des avantages nets des différents systèmes d'exploitation de l'espace. Ces deux variables B_e et B_c sont données par les égalités suivantes:

$$B_e = -I_e + \int_1^{15} D_t e^{-rt} \quad \text{et} \quad B_c = -I_c + \int_1^{15} (R_t + P_t) e^{-rt} dt$$

Où:

B_e = Avantage net de la conservation des PN et ZIC;

B_c = Avantage net de l'exploitation;

I_c = Coût du projet de conservation des PN et ZIC;

I_e = Coût du projet d'exploitation;

r = Taux d'actualisation;

D_t = Avantage de la mise en exploitation des ZIC et PN pendant l'année t ;

R_t = Avantage des activités récréatives des PN et ZIC pendant l'année t ;

P_t = Avantage de la protection des PN et ZIC pendant l'année t .

Zone d'étude

La province du Nord est la région qui dispose du plus fort taux de croissance démographique au Cameroun. Supérieur à 4% , il est dû à la forte migration des populations de l'Extrême Nord vers le Nord à la recherche de nouvelles terres d'accueil (10). En dépit des conditions climatiques peu favorables à l'homme et à ses activités, l'agriculture est à la base de l'économie de la province et occupe plus de 60% de la population. Les principales cultures rencontrées sont: le mil, le coton, le maïs, l'arachide, le manioc et la patate.

Par ailleurs, l'élevage est aussi l'une des principales activités de la province du Nord et constitue une source de revenu pour près de 30% de la population (10).

Echantillonnage

La population visée dans cette étude est constituée de l'ensemble des aires protégées et zones de chasses affermées existant dans la zone de savane soudanienne du nord Cameroun qui est également celle du projet de conservation et de gestion de la biodiversité au Cameroun (PCGBC).

La détermination de la marge de sécurité (MS) se faisant par le biais du consentement à payer (CAP) et ce dernier trouve son fondement dans le concept du surplus compensatoire¹ Hicksien (1). Un second échantillon constitué de 120 chefs de ménages urbains de la ville de Garoua a été obtenu

Tableau 1
Les différents états de nature de la conservation

		Activités récréatives		
		Très favorable	Favorable	Défavorable
Protection	Très optimiste	Etat I	Etat II	Etat III
	Optimiste	Etat IV	Etat V	Etat VI
	Pessimiste	Etat VII	Etat VIII	Etat IX

¹Le surplus compensatoire est la variation de revenu qui permettrait de «compenser» l'agent économique de la variation de la qualité de l'environnement: c'est le montant (payé ou reçu) qui placerait un individu à son niveau d'utilité initial, malgré la modification de la qualité de l'environnement. Si cette qualité s'améliorait, cette variation (de revenu) consisterait à diminuer le revenu et correspondrait donc à un consentement à payer (CAP) pour l'amélioration de l'environnement. Par contre, si cette qualité se détériorait, cette variation consisterait à augmenter le revenu et correspondrait donc à un consentement à accepter (CAA) une compensation à cause de la détérioration de l'environnement subie.

Adoptant une démarche proposée par Pearce et Warford (1993, p. 131), une estimation du consentement à payer de l'ensemble de la société serait donnée par la multiplication du consentement à payer individuel (estimé) par l'effectif de la population adulte (cette mesure étant faite sur une base annuelle).

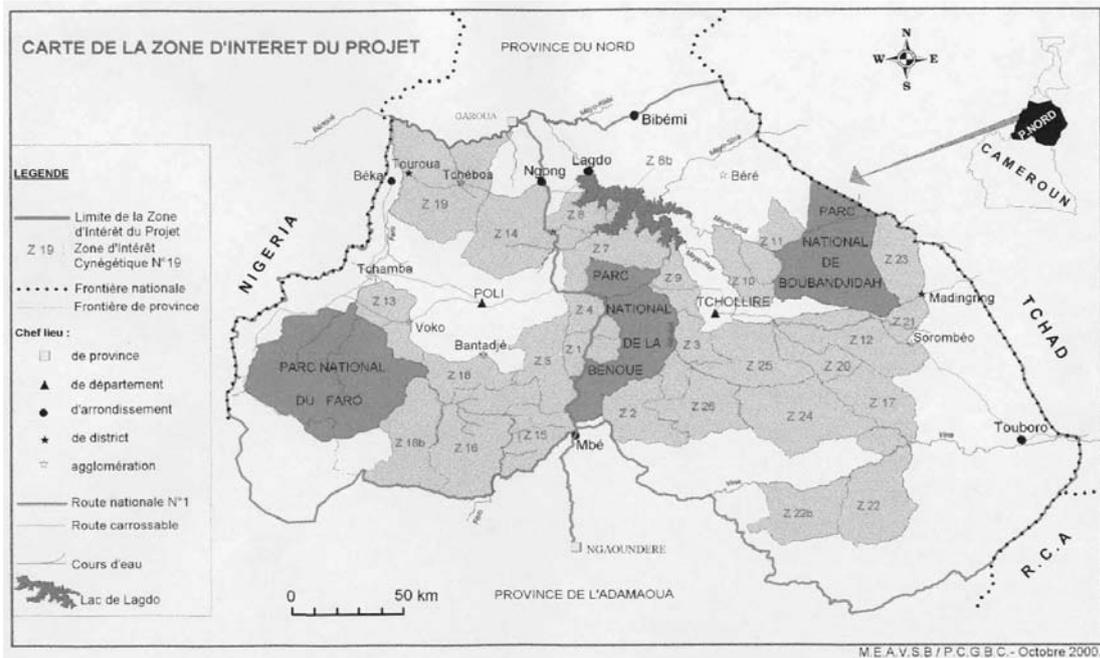


Figure 1: Carte de la zone de savane soudanienne du nord Cameroun (zone d'intérêt du projet de conservation et de gestion de la biodiversité au Cameroun) (PCGBC).

de façon stratifiée. Les ménages ruraux ne pouvant faire l'objet de l'échantillon que dans une perspective future de l'évaluation de leur consentement à accepter (CAA) la marge de sécurité préalablement estimée. L'échantillon des touristes s'est fait sur la base des quarante premiers touristes rencontrés et disposés à participer à l'interview au niveau de l'aéroport international de Garoua et dans les zones d'intérêt cynégétiques.

Résultats et discussions

Evaluation pratique des avantages récréatifs et de protection de l'espace

Les avantages des activités récréatives R_i (tourisme cynégétique et de vision) ont été mesurés par les recettes totales (directes et indirectes) annuelles obtenues au titre des activités touristiques.

Les avantages de la protection ont été mesurés à l'aide du consentement à payer (CAP) des ménages urbains relatifs à la lutte contre la désertification. Il a été demandé aux populations d'exprimer leur consentement à payer pour la conservation des aires protégées (par le biais d'un programme supposé efficace et qui restait à définir) [procédé inspiré de Munasinghe et Lutz (6), OCDE (8) et Ward *et al.* (12)]. La valeur de P_i a été obtenue en faisant le produit du CAP moyen par la population active nationale. A cette valeur, nous avons ajouté la valeur du CAP total des touristes. Nos estimations aboutissent à une valeur économique totale (VET) de l'ordre de 33 milliards de FCFA.

Cette valeur est constituée à plus de 95% par la composante de la VET non liée à l'usage (VNLU¹). Ce résultat est un

indicateur de la faible valorisation des aires protégées de la région. En effet, la valeur écologique des zones à vocation de conservation de la biodiversité au Cameroun se chiffre à 146,4 milliards de FCFA (10) et la province du nord dispose de près de 80% des dites zones. Il faut cependant remarquer que cette valeur n'est qu'une faible approximation de la VET de la conservation car toutes les composantes de la valeur non liée à l'usage (VNLU) n'ont pu être mesurées pendant cette étude.

Evaluation pratique des avantages de l'exploitation agricole de l'espace

Pour ce qui est des avantages de l'exploitation des ZIC et PN, nous avons retenu un système d'exploitation agricole en plus de l'élevage traditionnel extensif. Ainsi, nous considérons 9 rotations culturales suivies de 6 années de jachère.

Le calcul de la valeur actualisée nette a été effectué en considérant un taux d'actualisation² de 3%.

Les résultats nous indiquent que la valorisation de l'espace (1 hectare) par l'exploitation agricole sur un horizon de 15 années donne une marge brute de l'ordre d'un million cent mille francs CFA (1 106 629 FCFA).

Evaluation pratique des avantages de l'utilisation de l'espace par l'élevage traditionnel extensif

L'hypothèse de base est qu'il s'agit d'un système de production à caractère extensif sans complémentation alimentaire, par conséquent, les besoins alimentaires sont assurés par les fourrages.

La façon la plus simple de modéliser la dynamique du

¹ En ce qui concerne l'environnement, on distingue, selon un ordre de «tangibilité» décroissant (OCDE, 1995, p. 30):

- les valeurs d'usage directes: résultant de l'utilisation directe des ressources concernées (forêts, sols, eaux par exemple);
- les valeurs d'usage indirectes: liées aux fonctions ou attributs de l'environnement (préservation des sols, régulation climatique, interactions écologiques, etc.);
- la valeur d'option: tiendrait du fait que, même si les individus ne tirent pas (à l'heure actuelle) d'avantage direct ou indirect des ressources, ils peuvent souhaiter conserver une option pour l'avenir;
- la valeur patrimoniale: due à l'attribution d'une importance aux éléments du patrimoine naturel même s'il n'en est fait aucun usage. Elle est motivée par le désir de transmettre un bien aux descendants;
- et la valeur d'existence: Découlant du pur plaisir de l'existence d'une chose, sans aucune relation avec la question de savoir si la personne concernée sera ou non, un jour, en mesure d'en tirer un avantage direct ou indirect.
- les valeurs d'option, patrimoniale et d'existence constituent des composantes de la valeur non liée à l'usage (VNLU)

² D'après OCDE 1994 & 1995, l'application de l'actualisation à ces variables doit être faite en variant le taux d'actualisation à l'intérieur de l'intervalle [3,4].

Tableau 2
Différents scénarios d'avantages économiques de la conservation (en FCFA/an/ha)

Stratégies	(3%,10%)	(3%,5%)	(3%,0%)
Valeur de protection	523 166	363 833	259 460
Stratégies	(3%,10%)	(3%; 5%)	(3%,0%)
Valeur récréative	19 610	12 122	8 655

Source: données de l'étude.

Tableau 3
Matrice des coûts sociaux ou regrets (en FCFA /an /ha)

Couples d'alternatives de choix	Couples de coûts sociaux associés en FCFA/an/ha
Conservation / Exploitation agricole	(563 853;0)
Conservation / Elevage traditionnel	(0; 524 433)
Elevage traditionnel / Exploitation agricole	(0;1 088 286)

troupeau bovin est de supposer que, le croît pondéral (la production de viande) est vendu chaque année, son prix de valorisation est de 1000 FCFA/kg. Une activité vache laitière est introduite dans le modèle avec une production de 10 litres par animal par an et valorisé à 300 FCFA/ litre.

On fait également l'hypothèse sur les paramètres suivants: la taille du troupeau retenue est de 10 têtes; une production de viande évaluée à 26 kg vif par tête présente (soit 260 kg vif par an pour le troupeau); une vente de 100 litres de lait caillé. Ceci nous permet de déterminer les charges d'exploitation annuelles et la marge brute à l'hectare obtenue sur la base de 10 UBT/km² (7).

La valeur actualisée nette (VAN) d'un hectare de terre obtenue par élevage traditionnel extensif est de l'ordre de dix-huit mille francs CFA (18 343). La poursuite de cette activité peut cependant se justifier par son caractère secondaire (les propriétaires de bétail n'exerçant presque jamais l'activité de berger) et également par la taille des différentes unités d'exploitation qui peuvent s'estimer en plusieurs dizaines d'hectares. Dans ce contexte de tradition pastorale, et de non importation des produits d'élevage bovin au Cameroun, l'activité demeure au niveau micro-économique.

Les avantages économiques de la conservation

La stratégie traduit ici une situation dans laquelle on fait face à un couple de taux. Le premier terme de la parenthèse est le taux d'actualisation tandis que le second terme correspond au taux de croissance annuelle de la valeur concernée.

Le tableau 2 récapitule les avantages économiques de la conservation du site. L'observation de ce tableau montre que la valeur actuelle nette de non usage (la protection) varie entre 523 166 et 259 460 FCFA /an /ha. De même, la valeur actuelle totale de l'usage récréatif des aires protégées varie entre 19 610 et 8 061 FCFA /an /ha; correspondant aux couples ($r=3\%$, $u=10\%$) et ($r=3\%$, $u=0\%$) où r et u désignent respectivement le taux d'actualisation et le taux de croissance des intérêts accordés à la protection. En conséquence, si des actions de formation et de sensibilisation des populations relativement à l'importance actuelle et future de la conservation des ressources naturelles sont menées, de façon à l'accroître annuellement de 10% pendant les quinze prochaines années alors les avantages de la protection s'élèveront à 523 166 FCFA /ha /an. Dans l'hypothèse d'une absence de sensibilisation aux questions conservation des ressources naturelles, soit une stagnation des intérêts accordés à la protection alors les avantages de la protection s'évalueront à 259 460 FCFA /ha/an. Cette lecture est semblable pour l'interprétation des valeurs récréatives. Dans la suite de l'analyse, nous retenons l'hypothèse d'une croissance régulière ($u=10\%$) dans les préoccupations environnementales.

Evaluation des coûts sociaux associés à chaque alternative d'utilisation de l'espace

Le coût social associé à chaque alternative s'obtient en faisant la différence entre les valeurs actualisées nettes (VAN) de chaque couple de choix. Ainsi, le coût social représente le coût d'opportunité lié à chaque choix. Le coût social est nul lorsque l'alternative la plus rentable a été choisie, il est égal à la différence des VAN dans le cas contraire.

La lecture du tableau 3 nous enseigne que la décision de choisir l'alternative de conservation devant celle de l'exploitation agricole entraîne un coût social de 563 853 FCFA par hectare et par année. Et par suite le choix de l'exploitation agricole implique un coût social nul. Par ailleurs, le choix de la conservation au lieu de l'élevage extensif traditionnel permet de réaliser un gain de 524 433 FCFA ou plus exactement d'éviter un coût social du même montant. Le coût social le plus élevé (1 088 286 FCFA) est constaté lorsque le choix se porte sur l'élevage traditionnel en lieu et place de l'exploitation agricole.

Conclusions

La conservation des aires protégées apparaît comme étant la deuxième forme de valorisation de l'espace après l'agriculture et devant l'élevage traditionnel extensif. Avec une valeur actualisée nette de près de 550 000 FCFA par année et par hectare, toutes les composantes n'étant pas pris en compte, la conservation de l'espace apparaît comme l'une des meilleures alternatives de l'utilisation de l'espace dans la zone de savanes soudanaises du nord Cameroun. Cependant, il faut remarquer que la composante de la valeur économique de la conservation issue des activités récréatives est encore très faible, soit moins de 20 000 FCFA/ha sur un horizon de 15 années et représentant moins de 10% de leur valeur économique totale. Ce résultat suggère qu'il existe encore de réelles possibilités d'amélioration de la rentabilité directe de la conservation de l'espace.

Recommandations

- Il est recommandé une évaluation économique des ressources floristiques non ligneuses telles la paille; les herbes médicinales et les autres produits de la cueillette. Les résultats de cette évaluation permettront de mieux appréhender la place de la flore dans la vie socio-économique des populations rurales au niveau national avec l'objectif majeur d'aboutir à une estimation de la valeur économique totale des aires protégées.
- Il est recommandé une sensibilisation permanente et à large échelle portant sur les notions de valeurs

optionnelles, existentielles et patrimoniales des ressources de l'environnement tant au niveau local que national.

- Il est nécessaire de promouvoir la pratique des activités telles l'apiculture, la récolte du beurre de karité dans les

aires protégées ceci dans l'optique de mieux intégrer les populations rurales aux activités de conservation.

- Il est recommandé une sensibilisation et la mise sur pied des centres de formations ruraux portant sur la pratique de l'élevage intensif.

Références bibliographiques

1. Bergstrom J.C., 1990, Concepts and measures of economic value of environmental quality: a review, *Journal of Environmental Management*, Vol. 31, pp. 215-228.
2. Keck A., Sharma N. & Feder G., 1994, Population growth, shifting cultivation and unsustainable agricultural development. A case study in Madagascar, Technical Paper n° 234, World Bank, Washington, D.C.
3. Kennedy J.O.S., 1986, Dynamic programming. Applications to agriculture and natural resources, Elsevier applied science publishers: London.
4. Swiderska K., 2002, Implementing the Rio conventions: implications for the South; world summit on sustainable development, International Institute for Environment and Development (IIED).
5. MINEF, 1996, Réglementations portant sur les droits et taxes des permis sportifs de chasse.
6. Munasinghe M. & Lutz E., 1993, «Environmental economics and valuation in development decisionmaking» in: Munasinghe M., ed., *Environmental Economics and Natural Resource Management in Developing Countries*, CIDIE (World Bank): Washington, D.C., pp. 17-71.
7. Onana J., 1994, Evaluation de la phytomasse dans les savanes soudanaises du Nord Cameroun. Thèse de doctorat; Université de Yaoundé.
8. OCDE, 1995, Évaluation économique des politiques et projets environnementaux. Un guide pratique, OCDE: Paris.
9. Pearce D.W. & Warford J.J., 1993, *World without end. Economics, environment, and sustainable development*, Oxford University Press: Oxford.
10. PNGE, 1996, Programme National de Gestion de l'Environnement: rapport sectoriel, Ministère camerounais de l'environnement et des forêts, 216 p.
11. Tisdell C.A., 1991, *Economics of environmental conservation: economics for environmental and ecological management*, Elsevier: Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo.
12. Ward W.M., Deren B.J. & D'silva E.H., 1991, *The economics of projects analysis. A practitioner's guide*, The World Bank: Washington D.C.

D.N.D. Njankoua Wandji, Camerounais, Doctorat en économie rurale, Chercheur associé à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA-HFC).

J. Nyemeck Binam, Camerounais, Doctorat en économie rurale, Chercheur associé à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA-HFC).

G. Muluh, Camerounais, PhD en agroéconomie, Coordinateur du département d'études d'impact au CORAF.

Etude de la qualité microbiologique d'une espèce tropicale de crabe: *Callinectes amnicola*

Marina Koussémon^{1*}, S.G. Traoré^{1,2}, Rose Koffi-Nevry¹, S.K. Ouffoue² & A. Kamenan¹

Keywords: *Callinectes amnicola*- Crab- Risk- Germs- Quality- Ivory Coast

Résumé

Callinectes amnicola, espèce de crabe beaucoup consommée en Côte d'Ivoire a subi un contrôle microbiologique, eu égard à la forte pollution des eaux de pêche. L'étude a porté sur 180 crabes dont 90 mâles et 90 femelles, achetés dans trois endroits différents: les abords d'un lieu de pêche et deux marchés. La température de conservation des crabes dans les paniers à crustacés (25,5 °C et 26,5 °C pour les deux marchés) indique que la vente des crabes sans conditions de réfrigération favorise la prolifération de germes dans ces denrées. Les analyses bactériologiques montrent que la majorité des crabes mâles (89%) et femelles (71%) sont contaminés par des bactéries anaérobies sulfite-réductrices. Les crabes mâles (84,4%) sont plus contaminés par les coliformes fécaux que les femelles (62,2%). Les plus forts pourcentages de crabes infectés par les coliformes concernent ceux achetés dans les deux marchés (80% et 73,3% contre 66,7% pour le lieu de pêche). *Salmonella* est retrouvé dans 3,3% des crabes. Un fort pourcentage de crabes (91% de mâles et 67% de femelles) est de qualité microbiologique non satisfaisante, donc impropre à la consommation humaine. Cette étude témoigne du risque sanitaire qu'encourent les populations en consommant *C. amnicola* surtout en cas de cuisson insuffisante de ce crustacé.

Summary

Study of the Microbiological Quality of a Tropical Species of Crab: *Callinectes amnicola*

Callinectes amnicola, a species of crab widely consumed in Ivory Coast, was microbiologically analysed due to the high pollution of fishery waters. A survey of 180 crabs including 90 males and 90 females bought in three different places -two markets and a place of fishing- was carried out. The storage temperature of crabs in the shellfish bags (25.5 °C and 26.5 °C for two markets) indicates that selling of crabs without refrigeration supports the proliferation of germs in these food products. The bacteriological analyses show that the majority of crabs, males (89%) and females (71%) are contaminated by anaerobic sulfite-reducers. The male (84.4%) are more contaminated by fecal coliforms than the females (62.2%). The crabs bought in the two markets give the highest percentages of infection by fecal coliforms (80% and 73.3% against 66.7% for the place of fishing). *Salmonella* is found in 3.3% of crabs. 91% of males and 67% of females have an unacceptable microbiological quality, and are therefore unsuitable for human consumption. This study shows the medical risk for populations consuming *C. amnicola*, especially if this shellfish is not properly cooked before consumption.

Introduction

Dans de nombreuses régions du monde, les fruits de mer font partie du régime alimentaire des hommes et constituent une importante source de protéines. Cependant, ces produits sont pêchés dans des milieux aquatiques devenus vecteurs et récepteurs de toute sorte de pollution (14). Ainsi selon le lieu de pêche, des germes pathogènes ou des micropolluants contaminent les fruits de mer.

De plus, après la pêche, ces denrées sont traitées dans la plupart des cas sans l'emploi de conservateurs chimiques puis distribuées sans autre moyen de conservation que la réfrigération ou la congélation (10). Il peut donc y avoir des contaminations microbiologiques ultérieures à la pêche, susceptibles de provoquer chez les consommateurs des affections alimentaires dont certaines (fièvre typhoïde, shigellose...) sont de véritables problèmes de santé publique. A cet effet l'OMS a déclaré qu'entre 1977 et 1984, de nombreuses toxi-infections alimentaires étaient dues aux crabes et aux crevettes (4). La probabilité pour que la plupart des bactéries responsables d'infections digestives chez l'homme provoquent de graves maladies est faible en cas de cuisson adéquate des produits marins avant leur consommation et si ces bactéries se multiplient peu. Toutefois, il existe un risque indirect car ces bactéries peuvent s'avérer être des germes de report de contamination (10) et des pathogènes opportunistes. En effet, de nombreuses bactéries pathogènes ou pathogènes opportunistes telles que *Shigella*, *Clostridium*, *Aeromonas*, *Flavobacterium* et les coliformes sont fréquemment isolées des produits aquatiques (8, 11, 13).

Parmi les produits de pêche, le crabe constitue avec le poisson l'un des aliments les plus appréciés en Côte d'Ivoire. L'espèce de crabe la plus consommée dans ce pays est *Callinectes amnicola* (De Rocheburne, 1883). Elle a une grande importance économique tant par sa valeur marchande que par ses prises en Côte d'Ivoire et dans toute la région ouest-africaine où elle est très appréciée par les populations (6). Ces dernières préfèrent toutefois les crabes femelles en raison des œufs qu'elles produisent. *Callinectes amnicola* est une espèce d'eau douce, son cycle biologique se déroulant essentiellement en lagune hormis pour les saisons de ponte pendant lesquelles les femelles ovigères sont quelques fois observées au large des mers (6, 16). En Côte d'Ivoire, le plus important lieu de pêche de *C. amnicola* est la lagune Ebrié bordant toute la ville d'Abidjan. Depuis quelques années, cette lagune est devenue un dépotoir de déchets domestiques et par conséquent un réservoir de microorganismes pathogènes (15). Etant donné la forte pollution fécale de cette lagune, une quasi-absence de contrôle des produits de pêche commercialisés en Côte d'Ivoire, et le manque de données scientifiques portant sur *C. amnicola*, cette étude a été entreprise. Elle se propose d'évaluer le risque sanitaire lié à la consommation de ce crabe, en analysant sa qualité microbiologique. Les analyses porteront sur la recherche des bactéries anaérobies sulfite-réductrices, des coliformes fécaux et des salmonelles dans des crabes mâles et des crabes femelles achetés dans trois endroits différents.

¹Unité de formation et de Recherche des Sciences et Technologies des Aliments (UFR-STA), Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

²Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL), 20 BP 650, Abidjan 20, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant: Marina Koussémon, Université d'Abobo-Adjamé, UFR-STA, Laboratoire de Microbiologie, 02 BP 801, Abidjan 02, RCI. E-mail : marinakoussemon@yahoo.fr

Reçu le 21.06.07 et accepté pour publication le 10.10.07.

Matériel et méthodes

1. Matériel

Le matériel d'étude est composé de crabes (*Callinectes amnicola*) mâles et femelles adultes achetés soit sur le lieu même de leur pêche, la lagune Ebrié (Abidjan, Côte d'Ivoire), soit dans les deux plus grands marchés de la ville d'Abidjan: celui d'Adjamé (nord d'Abidjan) et celui de Treichville (sud d'Abidjan).

2. Mode de prélèvement des crabes

Les crabes étudiés sont achetés vivants dans trois sites différents: le marché de Treichville, le marché d'Adjamé et aux abords de la lagune Ebrié. Au total 180 crabes sont analysés à raison de 60 crabes par site. Les 60 crabes achetés par site ont été répartis en trois prélèvements de 20 crabes chacun, achetés à 2 semaines d'intervalle pendant les mois de juillet et août. Chaque lot de 20 crabes contient 10 mâles et 10 femelles, tous adultes, et ayant un poids variant entre 95 et 110 g. Les crabes sont prélevés dans les paniers à crustacés des vendeurs (marchés) ou des pêcheurs (lagune Ebrié).

3. Températures de conservation des crabes

Lors de l'achat des crabes, leur température de stockage dans le panier à crustacés des vendeurs est mesurée avec un thermomètre (SILDER DRAND) de précision 0,2 °C.

4. Préparation des crabes pour les analyses

Chaque crabe (constituant un échantillon) est disséqué à l'aide d'instruments stériles et en zone aseptique, puis la chair, le tube digestif et la carapace sont broyés ensemble à l'aide d'un mortier et d'un pilon en porcelaine préalablement stérilisés à 170 °C pendant 2 heures au four Pasteur (SELECTA). Par la suite, 25 g du broyat obtenu sont mélangés à 225 ml d'eau peptonée tamponnée dans un sachet stomacher. La solution-mère ainsi obtenue est diluée (dilutions décimales) plusieurs fois puis utilisée pour la recherche des différents germes.

5. Analyses microbiologiques et détermination de la qualité microbiologique des crabes

Les différents germes sont recherchés et/ou dénombrés selon les méthodes classiques de microbiologie (2). Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) sont recherchées et dénombrées sur milieu Trypticase Sulfite Neomycin (AES Laboratoire), et les coliformes fécaux sur milieu Violet Red Bile Lactose (Merck). Les *Salmonella* sont recherchées après pré-enrichissement en eau peptonée tamponnée (AES Laboratoire), enrichissement sur bouillon au sélénite et bouillon Rappaport-Vassiliadis (AES Laboratoire) et isolement sur milieux SS (*Salmonella*-*Shigella*), Hektoen et Wilson Blair modifié (AES Laboratoire). L'identification des *Salmonella* est réalisée par la coloration de Gram, les tests de la catalase et de l'oxydase, les tests biochimiques révélés par le portoir de Le Minor, le milieu urée-indole et la galerie API 20E (Biomérieux). La qualité microbiologique des échantillons est déterminée en fonction des critères

microbiologiques concernant les crustacés crus, critères établis par la réglementation française et cités par Bonnefoy *et al.* (3). Ces critères sont les suivants pour les germes recherchés: ASR: < 2 UFC.g⁻¹, coliformes fécaux: 0 UFC.g⁻¹ et *Salmonella*: 0 UFC.g⁻¹

Résultats

1. Température de conservation des crabes

La température de conservation des crabes achetés avec les pêcheurs au bord de la lagune Ebrié est plus faible (22 °C) que celles des crabes achetés dans les marchés d'Adjamé et de Treichville, qui sont respectivement de 25,5 et 26,5 °C.

2. Recherche et dénombrement des germes dans les crabes

Les teneurs moyennes en ASR sont plus faibles pour les crabes femelles (2 UFC.g⁻¹) que pour les mâles (5 UFC.g⁻¹). Une forte proportion des crabes analysés est contaminée par les ASR. En effet 60% (soit 36 crabes sur 60), 80% (48 crabes sur 60) et 100% des crabes achetés respectivement à Treichville, aux abords de la lagune Ebrié et au marché d'Adjamé contiennent ces germes. Sur la base du sexe, 80 mâles (soit 89%) et 64 femelles (soit 71%) sont contaminés par les ASR (Tableau 1).

Les charges moyennes en coliformes fécaux des crabes varient de 10² à 1,5.10² et de 10² à 1,6.10² UFC.g⁻¹ respectivement en fonction du sexe et du lieu d'achat. Les crabes mâles sont plus contaminés par les coliformes fécaux (84,4%) que les femelles (62,2%). Le pourcentage de crabes contaminés achetés sur leur lieu de pêche est plus faible (66,7%) que ceux des crabes achetés sur les marchés de Treichville (73,3%) et d'Adjamé (80%) (Tableau 1).

Seule une faible proportion des crabes étudiés contient des salmonelles. Ces bactéries ne sont en effet uniquement retrouvées que dans 2 crabes mâles (soit 2,2%) mais dans aucun crabe femelle. Les crabes contaminés proviennent tous du marché de Treichville, ce qui représente un taux de 3,3% de crabes contaminés pour ce marché (Tableau 1).

3. Qualité microbiologique des crabes

Le pourcentage de crabes ayant une qualité microbiologique satisfaisante par comparaison aux critères cités par Bonnefoy *et al.* (3) est de 10% (9 crabes sur 90) pour les femelles contre 4,4% (4 crabes sur 90) pour les mâles (Figure 1). Les crabes achetés sur le marché d'Adjamé sont tous de qualité microbiologique non satisfaisante tandis que 73,3% et 66,7% respectivement de ceux achetés à Treichville (44 crabes) et aux abords de la lagune Ebrié (40 crabes) ont une qualité non satisfaisante (Figure 2).

Discussion

L'étude sur l'espèce de crabe *Callinectes amnicola* a révélé que la température de conservation des crabes au cours de leur vente dans les marchés d'Adjamé (25,5 °C) et de Treichville (26,5 °C) est plus élevée que celle des crabes en vente au bord du lieu de pêche (22 °C). Un tel résultat

Tableau 1

Charges moyennes en germes et pourcentages de crabes contaminés par les bactéries anaérobies sulfito-réductrices, les coliformes fécaux et *Salmonella*

Germes		Sexe des crabes		Lieu d'achat des crabes		
		Mâles	Femelles	Adjamé	Treichville	Lagune Ebrié
ASR	Charges moyennes (UFC g ⁻¹)	5 ± 2	2 ± 1	5 ± 3	3 ± 1	5 ± 3
	Crabes contaminés (%)	89	71	100	60	80
CF	Charges moyennes (UFC g ⁻¹)	15 ± 5	9 ± 2	15 ± 4	13 ± 4	10 ± 2
	Crabes contaminés (%)	84,4	62,2	80	73,3	66,7
Salm	Crabes contaminés (%)	2,2	0	0	3,3	0

ASR: bactéries anaérobies sulfito-réductrices; CF: coliformes fécaux; Salm: *Salmonella*.

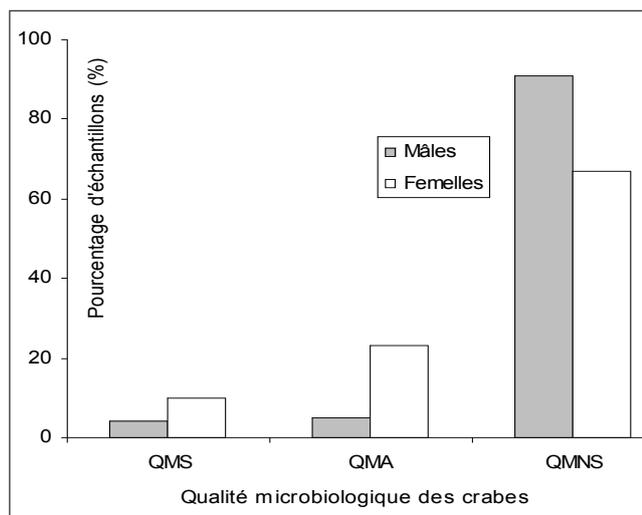


Figure 1: Qualité microbiologique des crabes en fonction de leur sexe. QMS: qualité microbiologique satisfaisante; QMA: qualité microbiologique acceptable; QMNS: qualité microbiologique non satisfaisante.

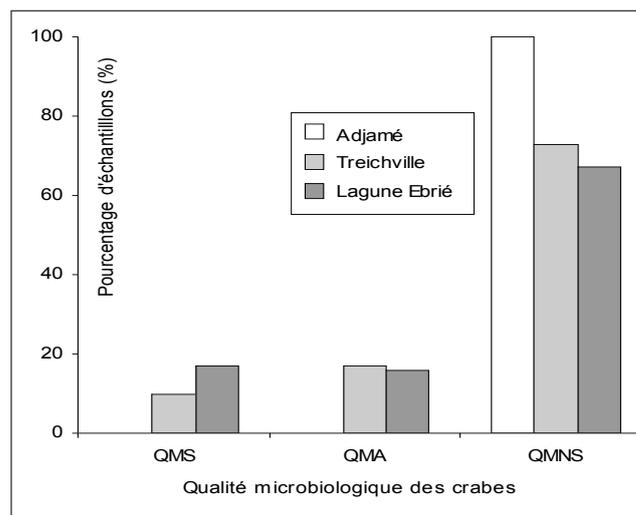


Figure 2: Qualité microbiologique des crabes en fonction de leur lieu d'achat. QMS: qualité microbiologique satisfaisante; QMA: qualité microbiologique acceptable; QMNS: qualité microbiologique non satisfaisante.

indique que de nombreuses bactéries, notamment les germes d'altération, peuvent aisément se multiplier dans les crabes vendus au marché, en raison de la température qui leur est favorable. Cette multiplication de bactéries d'altération peut s'avérer dangereuse pour l'homme dans la mesure où certaines bases azotées volatiles (ammoniac, triméthylamine, diméthylamine...), représentant un risque pour la santé humaine, peuvent ainsi s'accumuler dans les crabes (1). Il serait alors convenable pour les vendeurs sur les marchés, de conserver les crabes dans un réfrigérateur à 4 °C, température à laquelle ils sont conservés plus longtemps et donc moins soumis aux altérations microbiennes (19).

La numération des ASR a montré que les crabes contiennent des charges moyennes de 2 UFC.g⁻¹ et 5 UFC.g⁻¹ respectivement pour les femelles et les mâles, et qu'une grande partie des crabes étudiés (89% des mâles et 71% des femelles) est contaminée par les ASR. L'espèce *Clostridium perfringens* est le plus important représentant des ASR. Kautter *et al.* (11) ont aussi démontré la présence de *Clostridium* dans les crabes. La présence des ASR dans les crabes soumis à cette étude pourrait s'expliquer par la capacité de ces microorganismes à sporuler, ce qui leur permet de survivre dans la plupart des environnements (18). Par ailleurs, la période de prélèvement des crabes (juillet-août) qui correspond à la forte saison des pluies en Côte d'Ivoire justifie également la présence de ces bactéries dans les crabes qui ont tendance à nager en profondeur à cette saison. A cette saison en effet, la densité des ASR à l'interface eau-sédiment est importante (9). Les résultats obtenus soulignent le risque sanitaire lié à la consommation de *C. amnicola*, d'autant plus que les spores des ASR peuvent résister à la température de cuisson des crabes.

Une forte proportion de crabes est contaminée par les coliformes fécaux. De précédents travaux (20) ont déjà mentionné la forte présence de coliformes dans une autre espèce de crabe, *Callinectes sapidus* (Rathburn, 1896). La forte contamination des crabes par les coliformes peut constituer un problème de santé publique dans la mesure où ces germes peuvent être des bactéries de report de contamination (10) qui peuvent se révéler quelques fois très pathogènes, et qui peuvent résister dans des crabes dont la cuisson est insuffisante. Une autre raison du risque sanitaire lié aux coliformes est la production, par des espèces de coliformes, de l'histamine, une amine biogène résistante à la chaleur et toxique pour l'homme

(20). Certains coliformes sont en effet reconnus comme des producteurs d'histamine dans les produits aquatiques (12). Il a par ailleurs été montré que la formation d'histamine est favorisée lorsque les produits aquatiques sont conservés à des températures supérieures à 0 °C (7, 17). Ainsi, en cas de production d'histamine dans les crabes avant leur achat par le consommateur, pour ce dernier, le risque d'intoxication à l'histamine demeure réel même en cas de cuisson suffisante de crabes avant la consommation.

Sur la base du sexe, la proportion de crabes mâles contaminés (84,4%) par les coliformes fécaux est plus élevée que celle des femelles (62,2%), ce qui suggère que les mâles sont plus sujets à la contamination par les coliformes que les femelles. Les femelles de *C. amnicola* peuvent migrer des zones dessalées vers les secteurs plus salés (16). Un phénomène analogue a également été décrit chez les femelles de l'espèce *Callinectes sapidus* (22). Les mâles quant à eux sont beaucoup plus sédentaires et se retrouvent plutôt dans les eaux douces et les eaux oligohalines. Il en ressort que, les coliformes fécaux qui sont des bactéries non halophiles se retrouveront plus chez les mâles que les femelles.

Par ailleurs, le pourcentage de crabes pêchés fraîchement dans la lagune Ebrié et contenant des coliformes fécaux est plus faible (66,7%) que ceux des crabes achetés sur les marchés de Treichville (73,3%) et d'Adjamé (80%). Ces résultats signifient que le transport et la vente des crabes dans les marchés favorisent la prolifération bactérienne dans ces denrées. La détermination de la température de vente des crabes (25,5 et 26,5 °C dans les marchés contre 22 °C sur le lieu de pêche) justifie ces résultats. Le non respect de la chaîne de froid, ainsi que l'insalubrité des marchés et une hygiène défectueuse des vendeurs (ses) peuvent être ici mis en cause.

La recherche des *Salmonella* a montré que ces bactéries sont absentes dans la quasi-totalité des crabes étudiés (seulement 2,2% de crabes mâles contaminés). Ici la présence de nombreux autres germes dans l'eau pourrait expliquer ces résultats. En effet, certaines bactéries et virus des eaux lagunaires, possèdent des activités bactéricides pouvant entraîner la disparition d'autres bactéries (5). Le fait qu'une faible proportion de crabes contient des salmonelles n'exclut cependant pas le risque du développement de salmonelloses chez les consommateurs.

La détermination de la qualité microbiologique des crabes

étudiés, sur la base des critères relatifs aux germes recherchés montre qu'une grande partie des crabes présente une qualité non satisfaisante. Le pourcentage de crabes impropres à la consommation est cependant plus élevé chez les mâles que chez les femelles, ce qui justifie les résultats du dénombrement des coliformes et des ASR. Par ailleurs, les crabes achetés aux abords du lieu de pêche sont de meilleure qualité microbiologique que ceux achetés sur les marchés. Ces résultats soulignent encore les mauvaises conditions de transport, de conservation et de vente de ces denrées dans les marchés. Ainsi, les crabes achetés sur les marchés, plus principalement les mâles, représentent un réel risque pour la santé humaine, notamment en cas de report de contamination et de mauvaise cuisson.

Conclusion

L'étude microbiologique de *Callinectes amnicola*, espèce de crabe la plus consommée en Côte d'Ivoire a permis d'évaluer

le risque sanitaire lié à la consommation de cette denrée. Les analyses ont montré que ce crabe est fortement contaminé par les ASR, les coliformes fécaux. Ces germes qui sont des pathogènes (ASR) ou des pathogènes opportunistes (certains coliformes) peuvent causer chez le consommateur des intoxications alimentaires plus ou moins sévères. L'étude a également révélé que les crabes femelles sont moins contaminés et sont de meilleure qualité microbiologique que les mâles. Ces résultats suggèrent que la tendance populaire à plus consommer les femelles présente en plus de l'avantage d'avoir des œufs, celui d'avoir un risque de contamination réduit. Par ailleurs, les crabes achetés sur les marchés sont de qualité microbiologique moins satisfaisante que ceux achetés sur le lieu de pêche. Il apparaît donc nécessaire pour les commerçants de ces denrées, de respecter la chaîne de froid pour le transport et la vente de ces produits alimentaires, et pour les consommateurs de les cuire suffisamment avant leur consommation.

Références bibliographiques

1. Ababouch L.H., 1995, Assurance de la qualité en industrie halieutique. Manuels scientifiques et techniques, Editions Actes 1995, 214 p.
2. AFNOR (Association Française pour la Normalisation), 1996, Analyses microbiologiques. Tome II. Contrôle de la qualité des produits alimentaires, AFNOR Editions, 545 p.
3. Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G. & Verne-Bourdais E., 2002, Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Collection Biosciences et Techniques. Paris. Editions Doin, 248 p.
4. Bryan F.L., 1988, Risks associated with vehicles of foodborne pathogens and toxins. J. Food Prot. 51, 498-508.
5. Carmouze J.P. & Caumette P., 1985, Les effets de la pollution organique sur les biomasses et les activités du phytoplancton et les bactéries hétérotrophes dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Rev. Hydrobiol. Trop. 18, 3, 184-185.
6. Charles-Dominique E. & Hem S., 1981, Biologie et pêche des crabes du genre *Callinectes*. Stimpson, 1860 (Décapodes, portunidae) en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Résultats préliminaires. Doc. Sci. Centre rech-oceanogr. Abidjan, XII, 1, 95-121.
7. Emborg J., Laursen B.G., Rathjen T. & Dalgaard P., 2002, Microbial spoilage and formation of biogenic amines in fresh and thawed modified atmosphere-packed salmon (*Salmon salar*) at 2 degrees C. J. Appl. Microbiol. 92, 4, 790-799.
8. Farkas J., 1987, Decontamination including parasite control of dried chilled and frozen foods by irradiation. Act. Alim. 16, 351-384.
9. Guirald D., Kouassi A.M. & Afri R. 1993, Estimation des niveaux de pollutions organiques et bactériennes des eaux à proximité des berges et de la ville d'Abidjan (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). J. Ivoir. Oceanol. Limnol. 2, 1, 16-18.
10. Huss H.H., 1995, Assurance de qualité des produits de la mer, FAO Document technique sur les pêches, N° 334, Rome, FAO, 186 p.
11. Kautter D.A., Leblanc A.J. & Lynt R.K., 1974, Incidence of *Clostridium botulinum* in crabmeat from the blue crab. Appl. Microbiol. 28, 4, 722.
12. Kim S.H., Field K.G., Morrissey M.T., Price R.J., Wei C.I. & An H., 2001, Source and identification of histamine-producing bacteria from fresh and temperature-abused albacore. J. Food Prot. 64, 7, 1035-1044.
13. Koffi R.A., Kouamé P.K.A., Koussémon M. & Beudjé F., 2006, Etude bactériologique du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivé en Côte d'Ivoire. Microbiol. Hyg. Alim. 18, 52, 8-13.
14. Kosmala A., 1998, Evaluation écotoxicologique de l'impact des effluents de stations d'épuration sur les cours d'eau. Thèse, Université de Metz, France. 189 pp.
15. Lanusse A., 1987, La contamination microbienne d'une lagune tropicale (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). Influence de l'hydroclimat. Thèse, Université de Provence, Aix-Marseille-I, France. 147 pp.
16. Le Loeuff P.J. & Intes A., 1969, Premières observations de la faune benthique du plateau continental de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM. Ser. Oceanogr. VII, 4, 61-66.
17. Lipp E.K. & Rose J.B., 1997, Le rôle des poissons et des fruits de mer dans les toxi-infections alimentaires aux États-Unis d'Amérique. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 16, 2, 620-640.
18. OMS, 1994, Directives de la qualité de l'eau de boisson. Critère d'hygiène et de documentation à l'appui, pp. 15-19.
19. Robson A.A., Kelly M.S. & Latchford J.W., 2007, Effect of temperature on the spoilage rate of whole, unprocessed crabs: *Carcinus maenas*, *Necora puber* and *Cancer pagurus*. Food Microbiol. 24, 4, 419-424.
20. Sizemore R.K., Colwell R.R., Tubiash H.S. & Lovelace T.E., 1975, Bacterial flora of the hemolymph of the blue crab, *Callinectes sapidus*: numerical taxonomy. Appl. Microbiol. 29, 3, 393-399.
21. Stratten J.E. & Taylor S.L., 1991, Scombrotoxic poisoning. In: Microbiology of marine food product (Eds D.R. Ward and C.R. Hackney. Van Nostrand Reinhold). pp. 331-351.
22. Tagatz M.E., 1968, Biology of the blue crab *Callinectes sapidus* rathbun in the St John River, Florida. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish Bull. 67, 17-33.

Marina Koussémon, Ivoirienne, Enseignant-chercheur en Microbiologie, Maître-Assistant, Université d'Abobo-Adjamé, UFR-STA, Laboratoire de Microbiologie, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire. Tél: 00 225 07 70 34 35. Fax: 00 225 20 30 43 02. E-mail: marinakoussemon@yahoo.fr

S.G. Traoré, Ivoirien, Etudiant en 1^{ère} année de Doctorat en Sciences et Technologies des Aliments, option Microbiologie, Université d'Abobo-Adjamé, UFR-STA, Laboratoire de Microbiologie, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Rose Koffi-Nevry, Ivoirienne, Enseignant-chercheur en Microbiologie, Maître-Assistant, Université d'Abobo-Adjamé, UFR-STA, Laboratoire de Microbiologie, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

S.K. Ouiffoué, Ivoirien, Enseignant-chercheur en Chimie Organique à l'Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), Sous-directeur du Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL), 20 BP 650, Abidjan 20, Côte d'Ivoire.

A. Kamenan, Ivoirien, Enseignant-chercheur en Biochimie, Professeur titulaire, Université d'Abobo-Adjamé, UFR-STA, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Potentiel infectieux des sols de cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abri et incidence de l'âge de repiquage sur la vigueur des plants vis-à-vis de *Pythium* sp. à Songon-Dabou en Côte d'Ivoire

S. Soro¹, M. Doumbouya¹ & D. Koné²

Keywords: Tomato- Soil born fungi- Baiting- Inoculation- Damping off- Songon Dabou- Ivory Coast

Résumé

La zone de Songon-Dabou est une des zones de forte production de tomate en Côte d'Ivoire. Mais la production est fortement influencée par les virus, les bactéries et les champignons telluriques. Une étude a été conduite sur trois variétés de tomate (Caraïbo, Mongal et Tropimech) pour identifier la variété la moins sensible aux pathogènes fongiques à partir de la technique du piégeage. Quatre mycopathogènes des genres *Pythium*, *Fusarium*, *Sclerotium* et *Macrophomina* ont été isolés sur des plants malades ou morts. *Pythium* sp. a présenté le plus fort taux d'isolement (32%) alors que *Macrophomina phaseoli* était isolé pour la première fois sur les cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. *Pythium* sp. a été utilisé pour inoculer des plants de tomate de différents âges allant du semis direct aux pépinières de 25 jours au cours de trois répétitions. Ce travail s'est déroulé sous abri et a été suivi sur 26 jours après la transplantation dans des pots. Ces résultats confirment que *Pythium* sp. est effectivement un champignon impliqué dans la fonte de semis (100%) et que l'âge de repiquage des plants réduit le taux de mortalité (moins de 20%).

Summary

Potential Infectious of Soils Fields of Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) in Greenhouse and the Age Incidence Facing *Pythium* sp. on the Plants at Songon-Dabou in Ivory Coast

Songon-Dabou area represents one of the spheres activities of tomato in Ivory Coast. The production of tomato is strongly influenced by some of viruses, bacteria and soil born fungi. A study was conducted on the soils of different fields with three varieties of tomato (Caraïbo, Mongal and Tropimech) to identify the most susceptible variety to soil born fungi at Songon-Dabou. By baiting with 20 days old seedlings, 4 genus fungi of *Pythium*, *Fusarium*, *Sclerotium* and *Macrophomina* have been isolated. *Pythium* sp. presented the greatest attack (32%) while *Macrophomina phaseoli* was isolated for the first time on market gardening in Ivory Coast. Tomato plants have been inoculated by *Pythium* at different stages obtained from seedling to 25 days old nursery seedlings. That experiment was repeated three times. This work was conducted in greenhouse during 26 days after transplantation of the plants in the pots. These results confirm that *Pythium* sp. is a fungus of damping off (100%) and that age of transplantation reduces the rate of mortality (less than 20%).

1- Introduction

En Côte d'Ivoire, les cultures maraîchères occupent une proportion négligeable (3,3%) de l'ensemble des ménages agricoles (3). Selon Ildefonse (4), la tomate représente le 2^e légume fruit en gamme et importance relative après la variété «N'drowa» (*Solanum aethiopicum* L.) des légumes traditionnels rencontrés sur les marchés ivoiriens. Dabou est une ville côtière de la Côte d'Ivoire, Songon est situé dans la zone du Niéky dont la terre est très favorable aux cultures maraîchères (5). Le maraîchage est pratiqué aujourd'hui dans toutes les zones de production agricole en Côte d'Ivoire. Dans ces zones de production, de nombreuses contraintes biotiques, surtout d'origine fongique, obligent les maraîchers à utiliser des pesticides non usuels ou dont les doses d'application recommandées ne sont pas respectées. Il ressort que toutes ces pratiques ont pour cause la méconnaissance par les maraîchers des agents biotiques impliqués dans la fonte de semis ou à l'origine des mortalités et/ou des pourritures de racines et de tiges. Une meilleure connaissance des cycles biologiques de ces agents pathogènes est donc indispensable en vue de déterminer des méthodes de lutte intégrées et durables (7, 10). A la différence de la plupart des pathogènes fongiques, les mycopathogènes telluriques de la tomate attaquent d'abord les racines et/ou la tige occasionnant ainsi d'énormes pertes et dommages chez les maraîchers

en Côte d'Ivoire. Les champignons de la famille des Pythiacées et surtout ceux du genre *Pythium* causent des fontes de semis et des flétrissements ainsi que des pourritures du collet et de la tige des plantes de tomate et de nombreuses autres espèces végétales (1, 2, 6, 7). Dans le but de rechercher des stratégies de lutte plus efficaces et durables, la connaissance des différents mycopathogènes et surtout la détermination du meilleur âge de repiquage des plants s'avère être une priorité, en vue de transplanter des plants sains et plus vigoureux. En effet, une connaissance préalable du potentiel infectieux des sols permettrait de cibler les agents pathogènes à combattre. Outre l'utilisation des pesticides, le meilleur âge de transplantation des pépinières permettrait aussi de juguler la pourriture du collet et de la tige des plants de tomate sur un sol infecté de *Pythium* sp. (8, 11, 12). Pour la détermination du meilleur âge de repiquage des plants de tomate sur ces sols, l'étude a consisté d'abord à isoler les différents mycopathogènes telluriques. La deuxième étape de l'étude a consisté à retenir le mycopathogène qui a présenté la plus grande fréquence d'isolement pour la phase d'inoculation sur des plants allant du semis direct aux pépinières de 25 jours en culture sous abri.

¹Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales (LBAPV), UFR SN, Université d'Abobo-Adjamé, Adresse professionnelle: 22 BP 461, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody, Côte d'Ivoire.

*Adresse correspondance: email: soro_biri@yahoo.fr

Reçu le 09.03.07 et accepté pour publication le 26.11.07.

2- Matériel et méthodes

2.1- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé essentiellement des trois variétés de tomate que sont Caraïbo, Mongal et Tropimech.

2.2- Prélèvement et préparation des échantillons de sols

La collecte de la terre sur la plantation s'est faite par échantillonnage. En effet, un volume de 380 dm³ de terre a été prélevé de manière aléatoire en différents endroits de la plantation. Une partie de la terre prélevée a été stérilisée à l'autoclave pendant 1 heure à 1,5 bars. Les 10 pots essais sont remplis de 1 dm³ de terre non stérilisée et les 5 bacs essais sont remplis de 2 dm³ de cette même terre. Les mêmes quantités de terre stérilisée sont versées dans 10 pots témoins et 5 bacs témoins. Cette expérience a été répétée 3 fois.

2.3- Potentiel infectieux des sols de Songon-Dabou

Pour chaque type d'organe et chaque fois qu'un plant venait à mourir en serre, des isolements sont réalisés en vue d'identifier les parasites fongiques associés à la mortalité. Les feuilles, les tiges ou les racines prélevées ont été soigneusement rincées à l'eau courante. Elles sont découpées en lamelles et subissent une phase de désinfection à l'hypochlorite de sodium (4%) puis 3 bains de rinçage à l'eau distillée stérile d'une durée de 3 min chacun. Les explants sont ensuite séchés sur du papier buvard stérile. Les explants sont placés dans les boîtes de Pétri contenant le milieu de culture déjà figé. Certains explants de tige après leur séchage, ont été fendus à l'aide d'un Scalpel stérile et la moelle est prélevée puis déposée directement sur le milieu de culture dans la boîte de Pétri. Il en a été de même pour la terre prélevée sur les racines. Une quantité de terre de 1 mg a été prélevée et déposée directement sur le milieu de culture dans les boîtes de Pétri. Les boîtes sont incubées à 27 ± 2 °C et les purifications sont faites par le transfert du mycélium des champignons sur de nouveaux milieux de culture.

2.4- Sensibilité variétale des plants de tomate de différents âges

2.4.1- Mise en place des pépinières de différents âges

Les pépinières ont été réalisées dans des bacs de 40 cm x 30 cm x 10 cm préalablement stérilisés contenant 3,5 dm³ de terre prélevée à Songon et stérilisée à 121 °C pendant 30 min. Le semis des trois variétés est effectué dans 3 bacs différents le même jour pour obtenir des plants de 25 jours. A partir de cette date, des semis ont été réalisés tous les 5 jours pour obtenir des plants de 20, 15, 10 et 0 jours. La vigueur de ces plants a été évaluée après leur inoculation avec *Pythium* sp. Le semis est arrosé 2 fois par jour.

2.4.2- Pathogénicité de *Pythium* sp.

L'inoculum de *Pythium* sp. isolé à Songon-Dabou a été cultivé sur du milieu PDA. L'inoculation a consisté à déposer directement l'inoculum fongique tout autour de la partie hypogée de la tige. Cinq plants ont été inoculés par variété et pour chaque âge de pépinière. Cette expérience a été répétée 3 fois.

2.5- Mesure de deux paramètres de croissance et de deux paramètres de développement

Le taux de mortalité des plants de tomate dans chaque expérience a été calculé par variété sur le nombre total de plants que compte l'expérience.

La mesure du nombre de feuilles vivantes a consisté à évaluer le nombre de feuilles fonctionnelles sur chaque plant au cours de chaque observation. Le nombre de feuilles

vivantes sur les plants est calculé par variété (et par âge pour les plants inoculés) sur le nombre total de plants.

La mesure de la croissance en hauteur des plants a été effectuée avec un mètre pliant depuis les feuilles cotylédonaire jusqu'au «V» formé entre la dernière feuille non encore épanouie et l'avant dernière feuille entièrement épanouie.

La hauteur moyenne est déterminée pour chaque variété (et par âge pour les plants inoculés) sur le nombre total de plants. Le diamètre des tiges des plants de tomate a été mesuré avec un pied à coulisse de marque «Mitutoyo».

Le diamètre moyen est calculé par variété (et par âge pour les plants inoculés) sur le nombre total de plants.

2.6- Analyse statistique des données

La méthode d'analyse de variance double a été utilisée sur les données obtenues en culture sous abri. Toutes les données relevées ont été traitées avec le logiciel «Statistica 6.0» en tenant compte des traitements et des caractères étudiés (taux de mortalité, nombre de feuilles vivantes, hauteur et diamètre). Le test de Newman et Keuls au seuil de probabilité de 5% a été utilisé pour classer les différentes moyennes après les analyses de variances.

3- Résultats

3.1- Champignons telluriques isolés

Quatre mycopathogènes ont été isolés dans l'ensemble sur les sols de cultures maraîchères à Songon-Dabou (Figure 1). Le champignon *Pythium* sp. (32,1 ± 0,2%) ressort comme le mycopathogène qui a présenté le plus fort taux d'isolement, suivi de *Macrophomina phaseoli* (26,6 ± 0,5%), de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (26,2 ± 0,3%) et de *Sclerotium rolfsii* avec le plus faible taux (15,1 ± 0,3%). *Pythium* sp. provoque une altération brune ou marron au collet qui est observée surtout sur les jeunes plants ou le semis; un ramollissement de la tige est suivi de la fonte du semis. Le champignon se caractérise par un thalle blanchâtre constitué de filaments mycéliens non cloisonnés (Figures 1 A et 1 E). Il présente des fructifications appelées zoospores.

Fusarium oxysporum f.sp. *radicis lycopersici* (Forl) est le champignon responsable du brunissement du pivot et du collet sur la plante avec ou sans présence de lésion corticale. Le thalle du champignon est rouge violacé sur le milieu de culture PDA (Figure 1 B). Au niveau microscopique, il présente des macro ou des microconidies (Figure 1 F) et des chlamydospores.

Macrophomina phaseoli est un champignon qui provoque sur la plante une altération noire au collet, qui se développe en une lésion noire humide, et diffuse sur le front de progression. Sur le milieu de culture PDA, le champignon présente un thalle gris noirâtre (Figure 1 C). Au microscope, le champignon ne présente pas de spores mais des microsclérotés (Figure 1 G).

Sclerotium rolfsii se présente sur la plante par une altération marron au collet, recouverte d'un feutrage blanc et d'un ou de plusieurs sclérotés.

Le champignon présente des filaments d'aspect floconneux de coloration blanche sur le milieu de culture PDA, (Figure 1 D). Ces filaments se condensent pour donner un feutrage blanc avec production de sclérotés de coloration marron ou noire (Figure 1 H).

3.2- Effets des parasites fongiques sur la croissance et le développement des plants

3.2.1- Taux de mortalité des plants de tomate du test de piégeage

Des mortalités ont été observées chez les plants de tomate en croissance sur la terre non traitée. Sur la terre traitée, les

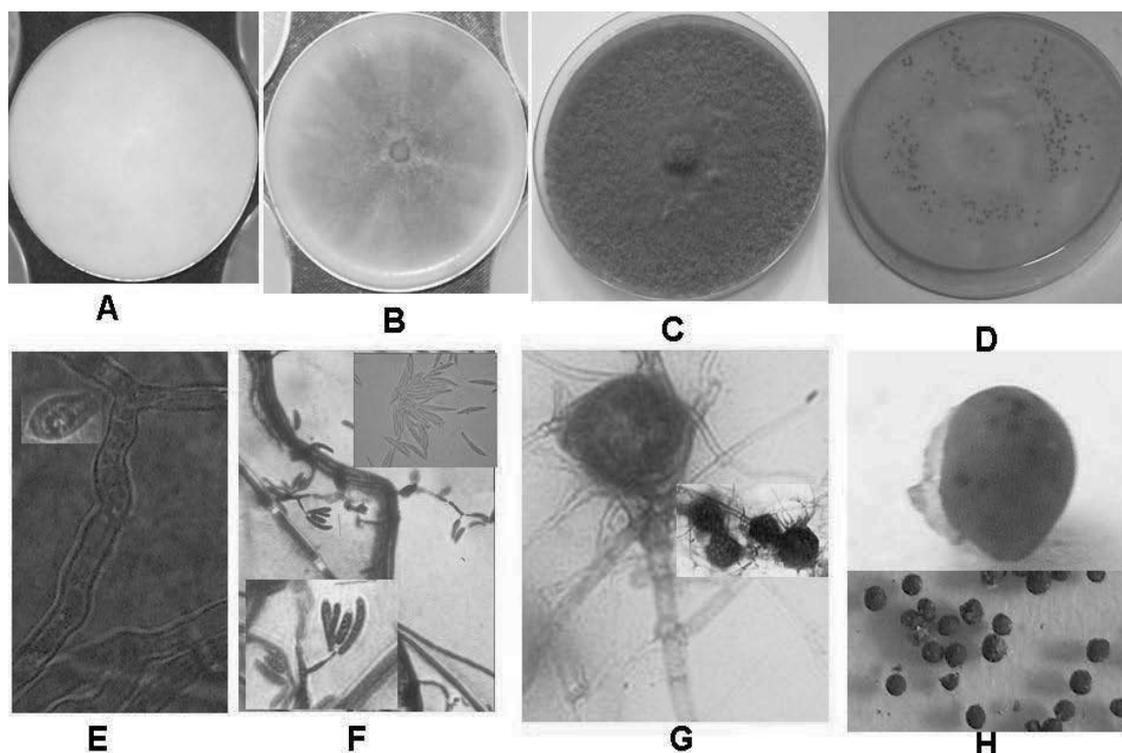


Figure 1: Champignons isolés sur les plants de tomate dans la zone de Songon.

A: Thalle de *Pythium* sp.; **B:** *Fusarium oxysporum radices lycopersici*; **C:** *Macrophomina phaseoli*; **D:** *Sclerotium rolfsii*; **E:** Filament mycélien de *Pythium* sp.; **F:** Conidies de *Fusarium oxysporum radices lycopersici*; **G:** Sclérotés de *Macrophomina phaseoli*; **H:** Sclérotés de *Sclerotium rolfsii*.

taux de mortalité sont nuls pour toutes les variétés. Sur la terre non traitée, les taux de mortalité varient d'une variété à une autre. Tropimech présente le taux de mortalité le plus élevé ($33,3 \pm 0,0\%$) suivi de Caraïbo ($17,3 \pm 0,4\%$) et Mongal ($16,7 \pm 0,5\%$). Plus de 70% de mortalité des plants ont été relevés avec le seul mycopathogène de *Pythium* sp. au cours des 2 tests d'inoculation préliminaires (Résultats non publiés). *Pythium* sp. a donc été retenu pour le test d'inoculation sur les plants de tomate de différents âges.

3.2.2- Nombre de feuilles fonctionnelles sur les plants de tomate du test de piégeage

Le tableau 1 traduit le nombre de feuilles vivantes sur les plants de tomate en serre. Le nombre de feuilles vivantes est fonction aussi bien des variétés, du type de sol que du récipient qui contient le plant. Toutes les variétés sur le sol non stérilisé se comportent de la même manière (3 à 4 feuilles) sauf Tropimech (moins d'une feuille) qui reste largement en dessous des deux autres variétés (Caraïbo et Mongal). Le nombre de feuilles chez les 3 variétés cultivées sur le sol stérilisé (les témoins) reste largement au-dessus de celui des plants cultivés sur le sol non stérilisé (les essais) au 26^e jour de la transplantation.

3.2.3- Hauteur des plants de tomate du test de piégeage

La hauteur des plants de tomate est significativement différente selon les variétés, le type de sol et le récipient dans lequel le plant est cultivé.

En effet, si Tropimech présente la plus forte croissance en hauteur sur le sol traité ($22,7 \pm 0,6$ cm dans les bacs et $21,2 \pm 2,1$ cm dans les pots), sur le sol non traité, elle présente la plus faible croissance en hauteur ($7,6 \pm 0,3$ cm dans les bacs et $3,8 \pm 0,6$ cm dans les pots) (Tableau 1).

3.2.4- Diamètre des plants de tomate du test de piégeage

Le diamètre des tiges varie selon les variétés, le type de sol et le récipient qui contient le plant (Tableau 1). Les plants en croissance sur la terre traitée ont un diamètre plus important que les plants en croissance sur la terre non traitée. Les témoins ont présenté la plus forte croissance en diamètre (0,5 cm) pour la variété Caraïbo au 26^e jour des observations.

Il ressort que Tropimech présente la croissance en diamètre la plus faible sur le sol non traité (0,1 cm dans les bacs et 0,2 cm dans les pots).

3.3- Inoculation des plants de tomate de différents âges avec *Pythium* sp.

3.3.1- Taux de mortalité des plants de tomate inoculés

Aucune mortalité n'a été observée chez les témoins. Pour

Tableau 1
Effets des 4 parasites fongiques telluriques piégés sur les plants de tomate

Paramètres	Nombre de feuilles fonctionnelles			Hauteur (cm)			Diamètre (cm)		
	Caraïbo	Mongal	Tropimech	Caraïbo	Mongal	Tropimech	Caraïbo	Mongal	Tropimech
Bacs témoins	5,9 ± 0,1a	5,8 ± 0,3a	5,9 ± 0,1a	18,8 ± 0,6b	16,8 ± 1,1b	22,7 ± 0,6a	0,5 ± 0,02a	0,4 ± 0,01b	0,4 ± 0,01ab
Bacs essais	3,8 ± 0,9b	4,1 ± 0,8b	0,4 ± 0,2c	10,6 ± 1,7c	9,4 ± 1,2cd	7,6 ± 0,3d	0,3 ± 0,03c	0,3 ± 0,02c	0,1 ± 0,01d
Pots témoins	7,3 ± 0,2a	7,7 ± 0,2a	6,9 ± 0,4a	12,6 ± 2c	17,1 ± 2b	21,1 ± 2a	0,5 ± 0,03a	0,4 ± 0,03a	0,4 ± 0,02b
Pots essais	3,7 ± 0,5b	4,7 ± 0,5b	1,5 ± 0,1c	6,9 ± 0,3e	7,6 ± 0,5d	3,8 ± 0,6f	0,3 ± 0,01c	0,3 ± 0,01c	0,2 ± 0,01d

NB: Les chiffres affectés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de $P < 0,5$ à l'aide du test de Newman et Keuls pour un même paramètre.

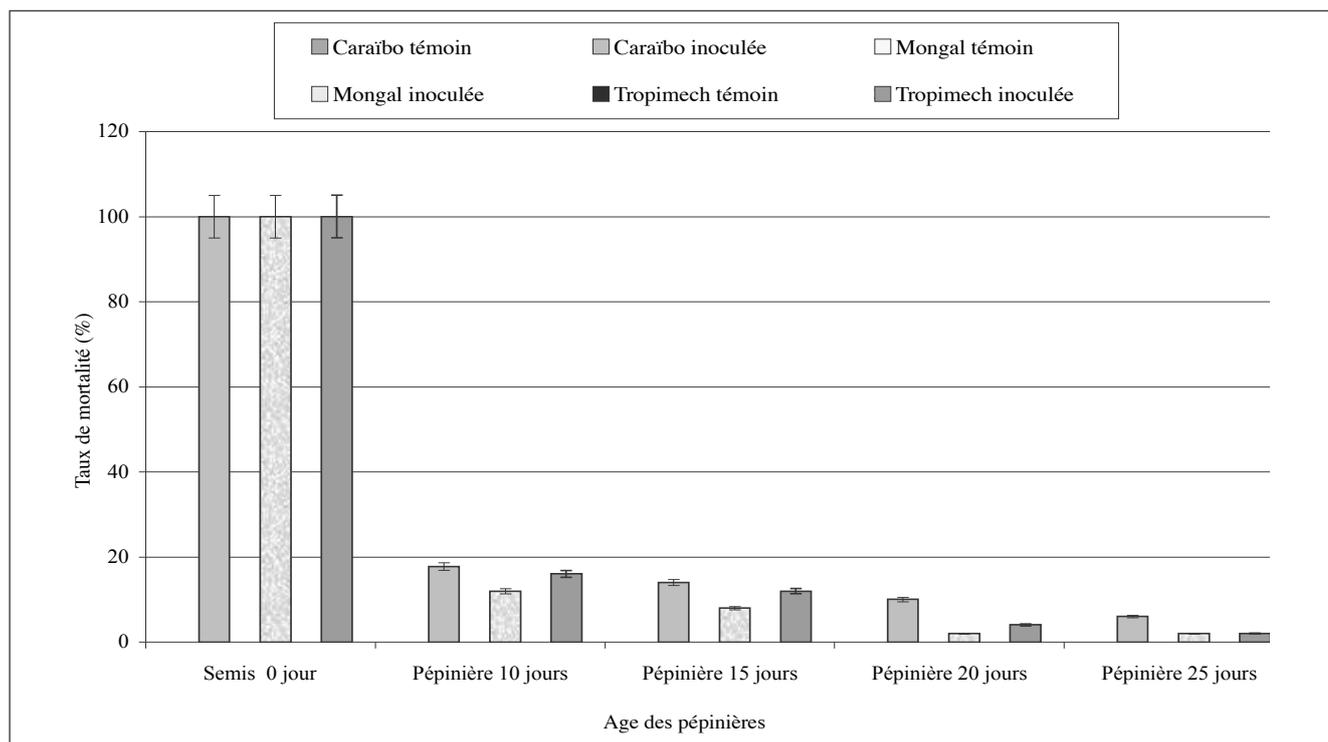


Figure 2 : Taux de mortalité des plants de tomate de différents âges inoculés avec *Pythium* sp. après 30 jours d'observation.

Les barres surmontées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de $P < 0,5$ pour le même âge (Test de Newman et Keuls).

les 3 variétés, l'inoculation le jour du semis (semis de 0 jour) a conduit au plus fort taux de mortalité (100%) (Figure 1). Ce taux de mortalité diminue avec l'âge des plants en pépinière et le meilleur âge de repiquage se situe de 20 à 25 jours de pépinière. Caraïbo est la variété la plus sensible à *Pythium* sp. (Tableau 2).

3.3.2- Nombre de feuilles fonctionnelles sur les plants de tomate inoculés

Le tableau 3 présente le nombre de feuilles vivantes par plant au 26^e jour des observations après inoculation avec *Pythium* sp. Le nombre de feuilles vivantes par plant est fonction de l'âge du plant ainsi que de la variété. Chez les semis de 0 jour et 10 jours, les plants traités ont en moyenne moins d'une feuille vivante par plant alors que les témoins ont une moyenne de 3 feuilles (à 0 jour) et 2 à 4 feuilles (à 10 jours) par plant. Mongal est la variété la plus productrice de feuilles chez les témoins ($4,2 \pm 0,05$ et $5,6 \pm 0,06$ feuilles) à 10 et 15 jours respectivement; alors que pour les mêmes âges Caraïbo produit moins de feuilles chez les inoculés ($0,5 \pm 0,01$ et $0,6 \pm 0,01$ feuilles respectivement). Les plants de 20 et 25 jours de pépinière inoculés ont en moyenne 4 feuilles vivantes par plant alors que les plants témoins du même âge ont en moyenne 6 à 8 feuilles vivantes par plant pour toutes les variétés. A 25 jours, les 3 variétés se

comportent de la même manière vis-à-vis de *Pythium* sp. Les plants des variétés Mongal et Tropimech ont émis plus de feuilles que la variété Caraïbo. La variation de l'âge des plants augmente significativement la production de feuilles en présence de *Pythium* tout comme chez les témoins.

3.3.3- Hauteur des plants de tomate inoculés

Les plants témoins de tomate ont une hauteur croissante selon les variétés et aussi selon l'âge de la pépinière. Pour le semis de 0 jour, la hauteur des plants inoculés reste inférieure à 1 cm pour toutes les variétés alors que les témoins ont une croissance variant de 1,4 à 3 cm. Les pépinières de Caraïbo inoculées présentent les hauteurs les plus faibles de 10 jours à 20 jours ($0,3 \pm 0,02$; $0,8 \pm 0,03$; $4,5 \pm 0,07$). La croissance en hauteur des plants témoins de Caraïbo reste largement inférieure à ceux de Mongal et Tropimech, du semis de 0 jour aux pépinières de 20 jours. Les pépinières de 25 jours ne présentent aucune différence significative entre les variétés traitées ou témoins. (Tableau 3).

3.3.4- Diamètre des plants de tomate inoculés

La croissance en diamètre des plants de tomate est fonction des variétés et surtout de l'âge du plant (Tableau 3). Chez les plants du semis de 0 jour inoculés, Mongal présente la meilleure croissance ($0,02 \pm 0,04$ cm). Le plus faible diamètre est mesuré avec les plants inoculés de 10 et 15 jours chez

Tableau 2
Taux de mortalité des plants de tomate 30 jours après inoculation avec *Pythium* sp.

Variétés	Caraïbo témoin	Caraïbo inoculé	Mongal témoin	Mongal inoculé	Tropimech témoin	Tropimech inoculé
Semis de 0 jour	0,0 ± 0,0b	100,0 ± 0,0a	0,0 ± 0,0b	100,0 ± 0,0a	0,0 ± 0,0b	100,0 ± 0,0a
Pépinière de 10 jours	0,0 ± 0,0c	17,7 ± 0,01a	0,0 ± 0,0c	11,9 ± 0,01b	0,0 ± 0,0c	15,9 ± 0,02a
Pépinière de 15 jours	0,0 ± 0,0c	13,9 ± 0,02a	0,0 ± 0,0c	7,9 ± 0,01b	0,0 ± 0,0c	11,9 ± 0,01a
Pépinière de 20 jours	0,0 ± 0,0d	9,9 ± 0,07a	0,0 ± 0,0d	1,9 ± 0,03c	0,0 ± 0,0d	3,9 ± 0,03b
Pépinière de 25 jours	0,0 ± 0,0c	5,9 ± 0,05a	0,0 ± 0,0c	1,9 ± 0,03b	0,0 ± 0,0c	1,9 ± 0,03b

NB: Pour le même âge, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de $P < 0,5$ (Test de Newman et Keuls).

Tableau 3
Inoculation des plants de tomate de différents âges avec *Pythium* sp.

Paramètres	Nombre de feuilles fonctionnelles			Hauteur (cm)			Diamètre (cm)		
	Cara	Mon	Tropi	Cara	Mon	Tropi	Cara	Mon	Tropi
Semis direct inoculé	0,08 ± 0,1c	0,3 ± 0,01b	0,3 ± 0,01b	0,2 ± 0,1d	0,3 ± 0,1c	0,1 ± 0,1e	0,01 ± 0,03c	0,02 ± 0,04b	0,0 ± 0,03c
Semis direct témoin	2,6 ± 0,03a	2,9 ± 0,03a	2,3 ± 0,03a	1,4 ± 0,2b	2,9 ± 0,4a	2,3 ± 0,3a	0,1 ± 0,01a	0,1 ± 0,02a	0,1 ± 0,01a
Pépinière de 10 jours inoculée	0,5 ± 0,01d	1,2 ± 0,02cd	0,8 ± 0,01d	0,3 ± 0,02d	1,4 ± 0,03c	1,6 ± 0,03c	0,1 ± 0,01b	0,1 ± 0,01b	0,04 ± 0,01c
Pépinière de 10 jours témoin	2,8 ± 0,03b	4,2 ± 0,05a	1,9 ± 0,02c	4,4 ± 0,1b	7,7 ± 0,1a	8,3 ± 0,1a	0,2 ± 0,02a	0,2 ± 0,03a	0,2 ± 0,02a
Pépinière de 15 jours inoculée	0,6 ± 0,01e	1,7 ± 0,02d	3,1 ± 0,03c	0,8 ± 0,03e	4,1 ± 0,1d	7,3 ± 0,1c	0,1 ± 0,01c	0,1 ± 0,01c	0,02 ± 0,02d
Pépinière de 15 jours témoin	4,2 ± 0,05b	5,6 ± 0,1a	4,6 ± 0,05b	10,4 ± 0,1b	14 ± 0,2a	14,6 ± 0,2a	0,2 ± 0,02b	0,3 ± 0,03a	0,2 ± 0,03b
Pépinière de 20 jours inoculée	2,5 ± 0,03d	4,7 ± 0,05c	5,6 ± 0,1b	4,5 ± 0,07c	15,1 ± 0,2b	13,1 ± 0,1b	0,1 ± 0,02c	0,2 ± 0,03b	0,2 ± 0,02b
Pépinière de 20 jours témoin	5,1 ± 0,05bc	6,6 ± 0,07a	6,3 ± 0,07a	15,2 ± 0,2b	20,3 ± 0,2a	19,3 ± 0,2a	0,3 ± 0,03a	0,3 ± 0,03a	0,3 ± 0,03a
Pépinière de 25 jours inoculée	4,2 ± 0,04c	4,8 ± 0,06c	4,2 ± 0,05c	15,3 ± 0,2b	18,2 ± 0,2ab	18,1 ± 0,2ab	0,3 ± 0,03b	0,3 ± 0,03b	0,3 ± 0,03b
Pépinière de 25 jours témoin	5,7 ± 0,06b	7,7 ± 0,08a	5,7 ± 0,06b	17,8 ± 0,2ab	25,4 ± 0,3a	22,4 ± 0,2a	0,3 ± 0,0b	0,4 ± 0,05a	0,4 ± 0,04a

NB: Les chiffres affectés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de $P < 0,5$ du test de Newman et Keuls pour un même paramètre et pour le même âge. Variétés (Cara: Caraïbo, Mon: Mongal, Tropi: Tropimech).

Tropimech ($0,04 \pm 0,01$ cm; $0,02 \pm 0,02$ cm), alors qu'à 20 jours, Caraïbo ressort comme la variété la plus sensible à *Pythium* sp. ($0,1 \pm 0,02$ cm). La croissance en diamètre chez les témoins est sensiblement la même pour les 3 variétés du semis de 0 jour aux pépinières de 20 jours. A 25 jours, Caraïbo présente la plus faible croissance en diamètre ($0,3 \pm 0,04$ cm) chez les témoins.

3.4- Effet pathogénique de *Pythium* sp. en fonction de l'âge des plants

En culture sous abri, le temps de latence de l'inoculum est de deux à trois semaines et la meilleure croissance ($0,02 \pm 0,04$ cm). Le plus faible diamètre est mesuré avec les plants inoculés de 10 et 15 jours chez Tropimech ($0,04 \pm 0,01$ cm; $0,02 \pm 0,02$ cm), alors qu'à 20 jours, Caraïbo ressort comme la variété la plus sensible à *Pythium* sp. ($0,1 \pm 0,02$ cm). La croissance en diamètre chez les témoins est sensiblement la même pour les 3 variétés du semis de 0 jour aux pépinières de 20 jours. A 25 jours, Caraïbo présente la plus faible croissance en diamètre ($0,3 \pm 0,04$ cm) chez les témoins.

3.5- Effet pathogénique de *Pythium* sp. en fonction de l'âge des plants

En culture sous abri, le temps de latence de l'inoculum est de deux à trois semaines après la transplantation pour les plants âgés de plus de 15 jours de semis. Cependant, lorsque l'âge des plants est réduit, surtout pour ceux du semis direct et âgés de 10 jours, on constate que les symptômes dus à *Pythium* sp. apparaissent presque en même temps, au cours de la première semaine après la transplantation. Quelque soit l'âge de la plante au moment de l'inoculation, la maladie due à *Pythium* sp. débute toujours par le flétrissement d'une feuille ou de toutes les feuilles de la plante. Après l'apparition de ces premiers signes, un brunissement au collet est observé. Cette pourriture progresse au niveau de la tige et est suivie par la fonte de la plante. Les plantes contaminées finissent par s'affaisser et mourir (Figure 3).

4- Discussion

L'étude du potentiel infectieux des sols de cultures maraîchères à Songon-Dabou s'est effectuée sous abri et a été suivie au niveau des mesures du taux de mortalité, du nombre de feuilles fonctionnelles, de la croissance en hauteur et en diamètre sur 3 variétés de tomate (Caraïbo, Mongal et Tropimech). Quatre mycopathogènes ont été isolés sur les plants malades ou morts ou encore sur la terre qui portaient les racines de ces plants dont les organes ont été isolés. Les taux de mortalité s'expliquent par la présence de parasites fongiques telluriques. Les analyses statistiques ont montré une sensibilité variétale au niveau

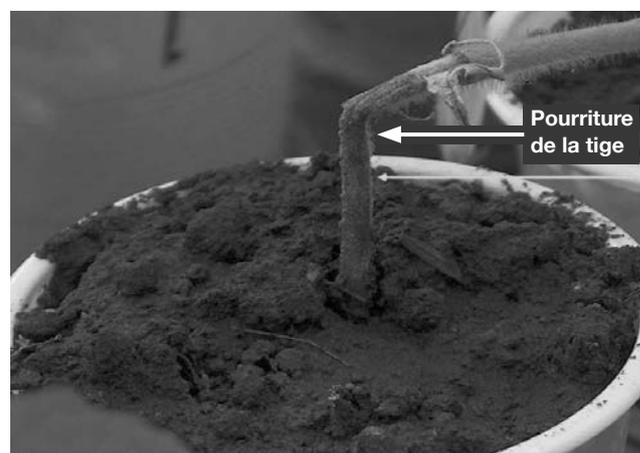


Figure 3: Fonte d'un plant de tomate, 2 semaines après inoculation avec *Pythium* sp.

du taux de mortalité en cultures sous abri. La variation du taux de mortalité d'un cultivar à un autre pourrait s'expliquer par les caractères agronomiques de chacune des variétés. L'inoculation des plants de tomate issus du semis direct, de 10, 15, 20 et de 25 jours de pépinière a montré que *Pythium* sp. est effectivement un champignon impliqué dans la fonte de semis tel que rapporté (2, 7, 12, 13). En effet, le taux de mortalité des plants de tomate du semis de 0 jour inoculés avec *Pythium* sp. a atteint 100% par rapport aux témoins contrairement aux autres plants des autres âges. Cela laisse supposer que pour les plants du semis de 0 jour, les mécanismes de résistance ou de défense ne seraient pas assez efficaces pour inhiber la pathogénicité du champignon (8, 9). L'hypothèse qui ressort ici serait que les plants du semis de 0 jour auraient une structure tissulaire plus jeune et donc moins capable de lutter contre le mycopathogène. Les plants de plus de 10 jours de pépinière présentent sur les tiges des poils qui contiennent une huile essentielle qui donneraient cette odeur à la tomate. Il serait donc possible que ces poils jouent un rôle important dans la résistance de la plante vis-à-vis du mycopathogène (11). Parmi les 4 mycopathogènes qui ont été isolés à partir des sols de Songon-Dabou que sont *Pythium* sp., *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseoli* a été isolé pour la première fois sur des plantes de tomate en Côte d'Ivoire. Suivant la même méthode de travail que Rafin C. & Tirilly Y. (7), aucune mortalité n'a été relevée sur le substrat stérilisé sous abri. Pour les plants de 10 et 15 jours, Mongal et Tropimech sont moins sensibles aux attaques du champignon *Pythium* sp. par rapport à Caraïbo. En effet, si Tropimech ressort comme la variété la plus sensible au cours du test de piégeage, elle apparaît moins

sensible à *Pythium* seul. Sur l'ensemble de ces paramètres mesurés Mongal apparaît comme la meilleure des 3 variétés sur les sols de cultures maraîchères de Songon-Dabou.

5- Conclusion

Cette étude réalisée en culture sous abri a permis de mettre en évidence le potentiel infectieux des sols et d'en ressortir la nécessité d'adopter une méthode de lutte en vue de réduire les mortalités. Trois des parasites fongiques telluriques identifiés appartiennent aux genres *Pythium*, *Fusarium*, *Sclerotium*. Un nouveau champignon jamais signalé en Côte d'Ivoire sur cultures maraîchères a également été identifié; il s'agit de *Macrophomina phaseoli*. L'étude du potentiel infectieux a montré que la présence des parasites fongiques telluriques réduit la croissance des plants et induit une mortalité dont le taux varie selon les variétés. Cette réduction de croissance est plus forte chez Tropimech vis-à-vis des 4 mycopathogènes sur ces sols. Par contre, le test d'inoculation avec *Pythium* seul a montré que Caraïbo est la variété la plus sensible à ce champignon. Les pépinières de 20 et 25 jours ressortent comme les meilleurs âges pour la transplantation des plants de ces trois variétés de tomate. En effet, les plants de 20 et 25 jours de pépinière résistent mieux aux attaques du mycopathogène *Pythium* sp.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent au Docteur Kone D. pour avoir accepté de financer et de superviser ces travaux et à Monsieur Thio F. pour les suggestions et les critiques apportées.

Références bibliographiques

- Bernard P., 2002, *Pythium terrestris*, a new species isolated from France, its ITS region, taxonomy and its comparison with related species, FEMS Microbiology Letters. 212, 255-260.
 - Blancard D., Lot H. & Maisonneuve B., 2003, Maladies des salades: identifier, connaître et maîtriser; champignon attaquant surtout les racines, le collet et la tige, pp. 255-266, INRA Paris - France, 375 p.
 - Coulbaly N. & Bly J.P., 2002, Aperçu de l'agriculture ivoirienne à travers les données de la base de sondage du recensement national de l'agriculture 2001 issue du RGPH 98. Projet GCP / IVC / 025 / EC - FAO - UE, MINAGRA, Côte d'Ivoire, 17 p.
 - Idefonse N., 1995, Agriculture vivrière ouest - africain à travers le cas de la Côte d'Ivoire, cultures légumières, pp. 249-258, Institut des Savanes, Abidjan, Côte d'Ivoire, 383 p.
 - Koné D., 1998, Contribution à l'étude des cercosporioses et à la cladosporiose des bananiers en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat 3^e cycle, Laboratoire de physiologie Végétale. UFR Biosciences, Université de Cocody Abidjan, 218 p.
 - Messiaen C.M. & Lafon R., 1970, Les maladies des plantes maraîchères, maladies de la tomate, de l'aubergine et du poivron, pp. 89-90, 2^e ed. Editions INRA, 441 p.
 - Rafin C. & Tirilly Y., 1995, Characteristics and pathogenicity of *Pythium* spp. associated with rot of tomatoes in soilless culture in Brittany, France, plant pathol. 44, 779-785.
 - Rey P., Benhamou N., Wulff J. & Tirilly Y., 1998, Interactions between tomato (*Lycopersicon esculentum*) root tissues and the mycoparasite *Pythium oligandrum*, physiol. Mol. Plant pathol. 53, 105-122.
 - Rose S., Parker M. & Zamir P.K., 2003, Efficacy of biological and chemical treatments for control of *Fusarium* root and stem rot on greenhouse cucumber. The American Phytopathology Society. 87, 1462-1470.
 - Tayeb A.E.H. & Etienne P., 1994, Agronomie moderne: bases physiologiques et agronomiques de la production végétale pp. 339-426, Hatier, AUPELF. UREF, 544 p.
 - Woo S.L., Zoina A., Del Sorbo G., Lorito M., Nanni B., Scala F. & Noveillo C., 1996, Characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* by pathogenic races, VCGs, RFLPs, and RAPD. Phytopathology, 86, 966-972.
 - Wulff E.G., Pham A.T.H., Cherif M., Rey P., Tirilly Y. & Hockenhull J., 1998, Inoculation of cucumber roots with zoospores of mycoparasitic and plant pathogenic *Pythium* species: differential zoospores accumulation, colonization ability and plant growth response, Eur. J. Plant pathol. 104, 69-76.
 - Zamir P.K. & Raymond Y., 2003, Biological damping off and root rot caused by *Pythium aphanidermatum* on greenhouse cucumbers. The Canadian journal of plant pathology. 25, 411-417.
- S. Soro, Ivoirien, DEA Physiologie Végétale (Option: Agrophysiologie), Doctorant en Phytopathologie, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales (LBAPV), UFR SN, Université d'Abobo-Adjamé. Adresse professionnelle: 22 BP 461, Abidjan 22, Côte d'Ivoire. Tél: 225 05344620, Fax: 225 20308118, Email: soro_sibiri@yahoo.fr
- M. Doumbouya, Ivoirien, DEA Ecologie Tropicale (Option: Végétale); Doctorant en Phytopathologie, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales (LBAPV), UFR SN, Université d'Abobo-Adjamé. Adresse professionnelle: 02 BP 801, Abidjan 02. Côte d'Ivoire. Tél: 225 08827581, Fax: 225 20308118
- D. Koné, Ivoirien, Doctorat 3^e cycle Phytopathologie, Maître Assistant, Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody, Adresse professionnelle: 22 BP 461, Abidjan 22, Côte d'Ivoire. Tél: 225 05423016, Fax: 225 22443724, Email: daoukone@yahoo.fr

Evaluation de l'efficacité anthelminthique des extraits éthanoliques de graines de papaye (*Carica papaya* L.) contre l'ascaridiose aviaire à *Ascaridia galli* chez le poulet de chair

M. Mpoame¹, Marie Claire Komtangi^{1*} & F. Kouatcho Djitie¹

Keywords: Ethanolic extract- Paw-paw seeds- *Ascaridia galli*- ascaridiasis- Broiler chicken- Cameroon

Résumé

Une étude a été menée dans le but d'évaluer l'efficacité anthelminthique des extraits éthanoliques de graines de papaye contre l'ascaridiose à *Ascaridia galli* chez le poulet. A cet effet, 54 poussins de chair de souche ISA 15 VEDETTE âgés de 7 jours et élevés à la Ferme d'Application et de Recherche de l'Université de Dschang au Cameroun ont été inoculé avec une suspension d'œufs d'*Ascaridia galli* à raison d'1 ml d'inoculum contenant environ 100 œufs embryonnés par sujet. Les animaux, séparés en 3 lots de 18 poulets ont reçu 47 jours plus tard un traitement à base d'extraits éthanoliques de graines de papaye administré une seule fois aux doses de 0 g/l; 1,5 g/l; et 3 g/l correspondant aux lots Do, D3/2 et D3 respectivement. Les taux de réduction du nombre d'œufs par gramme de fèces dans les lots Do, D3/2 et D3 ont été respectivement de 2,4%; 72,7% et 82,1%. Les taux de réduction de la charge parasitaire ont été de 49% et 76% dans les lots D3/2 et D3 respectivement par rapport à la charge parasitaire du témoin Do à l'autopsie. Le gain de poids une semaine après le traitement était de 108 g, 297 g et 400 g dans les lots Do, D3/2 et D3 respectivement. Les extraits éthanoliques de graines de papaye se sont montrés significativement efficaces dans le traitement de l'ascaridiose à *A. galli* aux doses de 1,5 g/l et 3 g/l chez le poulet.

Summary

Evaluation of the Efficiency of Ethanolic Extracts of Papaw Seeds (*Carica papaya* L.) against *Ascaridia galli* Ascaridiasis in Broiler Chicken

A study was carried out to study the efficiency of ethanolic extracts of papaw seeds against *Ascaridia galli* ascaridiasis in broiler chicken. Fifty-four 7 days old ISA 15 VEDETTE broilers raised in the Practical Training and Research Farm of Dschang University in Cameroon were inoculated with 1 ml of suspension containing approximately 100 embryonated *A. galli* eggs per bird. The broilers, divided into 3 groups of 18 birds, after 47 days, received either 0 g/l, 1.5 g/l and 3 g/l of ethanolic papaw seeds extracts administered one time only and corresponding to Do, D3/2 and D3 treatments. The reduction rates of number of eggs per gramme of faeces were 2.4%, 72.7%, 82.1% for treatment Do, D3/2 and D3 respectively. The reduction rates of parasitic load were 49% and 76% respectively for treatment D3/2 and D3 compared to parasitic load obtained from control Do at autopsy. Average weight gains a week after treatment was 108 g, 297 g and 400 g in Do, D3/2 and D3 treatment respectively. Ethanolic extracts of papaw seed appear to be efficient in the treatment of *A. galli* ascaridiasis at the doses of 1.5 g/l and 3 g/l in broiler.

Introduction

L'élevage de la volaille dans son intensification connaît de nombreux obstacles parmi lesquels les problèmes d'ordre sanitaire occupent une place prépondérante. En 1991, les mortalités annuelles de poussin en élevage traditionnel au Cameroun étaient évaluées à 90% (2). Outre les maladies infectieuses, ces mortalités sont attribuées aux maladies parasitaires notamment celles dues aux parasites gastro-intestinaux (4). *A. galli* est le plus prévalent et le plus abondant nématode chez les oiseaux de basse cour au Nigeria (4) et le second après *Heterakis* sp. à Dschang au Cameroun (8). C'est la raison pour laquelle une attention particulière lui a été souvent accordée. Des progrès ont été réalisés dans le traitement et le contrôle de l'ascaridiose par la chimiothérapie, notamment avec les produits tels que la Piperazine Citrate et Adipate, le Mebendazole, etc. Cependant, dans les pays en voie de développement en général et en Afrique sub-saharienne en particulier, la conjoncture économique ne permet pas au paysan moyen de se procurer ces produits. De plus, les ruptures de stock de ces produits vétérinaires sont fréquentes et causent indubitablement des pertes chez le fermier (9). Le recours à la pharmacopée traditionnelle apparaît donc comme une alternative valable. Bien que quelques avancées aient été notées sur la quantification des extraits aqueux de graine de papaye contre les parasites gastro-intestinaux (8) et plus spécifiquement comme coccidicide, l'efficacité de la plupart des plantes médicinales locales contre l'ascaridiose n'a pas encore été quantifiée (11). L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'efficacité des extraits éthanoliques de graines de papaye dans le traitement de l'ascaridiose à *Ascaridia galli*.

Matériel et méthode

Cinquante-quatre poussins de chair de souche ISA 15 VEDETTE ont été conduits à partir d'un jour d'âge en poussinière à une densité de 19 poussins/m² et de 8 poussins/m² de la première à la deuxième semaine et de la troisième à la quatrième semaine du démarrage, puis transférés aux loges de finition à une densité de 3 poulets/m². Les oiseaux ont été vaccinés contre la maladie de Newcastle, la bronchite infectieuse et la maladie de Gumboro. Ils ont également reçu des anti-stress avant et après chaque vaccination ou transfert.

Les aliments démarrage et finition étaient composés de maïs, de remoulage, de farine de poisson, de concentré minéral azoté et vitaminé, de tourteaux de coton, d'arachide, de soja et de palmiste pour apporter 3001,3 kcal/kg d'énergie métabolisable et 22,2% de protéines brutes en démarrage et 2915,6 kcal/kg d'énergie métabolisable et 20% de protéines brutes en finition. L'eau et l'aliment étaient distribués *ad libitum*.

Infestation artificielle

Préparation de l'inoculum

L'inoculum a été préparé suivant la méthode de Mikael *et al.* (7) à partir des fèces de 3 poulettes de race locale naturellement infestées. Sur la base de la conformité de la forme et des dimensions de 337 œufs (6,12), la pureté de l'inoculum a été évaluée à 97,8%. L'inoculum a été dilué avec de l'eau dans le souci d'avoir environ 100 œufs embryonnés par ml

¹Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université de Dschang, B.P. 67, Dschang, Cameroun.

*Tel: (237) 751 6816 Email: mckomtangi@yahoo.com

Reçu le 26.07.06 et accepté pour publication le 27.11.07.

Inoculation

Chacun des 54 poussins âgés de 7 jours, déclarés non infestés après examen coproscopique et privé d'aliment pendant une nuit a reçu 1 ml d'inoculum introduit à l'aide d'une pipette dans l'œsophage. Le bec était maintenu fermé pendant quelques secondes pour éviter le rejet du produit. Au 35^{ème} jour après l'inoculation, des échantillons de fèces étaient prélevés et examinés au microscope par la méthode d'enrichissement par flottaison en solution saturée de NaCl (12) pour s'assurer de l'effectivité de l'infestation. Au 47^{ème} jour, un second examen a été réalisé avant la répartition dans les différents lots sur un échantillon représentatif de la population dans le but de déterminer l'intensité moyenne d'infestation selon la méthode de McMaster (12).

Préparation du produit traitant

Des graines de papaye de type «solo» mûres ont été récoltées et séchées à température ambiante pendant 10 jours avant d'être moulues. La poudre obtenue a été conservée dans des sacs plastiques hermétiquement fermés. Pour son utilisation, 1400 g de poudre ont été versés dans 5 l d'alcool 95° puis remué matin et soir pendant 3 jours. Après filtration au papier filtre le filtrat a été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif muni d'un bain-marie. Au terme de ce processus, l'extrait obtenu a été exposé à l'air libre pendant 48 h pour s'assurer de l'évaporation totale de l'éthanol. Ce dernier a été choisi comme solvant à cause de l'intégration de plus de molécules pendant l'extraction notamment les molécules polaires (5)

Dispositif expérimental et administration du traitement

Au 47^{ème} jour après l'inoculation, les 54 poulets répartis au hasard en 3 lots de 18 poulets chacun ont reçu dans l'eau de boisson 3 doses d'extrait éthanologique de graines de papaye différentes correspondant à 3 traitements: traitement D0 (lot témoin) 2 ml d'éthanol / l d'eau de boisson; traitement D3/2; (2 ml d'éthanol + 1,5 g d'extrait)/l d'eau de boisson; traitement D3 (2 ml d'éthanol + 3 g d'extrait/l d'eau de boisson). Le traitement fût effectué en une seule fois.

Des échantillons des fèces étaient prélevés chaque matin dans les différents lots durant les trois jours qui suivirent le traitement et ensuite examinés selon la méthode de numération de McMaster. Les différents prélèvements pré- et post-traitement effectués ont permis l'évaluation de l'efficacité du produit traitant.

Paramètres mesurés

Les paramètres suivants ont été mesurés: -l'intensité d'infestation évaluée par le nombre d'œufs par gramme de fèces (OPG) tel que décrit par Thienpont *et al.* (12) et par la charge parasitaire, -le taux de réduction des OPG et de la charge parasitaire entre les prélèvements pré- et post-traitement et -le gain moyen de poids après le traitement dans les différents lots. Au terme de l'essai, 5 poulets ont été sacrifiés par lot et les tubes digestifs prélevés pour observation et comptage des vers.

Analyse statistique

Les OPG moyens ainsi que les charges parasitaires moyennes des lots traités transformés en valeurs log(X+1) ont été comparés à l'aide de l'analyse des variances (ANOVA) et séparés par la PPDS au seuil de 0,05 lorsque la différence était significative.

Effet du produit sur la variation des OPG et le taux de réduction des OPG

Le tableau 1 présente la variation des OPG dans le temps et en fonction des doses d'extraits éthanologiques de graines de papaye administrées aux poulets. Il se dégage de ce tableau que, après traitement, les OPG vont décroissant du lot témoin (D0) aux lots traités. En effet, ces valeurs sont passées de 5975 ± 3335 à 1066 ± 321 entre le jour (J0) et le jour (J3) post- traitement dans le lot D3. Le même phénomène a été observé dans le lot D3/2 où ce taux a régressé de 5975 ± 3335 à 1633 ± 252 pendant la même période.

Par contre, il est resté sensiblement constant dans le lot témoin. Les différences entre les OPG moyens des lots traités et ceux du témoin ont été significatives (P < 0,05).

Tableau 1
Variation des OPG dans le temps et en fonction des doses d'extraits éthanologiques de graines de *Carica papaya* administrées aux poulets

Prélèvement des fèces	Lots		
	Do	D3/2	D3
Jour 0 (avant traitement)	5975 ± 3335	5975 ± 3335	5975 ± 3335
1 J après début de traitement	5875 ± 1626 ^a	2775 ± 222 ^b	1725 ± 350 ^b
2 J après début de traitement	5866 ± 954 ^c	1767 ± 950 ^d	1367 ± 503 ^d
3 J après début de traitement	5833 ± 3755 ^e	1633 ± 252 ^f	1066 ± 321 ^f

a, b, c, d, e, f. sur la même ligne, les nombres marqués de la même lettre ne diffèrent pas significativement (p > 0,05).

Do: lot témoin; recevant 0 g/l d'extraits éthanologiques de graines de papaye.

D3/2: lot recevant 15 g/l d'extraits éthanologiques de graines de papaye.

D3: lot recevant 3 g/l d'extraits éthanologiques de graines de papaye.

Tableau 2
Effet des extraits éthanologiques de graines de *Carica papaya* sur la charge parasitaire d' *Ascaridia galli* chez le poulet

Paramètres	Doses		
	Do	D3/2	D3
Charge parasitaire	37 ± 12 a	19 ± 21b	9 ± 13 b
Taux de réduction (%)	-----	49	76

a,b sur la même ligne, les nombres affectés de la même lettre ne diffèrent pas significativement (P > 0,05).

Do: lot témoin; recevant 0 g/l d'extraits éthanologiques de graines de papaye.

D3/2: lot recevant 15 g/l d'extraits éthanologiques de graines de papaye.

D3: lot recevant 3 g/l d'extraits éthanologiques de graines de papaye.

Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre les OPG moyens des lots D3/2 et D3.

Les variations du taux de réduction des OPG en fonction des doses de l'extrait et des jours de prélèvement sont illustrées par la figure 1. Il en ressort que le taux de réduction des OPG augmente avec les doses testées et le temps.

Cette activité a été plus importante pour la dose D3 qui a produit 82,14% de taux de réduction au bout de trois jours post-traitement tandis que la dose D3/2 en produisait 72,66%. La différence entre ces taux n'a pas été significative ($P > 0,05$).

Les taux de réduction obtenus au cours de ce travail se rapprochent de celui obtenu par Mpoame et Essomba (8) qui était de 85% sur *Heterakis* traité avec les décoctions aqueuses de graine de *Carica papaya*. Les légères variations entre nos valeurs et celle obtenue par ces auteurs seraient dues à la qualité du produit et aux conditions expérimentales différentes. En effet, ces auteurs avaient utilisé des sujets d'âges variables et élevés dans des conditions caractérisées par la divagation telles, que décrites par Agbédé (1), par

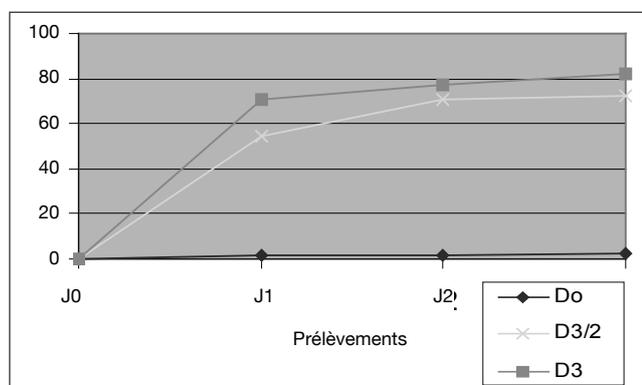


Figure 1: Variation dans le temps du taux de réduction des OPG en fonction de la dose de l'extrait éthanolique de graines de *Carica papaya*.

Do: lot témoin; recevant 0 g/l d'extraits éthanoliques de graines de papaye.

D3/2: lot recevant 15 g/l d'extraits éthanoliques de graines de papaye.

D3: lot recevant 3 g/l d'extraits éthanoliques de graines de papaye.

conséquent étaient naturellement infestés par diverses espèces d'helminthes.

Effet du produit sur la charge parasitaire

Les charges parasitaires moyennes ainsi que leurs taux de réduction dans les différents lots sont consignés dans le tableau 2.

Pour les deux doses testées, il a été observé après autopsie une réduction de la charge parasitaire moyenne par rapport au témoin (D0). La charge a été statistiquement comparable dans les lots D3/2 et D3 mais significativement moins élevée ($P < 0,05$) que dans le lot témoin (D0). Les taux de réduction ont été de 76% et 49% dans les lots D3 et D3/2 respectivement.

Par ailleurs, une semaine après le traitement, il a été noté une prise significative de poids par les animaux des lots D3/2 et D3 comparativement à ceux du lot témoin qui ont eu un gain moyen de poids de 108 g significativement plus faible ($P < 0,05$) par rapport aux lots D3/2 et D3 qui ont eu respectivement 297 g et 400 g de gain moyen de poids. Ces observations confirment la perte de poids chez l'hôte comme un effet néfaste de l'ascaridiose aviaire due à *Ascaridia galli* (4). Selon Soulsby en 1986 (10), la perte de poids ou le retard de croissance occasionné par ce parasite serait dû aux multiples dégâts causés sur la muqueuse intestinale et est d'autant plus importante que la charge parasitaire est élevée. Les caeca distendus et gorgés de sang observés à l'autopsie appuient l'idée d'un synergisme ascaridiose-coccidiose évoqué par Hofstad *et al.* (3) et Kaufmann (6).

L'examen macroscopique des fèces pendant l'essai n'ayant pas révélé la présence des vers, le produit agirait donc comme un vermicide.

Conclusion

Au terme de cette étude sur l'évaluation de l'efficacité anthelminthique des extraits éthanoliques de graines de papaye dans le traitement de l'ascaridiose aviaire due à *Ascaridia galli* chez le poulet de chair, on peut conclure que les concentrations 1,5 g/l et 3 g/l réduisent significativement les valeurs d'OPG ainsi que la charge parasitaire. Elles améliorent aussi les performances zootechniques, en particulier le poids. L'isolement du principe actif ainsi que l'évaluation de la toxicité des graines de papaye devraient permettre une utilisation plus fiable par les fermiers.

Références bibliographiques

- Agbédé G., 1992, Prévalence de la maladie de Newcastle dans les élevages traditionnels de poulets du Cameroun. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. **11**, 1, 22-24.
 - Amayene P., 1991, Comparaison de quelques paramètres de production et de croissance de poulets locaux du Cameroun à ceux de la race Rhode Island Red, Mémoire de fin d'étude, Centre Universitaire de Dschang, Cameroun. 62 p.
 - Hofstad M.S., Barnes H.L., Calnek B.W., Reid W.H. & Yoder F.W.Jr., 1984, Diseases of poultry. 8th Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 831 p.
 - Ikeme M.M., 1971, Effects of different levels of nutrition and continuing dosing of poultry with *Ascaridia galli* eggs on the subsequent development of parasite populations, Parasitology, **63**, 233-250.
 - Jones M.M., Johnston D.O., Neterville J.T. & Wood J.L., 1981, Chemistry, man and society. 4th Edition. Saunders College Publishing, London, Sydney, USA, 513 p.
 - Kaufmann J., 1996, Parasitic infections of domestic animals. A diagnostic manual. Birkhäuser verlag, Boston, Berlin, 423 p.
 - Mikeal B., Meinke T.P. & Schoop W., 2001, Comparison of Ivermectin, Doramectin, Selamectin, and eleven intermediates in a larval development assay, J. Parasitol. **87**, 3, 692-669.
 - Mpoame M. & Essomba L.I., 2000, Essai de traitement contre des parasitoses gastro-intestinales du poulet avec les décoctions aqueuses de graines de papaye (*Carica papaya*). Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. **53**, 1, 23-25.
 - Mpoame M., Tegui A. & Akoa E.J.M., 2003, Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux de graines de papaye (*Carica papaya*) dans le traitement de la coccidiose caecale à *Eimeria tenella* chez le poulet de chair, Tropicultura, **21**, 3, 153-156.
 - Soulsby E.J.L., 1986, Animals, 7th Ed. Ballière Tindall, London, 809 p.
 - Tchoumboué J., Mpoame M. & Akamba M., 1996, Essai comparé du traitement de nématodes gastro-intestinaux de poulet au Sodivermil. Baird et à l'écorce de *Combretum* sp. (Combretacée), Tropicultura, **14**, 1, 4-5.
 - Thienpont D., Rochette & Vanparijs O.F.J., 1979, Diagnostic des verminoses par examen coprologique. Jansen Research Foundation, Beerse, Belgique, 187 p.
- M. Mpoame, Camerounais, PhD en Zoologie (Parasitologies animales), Professeur à la Faculté des Sciences et Directeur des Affaires Académiques et de la Coopération, Université de Dschang, B.P. 67, Dschang, Cameroun.
 Marie-Claire Komtangi, Camerounaise, M.Sc. Parasitologie vétérinaire, Chargée de cours à la Faculté des Sciences, Département de Biologie Animal, Université de Dschang, B.P. 67, Dschang, Cameroun.
 F. Kouatcho Djitie, Camerounais, Maîtrise de Biologie animale, Etudiant à la Faculté d'Agronomie et de Science agricole, Université de Dschang, B.P. 67, Dschang, Cameroun.

Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon: *Paspalum notatum* Flüggé

Nouha Doudech¹, M. Mhamdi^{2,3}, T. Bettaieb^{1,3*} & M. Denden¹

Keywords: *Paspalum notatum*- Salinity stress- Chlorophyllian fluorescence- Enzymatic activity- Tunisia

Résumé

Pour déterminer le seuil de tolérance à la salinité d'une graminée à gazon, *Paspalum notatum*, des boutures ont été irriguées par une eau chargée à différentes concentrations en NaCl. La capacité d'enracinement des boutures, la fluorescence chlorophyllienne et l'activité d'enzymes antioxydants, en l'occurrence, les catalases (CAT) et l'ascorbate peroxydase (APX) ont été mesurées pour évaluer la réaction au sel de cette plante. L'examen des résultats a montré qu'au-delà d'une application de 8 g.l⁻¹ de NaCl, la contrainte saline entraîne une baisse de la croissance des plantes qui se traduit par une diminution des biomasses racinaire et foliaire et une altération de l'intégrité fonctionnelle du photosystème II. Une évolution du contenu en H₂O₂ en association avec l'augmentation de la dose de NaCl a été mesurée. Au-dessous de la limite de 8 g.l⁻¹ de NaCl, les activités CAT et APX sont importantes et par conséquent le contenu en H₂O₂ est limité.

Summary

Salt Tolerance of Graminaceous Turfgrass: *Paspalum notatum* Flüggé

The main objective of this study is to determine turfgrass "*Paspalum notatum*" response to salinity. Cuttings of turfgrass were irrigated with water using different concentrations of NaCl. The effect of salinity was assessed on capacity of rooting, chlorophyllian fluorescence and antioxidant enzymes activities such as; catalases (CAT) and the ascorbate dismutase (APX). Results indicated that root and foliar biomass decreased significantly when NaCl concentration exceeded 8 g/l. This reduction of biomass is attributed to an alteration of the integrity of photosystem II. Moreover, H₂O₂ content was found to be positively associated with increased NaCl concentrations. When NaCl is below the critical threshold of 8 g/l, the CAT and APX activities are more pronounced and inhibiting H₂O₂ content within the tissue.

Introduction

Dans les régions semi-arides et arides caractérisées par une rhizosphère salinisée, l'installation de fortes doses de sel dans l'espace apoplasmique des végétaux est l'une des causes de l'endommagement des surfaces membranaires et de déshydratation cellulaire (13). En effet, les structures cellulaires sont menacées suite à la production des formes actives de l'oxygène (FAOx). Cependant, les cellules disposent d'un système antioxydant enzymatique et non enzymatique pour neutraliser ces radicaux libres. Mais, au-delà d'une certaine limite, le sel accélère la production des FAOx qui dépassent alors la capacité du système antioxydant des cellules. Chez les plantes supérieures trois enzymes majeures sont impliquées dans la détoxification des FAOx à savoir: la superoxyde dismutase (SOD), l'ascorbate peroxydase (APX) et les catalases (CAT) (12).

En Tunisie, la culture des graminées à gazon est aujourd'hui très utilisée pour les terrains de sports comme le football ou le golf. Ces cultures, menées sur des terrains étendus allant à des dizaines d'hectares pour un seul terrain de golf, demandent des quantités importantes d'eau d'irrigation qui n'est pas toujours de bonne qualité dans plusieurs régions où on cherche à implanter ce genre d'infrastructures sportives et touristiques. L'eau utilisée est souvent chargée en sels allant jusqu'à 3 et 4 g.l⁻¹. Dans ces conditions, le recours à des espèces tolérantes à des seuils élevés de salinité devient impératif pour garantir la bonne tenue du gazon. C'est ainsi que *Paspalum notatum*, qui est une graminée donnant un gazon dense pousse en zones de pluviométrie moyenne et à saison sèche longue, commence à s'imposer comme une graminée à gazon rustique et tolérante à la salinité (16).

L'objectif de ce travail est de déterminer le seuil de tolérance à la salinité de cette espèce par l'évaluation de

la réponse de boutures irriguées par une eau chargée à différentes concentrations en NaCl. Ainsi, la capacité des boutures de *Paspalum notatum* à émettre des racines, la fluorescence chlorophyllienne, l'activité de certaines enzymes antioxydantes (CAT et APX) et leur substrat (H₂O₂) ont constitué les paramètres utilisés pour évaluer les réactions de cette plante à la salinité.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué par des boutures de *Paspalum notatum*. Les boutures sont prélevées à partir des rhizomes. Chaque bouture, de 5 cm de longueur, comprend au moins 2 nœuds. La culture est réalisée en pots horticoles de 10 litres de volume sur un substrat composé de 1/2 sables, 1/4 terres végétales et 1/4 de marc de raisin. Le bouturage a été effectué à raison de 20 boutures par pot.

Conditions de culture

L'expérimentation est menée en conditions climatiques naturelles avec une température journalière variant entre 20 et 25 °C. L'irrigation est apportée à l'aide d'une eau chargée en NaCl à différentes concentrations soit: 0, 1, 2, 4, 8, 16 et 37 g.l⁻¹. La dernière concentration est similaire à celle de l'eau de la Méditerranée. Les irrigations sont effectuées à raison de 2 fois par semaine.

Observations réalisées

Caractérisation morphologique et physiologique

Après 5 semaines de culture, les observations ont porté sur le taux d'enracinement des boutures, le nombre, la longueur, la biomasse des racines et la matière fraîche foliaire.

¹Institut Supérieur Agronomique, 4042 Chott Mariem, Tunisie.

²Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef, 7119 Boulifa Kef, Tunisie.

³Institut National Agronomique de Tunisie, 43 avenue Charles Nicoles, 1082 Tunis Mahragène, Tunisie.

*T. Bettaieb: Institut National Agronomique de Tunisie, 43 avenue Charles Nicoles, 1082 Tunis Mahragène, Tunisie Email: tbettaieb@yahoo.fr
Tél: 00216 23 206 614

Reçu le 20.09.07 et accepté pour publication le 11.12.07.

Pour évaluer l'intégrité fonctionnelle du photosystème II (PS II), des mesures de la fluorescence chlorophyllienne ont été faites après la reprise des boutures, sur des feuilles matures et saines, à l'aide d'un système rotatif: Fluorescence Induction Monitor (FIM 1500, Analytical Development Company Limited, ADC). L'analyse des mesures a porté sur la fluorescence initiale (F0), la fluorescence maximale (Fm), la fluorescence variable ($Fv = Fm - F0$). La période d'adaptation à l'obscurité et le niveau de la lumière saturante ont été déterminés avant d'effectuer les mesures. Une série de mesures du rapport Fv/Fm a été réalisée après des durées d'obscurité variables de 5 minutes d'intervalle. Cette période d'adaptation à l'obscurité a été évaluée à 20 min.

Caractérisation biochimique

Extraction de protéines, dosage de l'activité CAT, APX et du peroxyde d'hydrogène

L'extraction et le dosage des protéines totales solubles a été effectué selon la méthode de Bradford (3). L'activité CAT est dosée selon la méthode de Clairbone (4). L'activité APX est dosée selon la méthode de Nakano et Asada (8). L'activité ascorbate peroxydase est exprimée en μmol d'ascorbate $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ de protéines. Le protocole utilisé pour quantifier le peroxyde d'hydrogène dans les tissus végétaux est celui de Warm et Laties (14).

Protocole expérimental

L'essai a été conduit selon un dispositif expérimental en blocs complètement aléatoires avec trois répétitions. Le facteur de variation pour chaque essai correspond aux différentes concentrations en NaCl. Chaque unité expérimentale relative à un traitement dans un bloc a comporté 10 pots.

Résultats et discussion

Effets de NaCl sur l'enracinement

L'irrigation à l'eau chargée en NaCl affecte significativement l'enracinement des boutures de *Paspalum*. Le taux d'enracinement, le nombre moyen et la longueur moyenne des racines diminuent progressivement avec l'augmentation de la concentration en NaCl de l'eau d'irrigation (Tableau 1).

Le taux d'enracinement est de 100% lorsque l'eau contient au maximum 4 g.l^{-1} de NaCl. Le plus faible taux (42%) est enregistré à la dose de 37 g.l^{-1} . Des taux d'enracinement intermédiaires soit 74 et 65% sont obtenus respectivement en présence de 8 et 16 g.l^{-1} .

Le nombre moyen de racines formées par boutures varie d'une façon significative avec la concentration en NaCl de l'eau d'irrigation (Tableau 1). Le nombre de racines le plus élevé (seize) est observé chez le témoin et chez les boutures arrosées avec une eau de 1,2 ou 4 g.l^{-1} de NaCl. A 37 g.l^{-1} , le nombre de racines est limité (5,2 racines/bouture).

Concernant la longueur moyenne des racines, différents types de réactions ont été observés. La longueur la plus élevée (3,31) est obtenue chez le témoin. Pour le traitement à 1,2 et 4 g.l^{-1} de NaCl, la diminution n'est pas significative alors que pour le traitement à 8 g.l^{-1} , la diminution, quoique significative, n'est que de 30%. Les racines les plus courtes ont été obtenues au-delà 8 g.l^{-1} . La différence des longueurs moyennes des racines entre les différents traitements survient comme la résultante de l'effet de sel sur la croissance racinaire.

Les résultats obtenus attestent d'une bonne tolérance de *Paspalum notatum* au stress salin. En effet, une réduction de 50% d'enracinement par rapport au témoin n'est atteinte qu'en présence d'une eau où NaCl dépasse une concentration de 16 g.l^{-1} (Tableau 1). Une régression significative du nombre moyen et de la longueur moyenne des racines n'est observée qu'au-delà de 8 g.l^{-1} de NaCl. Ce même comportement a été signalé par Mallek-Maalej *et al.* (6) lors de l'étude de quelques variétés céréalières où un effet inhibiteur sur la longueur des racines en fonction de la concentration de l'eau d'irrigation en NaCl a été observé.

Effets de NaCl sur la production de matière fraîche

Pour la production de matière fraîche, les boutures enracinées de *Paspalum notatum*, suivant leurs caractéristiques adaptatives au stress salin, ont montré des réponses différentes au niveau l'apport de NaCl (Figure 1). D'une façon générale, le témoin et les plantules irriguées avec une eau chargée de 1, 2

Tableau 1
Effets de Na Cl sur l'enracinement des boutures de *Paspalum notatum*

Na Cl (g.l^{-1})	0	1	2	4	8	16	37
Taux d'enracinement (%)	100	100	100	100	74	65	42
Nombre moyen de racines	16,33 \pm 2,31 ^a	16,23 \pm 2,10 ^a	14,22 \pm 1,31 ^a	14,10 \pm 2 ^a	10,82 \pm 1,10 ^b	7,11 \pm 1,53 ^c	5,22 \pm 1,5 ^d
Longueur moyenne des racines (cm)	3,31 \pm 0,22 ^a	3,15 \pm 0,24 ^{ab}	3,14 \pm 0,2 ^{ab}	2,90 \pm 0,28 ^b	2,45 \pm 0,15 ^c	1,37 \pm 0,17 ^d	1,28 \pm 0,22 ^d

- Les moyennes, avec écarts types, de la même ligne suivie de la même lettre sont statistiquement équivalentes selon le test de la ppds au seuil de 5%.

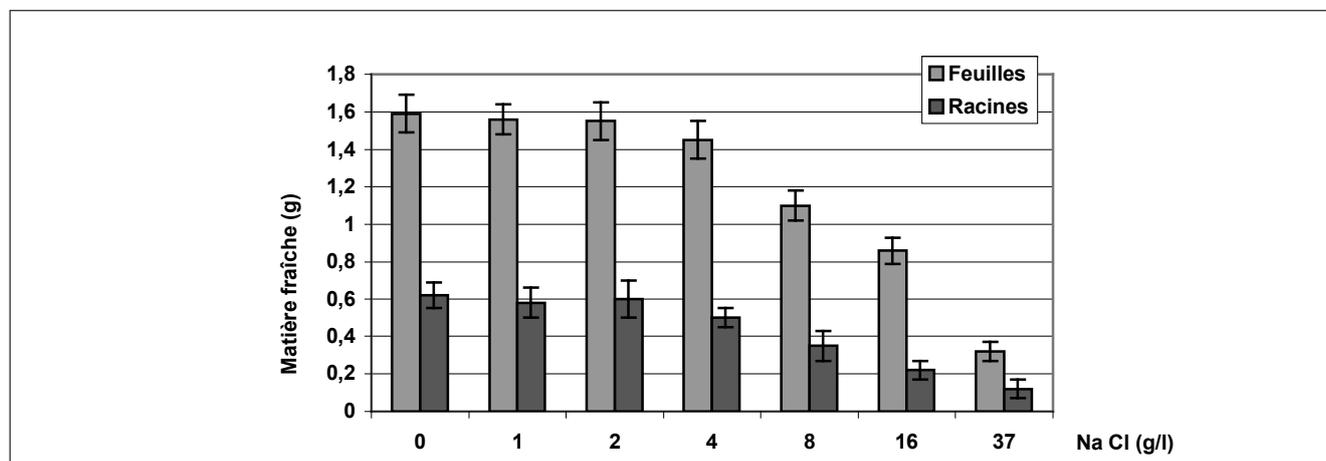


Figure 1: Effets de Na Cl sur la production de matière fraîche chez des boutures enracinées de *Paspalum notatum*.

Tableau 2
Effets de Na Cl sur la fluorescence chlorophyllienne

Na Cl (g.l ⁻¹)	0	1	2	4	8	16	37
F0	305 ± 22 ^a	310 ± 17 ^a	316 ± 19 ^a	334 ± 25 ^a	456 ± 23 ^b	555 ± 18 ^c	562 ± 26 ^c
Fv/Fm	0,82 ± 0,04 ^a	0,78 ± 0,05 ^a	0,79 ± 0,05 ^a	0,80 ± 0,04 ^a	0,73 ± 0,03 ^b	0,61 ± 0,05 ^c	0,63 ± 0,07 ^c

- Les moyennes, avec écarts types, de la même ligne suivie de la même lettre sont statistiquement équivalentes selon le test de la ppps au seuil de 5%.

ou 4 g.l⁻¹ de NaCl ont répondu par une production de matière fraîche très marquée par rapport aux autres traitements; les plantules traitées à 37 g.l⁻¹ NaCl ont montré une très faible production de matière fraîche; les traitements à 8 ou 16 g.l⁻¹, bien qu'avec une production significativement différente, occupent une position intermédiaire.

Dans le même sillage, Warne *et al.* (15) ont montré à cet égard que les signes de stress les plus évidents au niveau de la végétation arrosée par des eaux chargées en sel sont ceux d'une sécheresse physiologique se manifestant par un aspect général rabougri de la plante, par une diminution de la surface foliaire et de la masse racinaire et par un dessèchement partiel de la végétation. Dans la mesure où elle affecte la turgescence cellulaire, cette contrainte se répercute négativement sur la croissance. Le mécanisme de base qui mène au dessèchement des plantes exposées au sel est probablement lié à l'altération de l'activité de certaines enzymes comme la catalase, l'invertase, la superoxyde dismutase... Les enzymes associées aux membranes cellulaires sont plus affectées que les enzymes solubles, ce qui peut mener à des déséquilibres métaboliques. Les membranes cellulaires sont endommagées, ce qui cause une fuite de solutés des cellules. Les lipides des membranes cellulaires sont peroxydés par les radicaux libres qui s'accumulent en conditions de stress (1). Selon Smillie et Nott (11), la présence des sels solubles dans la solution du sol abaisse son potentiel osmotique et induit au niveau de la plante un état de «sécheresse» physiologique qui se traduit par une réduction de l'activité métabolique et une altération des pigments. La salinité diminue le potentiel osmotique de la solution du sol et réduit par conséquent l'absorption de l'eau par les racines; la turgescence cellulaire est abaissée, ce qui entraîne un phénomène de plasmolyse. Mais, certains végétaux sont capables d'ajuster plus ou moins rapidement leur potentiel osmotique à celui du milieu extérieur, de manière à maintenir le gradient de potentiel hydrique entre la plante et le milieu. Les ions chlorure et sodium peuvent être stockés chez les plantes dites inclusives, soit au contraire peu retenus et mobilisés par la sève phloémique jusqu'aux racines chez les plantes dites exclusives.

Effets du sel sur la fluorescence chlorophyllienne

Les mesures de la fluorescence chlorophyllienne montrent des réponses différentes des plantes de *Paspalum notatum* en fonction du niveau de la concentration de l'eau d'irrigation en NaCl (Tableau 2).

Les plantes irriguées par une eau chargée de 16 ou 37 g.l⁻¹ NaCl montrent une F0 plus élevée que celles traitées par une eau moins chargée en sel. Toutefois, les valeurs enregistrées chez le témoin et chez les plantules traitées

de faibles concentrations (1, 2 ou même 4 g.l⁻¹ de NaCl) sont nettement les moins élevées (Tableau 2). En effet, les mesures de la fluorescence chlorophyllienne permettent d'apprécier l'intégrité fonctionnelle du photosystème II (PS II). Sous l'effet du stress, l'état fonctionnel des membranes des thylakoïdes se dégrade, l'altération des processus photosynthétiques se reflète dans les courbes d'induction de la fluorescence de la chlorophylle (2). L'accroissement des valeurs de F0 chez les plantes soumises au stress salin se traduit par une réduction de la faculté de captage des électrons et de transfert d'énergie aux centres réactionnels et un début de dénaturation des accepteurs primaires de la photosynthèse

Le rapport Fv/Fm indicateur de l'efficacité photochimique du photosystème II est significativement différent en fonction des traitements (Tableau 2). Cependant, il demeure relativement stable (0,8) chez le témoin et les traitements à faibles doses de NaCl (1, 2 et 4 g.l⁻¹) mais il diminue brutalement chez les traitements à 16 et 37 g.l⁻¹ NaCl pour atteindre une valeur voisine de 0,6. Une régression moins importante de ce rapport a été observée chez le traitement à 8 g.l⁻¹ NaCl. Ces résultats montrent que les feuilles des plantes arrosées à l'eau chargée en sel sont sensibles au stress salin et présentent une altération de leurs processus photosynthétiques, contrairement aux feuilles des plantes traitées à des doses faibles, qui maintiennent des valeurs de Fv/Fm proches de 0,8. Cette valeur est habituellement rencontrée dans les conditions optimales de croissance en l'absence de toute contrainte environnementale (2). L'intensité de la fluorescence est inversement liée au rendement photochimique. En effet, lorsque l'émission d'électrons est perturbée, la chaîne de transport est détériorée par l'agent stressant comme NaCl, la dissipation d'énergie (chaleur et fluorescence) augmente. Cette relation peut être considérée comme un indicateur intrinsèque précis de la réaction claire de la photosynthèse au niveau du PSII. Selon Boubaqba (2), le rendement quantique des processus photochimiques exprimé par le rapport Fv/Fm montre une étroite relation avec la photosynthèse. Chez les plantes soumises à une contrainte du milieu, les faibles taux de photosynthèse nette sont associés à une fluorescence initiale (F0) élevée et un faible rapport Fv/Fm. L'accroissement des valeurs de F0 est la conséquence d'un faible transfert d'électrons photosynthétiques au complexe protéique QA-QB (plastoquinones) dans les chloroplastes et la proportion d'énergie d'excitation réémise comme fluorescence devient de plus en plus importante avec l'augmentation de l'intensité et de la durée du stress.

Tableau 3
Effets de Na Cl sur les activités catalase (CAT), ascorbate peroxydase (APX) exprimées en (µmol H₂O₂ min⁻¹ mg⁻¹ de protéines) et le contenu en H₂O₂ en (µmol H₂O₂ g⁻¹ de matière fraîche) chez des boutures de *Paspalum notatum*

Na Cl (g.l ⁻¹)	0	1	2	4	8	16	37
Activité CAT (µmol H ₂ O ₂ min ⁻¹ mg ⁻¹ de protéines)	8,50 ± 0,7 ^c	11,15 ± 1 ^e	11,75 ± 1,2 ^e	10,05 ± 0,9 ^d	9,95 ± 0,9 ^c	5,61 ± 1,1 ^b	4,23 ± 0,8 ^a
Activité APX (µmol H ₂ O ₂ min ⁻¹ mg ⁻¹ de protéines)	823 ± 20 ^b	933 ± 24 ^c	1012 ± 30 ^e	995 ± 21 ^{de}	963 ± 19 ^d	237 ± 25 ^a	243 ± 23 ^a
H ₂ O ₂ (µmol H ₂ O ₂ g ⁻¹ de matière fraîche)	450 ± 15 ^a	489 ± 12 ^b	545 ± 20 ^c	548 ± 19 ^c	625 ± 14 ^d	838 ± 15 ^e	975 ± 18 ^f

- Les moyennes, avec écarts types, de la même ligne suivie de la même lettre sont statistiquement équivalentes selon le test de la ppps au seuil de 5%.

Effets de NaCl sur les activités catalase (CAT) et ascorbate peroxydase (APX)

Les résultats de caractérisation biochimique (Tableau 3) montrent des différences significatives dans les activités CAT, APX et le contenu en H₂O₂ entre le témoin et les traités au NaCl. A des doses croissantes de sel, jusqu'à une limite de 8 g.l⁻¹, une augmentation des activités CAT et APX a été mesurée.

Une évolution du contenu en H₂O₂ dans les tissus de la plante a été également observée et associée à l'augmentation de la dose de NaCl appliquée. Au-delà de 8 g.l⁻¹ de NaCl, une diminution des activités CAT et APX ont été mesurées et associées à une augmentation drastique du contenu en H₂O₂. En effet, au passage de la dose 2 à 4 g.l⁻¹ de NaCl, le contenu en H₂O₂ ne montre pas de différences significatives alors qu'entre 4 et 8 g.l⁻¹ une augmentation significative du contenu de ce substrat a été mesurée. L'ensemble de nos résultats et ceux d'autres travaux nous permettent d'attribuer un rôle à la CAT, à l'APX et au H₂O₂ dans les réactions de défenses aux stress environnementaux, en particulier la salinité. En effet, les travaux de Matsumura *et al.* (7), qui convergent avec nos résultats, observent chez le tabac une augmentation de l'activité CAT sous conditions de basses températures. Sairam et Srivastava (10) indiquent une augmentation du contenu en H₂O₂ et de l'activité CAT sous conditions de stress hydrique chez le blé. Fedina *et al.* (5) mesurent une forte augmentation du contenu en H₂O₂ chez des plantes d'orge cultivées sous conditions de stress salin. Chez la pomme de terre, Benavides *et al.*

(1) observent une augmentation du contenu en glutathion, forme réduite (GSH), chez des clones tolérant la salinité par rapport à d'autres sensibles. Il est à rappeler que le peroxyde d'hydrogène et les CAT interviennent dans le cycle du glutathion.

De l'ensemble de nos résultats et ceux d'autres travaux, on peut déduire et suggérer que l'amélioration de la tolérance aux contraintes abiotiques chez les plantes est attribuée à l'augmentation de leur capacité de détoxification des FAOx. En effet, le peroxyde d'hydrogène est indiqué comme molécule signal impliquée dans la régulation de l'expression de différents gènes. Radhika *et al.* (9) ont identifié 113 et 62 gènes qui sont respectivement induits ou réprimés en réponse au traitement de H₂O₂ chez *Arabidopsis*.

Conclusion

Il ressort des résultats rapportés que l'espèce *Paspalum notatum* est une espèce très tolérante à la salinité. Les signes de stress observés au niveau de la capacité des boutures de *Paspalum notatum* à émettre des racines et au niveau de la performance photosynthétique n'apparaissent que lorsque les boutures sont irriguées par une eau chargée se situant aux au-delà de 8 g.l⁻¹ de NaCl. Cependant, les activités métaboliques, malgré une régression remarquable, persistent même en présence de fortes doses de sel (16 et 37 g/l de NaCl).

Les activités CAT et APX augmentent jusqu'à une limite de 8 g.l⁻¹ de NaCl. Le contenu en H₂O₂ évolue avec l'augmentation de la dose de NaCl appliquée.

Références bibliographiques

- Benavides P.M., Marconi L.P., Gallego M.S., Comba E.M. & Tomaro L.M., 2000, Relationship between antioxidant defence systems and salt tolerance in *Solanum tuberosum*. *Aust. J. Plant Physiol.* 27, 273-278.
- Bounaqba S., 1998, Analyse des déterminants de la tolérance à NaCl chez le blé tendre, le triticale et l'orge. Utilisation de la fluorescence chlorophyllienne dans le diagnostic de l'état fonctionnel du photosystème II. Doctorat de Biologie, Faculté des Sciences de Tunis, Univ. Tunis II.
- Bradford M.M., 1976, A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Clairebone A., 1985, Catalase activity. In: Greenwald R.A. (ed) Handbook of methods for oxygen radical research, pp. 283-284. CRC Press, Boca Raton.
- Fedina I., Georgieva K., Velitchkova M. & Grigorova I., 2006, Effect of pre-treatment of barley seedlings with different salts on the level of UV-B induced and UV-B absorbing compounds. *Environ. Exp. Bot.* 56, 225-230.
- Mallek-Maalej E., Boulasnem F. & Ben Salem M., 1998, Effet de la salinité sur la germination de graines de céréales cultivées en Tunisie. *Cahiers Agricultures*, 2, 153-156.
- Matsumura T., Tabayashi N., Kamagata Y., Souma C. & Saruyama H., 2002, Wheat catalase expressed in transgenic rice can improve tolerance against low temperature stress. *Physiologia Plantarum*, 116, 317-327.
- Nakano Y. & Asada K., 1981, Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell. Physiology*, 22, 867-880.
- Radhika D.S., Mackerness A.-H.-S., John T.H. & Steven J.N., 2001, Regulation of the *Arabidopsis* transcriptome by oxidative stress. *Plant Physiol.* 127, 159-172.
- Sairam R.K. & Srivastava G.C., 2001, Water stress of wheat (*Triticum aestivum* L.): variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. *J. Agronomy & Crop Science*, 186, 63-70.
- Smillie R.M. & Nott R., 1982, Salt tolerance in crop plants monitored by chlorophyll fluorescence *in vitro*. *Plant Physiol.* 72, 1043-1050.
- Scandalios J.G., 2002, The rise of ROS. *Trends in biochemical Sci.* 27, 483-486.
- Speer M. & Kaiser W.M., 1991, Ion relations of symplastic and apoplastic space in leaves from *Spinacia oleracea* L. and *Pisum sativum* L. under salinity. *Plant Physiol.* 97, 990-997.
- Warm E. & Laties G., 1982, Quantification of hydrogen peroxide in plant extracts by chemiluminescence reaction with luminol. *Phytochemistry*, 21, 4, 827-831.
- Warne P., Guy R.D., Rollins L. & Reid D.M., 1990, The effect of sodium sulphate and sodium chloride on growth, morphology, photosynthesis and water use efficiency of *Chenopodium rubrum*. *Can. J. Bot.* 68, 999-1006.
- Watson V.H. & Burton B.L., 1985, Bahia grass, carpet grass and dallies grass. Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State University Press, Ames, IA. 225-270.

Nouha Doudech, Tunisienne, Ingénieur, Doctorante à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie.

M. Mahmoud, Tunisien, Titulaire d'un Doctorat en Sciences Agronomiques de la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique. Maître assistant à l'Ecole Supérieure d'agriculture du Kef, Tunisie.

T. Bettaieb, Tunisien, Titulaire d'un Doctorat en Sciences Agronomiques de l'Institut National Agronomique de Tunisie. Maître de conférences à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie.

M. Denden, Tunisien, Titulaire d'un Doctorat en Sciences Agronomiques et Biologiques appliquées de Gand, Belgique. Maître de conférences à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie.

Pauvreté chronique et pauvreté transitoire sur le plateau Adja au Bénin: caractéristiques et influence sur la mise en œuvre des pratiques agricoles de conservation des terres

N.E. Hougbo^{1*}, B. Sinsin², Anne Floquet³

Keywords: Chronic poverty- Transient poverty- Land Conservation- Benin

Résumé

Le plateau Adja est l'une des principales zones de production agricole du sud du Bénin avec plus de 90% de sa population dans l'agriculture. Malheureusement, cette zone de très forte pression foncière souffre, contrairement à la théorie de Boserup (3), de la persistance de l'agriculture minière et de la dégradation prononcée de l'environnement culturel. Cette étude a pour objectif d'analyser la dynamique de pauvreté sur tout le plateau Adja, aux fins de caractériser les formes de pauvreté dont la prise en compte s'avère nécessaire pour la promotion de l'agriculture durable dans la zone. A partir d'un échantillon de 122 ménages les données collectées portent essentiellement sur les caractéristiques des ménages, leur exploitation agricole, leur dotation en actifs et leurs états de bien-être en 2000 et en 2007 appréciés par les dépenses de consommation par équivalent-adulte comme indicateur. Les analyses de données ont permis d'identifier les traits qui distinguent les ménages pauvres chroniques des ménages pauvres transitoires sur le plateau Adja. Le niveau d'instruction, le nombre de champs, le capital naturel et le capital physique possédés sont les facteurs discriminants importants des deux catégories de pauvres. Sur la période de 2000 à 2007, la pauvreté transitoire domine la pauvreté chronique avec 36,9% des ménages contre 28,7%. La pauvreté chronique se traduit par un déficit persistant en actifs naturels et physiques. Selon le genre, les ménages dirigés par les femmes souffrent largement plus de la pauvreté chronique (47,1%) que les ménages dirigés par les hommes (25,7%). En ce qui concerne les pratiques agricoles, les pauvres chroniques mettent moins en œuvre les pratiques agricoles de conservation des terres que les pauvres transitoires.

Summary

Chronic Poverty and Transient Poverty in the Adja plateau in Benin: Characteristics and Influence on the Practice of Land Conservation Agricultural Techniques

Adja plateau is one of the main agricultural production zones of the southern Benin, with more than 90% of its population in agriculture. Unfortunately, this zone of higher land pressure is suffering, at the opposite of the theory of Boserup (3) from the persistence of degrading agriculture and environmental degradation. This study is focused on the analysis of the poverty dynamics in all the Adja plateau, in order to characterise the forms of poverty that are important to be taken into account for sustainable agriculture promotion in the zone. The sample used was composed of 122 households for data collection about households' characteristics, their farm size, their assets and their welfare levels in 2000 and in 2007 appreciated by the consumption expenses per adult-equivalent as indicator. Data allowed identifying discriminating factors of chronic poor versus transient poor in the Adja plateau. The education level, number of farms, natural assets, and physical assets were the main discriminating factors of the two forms of poor. Over the period of 2000 to 2007, the transient poverty amount was higher (36.9%) than that of the chronic poverty (28.7%). A low level of natural and physical assets characterized the chronic poverty. On considering the gender analysis, it's revealed that the households headed by women suffered more from chronic poverty (47.1%) than those headed by men (25.7%). As far as agricultural practices are concerned, it's revealed that the chronic poor practice less the land conservation agricultural practices than the transient ones.

Introduction

Le plateau Adja est l'une des principales zones de production agricole du sud du Bénin et dont la caractéristique propre est la concentration de plus de 90% de la population dans l'agriculture (5). D'une superficie de 944 km², le plateau Adja, situé dans le département du Couffo au sud-ouest du Bénin est aussi caractérisé par une forte pression foncière et une dégradation prononcée de l'environnement culturel.

En effet, malgré cette pression foncière, la pratique agricole des paysans du plateau Adja demeure essentiellement extractive; une agriculture sans souci de reconstitution du potentiel de fertilité des sols, c'est-à-dire une agriculture minière. Cet état de choses est contraire à la théorie de Boserup (3) qui stipule que la densité de la population est un facteur positif pour l'accroissement de la production agricole. En d'autres termes, la pression démographique que connaît cette zone devrait favoriser l'intensification du système de production, l'augmentation de la productivité de la terre et, *in fine*, le changement technique vers des pratiques agricoles de conservation et d'amélioration des rendements. Ce qui n'est pas le cas. A cet effet, Hougbo (5), révélait que plus le producteur dans cette zone est pauvre, moins il met en œuvre les pratiques agricoles de conservation des terres (PAC) telles que la jachère naturelle et les technologies de jachère améliorée à base de *Mucuna pruriens* et d'*Acacia auriculiformis*.

La présente étude a pour objectif d'analyser les traits

caractéristiques des formes de pauvreté et de comparer les niveaux de mise en œuvre des pratiques agricoles de conservation des terres par celles-ci. L'hypothèse de base est que les niveaux de mise en œuvre des pratiques agricoles de conservation par les ménages pauvres diffèrent selon que ceux-ci sont des pauvres de long terme (pauvres chroniques) ou des pauvres de court terme (pauvres transitoires).

Matériel et méthodes

Constitution de l'échantillon d'enquête

L'analyse des formes de pauvreté exige l'utilisation de données longitudinales collectées sur un même échantillon de ménages sur au moins deux années, de préférence non consécutives (2). A cet effet, Hulme *et al.* (6) proposent qu'une période de cinq ans serait raisonnable. Ces considérations nous ont obligé à nous référer aux données brutes des questionnaires d'enquête remplis lors de l'Etude sur les Conditions de Vie en milieu Rural réalisée en 1999-2000 (ECVR2) par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) du Bénin. Le recensement des questionnaires de l'ECVR 2 nous a permis de repérer et de retenir les ménages à enquêter à nouveau en cette année 2007 pour l'obtention des données longitudinales nécessaires à l'analyse de la dynamique de pauvreté. Ainsi, 122 ménages répartis dans douze villages ont été enquêtés à travers les six

¹ *Université d'Abomey-Calavi (UAC), 05 BP 774, Cotonou, République du Bénin, tél. (229) 95246102 / 90943976, E-mail: enomh2@yahoo.fr

^{2,3} Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, République du Bénin.

Reçu le 03.12.07 et accepté pour publication le 07.01.08.

Communes que couvre le plateau Adja: Aplahoué, Djakotomè, Dogbo, Klouékanmè, Lalo et Toviklin.

Variables mesurées

L'indicateur de bien-être utilisé est la dépense de consommation par équivalent-adulte. Dans les dépenses de consommation, nous avons inclus les dépenses alimentaires, les dépenses non alimentaires, l'autoconsommation et les transferts effectués. L'échelle d'équivalence utilisée est celle utilisée par Bazika *et al.* (1) dans le cadre de l'étude de l'impact des politiques publiques sur la pauvreté au Congo, un pays africain comme le Bénin. La formule d'équivalence utilisée pour déterminer le nombre d'équivalent-adulte à la consommation est: $n_{EO} = (n_a + \alpha \cdot n_e)^\beta$, avec n_a le nombre d'adultes dans le ménage (y compris le chef de ménage), n_e le nombre d'enfants dans le ménage, α le paramètre qui permet de différencier le coût d'un enfant de celui d'un adulte et β le paramètre de prise en compte des économies d'échelle dans le ménage (7). Bazika *et al.* (1) ont estimé les paramètres α et β respectivement à 0,66 et 0,7; ces mêmes paramètres ont été utilisés dans cette étude.

En plus des données caractéristiques des ménages, telles que l'âge du chef de ménage, le sexe du chef de ménage, le nombre d'activités exercées, le niveau d'instruction du chef de ménage, la taille et la composition du ménage, collectées sur chacun des ménages, deux variables importantes ont été mesurées. Il s'agit des dépenses de consommation par équivalent-adulte (y) de 2000 et de 2007.

Aussi, afin d'éliminer les effets des changements de prix généraux entre 2000 et 2007 et d'utiliser un seuil de pauvreté unique Z, en l'occurrence celui de 2000 qui a été estimé à 85.162/ équivalent-adulte et par an lors de l'ECVR 2 pour le Département du Couffo (8), nous avons dû convertir les dépenses de consommation de 2007 en francs CFA constants de 2000. Le déflateur utilisé est le ratio de l'indice des prix à la consommation (IPC) qui est de $114,3/136,5 = 0,8374$.

Pour l'appréciation des formes de pauvreté, il a été utilisé en plus des dépenses de consommation de 2000 et de 2007, l'indicateur de bien-être permanent qu'est la moyenne temporelle des dépenses réelles par équivalent-adulte sur la période E(y).

Les trois pratiques agricoles de conservation des terres considérées sont la jachère naturelle, les plantations et les technologies de jachère améliorée (*Mucuna pruriens*, *Acacia auriculiformis*, *Gliricidia sepium*, etc.). L'appréciation du niveau de mise en œuvre des PAC a été faite au moyen du ratio (IAC) de la superficie totale de terres sous PAC (SAC) par rapport à la superficie totale de terres occupées par le ménage (SD),

$$\text{soit } IAC = \frac{SAC}{SD} \text{ et } 0 \leq IAC \leq 1.$$

Analyse des données

Des analyses ont été effectuées à l'aide de statistiques simples telles que la moyenne, l'écart-type et l'erreur standard d'un certain nombre de variables ciblées.

La statistique t de Student a été calculée pour apprécier le niveau de signification des différences de valeurs calculées pour les pauvres chroniques et pour les pauvres transitoires. L'analyse est faite au niveau global du plateau Adja, puis par Commune et selon le genre.

Résultats et discussion

Aspect général des formes de pauvreté sur le plateau Adja

L'analyse des données révèle que la pauvreté sur le plateau Adja est un phénomène à dominance transitoire. En effet, sur l'échantillon étudié; 36,9% des ménages se sont révélés des pauvres transitoires; contre 28,7% de pauvres chroniques et 34,4% de non pauvres. Le nombre de pauvres transitoires dépasse celui des pauvres chroniques de plus de 8%, comme le montre la figure 1.

La proportion des ménages qui sont restés pauvres sur les sept années est donc inférieure à celle des ménages restés non pauvres ($28,7\% < 34,4\%$). Ce qui renforce le constat du

caractère plus transitoire de la pauvreté sur le plateau Adja. Néanmoins, on remarque que la pauvreté chronique n'est pas négligeable du fait qu'elle représente plus de 25% de l'échantillon. Ceci est d'autant plus important qu'il s'agit de la catégorie de pauvres qui vivent une pauvreté de longue durée et éprouvent de sérieuses difficultés à en sortir (6).

En vue d'une caractérisation plus approfondie, l'analyse globale des caractéristiques des ménages montre qu'il existe à tous les niveaux une différence entre les ménages pauvres chroniques et les ménages pauvres transitoires, que ce soit au niveau des caractéristiques sociodémographiques, des caractéristiques des exploitations, qu'au niveau de la dotation en actifs et capacités des ménages. Cependant, il est frappant de remarquer que la différence est plus prononcée au niveau de la dotation en actifs et capacités des ménages qu'au niveau des autres caractéristiques. Deux tiers (soit 67%) des variables ciblées pour apprécier cette dotation se sont révélées statistiquement significatives en termes de différence de moyenne entre les pauvres chroniques et les pauvres transitoires. Pour ce qui concerne les caractéristiques sociodémographiques et les caractéristiques des exploitations, seulement une variable sur six, soit 17%, s'est révélée statistiquement significative. Le tableau 1 présente par groupe de variables celles qui sont révélées significatives.

Les chefs des ménages pauvres chroniques sont d'un niveau d'instruction plus bas que ceux des ménages pauvres transitoires. Ce qui fait dire que plus le niveau d'instruction du chef de ménage est élevé, moins le ménage est exposé à la pauvreté chronique. En fait, le niveau d'instruction influence la capacité d'adaptation, d'ouverture et d'innovation du chef de ménage; ce qui est susceptible d'influer positivement sur la capacité de gestion et le bien-être du ménage.

Il se dégage que les ménages pauvres chroniques ont moins de champs que les ménages pauvres transitoires. Cette situation est certainement liée au fait que la pression foncière ne permet plus aux ménages de disposer de suffisamment de terres en un bloc pour mener leurs activités agricoles. Le nombre de champs est dans ces conditions le moyen le plus pertinent pour accroître la superficie occupée par le ménage en vue de l'amélioration de son bien-être. Cette assertion se trouve aussi confirmée si l'on se réfère à la moyenne du nombre de champs détenus par les ménages restés non pauvres. Cette valeur qui s'est établie à 2,667 est évidemment supérieure à celles des pauvres chroniques ou non.

En ce qui concerne le niveau de dotation en actifs, les ménages pauvres chroniques se retrouvent aussi plus démunis que les ménages pauvres transitoires. Les pauvres chroniques ont une moyenne d'actifs physiques et d'actifs naturels inférieure à celle des pauvres transitoires. Le manque prolongé d'actifs naturels (terres, plantations, ...) et d'actifs physiques (bâtiments, équipements, motos, meubles, ...) sont donc caractéristiques des ménages pauvres chroniques. Ce constat est bien compatible avec les conclusions de Clément (4) qui déduisait que la pauvreté chronique est associée à un déficit d'actifs, déficit qui empêche les pauvres de long terme de profiter pleinement des opportunités liées à un contexte économique favorable. En définitive, le caractère chronique ou non de l'état de pauvreté d'un ménage est bien influencé par le niveau de ressources que la société lui permet d'atteindre et par sa capacité à saisir les opportunités économiques pour son développement.

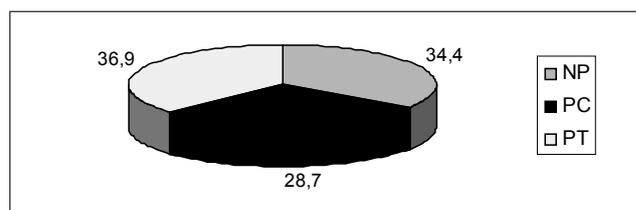


Figure 1: Proportion (%) de pauvres transitoires, de pauvres chroniques et de non pauvres entre 2000 et 2007 sur le plateau Adja (n=122).

Tableau 1
Caractéristiques comparées des pauvres chroniques et des pauvres transitoires

	Pauvres chroniques	Pauvres transitoires	Statistique t de Student
	Moyenne de la variable		
<i>Caractéristiques sociodémographiques du ménage</i>			
Niveau d'instruction du chef de ménage	0,143 ± 0,060	0,333 ± 0,090	-1,75*
<i>Caractéristiques de l'exploitation du ménage</i>			
Nombre de champs du ménage	2,000 ± 0,169	2,467 ± 0,167	-1,93*
<i>Dotation en actifs et capacités du ménage</i>			
Moyenne d'actif naturel entre les deux périodes	1.459.171,43 ± 375.972,98	1.790.416,67 ± 259.907,62	-1,78*
Moyenne d'actif physique entre les deux périodes	77.557,86 ± 19.170,45	349.270,00 ± 108.394,85	-2,80***

Source: Nos enquêtes, 2007. * significatif au seuil de 10% *** significatif au seuil de 1%

Tableau 2
Caractéristiques distinctives des ménages pauvres par Commune

Communes	Caractéristiques du ménage	Caractéristiques du ménage de l'exploitation	Dotation en actifs et capacités du ménage	
	Niveau d'instruction ¹	Nombre de champs	Actif/capital naturel (FCFA)	Actif/capital physique (FCFA)
Lalo	0,478	2,261	1.679.771,74	618.284,783
Toviklin	0,071	2,357	2.664.107,14	356.753,571
Klouékanmè	0,286	2,857	2.139.702,38	153.266,667
Djakotomè	0,375	2,333	1.161.302,08	118.845,833
Aplahoué	0,353	2,706	3.207.647,06	149.360,294
Dogbo	0,217	2,000	1.065.913,04	98.696,739
Plateau Adja	0,311	2,402	1.867.075,82	246.681,557

Source: Nos enquêtes, 2007.

¹Dans la codification, analphabète=0, primaire=1, secondaire=2 et supérieur=3

Analyse par Commune

L'analyse des formes de pauvreté révèle une certaine disparité entre les Communes du plateau Adja. Il est notoire que la tendance de dominance de la pauvreté transitoire sur la pauvreté chronique est confirmée dans quatre Communes sur les six. Il s'agit des Communes d'Aplahoué, de Djakotomè, de Klouékanmè et de Lalo. Par contre, la pauvreté chronique domine très largement la pauvreté transitoire à Dogbo. La pauvreté chronique y est plus élevée que dans n'importe quelle autre Commune du plateau Adja (69,6%). La Commune de Toviklin aussi connaît un niveau élevé de pauvreté chronique qui coïncide avec celui de la pauvreté transitoire; 42,9%. La Commune de Toviklin suit ainsi celle de Dogbo, en termes de prépondérance de la pauvreté chronique.

En considérant donc le niveau de bien-être permanent des ménages sur la période considérée, il se trouve aussi que c'est la Commune de Dogbo qui vient en tête en termes de double pauvreté (pauvreté chronique et pauvreté transitoire réunies) avec 87%, suivie de Toviklin avec 85,7%. La Commune la moins touchée est celle de Klouékanmè avec 33,3%. Elle est suivie de la Commune d'Aplahoué avec 52,9%.

Le tableau 2 révèle les caractéristiques des ménages par commune. Seules les variables déclarées préalablement significatives statistiquement sont présentées pour distinguer les pauvres chroniques des pauvres transitoires.

Les données de ce tableau placent la Commune de Lalo en tête en termes de niveau d'instruction du chef de ménage, comme en termes d'actifs physiques. Elle est suivie de la Commune de Djakotomè pour ce qui concerne le niveau d'instruction, alors que c'est la Commune de Toviklin qui vient après elle pour ce qui concerne les actifs physiques. A l'opposé, la Commune de Dogbo est la dernière avec le plus faible nombre de champs

par ménage et le plus bas niveau d'actifs, que ce soit les actifs naturels ou les actifs physiques. Dogbo détient aussi le plus bas niveau d'instruction du chef de ménage après la Commune de Toviklin qui est la dernière sur ce plan. Cette situation justifie bien pourquoi la Commune de Dogbo est celle qui regorge du plus fort taux de pauvreté chronique. La Commune d'Aplahoué a la dotation en actifs naturels la plus élevée pendant que la Commune de Klouékanmè a le nombre de champs par ménage le plus élevé. La Commune d'Aplahoué est suivie de celle de Toviklin et de Klouékanmè où les ménages sont aussi bien dotés en actifs naturels. Par ailleurs, on note qu'il y a une certaine relation entre le niveau de dotation en actifs naturels et le nombre de champs, car après Klouékanmè, les nombres moyens de champs par ménage les plus élevés sont encore observés à Aplahoué et Toviklin. Ce qui confirme le constat de la forte pression foncière sur le plateau Adja. La superficie de terre détenue s'accroît essentiellement par l'augmentation du nombre de champs.

Analyse selon le sexe du chef de ménage

L'analyse des formes de pauvreté selon le sexe du chef de ménage montre que la pauvreté chronique est plus le fait des ménages dirigés par les femmes que celui des ménages dirigés par les hommes. Les figures 2 et 3 montrent bien que les ménages dirigés par les femmes sont plus touchés par la pauvreté chronique que ceux dirigés par les hommes. Cette tendance est aussi confirmée si nous considérons la pauvreté totale à travers le temps au sein des deux catégories de ménages. Celle-ci est de 70,6% pour les femmes contre 64,8% pour les hommes. Cette situation est fortement reliée aux pesanteurs socioculturelles qui pèsent sur la femme chef de ménage sur le plateau Adja. A ce sujet, il faut reconnaître



Figure 2: Proportion (%) des formes de pauvreté au sein des ménages dirigés par les femmes (n=17).

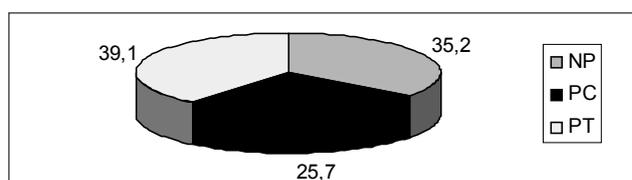


Figure 3: Proportion (%) des formes de pauvreté au sein des ménages dirigés par les hommes (n=105).

Tableau 3
Caractéristiques des ménages pauvres selon le genre

	Caractéristiques du ménage		Caractéristiques de l'exploitation du ménage		Dotation en actifs et capacités du ménage	
	Niveau d'instruction		Nombre de champs		Actif/capital naturel (FCFA)	Actif/capital physique (FCFA)
Homme	0,3429		2,5143		2.077.947,62	279.967
Femme	0,1176		1,7059		564.632,35	41.710
Plateau Adja	0,311		2,402		1.867.075,82	246.681,557

Source: Nos enquêtes, 2007.

que les normes sociales en matière d'héritage de terres (actifs naturels) est très en défaveur des femmes, même celles laissées par son mari défunt.

Pour ce qui concerne les caractéristiques des ménages (Tableau 3), il se dégage que le niveau d'instruction moyen des chefs de ménage femmes est plus bas que celui des hommes; soit 0,23 contre 0,32. Cette tendance est confirmée si l'on s'intéresse aux caractéristiques des exploitations. Ici, il s'observe que les ménages dirigés par les femmes disposent en moyenne de 1,823 champs (soit moins de deux champs) contre 2,495 champs (soit plus de 2 champs) pour les ménages dirigés par les hommes.

En termes d'accumulation de capitaux, il est frappant de constater que les hommes ont accumulé environ 3,72 fois plus d'actifs naturels et 6,75 fois plus d'actifs physiques que ceux dirigés par les femmes. Les femmes manquent donc cruellement d'actifs pour assurer la sortie de la pauvreté de leur ménage. Ceci s'explique entre autres par le fait que l'héritage de terres, de plantations et même des équipements et réalisations du mari défunt, dont la femme hérite le ménage, est rare ou tout au moins ces biens ne lui sont pas entièrement restitués.

Mise en œuvre des pratiques agricoles de conservation

Le niveau de mise en œuvre des pratiques agricoles de conservation des terres, appréciée au moyen de l'IAC donne $0,367 \pm 0,052$ pour les ménages pauvres chroniques, contre $0,501 \pm 0,052$ pour les ménages pauvres transitoires.

La comparaison de la moyenne de l'IAC des deux catégories de pauvres ne révèle pas une différence statistiquement significative au seuil de 10% entre les ménages pauvres chroniques et les ménages pauvres transitoires (Statistique t de Student = -1,54). Cependant, cette différence est bien significative au seuil de 15%; ce que nous acceptons de considérer au regard de nos observations participantes sur le terrain et des focus groups organisés dans la zone. Ainsi, nous pouvons conclure que les ménages pauvres chroniques conservent moins leurs terres que les ménages pauvres transitoires. L'incidence globale donne pour notre échantillon $1,324 \times 35 = 46,34$ ha de terres sous PAC pour les ménages pauvres chroniques contre $1,572 \times 45 = 70,74$ ha de terres sous PAC pour les ménages pauvres transitoires. Dotés d'un niveau

d'instruction plus bas et manquant cruellement d'actifs, actifs naturels notamment, les pauvres chroniques sont donc plus contraints de persister dans la dégradation continue de leur espace culturel que les pauvres transitoires qui trouvent de temps à autre des occasions d'y échapper. Ces derniers sont plus prédisposés à appartenir à des réseaux d'information et d'entraide en matière de pratiques agricoles de conservation des terres que les pauvres chroniques.

Conclusion

La forme de pauvreté qui domine sur le plateau Adja est la pauvreté transitoire. Toutefois, la pauvreté chronique existe et n'est pas négligeable. Comparativement aux pauvres transitoires, les ménages pauvres chroniques manquent d'actifs naturels et physiques, disposent de moins de champs et ont un chef de ménage ayant un niveau d'instruction plus bas. Les pauvres chroniques mettent moins en œuvre les pratiques agricoles de conservation des terres que les pauvres transitoires.

Selon le genre, les ménages dirigés par les femmes sont plus frappés par la pauvreté chronique que ceux dirigés par les hommes. La plupart des facteurs caractéristiques sont ainsi en défaveur des ménages dirigés par les femmes; ce qui pose le problème d'une analyse plus approfondie des conditions de la femme en général et de la femme chef de ménage en particulier sur le plateau Adja.

Remerciements

Cette étude a été possible grâce à l'appui hautement utile de Messieurs Y. Ajavon, G. Madja et T. Hougbedji du Service de la Statistique du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) que nous remercions vivement. Sans leur concours qui nous a permis d'accéder aux questionnaires d'enquête de l'ECVR 2 réalisée en 1999-2000, nous ne serions pas en mesure d'analyser la dynamique de la pauvreté sur laquelle a été fondé ce travail. Nos remerciements vont également à l'endroit de Messieurs S. Dansou, L. Kinnouézan et D. Médédji de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) qui nous ont fourni les indices de prix à la consommation et autres documents utiles pour l'analyse de la pauvreté.

Références bibliographiques

- Bazika B.J.C., Makosso B., Dzaka-Kikouta T. & Yila J., 2005, La pauvreté en République du Congo et l'impact des politiques publiques, Rapport final révisé, CERAPE, Brazzaville, Congo, 86 p.
- Ben Hadj Kacem R., 2002, Analyse de la dynamique de la pauvreté. Cas de la Tunisie, Sousse-Tunisie: ISFFS, 12 p.
- Boserup E., 1970, Evolution agraire et pression démographique. Paris: Flammarion, 222 p.
- Clément M., 2003, Dynamiques et persistance de la pauvreté en Russie. Document de travail n° 89, Bordeaux, France: Centre d'Economie du Développement, Université Montesquieu-Bordeaux IV, 39 p.
- Houngbo N.E., 2005, Pauvreté et adoption des technologies de conservation des espaces cultivés: cas du Mucuna et de l'Acacia dans le village Godohou (Plateau Adja). Mém. de DEA en Gestion de l'environnement, Abomey-Calavi, Bénin: EDP/FLASH/UAC, 78 p.
- Hulme D., Moore K. & Shepherd A., 2001, Chronic poverty: meaning and analytical frameworks. CPRC Working Paper 2, Royaume-Uni.
- Madkissi P., Therrien Y. & Wodon Q., 2003, L'impact des transferts publics et des taxes sur la pauvreté au Canada et aux Etats-Unis. Cahier de recherche, Université de Sherbrooke, Québec, Canada, Département d'Economie.
- MAEP, 2001, Etude sur les Conditions de Vie des Ménages Ruraux (ECVR 2). Edition 1999-2000. Profil de pauvreté rurale et caractéristiques socio-économiques des ménages ruraux du Département du Couffo. Cotonou, Bénin: MAEP, 47 p.

N.E. Houngbo, Béninois, Ingénieur Agroéconomiste, DEA en Gestion de l'Environnement, Etudiant doctorant en Gestion de l'environnement, Ecole Doctorale Pluridisciplinaires (EDP) de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, République du Bénin.

B. Sinsin, Béninois, Professeur titulaire, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, République du Bénin.

Anne Floquet, Française, Titulaire d'un doctorat en Sciences Agronomiques. Professeur, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, République du Bénin.

LES ACTIONS DE LA DGCD

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS

DGDC'S ACTIVITIES

LAS ACTIVIDADES DEL DGCD

Belgian Reference Centre for the Expertise on Central Africa (E-CA-CRE-AC)**Conference: Congo – State, Peace, Economy and Well-being, 21-22 February 2008**

Within its aim to encourage and promote the access, the mobilisation, the increase and the propagation of knowledge about central Africa, the Belgian Reference Centre for the Expertise on Central Africa, abbreviated E-CA-CRE-AC, organised a two-day international conference on Congo: State, Peace, Economy and Well-being. Some 380 representatives from the academic and scientific world, from national and international non-governmental organisations, from the private sector, and government representatives from both DR Congo and Belgium assembled on the 21-22 February 2008 to discuss the challenges of the reconstruction of the DRC. The key theme was the impact of the international community's interventions on the economic, political and social domains in the DRC. Other themes were the reorganisation of the state structures, with the economic and administrative decentralisation, the consolidation of the peace process in the post-election area, the elaboration of the economic sector and the well-being of the Congolese people regarding health and education.

The objectives of the conference were threefold:

- To identify the priorities of the rehabilitation of the Congolese State;
- To identify the different parties with expertise regarding DRC and which could be mobilised for its development;
- To establish an overview of political, economic, social and security priorities for DRC.

The opening session was led by the Belgian Minister of Development Cooperation, Mr. **Charles Michel**, Mr. **Jean-Pierre Mutamba**, Congolese Ambassador to Belgium and Mr. **Olivier Kamitatu**, the Congolese minister of Planning. They all stressed the importance of this conference. Now that the DR Congo has reached another milestone in its existence, it is crucial to learn from mistakes in the past in order to set out achievable and realistic objectives for the future.

During the first session, Mr. **Roland Pourtier** of the Sorbonne University (Paris) and Mr. **Gauthier de Villers**, former director of the Modern history section within the Royal Museum of Central Africa (RMCA), summarized the challenges of the state and infrastructures in the post-election DRC and the role of the international community during the transition period, respectively. **Pourtier** highlighted the fact that the country had to be rebuilt around its unique river system that offers transport and interconnects cities and towns. **de Villers** on his side called upon the political elites to show their know how and to meet the high expectations from the Congolese population.

Reverend **Appolinaire Malumalu**, former president of the Independent Electoral Commission, opened the second session, on the peace process in the RD Congo. He explained, the important role of the independent electoral commissions played during the transition process and in the organisation of the elections. Mr. **Aldo Ajello**, former EU special envoy for the Great Lakes, provided an overview of the role of the international organisations in the Congolese transition process.

The well-being of the Congolese population was the subject of discussion during the third session. Mr. **André Lye Yoka**, consultant with UNESCO-DRC, began by stating that a many survey measuring poverty in Congo is tendentious and undeniably negative. But they remain a useful source of information on the life conditions of the Congolese, and the gave a few examples of surveys that have been conducted recently. Mr. **Pambu Kita-Phambu**, research fellow at the Université Libre de Bruxelles (ULB), introduced the Congolese diaspora in Belgium by stating that it represents a large group of first or second generation Congolese which are highly educated and whose contribution to the development of the home country may not be underestimated

During the fourth and last session, the economy was cast into the spotlight. Mr. **Albert Yuma Mulimbi**, President of the Fédération des Entreprises Congolaises (FEC) emphasized the fact that a good functioning economy and the private sector in particular are crucial for a wealthy country. The FEC plays an important role in this challenge as an important actor both in the private sector and the economic sector. Mr. **Eric Tollens**, professor at the Katholieke Universiteit Leuven (KUL), presented the agricultural sector as the key to economic development. An estimated 80% of the population is employed in this sector, whereas it only receives 1.8% of the national budget a year and only 10% of its surface is brought under cultivation. Mr. **Arnaud Zacharie**, political secretary of the Centre National de Coopération au Développement (CNCDC), explained that the newly installed Congolese government is still struggling with a huge debt while 72% of its population lives below the poverty level. The Congolese government should rebuild the state and promote economic and social development.

The closing sessions was attended by the RH **Prince Philippe** of Belgium. Mr. **Louis Michel**, EU Commissioner for Development and Humanitarian Aid, insisted that the presidential elections were only the start of a process and that much still has to be done such as: consolidating democracy and the political system, encouraging the existence of a responsible and constructive opposition, developing a constitutional State with various layers, promoting the economic and social progress and rebuilding normalised relations with the surrounding countries.

Mr. **Theodore Trefon** and Mr. **Herman De Croo**, E-CA-CRE-AC's director and president, respectively, summarized the outcomes and the conclusions of the conference and explained the engagements E-CA-CRE-AC makes in the light of this conference and within its mission. The summary can be consulted at E-CA-CRE-AC will make thematic and intersectoral inventories on the expertise in central Africa. More academic sessions will follow in the course of the year. Meanwhile E-CA-CRE-AC will fulfil its role of interface by bringing together all the parties involved in the development of central Africa.

A full report of the conference and the communications of the various speakers can be consulted at the E-CA-CRE-AC website at <http://www.eca-creac.eu/index.php?en-conference-programme>.

PROJET PIC

Implantation d'un Modèle Atmosphérique Régional (MAR) pour l'étude des variations climatiques et le suivi des campagnes agricoles en Côte d'Ivoire

Depuis plus d'une décennie, les problèmes d'environnement ont pris une place importante dans la société et la conscience plus récente des changements climatiques en devient une préoccupation majeure. Le continent africain n'échappe pas à cette problématique et particulièrement l'Afrique subsaharienne.

Contexte et problématique

La manifestation de la sécheresse et la désertification réduisent à moyen et long termes la productivité agricole suite à une avancée rapide de la zone sahélienne vers les basses latitudes observée depuis les années 70.

Il s'agit d'un phénomène très complexe lié au changement global climatique qui affecte toute la planète. Mais l'action de l'homme sur son environnement local joue aussi un rôle par la déforestation, les feux de brousse et la pollution atmosphérique. Les précipitations convectives (orages), qui contribuent beaucoup à la précipitation annuelle, semblent atténuées.

La Côte d'Ivoire, dont l'économie repose majoritairement sur l'agriculture (premier producteur mondial de cacao), n'est pas à l'abri de telles calamités naturelles et se sent concernée au premier chef. Les volumes pluviométriques, leur répartition annuelle et la longueur des saisons des pluies ont évolué de manière sensible au cours des 30 dernières années au point qu'il devient indispensable d'en tenir compte d'un point de vue socio-économique.

La compréhension de ces phénomènes atmosphériques fait partie des préoccupations des climatologues et elle requiert la disponibilité d'un outil puissant de simulation et d'analyses.

Transfert de technologie

Depuis 1985, l'Institut d'Astronomie et de Géophysique de l'UCL a développé un Modèle Atmosphérique Régional (MAR) qui permet de simuler les conditions climatiques régionales (température, vent, ensoleillement, précipitations, etc.).

Le fonctionnement de tels modèles météorologiques nécessitait jusqu'il y a peu des moyens importants en calcul (stations de travail). Avec la montée en puissance des ordinateurs courants (PC) dans la décennie 1990, il devenait désormais réalisable de faire tourner ces modèles sur des PC de haut de gamme dans des conditions raisonnables. Il est ainsi devenu possible d'envisager un transfert de cette technologie de modélisation vers les pays du Sud.

Le Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de Mécanique des Fluides (LAPA-MF) de l'Université de Cocody (Abidjan - Côte d'Ivoire) compte une bonne équipe de scientifiques lui permettant de gérer un tel outil d'investigation climatique et le transfert de technologie se révélait donc possible. De plus, par ce projet, notre laboratoire en Belgique gagne une expérience d'application du modèle MAR dans les régions tropicales.

De son côté, la Fondation universitaire luxembourgeoise (FUL) (actuellement intégrée à l'Université de Liège) s'est spécialisée dans la formation et la recherche en Agrométéorologie. D'où l'intérêt d'une approche combinée intégrant modèles agrométéorologiques en concertation avec l'École supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro. Ces études, proches du domaine de recherche des équipes de l'UCL et de l'Université de Cocody (LAPA-MF) ont permis de rassembler les quatre équipes (UCL, FUL, LAPA-MF et ESA) dans ce projet.

Des réalisations importantes

Malgré des conditions de travail qui furent parfois loin d'être idéales en raison de la situation politique difficile qu'a connue le pays à plusieurs reprises, le projet, étalé sur 4 années (2001-2005), a abouti aux réalisations suivantes, sous la coordination du Dr. Adama Diawara de l'Université d'Abidjan :

- Une salle informatique a été équipée de 6 ordinateurs (PC) et du matériel périphérique associé.
- Le Modèle Atmosphérique Régional (MAR) a été installé sur les machines du LAPA-MF sous le système d'exploitation Linux. C'est un modèle climatique à aire limitée, forcé de façon unidirectionnelle par les données de ré-analyses ERA-40 du Centre européen de Prévisions à Moyen Terme (en anglais ECMWF, Reading, Grande Bretagne).
- Deux modèles agrométéorologiques ont été installés au LAPA (Abidjan) et à l'ESA (Yamoussoukro).
- 13 stages de formation se sont déroulés en Belgique pour les chercheurs et étudiants ivoiriens (durée : 3 mois).
- 4 étudiants ont soutenu leur DEA dans le cadre de ce projet. Deux étudiants de l'équipe MAR du LAPA-MF préparent actuellement leur thèse doctorale en collaboration avec des universités belges.
- L'équipe MAR du LAPA-MF est maintenant bien impliquée dans le programme de recherche international AMMA (Analyse multidisciplinaire de la Mousson africaine). Dans ce cadre, elle utilisera le couple Modèle Atmosphérique (MAR) – modèle agrométéorologique (WOFOST et AMS) acquis grâce au projet MAR pour étudier l'impact de la variabilité climatique sur les rendements agricoles. En outre, elle utilisera les appareils de mesure fournis par le projet pour effectuer des mesures de terrain (en particulier la mesure directe des flux turbulents de chaleur); ce qui est très recherché en Afrique, continent caractérisé par un manque criant de données *in situ*.
- étude sur le plan scientifique des phénomènes de convection atmosphérique, des précipitations associées et leur évolution; de la relation sol-plante-atmosphère pour les différentes cultures vivrières retenues et de l'évolution annuelle et pluriannuelle du couvert végétal par télédétection pour en extraire les paramètres nécessaires aux modèles atmosphériques et de croissance des cultures.

Quelques résultats marquants

Climatologie

La capacité du modèle climatique régional MAR à décrire l'établissement et le retrait de la mousson africaine sur le continent ouest africain a été vérifiée. Ces processus s'étendent respectivement sur 6 mois (mars à août), pour l'établissement, et 3 mois (septembre à novembre), pour le retrait. La période d'harmattan s'étend de décembre à février soit sur 3 mois. Le saut

en latitude de la mousson au mois d'août est aussi correctement simulé.

Toutefois, en comparant avec les données disponibles, le MAR sous-estime les précipitations dans la zone sahélienne. Cette sous-estimation peut être liée, d'une part, au schéma de convection utilisée, et d'autre part, à la dynamique même du modèle MAR.

D'autre part, l'analyse des hauteurs pluviométriques mesurées dans les 14 stations synoptiques (Direction de la Météorologie nationale DMN/SODEXAM) de 1991 à 2000 a révélé que certaines régions ont changé de zone climatique, mettant ainsi en exergue la variabilité climatique de la Côte d'Ivoire.

L'activité humaine, notamment le défrichage de la forêt au profit de l'agriculture, explique en partie cette variation climatique.

Agrométéorologie

En Côte d'Ivoire, la prévision des rendements de cultures vivrières s'effectue par le système d'enquête agricole annuelle, qui a fonctionné de façon correcte jusqu'en 1984. Par après, on a assisté à une dégradation progressive du dispositif et à l'arrêt de productions régulières de données par le service des statistiques agricoles. Aujourd'hui, ces données sont fournies de manière non homogène, toujours hors délai et avec une fiabilité discutable. La situation politique actuelle de la Côte d'Ivoire ne permet pas d'entrevoir de solution rapide à ce problème.

Ce projet a proposé deux méthodes pour estimer ou prévoir les rendements des cultures, dans le cas présent, le maïs: les modèles agrométéorologiques WOFOST et AgroMetShell (AMS). Par manque de données d'entrée suffisantes, le modèle WOFOST n'a pu être suffisamment testé et seul AMS qui se veut être un outil opérationnel délibérément empirique a donné des résultats intéressants.

AMS est un modèle simple, demandant peu de données d'entrée. Dans cette étude, on a utilisé les rendements observés *in situ* par l'ANADER (Agence Nationale d'Appui au Développement Rural) de 1997 à 2000, dans les différentes régions de la Côte d'Ivoire, et les données météorologiques des 14 stations synoptiques ivoiriennes, sur la période 1991-2004. Le manque de données de rendement sur une plus longue période réduit actuellement les potentialités de cet outil car cela permettrait d'établir une corrélation plus robuste entre rendements observés et variables de sortie de AMS.

Perspectives

Les stages ont permis aux scientifiques de pouvoir manipuler les modèles numériques proposés. Ainsi le transfert de technologie s'est opéré et a permis aux laboratoires concernés de sortir de leur isolement dans le domaine climatique et agro-météorologique. Quatre doctorats sont en cours, dont deux se font (au moins partiellement) en Belgique. Actuellement trois autres étudiants en DEA utilisent le modèle climatique MAR et le modèle agrométéorologique AMS dans leurs travaux de recherche.

Les groupes africains disposent ainsi de moyens informatiques certes relativement modestes, mais complètement opérationnels, leur permettant de faire tourner chez eux des codes de calcul représentant « l'état de l'art » dans les domaines concernés. Le LAPA-MF pourra participer au programme international AMMA avec des moyens adéquats. Les mises à jour des logiciels vont se poursuivre à travers les doctorats en cours.

L'équipement expérimental du LAPA-MF a été complété et, mis en commun avec celui provenant d'autres sources, sera à même d'effectuer des mesures détaillées du comportement physique des écosystèmes africains dans la Station géophysique de Lamto.

En ce qui concerne l'agrométéorologie, ils disposent d'outils leur permettant de servir la gestion des activités agricoles en Côte d'Ivoire, notamment la prévision des rendements agricoles avant les récoltes. Et cela est très utile, surtout pour les pays à vocation agricole tels que la Côte d'Ivoire, permettant de pallier à d'éventuelles pénuries alimentaires et de définir une politique rationnelle d'écoulement des productions agricoles sur les marchés. Mais une valorisation des travaux de ce projet ne pourra être effective que lorsque les Services météorologiques ivoiriens y participeront effectivement et que des données de rendements des cultures fiables seront disponibles.

Le projet MAR et partant la coopération belge, est cité aujourd'hui en exemple dans tout le système d'enseignement supérieur et de recherche scientifique de la Côte d'Ivoire. En effet, il a permis de doter l'Université d'Abidjan et l'Institut national polytechnique de Yamoussoukro d'ordinateurs, d'appareils de mesure et de modèles numériques très utiles pour la formation des étudiants de 3^e cycle et la recherche climatique et agrométéorologique.

Guy Schayes

Professeur à l'UCL,
Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître
schayes@astr.ucl.ac.be

Institutions partenaires:

1. Institut d'Astronomie et de Géophysique Georges Lemaître (ASTR) de l'Université catholique de Louvain (UCL), Louvain-la-Neuve, Belgique.
2. Fondation universitaire luxembourgeoise (FUL), Arlon, Belgique.
3. Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de Mécanique des Fluides (LAPA-MF) de l'Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.
4. École supérieure d'Agronomie (ESA) de l'Institut national polytechnique Houphouët-Boigny (INP-HB), Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

ORGANISATION

Concept of editors and objectives of TROPICULTURA

Agri-Overseas is an association created in order to establish common-interest professional relationships between people working on overseas rural development. It publishes the scientific and information publication «Tropicultura» which covers rural problems in developing countries. This publication is published every three months with the financial support of the «Directorate- General for Development Cooperation (D.G.D.C.), Federal Public Service Foreign Affairs, Foreign Trade and Development Cooperation Belgium». It benefits from the scientific patronage of the Belgian Royal Academy for Overseas Sciences (RAOS) and the «Région Bruxelles-Capitale».

Agri-Overseas is composed of both individual members and members of the following Belgian Institutions: the Belgian Royal Academy for Overseas Sciences (RAOS), the four Faculties of Agronomy (Gembloux, Ghent, Leuven and Louvain-la-Neuve), the two Faculties of Veterinary Medicine (Ghent and Liège), the Department Animal Health of the Institute of Tropical Medicine in Antwerp, the Inter-faculty Section of Agronomy of the Université Libre de Bruxelles (Brussels), the Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix (Namur), the Department of Environment Sciences and Management from the University of Liège and the Directorate General for Development Cooperation.

Board

The Board of Agri-Overseas is as follows: Professor Dr J. Verduyck, President; Professor Dr Ir G. Mergeai, Administrator; Dr E. Thys, Secretary; Professor Dr B. Losson, Treasurer; Dr S. Geerts, member and Honorary Professor Dr Ir J. Hardouin, member.

Editorial Staff

The Publication Committee of TROPICULTURA is made up of Professor Dr Ir G. Mergeai, Chief editor, and the following editorial staff: Professor Dr J.-P. Dehoux for "Animal Production and Animal Life Control", Dr D. de Lame for "Sociology", Honorary Professor Dr Ir F. Malaisse for "Forestry and Ecology, Professor Emeritus Dr J.-C. Micha for "Fishing and Pisciculture", Professor Dr Ir E. Tollens for "Rural Economy", Professor Dr Ir P. Van Damme for "Agronomy and Forestry", Professor Dr E. Van Ranst for "Soil Science", Professor Dr J. Verduyck and Dr E. Thys for "Animal Health" and Ir. F. Maes, scientific associate. The secretariat deals directly with the other topics relevant to the revue (economy, sociology, etc ...).

Publication secretariat

11, rue d'Egmont B- 1000 Brussels – Belgium

Telephone: ++32.2.540 88 60/ 61; Fax.: ++32.2.540 88 59

Email: ghare.tropicultura@belgacom.net/ midesmet.tropicultura@belgacom.net

Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

Distribution

The distribution of TROPICULTURA is free and may be obtained on request by writing to the publication Secretariat.

SCOPE OF THE PUBLICATION

TROPICULTURA publishes original articles, research and synthesis notes, book and thesis summaries as well as reviews of films and videos relative to all aspects of rural development: plant and animal production, veterinary science, forestry science, soil science, rural engineering, environmental sciences, bio-industry, agro-food science, sociology and economy.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The themes of articles published in Tropicultura concern all that is relative to rural development and sustainable management of the environment in warm regions of the planet. Priority is given to articles with original subjects, with as wide a scope as possible, i.e. for which the content concerns especially methodological aspects which can be transposed in a wide range of environments and regions of the world. A particular accent is put on the reliability of the information published, which means, for experimental results, on the number of trial repetitions, in time and in space, at the origin of the data obtained.

Manuscripts must be original reports that have not been previously published, or simultaneously submitted elsewhere. They may be drafted in one of the following languages: English, Spanish, French or Dutch. Manuscripts should be sent in triplicate to the chief of the editorial board, either by post in paper form or directly, by electronic mail to the publication Secretariat, in the form of electronic files. Manuscripts should be typed with double spacing on one side of the paper (27 lines of 60 characters per DIN A4 page), with a margin of 3.5-cm minimum around the printed page. Texts should be no longer than ten pages (cover page, abstracts and references not included).

The cover page should include the title, the abridged title (55 characters maximum), the complete names and forenames of the authors, the complete professional address of each one, and any acknowledgements. The name of the corresponding author- to whom all correspondence should be sent should be marked with an "*" and the address should contain telephone and fax numbers as well as the electronic address. The following pages should provide: (i) an abstract (200 words maximum) in the manuscript's language and in English, preceded by the translated title and followed by a maximum six keywords in both languages; (ii) the main text; (iii) the references; (iv) only three tables numbered in Arabic numerals will be accepted; (v) illustrations clearly identified with a number on the back; (vi) captions of the illustrations and tables. All the pages should be continuously numbered. Only three figures will be accepted. They should be drawn in a professional manner. Photographs should be non-mounted, well contrasted on shiny paper.

Only the co-authors which have given a written agreement that their name may be published in a manuscript will appear in the final version of the article published in Tropicultura. The written agreements of the co-authors for this matter can be transmitted to the editorial committee by post or by e-mail. The agreement of the author's responsible organism is supposed accepted for all publication in Tropicultura. Agri-Overseas declines all responsibility in this matter.

The original submission may be in paper or electronic form. If possible, after acceptance, submission of the final revision is strongly encouraged on diskette or as an attached file. Word is the preferred software, but ASCII and RTF versions of the files are acceptable.

The text normally should be divided into Introduction, Material and methods, Results, Discussion and Conclusion. Text subdivision should not exceed two levels. Sub-titles, very concise, should be written in lower case letters and never underlined.

All references should be cited in the text with numbers in parentheses. For more than two references, numbers should follow in ascending order. References will be given in alphabetical order of author's name and in chronological order for a given author. They will be continuously numbered beginning with the number 1.

For journal publications, references will include author names preceded by forename initials, year of publication, complete title of the publication in the original language, name of the Journal, underlined volume number, number of the first and last page separated by a hyphen.

Example: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. *Int. Rev. Cytol.* 33, 157-222.

For monographs, the following elements are essential: author name followed by forename initials, year of publication, complete title of the publication, editor name, place of edition, first and last page of mentioned chapter, total number of pages in the publication. Conference proceedings are to have the same format as monographs; plus, they should mention if possible the place and date of the conference and the scientific editor(s).

Example: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease a prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders pp 613-632, in: B.W. Volks & S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders, Plenum, New-York, 205 p.

The Publication Committee is entitled to refuse any article which does not comply with the prescriptions above.

The articles are submitted to one or more referees chosen by the Editor and these referees will remain anonymous to the authors.

Once accepted for publication, the publication committee requires the different authors to transfer their publication rights to TROPICULTURA.

TROPICULTURA

2008 Vol. 26 N° 3

Four issues a year (July, August, September)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Valorisation Strategy of Resources Species of the Not Ligneous Products of Savanna of the Vicinity of Kinshasa: II. Ethnobotany Investigation (Medecinals Aspects) (*in French*)
E. Makumbelo, L. Lukoki, J.J. s.j. Paulus & N. Luyindula 129
- Genetic Variability Analysis of the Polyploid Complex of *Acacia nilotica* (L.) Willd. Using RAPD Markers (*in English*)
Khadiyatou Ndoye-Ndir, P.I. Samb & Marie-Hélène Chevallier 135
- Issues around Village Agroforestry in Aguié (Niger) (*in French*)
A. Dramé Yayé & F. Berti 141
- Pollen Characteristics of Melliferous Plants of the Soudano Guinean Western Highlands of Cameroon (*in French*)
Delphine Nguemo Dongock, J. Tchoumboue, J.Y. Pinta & P. Zango 150
- Reproductive and Growth Performances of African Giant Snail *Archachatina marginata* in Captivity in Cameroon (*in French*)
R. Dafem, F. Ngoula, A. Tegua, A. Kenfack & J. Tchoumboue 155
- Cash Income Diversification in Rural Small Holder Cassava Producing Households of Nigeria (*in English*)
A.A. Enete & Anthonia I. Achike 159
- Environmental Resources Management in the Soudanian Savanah Area of Northern Cameroon: Assessment of Alternatives Using a “modèle de normes minimales de sécurité” (*in French*)
D.N.D. Njankoua Wandji, J. Nyemeck Binam & G. Muluh 164
- Study of the Microbiological Quality of a Tropical Species of Crab: *Callinectes amnicola* (*in French*)
Marina Koussémon, S.G. Traoré, Rose Koffi-Nevry, S.K. Ouffoue & A. Kamenan 169
- Potential Infectious of Soils Fields of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Greenhouse and the Age Incidence Facing *Pythium* sp. on the Plants at Songon-Dabou in Ivory Coast (*in French*)
S. Soro, M. Doumbouya & D. Koné 173
- Evaluation of the Efficiency of Ethanolic Extracts of Papaw Seeds (*Carica papaya* L.) against *Ascaridia galli* Ascariasis in Broiler Chicken (*in French*)
M. Mpoame, Marie-Claire Komtangi & F. Djitie Kouatcho 179
- Salt Tolerance of Gramineous Turfgrass: *Paspalum notatum* Flügge (*in French*)
Nouha Doudech, M. Mhamdi, T. Bettaieb & M. Denden 182
- Chronic Poverty and Transient Poverty in the Adja Plateau in Benin: Characteristics and Influence on the Practice of Land Conservation Agricultural Techniques (*in French*)
N.E. Hougbo, B. Sinsin & Anne Floquet 186
- DGDC 'S ACTIVITIES 190

TROPICULTURA IS A PEER-REVIEWED JOURNAL INDEXED BY AGRIS, CABI, SESAME AND DOAJ

