

TROPICULTURA

2013 Vol. 31 N°3

Trimestriel (juillet, août, septembre)
Driemaandelijks (juli- augustus- september)
Trimestral (julio- agosto- septiembre)



Larvae and adults of *Calidea paneathiopica* Kirkaldy on a capsule of *Jatropha curcas* L.

Crédit: M.Terren, 2012

Editeur responsable/Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruyse
Avenue Louise 231 Louizalaan
1050 Bruxelles/ Brussel

Avec le soutien
de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer ARSOM, www.kaowarsom.be
et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van
de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen www.kaowarsom.be
en van het Brussels Gewest



SOMMAIRE / INHOUD/ SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/ OORSPROKENLIJKE ARTIKELS/ ARTICULOS ORIGINALES

La production de sorgho dans un parc à <i>Piliostigma reticulatum</i> en zone nord-soudanienne du Burkina Faso De productie van sorghum in een <i>Piliostigma reticulatum</i> park in de Noord Soedanese zone van Burkina Faso La producción de sorgo en parque de <i>Piliostigma reticulatum</i> en zona norte sudanesa del Burkina Faso B. Yélémou, G. Yaméogo, A. Barro, S.J. Taonda & V. Hien	154
Evaluation des caractéristiques physico-chimiques des miels commercialisés à Cotonou Evaluatie van de fysisch-chemische eigenschappen van honing verkocht in Cotonou Evaluación de las características fisicoquímicas de las mieles comercializadas en Cotonou J.A. Djossou, F.P. Tchobo, H. Yédomonhan, A.G. Alitonou & M.M. Soumanou	163
Vulgarisation de la méthode du triple ensachage pour le stockage amélioré du niébé en zone sahélienne du Nord Cameroun: enjeux et perceptions paysannes Verspreiding van de drie zakken methode voor de verbetering van het stockeren van niebe in de Sahel zone van noord Kameroen: uitdagingen en boeren perceptie Vulgarización del método del triple embolsado para el almacenamiento mejorado del caupí en la zona saheliana del Norte Camerún: cuestiones y percepciones campesinas D.P. Folefack, G. Sobda, S. Tengomo, O. Boukar & A. Tahirou	170
Reproduction et régime alimentaire de <i>Distichodus antonii</i> Schilthuis 1891 (Distichodontidae) dans la zone de confluence du fleuve Congo et des rivières Lindi et Tshopo à Kisangani (R.D. Congo) Voortplanting en dieet van <i>Distichodus antonii</i> Schilthuis 1891 (Distichodontidae) in de zone van samenvloeiing van de Kongo stroom en de rivieren Lindi en Tshopo in Kisangani (R.D. Congo) Reproducción y dieta de <i>Distichodus antonii</i> Schilthuis 1891 (Distichodontidae) en la zona de confluencia del río el Congo y de los ríos Lindi y Tshopo en Kisangani (R.D. El Congo) J. Osombause Sango, B. Hyangya Lwikitcha, J. Ulyel Ali-Patho, A. Kankonda Busanga & J.-C. Micha	179
Ecologie des poissons capitaines: <i>Polydactylus quadrifilis</i> (Cuvier, 1829), <i>Galeoides decadactylus</i> (Bloch, 1795) et <i>Pentanemus quinquarius</i> (Linné, 1758) de la pêche artisanale maritime de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire) Ecologie van kapiteinsvis: <i>Polydactylus quadrifilis</i> (Cuvier, 1829), <i>Galeoides decadactylus</i> (Bloch, 1795) en <i>Pentanemus quinquarius</i> (Linné, 1758) van de zeevisserij van Grand-Lahou (Ivoorkust) Ecología de los peces capitanes: <i>Polydactylus quadrifilis</i> (Cuvier, 1829), <i>Galeoides decadactylus</i> (Bloch, 1795) y <i>Pentanemus quinquarius</i> (Linnaeus, 1758) de las pesquerías artesanales marinas de Grand Lahou (Côte d'Ivoire) S. Konan Kouassi, A. Kone, C.M. Anet, M. Diaby & K. N'Da	187
Effet des différentes balances hormonales sur la micropropagation du Cv. Hybride FHIA-01 (<i>Musa</i> sp.) Effecten van verschillende hormonale evenwichten op de micropropatie van Cv. hybride FHIA-01 (<i>Musa</i> sp.) Efectos de diferentes equilibrios hormonales sobre la micropropagación del Cv híbrido FHIA-01 (<i>Musa</i> sp.) K.M. Mazinga, M. Van Koninckxloo, M. Godoy Jara & L. Baboy Longanza	194
Incidence de la bactérie <i>Xhantomonas oryzae</i> pv <i>oryzae</i> sur la production du riz (<i>Oriza sativa</i> L.) au Niger Incidentie van de bacterie <i>Xhantomonas oryzae</i> pv <i>oryzae</i> in de productie van rijst (<i>Oriza sativa</i> L.) in Niger Incidencia de la bacteria <i>Xhantomonas oryzae</i> pv <i>oryzae</i> sobre la producción de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) en Níger A. Basso, A. Haougui, Z. Abdoul Habou, T. Adam & Y. Séré	200
NOTES TECHNIQUES/ TECHNISCHE NOTA'S/ NOTAS TECNICAS	
Réseau d'Epidémiologie de la Chimiorésistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest (RESCAO) Epidemiologisch monitoring netwerk van chemische resistentie tegen trypanociden en acariciden in westelijk Afrika (RESCAO) Red de Vigilancia epidemiológica de la Quimiorresistencia a los trypanocidos y acaricidas en África del oeste (RESCAO) H.V. Vitouley, Z. Bengaly, H. Adakal, Issa Sidibé, J. Van Den Abbeele & V. Delespau	205
ANNONCES/ AANKONDIGINGEN/ ANUNCIOS	213
BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA	216

<p>The opinions expressed, and the form adopted 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 son de la exclusiva responsabilidad de sus autores</p>
--

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

La production de sorgho dans un parc à *Piliostigma reticulatum* en zone nord-soudanienne du Burkina Faso

B. Yélémo^{1*}, G. Yaméogo², A. Barro³, S.J. Taonda⁴ & V. Hien⁵Keywords : *Piliostigma reticulatum*- Growth-Output- Organic carbon- Total nitrogen- Burkina Faso

Résumé

En zone sahélo-soudanienne, les systèmes de production sont des associations cultures-ligneux. Les ligneux sélectionnés sont des espèces fruitières et/ou à rôle écologique prouvé. Face à l'aridification climatique, les populations adoptent de plus en plus l'espèce *Piliostigma reticulatum*. De manière à quantifier l'impact de cette espèce sur la production du sorgho, principale culture de la région, quinze pieds de *Piliostigma reticulatum*, âgés de 7 ans ont été suivis en association avec le sorgho blanc, pendant trois ans. Les paramètres suivis sont: la croissance et les composantes du rendement. Des échantillons de sol ont été prélevés pour déterminer les effets de l'espèce sur les propriétés du sol. Les trois traitements comparés étaient: culture sous houppier, culture à la limite du houppier et culture hors houppiers. Sous le houppier de *Piliostigma reticulatum*, le statut du carbone organique est amélioré de 67 % dans l'horizon 0-10 cm et de 46% dans l'horizon 10-20 cm. Le taux d'azote total est amélioré de 62% dans l'horizon 0-10 cm. En outre, le rapport C/N présente des valeurs relativement faibles. A 30 jour après le semis, on constate une meilleure croissance du sorgho sous houppier par rapport aux placettes hors houppier. Cependant, selon les années, la meilleure croissance initiale sous houppier ne se traduit pas nécessairement par des gains de production en paille et en grains du sorgho par rapport aux autres placettes. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour expliquer ces observations et évaluer l'intérêt de cette association pour les agriculteurs.

Summary

Sorghum production in a *Piliostigma reticulatum* Park in North Sudanian zone of Burkina Faso

In sahelo-sudanian zone, farming systems are made of crops and trees associations. The selected trees belong to fruit species and/ or to species with a proved ecological role. Confronted with the aridification of the climate, populations adopt more and more the species *Piliostigma reticulatum*. In order to assess the impact of this species on the production of sorghum (the main staple crop of the region) 15 plants of 7-year-old *Piliostigma reticulatum* were followed in association with white sorghum, during three years. The parameters followed were: the growth and the yield components. Samples of soil were taken to determine the effects of the species on soil properties. The compared treatments were: (i) cultivation under canopy, (ii) cultivation at the fringe of the canopy, and (iii) cultivation outside canopy. Under *Piliostigma reticulatum* canopy, the status of the organic carbon is improved by 67% in the horizon 0-10 cm and by 46% in the horizon 10-20 cm. The rate of total nitrogen is improved by 62% in the horizon 0-10 cm. In addition, the C/N ratio presents relatively low values. 30 days after sowing, a better growth of sorghum is generally observed under canopy. However, depending on the year, the best initial growth of the canopy does not necessarily translate into increased production of straw and grain compared to the other plots. Further investigations are needed to explain these observations and evaluate the usefulness of this association for farmers.

¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)-Saria. Programme Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production, Koudougou, Burkina Faso.

² INERA/Kamboinsin, Cellule Télédétection et Information Géographique, Ouagadougou, Burkina Faso.

³ INERA-Saria, Koudougou, Burkina Faso.

⁴ INERA, Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso.

⁵ INERA, Laboratoire Sol Eau Plante, Ouagadougou, Burkina Faso.

* Auteur correspondant : yelbart@hotmail.com

Reçu le 07.11.12 et accepté pour publication le 11.01.13.

Introduction

Au Burkina Faso, le plateau central est marqué par une forte concentration de population (13) et une forte dégradation des ressources naturelles. Le sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench.), est la spéculature la plus cultivée par les populations (13). Le système de production traditionnel demeure le système parc agroforestier. Pratique ancienne, l'association des arbres aux cultures est connue et pratiquée depuis longtemps par les populations locales (18). Le choix des espèces et leur agencement dans les parcelles cultivées dépendent des avantages socio économiques et écologiques qu'elles procurent aux populations. La plupart des exploitants agricoles des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest considèrent l'arbre comme une partie intégrante du système de production (17).

Au regard des nombreux besoins des populations à satisfaire et surtout du fait que chaque espèce peut jouer un rôle différent, les parcs agroforestiers sont rarement monospécifiques (5, 17, 22).

Sur le plateau central, les espèces couramment rencontrées sont: *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica*, *Faidherbia albida*. Ces parcs sont de plus en plus caractérisés par une prédominance de vieux arbres et également un déficit de régénération, sous l'effet de l'aridification climatique et de la pression anthropique (17, 22). C'est pourquoi les populations rurales intègrent de nouvelles espèces dans le système agraire telles que *Piliostigma reticulatum* qui prend par défaut la place laissée par le recul des espèces agroforestières traditionnelles (22).

Malgré le rôle important reconnu des parcs agroforestiers, très peu de données quantitatives existent en ce qui concerne la zone du plateau du Burkina Faso (16). Les associations *Piliostigma reticulatum* et sorgho sont couramment rencontrés sur le Plateau Central, or le rôle de l'espèce sur les caractéristiques chimiques et structurales du sol et sur la production du sorgho a été peu investigué comparativement aux espèces comme *Faidherbia albida*, *Parkia biglobosa* ou *Vitellaria paradoxa* (3, 15). Cette espèce pourrait jouer un rôle important dans l'amélioration de la production de sorgho.

Cette étude a été initiée pour (i) situer le degré de séquestration du carbone par *Piliostigma reticulatum*, (ii) déterminer l'influence de l'espèce sur le développement du sorgho (iii) et la production du sorgho. Une meilleure adoption de *Piliostigma reticulatum* en parc par les populations rurales dépend de leur meilleure connaissance des associations de l'espèce avec les cultures

alimentaires les plus pratiquées dans la région.

Matériel et méthodes

Site de l'étude

L'étude a été conduite de 2002 à 2004 à la station de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) de Saria. Le village de Saria est situé à 80 km au sud-ouest de Ouagadougou, à une altitude de 300 m et à 12°16'N de latitude et 2°09'W de longitude (Figure 1). Le climat est de type nord soudanien, avec une pluviosité annuelle moyenne de 800 mm. La température moyenne annuelle est de 28°C avec des maxima mensuels de 40°C (mars avril). L'année 2002 qui marque le début de notre étude est caractérisée par une faible pluviométrie soit 656,2 mm avec un ETP de 177 alors que l'année 2003 a été une année de bonne pluviométrie soit 847,6 mm avec un ETP de 174,7. En 2004, la saison hivernale restera moyenne avec une pluviométrie de 772 mm avec un ETP de 175,2. Durant toute la durée de notre expérimentation, la température maximale est restée sensiblement la même de même que la température minimale, soit respectivement 35,48 °C et 22,70°C.

Les sols, de type ferrugineux tropical lessivé, sont pauvres en phosphore, en bases échangeables et en matières organiques.

Matériel

De la famille des Caesalpiniaceae (R. Br.), *Piliostigma reticulatum* (D.C.), Hochst., est du genre *Piliostigma* regroupant des arbustes et arbrisseaux sans vrilles, caractérisés par des feuilles simples, bilobées (1). Les fleurs sont généralement unisexuées et dioïques. Les gousses linéaires à oblongues sont coriaces ou ligneuses à nombreuses graines enrobées dans une pulpe. *Piliostigma reticulatum* est une espèce typiquement soudanienne (1). Son aire s'étend de l'Ouest du Sénégal à l'Afrique centrale et orientale dans les zones sahélo- soudanienne. Abondante dans les savanes pauvres et claires, surtout dans les vallées, l'espèce est colonisatrice des jachères où elle forme souvent des fourrés. *Piliostigma reticulatum* est non fixatrice d'azote.

La variété de sorgho cultivée en association avec *Piliostigma reticulatum*, est dite « sariasso 14 ». C'est une variété à cycle semis-maturité de 110 à 115 jours, moyennement photosensible mise au point par les chercheurs de l'INERA (Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole). Elle est caractérisée par une productivité élevée, une excellente régularité du rendement et une tolérance

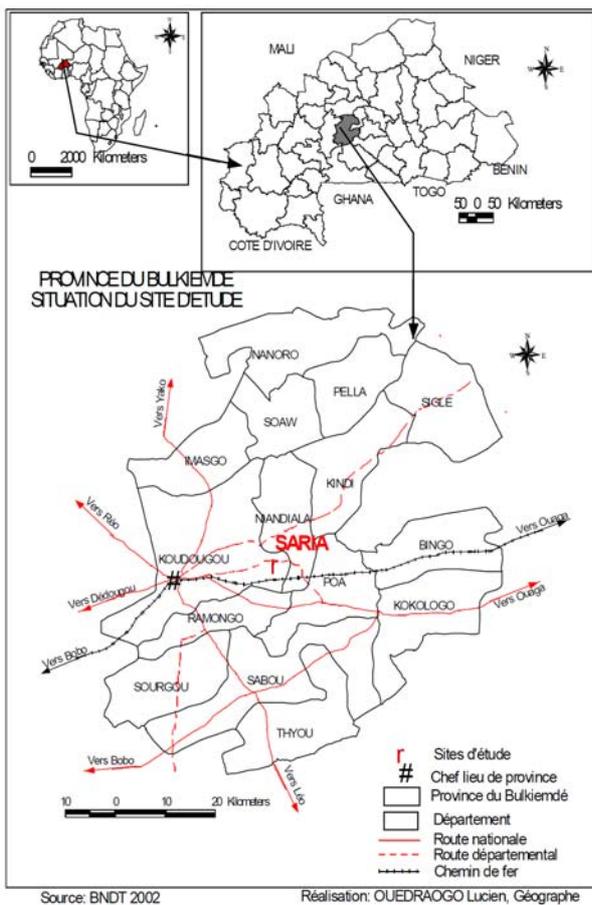


Figure 1: Localisation du site de l'étude.

à la sécheresse post-floraison. Son rendement grain potentiel est de 5 t/ha tandis qu'en milieu paysan le rendement grain moyen est de 1,7 t/ha. Son aire de culture est comprise entre les isohyètes 600 et 900 mm.

Méthodes

Dans une jachère de sept ans, quinze pieds de *Piliostigma reticulatum* ont été retenus pour cette étude. Dans une des quatre directions cardinales (Est, Ouest, Nord, Sud), de chaque arbre, des placettes de 3m² (1m x 3m) ont été disposées comme suit: la première au pied du tronc, la deuxième à la limite externe du houppier et la troisième placette à trois fois le rayon du houppier (Figure 2). La troisième placette est considérée comme témoin. C'est dans ces placettes que se sont effectués des prélèvements de sol, le suivi de la croissance et de la production du sorgho. La direction choisie varie d'un arbre à un autre en tenant compte de la possibilité de disposer les différentes placettes de suivi sans influence d'un autre pied avoisinant. Au total 7 pieds de direction nord et 8 pieds de directions sud ont été retenus.

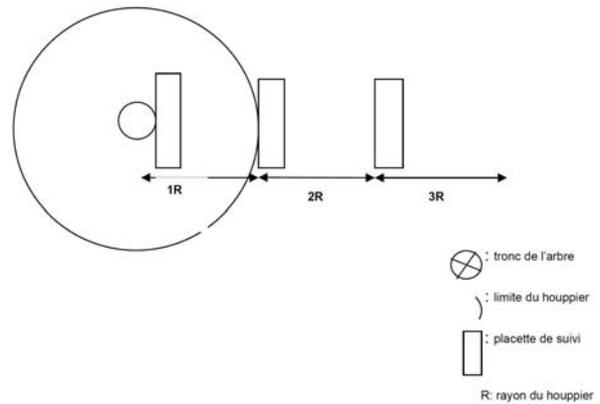


Figure 2: Dispositif de l'étude.

a. Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué suivant un modèle stratifié considérant les deux types de couvert végétal au niveau de chaque arbre: sous houppier et hors houppier, comme dans de nombreuses études effectuées sur les influences ligneux - sols (2, 3, 14, 19). La limite externe du houppier est considérée comme « hors houppier ». Quatre répétitions ont été réalisées au niveau de chaque pied par placette hors houppier et sous houppier. Pour la granulométrie, l'horizon 0-20 cm a été uniquement considéré alors que pour les analyses chimiques les niveaux de prélèvement ont été effectués à 0-10 cm et 10-20 cm. Un échantillon composite a été réalisé pour chaque traitement (par placette hors houppier et sous houppier).

b. Analyse des sols

La texture, le carbone organique, l'azote total, le phosphore total, le pH (eau) ont été analysés:

- La texture du sol a été déterminée par la méthode internationale à la pipette Robinson. Les fractions distinguées sont: l'argile, les limons totaux et les sables totaux.
- Le carbone organique a été déterminé par la méthode de Walkey and Black;
- L'azote total par la méthode de Kjeldahl;
- Le phosphore total a été dosé à l'auto analyseur automatique;
- Le pH a été mesuré en utilisant directement une électrode électronique dans une suspension de sol dilué à l'eau distillé (1/2,5).

c. Croissance du sorgho

Dans chaque placette, tous les pieds de sorgho ont été mesurés à la perche graduée à: 30 jours après semis, 60 jours après semis et 90 jours après semis.

d. Rendement du sorgho

Le nombre d'épis vides, le nombre d'épis à grains, le poids panicule, le poids paille séchée et le poids grains, sont les différents paramètres estimés, sous houppier à la limite houppier et dans la parcelle témoin.

Analyses statistiques

Les données ont été soumises à une analyse de variance à un facteur (ANOVA) en utilisant le test des moindres carrés de Fisher (LSD), afin de comparer les moyennes des différents paramètres du sol sous houppier et hors houppier de *Piliostigma* au seuil de 5%. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel statistique Statistica.

Résultats et discussion

Variabilité de la texture du sol

Les particules des différentes classes granulométriques ne montrent pas de différences significatives ($P > 0,05$) entre les valeurs sous houppier et hors houppier de *Piliostigma reticulatum*, soit respectivement 19 ± 4 et 17 ± 3 pour l'argile, 59 ± 6 et 59 ± 7 pour le sable et 22 ± 7 et 24 ± 4 pour le limon.

Les différentes classes texturales sont bien équilibrées entre les deux types de traitements (sous houppier et hors houppier) avec cependant une légère prédominance du taux d'argile sous houppier et du taux de limon hors houppier. Une tendance similaire a été observée sur un transect allant du Nord au Sud du Burkina Faso et renfermant les espèces du genre *Piliostigma* (20). Sous les *Acacia*, sur des vertisols à l'Est du Burkina Faso, une étude a montré que le taux d'argile était plus important sous couvert d'*Acacia* (15). Cette différence pourrait s'expliquer par le type d'analyse granulométrique pratiquée qui est à trois fractions alors que celle menée pour les *Acacia* est à cinq fractions et la nature du sol.

En outre, le caractère acide des sols ferrugineux tropicaux (9), de notre milieu d'étude, ne diffère pas sous houppier ou hors houppier. On obtient en effet sous houppier $6,16 \pm 0,23$ et hors houppier $6,11 \pm 0,28$ pour l'horizon 0-10 cm tandis que pour l'horizon 10-20 cm on a respectivement $6,10 \pm 0,20$

et $6,03 \pm 0,36$ pour les traitements sous houppier et hors houppier.

Variabilité du carbone organique et de l'azote total

Le carbone organique total présente des teneurs plus élevées ($P < 0,05$) sous *Piliostigma reticulatum* quel que soit l'horizon considéré (Tableau 1). Le statut du carbone organique est amélioré de 67% sous houppier pour l'horizon de surface (0-10 cm) et de 46% pour l'horizon 10 à 20 cm.

Des résultats similaires ont été obtenus avec une augmentation nette de 40 à 80% du statut du carbone organique avec des espèces du genre *Acacia* dans la zone Est du Burkina Faso (15). De même nos résultats corroborent ceux d'une étude menée sur un transect allant de la zone sub-sahélienne à la zone sud soudanienne du Burkina Faso, qui a obtenu une augmentation de 31 à 105% de carbone sous *Piliostigma* (20). Ce taux élevé de carbone sous houppier est à mettre en relation avec les apports dus à la chute des feuilles de *Piliostigma reticulatum* (Photo 1).

L'azote total présente des teneurs plus élevées sous houppier de *Piliostigma reticulatum* qu'en dehors du houppier. L'augmentation de l'azote total sous le houppier de *P. reticulatum* est de 62% pour l'horizon 0-10 cm. Pour l'horizon de profondeur (10-20 cm) la variation de l'azote total suivant les traitements n'est pas significative ($P > 0,05$). Les espèces du genre *Acacia* qui elles, contrairement aux espèces du genre *Piliostigma*, sont des légumineuses fixatrices d'azote, présentent une variation du taux d'azote sous houppier de 24 à 126% (15). La présence importante de l'azote total



Photo 1: Importante biomasse foliaire sous *P. reticulatum*.

sous houppier de *Piliostigma reticulatum* pourrait être liée à la litière due à l'abondante biomasse foliaire de l'espèce (17).

Les feuilles de *Piliostigma reticulatum* ont une teneur en Ntotal voisine de celle des fanes d'arachides (9). En outre, l'amélioration du statut du carbone organique et de l'azote total sous houppier est due à la richesse de la litière, débris foliaires et de bois, en azote et en carbone (7). *Piliostigma reticulatum* est une espèce ligneuse qui améliore les paramètres de fertilité du sol. Le phosphore total ne montre pas de différence entre les traitements sous houppier et hors houppier, dans notre étude. Cette faible teneur du sol sous houppier en Ptotal pourrait s'expliquer par la faible présence de phosphore dans les résidus (feuilles et débris de bois) de *Piliostigma reticulatum* (11).

Variabilité du rapport C/N selon les traitements

Le rapport C/N entre les deux types de couvert végétal, sous houppier et hors houppier, ne présente pas de différences significatives ($P > 0,05$) quel que soit le niveau de prélèvement soit respectivement $2,65 \pm 1,10$ et $2,22 \pm 0,71$ pour l'horizon 0-10cm et $2,06 \pm 1,05$ et $1,51 \pm 0,54$ pour l'horizon 10-20 cm.

Le taux élevé de carbone organique s'explique généralement par une litière composée de lignine qui contribuerait à réduire les processus de minéralisation (6). La décomposition des litières est liée à leur teneur en azote, C/N, lignine/N. Une litière riche en lignine se décompose plus difficilement. La biomasse foliaire de *Piliostigma*

reticulatum contient une faible teneur en lignine (11). La matière organique sous *Piliostigma reticulatum* est donc de type améliorant, c'est-à-dire facilement dégradable pour permettre le développement des cultures.

Croissance du sorgho associé à *Piliostigma reticulatum*

A 30 jours après semis le suivi de la croissance du sorgho révèle des différences statistiques entre les traitements ($P < 0,05$), ce au cours de la première année et seconde année de l'essai, avec toujours une meilleure évolution sous houppier (Tableau 2). Au cours de la troisième année de suivi, le traitement situé à la limite du houppier, offre une meilleure croissance du sorgho ($136,94 \pm 23,89$ au cours de l'an 1 et $121,52 \pm 28,71$ au cours de l'an 2). Au cours de l'an 3 de notre étude, le sorgho sous houppier présente une meilleure évolution ($P < 0,05$) par rapport à la limite du houppier et au témoin.

La richesse du sol sous houppier (15), du fait de la décomposition de l'importante biomasse foliaire et les conditions d'humidité dans les systèmes arbres cultures, explique en partie la bonne croissance du sorgho sous houppier. En effet l'effet améliorateur de l'arbre sur l'humidité du sol se traduit par un développement des cultures (18). De façon générale, la présence de *Piliostigma reticulatum* modifie les facteurs environnementaux par rapport à la placette témoin, ce qui se traduit par une meilleure croissance en hauteur.

Tableau 1
Variation des éléments chimiques du sol selon les horizons.

	C _{total} (g/kg)		N _{total} (g/kg)		P _{total} (g/kg)	
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm
Sous houppier	$2,16 \pm 0,92$	$0,83 \pm 0,45$	$0,95 \pm 0,53$	$0,81 \pm 0,47$	$0,12 \pm 0,06$	$0,12 \pm 0,06$
Hors houppier	$1,29 \pm 0,41$	$0,57 \pm 0,16$	$0,62 \pm 0,19$	$0,72 \pm 0,34$	$0,10 \pm 0,05$	$0,13 \pm 0,07$
LSD	*	*	*	ns	ns	ns

* = significatif ; ns = non significatif

Tableau 2
Croissance du sorgho dans le système parc *Physostigma reticulatum*.

	An 1			An 2			An 3		
	soush	limitehp	témoin	soush	limitehp	témoin	soush	limitehp	témoin
30 jrs	$29,29 \pm 5,64_b$	$23,01 \pm 4,55_b$	$22,45 \pm 3,61_b$	$25,83 \pm 3,26_a$	$23,89 \pm 5,28_b$	$21,95 \pm 4,20_b$	$19,80 \pm 10,23_a$	$14,27 \pm 5,62_b$	$15,33 \pm 6,96_b$
90 jrs	$79,49 \pm 10,02_a$	$79,03 \pm 17,02_a$	$74,65 \pm 18,30_b$	$71,64 \pm 15,71_a$	$69,22 \pm 19,45_a$	$61,16 \pm 18,06_b$	$83,53 \pm 30,57_a$	$59,93 \pm 23,83_b$	$63,40 \pm 32,69_b$
120 jrs	$127,92 \pm 17,12_a$	$136,94 \pm 23,89_b$	$126,28 \pm 30,39_a$	$107,86 \pm 20,38_a$	$121,52 \pm 28,71_b$	$109,64 \pm 26,38_a$	$140,73 \pm 34,35_a$	$113,40 \pm 39,46_b$	$116,67 \pm 44,34_b$

Par an et par ligne, les chiffres affectés de lettres différentes en indice, sont statistiquement différents ($P < 0,05$).

Soush = sous houppier ; limitehp = limite houppier

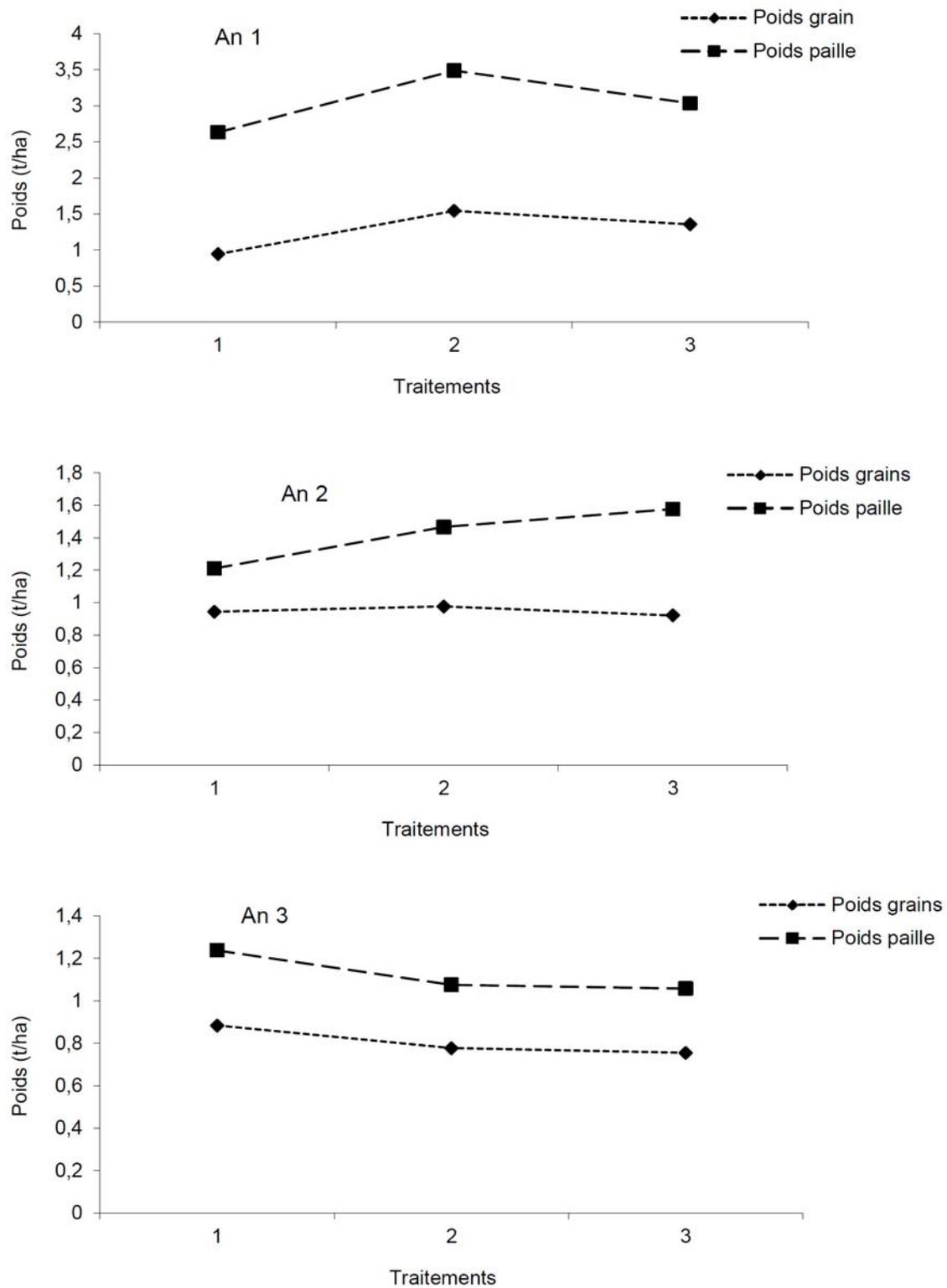


Figure 3: Evolution des rendements paille et grains dans le système parc à *P. reticulatum* soushp= sous houppier ; limitehp= limite houppier.

Tableau 3
Evolution des épis dans le système parc à *Piliostigma reticulatum*.

	An 1			An 2			An 3		
	soush	limitehp	témoin	soush	limitehp	témoin	soush	limitehp	témoin
Nbre épis vides	1,47 ± 2,17 _a	1,07 ± 1,75 _a	1,33 ± 1,63 _a	3,80 ± 3,05 _a	3,93 ± 3,31 _a	4,73 ± 3,61 _a	2,47 ± 1,17 _a	3,00 ± 2,00 _a	2,53 ± 2,13 _a
Nbre épis à grains	15,60 ± 6,15 _a	15,20 ± 5,17 _a	15,93 ± 4,57 _a	13,73 ± 5,52 _a	13,33 ± 6,07 _a	14,93 ± 6,56 _a	16,53 ± 9,16 _a	15,93 ± 7,08 _a	15,53 ± 7,20 _a
Poids panicules (t/ha)	1,53 ± 0,24 _a	2,27 ± 0,35 _a	2,00 ± 0,24 _a	1,21 ± 0,18 _a	1,29 ± 0,15 _a	1,30 ± 0,18 _a	1,01 ± 0,17 _a	0,92 ± 0,15 _a	1,10 ± 0,21 _a

Par an et par ligne, les chiffres affectés de lettres différentes en indice, sont statistiquement différents (P<0,05).

Soush = sous houppier ; limitehp = limite houppier

Effets de *Piliostigma reticulatum* sur le rendement du sorgho

Pour le facteur « nombre d'épis vides », les traitements ne montrent pas de différence statistiques quelles que soit les années de suivi de l'étude (Tableau 3). Le nombre d'épis vides n'est pas statistiquement plus important sous houppier qu'au niveau de la limite du houppier et le témoin. Sariaso 14, variété précoce de sorgho développe des épis vides dans certaines conditions précises: lorsque l'humidité à la période semis est trop élevée, ou lorsque les semis interviennent au-delà du 10 juillet occasionnant le développement des larves des insectes dits cécidomyie, à l'origine de l'avortement des grains (7, 10).

Du fait de l'humidité généralement plus élevée sous le houppier des arbres (18), le développement du facteur « panicules vides » aurait du être plus prononcé sous houppier qu'au niveau des parcelles situées à la limite du houppier et des parcelles témoins. En outre, quand bien même, *Piliostigma reticulatum*, abrite de nombreux insectes au moment de la floraison (21), aucun développement de la cécidomyie n'a été observé chez Sariaso 14, variété peu résistante à cet insecte. Selon les populations rurales du Plateau central, la présence des panicules vides est plus importante sur le sorgho local cultivé sous le néré ou le karité que sous *Piliostigma reticulatum*. La taille basse du houppier de *P. reticulatum* et la hauteur des pieds de sorgho (au niveau du houppier ou sortant au dessus du houppier) expliqueraient la bonne production du sorgho. Le facteur « nombre d'épis à grains » ne montre pas de différence statistique entre les traitements. Le traitement sous houppier présente toujours cependant, une valeur plus élevée qu'au niveau de la limite du houppier.

Le houppier de *Piliostigma reticulatum* ne semble pas présenter d'influence négative sur le développement au stade épiaison du sorgho, du fait probablement, de la morphologie et de la structure des individus de l'espèce. L'influence de *Piliostigma reticulatum* sur le sorgho interviendrait au stade levée et montaison de la plante, ce qui

expliquerait que les paramètres tels que le nombre d'épis vides, le nombre d'épis à grains ne présentent pas de différence statistique.

Le poids panicule ne révèle pas de différence statistique (P>0,05) entre les traitements au cours des trois années de suivi de l'étude. La richesse du sol sous houppier ne s'est pas exprimée, ou a été atténuée par les effets négatifs du houppier de *Piliostigma reticulatum*. Cet effet négatif du houppier, pourrait être l'ombre (12), qui atténuerait l'activité photosynthétique.

Les rendements grains et paille sèche du sorgho associé au *Piliostigma reticulatum* en parc, présentent les mêmes tendances évolutives (Figure 3). Pour les deux premières années de suivi, les rendements paille et grains sont statistiquement moins élevés (P<0,05) sous houppier que dans les placettes situées à la limite du houppier. En outre le témoin présente un rendement paille et grains statistiquement égal à celui des placettes sous houppier. Le houppier de *Piliostigma reticulatum* semble atténuer l'expression de la richesse du sol en carbone et azote total sous houppier. De nombreux auteurs ont aussi constaté les mêmes évolutions de rendement avec l'association des espèces ligneuses en parc avec les céréales (3, 5). La compétition pour l'eau et la lumière entre les cultures et les ligneux (3, 12) semble ne plus s'exercer au niveau des placettes situées à la limite du houppier. En outre l'effet d'entraînement des vents de mousson qui soufflent pendant la saison des pluies semble permettre le dépôt et la décomposition de la biomasse s'étirant hors du houppier.

Ce phénomène du transport de la biomasse, couplé à l'inexistence de l'effet d'ombrage pourrait expliquer les rendements grains et paille élevés dans les placettes situés dans les environnements immédiats du houppier. La diminution du houppier ou même l'étêtage des *Piliostigma* devrait permettre une plus grande expression du carbone total et de l'azote total, par le développement de l'activité photosynthétique sous *P. reticulatum* et ce jusqu'à la limite du houppier. De nombreux auteurs

ont montré que le rendement des céréales sous des pieds de ligneux partiellement ou totalement émondés s'améliore sensiblement par rapport aux parcelles hors houppier (2, 3). Par ailleurs le témoin échapperait aux influences négatives de l'ombre du houppier sans bénéficier des effets de séquestration du carbone total.

Au cours de l'an 3 du suivi nous constatons que le rendement paille et grain donnent des courbes horizontales et très parallèles. Les rendements grains et paille sous houppier de *Piliostigma reticulatum*, sont néanmoins meilleures à ceux situés à la limite du houppier et au témoin. La réduction du rendement des cultures associées aux ligneux serait surtout liée à la faiblesse de l'intensité lumineuse (5). En outre, le degré élevé de transpiration des ligneux sous houppier contribuerait à la diminution de la production des céréales dans ces zones. Dans les parcs à *Piliostigma reticulatum*, le rendement des cultures céréalières n'est ainsi pas influencé négativement par les pieds de l'espèce.

Conclusion

Dans le système parc, les pieds de *Piliostigma reticulatum* améliorent fortement la richesse du sol. En effet de par leur importante biomasse foliaire et

de par la qualité de cette biomasse, *Piliostigma reticulatum* possède un fort potentiel de séquestration de carbone. La structure de l'espèce associée à sa petite taille permet un bon développement des cultures céréalières en association avec *P. reticulatum* en parc. La croissance des cultures est améliorée par l'espèce sans que la production ne soit affectée négativement par le houppier de l'espèce comme c'est le cas des espèces telles que le néré (*Parkia biglobosa*) ou le karité (*Vitellaria paradoxa*). En zone soudano sahélienne, les stades d'installation des cultures et de maturation sont généralement les plus critiques des céréales du fait de la pluviométrie capricieuse. *Piliostigma reticulatum*, de par l'humidité entretenue sous son houppier permettrait de passer ces moments critiques des cultures sans inquiétude. En outre le rendement des cultures pourrait croître de façon très significative par une coupe partielle ou totale du houppier qui permettrait de valoriser l'importante richesse du sol sous houppier de *P. reticulatum*. En fonction des besoins des producteurs à satisfaire (élevage, culture, bois énergie, pharmacopée), un compromis doit être trouvé dans le mode de gestion de *P. reticulatum* en parc de telle sorte à permettre une production durable de son association avec le sol et les cultures.

Références bibliographiques

- Arbonnier M., 2002, *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest*. 2^{ème} édition, CIRAD MNHN, 573 p.
- Bayala J., Mando A., Ouédraogo S.J. & Teklehaimanot Z., 2003, Managing *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* prunings for crop production and improved soil properties in the sub-sudanian zone of Burkina Faso. *Arid Land Res. Manage.*, **17**, 283-296.
- Bayala J., Teklehaimanot Z. & Ouédraogo S.J., 2002, Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agroforestry Syst.*, **54**, 203-214.
- Bationo B.A., Yélémou B. & Ouédraogo S.J., 2004, Le neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), une espèce adoptée par les paysans du centre- ouest du Burkina Faso. *Bois. For. Trop.*, **285**, 5-10.
- Boffa J.M., Taonda S.J.B., Dickey J.B. & Knudson D.M., 2000, Field-scale influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) on sorghum production in the Sudan zone of Burkina Faso. *Agroforestry Syst.*, **49**, 153-175.
- Breman H. & Kessler J.J., 1995, Woody Plants in Agro-Ecosystems of Semi-Arid regions with an Emphasis on the sahelian Countries. *Adv. Ser. Agric. Sci.*, **23**. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Dakuo D., Trouche G., Ba N.M., Neya A. & Kaboré K.B., 2005, Lutte génétique contre la cécidomyie du sorgho, *Stenodiplosis sorghicola*: une contrainte majeure à la production du sorgho au Burkina Faso. *Cah. Agric.*, **14**(2), 201-208.
- Dean J.D., Diagne O., Nizinski J., Lindley D.K., Seck M., Ingleby K. & Munro R.C., 2003, Comparative growth, biomass production, nutrient use and soil amelioration by nitrogen fixing-tree species in semi-arid Senegal. *For. Ecol. Manage.*, **176**, 253-264.
- Hien E., 2004, *Dynamique du carbone dans un Acrisol ferrugine du Centre Ouest Burkina: influence des pratiques culturales sur le stock et la qualité de la matière organique*. Thèse de Doctorat, ENSA Montpellier, 138 p.
- INERA, Fiche technique sorgho, *Variété sariasso 14*, Ouagadougou, Burkina Faso, 21-22.
- Iyamuremye F., Gewin V., Dick R.P., Diack M., Sené M., Badiane A. & Diatta M., 2000, Carbon, Nitrogen and Phosphorus mineralization potential of native agroforestry plant residues in soils of Senegal. *Arid. Soil Res. Rehabil.*, **14**, 359-371.
- Kho R.M., 2000, On crop production and the balance of available resources. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **80**, 71-100.
- MEDEV/ DGEP, 2005, Situation économique et financière du Burkina Faso en 2004 et tendances pour 2005-2008.
- Tilander Y., 1996, *Competition for and conservation of water and nutrients in agroforestry in semi-arid West Africa*. Thesis of Doctor of philosophy, Faculty of Agriculture, University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 378 p.

15. Traoré S., Thiombiano L., Millogo J.R. & Guinko S., 2007, Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by *Acacia* spp. in eastern Burkina Faso: Relation to soil respiration and microbial biomass. *Appl. Soil Ecol.*, **35**, 660-669.
16. Yaméogo G., Nikiéma P.P., Yélémou B., Boussim J. & Traoré D., 2005, La gestion de la diversité arborée du parc agroforestier du terroir de Vipalogo, dans le plateau central du Burkina Faso. *Cameroon J. Exp. Biol.*, **1**(2), 87-101.
17. Yaméogo G., Yélémou B. & Traoré D., 2005, Pratique et perception paysanne dans la création de parc agroforestier dans le terroir de Vipalogo (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc., Environ.*, **9**(4), 141-148.
18. Yaméogo J.G., Bayala J., Somé L., Ouédraogo S.J. & Guinko S., 2004, *Production de Zea mays var FBC6 dans un parc à Borassus flabellifer (L.) à Siniéna au Burkina Faso. Etud. Rech. Sahéliennes*, **11**, 15-24.
19. Yélémou B., 1993, *L'étude de l'arbre dans le système agraire au Bouleimé: inventaire des principales espèces et étude de l'interface neem sorgho*. Mémoire de fin d'étude, Université de Ouagadougou 101 p. + annexes.
20. Yélémou B., 2010, *Biologie et écologie des espèces du genre Piliostigma et leur contribution à la dynamique de la matière organique des sols en zone sahélo-soudanienne au Burkina Faso*. Thèse Unique de doctorat, UFR/SVT, Université de Ouagadougou. 150 p.
21. Yélémou B., Zougmore R., Bationo B.A., Millogo/Rasolodimby J. & Hien V., 2009, Phenology and fruit production of *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst., an agroforestry forage species in the Sahel. *Cameroon J. Exp. Biol.*, **5**(1), 10-20.
22. Yélémou B., Bationo B., Yaméogo G. & Millogo-Rasolodimby J., 2007, Gestion traditionnelle et usage de *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hochst., dans le Plateau central du Burkina Faso. *Bois. For. Trop.*, **291**(1), 55-65.

B. Yélémou, Burkinabè, PHD, INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles). Chargé de Recherches (CAMES) (Agroforestier-Écologue).

G. Yaméogo, Burkinabè, PHD, INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles). Chargé de Recherches (CAMES) (Agroforestier).

A. Barro, Burkinabè, PHD, INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles). Chargé de Recherches (CAMES) (Machinisme Agricole-Sciences du sol).

S.J. Taonda, Burkinabè, Thèse Unique, INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles). Maître de Recherches (CAMES) (Agronome-Systèmes).

V. Hien, Burkinabè, Thèse Unique, INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles). Directeur de Recherches (CAMES) (Agropédologue).

Evaluation des caractéristiques physico-chimiques des miels commercialisés à Cotonou

J.A. Djossou¹, F.P. Tchobo¹, H. Yédomonhan², A.G. Alitonou¹ & M.M. Soumanou^{1*}

Keywords : Honey- Physicochemical characteristics- Polyphenols- Benin

Résumé

Le miel est la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar ou du miellat. Au Bénin il est commercialisé et vendu dans les pharmacies, les supermarchés, dans certaines petites boutiques des grandes villes, sur les marchés des villages et même à domicile. Toutefois, les conditions de récolte, du conditionnement et de conservation peuvent influencer ses qualités. Dans cette étude, la qualité de trente-six (36) échantillons de miels vendus dans les supermarchés et les pharmacies a été évaluée. Les paramètres physico-chimiques et la teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miel ont été déterminés. Les résultats obtenus montrent que le pH a varié de 3,57 à 5,17 avec une acidité comprise entre 21,80 et 64,32 meq de NaOH/kg. Ils ont une forte teneur en proline (169,27 à 1699,21 mg/kg) et en sucres totaux (81,96 à 90,06 g/100 g) avec une teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF) de 22,5-41,96 mg/kg. Ils contiennent 9,84 à 19,76% d'humidité et 0,19-0,62% de substances minérales. En considérant tous les critères de qualité physico-chimiques près de la moitié (41,67%) des échantillons ont au moins un paramètre de qualité excédant la limite permise par la norme du Codex Alimentarius 2001. Une grande variabilité de la teneur en phénols totaux (27,88-248,80 mg GAE/100 g) et en flavonoïdes (0,30-55,17 mg CAT/100 g) est observée d'un échantillon à un autre. De l'étude de la relation entre les paramètres physico-chimiques, il a été observé une corrélation significative entre la couleur et la teneur en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux, et entre les composés polyphénoliques.

Summary

Evaluation of Physicochemical Characteristics of the Honeys Marketed in Cotonou

Honey is the foodstuff produced by honeybees from the nectar or honeydew. In Benin, it is marketed and sold in pharmacies, supermarkets, small shops in some large cities, village markets and even at home. However, the conditions of harvesting, packaging and storage can influence its qualities. To verify the quality of honeys marketed in Cotonou, 36 samples were purchased in supermarkets and pharmacies. The physico-chemical quality and polyphenolic nature of samples were determined. The results show that the pH varied from 3.57 to 5.17 with an acidity of between 21.80 and 62,32 meq NaOH/ kg. They have high content of proline (169.27-1699.21 mg / kg) and total sugar (81.96-90.06 g / 100 g) with an HMF content of 22.51 to 41.96 mg / kg. They contained 9.84 to 19.76% moisture and 0.19 to 0.62% minerals. Considering all physicochemical parameters, almost half (41.67%) of the samples presented at least one quality parameter exceeding the permitted limit of the 2001 Codex Alimentarius norm. There is a large variability between samples for total phenolic content (27.88-248.80 mg GAE/100 g) and flavonoids (0.30 to 55.17 mg CAT/100 g). A significant correlation was observed between color and total phenolic content. Color and the total flavonoids were correlated too, as were also the polyphenolic compounds.

Introduction

Les produits de la ruche sont depuis des millénaires exploités par l'homme. Ils sont issus de substances naturelles, produits par les abeilles. Leurs

utilisations variées assurent un bon marché et représentent un revenu d'appoint pour l'apiculteur. Au nombre de ces produits, le miel est l'un des aliments les plus anciens de l'humanité (10) qui a toujours été apprécié, d'une part pour ses qualités

¹ Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée. 01 BP: 2009 Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

² Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

* Auteur correspondant : M.M. Soumanou email: msoumanoufr@yahoo.fr

Reçu le 20.09.12 et accepté pour publication le 21.12.12.

gustatives et d'autre part, pour ses nombreuses vertus thérapeutiques. Elaboré par les abeilles à partir du nectar des fleurs ou de sécrétions issues des parties vivantes des plantes (miellat), il est largement apprécié comme la seule forme concentrée de sucres disponibles dans le monde (7, 12) et est également utilisé comme un conservateur alimentaire (8). C'est un produit à valeur marchande tant sur les marchés nationaux qu'internationaux, jouant aussi un rôle important dans l'alimentation et dans certaines traditions culturelles (7). Il constitue de ce fait une source potentielle non négligeable de revenus pour la population rurale, et contribue aussi à l'amélioration de l'alimentation humaine.

Malgré son caractère artisanal, la production africaine de miel est en nette progression. Elle est passée de 109.000 tonnes en 1991 à 145.000 tonnes en 2001 (7). Au Bénin, ce produit de plus en plus sollicité pour ses multiples utilisations, se trouve cependant être en quantité limitée pour couvrir les besoins des populations. Ce qui fait du miel un produit de luxe, souvent frelaté pour augmenter les quantités disponibles et de ce fait, les ventes (22). Il est commercialisé et vendu dans les pharmacies, les supermarchés, dans certaines petites boutiques des grandes villes, sur les marchés des villages et même à domicile (22). De ces miels, les plus prisés proviennent de la zone septentrionale du Bénin (22). Les investigations menées sur les échantillons de miel vendus à Cotonou ont permis de révéler que certains ne correspondent pas aux origines géographiques et botaniques indiquées sur les étiquettes d'identification (22). Certains producteurs ou commerçants abusent donc de l'image portée par les appellations pour faire écouler leurs produits. De plus, les conditions de stockage influencent les paramètres physico-chimiques et réduisent considérablement le délai de consommation des miels tropicaux. Ces faits soulèvent alors le problème de la qualité de ces différents miels commercialisés (17). Ainsi l'objectif général de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de la qualité des miels vendus au Bénin par la détermination des caractéristiques physico-chimiques.

Matériel et méthodes

Le matériel utilisé est constitué de 36 échantillons de miels commercialisés à Cotonou et détaillés dans le tableau 1. Ces échantillons ont été achetés dans les supermarchés et les boutiques de la ville de Cotonou. Tous les échantillons ont été conservés entre 0° et 4°C.

Détermination des caractéristiques physico-chimiques

Le pH et l'acidité libre, le taux d'humidité et de cendre sont déterminés selon des méthodes décrites par Bogdanov *et al.* (3).

Le taux d'humidité a été déterminé au réfractomètre alors que le pH et l'acidité libre ont été déterminés par titrage à pH 8,3 sur 10 g de miel homogénéisés dans 75 ml d'eau distillée. Le taux de cendre a été déterminé par la méthode gravimétrique en incinérant 5 g de miel dans un four électrique à 600°C pendant 3 heures. La couleur des échantillons de miel a été mesurée par la méthode spectrophotométrique (635 nm) décrite par White (23) sur une solution de miel (50%). Les miels ont été classés selon l'échelle de Pfund. Le dosage des sucres réducteurs totaux a été effectué par la méthode colorimétrique au phénol-sulfurique (11). A 2 ml de la solution de miel (0,1%), on ajoute 1 ml d'une solution de phénol (5%). On ajoute ensuite rapidement 5 ml de H₂SO₄ sans le faire couler par la paroi. Après refroidissement, l'absorbance est mesurée à 485 nm a été utilisé référence. Le glucose a été utilisé comme référence. La détermination des (hydroxyméthylfurfural) HMF est basée sur leur absorbance à 284 nm. L'interférence des autres composés est corrigée en faisant la différence entre les absorbances de la solution du miel en présence et en absence de sodium bisulfite. Cette étude est effectuée selon la méthode White décrite par Bogdanov *et al.* (2). La teneur en proline a été déterminée selon la méthode des Ough adaptée par Bogdanov *et al.* (3) au spectrophotométrie à 510 nm.

Détermination de la teneur en composés polyphénoliques

La méthode de Folin-Ciocalteu (21) a été utilisée pour déterminer la teneur en composés phénoliques. Cinq grammes de miel a été dilué à 50 ml d'eau distillée et filtré. Cette solution (0,5 ml) a ensuite été mélangée avec 2,5 ml de 0,2 N du réactif de Folin-Ciocalteu pendant 5 min et 2 ml de carbonate de sodium 75 g/l (Na₂CO₃) a ensuite été ajouté. L'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 760 nm contre un blanc au méthanol après 2 heures. L'acide gallique a été utilisé comme standard. La teneur en flavonoïdes totaux a été déterminée en utilisant la méthode de Dowd adaptée par Arvouet-Grand *et al.* (2). Brièvement, 5 ml de trichlorure d'aluminium (2%) ont été mélangés avec le même volume d'une solution de miel (0,01 mg/ml).

La lecture d'absorption à 415 nm a été effectuée

après 10 min contre un échantillon témoin au méthanol. La quercétine a été utilisée comme référence.

Analyse statistique

Toutes les déterminations ont été réalisées en triple exemplaire et les données ont été traitées à l'aide des logiciels Microsoft Excel 2010 et Minitab.

Résultats et discussion

Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de miel

La qualité du miel commercialisé dans la ville de Cotonou a été appréciée à travers la détermination des caractéristiques physico-chimiques de 36 échantillons de miel à savoir: l'humidité, le pH, l'acidité et les teneurs en HMF, en sucres totaux, en proline et en cendre. Les résultats obtenus sont compilés dans le tableau 2.

a. Couleur

La couleur du miel est la propriété physique immédiatement perçue par le consommateur (6). Celle du miel vendu à Cotonou a été évaluée par la mesure des indices de Pfund. Ces derniers ont varié de 106,96 à 3152,85 nm Pfund. Les échantillons de miel de Tobè-Bantè, de cojou ruche des collines et de cosso des collines ont des indices de Pfund compris entre 85 et 114 mm Pfund. Ils sont donc de couleur ambré foncé. Tous les autres échantillons sont de couleur foncée du fait que leurs indices de Pfund sont supérieurs à 114 mm Pfund.

b. Teneur en eau

La teneur en humidité des échantillons de miel a varié de 9,84 à 19,76% avec une moyenne de 14,68%. C'est la caractéristique la plus importante du miel selon Nombré *et al.*, (17) parce qu'elle est étroitement liée à la qualité du miel, sa viscosité, sa cristallisation, sa fermentation et sa saveur. Les valeurs obtenues sont inférieures à 20%, maximum autorisé par l'Union européenne et le Codex Alimentarius pour les miels tropicaux. Ces valeurs permettent aux miels de ne pas se fermenter (2). La valeur la plus élevée (19,76%) de la teneur en humidité a été obtenue pour l'échantillon de miel de

Tableau 1
Echantillons de miels commercialisés à Cotonou.

Appellations des échantillons	Nombre d'échantillon
Pur miel de l'Alibori	3
Miel Lili	3
Serein pur miel	3
Miel de Donga	3
Viva miel-Parakou	3
Miel de collines	3
Miel Tobè-Bantè	3
Miel de l'étoile extra pur	3
Miel de cojou ruche des collines	3
UCAP miel de Parakou	3
Miel boisé des forêts du Nord Bénin	3
Miel de cosso des collines	3

Tableau 2

Résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons de miel

Echantillons	Humidité (%)	pH	Acidité (meq.kg ⁻¹)	HMF (mg.kg ⁻¹)	Teneur en proline (mg/kg)	Sucres totaux (g/100g)	Taux de cendre (g/100g)
	[<20]*	[3,2-4,5]*	[<50]*	[<80]*	[>180]*	[>60]*	[<0,6]*
Pur miel de l'Alibori	19,76 ± 3,46	3,57 ± 0,06	46,59 ± 0,97	25,60 ± 0,54	1308,73 ± 32,24	82,67 ± 2,15	0,07 ± 0,02
Miel Lili	13,67 ± 1,16	5,07 ± 0,06	22,45 ± 2,25	23,48 ± 0,41	1699,21 ± 30,42	83,52 ± 2,10	0,62 ± 0,12
Serein pur miel	15,95 ± 1,80	3,80 ± 0,00	30,78 ± 1,15	33,00 ± 0,47	186,19 ± 26,94	85,69 ± 1,44	0,29 ± 0,06
Miel de Donga	15,92 ± 0,61	4,13 ± 0,06	46,07 ± 1,51	20,66 ± 0,37	228,66 ± 22,23	85,09 ± 1,78	0,43 ± 0,04
Viva miel-Parakou	14,07 ± 0,09	4,07 ± 0,06	49,17 ± 1,28	24,89 ± 0,42	1550,65 ± 32,89	84,94 ± 2,60	0,39 ± 0,05
Miel de collines	13,66 ± 1,03	5,30 ± 0,10	21,80 ± 1,32	41,96 ± 0,24	785,56 ± 63,58	81,96 ± 1,13	0,47 ± 0,08
Miel Tobè-Bantè	9,84 ± 1,48	4,10 ± 0,00	41,52 ± 1,51	17,06 ± 0,20	602,45 ± 23,02	90,06 ± 1,71	0,48 ± 0,03
miel de l'étoile extra pur	15,05 ± 1,00	4,47 ± 0,06	41,11 ± 2,14	22,97 ± 0,41	915,21 ± 79,42	84,94 ± 0,61	0,68 ± 0,05
Miel de cojou ruche des collines	14,16 ± 2,33	5,17 ± 0,06	60,38 ± 2,14	19,88 ± 0,42	761,76 ± 79,64	83,89 ± 0,91	0,39 ± 0,03
UCAP miel de Parakou	14,48 ± 1,13	3,80 ± 0,00	64,38 ± 0,86	31,36 ± 0,66	1558,69 ± 69,01	85,37 ± 0,85	0,22 ± 0,04
Miel boisé des forêts du Nord	15,40 ± 2,37	4,20 ± 0,00	39,04 ± 0,39	31,17 ± 0,54	169,27 ± 3,14	84,38 ± 0,89	0,55 ± 0,04
Miel de cosso des collines	14,18 ± 1,65	3,87 ± 0,06	36,92 ± 1,51	22,51 ± 0,25	172,95 ± 13,72	81,39 ± 0,89	0,19 ± 0,04
Moyenne	14,68 ± 2,16	4,29 ± 0,58	41,68 ± 13,07	26,21 ± 6,96	828,28 ± 583,49	84,37 ± 2,36	0,40 ± 0,18
% des échantillons respectant la norme Codex Alimentarius 2001	100	75	83,33	100	83,33	100	83,33

GAE = acide gallique ; CAT = catéchine ; HMF = hydroxylméthylfurfural * Valeurs standards selon le codex alimentarius 2001

l'Alibori. Les teneurs en humidité obtenues montrent que les miels analysés n'ont pas subi une extraction prématurée des ruches. En effet, cette précaution permet de réduire les risques de fermentation pouvant conduire à leur dégradation.

c. pH et acidité libre

Les valeurs de pH varient de 3,57 à 5,30 avec une moyenne de 4,29. La plus forte valeur de pH (5,17) a été obtenue pour l'échantillon de miel cojou ruche des collines. Les échantillons de miel Lili, des collines et de cojou ruche des collines ont des pH en dehors de la plage (3,2 à 4,5) indiqué par les rapports publiés (4, 9). En tenant compte uniquement des valeurs de l'acidité, deux de nos échantillons (cojou ruche des collines et UCAP miel de Parakou) présentent un risque de fermentation. En effet, leur teneur en acidité, respectivement de 21,80 et de 64,38 meq.kg⁻¹, est supérieure à la limite fixée par la norme Codex Alimentarius (9). Selon cette dernière, une bonne conservation du miel est assurée en partie par son acidité inférieur à 50 méq d'acide/kg de miel. D'après Ouchemoukh *et al.* (19), l'acidité du miel est due à la présence d'acides organiques, en particulier l'acide gluconique et les ions inorganiques tels que le phosphate et le chlorure.

d. Sucre totaux

En considérant les limites du Codex Alimentarius (9) pour les sucres réducteurs totaux, tous nos échantillons de miel ont des valeurs (81,39-90,06 g/100 g) respectant la norme. Ces valeurs, comparables à celles des miels de Burkina Faso

(73,9 à 85,5 g/100 g) (16) sont supérieures à celles des miels brésiliens qui varient de 67,6 à 72,4 g/100 g et à celles des miels commerciaux du Maroc, des USA, d'Italie et d'Allemagne (1). La teneur en cendres a varié de 0,07 à 0,68 g/100 g avec une moyenne de 0,40 g/100 g.

e. Teneur en proline

La teneur en proline des échantillons de miel est comprise entre 169,27-1699,21 mg/kg avec une moyenne de 828,28 mg.kg⁻¹. On note une très grande variabilité des teneurs en proline d'un échantillon à un autre comme mentionné par Bogdanov *et al.*, (3). Selon White et Doner (25), la proline est l'acide aminé majoritaire dans le miel. Elle a été utilisée comme standard ($y=0,0234x + 0,0199$; $R^2=0,9996$) pour quantifier les acides aminés totaux. Sa proportion est un facteur de qualité et un indice d'adultération (3). L'ensemble de nos échantillons ont des valeurs en proline supérieures à 180 mg/kg indiquant que ces miels sont acceptables selon le Codex Alimentarius (9). Les plus fortes valeurs ont été obtenues avec les échantillons de miel de l'Alibori (1308,73 mg/kg), Lili (1699,21 mg/kg), Viva miel-Parakou (1550,65 mg/kg) et UCAP de Parakou (1558,69 mg/kg). Ces valeurs sont nettement supérieures à celles obtenues (20,83-300,61 mg/kg) sur les 72 échantillons de miels de différentes régions du Kenya (16). Par contre, elles sont comparables aux valeurs (437,82-2169,37 mg/kg) obtenues pour les échantillons de miels de différentes régions de Burkina-Faso (15).

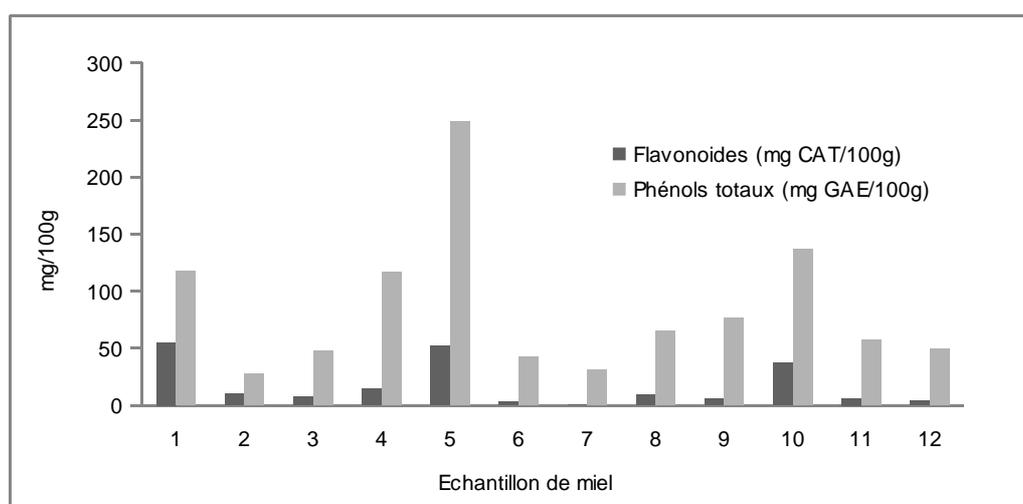


Figure 1: Teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miels commercialisés à Cotonou.

f. Teneur en HMF et en cendre

Selon nos résultats, les niveaux d'HMF varient de 17,06 à 41,96 mg/ kg. Les HMF font partie des trois paramètres (HMF, activité diastase et invertase) les plus couramment utilisés pour contrôler la fraîcheur du miel (5, 18). Ils reflètent l'âge du miel et indiquent si le miel a subi des traitements thermiques ou non. Tous nos échantillons respectent la norme actuelle du Codex Alimentarius (9) pour les niveaux d'HMF. Ces valeurs confirment la fraîcheur des échantillons étudiés au regard de ce paramètre. Les plus fortes valeurs de la teneur en cendres sont obtenues pour les échantillons de miel Lili et de l'étoile extra pur. Elles sont respectivement de 0,62; 0,68 g/100 g et sont hors des limites permises par la norme.

g. Teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miel

Les polyphénols font partie des groupes de composés naturels, importants, de hauts intérêts thérapeutiques. Ils ont été dosés dans les miels en utilisant l'acide gallique ($R^2=0,9943$; $y=0,029x-0,0107$) et la catéchine ($R^2=0,9968$; $y=0,0352x-0,0007$) comme standard respectivement pour les phénols et flavonoïdes totaux. La teneur en phénols totaux des échantillons de miel est comprise entre 27,88 à 248,80 mg GAE/100 g et celle des flavonoïdes totaux a varié de 0,30 à 55,17 mg CAT/100 g (Figure 1). On observe une grande variabilité de la teneur en composés polyphénoliques au sein des échantillons. Cette variabilité est en accord avec les nombreux travaux scientifiques

réalisés dans le but de retrouver d'éventuels marqueurs chimiques de l'origine florale des miels.

Les études réalisées par différents auteurs (14, 15) ont montré que les composés phénoliques varient en fonction des origines géographiques et florales du miel. En dehors de l'échantillon de miel Viva miel-Parakou (248,80 mg GAE/100 g) tous les autres échantillons présentent des teneurs moyennes en composés phénoliques totaux (27,88-137,07 mg /100 g) similaires à celles des miels du Burkina Faso (15) (42,96-248,80 mg /100 g). Par contre, les teneurs moyennes en flavonoïdes de nos échantillons (0,30-55,17 mg CAT/100 g) sont supérieures à celles des miels du Burkina Faso (0,17-8,35 mg/100 g) et à celles des miels Européens tels que les miels d'*Eucalyptus* (2-2,5 mg/100), de tournesol de colza et d'*Acacia* (0,5-2 mg/100 g) (14).

L'étude de la corrélation entre les caractéristiques physicochimiques des miels et /ou leurs teneurs en composés polyphénoliques montre une corrélation significative au seuil de 5% entre la couleur et la teneur en composés phénoliques totaux ($r=0,85$) et en flavonoïdes totaux ($R=0,97$), puis entre les composés polyphénoliques ($r=91,10$). De plus, une faible corrélation est obtenue entre la teneur en proline et la couleur des échantillons. Une corrélation a été obtenue entre le pH et la teneur en cendre puis entre les composés polyphénoliques dans le cadre de l'analyse des caractéristiques physicochimiques des miels des différentes régions du Burkina Faso (15). Les différentes corrélations obtenues dans cette étude sont confirmées par

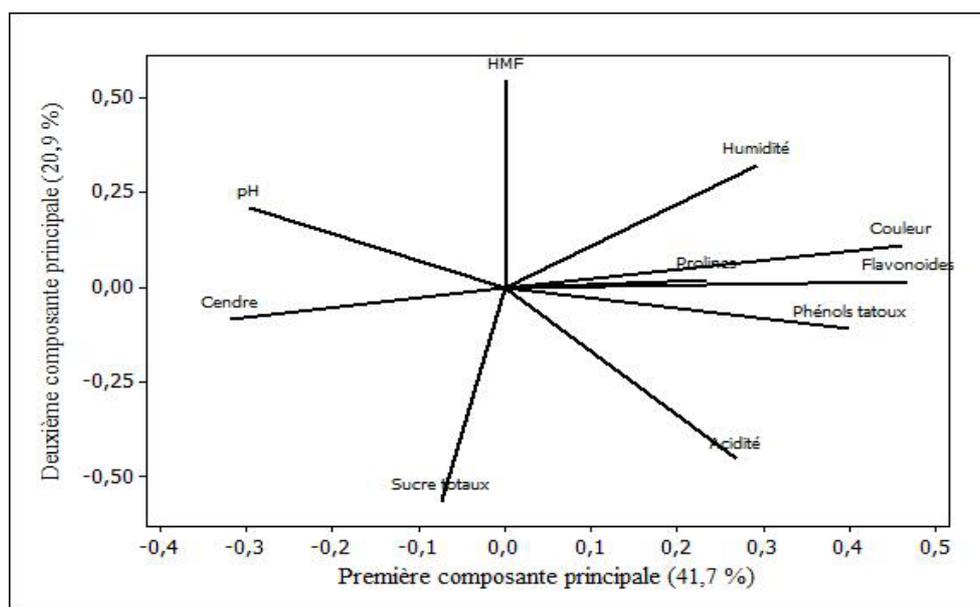


Figure 2: Représentation des caractéristiques physico-chimiques et teneur en polyphénols dans le plan factoriel.

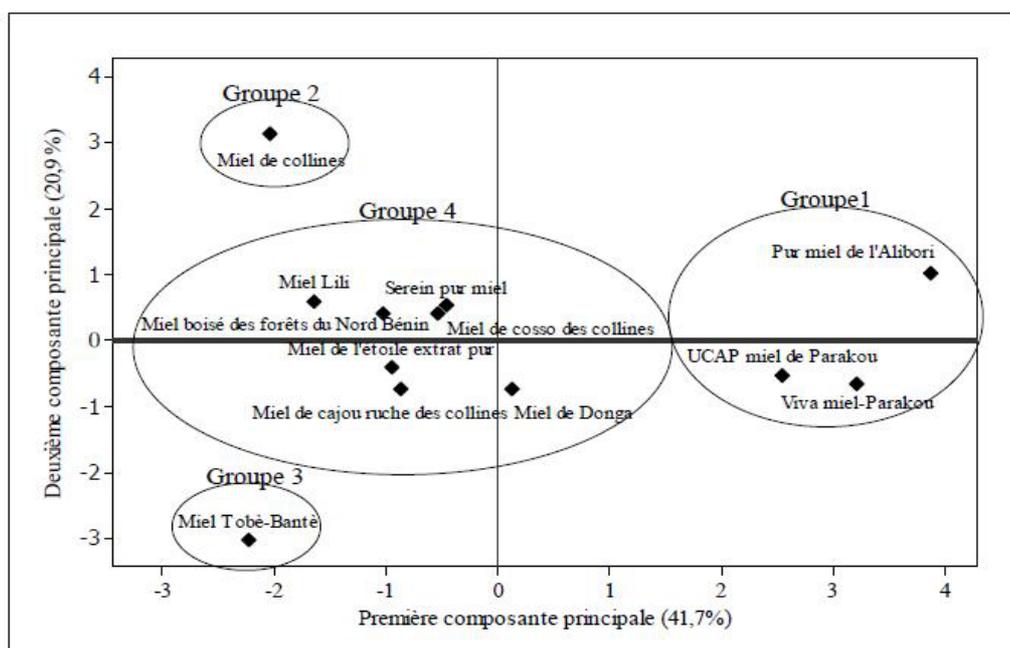


Figure 3: Représentation des différents échantillons de miel dans le plan factoriel.

l'analyse en composantes principales (ACP) (Figures 2 et 3).

En effet, l'ACP permet de transformer p variables quantitatives inter-corrélées en p nouvelles variables non corrélées appelées composantes principales. Ainsi, l'ACP construit de nouvelles variables, artificielles, et des représentations graphiques permettant de visualiser les relations entre variables, ainsi que l'existence éventuelle de groupes d'individus et de groupes de variables (20). Appliquer aux caractéristiques physico-chimiques et à la teneur en composés polyphénoliques des échantillons de miel, les deux premiers axes expriment respectivement 41,7%; 20,9% des informations concentrées soit un total de 62,6% de la variance totale; ce qui est largement suffisant pour garantir une précision d'analyse.

La première composante principale prend en compte la couleur, les teneurs en phénols totaux et les flavonoides totaux qui sont positivement corrélés. Sur cet axe, les miels les plus foncés ont une plus forte teneur en composés polyphénoliques.

Les variables acidité, teneur en HMF et en sucres totaux sont bien représentés sur la seconde composante principale. La teneur en HMF est corrélée positivement alors que les deux autres variables sont négativement corrélées. Une augmentation de l'HMF du miel conduit alors à une réduction du taux d'acidité et de la teneur en sucre totaux. Cela s'explique par le fait que l'HMF est un produit de la dégradation du fructose et du glucose

par déshydratation intramoléculaire (17). C'est un processus naturel parce que les miels sont acides. De plus, cette transformation est accélérée par les conditions et la durée de stockage. Selon Jeanne (13), la valeur de l'HMF est multipliée par 1,10 en six mois et par deux en un an lorsque les miels ont été stockés entre 15 et 20°C.

En rapprochant la figure 2 et la figure 3, on peut classer les échantillons de miels commercialisés et vendus à Cotonou en 4 groupes. Le premier regroupe les échantillons de miel de l'Alibori; Viva miel-Parakou et UCAP miel de Parakou qui sont caractérisés par une couleur foncée et une forte teneur en composé polyphénoliques. Les miels des collines (troisième groupe) ont une forte teneur en HMF avec une faible teneur en sucres totaux et acidité. Par contre, avec l'échantillon avec les miels de Tobè-Bantè (quatrième groupe) on observe le phénomène inverse. Enfin, un dernier groupe constitué des échantillons de miel Lili, Serein pur miel, de Donga, de l'étoile extra pur, de cojou ruche des collines, des forêts boisées du Nord Bénin; de cosso des collines qui présentent des caractéristiques intermédiaires aux trois premiers.

Conclusion

Cette étude a permis d'obtenir des données scientifiques sur les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et la composition en polyphénoliques des miels commercialisés à Cotonou. Les paramètres physico-chimiques, tels que l'humidité, l'acidité, le pH, l'HMF, la teneur en

proline, en cendre, en sucre totaux, mesurés ont révélé la qualité des miels vendus à Cotonou. Le pH varie de 3,57 à 5,17 avec une acidité comprise entre 21,80 et 21,80 meq/kg. Ils ont une forte teneur en proline (169,27 à 1699,21 mg/kg) et en sucre totaux (81,96 à 90,06 g/100 g) avec une teneur en HMF de 22,51-41,96 mg/kg. Ils contiennent 9,84 à 19,76% d'humidité et 0,19-0,62% de substances minérales.

Tous les échantillons de miels sont conformes pour l'essentiel aux normes de qualité du Codex Alimentarius pour l'humidité, l'HMF et les sucres totaux. Par contre 83,33% des échantillons

respectent cette norme pour l'acidité la teneur en proline et en cendre et 75% pour le pH. La fraîcheur des échantillons est confirmée par leur teneur en HMF. Une corrélation significative est observée entre la couleur et la teneur en phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux, puis entre les composés polyphénoliques; de plus une faible corrélation est obtenue entre la teneur en proline et la couleur des échantillons. En considérant tous les critères de qualité physico-chimiques près de la moitié (41,67%) des échantillons ne respectent pas la norme.

Références bibliographiques

- Al-Jedah H.J., Martin P. & Robinson R.K., 2003, Compositional differences between brands of honey on sale in Qatar. *Appl. Biotechnol. Food Sci. Policy*, **1**, 69-73.
- Arvouet-Grand A., Vennat B., Pourrat A. & Legret P., 1994, Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *J. Pharm. Belg.*, **49**, 462-468.
- Bogdanov S., Lüllmann C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Oddo L.P., Sabatini A.G., Marcazzan G. L., Piro R., Flaminio C., Morlot M., Lheretier J., Bomeck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., d'Arcy B., Mossel B. & Vit P., 1999, Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the International Honey Commission, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, **90**, 108-125.
- Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueiredo V., Iff D., Kanzig A., Stockli H. & Vorwohl K., Zurcher K. 1995, *Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation*. Centre Suisse de Recherche Apicole; Station de recherches laitières, Liebefeld, CH-3003 Berne.
- Bogdanov S. & Martin P., 2002, Honey authenticity, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, **93**, 232- 235.
- Bogdanov S., Ruoff K. & Persano Oddo L., 2004, Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, **35**, 4-17.
- Canini A., De Santis L., Leonardi D., Di Giustino P., Abbale F., Damesse E. & Cozzani R., 2005, Qualificazione dei miele e piante nettariifere del Camerun Occidentale. *Rev. Sci. Aliment.*, anno 34n, 4.
- Cherbuliez T. & Domerego R., 2003, *L'apithérapie, Médecine des abeilles*. Editions Amyris, 255 p.
- Codex Alimentarius, 2001, Revised standard for honey. Codex Standard 12-1981. Rev 1 (1987), Rev 2, Rome: FAO.
- Donadieu Y., 1984, *Le miel: thérapeutique naturelle*. 1984. Paris: Maloine S.A., 1984.
- Dubois M.K.A., Gilles Y.K. & Hamilton P.A., 1956, Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Anal. Chem. J.*, **28**, 350-356.
- FAO, 1996, Value-added products from beekeeping. FOA Agricultural Services Bulletin. Rome, Italy: FAO.
- Jeanne F., 2005, *Le miel: éléments d'analyse*. *Bull. Tech. Apic.*, **32**, 69-76.
- Martos L., Ferreres F., Yao L., D'Acry B., Caffin N. & Thomás-Barberán F.A. 2000, Flavonoids is monospecific Eucalyptus honey from Australia. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 4744-4748.
- Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millago J. & Nacoulma O.G., 2005, Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, *Food Chem.*, **91**, 571-577.
- Muli E., Munguti A. & Raina S.K., 2007, Quality of honey harvested and processed using traditional methods in rural areas of Kenya. *Acta Vet. Brno.*, **76**, 315-320.
- Nombré I., Schweitzer P., Boussim J.I. & Rasolodimby J.M., 2010, Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *Afr. J. Food Sci.*, **4**(7), 458-463.
- Oddo L.P., Piazza M.G. & Pulcini P., 1999, Invertase activity in honey, *Apidology*, **30**, 57-65.
- Ouchemoukh S., Louaileche H. & Schweitzer P., 2007, Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control.*, **18**, 52-58.
- Saporta G., 1990, *Probabilités, analyse des données et statistique*, Paris: Editions Technip, 493 p.
- Singleton V.L., Orthofer R. & Lamuela-Raventos R.M., 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol.*, **299**, 152-178.
- Tossou G.M., Yedomonhan H., Azokpota P., Akoegninou A., Doubogan P. & Akpagana K., 2011, Analyse pollinique et caractérisation phytogéographique des miels vendus à Cotonou (Bénin), *Cah. Agric.*, **20**, 500-508.
- White J.W., 1984, Instrumental color classification of honey: collaborative study. *Journal of the AOAC*, **67**, 1129-1131.
- White J.W. & Doner L.W., 1980, *Honey composition and properties*. *Beekeeping in the United States Agriculture Handbook*.

J.A. Djossou, Béninois, Doctorant, Nutrition et Sciences Alimentaires.

F.P. Tchobo, Béninois, Docteur, Maître-assistant, Chimie et Sciences des Aliments.

H. Yedomonhan, Béninois, Docteur, Maître-assistant, Botanique.

A.G. Alitonou, Béninois, Docteur, Maître-assistant, Chimie des substances naturelles.

M.M. Soumanou, Béninois, Docteur, Maître de Conférences, Biochimie et Technologie.

Vulgarisation de la méthode du triple ensachage pour le stockage amélioré du niébé en zone sahélienne du Nord Cameroun: Enjeux et perceptions paysannes

D.P. Folefack^{1*}, A.G. Sobda², S. Tengomo³, O. Boukar⁴ & A. Tahirou⁵

Keywords : Cowpea- Diffusion- Triple bags- PICS bags- Farmer perceptions- North Cameroon

Résumé

Cette étude met en évidence les enjeux de la méthode du triple ensachage, évalue la perception des paysans et identifie les facteurs déterminants de leur degré de satisfaction par rapport à la technologie. L'un des facteurs limitant la production du niébé reste le problème de la conservation. Face à ce problème, le projet de l'Université de Purdue pour le stockage amélioré du niébé a introduit au Nord Cameroun en 2010 la méthode du triple ensachage. Cette méthode permet d'améliorer la productivité des paysans, de garantir la sécurité alimentaire et de réduire la pauvreté. L'étude a montré que les paysans pilotes ont été très satisfaits de l'utilisation de la technologie. Une estimation d'un modèle économétrique a permis de montrer un lien entre les facteurs socio-économiques et le degré de satisfaction des paysans pilotes. Certains facteurs ont une influence significative sur la probabilité d'être satisfait, tels que : l'expérience des paysans, la superficie annuelle du niébé, l'utilisation des sacs PICS sans produits chimiques, la protection de la santé humaine et l'utilisation potentielle des sacs pour la conservation d'autres denrées. Le taux d'adoption potentiel de cette technologie est élevé. Une étude doit être menée pour évaluer le taux d'adoption réel et son impact.

Summary

Diffusion of the Triple Bagging Method to Improve Cowpea Storage in the Sahelian Zone of North Cameroon: Stakes and Farmer Perceptions

The study reveals the stakes of the triple bagging method, assesses farmer perception about this technology and identifies the factors determining their perception. One of the most limiting factors of cowpea production is the storage. To solve this problem, Purdue University Improved Cowpea Storage Project introduced in 2010 in Cameroon the PICS bag technology without chemical. The survey revealed that pilot farmers were satisfied of the use of this technology. An assessment of econometric model pointed out an evident correlation between socio-economic factors and the level of satisfaction of pilot farmers. Some variables influenced significantly the probability of being satisfied, namely: the farmer experience in cowpea cropping, annual area covered by cowpea crops, the use of PICS bags without chemical, health protection and the potential use of PICS bags to store other crops. Farmers are willing to adopt this technology for the storage of cowpea. A further survey must be done in the future to assess the real adoption rate and the impact of this technology in this zone.

Introduction

En Afrique, le niébé est une importante source de devises pour certains pays et représente une source précieuse de protéines dont le taux élevé (22 à 24%) le destine à jouer un rôle important

dans l'équilibre nutritionnel des populations rurales et urbaines (3). Outre son intérêt pour l'alimentation humaine, les fanes peuvent être utilisées pour l'alimentation des animaux et pour la restauration de la fertilité du sol. Il joue un rôle capital dans les systèmes cultureux en restaurant la fertilité des sols

¹ Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, Yaoundé, Cameroun.

² Centre Régional de Recherche Agricole de Maroua, Maroua, Cameroun.

³ Institut Supérieure de Sahel, Maroua, Cameroun.

⁴ Institut International d'Agriculture Tropicale, Oyo Road, Ibadan, Nigeria.

⁵ Institut International d'Agriculture Tropicale, Ibadan, Nigeria.

*Auteur correspondant : Email: dfolefack@yahoo.fr

Reçu le 01.10.12 et accepté pour publication le 28.01.13.

par la fixation de l'azote atmosphérique (4, 11, 12, 18).

La production de niébé mondiale s'élève à plus de 5,7 millions de tonnes de graine sèche par an sur 5 à 7,5 millions ha en 2008. La production africaine représente plus de 70% de cette production et occupe 80% des surfaces mondiales destinées à la culture de niébé (19). La production du Cameroun est estimée à 1% de la production mondiale, soit environ 112 501 tonnes de niébé (2, 12). Cette production a certes évolué mais reste très inférieure comparée à celle des pays comme le Nigeria et le Niger, meilleurs producteurs sur le continent africain avec respectivement 2 137 000 et 549 035 tonnes par an (5).

En effet, les taux élevés de croissance démographique, corrélés à l'évolution des habitudes alimentaires urbaines, ont favorisé une orientation des activités paysannes vers le vivrier marchand en l'occurrence le maïs et le niébé (6, 13, 15). Cependant, le grand problème dans la filière niébé est celui du stockage. Le stockage constitue une étape importante dans la préservation de la sécurité alimentaire à travers ses formes d'organisation et de gestion.

En outre, les ventes précoces du niébé affectent les disponibilités des stocks. Au nord Cameroun, comme dans d'autres pays d'Afrique de l'ouest, les paysans se sont toujours plaints de leur mécanisme de conservation en affirmant que c'est cette contrainte qui les empêche de cultiver le niébé en grandes quantités. Face à cet épineux problème, l'Université de Purdue aux Etats Unis, en collaboration avec les institutions de recherche en Afrique de l'Ouest et Centrale particulièrement l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) à Maroua au Cameroun a commencé à travailler sur la technologie du triple ensachage dans les années 80. Cette technologie s'est appuyée sur les méthodes traditionnelles pour améliorer la productivité des paysans afin de garantir la sécurité alimentaire et de réduire la pauvreté.

Par ailleurs, de nombreuses raisons militent donc pour le développement de la production du niébé. Face à ces enjeux, le problème crucial de conservation du niébé entraîne un sérieux manque à gagner pour les paysans. Il était donc urgent d'introduire une technologie capable de résorber ce problème, à l'instar de la méthode du triple ensachage¹. L'objectif de cette étude est de cerner les enjeux de la méthode de triple ensachage, d'évaluer la perception des paysans sur la technologie et d'identifier les facteurs déterminants

de leur degré d'appréciation.

Matériel et Méthodes

Zone d'études et collectes des données

Cette analyse préliminaire s'inscrit dans le cadre des activités du *Purdue Improved Cowpea Storage* (PICS) ou Projet de l'Université de Purdue sur le Stockage Amélioré du Niébé, réalisée dans 10 pays africains producteurs du niébé (Sénégal, Mali, Burkina Faso, Ghana, Benin, Togo, Niger, Nigéria, Cameroun et le Tchad) sur une période de 5 ans (2007-2012). Cet important projet régional a pour objectif global couvrir 28.000 villages dans les 10 pays où au moins 50% du niébé sera stocké en utilisant des méthodes hermétiques. Au Cameroun, le projet PICS a été exécuté pendant deux campagnes agricoles 2010 et 2011, où près de 1 465 villages ont été couverts, soit 1038 dans la région de l'Extrême Nord et 427 dans la région du Nord. Ce projet a été réalisé avec le concours de plusieurs partenaires² nationaux et internationaux.

Bien que le projet ait couvert tous les bassins de production de la zone soudano sahélienne, dans le cadre de cette étude préliminaire, nous nous limitons à la zone sahélienne du projet et principalement dans le Diamaré, région de l'Extrême Nord. Cette localité a été choisie pour cette analyse d'étude préliminaire, car, elle est la plus proche de la plus grande ville Maroua. Enfin, cette ville dispose des grands points de commercialisation du niébé, approvisionnés par les bassins de production du Diamaré.

Les données de l'étude ont été collectées au moyen d'une enquête réalisée auprès des paysans pilotes du projet dans les villages. En plus, des observations directes ont été faites sur le terrain lors des journées portes ouvertes instituées par le projet pour montrer le fonctionnement de la technologie vulgarisée aux populations.

Sur la base des guides d'entretien, nous avons eu des entretiens avec les responsables du projet. Afin de constituer notre population d'étude, nous avons procédé par un échantillonnage aléatoire simple et à plusieurs niveaux. A partir de la base de données et de la liste des villages couverts par le projet

¹Méthode du triple ensachage = sac PICS

²L'IRAD, structure chargée de la mise en œuvre du projet; le Groupe d'Initiative Commune (GIC) DEMRI, structure ayant reçu l'accord exclusif pour la commercialisation des sacs PICS au Cameroun; MINADER/PNVRA, chargée de l'encadrement des paysans dans l'utilisation des sacs sans les villages; Les radios régionaux et communautaires chargées d'accompagner les techniciens de terrain dans la mise en œuvre des différentes phases du projet, à travers des messages et spots en langue locale; Université de Purdue et l'ITTA ont assuré l'appui technique et financier du projet.

dans le département du Diamaré, trois arrondissements sur six. Pour cette étude, la population totale de paysans pilotes³ dans nos trois arrondissements retenus était 845 personnes (5 paysans pilotes par village, soit 169 villages), dans laquelle nous avons prélevé un échantillon au hasard de 150 paysans pilotes dont 45 sont des femmes, répartis dans 30 villages.

Les données collectées concernaient: les enjeux de la méthode du triple ensachage, les avantages, les caractéristiques socio-économiques, la méthode de vulgarisation, les méthodes traditionnelles de conservation du niébé, les perceptions paysannes par rapport aux sacs PICS, les possibilités d'adoption.

Analyse des données

Dans cette étude, nous faisons l'hypothèse que les variables socio-économiques influencent le degré de satisfaction des paysans pilotes après utilisation des sacs PICS durant le projet et doit certainement influencé l'adoption de la technologie. L'un des objectifs de cette étude est d'analyser le comportement des paysans pilotes face aux sacs PICS. Pour atteindre cet objectif, nous avons opté pour une modélisation de type Logit, facilitant la manipulation des résultats (8). Car, sur le plan empirique, l'analyse des déterminants de la satisfaction des paysans pilotes est basée sur un modèle de choix discret (7, 10).

Le principe fondamental du modèle Logit est basé sur la probabilité pour un individu d'être satisfait ou pas de la technologie qui lui est proposé (1: 9). Les paramètres de ce modèle Logit sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance (16). Le choix du paysans dépend des opportunités et est, par conséquent aléatoire, et ne saurait faire l'objet d'une régression linéaire, mais d'une régression multiple qui peut être du type exponentiel (17).

Le degré d'appréciation de la technologie peut être théoriquement conçue comme suit et indiquée dans les équations.

Les seuls critères de choix étaient d'être producteur de niébé et accepter de mettre son niébé à la disposition du projet pour subir le test. La quantité de niébé produite/stockée n'était pas pris en compte.

En effet, deux propriétés font l'intérêt de la fonction de répartition logistique dans la modélisation des

³Paysans pilotes= paysans ayant participé aux activités du projet PICS, en conservant son niébé dans les sacs PICS dans les villages dont 30% sont des femmes conformément aux exigences des bailleurs des fonds.

choix discrets. Il s'agit notamment de son intervalle qui se réduit à [0, 1] et de la possibilité d'être linéarisé par une transformation logarithmique. Dans ce modèle, on définit une variable y^* comme suit:

$$Y_i^* = \alpha + X_i \beta + \varepsilon_i, \quad I$$

où Y_i^* représente le bénéfice ou l'intérêt retiré par le paysan de son engagement dans le choix d'utilisation de la technologie pour la conservation de son niébé; X_i est une variable qui peut influencer la pratique; β les coefficients associés aux différentes variables du modèle et ε_i l'erreur associée à la variable.

La variable Y_i^* n'étant pas observable, il est nécessaire de générer une variable observable exprimant le degré de satisfaction des sacs PICS par les paysans pilotes:

$y = 1$ si le paysan pilote est satisfait des sacs PICS et $y = 0$ si le paysan pilote n'est pas satisfait des sacs PICS.

Selon Hurlin (8), la régression du modèle *Logit* caractérisant le choix par un échantillon d'exploitant est spécifié comme suit:

$$p_i = E(y_i) = F(\alpha + X_i \beta) = \frac{1}{[1 + e^{-(\alpha + X_i \beta)}]} \quad II$$

où l'indice « i » indique la ^{ième} observation dans l'échantillon, p_i est la probabilité qu'un individu face un choix donné y_i , e est la base du logarithme népérien, x_i est un vecteur des variables exogènes, α est une constante et β_i sont des coefficients associés à chaque variable explicative X_i à estimer.

Il convient de noter que les coefficients estimés n'indiquent pas directement l'effet du changement des variables explicatives correspondantes sur la probabilité (p) de l'occurrence des résultats. Un coefficient positif signifie que la probabilité augmente avec l'accroissement de la variable indépendante correspondante (14). Les coefficients α et β dans la régression logistique sont estimés en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance.

Ainsi, le *Logit* est basé sur la notion de maximum de vraisemblance dont la fonction est:

$$\prod_{i=0}^n \prod_{j=1}^n [\exp(\beta_j x_{ij}) / \exp(\beta_j x_{ij})]^{N_j} \quad III$$

Où N représente le nombre d'observations en dehors de celles pour lesquelles Y prend la valeur j .

Toutefois, la fiabilité des paramètres estimés (convergence et normalité asymptotique) par cette méthode repose sur le caractère aléatoire et indépendant des variables explicatives utilisées; ce qui suppose que leurs valeurs sont déterministes et donc bornées. Pour résoudre le problème de multicollinéarité qui rendrait les résultats pas très fiables et inefficaces, nous avons procédé à une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) à partir du logiciel SPAD. Ainsi dans nos estimations, les variables retenues sont celles qui offrent un plus grand pouvoir d'explication. Les variables explicatives ont été identifiées en se référant aux hypothèses avancées dans ce travail concernant le degré de satisfaction ou d'appréciation de la technologie.

Résultats

Genèse et enjeux de la technologie du triple ensachage

La technologie du triple ensachage est issue des travaux antérieurs réalisés dans le cadre du projet *Bean/Cowpea collaborative Research Support Program* (CRSP), projet d'appui au stockage du Niébé démarré au nord Cameroun au courant de l'année 1987. Le CRSP était un projet de l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) exécuté dans le cadre d'un partenariat entre l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) au Cameroun et l'Université de Purdue aux Etats Unis. L'objectif de ce projet était de mettre au point des technologies de conservation de graine de niébé à la portée des petits paysans. L'une des technologies développées était l'utilisation des triples sacs en deux doublures de polyéthylène.

Ainsi, l'étude réalisée au Cameroun par le professeur Larry Murdock et son équipe dans le cadre du projet Bean Cowpea CRSP a donné un nouveau souffle au débat. Cette étude a permis de comprendre que l'infestation des gousses commence au champ, mais le développement des populations d'insectes est très rapide après le battage. Par ailleurs les résultats de l'étude menée par le projet de l'Université de Purdue sur le stockage amélioré du niébé montrent que les bruches ne peuvent s'épanouir et se reproduire que dans un milieu à très oxygéné. A l'absence de l'oxygène ces insectes perdent la vie et les légumineuses ou plus exactement le niébé peut être ainsi en sécurité. Ce pertinent constat a donc permis au projet de mettre en place une technologie moderne de conservation du niébé: la technologie « du triple ensachage » pour la conservation améliorée du niébé (Photo 1).



Photo 1: Stockage de niébé avec les sacs PICS à Maroua.

La technique de conservation mis au point par le projet est celui du triple ensachage. Comme son nom l'indique, il est constitué de deux sachets polyéthylène, de 80 microns d'épaisseur chacun et un troisième sac (externe) - sac tissé en polypropylène. Le mécanisme mis au point ici est celui d'empêcher totalement l'entrée de l'air dans les sacs, ainsi les larves déposées sur les grains de niébé en champ ne pourront plus se développer et la plupart finissent par mourir.

L'utilisateur des sacs PICS doit s'assurer que son niébé est bien sec et propre; en enlevant tous les débris qui pourraient percer le sachet. Le séchage avant stockage aide à réduire significativement le taux d'humidité de la graine pour éviter ainsi des éventuelles pourritures des grains stockés. Le triple sac est recommandé pour le stockage du niébé pendant une longue période. Il est conseillé de ne pas ouvrir le sac durant la période de stockage mais de le garder dans un endroit sûr et sec hors de la portée des rongeurs qui peuvent trouser le sac.

Perceptions paysannes de la méthode du triple ensachage

Cet étude nous permis d'avoir une idée sur l'appréciation faite par les paysans pilotes de la méthode utilisée par le projet PICS pour la vulgarisation de la technologie du triple ensachage en zone sahélienne du nord Cameroun. Le dispositif de vulgarisation mis en place a permis d'atteindre un grand nombre de producteurs concernés directement ou pas. Nous constatons à travers nos analyses que presque tous les producteurs ayant participé au projet ont appréciés à sa juste valeur la méthode de vulgarisation, soit environ 98%. Parmi, ceux-ci selon la figure ci-dessous près de 59% déclare être très satisfait et 39% satisfait. Une proportion très marginale a une appréciation moyenne ou pas satisfait. Il est à signaler que dans cette zone, le problème de stockage de niébé se posait avec acuité, ce qui constituait le facteur limitant le plus important pour la culture du niébé et la technique de conservation adoptée était attendue tous les temps.

En plus, la plupart des producteurs, ont ainsi accueilli favorablement cette technologie et le dispositif mis en place. Comme les responsables du projet ont respecté scrupuleusement, l'application du dispositif de vulgarisation sur le terrain qui a eu du succès dans d'autres pays du projet en Afrique de l'Ouest, on peut bien comprendre pourquoi, l'appréciation du dispositif à reçu un écho aussi favorable (Figure 1). Espérons

juste par la suite, que cela pourrait influencer positivement l'adoption de cette technologie. Après la collecte des données, les analyses ont été effectuées à travers les logiciels EXCEL et SPSS.

Analyse économétrique

Le modèle économétrique (Tableau 1) estimé permet de comprendre les facteurs qui ont influencé l'appréciation de la technologie par les paysans pilotes après le test par le projet PICS. Les résultats mettent en évidence une corrélation entre les facteurs socio-économiques et le degré de satisfaction des paysans pilotes. Le modèle estimé s'avère globalement statistiquement valide. En effet, la log-vraisemblance (-149,94) est satisfaisante, ainsi que le Khi-deux du modèle qui est significatif à 1%. Au niveau des paramètres estimés, on trouve globalement cinq variables ayant une influence significative sur la probabilité d'être satisfait de l'utilisation des sacs PICS. Ces variables sont entre autres: l'expérience dans la culture du niébé, la superficie annuelle du niébé cultivée, les divers avantages des sacs PICS par rapport aux méthodes traditionnelles, l'utilisation du sac PICS sans produit chimique, la protection de la santé humaine et l'utilisation potentielle des sacs PICS pour la conservation des autres produits céréaliers.

En outre, l'analyse de la sensibilité de la probabilité d'appréciation des sacs PICS par rapport aux variables explicatives montre que certains variables socio économiques ont des effets marginaux les

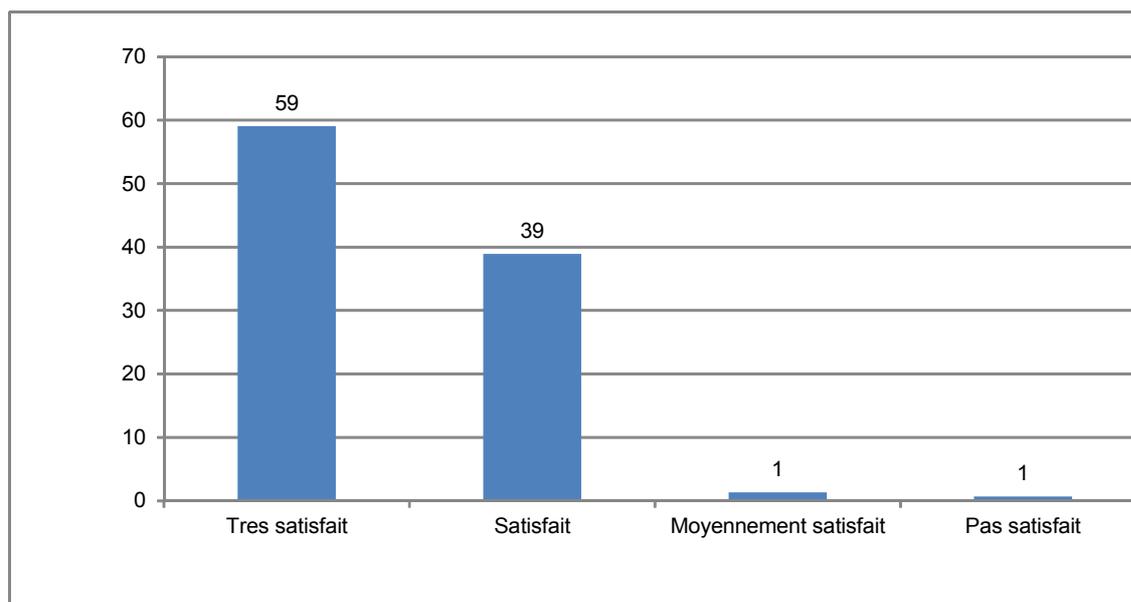


Figure 1: Appréciation de la méthode de triple ensachage par les paysans pilotes.

Tableau 1
Déterminants de la satisfaction des paysans pilotes des sacs PICS.

Variable	Coefficients	Ecart Type	Wald	Sig.
Constante	-0,344	2,751	0,016	0,9
Sexe des producteurs	-0,512	0,558	0,842	0,359
AGE	0,025	0,022	1,331	0,249
Niveau d'éducation	-0,331	0,377	0,77	0,38
Statut matrimoniale	0,327	0,522	0,393	0,531
Nombre d'actifs familiaux	0,004	0,041	0,011	0,915
Expérience dans la culture du niébé	-0,078	0,026	8,892	0,003** *
Superficie annuelle du niébé cultivé	2,099	0,846	6,159	0,013**
Production annuelle du niébé	-0,001	0,002	0,069	0,793
Prix de vente du niébé après le stockage	-0,005	0,005	1,123	0,289
Utilisation du sac PICS sans produit chimique	1,231	0,457	7,246	0,007** *
Simplicité du sac PICS dans l'utilisation	0,702	0,478	2,16	0,142
Rentabilité et l'efficacité du sac PICS	0,849	0,538	2,485	0,115
Protection de la santé humaine	1,044	0,462	5,107	0,024**
Utilisation du sac PICS pour le stockage d'autres céréales	1,338	0,698	3,672	0,055*
Nombres d'observations			150	
-2log-vraisemblance			149,94	
R-deux de Nagelkerke			0,37	
R-deux de Cox & Snell			0,275	
Prob.			0	

plus forts. En plus, certains variables affectent positivement et d'autres négativement la propension à être satisfait des sacs PICS. Une analyse singulière des variables ayant des effets significatifs sur la probabilité de choix nous permettra de mettre en évidence ces effets.

L'expérience des paysans pilotes dans la culture du niébé influence significativement et négativement au seuil de 1% la probabilité d'être satisfait sur l'utilisation des sacs PICS. Les paysans ayant plus d'expérience dans la culture du niébé, notamment les plus âgés auront tendance à être moins satisfait de la technologie que les plus jeunes.

Les superficies annuelles du niébé cultivées ont un effet significatif et positif au seuil de 5%. Les paysans pilotes ayant les superficies cultivées plus important auront une grande propension à être satisfait des sacs PICS et des possibilités d'adoption de la technologie. Cela semble se

comprendre, car, ils produisent des grandes quantités de niébé et il y a une nécessité de stockage.

Les avantages des sacs PICS par rapport aux méthodes traditionnelles de conservation du niébé ont significativement influencé le degré de satisfaction des paysans. L'analyse montre que les paysans pilotes ayant utilisés la technologie du triple ensachage pour la conservation du niébé trouvent beaucoup d'avantages par rapport aux techniques traditionnelles de stockage du niébé, à savoir: son utilisation facile, utilisation sans produit chimique, la rentabilité et son efficacité, la protection de la santé humaine. Parmi ces avantages d'autres ont influencés significativement l'appréciation de la technologie.

Ainsi, le modèle montre que l'utilisation des sacs PICS sans produit chimique influence significativement et positivement le degré d'appréciation à 1%. De même que la protection de la santé humaine (utilisation des sacs PICS sans produit chimique) est significative au seuil de 10%. Afin de mieux cerner les avantages qu'offre cette technologie, nous présentons tout d'abord les différentes techniques de conservation traditionnelles utilisées par les paysans (Figure 2).

Les paysans dans les techniques traditionnelles de stockage de niébé utilisent majoritairement les sacs *baba gana* (simple sac avec une seule couche) pour le stockage du niébé, soit près de 59%. Ils concernent plus, ceux qui ont des grandes productions de niébé et qui peuvent stockés plusieurs sacs. Il est à signaler que dans ces sacs, les producteurs mettent des produits chimiques ou de la cendre. En plus des sacs, l'on constate que les canaris et les bidons sont aussi beaucoup utilisés pour le stockage de niébé, cela concerne respectivement 18% et 23% des paysans. Ces deux techniques sont plus utilisées par les producteurs ayant des petites quantités à stocker ou bien des semences pour la prochaine campagne. Pour ces cas, ils utilisent le plus souvent le système de fermeture hermétique qui empêche le développement des bruches dans les canaris ou les bidons.

L'analyse nous permet de faire un inventaire de ces différents moyens de lutte ainsi testés et en usage par les paysans (Tableau 2). Ces moyens, bien que indiqués pour la conservation du niébé sont aussi largement utilisés pour la protection de tous les autres produits agricoles, notamment les céréales. Bien que toutes ces méthodes aient des effets de protection au cours du stockage, elles ne permettent pas de stocker de grande quantité de niébé et certains favorisent l'attaque des insectes,

Tableau 2
Principaux produits utilisés lors du stockage du niébé par les paysans.

N°	Produits utilisés	Effectifs	Pourcentage (%)
1	Feuilles de neem	1	0,7
2	Sable/chaux/cendres	66	44
3	Pesticides	59	39,3
4	Poudre de piment	3	2
5	Autres	16	10,7
6	Pas de réponse	5	3,3
Total		150	100

car, ils laissent pénétrer l'air favorable au développement des bruches. Face à cela, les paysans sont contraints de brader leur récolte, de peur de perdre toute leur récolte lors de la conservation.

Les paysans dans la plupart des cas, pour la conservation de leur niébé, utilisent plusieurs produits.

Ainsi, on constate à travers cette étude que les insecticides sont le plus utilisés par près de 39% des paysans.

Ils mettent des produits chimiques dans les simples sacs tissés, dans les greniers ou dans d'autres récipients pour empêcher le développement des bruches. L'utilisation des produits chimiques peut être efficace si elle est utilisée correctement mais très dangereuse pour les populations si l'on ne maîtrise pas la technique.

En plus, les paysans utilisent aussi des produits

d'origine végétale (feuilles, tiges, racines, fleurs, fruits) sous forme de poudres, d'extraits ou d'enduits de crépissage contre les insectes. Les limites de l'utilisation de ces plantes résident dans la durée de rémanence de l'odeur et aussi en raison d'une main-d'œuvre importante pour le pilage des extraits. On utilise aussi des minéraux tels que le sable, la chaux et la cendre sur les grains pour former un obstacle physique contre les insectes à près de 44%. D'autres produits sont aussi utilisés, même si leur utilisation est marginale.

Cette analyse non exhaustive sur les méthodes dites traditionnelles de conservation des légumineuses dont le niébé nous permet de comprendre que les paysans ont développé plusieurs stratégies pour la conservation de leur niébé. Cependant, il faut signaler que les méthodes traditionnelles de stockage sont efficaces pour de petites quantités, mais ne sont pas bien adaptés lorsque les agriculteurs produisent des grandes quantités pour le marché. En effet, l'utilisation inappropriée des insecticides pour la conservation du niébé a déjà engendré de nombreux cas de décès dans le monde (3, 12). En plus, certaines techniques ne sont pas adaptées pour la conservation des grandes quantités de produits de récolte. Face à l'échec ou du moins aux limites des technologies traditionnelles de conservation du niébé, certaines études ont été effectuées en laboratoire pour comprendre les conditions favorables à l'épanouissement de la bruche afin de proposer une solution appropriée. C'est dans ce sens que les méthodes améliorées de conservation du niébé voient le jour, les sacs PICS.

Enfin, l'utilisation potentielle des sacs PICS pour le stockage d'autres céréales influence

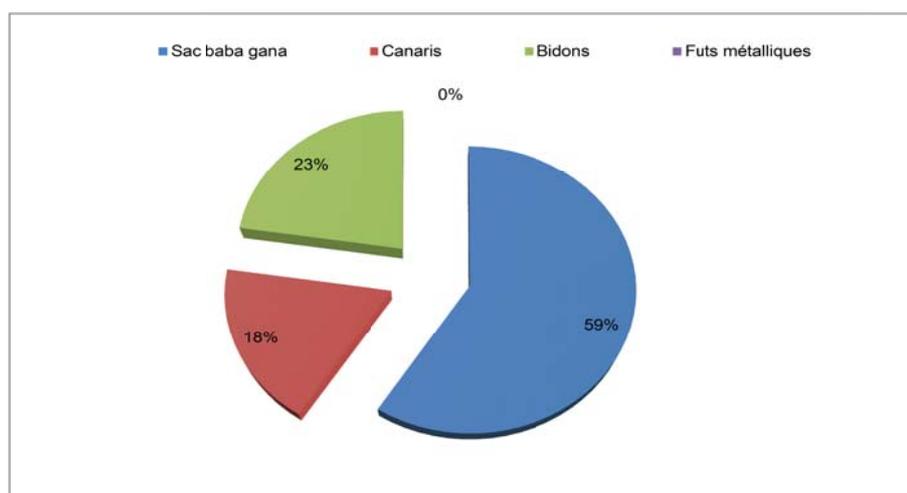


Figure 2: Matériels de stockage de niébé utilisés par les paysans pour le stockage traditionnel.

significativement et positivement au seuil de 10% le degré d'appréciation des sacs PICS par les paysans pilotes. Bien que cette technologie ne soit actuellement destinée qu'à la conservation du niébé, et qu'il n'y ait pas encore d'études formelles pour recommander l'utilisation des sacs PICS pour la conservation des cultures céréalières, plusieurs producteurs pilotes affirment vouloir utiliser ces sacs réutilisables pour d'autres cultures.

Notre étude préliminaire sur la vulgarisation des sacs PICS permet de constater que de part le degré de satisfaction ou d'appréciation des sacs PICS par les paysans pilotes, nous pensons qu'ils sont des potentiels adopteurs de la technologie. Ainsi, on constate que le taux d'adoption potentiel des producteurs pilotes des sacs PICS est estimé à près de 95%. Ce taux potentiel d'adoption dépendra certes de l'environnement socio-économique, notamment de la disponibilité des sacs PICS dans les villages et les marchés. Cela permettra d'accroître la production du niébé et accroître de façon substantielle les revenus des paysans.

Notons enfin que, d'autres variables à priori pertinentes présentes dans le modèle n'ont aucun effet significatif sur le degré d'appréciation des sacs PICS par les paysans pilotes, bien que ces variables influencent positivement ou négativement le choix de la stratégie d'adaptation. Il s'agit notamment de l'âge, du sexe, du statut matrimonial, de la taille de la famille, du prix de vente escompté du niébé après stockage, l'utilisation simple des sacs PICS et la rentabilité et l'efficacité.

Conclusion

Le niébé est devenu une culture de marché suite à la crise de la filière cotonnière depuis les années 2000. Cependant, la production du niébé fait face au problème primordial de la conservation. Face à cet épineux problème, le projet PICS a introduit en 2010 au Nord Cameroun, la technologie du triple ensachage ou les sacs PICS. Cette technologie a

montré des résultats intéressants dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Elle permet d'accroître, la productivité des paysans, de garantir la sécurité alimentaire et de réduire la pauvreté. En plus de sa rentabilité économique, il y a des bénéfices liés à la santé humaine, car, utilisée, sans produits chimiques.

Au nord Cameroun, et dans le Diamaré en particulier, les producteurs ont été très satisfaits de la méthode de vulgarisation utilisée par le projet PICS. En plus, ils ont accueillis très favorablement la technologie du triple ensachage, car dans leur majorité, ils affirment percevoir des avantages important de la technologie par rapport aux méthodes traditionnelles de conservation qui sont limités.

Une estimation d'un modèle économétrique a permis de mettre en évidence une corrélation entre les facteurs socio-économiques et le degré de satisfaction des paysans pilotes. Ainsi, on a trouvé globalement cinq variables ayant une influence significative sur la probabilité d'être satisfait de l'utilisation des sacs PICS. Ces variables sont entre autres: l'expérience dans la culture du niébé, la superficie annuelle du niébé cultivée, les divers avantages des sacs PICS par rapport aux méthodes traditionnelles: l'utilisation des sacs PICS sans produits chimiques, la protection de la santé humaine et l'utilisation potentielle des sacs PICS pour la conservation des autres produits céréaliers.

Enfin, de part leur degré de satisfaction élevé par rapport à la technologie, le taux d'adoption potentiel de la technologie du triple ensachage est très élevé et beaucoup affirment vouloir utiliser ces sacs pour le stockage des autres céréales. Cependant, ce taux d'adoption potentiel dépendra de l'organisation du circuit de commercialisation des sacs. Par ailleurs, une étude approfondie sur la technologie doit être faite plus tard pour évaluer le taux d'adoption réel et les contraintes.

Références bibliographiques

- Adesina A.A., Mbila D., Nkamleu G.B. & Endamana D., 2000, Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **80**, 255-265.
- Agri-stat., 2008, Annuaire des statistiques du secteur Agricole campagnes 2005 et 2006. *Direction des Enquêtes Statistiques Agricoles*. MINADER/AGRI-STAT N° 14. 81 p.
- Baributsa D., Lowenberg-DeBoer J., Murdock L. & Moussa B., 2010, Profitable chemical-free cowpea storage technology for smallholder farmers in Africa: opportunities and challenges. 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Julius-Kühn-Archiv, 425, 2010.
- Boys K., Faye M., Fulton J. & Lowenberg-DeBoer J., 2007, The economic impact of cowpea research in Senegal: an ex-post analysis with disadoption. *Agric. Econ.*, **36**, 363-375.
- FAO, 2008, FAO Stat Database. <http://www.fao.org/statistic>.
- Fofiri N.E.J., Temple L., Ndamé J.P., Dury S., Ndjouenkeu R. & Simeu K.M., 2011, L'émergence du maïs dans la consommation alimentaire des ménages urbains au Nord-Cameroun, *Rev. Econ. Rurale*, 17 p.
- Foster A.D. & Rosenzweig M.R., 2010, 'Microeconomics of technology adoption', *Annual Review of Econ.*, **2**, 395-424.

8. Hurlin C., 2003, *Econométrie des variables qualitatives. Cours de maîtrise d'économétrie*, France Université d'Orléans, 59 p.
9. Madalla G.S., 1985, *Limited dependent and qualitative variables in econometrics*. New York: Cambridge University Press.
10. McFadden D., 1973, Conditional Logit analysis of qualitative choice behavior. In : P. Zarembemka (ed.) *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press.
11. Moussa B., Lowenberg-DeBoer J. & Baributsa D., 2010, *Adoption of hermetic storage for Cowpea in Niger and Burkina Faso in 2010*. Poster presented during the 5th World Cowpea Conference, 27 September to 1 October 2010, Saly, Senegal.
12. Moussa B., Otoo M., Fulton J. & Lowenberg-DeBoer J., 2011, Effectiveness of Alternative Extension Methods through Radio Broadcasting in West Africa, *J. Agric. Educ. Extension*, 17(4), 355-369
13. Moussa B., Lowenberg-DeBoer J., Fulton J. & Boys K., 2011, "The economic impact of cowpea research in West and Central Africa: a regional impact assessment of improved cowpea storage technologies," *J. Stored Prod. Res.* /47 p. 147-156.
14. Neupane R.P., Sharma K.R. & Thapa G.B., 2002, Adoption of agroforestry in the hills of Nepal: a logistic regression analysis. *Agric. Syst.*, 72, 177-196.
15. Ndjouenkeu R., Fofiri Z.E.J., Kouebou C., Njomaha C., Gremombo A.I. & Miam O.K., 2010, Le maïs et le niébé dans la sécurité alimentaire urbaine des savanes d'Afrique centrale. ISDA 2010, Montpellier 28 juin-1 juillet 2010. 17 p.
16. Nkamleu G.B. & Kielland A., 2006, Modeling farmers' decisions on child labor and schooling in the cocoa sector: a multinomial Logit analysis in Côte d'Ivoire. *Agric. Econ.*, 35, 319-333.
17. Nkamleu G.B. & Coulibaly O., 2000, Les déterminants du choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et café du sud-Cameroun. *Revue Econ. Rurale*, N° 259 Sept-Oct, 2000 pp. 75-85.
18. Ouédraogo S., 2003, Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso. *Tropicultura*, 21(4), 204-210.
19. Tengomo N.S., 2011, *Techniques de conservation des légumineuses et sécurisation de la production des paysans: cas du niébé dans le département du Diamare*. Mémoire de Master, Institut Supérieure de Sahel, Université de Maroua. 142 p.

D.P. Folefack, Camerounais, Agroéconomiste, PhD, Chargé de Recherche, Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, B.P. 1457 Yaoundé, Cameroun.

G. Sobda, Camerounais, Généticien, Doctorant, Attaché de Recherche, Centre Régional de Recherche Agricole de Maroua, B.P. 33 Maroua, Cameroun.

S. Tengomo, Camerounaise, Sociologue, Msc, Institut Supérieure de Sahel, Maroua Cameroun.

O. Boukar, Camerounais, Généticien, PhD, Chargé de Recherche, Institut International d'Agriculture Tropicale, PMB 5320 Oyo Road, Ibadan, Nigeria.

A. Tahirou, Nigérien, Agroéconomiste, PhD, Institut International d'Agriculture Tropicale, PMB 5320 Oyo Road, Ibadan, Nigeria.

Reproduction et régime alimentaire de *Distichodus antonii* Schilthuis 1891 (Distichodontidae) dans la zone de confluence du fleuve Congo et des rivières Lindi et Tshopo à Kisangani (R.D. Congo)

J. Osombause Sango^{1*}, B. Hyangya Lwikitcha³, J. Ulyel Ali-Patho⁴, A. Kankonda Busanga⁴ & J.-C. Micha²

Keywords : Feeding- Reproduction- *Distichodus antonii*- Congo River- Tshopo and Lindi Rivers- DR Congo

Résumé

L'étude de la reproduction et du régime alimentaire de *D. antonii* dans la zone de confluence du fleuve Congo et des rivières Lindi & Tshopo à Kisangani (R.D. Congo) a été menée à travers 105 poissons. L'espèce *D. antonii* a un régime phytophage et ne semble pas avoir de préférence pour une espèce de macrophyte semi-aquatique donnée. Ce régime affiche des variations liées aux variations saisonnières et au sexe des individus. Les espèces de végétaux ingérées sont: *Bambusa vulgaris* (Poaceae), *Pseudospondias microcarpa* (Anacardiaceae), *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae), *Commelina diffusa* (Commelinaceae), *Echinochloa pyramidalis* (Poaceae), *Vigna unguiculata* (Fabaceae), *Elaeis guineensis* (Arecaceae), *Musa paradisiaca* (Musaceae) et *Eicchornia crassipes* (Pontederiaceae) mais les organes consommés de ces plantes restent les feuilles, les tiges, les fruits, les racines, et les graines. L'évolution du rapport gonadosomatique à Kisangani présente deux pics, en avril et en septembre alors qu'à Kinshasa il n'y aurait qu'une seule période de reproduction (septembre-octobre). La fécondité absolue estimée varie de 94.000 à 344.500 ovocytes pour une moyenne de 196.878 ± 72.122 ovocytes et la fécondité relative varie de 11.750 à 73.600 ovocytes kg^{-1} pour une moyenne de 38.224 ± 15.893 ovocytes kg^{-1} . Le diamètre des ovocytes varie de 0,95 à 1,42 mm avec une moyenne de $1,16 \pm 0,13$ mm. La relation fécondité absolue-longueur totale présente les paramètres ci-joints $F = 4,28 L^{5,35}$

Summary

Reproduction and Feeding of *Distichodus antonii* Schilthuis 1891 (Distichodontidae) in the Confluence Area of the Congo River and Rivers Lindi and Tshopo in Kisangani (R.D. Congo)

The study of the reproduction and the feeding of *D. antonii* in the confluence area of the Congo river and rivers Lindi & Tshopo in Kisangani (R. D. Congo) was carried out across 105 fish. The species *D. antonii* has a phytophagous regime and does not seem to have a preference for a given species of semi-aquatic macrophyte. This diet shows the variation related to the seasonal periods and to the sex of the individuals. The species of plant ingested are: *Bambusa vulgaris* (Poaceae), *Pseudospondias microcarpa* (Anacardiaceae), *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae), *Commelina diffusa* (Commelinaceae), *Echinochloa pyramidalis* (Poaceae), *Vigna unguiculata* (Fabaceae), *Elaeis guineensis* (Arecaceae), *Musa paradisiaca* (Musaceae) et *Eicchornia crassipes* (Pontederiaceae) but the organs consumed of these plants remain the leaves, stems, fruits, roots, and seeds. The evolution of the gonadosomatic ratio presents two peaks in april and september. The estimated absolute fertility varies from 94,000 to 344,500 oocytes for an average of $196,878 \pm 72,122$ oocytes and the relative fertility varies from 11,750 to 73,600 oocytes kg^{-1} for an average of $38,224 \pm 15,893$ oocytes kg^{-1} . The diameter of the oocytes varies from 0,95 to 1,42 mm with an average of $1,16 \pm 0,13$ mm. The absolute fertility is correlated to the total length according to $F = 4,28 L^{5,35}$

1 Institut Facultaire Des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi), Kisangani, R.D. Congo

2 Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix (FUNDP) URBE, 5000 Namur, Belgique.

3 Institut Supérieur et Pédagogique de Bukavu (ISP-Bukavu), UERHA, Bukavu, R.D.Congo.

4 Université De Kisangani (Unikis), Faculté Des Sciences, Département d'Hydrobiologie, Kisangani, R.D. Congo.

* Auteur correspondant : osombausejoel@yahoo.fr

Reçu le 13.04.12 et accepté pour publication le 30.01.13.

Introduction

A Kisangani la famille de *Distichodontidae* et notamment les espèces du genre *Distichodus* vivent dans les rivières Tshopo, Lindi et le fleuve Congo où elles sont représentées par des espèces de poids important (4 à 15 kg) particulièrement appréciées par le marché local et source importante de revenus pour les pêcheurs artisanaux. Comme l'affirme Berté (2), il existe très peu des données biologiques (croissance, reproduction et régime alimentaire) pouvant permettre de gérer et exploiter durablement leurs stocks naturels. Toutefois, Mbadu (12) en 2010 a récemment caractérisé la biologie (croissance, régime alimentaire, reproduction) de ces espèces dans le pool Malebo soumis à de fortes pressions anthropiques (surpêche) et particulièrement dégradé (déboisé). Il nous a donc paru intéressant d'étudier ces mêmes espèces dans un milieu encore peu dégradé (forêt inondable préservée).

Kisangani est comprise dans la zone climatique du type équatorial. Les coordonnées qui la localisent sont: 0°31'N, 25°11'E. L'altitude oscille entre 376 et 460 m. Kisangani est caractérisée par une faible variation annuelle de température, par une pluviosité abondante et une humidité persistante toute l'année. Cependant, Kinshasa qui est située à 15°30'E, 4°15'S, jouit, d'un climat de type AW4 avec une saison des pluies qui s'étend de mi-septembre à mi-juin et une saison sèche allant de mi-juin à mi-septembre et se situe à 275 m d'altitude. A Kisangani la moyenne annuelle de température est d'environ 24,3°C. La moyenne de précipitations est élevée toute l'année: 1728,4 mm (minimum: 1417,5 mm et maximum: 1915,4 mm) interrompues par deux petites saisons sub-sèches caractérisées par un fléchissement des précipitations respectivement en décembre-janvier-février et juin-juillet-août, correspondant à deux petites saisons sèches de faibles pluviosités. Par contre, les deux périodes pluvieuses vont pour la première (très pluvieuse) de septembre à novembre et la deuxième, relativement pluvieuse, de mi-mars à mai. La moyenne des précipitations du mois le plus sec oscille autour de 60 mm. Mais la ville de Kinshasa quand à elle, présente une température moyenne annuelle de 26,05 °C et une moyenne annuelle de précipitation de 258,1 mm dont la moyenne des précipitation du mois le plus sec est de 9,7 mm (12)

L'humidité relative moyenne annuelle est 82%. Comparativement à celle de Kinshasa qui se situe à 85,7% (12). Les échantillons ont été récoltés dans la zone de confluence du fleuve Congo avec les rivières Lindi et Tshopo au niveau du bac de

Simi-Simi.

Matériel et méthodes

A l'aide de filets maillants de 4 cm, 6 cm, 8 cm et 10 cm d'entre nœuds, de 200 m de long et 1 m de haut, 105 poissons de tailles comprises entre 50 et 75 cm ont été récoltés au cours d'échantillonnages bimensuels de février 2007 à janvier 2008. Quatre vingt dix tubes digestifs de mâles et femelles y compris 40 gonades matures de femelles ont été prélevés. La Longueur Totale (LT), la Longueur Standard (LS) au millimètre (mm près) et le poids au 10ème de gramme (g près) ont été relevés. Le poisson est disséqué pour le prélèvement de l'estomac et des gonades. L'identification des stades de maturité sexuelle a été faite suivant l'échelle de maturité des gonades de De Kimpe, (3) telle que modifiée par Micha, (13) et reprise par Plisnier (14). Seuls les ovocytes des femelles aux stades 3 et 4 ont été retenus dans cette étude et conservés dans du formol à 4% pour l'analyse de la fécondité. Chaque estomac est pesé au 100ème de gramme près, puis ouvert et le contenu est recueilli dans une boîte de Pétri. Les différentes catégories de proies sont identifiées grâce aux clés de détermination de Durand, (4) et réparties selon leur grandeur, soit à l'œil nu, soit au binoculaire au grossissement x 6 ou x 100.

Indice d'occurrence (I_o), (15):

$$I_o = \frac{N_i}{N_{te}} * 100 \quad (I)$$

Avec I_o = indice d'occurrence, N_i = nombre d'estomacs où une catégorie de proie i est représentée, N_{te} = nombre total d'estomacs non vides analysés

Indice pondéral ($P\%$) (5):

$$\%P = \frac{P_x * N_x}{P_t} * 100 \quad (II)$$

Avec P_x = poids individuel (μ g) de chaque catégorie d'aliments, P_t = poids total (μ g) d'aliments ingérés, N_x = nombre d'items d'une catégorie d'aliments.

Les valeurs de «% Foc» et «%P» ont permis de calculer l'indice d'Importance Alimentaire (IA en %) suivant l'équation Marshall, (11):

$$IA = \frac{\%Foc * \%P}{\sum_{i=1}^n \%Foc * \%P} * 100 \quad (III)$$



Figure 1: Zone et site d'étude, carte de Kisangani modifiée (d'après Division de la Direction des Archives du Ministère des Affaires Etrangères, 2004).

Avec % *Foc*: fréquence d'occurrence normalisée, % *P*: indice de poids.

L'indice alimentaire (IA) permet de dégager l'importance effective de la présence (occurrence) et du volume ou du poids relatif de chaque item alimentaire.

Les différents aliments ont été classés selon Kouamélan (7):

$IA < 10$: proies accessoires; $10 < IA < 25$: proies secondaires; $25 < IA < 50$: proies importantes; $50 > IA$: proies principales.

L'indice d'importance relative (IIR) (6): $IIR = (\%N + \%P) * \%Foc$

Avec %*N*= indice numérique d'une catégorie d'aliment, %*P*= indice pondéral d'une catégorie d'aliment, %*Foc*= fréquence d'occurrence d'une catégorie d'aliment

Rapport Gonado Somatique (RGS) selon Plisnier (14):

$$RGS = \frac{P_{gon}}{P_t} * 100 \quad (IV)$$

Avec *Pg*= poids des gonades en g; *Pt* = poids du poisson en g.

Fécondité absolue (*Fa*) selon Plisnier (14):

$$Fa = \frac{\frac{Nov}{Se} * P_{gon}}{Pse} \quad (V)$$

Fa= Fécondité absolue, *Nov/se*= nombre moyen

d'ovocytes dans le échantillon, *Pse*= Poids (g) du sous échantillon, *PGon*= Poids gonades (g).

$$F = a L^b$$

Fécondité relative (*Fr*) (14):

$$Fr = \frac{Fa}{P} \quad (VI)$$

Fr: fécondité relative en nombre d'ovocytes par kg, *Fa*: fécondité absolue en nombre d'ovocytes, *P*: poids éviscéré en kg

Les moyennes ± écart-types, les corrélations, régressions linéaires et graphiques ont été réalisés avec Microsoft Office Excel 2007 et SPSS 14.0.

Résultats

Composition générale du régime alimentaire

L'analyse de 74 estomacs contenant les végétaux (Tableau 1), met en évidence 9 espèces végétales réparties dans 8 familles où les Poaceae sont représentés par deux espèces.

Les occurrences les plus élevées sont celles de *Bambusa vulgaris* (36,49%) et *Eichornia crassipes* (14,86%). Les organes des plantes consommées sont les feuilles, les tiges, les tubercules, les racines, les graines, les fruits et les noix de plantes identifiées contre deux taxa pour les animaux. Les pourcentages d'occurrences élevés pour les proies identifiées sont celles de *Bambusa vulgaris* (36,49%), *Eichornia crassipes* (14,36%), *Manihot esculenta* (10,81%) et *Oligochètes* (10,81%) pour les taxa animaux.

Variations saisonnières

La consommation des débris végétaux (Tableau 2) est plus élevée chez *D. antonii* (IA= 23,49%) pendant les deux saisons alors que tous les autres taxons sont secondaires. Il en est de même pour l'indice d'importance relative (IIR: débris végétaux : 10752, les proies non identifiables: 7654) (Tableau 2). Le macrophyte *Bambussa vulgaris* est remarquable avec une valeur IRI supérieure aux autres aliments consommés (IRI: 5693%). L'importance d'autres proies comme *Manihot esculenta* (2043), *Eicchornia crassipes* (2028), et les fibres (2174) n'est pas à négliger. Un regard général montre que certaines proies sont absentes pendant la période saisonnière relativement pluvieuse notamment *Echinochloa pyramidalis*, *Mussa paradisiaca*, *Elaeis guineensis* ainsi que les fourmis alors que d'autres comme *Vigna unguiculata*, *Commelina diffusa* et les Oligochètes sont consommées pendant la période pluvieuse.

Pour une même catégorie de proie présente à toutes les saisons, l'indice alimentaire est plus élevé en période pluvieuse qu'en période sèche exception faite à *Manihot esculenta* et au sable pour lesquels la tendance semble être contraire.

Tableau 1

Composition générale des différentes proies ingérées en saisons sèche et pluvieuse par *D. antonii* des rivières Lindi et Tshopo dans la région de Kisangani.

Contenus stomacaux	Saison de pluie		Saison sèche	
	N	%OCC	N	%OCC
Végétaux				
<i>Bambussa vulgaris</i> Schrad.	15	38,46	12	35,29
<i>Echinochloa pyramidalis</i> (Lam.)	0	0	2	5,88
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	5	12,82	3	8,82
<i>Mussa paradisiaca</i> L.	0	0	1	2,94
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich)	4	10,26	1	2,94
<i>Vigna unguiculata</i> (L.)	1	2,56	0	0
<i>Commelina diffusa</i> Burm.	1	2,56	0	0
<i>Eicchornia crassipes</i> (Mart.)	9	23,08	2	5,88
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	0	0	1	2,94
Débris végétaux	28	71,79	29	85,29
Animaux				
Fourmis (Hyménoptères)	0	0	2	5,88
Oligochètes (Lumbricidae)	8	20,51	0	0
Autres				
Fibres	8	20,51	4	11,76
Proies non identifiables	30	76,92	14	41,18
Sable	5	12,82	7	20,58
Sachets et étoffes	3	7,69	1	2,94
N	46		44	

(% OCC: pourcentage d'occurrence, N: nombre d'estomacs dans lequel une catégorie de proie est présente).

Les mêmes tendances s'observent pour ce qui est de l'indice d'importance relative.

Rapport gonado somatique

La figure 2 donne l'évolution mensuelle du rapport gonadosomatique chez *D. antonii* à Kisangani.

Il apparaît donc que le rapport gonadosomatique chez les femelles de *D. antonii* varie fortement de 0,2 à 4% mais présente deux pics importants: un premier en avril et un second en septembre. Il est faible entre juin et septembre mais la reprise intervient en septembre. La maturation maximale des gonades femelles intervient en avril et en septembre. Cela traduit probablement deux périodes de ponte, une en avril et l'autre en septembre.

Fécondité

Fécondité et diamètre ovocytaire

L'étude de la fécondité a porté sur les gonades de 40 femelles de *D. antonii* aux stades de maturité 3 et 4 dont le poids varie entre 2,1 et 8,5 kg. La fécondité absolue varie de 94.000 à 344.500 ovocytes pour une moyenne de 196.878 ± 72.122 avec une fécondité relative variant de 11750 à 73600 ovocytes par kg de poids corporel éviscéré pour une moyenne de 38.224 ± 15.894 . Le diamètre

Tableau 2

Indice alimentaire (IA) et l'indice d'importance relative (IIR) des différentes catégories de proies selon les saisons chez *D. antonii*.

Contenus stomacaux	Saison de pluie		Saison sèche	
	N	%OCC	N	%OCC
Végétaux				
<i>Bambussa vulgaris</i> Schrad.	15	38,46	12	35,29
<i>Echinochloa pyramidalis</i> (Lam.)	0	0	2	5,88
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	5	12,82	3	8,82
<i>Mussa paradisiaca</i> L.	0	0	1	2,94
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich)	4	10,26	1	2,94
<i>Vigna unguiculata</i> (L.)	1	2,56	0	0
<i>Commelina diffusa</i> Burm.	1	2,56	0	0
<i>Eicchornia crassipes</i> (Mart.)	9	23,08	2	5,88
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	0	0	1	2,94
Débris végétaux	28	71,79	29	85,29
Animaux				
Fourmis (Hyménoptères)	0	0	2	5,88
Oligochètes (Lumbricidae)	8	20,51	0	0
Autres				
Fibres	8	20,51	4	11,76
Proies non identifiables	30	76,92	14	41,18
Sable	5	12,82	7	20,58
Sachets et étoffes	3	7,69	1	2,94
N	46		44	

des ovocytes varie de 0,95 à 1,42 mm avec une moyenne de $1,16 \pm 1,13$ mm.

La figure 3 donne le diagramme logarithmique de la fécondité absolue en fonction de la longueur totale du corps.

La relation fécondité absolue longueur totale est donc $F=4,28.L^{15,35}$. La valeur du coefficient de détermination est de 0,85.

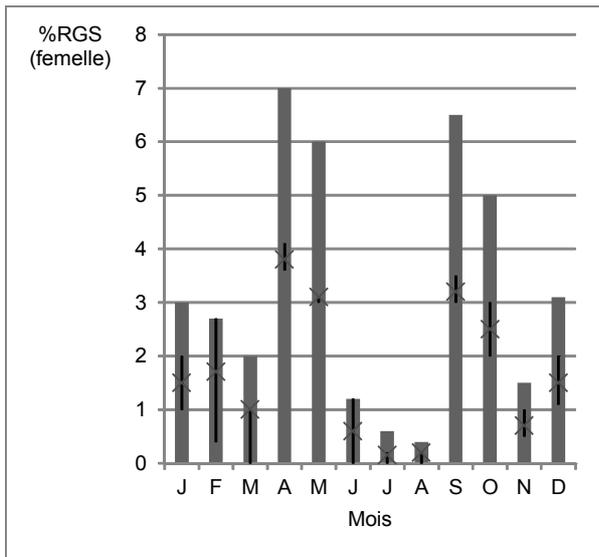


Figure 2: Evolution mensuelle du RGS (%) des femelles (n= 40) de *D. antonii* dans les rivières Lindi et Tshopo, affluent du fleuve Congo près de Kisangani.

Discussion

Régime alimentaire

Dans l'ensemble, à part les débris végétaux (OCC= 77,03%) et les proies non identifiables (OCC= 59,46%) que nous pouvons considérer ici comme proies dominantes vu leurs occurrences élevées, les restes sont soit des proies intermédiaires : *Bambussa vulgaris* (OCC=36, 48%), des fibres (OCC=16,22%), *Eicchornia crassipes* (OCC= 14,36%), *Manihot esculenta* (OCC=10,81%) et Oligochètes (OCC=10,81%), soit des proies secondaires ou accidentelles. Les macrophytes sont les proies les plus consommées. Nos observations rejoignent celles de Mbadu, (12) au pool Malebo, de Berté (1) sur *D. rostratus* du fleuve Bandama en Côte d'Ivoire pour lesquels les macrophytes (*Cymodocea sp.*) constituent les aliments principaux. Le sable n'est pas considéré comme proie pour la simple raison qu'il n'est pas digestible quoi qu'avec une occurrence non négligeable de 16,22%, le sable pourrait avoir un rôle spécifique dans le processus de digestion (malaxage des macrophytes).

La source endogène ou aquatique est constituée des feuilles de différentes plantes supérieures aquatiques telle que *Eicchornia crassipes*, *Ipomoea aquatica*, *Echinochloa pyramidalis*, *Commelina diffusa* trouvées aussi bien par nous mêmes que par Mbadu, (12) dans les contenus stomacaux de la même espèce au pool Malebo.

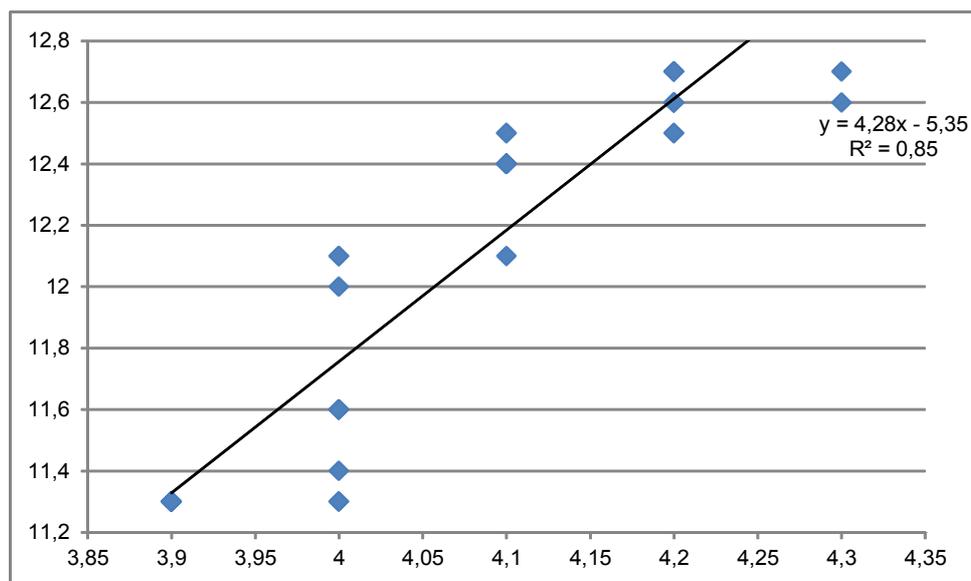


Figure 3: Diagramme logarithmique de la fécondité absolue en fonction de la longueur totale du corps (régression linéaire) de *Distichodus antonii* dans les rivières Lindi et Tshopo, affluent du fleuve Congo près de Kisangani.

La source exogène ou terrestre comprend des feuilles de végétaux (*Bambussa vulgaris*, *Manihot esculenta*) et des fruits (*Mussa paradisiaca*, *Pseudospondias microcarpa*, *Vigna unguiculata* et *Elaeis guineensis*) qui sont en majorité des plantes ripicoles, communes à la zone inondée et aux marais. A cela s'ajoute occasionnellement quelques insectes et *Oligochètes Lumbricidae*. A ce groupe peuvent être ajoutés le sable, les sachets et les étoffes que nous avons retrouvés dans certains estomacs.

La présence dans l'eau de ces proies exogènes peut être expliquée par l'action du vent, de la pluie mais aussi de l'homme qui jette ses déchets dans l'eau près des villages riverains.

Dans le pool Malebo sur le fleuve Congo, Mbadu, (12) signale la présence de périphyton et d'algues épiphytiques dans le régime alimentaire de *D. antonii*, avec des occurrences distinctement élevées. Cet auteur pense néanmoins que ces algues seraient consommées en même temps que les macrophytes broutés par cette espèce. Tout ceci témoigne de l'importance des plantes dans l'alimentation de *Distichodus antonii*. Nos résultats rejoignent ceux de Berté, Lauzane et Yao (1, 9, 16) pour *D. rostratus* respectivement au lac Tchad, au lac Kainji, dans les fleuves Nil blanc, Comoé et Bandama.

Ainsi, comme le souligne Berté, (1), ces différentes données confortent l'observation de Lauzane (9) qui, après inventaire et examen de quelques aspects particuliers de l'alimentation des poissons africains, indique que le régime alimentaire d'une espèce ou d'espèces proches est sensiblement identique sur toute l'étendue de son aire de répartition.

Variations saisonnières

En considérant l'indice alimentaire de chaque catégorie de proie, seuls les débris végétaux ressortent des proies importantes ($I=23,49\%$) et tout le reste est constitué de proies secondaires avec des indices alimentaires inférieurs à 10%. L'indice d'importance relative est très élevé pour les débris végétaux ($IIR=10752$), les proies non identifiables ($IIR=7654$) et *Bambussa vulgaris* ($IIR=5693$). Pour le reste des proies cet indice est supérieur à 21170.

Ce constat a été aussi fait par Berté et al. (1) chez *D. rostratus* au Lac Kainji qui en saison des pluies consomme du phytoplancton, des végétaux terrestres et aquatiques dont *Echinochloa spp.* En saison sèche, elle consomme des débris végétaux. La tendance détritivore a également été signalée

chez *Distichodus spp.* par Lauzane (9). Comme le souligne MacArthur, (10), lorsque l'aliment le plus profitable devient rare ou indisponible, les espèces peuvent inclure des aliments moins profitables afin de couvrir leurs besoins énergétiques même à plus long terme.

Ces observations vont de paire avec celles faites par De Kimpe (3). En effet celui-ci avait observé deux saisons dans les activités des poissons du bassin congolais. Il a constaté que c'est pendant la saison des hautes eaux (septembre-octobre, avril-juin) que les activités reproductrices et alimentaires semblent être intenses et diversifiées. Dans le cas qui est le notre cela semble se confirmer d'autant plus que c'est pendant la période pluvieuse que le poids moyen des estomacs s'élève. Ainsi pour la même catégorie de proie, l'indice alimentaire et l'indice d'importance relative sont plus élevés en période pluvieuse qu'en période sèche exception faite pour *Manihot esculenta* et le sable pour lesquels la tendance est contraire.

Tant en saison des pluies qu'en saison sèche, *Distichodus antonii* reste toutefois dans la même guilda trophique, ce qui nous permet d'affirmer que la plus grande quantité d'énergie supportant la vie de cette espèce herbivore du genre *Distichodus* à Kisangani provient des végétaux aquatiques et terrestres.

Rapport gonadosomatique

En considérant l'évolution mensuelle du rapport gonadosomatique chez les femelles, la période probable de reproduction de *D. antonii* peut être située à l'arrivée des crues soit en avril et en septembre. Il y a donc à Kisangani 2 périodes de reproduction. Ce constat peut être conforté par l'observation de quelques femelles en poste ponte au mois d'août. Nos résultats diffèrent de ceux trouvés sur la même espèce au pool Malebo (12) caractérisé par une seule période de ponte pendant les grandes crues de septembre résultant de la grande saison des pluies. Cette différence de stratégie résulte probablement d'un effet plus marqué de l'alternance des 4 saisons qui se traduit à Kisangani par de plus nettes variations de niveaux qui à Kinshasa sont plus masqués suite à l'apport des 2 gros affluents que sont l'Oubangui (nord de l'équateur) et le Kasai (sud de l'équateur). Nos observations s'écartent toutefois, celles faites sur *D. rostratus* du fleuve Bandama, Côte d'Ivoire (2), où on observe une seule période de ponte en septembre.

Nous rejoignons également Kramer (8) qui affirme que les poissons Ostariophysii, notamment les

cypriniformes, les characiformes et les siluriformes qui constituent de loin la majorité de poissons d'eau douce dans les régions tropicales, accusent une haute saisonnalité dans leur reproduction. Selon Mbadu (12), nous sommes là en présence des espèces à reproduction limitée dans le temps pour lesquelles l'influence de la crue est primordiale.

Fécondité

Au cours de cette étude, nous avons remarqué que *D. antonii* produit un grand nombre d'ovocytes de faible diamètre. Cette observation est en accord avec les résultats trouvés par (12) au pool Malebo. Cette stratégie est aussi rencontrée chez *D. rostratus* du fleuve Bandama (2) et chez les espèces très prolifiques dont la diminution du diamètre des ovocytes est accompagnée de l'augmentation de la fécondité relative. La fécondité absolue varie de 94000 à 344500 ovocytes pour une moyenne de 196.878 ± 72.122 ovocytes avec une fécondité relative variant de 11.750 à 73.600 ovocytes par kg poids éviscéré pour une moyenne de 38.224 ± 15.894 ovocytes. La taille des ovocytes varie de 0,95 à 1,42 mm pour une moyenne de $1,16 \pm 1,13$ mm. Il existe une relation linéaire en données logarithmique entre la taille du poisson et la fécondité absolue $F=4,28.Lt^{5,35}$ ($R^2: 0,85$ et $r: 0,92$). Ce résultat approche celui trouvé par Berté, (2) sur le fleuve Bandama et Mbadu, (12) dans le Pool Malebo. Au pool Malebo, il existe une relation entre la fécondité absolue et la taille du poisson $F=30,2.Lt^{6,65}$ mais cette corrélation est faible ($R^2:0,64$ et $r:0,80$). En outre, nous avons remarqué que pour les poissons de même longueur la fécondité est élevée dans le pool Malebo qu'à Kisangani. Ceci, se justifierait par l'accumulation des ovocytes pour une ponte unique alors qu'à Kisangani la ponte est fractionnée en deux périodes au cours d'une même année

Conclusion

Le régime alimentaire montre que les macrophytes sont les proies les plus consommées. Le changement cyclique lié à l'alternance des saisons pluvieuses et sèches affectent la disponibilité des ressources alimentaires. Cette étude montre que *D. antonii* produit un grand nombre d'ovocytes de faible diamètre. La reproduction coïncide avec l'arrivée des crues d'avril et de septembre. Ces résultats diffèrent de ceux trouvés sur la même espèce au pool Malebo et sur *D. rostratus* du fleuve Bandama. Il existe une relation entre la fécondité absolue et la taille du poisson. L'étude montre que *D. antonii* est une espèce à reproduction limitée dans le temps pour laquelle l'influence de la crue est primordiale.

Remerciements

Nous remercions tous ceux qui ont contribué pour la réalisation de cette étude, en particulier la Coopération Technique Belge (CTB) pour sa subvention, FUNDP Namur/Belgique, l'Institut Facultaire des sciences Agronomique de Yangambi et la Faculté des sciences de l'Université de Kisangani pour leur formation et la supervision. Nous remercions également les mémorands Jean-Paul Thumitho, Ngadjo, Motosia, Ramazani pour leur participation active à la collecte des données ainsi que le chef d'équipe des pêcheurs Mr Kombozi et tous les pêcheurs du bac Lindi.

Références bibliographiques

- Berté S., Kouamélan E.P., Ouattara N.I., Koné T., N'douba V. & Kouassi N.J., 2008a, Régime alimentaire de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin Ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). *Sci. Nature*, **5**(2), 167-176.
- Berté S., 2008b, Cycle de reproduction et fécondité de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire), *Tropicultura*, **26**(2), 104-107.
- De Kimpe P., 1964, *Contribution à l'étude hydrobiologique du Luapula-Moero*. Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, ser. 8, *Sci. Zool.*, **128**, 1-238.
- Durand J.R. & Lévêque C., 1980, *Flore et faune de l'Afrique Sahelo-soudanienne*, Tome I. ORSTOM, 389 p.
- Hynes H.B.N., 1950, The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, **19**, 36-58.
- Hyslop E.J., 1980, Stomach contents analysis, a review of methods and their application, *J. Fish Biol.*, **17**, 411-429.
- Kouamélan E.P., 1999, *L'effet du lac de barrage Ayamé (Côte d'Ivoire) sur la distribution et l'écologie alimentaire des poissons Mormyridae (Teleostei, Ostéoglossiformes)*. Thèse de doctorat, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique, 221 p.
- Kramer D.L., 1978, Reproductive seasonality in the fishes of tropical stream. *Ecology*, **59**(5), 976-985.
- Lauzanne L., 1988, Les habitudes alimentaires des poissons d'eau douce africaines. In: *Biologie et écologie des poissons d'eau douce africaine*, C. Lévêque, M.N. Bruton, G.W. Scentongo eds. ORSTOM, Paris, 221-242.
- MacArthur R.H. & Pianka E.R., 1966, On optimal use of patchy environment. *Am. Nat.*, **100**, 603-609.
- Marshall S. & Elliott M., 1997, A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical techniques for

- determining inter and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *J. Fish Biol.*, **51**, 526-545.
12. Mbadu Z.V., 2010, Diversité des espèces du genre *Distichodus* du Pool Malebo (Fleuve Congo) et mécanismes d'exploitation de leurs niches trophiques. Thèse de Docteur en Sciences, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Kinshasa-RD. Congo. 352 p.
 13. Micha J.C., 1973, *Etudes des populations piscicoles de l'Ubangi et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture*. C.T.F.T., Nogent sur-Marne, France: 110 p.
 14. Plisnier P.D., 1990, *Ecologie comparée et exploitation rationnelle de deux populations d'Haplochromis spp.* (Teleostei, Cichlidae) des lacs Ihema et Muhazi (Rwanda). Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain, Belgique, 324 p.
 15. Rosecchi E. & Nouaze Y., 1987, *Comparaison de cinq indices utilisés dans l'analyse Des contenus stomacaux*. Revue des travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, **49**, 111-123.
 16. Yao S.S., 2006, *Contribution à l'étude de la diversité biologique et de l'ichtyofaune d'un hydrosystème Ouest Africain: cas du bassin de la Comoé (Côte d'Ivoire)*. Thèse de doctorat. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 280 p.

J. Osombause Sango, Congolais, Diplôme d'étude approfondie (DEA), Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi, Enseignant et chercheur.

B. Hyangya Lwikitcha, Congolais, Master, Institut supérieur et pédagogique de Bukavu, Enseignant et chercheur.

J. Ulyel Ali-Patho, Congolais, Docteur, Université de Kisangani, Enseignant et chercheur.

A. Kankonda Busanga, Congolais, Docteur, Université de Kisangani, Enseignant et chercheur.

J.-C. Micha, Belge, Docteur, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix de Namur, Enseignant et chercheur.

Ecologie des poissons capitaines: *Polydactylus quadrifilis* (Cuvier, 1829), *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) et *Pentanemus quinquarius* (Linné, 1758) de la pêche artisanale maritime de Grand- Lahou (Côte d'Ivoire)

S. Konan Kouassi^{1*}, A. Kone¹, C.M.A. Akadje², M. Diaby¹ & K. N'Da¹

Keywords: Polynemids- *Polydactylus quadrifilis*- *Galeoides decadactylus*- *Pentanemus quinquarius*- Ecology- Recruitment- Ivory Coast

Résumé

L'écologie des Polynémidés (*Polydactylus quadrifilis*, *Galeoides decadactylus* et *Pentanemus quinquarius*) a été étudiée à partir des débarquements de la pêche artisanale maritime de Grand Lahou (Côte d'Ivoire). La température du littoral est élevée pendant les mois de mai et juin avec la moyenne de $27,55 \pm 0,8$ °C ainsi qu'entre novembre et décembre ($29,30 \pm 0,1$ °C). Elle est faible entre juillet et septembre ($24,5 \pm 1,5$ °C). Par contre, la salinité a ses plus fortes valeurs moyennes ($35 \pm 0,8$ g/l) pendant les périodes froides (juillet à septembre) et les plus faibles lors de celles chaudes, d'octobre à janvier ($33,9 \pm 0,3$ g/l). Les besoins physiologiques des Polynémidés occasionnent des migrations saisonnières de juvéniles et d'adultes. D'où le franchissement de l'estuaire de la lagune pendant la période froide, de juin à août par les juvéniles de *Polydactylus quadrifilis* et de *Galeoides decadactylus*. Chez *Polydactylus quadrifilis* le recrutement annuel de jeunes est identique à celui des adultes.

Summary

The Ecology of Polynemids: *Polydactylus quadrifilis* (Cuvier, 1829), *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) and *Pentanemus quinquarius* (Linné, 1758) of the Artisanal Marine Fisheries of Grand Lahou (Ivory Coast)

The ecology of Polynemids (*Polydactylus quadrifilis*, *Galeoides decadactylus* and *Pentanemus quinquarius*) has been studied starting from the unloads of the artisanal marine fisheries of Grand Lahou (Ivory Coast). The temperature of the littoral is high during June and May with an average of $27,55 \pm 0,8$ °C such as between November and December ($29,30 \pm 0,1$ °C). It is low between July and September ($24,5 \pm 1,5$ °C). On the other hand, salinity has its higher average values ($35 \pm 0,8$ g/l) during the cold periods (July at September) and lowest during the hot period, from October to January ($33,9 \pm 0,3$ g/l). The physiological needs of Polynemids cause seasonal migrations of the juveniles and adults. Hence the crossing of the estuary of the lagoon during the cold period, from June to August by the juveniles of *Polydactylus quadrifilis* and *Galeoides decadactylus*. For *Polydactylus quadrifilis* the annual recruitment of young specimens is identical to that of the adults, which is contrary to that of *Galeoides decadactylus* and *Pentanemus quinquarius*.

¹ Université Abobo-Adjamé, Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Abidjan, Côte d'Ivoire

² Centre de Recherches Océanologiques, Abidjan, Côte d'Ivoire.

* Auteur correspondant: kokouasy@yahoo.fr

Reçu le 22.05.12 et accepté pour publication le 13.02.13.

Introduction

Le principal facteur contrôlant le recrutement et la survie chez certains poissons est la température, via le métabolisme (9). Craig (5) avance l'idée selon laquelle les températures élevées et l'abondance de nourriture accélèreraient la croissance et le vieillissement physiologique alors que les températures faibles et la rareté de nourriture diminueraient la croissance et prolongeraient l'espérance de vie. Une relation de proportionnalité entre l'effort de pêche et le taux de capture est supposée traduire les variations d'abondance des stocks dans une pêcherie (8). Selon Hanchet *et al.*, (7), il existe une relation de proportionnalité entre la CPUE et l'abondance de stocks exploités. Cet indice demeure un outil efficace d'évaluation d'abondance des stocks régulièrement utilisé en halieutique (14, 17).

Cochrane (4) affirme qu'un écosystème marin typique est un réseau dynamique et compliqué de populations naturelles. Celles-ci sont parfois éparpillées sur de grandes superficies, se déplaçant en permanence et influencées par des milieux marins variables et habituellement imprévisibles. Selon Buijse *et al.* (3), les juvéniles de poissons éclos dans les frayères évoluent en grandissant vers les zones de capture, c'est le phénomène de recrutement. L'effectif des juvéniles dépend du stock de géniteurs, mettant en évidence une relation stock-recrutement. Cette relation peut être positive lorsque le stock de géniteurs est faible, ou négative par la prédation des individus plus âgés sur les plus jeunes.

La présente étude est une contribution à la connaissance des paramètres écologiques des Polynémidés dont les résultats pourraient servir de base de données pour l'aménagement de leurs pêcheries.

Matériel et méthodes

Matériel

Le matériel biologique utilisé est constitué par les trois espèces de capitaines qui sont: *Polydactylus quadrifilis* (Cuvier, 1829), *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) et *Pentanemus quinquarius* (Linné, 1758). Elles ont été mesurées avec un mètre ruban puis pesées à l'aide de balances de précision. Un thermomètre de modèle SELECTA, de graduation -10°C à 120°C a servi à effectuer des relevés bihebdomadaires des températures, de mai 2009 à avril 2011.

Méthodes

a. Collecte des données

Les poissons ont été collectés à travers des échantillonnages mensuels au sein des captures effectuées par 22 équipages de pêcheurs artisans marins de mai 2009 à avril 2011. Sur chaque individu examiné, ont été relevés la longueur totale (Lt) au centimètre près, les poids vifs et éviscérés du poisson, au gramme près. Les valeurs de la salinité ont été obtenues à travers les données de Mercator Océan (12).

b. Influences des facteurs du milieu sur la répartition

Les valeurs de la température et de la salinité ont permis d'établir les courbes de ces paramètres afin d'étudier leurs variations saisonnières respectives.

c. Étude du peuplement

Les captures par unité d'effort (CPUE) ont été estimées à travers les quantités de poissons juvéniles et géniteurs capturés mensuellement par pirogue, de mai 2009 à avril 2011. Au total, 24 enquêtes ont été effectuées au près des pêcheurs. Les quantités de juvéniles sont échantillonnées séparément de celles des géniteurs. Les formules des CPUE sont les suivantes (8):

CPUE juvéniles= Quantité mensuelle de juvéniles capturés (kg) /Nombre de pirogues

CPUE géniteurs= Quantité mensuelle de géniteurs capturés (kg)/Nombre de pirogues Les données de captures par unités d'effort totales (CPUE) des juvéniles et géniteurs ont été obtenues à travers les formules suivantes (8):

$$CPUEm_g = \sum_1^G CPUE_g x \sum_1^E e \quad (I)$$

Avec $CPUEm_g$: la capture par unité d'effort moyenne de géniteurs estimée en kilogramme par pirogue (kg/pirogue); G : nombre de mois; $CPUE_g$: capture par unité d'effort de géniteurs échantillonné par mois; e : nombre d'enquêtes par mois; E : nombre d'enquêtes totales.

$$CPUEm_j = \sum_1^G CPUE_j x \sum_1^E e \quad (II)$$

Avec $CPUEm_j$: la capture par unité d'effort moyenne de juvéniles estimée en kilogramme par pirogue (kg/pirogue); G : nombre de mois; $CPUE_j$: capture par unité d'effort de juvéniles échantillonné

par mois; e : nombre d'enquêtes par mois; E : nombre d'enquêtes totales.

Les indices exprimant l'état des stocks annuels sont obtenus par détermination des logarithmes à base 10 (Log) des différentes captures par unité d'effort. Ils renseignent sur le niveau du stock, qui peut être épuisé lorsque la valeur calculée est inférieure à 1. Lorsque cette valeur est comprise entre 1 et 3, le stock subi une forte pression anthropique qui l'affaiblit, mais il peut tolérer une exploitation raisonnée. Par contre, le stock est élevé lorsque la valeur déterminée est supérieure à 3 (13).

Selon Neuman *et al.*(13), l'indice exprimant l'état du stock de juvéniles est estimé par le logarithme des CPUE des capitaines juvéniles à travers la formule:

$$\text{Stock } j = \text{Log CPUE}_j + 1 \quad (\text{IV})$$

Quant à celui des géniteurs, il est estimé par le logarithme de la moyenne des CPUE des capitaines adultes par la formule:

$$\text{Stock } g = \text{Log CPUE}_g + 1 \quad (\text{V})$$

Les migrations saisonnières ont été étudiées à travers les fréquences de taille des poissons capturés dans le milieu estuarien et leurs sexes ratio.

Résultats

L'échantillon comprend 534 spécimens de *Polydactylus quadrifilis* dont 315 mâles et 219 femelles, 648 *Galeoides decadactylus* composés de 420 mâles et 228 femelles, ainsi que 453 *Pentanemus quinquarius* constitués de 210 mâles et 243 femelles. Les tailles de *Polydactylus quadrifilis* sont comprises entre 21 et 142,7 cm, avec leur poids de 72,2 à 25518 g. Celles de *Galeoides decadactylus* se situent entre 12 et 36,6 cm et leur poids, entre 26,2 et 588 g. L'intervalle de taille de *Pentanemus quinquarius* est compris entre 10 et 23,6 cm puis le poids entre 10 et 103,4 g.

Les paramètres physicochimiques

Les mois de forte température sont ceux de mai et juin avec une moyenne de $27,55 \pm 0,8$ °C, alors que ceux de novembre et décembre ont une moyenne de $29,30 \pm 0,1$ °C. La période de basse température affichant la moyenne de $24,5 \pm 1,5$ °C se situe entre juillet et septembre (Figure 1). Le test de Mann-Whitney montre une différence non significative ($p < 0,05$) entre les saisons chaudes et froides des deux années.

La figure 1 indique de même que la moyenne annuelle de la salinité de surface du Golfe de Guinée est de $34,5 \pm 1,3$ g/l. Une élévation de la salinité importante de $35 \pm 0,8$ g/l, est notée pendant les périodes froides (juillet à septembre). Alors que les plus faibles valeurs de salinité ont été obtenues pendant la période chaude, entre octobre et janvier ($33,9 \pm 0,3$ g/l). Il n'existe aucune différence significative selon le test de Mann-Whitney ($p < 0,05$) entre les données de salinité des saisons froides et chaudes.

Étude du peuplement

Selon le tableau 1, les stocks de juvéniles (3,11) sont équivalents à ceux des adultes (3,35) chez *Polydactylus quadrifilis*. Par contre, les stocks de

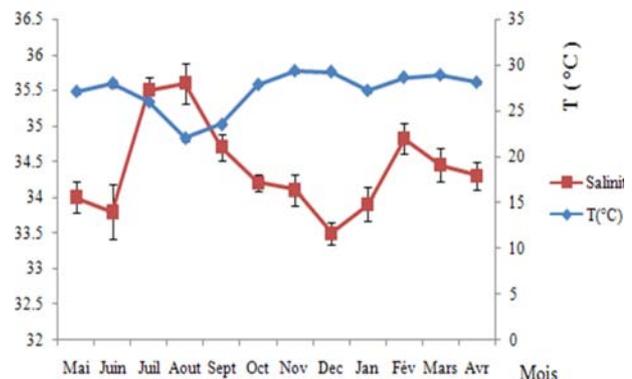
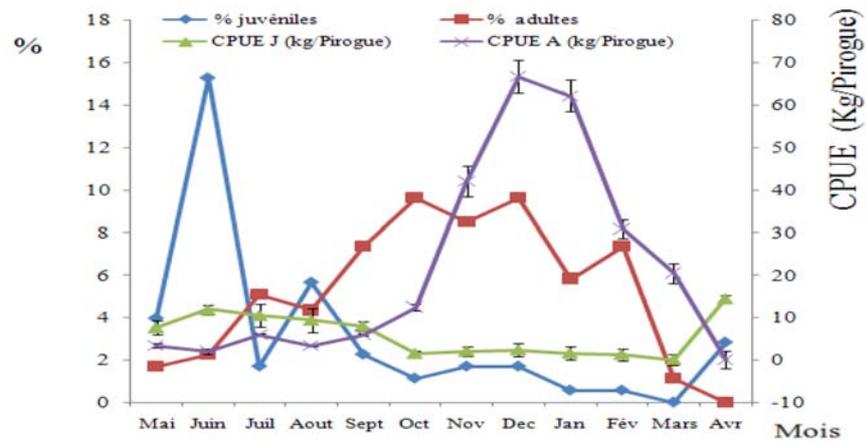


Figure 1: Variations de la température et de la salinité moyennes des eaux du Golfe de Guinée de mai 2009 à avril 2011.

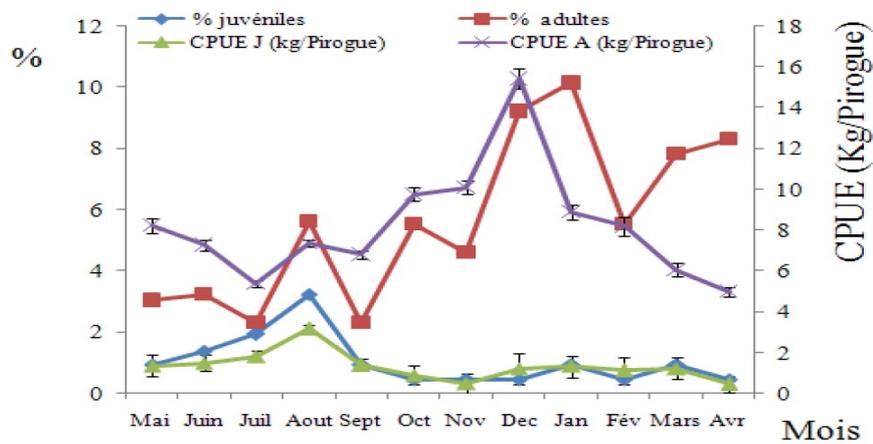
Tableau 1
Evaluation des stocks de juvéniles et de géniteurs chez les capitaines.

Espèce	CPUE _j (Kg/pirogue)	Stock juvéniles	CPUE _g (Kg/pirogue)	Stock géniteurs
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	128,82 ± 23,5	3,11	223,87 ± 25,8	3,35
<i>Galeoides decadactylus</i>	7,24 ± 1,7	1,86	75,85 ± 12,4	2,88
<i>Pentanemus quinquarius</i>	2,09 ± 0,9	1,32	39,81 ± 6,8	2,6

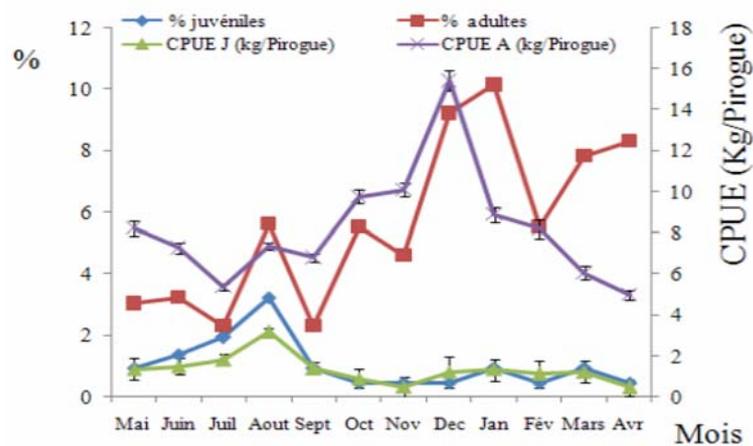
Les CPUE annuelles sont exprimées en (kg/pirogue) et les stocks, en Log₁₀ CPUE +1.



a



b



c

Figure 2: Variation mensuelles des captures des poissons capitaines *Polydactylus quadrifilis* (2.a), *Galeoides decadactylus* (2.b) et *Pentanemus quinquarius* (2.c).

générateurs (2,88) sont plus élevés que ceux des juvéniles (1,86) au niveau de *Galeoides decadactylus*. Concernant *Pentanemus quinquarius*, les stocks de générateurs (2,60) sont supérieurs à ceux des juvéniles (1,32). Les valeurs des CPUE (CPUE_{mj}= 128,82±23,5 kg/pirogue); (CPUE_{mg}= 223,87±25,8 kg/pirogue) indiquent que les spécimens de *Polydactylus quadrifilis* sont plus exploités que ceux de *Galeoides decadactylus* (CPUE_{mj}= 7,24±1,7 kg/pirogue); (CPUE_{mg}= 75,85 ± 12,4 kg/pirogue). Les spécimens de *Pentanemus quinquarius* (CPUE_{mj}= 2,09±0,9 kg/pirogue; CPUE_{mg}= 39,81±6,8 kg/pirogue) sont moins exploités.

Selon la figure 2a, les juvéniles de *Polydactylus quadrifilis* sont majoritairement capturés de juin à août, puis leur taux devient faible le reste de l'année. Par contre, un faible nombre d'adultes est capturé sur la même période, et par la suite, atteint son pic d'octobre à décembre. La capture par unité d'effort (CPUE) des juvéniles est maximale de juin à septembre et est faible d'octobre à février.

Les CPUE des adultes sont faibles de mai à septembre et atteignent leur pic en décembre et janvier. Quant aux juvéniles de *Galeoides decadactylus*, leur pic de capture se situe de juin à août et cette capture demeure faible par la suite. Cette période correspond aussi, à un pic de capture des adultes, le deuxième se situant entre les mois de décembre et janvier. Quant à la CPUE, elle est faible de juin à septembre et élevée de octobre à février au niveau des adultes. La CPUE reste faible chez les juvéniles, avec cependant, une faible augmentation au cours du mois de août (Figure 2b).

Au niveau des spécimens de *Pentanemus quinquarius*, les captures des juvéniles restent permanemment faible. Le premier pic de capture des adultes se situe en juillet et l'autre, en décembre et janvier (Figure 2c). Cette espèce est capturée principalement sur le littoral.

Concernant les migrations, il faut noter qu'au niveau de *Polydactylus quadrifilis* (Figure 3a), les fréquences d'occurrence soit 9,72% de mâles et 7,93% de femelles, de taille comprise entre 21 et 50 cm ont été capturés pendant la saison des pluies, de mai à août. Cependant, seulement 1,56% de mâles, uniquement ont été enregistré au cours de la saison sèche, de novembre à février. Ces juvéniles (19,23%), ont été capturés exclusivement en amont de l'estuaire. D'autres jeunes poissons (28,24%), dont les tailles sont de l'ordre de 51 à 80 cm ont été pêchés dans l'estuaire. Il s'agit de

11,64% de mâles et 6,88% de femelles lors de la saison de pluies, puis 16,88% de mâles, pour 2,84% de femelles, pendant la saison sèche. Les individus de taille supérieure à 80 cm, constituant 52,49% des prises, ont été pêchés majoritairement en mer. Ce sont 6,45% de mâles et 5,3% de femelles en saison de pluies, ainsi que 26,98% de mâles puis 13,75% de femelles pendant la saison sèche.

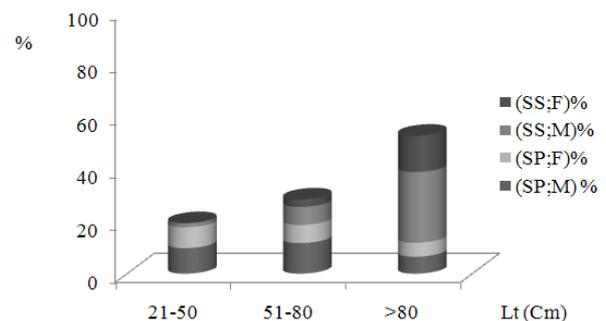


Figure 3a : Occurrence des captures saisonnières chez *Galeoides decadactylus*.

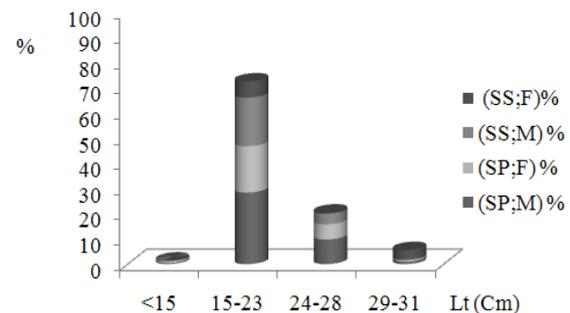


Figure 3b: Occurrence des captures chez *Polydactylus quadrifilis*.

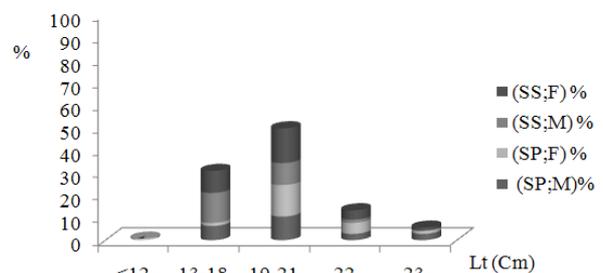


Figure 3c: Occurrence des captures saisonnières chez *Pentanemus quinquarius*.

Figure 3: Fréquence des captures saisonnières chez les capitaines. SS:; femelles en saison sèche; SS;M: mâles en saison sèche SP;F: femelles en saison de pluies; SP;M: mâles.

Chez les spécimens de *Galeoides decadactylus* (Figure 3b), les fréquences d'occurrence, soit 0,93% des individus capturés pendant la saison des pluies, de mai à août sont composés de 0,46% de mâles et autant de femelles. En saison sèche, de novembre à février, seulement 0,44% de mâles ont été pêchés. Ces poissons d'une taille inférieure à 15 cm, ont été pêchés au niveau de l'embouchure. De même, 46,84% des captures, constituées de 28,44% de mâles et 18,40% de femelles ont été réalisées au cours de la saison des pluies, autant dans l'estuaire que sur le littoral. Dans ces mêmes zones, 19,22% de mâles et 6,48% de femelles, de tailles comprises entre 15 et 23 cm ont été capturés lors de la saison sèche, soit 25,70%. Les poissons de taille supérieure à 24 cm ont été pêchés dans les milieux marins et estuariens. Cette frange est de 17,21%, dont 10,7% de mâles et 6,51% de femelles au cours de la saison des pluies. Lors de la saison sèche, 8,84% de poissons composé de 4,65% de mâles et 4,18% de femelles ont été capturés.

La totalité des individus de *Pentanemus quinquarius* (Figure 3c) a été capturée en mer. Ce sont, en fréquence d'occurrence, 0,7% de juvéniles dont la taille est inférieure à 12 cm. 30,7% des captures composées de 7,70% en saison des pluies, de mai à août et 23% au cours de la saison sèche, de novembre à février ont leurs tailles comprises entre 13 et 18 cm. La majorité des prises (68,54%), dont 36,36% a été récoltée lors de la saison des pluies et 32,18%, pendant la saison sèche, a une taille supérieure à 19 cm et est âgée de plus d'un an.

Discussion

Les faibles variations annuelles de la température et de la salinité justifient l'absence de différence significative de ces paramètres dans une même zone (15). Les courbes de température et de salinité évoluent inversement et traduisent le fait que les phénomènes d'upwelling provoquent une baisse de la température des eaux superficielles (2). La remontée de ces eaux froides profondes, fortement concentrées en sels dissous, vient augmenter le taux de salinité de celles superficielles. Ainsi, pendant les périodes chaudes marines traduisant l'absence d'upwelling, la température de surface de l'eau est élevée alors que le taux de sels dissous est faible. Ces variations de salinités sont liées aux précipitations locales, et selon Aka(1), Monde (11) et Tastet *et al.* (16), la période de mai à août est dominée par le régime des cours d'eau côtiers dans l'exutoire de Grand-Lahou. De même, Wognin *et al.* (19),

affirment que ces flux d'eaux peuvent influencer considérablement la composition des eaux du littoral par le transfert de sels minéraux issus de la minéralisation des matières organiques.

Les valeurs du tableau 1 indiquent que les juvéniles de poissons capitaines sont moins capturés annuellement que les adultes présents dans le milieu. Aussi, les stocks de juvéniles sont équivalents à ceux des adultes chez *Polydactylus quadrifilis*. Par contre, les stocks de géniteurs sont plus élevés que ceux des juvéniles au niveau de *Galeoides decadactylus* et de *Pentanemus quinquarius*. Les valeurs des CPUE indiquent que les spécimens de *Polydactylus quadrifilis* sont plus exploités que ceux de *Galeoides decadactylus*, qui sont eux aussi, plus exploités que les spécimens de *Pentanemus quinquarius*.

Les besoins physiologiques des capitaines occasionnent des migrations saisonnières de juvéniles et d'adultes. Les sex-ratios obtenues dans les différents milieux de pêche s'expliquent par des migrations affectant différemment les mâles et femelles. Nos résultats corroborent ceux de Domain *et al.* (6) qui affirment que les capitaines pondent dans les lieux de frayère, situés sur les côtes maritimes. De même, Lappalainen *et al.* (10), ont constaté que les spécimens de *Polydactylus quadrifilis* demeurent en mer jusqu'à 20 cm environ puis envahissent progressivement les eaux estuariennes pendant les périodes d'upwelling, de juillet à septembre. Ces individus de *Polydactylus quadrifilis* ont tendance ensuite à se rapprocher de l'océan, à l'atteinte de la taille de première maturité sexuelle. Ils participent à la reproduction, la saison suivante. Ce phénomène est presque identique chez les spécimens de *Galeoides decadactylus*. Cependant, cette espèce pénètre dans les eaux estuariennes et lagunaires à une taille inférieure à 12 cm, vu qu'aucun poisson de cette frange n'a été capturé. Les adultes franchissent l'embouchure pendant les périodes d'upwellings pour un repos sexuel, puis retournent par la suite en mer pour la ponte. Ces phénomènes migratoires sont favorisés par la disponibilité de leurs proies préférées que sont les crevettes, car ces migrations épousent le cycle de vie des crevettes Peneidés (18). Ces phénomènes migratoires n'ont pas été observés chez *Pentanemus quinquarius*. Cette espèce vivrait exclusivement dans les eaux marines. Nos résultats traduisent que les recrutements chez les trois espèces de capitaines ont lieu pour une classe d'âge de juvéniles, pendant les mois de septembre et d'octobre de l'année suivant leur éclosion. L'on note qu'autant de jeunes sont recrutés annuellement chez *Polydactylus quadrifilis* que

d'adultes présents dans le milieu. Pourtant, au niveau de *Galeoides decadactylus* et de *Pentanemus quinquarius* les jeunes sont moins capturés que les adultes.

Conclusion

Les poissons capitaines vivent sur le littoral de Grand-lahou à faible variation de température et de salinité qui seraient due aux phénomènes d'upwelling. Les juvéniles et les jeunes reproducteurs de *Polydactylus quadrifilis* et de

Galeoides decadactylus franchissent l'embouchure de la mer vers la lagune pendant la période froide, alors que *Pentanemus quinquarius* vit exclusivement en mer. Ces migrations affectent différemment les mâles et femelles.

Cette étude qui constitue une base de données en vue de la gestion rationnelle des stocks de Polynemidés des pêcheries de Grand-lahou, nécessitent d'être complétés par l'étude de la physiologie.

Références bibliographiques

1. Aka K., 1991, *La sédimentation quaternaire sur la marge de Côte d'Ivoire Essai de modélisation*. Thèse de Doctorat d'Etat Sc. Nat. Univ. Abidjan, 233 p.
2. Bah A. & Bugnicourt J., 1978, Environnement marin et nutrition en Afrique de l'Ouest. In: *Tiers Monde, Environ. Amenagement Afr.*, **19**(73), 179-184 p.
3. Buijse A.D. & Houthuijzen R.P., 1992, Piscivory, growth and size-selective mortality of age 0 Pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**, 894-902.
4. Cochrane K.L., 2005, *L'utilisation de l'information scientifique pour élaborer des stratégies d'aménagement*. FAO, Document techniques sur les pêches, N° 424 Rome, 235 p.
5. Craig J.F., 1985, Aging in fish. *Can. J. Zool.* **63**, 1-8.
6. Domain F., Chavance P. & Bah A., 2000 b, Description des fonds du plateau continental. In: *La pêche côtière en Guinée Ressources et Exploitation*. Domain F., Chavance P., Diallo A. (Eds), Editions IRD/CNSHB, Paris: 159-171 p.
7. Hanchet S.M., Blackwell R.G. & Dunn A., 2005, Development and evaluation of catch-per-unit-effort indices for southern blue whiting (*Micromesistius australis*) on the Campbell Island Rise, New Zealand. *ICES J. Mar. Sci.*, **62**, 1131-1138.
8. Kantoussan J., 2007, *Impacts de la pression de pêche sur l'organisation des peuplements de poissons: Application aux retenues artificielles de Sélingué et de Manantali, Mali, Afrique de l'Ouest*. Thèse Unique Agrocampus Renne, France, 104-106 p.
9. Lappalainen J., Erm V. & Lehtonen H., 1995, Pikeperch, *Stizostedion lucioperca* L. catch in relation to juvenile density and water temperature in Parnu Bay, Estonia. *Fish. Manage. Ecol.*, **2**, 113-120 p.
10. Loubens G., 1966, *Biologie de Polydactylus quadrifilis dans le bas Ogooué (Gabon)*. Thèse de doctorat à la faculté des sciences de l'Université de Paris. 163 p.
11. Monde S., 1997, *Nouvelles approches de la cartographie du plateau continental de Côte d'Ivoire. Aspects morphologiques et sédimentologiques*. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Cocody, n°257/97, 200 p.
12. Mercator-Ocean, 2010, <http://bulletin.mercator-ocean.fr/html/produits/>.
13. Neuman E., Roseman E. & Lehtonen H., 1996, Minutes of the percis 2 working group. Determination of year-class strength in percid fishes. *Ann. Zool. Fenn.*, **33**, 313-318 p.
14. Schneider J.C., 2000, Interpreting fish population and community indices. Chapter 21 In: Schneider, J. C. (eds.), 2000. Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Ann Arbor: Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25.
15. Soro Y., 2011, *Marlin bleu (Makaira nigricans) de la zone exclusive de l'Océan Atlantique de la Côte d'Ivoire: Biologie et pêche*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé, 160 p.
16. Tastet J.P., Caillon L. & Simon B., 1985, *La dynamique sédimentaire littorale devant Abidjan, impact des aménagements: Contribution à la compréhension des phénomènes d'érosion et de sédimentation*. Rapport Université Abidjan-Port Autonome d'Abidjan, 34 p.
17. Van Oostenbrugge J.A.E., Poos J.J., Van Densen W.L.T. & Machiels M.A.M., 2002. In search of a better unit of effort in the coastal liftnet fishery with lights for small pelagics in Indonesia. *Fish. Res.*, **59**, 43-56.
18. Villanueva M. C. S., 2004, *Biodiversité et relations trophiques dans quelques milieux estuariens et lagunaires de l'Afrique de l'Ouest: Adaptation aux pressions environnementales*. Thèse de doctorat, I.N.P. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, France, 224 pp. 70-72 p.
19. Wognin V., Valerie A., Monde S., Coulibaly A., Adopo L. & Aka K., 2009, *Erosion côtière et variation morphologique de l'embouchure du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire); Détection des changements à partir d'images satellites et de photographies aériennes de 1957 à 2008*. XI^{èmes} Journées Scientifiques du Réseau Télé-détection de l'AUF, 4 p.

S. Konan Kouassi, Ivoirien, Doctorant, Professeur de Techniques de Pêche, Université Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

A. Kone, Ivoirien, Doctorant, Chercheur, Université Abobo-Adjamé

C. M. A. Akadje, Ivoirienne, Doctorante, Chercheur, Centre de Recherches Océanologiques, Abidjan, Côte d'Ivoire.

M. Diaby, Ivoirien, Doctorant, Professeur d'aquaculture, Université Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

K. N'Da, Ivoirien, Maître de conférences, Enseignant-chercheur, Université Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Effets des différentes balances hormonales sur la micropropagation du Cv. Hybride FHIA-01 (*Musa sp.*)

K.M. Mazinga¹, M. Van Koninckxloo², M. Godoy Jara² & L. Baboy Longanza³

Keywords: Banana- *Musa sp.*- Cytokinine- Endogenous- Genotype- Cultivars- D.R. Congo

Résumé

Différentes balances hormonales ont été évaluées afin de proposer un milieu de prolifération permettant de multiplier efficacement l'hybride FHIA-01 en culture *in vitro*. Les principaux résultats obtenus sont: l'inhibition presque complète de la prolifération par la BAP; l'inhibition totale de l'enracinement par la concentration de 10 μM BAP+10 μM MemTR, l'amélioration de la prolifération moyenne de 5,4 bourgeons/explant de l'hybride FHIA-01 par l'ajout au milieu de culture de cette même concentration. L'ajout de MemTR explique l'efficacité de la balance hormonale sur la prolifération de bourgeons. Pour parvenir à ce même résultat, en se servant de l'AIA comme source auxinique, il faut un apport d'au moins de 1 $\mu\text{M/l}$. Dans cette étude, on est parvenu à choisir un certain nombre de facteurs liés aux conditions d'expérimentation; tel que la lumière et l'obscurité qui semblent être nécessaires à l'organogenèse de FHIA-01. La culture devrait être placée 15 jours à l'obscurité et 15 jours à la lumière.

Summary

Effects of Different Hormonal Balances on the Micropropagation of Cv. Hybrid FHIA-01 (*Musa sp.*)

Different hormonal balances were evaluated to develop a growth medium to effectively multiply the FHIA-01 hybrid *in vitro*. The most striking results of this study are: the almost complete inhibition of the shoot proliferation by BAP; the total root inhibition by the concentration 10 μM BAP+10 μM MemTR and the improvement of the mean shoot proliferation (5,4 shoots/explants) by adding the same concentration. Adding MemTR improves the hormonal balance for the proliferation of shoots of FHIA-01. At least 1 μM of IAA is needed as auxin source, to reach the same result. In this study, we identified some factors related to the experimental conditions, such as light and darkness that seemed to be necessary for the organogenesis of FHIA-01. The cultures had to be placed 15 days in darkness and 15 days in light conditions.

Introduction

Beaucoup de cultivars de *Musa* sont multipliés par organogenèse directe à partir de bourgeons axillaires ou méristèmes apicaux en culture *in vitro* (22). Cette technique a permis la propagation en grand nombre des différentes variétés de bananier et de plantain, permettant de multiplier et de distribuer à grande échelle des plants sains, exemptes de toute maladie, (12). Aujourd'hui, on sait que le génotype a une influence sur l'efficacité de la propagation *in vitro*. Il est donc nécessaire, lorsque de nouvelles variétés ou des clones hybrides sont introduits dans les programmes de production, d'adapter les techniques de micro propagation (4). Afza et collaborateurs ont remarqués des différences considérables entre

clones quant à la formation et la prolifération de bourgeons. Ceci semble être corrélé à la présence d'un ou deux génomes B (1).

Habituellement, deux types de régulateurs de croissance, une cytokinine (BA) et une auxine (AIA), sont ajoutés au milieu de culture du bananier (8, 21). La balance hormonale détermine la croissance et la morphogenèse de l'explant. Plusieurs auteurs ont régulièrement ajouté 2,25 mg/l de N6-benzyladénine (BA) et 0,175 mg/l indole-3-acétique acide (IAA) au milieu d'initiation de pousses et de multiplication (21). Par exemple, la propagation *in vitro* de l'hybride FHIA-20 (AAAB) se révèle difficile. En effet, on observe le développement des plantes enracinées pendant la phase d'initiation. Au cours de la phase de

¹ Université de Lubumbashi, Laboratoire de culture *in vitro* des plantes, Lubumbashi.

² Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la Province de Hainaut (CARAH asbl). Enseignement supérieur de la Province de Hainaut, Ath, Belgique.

³ Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques, Lubumbashi, RD Congo, & Université Libre de Bruxelles, Service d'Écologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, Bruxelles, Belgique.

* Auteur correspondant: michelmaz2003@yahoo.fr.

Reçu le 10.04.12 et accepté pour publication le 26.03.13.

multiplication, apparaissent des structures bulbeuses de couleur blanche qui ne se différencient pas en plantules (10). Cette situation est similaire à celle de l'hybride FHIA-01 (AAAB), où l'on observe un manque total de formation de bourgeons durant la phase de multiplication. Au contraire, une rhizogène importante et précoce apparaît quelle que soit la dose appliquée d'acide N6-benzyladénine. La N6-(3-hydroxy benzyladénine), connue sous le nom de métatopoline (mT), a été utilisée avec différentes plantes pour induire la prolifération de bourgeons axillaires (13), son utilisation pour la culture de tissus de *Musa* a été rapportée sur les cultivars 'Williams et Grand Naine' (*Musa* spp. AAA) (3) et par Roels et collaborateurs, pour la micropropagation de plantain dans un système à immersion temporaire (18).

FHIA-01 est particulièrement intéressant pour sa résistance à la cercosporiose. *Mycosphaerella fijiensis* Morelet agent pathogène de la cercosporiose possède un potentiel élevé d'adaptation à des conditions nouvelles de climat, aux différents fongicides utilisés et aux divers génotypes de *Musa*. La résistance de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet aux produits tels que les benzimidazoles et les triazoles a été largement démontré par la perte d'efficacité dans la lutte chimique dans les bananeraies (7).

En plus, l'hybride FHIA-01 présente un excellent potentiel de productivité. Il produit un rendement élevé même dans des conditions défavorables, et notamment en cas de sécheresse (9, 17) Dans cette étude, nous avons évalué les différentes balances hormonales afin de proposer un milieu de culture permettant de multiplier efficacement l'hybride FHIA-01 en culture *in vitro*.

Matériels et méthodes

Matériel végétal

On a choisi pour cette étude de vitroplants de l'hybride; FHIA-01 AAAB, ITC 0504 issu du croisement cv. Pome AAB et cv Prata Naine 3142 SH comme mâle, dont les fruits sont consommés comme dessert. Le choix de FHIA-01 dans cette étude ainsi que pour son introduction dans la région du Kantanga se justifie par ces performances agronomiques et phytosanitaires. Egalement, il supporte bien les fluctuations de température (5). FHIA17 AAAA, ITC 1264 est un hybride issu du croisement cv. Gros Michel AAA et Highgate 3362 SH, ce cultivar est résistant à la race 1 de la fusariose. Le cultivar ITC 1332, FHIA 21 AAAB, issu du croisement du cv. Plantain French AAAB comme

femelle/AVP-67. 3142SH mâle. FHIA 21 est également résistant à la maladie des raies noires, et deux fois plus productif que le cv. Faux Corne mais présente une maturité précoce des fruits qui peuvent occasionner des pertes pendant la récolte et lors du transport. FHIA23, ITC. 1265, issus du croisement entre Gros Michel comme femelle à génome AAA et cv Highgate 3362SH, male. Et enfin I.C.2 AAAA.

Tous ces cultivars nous ont été fournis par le centre de transit de l'INIBAP à Leuven. Les vitroplants enracinés ont été livrés en juin 2009, au laboratoire de culture *in vitro* du CARAH où l'étude a été effectuée.

Méthode de culture

Les hybrides FHIA-01, FHIA-17, FHIA-21, FHIA-23 et I.C.2 ont été cultivés sur un milieu de culture MS (16), incluant les vitamines: glycine: 26,64µM, myo-inositol: 0,56 mM, acide nicotinique: 4,06µM, Pyridoxine HCl: 2,43µM, Thiamine HCl: 0,30µM (DUCHEFA).

Les différentes balances hormonales testées:

- 20 µM de BAP et 1 µM AIA (Indole Acétique Acide);
- 20 µM de mT (meta-topoline) et 1 µM AIA;
- 10 µM de BAP, 10 µM de MemTR et 1 µM IAA.

Chaque milieu de culture contenait 3% de saccharoses, 5 g/l d'Agar. Le pH a été ajusté à 5,8 avec du (NaOH ou KOH 1N). Le milieu de culture a été stérilisé à l'autoclave à 121°C et 1kg/cm² pendant 20 minutes. Les cultures ont été placées en chambres de croissance (Binder) 15 jours à l'obscurité et 15 jours à la lumière avec une photopériode 16 heures et à une température de 28 ±2 °C. Au total 50 répétitions par traitement ont été réalisés dans cette étude. Dans l'ensemble, on a utilisé les bocaux (350 ml) en verre dans lesquels 50 ml de milieu culture ont été garni en raison de 5 explants. Les explants avaient une taille uniforme soit 1 cm de long, environ 0,5 cm de diamètre. Les observations dans cette étude ont été réalisées sur les variables; nombre de bourgeons, taille de plantules et le nombre de racines par plantule. Une ANOVA multifactorielle a été réalisée, suivie par un test de plus petite différence significative. Sauf indication contraire, les données présentées correspondent aux moyennes des résultats. Les analyses ont été réalisées au risque de première espèce $\alpha=0,05$ au moyen du logiciel STATGRAPHICS Plus 3.0.

Résultats et discussions

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs sur la balance hormonale contenant 10 μM BAP, 10 μM MemTR, 1 μM AIA et les cultivars révèlent que celle-ci a permis d'induire la prolifération du cultivar FHIA01. Bairu et collaborateurs ont également enregistré les taux supérieurs de multiplication avec les cytokinines mT et mTR (3). L'hybride FHIA-01 a proliféré une moyenne de nombre de bourgeons de (5,4/explant) significativement élevé (Tableau 1).

Tableau 1

Effet de cytokinines BAP et de la méta-topoline sur la prolifération de bourgeons de bananier au bout de 30 jours en phase de multiplication *in vitro*.

Cytokinines	FHIA01	FHIA17	FHIA21	FHIA23	IC2	Répétitions
BAP	0,0a	2,4a	3,5a	3,4a	2,2a	50
mT	2,3c	4,9c	4,2ab	4,7ab	1,9abc	50
BAP+MemTR	5,4b	3b	3,4abc	2,5ac	2,2abc	50

Les lettres identiques dans une même colonne montrent que les résultats ne sont pas différents statistiquement ($P < 0,05\%$).

Par ailleurs, l'amélioration du taux de prolifération de l'hybride FHIA-01 observée pouvait s'expliquer par l'inhibition totale de la prolifération des racines (Tableau 2).

Tableau 2

Effet de la BAP et de la méta-topoline sur le nombre de racines par plantule au bout de 30 jours en phase de multiplication.

Cytokinines	FHIA01	FHIA17	FHIA21	FHIA23	IC2	Répétitions
BAP	2a	4,6a	3,2a	6,4a	2,8a	50
mT	2,8ab	1,7b	3,1ab	3,3b	1,8ab	50
BAP+MemTR	0,0c	2,2cb	1,8c	2,0c	1,2abc	50

Les lettres identiques dans une même colonne montrent que les résultats ne sont pas différents statistiquement ($P < 0,05\%$).

Il a été rapporté qu'en l'absence des racines, le nombre des bourgeons allongés par explant est 2 fois plus élevé que pour les plantules entières (14). Par contre, la balance hormonale contenant une concentration de 20 μM BAP et 1 μM AIA a inhibée complètement la formation des bourgeons de FHIA-01 (Tableau 1). Par ailleurs, les concentrations plus élevées de la BA ont tendance à avoir un effet négatif sur le taux de multiplication, de la morphologie et devrait donc être évitée (21). Le taux de multiplication dépend à la fois du type de cytokinine, de la concentration de cytokinine et de génotype (23). En réduisant la dose de cytokinine dans le milieu de multiplication, la différenciation de bourgeons en plantules a pu démarrer tandis que disparaissait peu à peu la croissance en rosette (10, 11). Dans nos essais aucune croissance en rosette n'a été enregistrée. (Figure 1).

Escalona et collaborateurs ont comparé, l'effet de ces deux cytokinines sur le taux de multiplication du bananier plantain 'CEMSA 3/4' (Musa cv. AAB) cultivé dans un système à immersion temporaire (8). De même, Garcia et collaborateurs ont obtenu une moyenne de 4,7 bourgeons par explant de FHIA-20 à la dose de cytokinine de 10 μM BAP au cours de la phase de multiplication (10). La concentration de 20 μM de mT (méta-topoline) a induit la prolifération de bourgeons chez l'hybride FHIA01 avec une moyenne de 2,3 bourgeons/explant par rapport à celle de 20 μM BAP (0,0 bourgeons/explant). Les résultats obtenus dans notre étude avec mT (méta-topoline), sont similaires aux résultats enregistrés par Roels et collaborateurs, prouvant l'efficacité de la méta-topoline à une concentration de 4,4 M sur la micropropagation de plantain dans un système à immersion temporaire (18).

D'après certains auteurs, l'effet stimulant de la méta-topoline sur la croissance des plantules n'est observé qu'à de très faibles concentrations. Au regard de nos résultats et les résultats d'autres auteurs, la balance hormonale (20 μM mT, 1 μM AIA) semble induire la prolifération de FHIA01, mais il faudrait diminuer la concentration de mT pour améliorer le taux de prolifération. Les résultats présentés dans cet article sont en accord avec les observations de Werbrouck et collaborateurs (23) et de Miroslav et collaborateurs (15). Ces auteurs ont montré que la méta-topoline est plus active que la BAP pour stimuler la formation de plantules. Toutefois, les cytokinines ont une certaine spécificité d'action vis-à-vis des différentes espèces végétales. Par exemple, dans le cas du châtaigner, la BAP induit la prolifération des bourgeons axillaires, alors que la kinétine n'a aucun effet sur ceux-ci; d'autre part, dans le cas de la pomme de terre, seule la kinétine induit la prolifération des pousses, alors que la BAP et la 2iP n'ont aucun effet (11).

Les résultats de notre étude montrent que l'hybride FHIA-01 présente des difficultés à la multiplication *in vitro* pour des raisons dues à l'affinité avec les cytokinines, à la balance hormonale et aux techniques culturales. On sait que l'AIA est sensible à la lumière. Son utilisation à de faibles concentrations conjuguée avec le fait de placer les cultures à la lumière, détruirait une partie de la concentration d'AIA dans le milieu de culture avec des conséquences sur la balance hormonale. La stimulation de la multiplication des pousses par la variation du type et de la concentration des régulateurs de croissance et des sources de carbone ont été rapportées par plusieurs auteurs (10).



Figure 1: La photo à gauche indique la prolifération des bourgeons obtenus à l'obscurité et droite la prolifération des bourgeons obtenus à 16 h de photopériode BAP (10 M) + MemTR (10 μ M) + AIA (1 μ M).

Les résultats particulièrement frappant de notre étude: tout d'abord est l'inhibition presque complète de la prolifération par BAP; inhibition totale de l'enracinement par BAP+MemTR+AIA, amélioration de l'expression du potentiel génétique de prolifération moyenne de 5,4 bourgeons/explant de l'hybride FHIA-01 par BAP+ MemTR+AIA. L'ajout de MemTR (méta-méthoxy topoline riboside) justifie l'efficacité de la balance hormonale sur la prolifération de bourgeons de FHIA-01. Par contre, l'ajout de 20 μ M BAP+1 μ M AIA a inhibé la formation de nouveaux bourgeons de FHIA-01. Les résultats de notre étude sur la prolifération de FHIA-01, sont en parfait accord avec d'autres auteurs qui ont relevé l'inefficacité de BAP par rapport à mT, MemTR (3), sur la multiplication du cultivar Grand Naine et le cultivar Williams (8).

Dans cette étude, la balance hormonale contenant 10 μ M BAP, 10 μ M MemTR, 1 μ M AIA a inhibée complètement l'enracinement (Tableau 2). Ces résultats sont en accord à ceux de Bairu et collaborateurs qui ont observé l'inhibition de l'enracinement de cultivars 'Williams et Grand Naine (Musa spp. AAA) avec les cytokinines mT et MemTR (3). L'AIA a souvent donné de faibles pourcentages d'enracinement, surtout quand elle est employée à de faibles concentrations, que ce soit avec le bananier, l'artichaud (2) ou avec d'autres espèces (19). D'autres auteurs ont observé l'initiation de racines latérales après l'addition de Méta-topoline (8). Les plantules cultivées avec une concentration élevée (0,5 mg/l) développent une cal basale et ne produisent pas de racines (4). Malgré la concentration élevée de cytokinines; 10 μ M BAP et 10 μ M de MemTR qui a inhibée la formation des racines de FHIA-01, dans nos essais nous n'avons pas observé la présence de cal à la base de la plantule. Une augmentation de nombre des racines, en moyenne 6,4/explant de FHIA23 à la concentration de 20 μ M BAP a été observée au cours de notre étude, malgré l'ajout de

1 μ M AIA dans le milieu de culture. Talengera et collaborateurs ont rapporté que les variétés AAA développent un enracinement précoce avec ou sans AIA sur le milieu MS enrichis avec BA (20). Cette augmentation du nombre de racines enregistrée dans notre étude pourrait être due par le fait que, les cultures ont été placées quinze jours durant à l'obscurité. Plus on augmente la concentration exogène à l'obscurité, plus on stimule l'induction de racines, moins on favorise la formation de bourgeons (11). Escalona et collaborateurs, ont montré que l'utilisation de faibles concentrations de BAP et de méta-topoline n'a pas diminué le nombre de racines par plantule (8). Dans la même logique, d'autres auteurs ont rapporté l'effet de MemTR sur l'inhibition de l'enracinement de bananier, un composé qui a favorisé l'enracinement de pousses polyphylla Aloe à des concentrations où les deux BA et mT complètement inhibaient ce processus (8).

Par ailleurs, une prolifération des racines/plantule plus élevée a été observée chez des vitroplants de pomme de terre cultivés sur un milieu de culture contenant une faible concentration de méta-topoline (4). Cependant, le nombre de racines par pousse enracinée, augmente avec l'augmentation de la concentration en auxine ANA dans le milieu de culture pour la lavande (4). Les résultats obtenus dans notre étude rejoignent ceux trouvés par Escalona et collaborateurs qui ont obtenu un pourcentage d'enracinement plus élevé avec les faibles concentrations de BAP, de méta-topoline, et l'ANA. Au cours de notre étude, mT a donné une réponse efficace à l'enracinement de vitroplants de FHIA-01. Contrairement aux résultats précédents avec topolines, obtenus par Werbrouck et collaborateurs (23) sur *Spathiphyllum* spp; Escalona et collaborateurs (8) sur le plantain et d'autres auteurs sur l'aloès, mT avait un effet inhibiteur sur l'enracinement par rapport à BA (8).

Par ailleurs, la balance hormonale (10 μM BAP, 10 μM MemTR, 1 μM AIA) a eu un effet sur la réduction de la taille des explants des cultivars FHIA17, FHIA23. (Tableau 3).

Tableau 3

Effet de la BAP et de la méta-topoline sur la taille des plantules des hybrides de bananier au bout de 30 jours en phase de multiplication.

Cytokinines	FHIA01	FHIA17	FHIA21	FHIA23	IC2	Répétitions
BAP	1,7a	2,3a	1,7a	2,1a	3,1a	50
mT	2,5b	1,9ab	2,2ab	1,5ab	1,8b	50
BAP+MemTR	1,6ac	1,3bc	2,2abc	1,4abc	1,9c	50

Les lettres identiques dans une même colonne montrent que les résultats ne sont pas différents statistiquement ($P < 0,05\%$).

Cependant que la concentration de 20 μM BAP et 1 μM AIA a augmenté la taille des explants de cultivar IC2 (3,2Cm taille moyenne). L'analyse de variance a montré des différences significatives.

La moyenne de feuilles de 3,4 a été obtenue avec FHIA-23. Les résultats présentés dans cet article sont en accord avec les observations de Escalona et collaborateurs (8), qui ont montré que des plantules de bananier prêts à être acclimatés doivent avoir les caractéristiques suivantes: elles doivent avoir une longueur supérieure à 2,5 cm, avoir plus de trois feuilles et une circonférence de plus de 0,5 cm. Nous avons observé une baisse du nombre de feuilles avec une moyenne d'une feuille par explant. L'analyse de la variance a montré des différences significatives entre les traitements.

Les objectifs de notre étude ont été atteints, puisque nous avons pu améliorer la prolifération de FHIA-01 en culture *in vitro* grâce au choix de cytokinines (BAP, MemTR et mT), avec la combinaison faite des phytohormones et les techniques de culture *in vitro* utilisées. FHIA-01 est un hybride qui a manifesté des difficultés de multiplication *in vitro* en présence de BA dans le milieu (6), (Van den Hauwe, communication orale). Notre étude a donné la première et jusqu'à maintenant la seule solution pour la multiplier *in vitro* de FHIA-01: par combinaison de BA et memTR dans le milieu. En accord avec les résultats de notre étude et les résultats de Bairu et collaborateurs qui appuient l'utilisation possible de

topolines comme une alternative à BA pour la micropropagation de Cavendish (3), nous suggérons que les cytokinines topolines (MemTR et mT) se substituent à la BAP dans la culture *in vitro* de l'hybride FHIA-01 de bananier. Cependant, nous suggérons une étude approfondie permettant d'évaluer l'impact de leur utilisation en culture *in vitro* de bananier sur la variation somaclonale.

Pour parvenir à ce même résultat, en se servant de l'AIA comme source auxinique, il faut un apport d'au moins 1 μM . Dans notre étude, nous sommes parvenu à choisir un certain nombre de facteurs liés aux conditions d'expérimentation; tel que la lumière, et l'obscurité qui semble être nécessaire à l'organogenèse de FHIA-01. La culture devrait être placée 15 jours à l'obscurité et 15 jours à la lumière.

Conclusion

Les informations ainsi que les résultats obtenus dans ces essais rendent possible l'amélioration de la prolifération en culture *in vitro* de l'hybride FHIA-01. Les balances hormonales appliquées dans cette étude permettent une augmentation de l'efficacité de la propagation. Par ailleurs, l'hybride FHIA-01 révèle une affinité à la mT. Ce qui se traduit par l'augmentation du nombre de bourgeons/explant inoculé en phase de multiplication. Cependant, lors de la phase de multiplication, il est préférable d'utiliser la balance hormonale contenant 10 μM BAP, 10 μM MemTR, 1 μM AIA dans le milieu de culture. Individualiser les explants en bourgeons bien définis qu'ils ne soient pas inférieurs à 1 cm de hauteur. La culture sera placée durant deux semaines à l'obscurité totale avant leurs séjours de quinze jours à la lumière, une photopériode de 16 h. Ainsi, on inhibe totalement la formation précoce des racines et on obtient une moyenne de 5,4 bourgeons/explant FHIA-01 (AAAB) pendant la phase de multiplication.

Remerciements

Les auteurs remercient la CUD (Commission Universitaire au Développement) et le CARAH asbl (Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la province de Hainaut) en Belgique.

Références bibliographiques

1. Afza R., Van Duren M. & Morpurgo R., 1996, Banana tissue culture and its prospective use in the developing countries, *in*: Islam AS (ed) Plant tissue. www.springerlink.com/index/606160V880U823R2.pdf
2. Ancora G., Belli-Donini M.L. & Cuzzo L., 1981, Globe artichoke plants obtained from shoot apices through rapid *in vitro* micropropagation. *Scientia Hort.*, 1(4), 207-213.
3. Bairu M.W., Stirk W.A., Doležal K. & Van Staden J., 2008,

- The role of topolins in micropropagation and somaclonal variation of banana cultivars 'Williams' and 'Grand Naine' (*Musa* spp. AAA). *Plant. Cell. Tiss. Organ Cult.*, **95**, 373-379.
4. Baroja-Fernandez E., Aguirreola H. & Martinkova J., 2002, Aromatic cytokinins in micropropagated potato plants. *Plant physiol. Biochem.*, **40**, 217-227.
 5. Dela Cruz F.S., Gueco L.S., Damasco O.P., Huelgas V.C., Banasihan I.G., Liadones R.V., Van den Bergh I. & Molina A.B., 2007, *Catalogue of introduced and local banana cultivars in the Philippines: results of a demonstration trial by the Institute of Plant Breeding*, University of the Philippines Los Baños. IPB-UPLB, Bioversity International and DA-BAR, Philippines; 8; 63 pp.
 6. Dewitte J., 2008, *Growth and micropropagation of new banana varieties adapted to the agro-ecological conditions of Lubumbashi*. Hogeschool Gent, Master thesis, 145 pp.
 7. Douglas M. & Ching L., 1992, Monitoring of sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* to Benonil, In: *CORBANA annual report*. Pp. 17-19.
 8. Escalona M., Cejas L. & Gonzalez-olemedo J., 2003, *Effet de la méta-topoline sur la prolifération du bananier plantain en bioréacteur à immersion temporaire*. Vol. **12** N° 2.
 9. FHIA., 2000, *Bananas and Plantains*. <<http://honduras.com/fhia/banana.htm>>.
 10. Garcia A., Perez-Mederos B. & Sarria Hernandez Z., 2002, *Nouvelles méthodes de propagation in vitro du cultivar hybride FHIA-20 Infomusa*; Vol. **11** N°1.
 11. George EF., 1993, *Plant tissue culture techniques*. In: *Plant propagation by tissue culture*. Part 1: The technology, Exegetics Ltd., Edington, Wilts, England, 3-36.
 12. Haicour R., Ducreux G. & Ambroise A., 2002, *Biotechnologies végétales : technique de laboratoire*, édition Tec & Doc. Lavoisier, p. 305, 275-295.
 13. Holub J., Hanus J., Hanke D., 1998, *Biological activity of cytoninins derived from Ortho- and M beta - Hydroxybenzyladenine*. *J. Plant Growth Regul.*, **26**,109-115.
 14. Jay-Allemand C. & Cornu D., 1986, *Culture in vitro d'embryons isolés de noyer commun (Juglans regia L.)*. INRA, Station d'amélioration des Arbres forestiers. Ardon, F 45160 Olivet. *Ann. Sci. For.*, **43**(2), 189-198.
 15. Miroslav S., Hanus J. & Vanek T., 1997, Meta-topolin, a highly active aromatic cytokinin from poplar leaves (*Populus* & *Canadensis* Moench., CV. Robusta). *Phytochemistry*, **45**(2), 213-218.
 16. Murashige T. & Skoog F., 1962, A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, **15**(3), 437-497.
 17. Orjeda G., Escalant J.-V. & Moore N., 1999, Phase II du Programme international d'évaluation des *Musa* (IMTP): synthèse du rapport final et des résultats. *INFOMUSA*, **8**(1), 35-39.
 18. Roels S., Escalona M., Cejas I., Noceda C., Rodriguez R., Canal M.J., Sandoval J. & Debergh P., 2005, Optimization of plantain (*Musa* AAB) micropropagation by temporary immersion system. *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.*, **82**, 57-66.
 19. Scarpa G.M., Milia M. & Satta M., 2000, The influence of growth regulators on proliferation and rooting of *in vitro* propagated myrtle. *Plant Cell. Tissue Organ. Culture*, **62**, 175-179.
 20. Talengera D., Mangambo M.J.S. & Rubaihayo P., 1994, *Testing for a suitable culture medium for micropropagation of EAST African Highland bananas*. Department of crop Science, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda, **2**(1), 17-21.
 21. Van den Houwe I., De Smet K., Tezenas du Montcel H. & Swennen R., 1995, Variability in storage potential of banana shoot cultures under medium term storage conditions, *Plant Cell. Tissue Organ. Culture.*, **42**, 269-274.
 22. Vasil I.K., 1987, Developing cell and tissue culture systems for the improvement of cereal and grass crops, *J. Plant Physiol.* **128**, 193-218.
 23. Werbrouck S., Strnad M., Van Onckelen H. & Debergh P., 1996, Meta-topolin, an alternative to benzyladenine in tissue culture? *Physiol. Plant.*, **98**, 291-297.

K.W. Mazinga, Congolais, DEA Production Végétale, Ingénieur Agronome., Assistant de recherche à l'Université de Lubumbashi, Laboratoire de culture *in vitro* des plantes, Lubumbashi. R.D.C.

M. Van Koninckxloo, Belge. Docteur en Sciences Agronomiques, Directeur scientifique du Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la Province de Hainaut (CARAH asbl). Inspecteur général de l'enseignement supérieur de la Province de Hainaut, Ath, Belgique.

M. Godoy Jara, Belge, Docteur en Sciences, Maître Assistant Haute Ecole Provinciale du Hainaut Occidentale-Condorcet. Directeur du laboratoire de culture *in vitro* du centre de Recherches Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la Province de Hainaut (CARAH asbl), Ath, Belgique.

L. Baboy Longanza, Belge. Docteur en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique, Professeur Associé à l'Université de Lubumbashi, RD Congo. Collaborateur Scientifique à l'Université Libre de Bruxelles (Service d'Écologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, Bruxelles, Belgique).

Incidence de la bactérie *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* sur la production du riz (*Oriza sativa* L.) au Niger

A. Basso^{1*}, A. Haougui¹, Z. Abdoul Habou¹, T. Adam³ & Y. Sere²

Keywords : *Xanthomonas oryzae*- Rice- Incidence- Losses- Relay hosts- Niger

Résumé

Le flétrissement bactérien dû à *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, est l'une des maladies qui causent des dégâts économiques sur le riz au Niger. Des enquêtes et des prospections ont été menées au niveau des périmètres situés dans les deux grands bassins de production de riz (le long du fleuve Niger et de la Komadougou yobé) afin d'évaluer son importance. Il ressort de cette étude que le flétrissement bactérien est présent sur l'ensemble des périmètres irrigués avec un taux de prévalence allant de 10 à 75% et des pertes de production de 19 à 63% qui se chiffrent de 200.000 à plus de 500.000 FCFA/ha. Il a été noté que certaines pratiques culturales comme le repiquage échelonné favorisent le développement des épidémies. La recherche d'hôtes alternatifs à la bactérie a permis d'identifier 13 espèces d'adventices hôtes. Elles appartiennent à la famille des poacées à plus de 80% et à la famille des cyperacées à près de 20%.

Summary

Incidence of *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* on the Production of Rice (*Oriza sativa* L.) in Niger

Rice bacterial blight due to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* is one of the diseases causing economic damage on rice in Niger. Investigations were led in the two most important irrigated rice producing areas (along the river Niger and the river Komadougou yobé) in order to evaluate its importance. It comes out from the study that bacterial blight is present in both rice producing areas, with a prevalence of 10 to 75% and production losses ranging from 19 to 63%, which amounts from 200.000 to more than 500.000 FCFA/ha. It was noted that some cultural practices such as phased transplanting favor the development of bacterial outbreaks. The search for alternative hosts to the bacterium made it possible to identify 13 species. These hosts belong to Poaceae (more than 80%) and Cyperaceae (nearly 20%) families.

Introduction

Au Niger, le riz est la céréale la plus cultivée sous irrigation. Sa culture se pratique essentiellement le long du fleuve Niger à l'Ouest et aux abords de la Komadougou Yobé à l'Est. La production annuelle est de l'ordre de 110.000 t de riz Paddy soit 66.000 t de riz blanc représentant à peine le tiers des besoins nationaux (8). Pourtant, d'importants efforts ont été déployés par l'état pour construire des infrastructures adéquates afin d'améliorer cette production. Les raisons de la faiblesse de la production sont de plusieurs ordres dont l'existence de contraintes agro-écologiques parmi lesquelles, les pressions parasitaires. On note principalement le flétrissement bactérien dû à *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, considéré depuis longtemps comme une des maladies susceptibles de freiner le développement de la riziculture au Niger (9). Cette maladie a été signalée pour la première fois au

Niger en 1983 (10). Depuis, très peu d'études lui ont été consacrées. Il existe peu d'informations sur sa distribution géographique dans l'espace rizicole nigérien. Aucun travail de surveillance systématique n'a été entrepris pour évaluer son importance en termes de pertes causées aux cultures. De même, on ne dispose d'aucun renseignement sur les facteurs de l'environnement susceptibles d'atténuer ou au contraire d'aggraver les dégâts dus à la maladie. Il est donc indispensable pour protéger efficacement la riziculture, de répondre à un certain nombre de questions: Où trouve-t-on le flétrissement bactérien? Est-il suffisamment important pour que l'on s'en préoccupe? Quelles sont les caractéristiques des épidémies naturelles? Existe-t-il des hôtes alternatifs? Cette étude a pour objectif de répondre à ces différentes questions clés à travers une surveillance exercée pendant trois ans sur certains périmètres irrigués du pays.

1 Institut national de la recherche agronomique du Niger (INRAN), Kollo, Niger.

2 Unité de phytopathologie du centre du riz pour l'Afrique, Cotonou, Bénin.

3 Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, Niamey, Niger.

* Auteur correspondant : adamoubasso@yahoo.fr, tel: 00227 91494245/00227 94659440

Reçu le 13.07.12 et accepté pour publication le 02.04.13.

Matériel et méthode

Evaluation de l'incidence et la distribution de la maladie

La zone de l'étude couvre les deux rives aménagées du fleuve Niger ainsi que les rizières modernes bordant la Koudourrou Yobé. En 2008, l'incidence a été évaluée sur 25 périmètres irrigués des deux régions. La présence ou l'absence de la maladie ont été notées et les coordonnées géographiques des lieux relevées au moyen d'un GPS. L'incidence (I) a été estimée le long des diagonales sur environ 10% des parcelles des périmètres prospectés.

Evaluation des pertes

Les pertes ont été évaluées sur des parcelles infestées sur les périmètres de Yelwani en 2007, Liboré et Kirkissoye en 2008 et Sébéri, Koutoukalé, Liboré Toula et Bonféba en 2010, tous situés le long du fleuve Niger. Sur chaque parcelle, 5 carrés de rendement ont été placés sur des plages attaquées et 5 autres sur des plages non attaquées afin d'estimer le pourcentage de baisse de production (Bp) due à l'attaque. Les pertes (Pt) ramenées à la parcelle sont obtenues par la formule: $Pt = I * Bp / 100$ et sont ensuite traduites en terme de perte monétaire.

Effet des dates de mise en place des cultures sur le développement de la maladie

Pour évaluer l'importance de la date de mise en place de la culture sur le développement de la maladie, trois dates de repiquage ont été utilisées: un premier repiquage dit précoce, effectué deux semaines avant les producteurs, un deuxième dit intermédiaire effectué avec les producteurs et un troisième dit tardif réalisé deux semaines après les producteurs. Le matériel végétal utilisé est composé de 17 lignées isogéniques et de 2 variétés résistantes à la panachure jaune du riz. Cette étude a été conduite à Saga.

Le dispositif est un bloc Fisher à 3 répétitions avec des parcelles de trois lignes de 1m de longueur. La sévérité de la maladie a été relevée trois semaines après le dernier repiquage et les données ont été analysées par ANOVA réalisée à l'aide du logiciel IRRSTAT. Les moyennes ont été séparées à l'aide du test de DUNCAN au seuil de 5%.

Identification des hôtes alternatifs

Les échantillons ont été systématiquement collectés sur les adventices présentant des symptômes proches ou identiques à ceux induits

par le flétrissement bactérien sur le riz. La bactérie a été isolée de chaque échantillon suivant la méthode utilisée par Basso (1). Les isolats obtenus ont été caractérisés biochimiquement pour différencier *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) de *X. oryzae* pv. *oryzicola* (Xoc). Les tests effectués sont le test Gram avec du KOH 3% (Xoo-, Xoc-), le test de croissance sur milieu semi sélectif dont la composition est la suivante: Peptone (2,0 g); Monosodium glutamate (5,0 g); Ca(NO₃)₂ (0,2 g); K₂HPO₄ (2,0 g); Fe (EDTA) (1,0 mg), sucrose (20 g), Agar (20 g), eau distillée (1 litre); A cela, s'ajoutent après refroidissement à 45-50 oC, 1 ml de cycloheximide, 2 ml de Cephalexine, 2 ml de Kasugamycine et 3 ml de méthyle violet 2B) (Xoo+, Xoc-). Les autres tests biochimiques sont le test de croissance sur agar lorsque L- alanine est la seule source de carbone à la concentration de 0,05 g/litre (Xoo-, Xoc+) et le test de croissance sur de l'Agar nutritif additionné du nitrate de cuivre à 0,001% (Xoo+, Xoc-).

Les isolats obtenus sont conservés au frigidaire sur du Nutrient agar pour les opérations de routine ou au congélateur à -20°C dans du glycérol à 50% pour une conservation de longue durée.

Résultats

Incidence et distribution du flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien connaît une répartition généralisée à travers tout le pays. Il a été rencontré sur l'ensemble des périmètres prospectés, avec des degrés de prévalence variables (Tableau 1). Les variétés cultivées se révèlent fortement sensibles au flétrissement bactérien du riz. En campagne sèche, les incidences observées ont varié de 10 à 70%. Les plus fortes incidences ont été enregistrées à Daibéri, Gaya, Liboré, Namardé, Saga, et Say. En campagne humide les incidences enregistrées sont comprises entre 5 et 75%. Les périmètres de Liboré, Kirkissoye et la ferme semencière de Saga ont affiché les plus fortes incidences.

Pertes dues au flétrissement bactérien

Les pertes ont été évaluées sur les parcelles les plus infestées. C'est sur le périmètre de Bonféba que les pertes ont été les plus importantes (plus de 61%) alors que les plus faibles ont été enregistrées à Koutoukalé (Tableau 1). Bien que les épidémies se manifestent de façon épisodique, les pertes ont été toujours importantes (plus de 40%) au niveau de la parcelle.

Tableau 1

Incidence, baisse de rendement et pertes occasionnées par le BLB sur les parcelles les plus attaquées en 2007, 2008 et 2010.

Localité	Rendement moyen carrés sains (t/ha)	Rendement moyen carrés attaqués (t/ha)	Incidence (%)	Baisse de rendement (%)	Pertes (%)
<i>Année 2007</i>					
Yelw ani	4,9	2,23	94	45,55	42,82
<i>Année 2008</i>					
Kirkissoye	3,25	1,37	90	57,84	52,06
Liboré	5,15	2,99	98	46,45	45,52
<i>Année 2010</i>					
Sébéri	4	1,7	87	57,5	50,02
Toula	4,3	2,12	95	50,7	48,16
Koutoukalé	3,1	1,87	75	39,68	19,89
Bonféba	3,64	1,34	97	63,19	61,29
Liboré	4,65	1,75	96	62,36	59,86

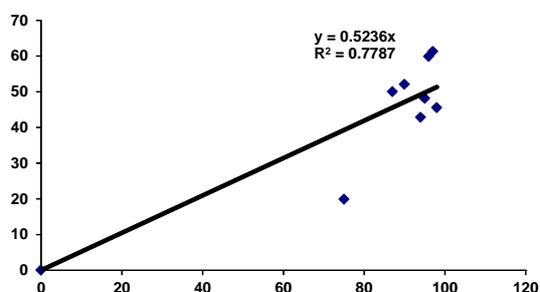


Figure 1: Corrélation incidence et pertes ramenées à la parcelle.

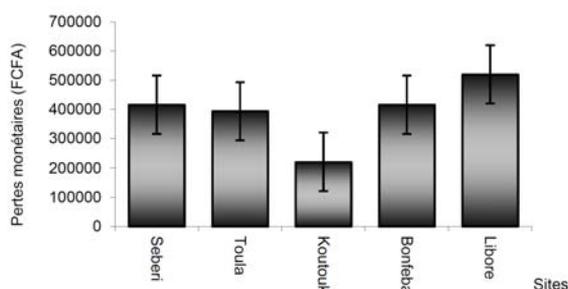


Figure 2: Pertes monétaires à l'hectare occasionnées par le flétrissement en 2010, Nigérien.

La corrélation entre l'incidence et les pertes ramenées à la parcelle est positive et se traduit par une relation linéaire $Y = 0,5236x$ avec $R^2 = 0,7787$ (Figure 1).

Pertes monétaires

Les pertes monétaires ont été évaluées en estimant la valeur de la production perdue et en fonction du

Tableau 2

Comparaison des moyennes de la sévérité par rapport aux dates de repiquage.

Date de repiquage (D)	Moyennes sévérité
Précoce	35,0 c
Intermédiaire	52,1 b
Tardif	59,2 a

prix du riz paddy sur le marché. Sur tous les périmètres, les pertes ont été importantes, elles varient de plus 200000 à 500000f CFA à l'hectare (Figure 2). En dehors du périmètre de Koutoukalé, les pertes enregistrées sur les autres n'ont pas été significativement différentes.

Influence des dates de repiquage sur le développement du flétrissement bactérien

Le développement de la maladie est fortement influencé par les dates de repiquage. Les résultats de l'analyse de la variance montrent que la différence est hautement significative entre les trois dates. Il n'existe pas d'interaction entre dates de repiquage et variétés ce qui indique que quelle que soit la date de mise en place de la culture, les variétés réagissent de la même manière. Plus le repiquage est tardif, plus on observe une forte prévalence de la maladie (Tableau 2).

Les moyennes suivies d'une même lettre dans la colonne, ne sont pas significativement différentes à $\alpha \leq 5\%$.

Inventaire des adventices hôtes de l'agent pathogène

Le rôle des mauvaises herbes dans l'épidémiologie

de l'agent pathogène semble être primordial. Treize espèces d'adventices appartenant principalement à deux familles: poacées et cypéracées ont été indexées (Tableau 3). *Leersia hexandra* Swartz (Gramineae) semble jouer un rôle prépondérant car elle a été rencontrée sur l'ensemble des périmètres. Les autres espèces importantes sont *Oryza longistaminata*, A. Cheval. & Roehr, *Panicum repens* L., *Cyperus rotundus* L., *Eleusine indica* L. et *Echinochloa* sp.

Tableau 3
Les adventices sur lesquelles la bactérie a été trouvée.

Espèces	Nombre d'isolats	Familles	Pourcentage
<i>Oryza barthii</i>	1		
<i>Oryza longistaminata</i>	8		
<i>Leersia hexandra</i>	13		
<i>Eleusine indica</i>	5		
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	Poacées	81,13
<i>Panicum repens</i>	6		
<i>Pennisetum pedicelatum</i>	3		
<i>Paspalum laetum</i>	1		
<i>Echinochloa</i> sp.	4		
<i>Brachiaria</i> sp.	1		
<i>Kyllinga squamulata</i>	1		
<i>Cyperus esculentus</i>	1	Cypéracées	18,87
<i>Cyperus rotundus</i>	6		
<i>Cyperus</i> sp.	2		
Total	53	2	100

Discussion

Des prospections sur les périmètres rizicoles et des suivis sur des parcelles fortement infestées ont été effectués pour établir l'importance du flétrissement bactérien du riz au Niger. Les estimations de l'incidence de la maladie font apparaître des taux de prévalence de l'ordre de 70% sur la plupart des périmètres irrigués du pays, tant en campagne humide qu'en campagne sèche. Des valeurs de 70 à 85% ont été rapportées lors de l'étude préliminaire sur la maladie en champs paysans dans trois pays de l'Afrique de l'Ouest dont le Niger (14). Au Mali, des incidences de l'ordre de 46% ont été observées (13). Les valeurs élevées des incidences durant les deux campagnes suggèrent la présence en permanence des sources de l'inoculum primaire. Le système de double riziculture qui maintient en vie de nombreuses mauvaises herbes hôtes de l'agent pathogène et les souches de riz infectées qui contaminent les eaux d'irrigation, favorise du coup le maintien de l'inoculum primaire dans les rizières.

De telles valeurs illustrent l'importance du flétrissement bactérien au Niger. Il se retrouve pratiquement sur l'ensemble des périmètres avec maîtrise totale de l'eau. Une telle distribution suggère le rôle important joué par les semences dans la dissémination de la maladie. Au Niger, l'approvisionnement en semences des diverses coopératives rizicoles est essentiellement assuré par la ferme semencière de Saadia où la maladie est également présente avec une incidence de 75%. En Asie, des études ont montré que 90% des semences fraîchement récoltées contiennent l'inoculum actif de la bactérie (3). Cet inoculum peut conserver son pouvoir pathogène jusqu'à la campagne suivante et déclencher des épidémies. Des pertes supérieures à 60% sont enregistrées en champs paysans alors que des pertes de 50% ont déjà été signalées en conditions contrôlées (9). Ces résultats corroborent ceux de nombreuses études menées en Afrique et en Asie. Au Burkina Faso des résultats similaires ont été rapportés, en 1998, des pertes de 50% ont été enregistrées à Bagré (7). Au Mali, des baisses de rendement de 80% ont été signalées (13). En Asie, des pertes supérieures à 50% (12) et des baisses de rendement de plus de 80% (4) ont été signalées. Dans une étude pour l'évaluation économique des pertes dues au flétrissement bactérien, des relations entre incidences et pertes ont été établies. Aux incidences de 43,28% et 58,86%, sont corrélées respectivement des pertes de 44,31% et de 56,41% (11). Notre étude a aussi montré l'existence d'une corrélation positive entre l'incidence et les pertes ramenées à la parcelle. Ces auteurs n'ont cependant pas quantifié les pertes en terme monétaire. Nos travaux ont montré que ces pertes peuvent être importantes, plus de 500000 FCFA sont perdus à l'hectare pour une incidence de 96% et des pertes de rendement de 62,36%.

L'influence des dates de repiquage a été étudiée en testant trois dates de repiquage en fonction de la date de repiquage des producteurs. Les attaques sont plus sévères sur les repiquages tardifs, ces derniers intervenant environ un mois après les premiers repiquages au moment où l'inoculum primaire et l'inoculum secondaire sont certainement en circulation et le taux d'hygrométrie élevé; ce qui augmente les risques d'infection. En plus, à ce stade, ils fournissent une végétation tendre qui peut attirer beaucoup d'autres ravageurs et favoriser ainsi la transmission mécanique de la maladie par les insectes comme déjà évoquée par certains auteurs (6). Il est alors nécessaire, voire indispensable, de procéder à des repiquages précoces ou au moins d'observer un respect strict du calendrier cultural établi. Les vieilles habitudes

qui consistent à pratiquer à des repiquages très plastiques (étalés sur toute la saison), doivent être abandonnées. Pour une bonne gestion de la maladie, cette étude a aussi abordé l'épidémiologie de l'agent pathogène notamment le rôle que peuvent jouer les adventices dans le maintien de l'inoculum sur les périmètres. Les mauvaises herbes semblent jouer un rôle primordial dans l'épidémiologie de *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* au Niger. De nombreuses plantes adventices appartenant aux familles des poacées et des cypéracées ont été trouvées hôtes de la bactérie. Les isolats issus de ces hôtes sont capables de reproduire les mêmes symptômes trouvés sur le riz cultivé. L'importance des adventices dans le développement des épidémies bactériennes qui surviennent en culture du riz a été déjà signalée (5). Ces mauvaises herbes qui constituent des plantes relais pour ces bactéries comprennent les espèces de riz sauvage et autres Poacées et les Cypéracées. C'est ainsi que *Echinochloa colonum* est rapporté comme hôte de *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (2). De nombreuses mauvaises herbes

sont signalées comme hôtes de *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* et qui jouent un rôle important dans l'évolution des isolats de la bactérie (15).

Conclusion

Il ressort de cette étude que le flétrissement bactérien est devenu une préoccupation majeure au Niger avec une distribution quasi généralisée sur l'ensemble des périmètres irrigués. Certaines pratiques culturales comme les repiquages plastiques favorisent le développement de la maladie. Toute initiative pour la gestion de la maladie doit prendre en compte les adventices qui jouent un rôle important dans l'épidémiologie de l'agent pathogène. Il est donc essentiel d'établir la diversité pathologique avec un grand nombre d'isolats afin d'identifier les différents pathotypes présents sur l'ensemble de l'espace rizicole du pays. L'identification des différents pathotypes et leur distribution sont essentielles dans un schéma d'utilisation de la résistance variétale comme moyen de lutte.

Références bibliographiques

- Basso A., Onasanya A., Issaka S., Sido A.Y., Haougui A., Adam T., Séré Y. & Saadou M., 2011, Le flétrissement bactérien du riz au Niger: diversité pathologique d'isolats collectés sur les périmètres irrigués. *J. App. Biosci.*, **38**, 2551-2563.
- Brar J.S. & Thind B.S., 1994, A new weed host of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, the casual agent of bacterial leaf blight of rice. *Ann. Plant Prot. Sci.*, **2**, 1, 79-80.
- Durgapal J.C., Singh B. & Pandey K.R., 1980, Mode of infection of rice seeds by *Xanthomonas oryzae*. *Indian J. Agr. Sci.*, **50**, 624-626.
- Lalitha Shanti M., Mohan K.V.C., Premalatha P., Lalitha D.G., Usha Z. & Wayne F., 2010, Understanding the bacterial blight pathogen-combining pathotyping and molecular marker studies. *Int. J. Plant. Pathol.*, **1**, 2, 58-68.
- Moffatt M.L. & Croft B.J., 1983, *Xanthomonas*, in: Plant bacterial.
- Mohiuddin M.S., Rao Y.P., Mohan S.K. & Verma J.P., 1976, Role of *Leptocorisa acuta* Thun in the spread of bacterial blight of rice. *Curr. Sci.*, **45**(11), 426-427.
- Ouédraogo S.L., Somda I., Boro F. & Séré Y., 2004, Détection et caractéristiques des bactéries phytopathogènes transmises par les semences du riz au Burkina Faso, (ASIA), *Agron. Afr.*, **16**(2), 9-17.
- PAFRIZ, 2006, Proposition pour une politique rizicole au Niger. Rapport final PAFRIZ-IRAM, mars 2006.
- Reckhauss P.M. & Adamou I., 1986, Rice diseases and their economic importance in Niger. *FAO Plant Prot. Bull.*, **34**, 77-82.
- Reckhauss P.M., 1983, Occurrence of bacterial leaf blight of rice in Niger, West Africa. *Plant Dis.*, **67**, 1039.
- Saleem Il Y., Tasleem-uz-Zaman K., Muhammad A., Javed A.S. & Muhammad A., 2005, Economic evaluation of bacterial leaf blight (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) disease of rice. *Mycopathology*, **3**(1)&(2), 65-67.
- Sana U., Muzzammil H., Javed I. & Muhammad A.A., 2009, Effect of nitrogen doses on incidence of bacterial leaf blight in rice, *J. Agric. Res.*, **47**(3), 253-258.
- Sarra S., Diarra L., Demebele M., Coulibaly M.M. & Séré Y., 2010, *Characterization of bacterial leaf blight epidemic in the Office du Niger (Mali) and search for a sustainable resistance against the pathogen* Paper presented at the Second Africa Rice Congress, Bamako, Mali, March 22-26, 2010.
- Séré Y., Onasanya A., Verdier V., Akator K., Ouedrago L.S., Segda Z., Coulibaly M.M., Sido A.Y. & Basso A., 2005, Rice Bacterial Leaf Blight in West Africa: Preliminary studies on disease in Farmers Field and Screening released Varieties for Resistance to the bacteria. *Asian J. Plant Sci.*, **4**, 577-579.
- Singh S., Sodhi M., Vikal Y., George M.L.C., Bala G.S., Mangat G.S., Garg M., Sidhu J.S. & Dhalikal H.S., 2003, DNA fingerprinting and virulence analysis of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolates from Penjab, Northern India. *Euphytica*, **130**, 107-115.

A. Basso, Nigérien, Docteur en sciences Biologiques Appliquées, Chargé de recherche à l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, Niger.

A. Haougui, Nigérien, Docteur en zoologie agricole, Chargé de recherche à l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, Niger.

Z. Abdoul Habou, Nigérien, DEA en agronomie et protections des cultures, Ingénieur de la recherche à l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, Niger.

T. Adam, Nigérien, Doyen de la Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.

S. Yacouba, Burkinabè, Centre du Riz pour l'Afrique, Tanzanie.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Réseau d'Epidémiologie et de Surveillance de la Chimiorésistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest (RESCAO)

H.S. Vitouley¹, Z. Bengaly¹, H. Adakal¹, I. Sidibé¹, J. Van Den Abbeele² & V. Delespaux^{2*}

Keywords: Drug resistance- Trypanocidal- Acaricides- RESCAO- IMT-CIRDES

Résumé

Afin de mieux coordonner les efforts de lutte contre la résistance aux trypanocides et aux acaricides, l'Institut de Médecine Tropicale (IMT) d'Anvers et le Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES) de Bobo Dioulasso ont créé en avril 2009 un Réseau d'Epidémiologie et de Surveillance de la Chimiorésistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest, nommé RESCAO. L'objectif principal de ce réseau est de contribuer à l'amélioration de la santé du bétail et à la productivité de l'agriculture en Afrique intertropicale, à travers un contrôle stratégique efficient des trypanosomoses et des maladies du bétail transmises par les tiques, entre autres par une utilisation rationnelle des arsenaux thérapeutiques disponibles. Le RESCAO est organisé sous forme pyramidale avec à sa tête un comité régional de pilotage basé au CIRDES. Ce comité se réunit une fois par an au CIRDES pour faire le point des activités en cours et définir de nouvelles stratégies d'actions. Par ailleurs, les analyses moléculaires effectuées sur les échantillons provenant de 7 pays d'Afrique de l'Ouest, membres du RESCAO, ont montré que la résistance au diminazène chez Trypanosoma congolense est largement répandue avec des pourcentages allant de 67,85 (19/28) pour le Burkina Faso à 100% (9/9) pour le Ghana.

Summary

Epidemiological Monitoring Network of Chemoresistance to Trypanocidal and Acaricides Drugs in West Africa (RESCAO)

To better coordinate the efforts against trypanocidal and acaricides drugs resistance, the Institute of Tropical Medicine (ITM) of Antwerp and the "Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES)" of Bobo Dioulasso, established in April 2009 an epidemiological surveillance network of chemoresistance to trypanocidal and acaricides drugs in Western Africa, named RESCAO. Its main objective is to contribute to the improvement of the livestock health and of the productivity of agriculture in tropical Africa, through both an efficient strategic control of trypanosomosis and tick born diseases, including a rational use of the available therapeutic drugs. RESCAO is headed by a regional steering committee based at CIRDES. This committee meets on a yearly basis to overview the on-going activities and to identify new strategies for action. Moreover, molecular analyzes performed on samples from seven West African's countries, members of RESCAO, have shown that resistance to diminazene aceturate was widespread in Trypanosoma congolense with percentages ranging from 67.85 (19/28) for Burkina Faso to 100% (9/9) for Ghana.

1 Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES), Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

2 Institut de Médecine Tropicale, Département des Sciences Biomédicales, Unité de Protozoologie Vétérinaire, Anvers, Belgique.

* Auteur correspondant: Email: vdelespaux@itg.be

Reçu le 20.08.12 et accepté pour publication le 27.12.12.

Introduction

En Afrique sub-saharienne, environ 80% de la population vit dans les zones rurales et dépend de l'agriculture pour leur survie (2,18). Dans ces pays où le revenu par habitant est souvent très bas, l'élevage représente environ 10 à 20% du produit intérieur brut et constitue donc une source essentielle d'alimentation, de revenus et d'aide à l'agriculture par la traction animale et la fumure organique (20). Dans ce contexte, les pathologies animales notamment celles épizootiques à caractère transfrontalier affectent considérablement les populations rurales et par conséquent les économies parfois précaires de ces pays. Parmi ces pathologies, la trypanosomose animale africaine (TAA) constitue un obstacle majeur au développement et à la productivité de l'élevage. On estime qu'environ 50% de la population vivant dans les zones infestées par les tsé-tsé souffrent d'insécurité alimentaire (18). Face à cette menace, les éleveurs n'ont eu d'autres choix que de se tourner vers les trypanocides (notamment l'acéturate de diminazène, le chlorure d'isométymidium et le chlorure/bromure d'homidium) pour traiter leurs animaux. On estime à cet effet que plus de 50 millions de doses de trypanocides sont utilisées annuellement en Afrique. L'utilisation massive et quelque peu abusive des trypanocides a eu comme conséquence l'apparition de résistance à ces molécules (14). Des cas de chimiorésistance ont été rapportés dans 18 pays du continent (8). Par ailleurs, en matière de lutte contre les tiques, la situation tend à être similaire. En effet, depuis l'introduction en Afrique de l'Ouest de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, les acaricides traditionnellement utilisés par les éleveurs ne semblent plus donner satisfaction sur le terrain (16,17). Il n'y a certes pas eu encore d'étude exhaustive sur l'existence réelle de souches résistantes aux principales familles de produits disponibles (amitraz et pyréthrinoïdes de synthèse), mais la suspicion de l'état de résistance des tiques demeure et mérite d'être élucidé.

Aussi, le suivi, le contrôle, voire l'éradication de ce phénomène croissant de chimiorésistance requièrent-ils une approche régionale coordonnée. C'est dans ce contexte que le CIRDES basé à Bobo-Dioulasso/Burkina Faso, en partenariat avec l'IMT d'Anvers/Belgique a mis en place en avril 2009, un Réseau d'Epidémiosurveillance des Chimiorésistances aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest appelé RESCAO. Ce réseau financé par la Coopération belge au développement englobe 8 pays d'Afrique de l'Ouest

que sont: le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali, le Nigéria, le Niger et le Togo. L'objectif de cet article est de présenter l'organisation structurelle et institutionnelle du RESCAO, de même que les activités réalisées et les résultats préliminaires obtenus dans le cadre de ce réseau.

Le Réseau d'Epidémiosurveillance des Chimiorésistances aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest (RESCAO)

Objectifs

Créé en avril 2009 par le CIRDES de Bobo-Dioulasso et l'IMT d'Anvers avec le financement de la Coopération belge, le RESCAO est un réseau d'épidémiosurveillance à caractère régional dont l'objectif principal est de contribuer à l'amélioration de la santé du bétail et à la productivité de l'agriculture en Afrique intertropicale, à travers un contrôle stratégique efficient des trypanosomoses et des maladies du bétail transmises par les tiques, entre autres par une utilisation rationnelle des arsenaux thérapeutiques disponibles. De façon plus spécifique, il a pour ambition:

(i) de mieux connaître l'épidémiologie de la résistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest et de proposer des stratégies de contrôle appropriées aux spécificités locales; (ii) de faire du CIRDES un centre régional pour le diagnostic moléculaire des TAA et de la résistance aux trypanocides.

La qualité d'un réseau d'épidémiosurveillance dépend de son organisation institutionnelle et structurelle (11;21). Celle-ci est présentée dans les paragraphes suivants.

Organisation institutionnelle et structurelle

L'adhésion au RESCAO est institutionnelle et se fait par le biais d'une lettre d'engagement signée par la plus haute autorité de l'institution du pays, qui à son tour désigne en son sein un point focal en relation permanente (rapports trimestriels des activités réalisées, réunion annuelle du RESCAO, etc.) avec la coordination du réseau basée au CIRDES (Tableau 1). Les membres du RESCAO sont entre autres, des instituts gouvernementaux de recherche en santé et en production animales, des universités et écoles de formations en santé et production animales, des organisations internationales travaillant dans le domaine ciblé, etc. A ce jour, le RESCAO regroupe 8 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali, Niger, Nigéria, Togo), l'Ecole

Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (EISMV) par le biais de son laboratoire de contrôle des médicaments vétérinaires, l'IMT et le CIRDES.

Par ailleurs, comme tout réseau d'épidémiomiosurveillance, les modalités de fonctionnement du RESCAO peuvent se résumer en 4 principales étapes (11): (i) la collecte des données, (ii) la transmission des données, (iii) la gestion et le traitement des données et (iv) la diffusion des résultats.

Pour ce faire, le RESCAO est structuré de manière

pyramidale avec à sa tête un comité régional de pilotage, puis suivent le comité technique régional, les cellules d'animation régionale et nationale et les unités de terrain. Basé au CIRDES, le comité régional de pilotage est constitué de l'IMT, du CIRDES et des points focaux des différents pays, universités et organismes membres. Il décide des grandes orientations et fixe les objectifs généraux et spécifiques, valide les résultats obtenus, évalue l'état d'avancement et décide des mesures correctives si nécessaires. Quant-au comité technique régional, il est composé d'un épidémiologiste en charge de l'animation du réseau

Tableau 1
Points focaux du RESCAO.

Nom et Prénoms	Adresse e-mail	Institution de tutelle	Pays
POMALEGNI Charles	cpomalegni@yahoo.fr	Institut National de Recherches Agronomiques du Benin (INRAB)	Benin
OUATTARA Lassina	sielouattara@hotmail.com	Direction Générale des Services Vétérinaires (DGSV)	Burkina Faso
Mme KOMOIN Clarisse	cl.komoin@gmail.com	Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA)	Côte d'Ivoire
ALLEDJE-CUDJOE Emmanuel	emmallec@yahoo.com	Central Veterinary Laboratory / Pong-Tamalé	Ghana
DIARRA Boucader	diarrab@gmail.com	Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Campaign (PATTEC)	Mali
GAMATIE Djibo	gamatieal@hotmail.com	Laboratoire Central de l'Elevage (LABOCEL)	Niger
MAMMAN Muhammad	mammanm@hotmail.com	Nigeria Institute for Trypanosomiasis Research (NITR)	Nigeria
DAO Balabadi	balabadidao@gmail.com	Institut Togolais de Recherches Agronomiques (ITRA)	Togo

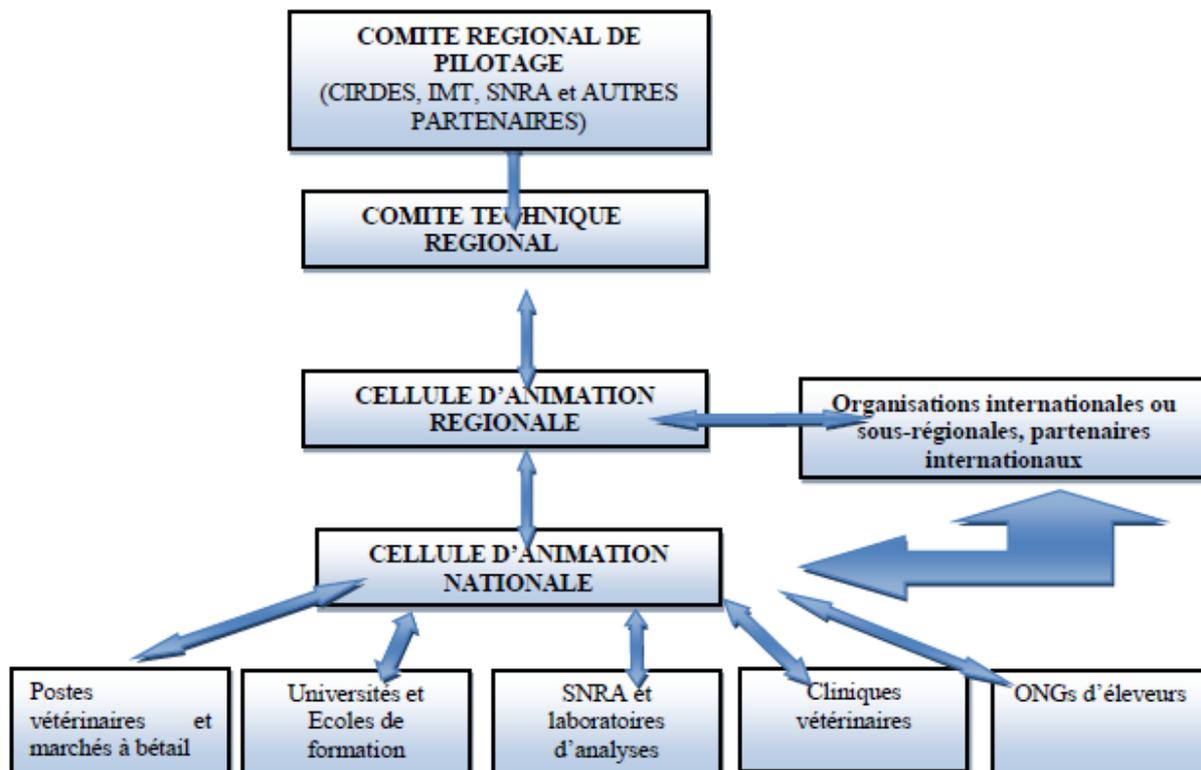


Figure 1: Organigramme du RESCAO.

et des scientifiques connus pour leurs travaux dans le domaine ciblé par le réseau. Ce comité participe à la conception, l'élaboration technique et la critique des protocoles et organise l'analyse des données récoltées.

La cellule d'animation régionale, hébergée au CIRDES, regroupe un animateur et des assistants techniques spécialisés dans le traitement des données ou la diffusion des résultats obtenus. La cellule d'animation nationale quant à elle est constituée du point focal assisté de personnes ressources appartenant à la même institution partenaire du RESCAO.

Elle est le relais au niveau national de la cellule d'animation régionale, et met en œuvre les procédures et actions définies par le comité régional de pilotage. Enfin, les unités de terrain sont des structures décentralisées du réseau à l'échelle nationale. Elles sont constituées de postes vétérinaires, de stations de recherches, d'écoles de santé et de productions animales, de cliniques vétérinaires, d'organisations non gouvernementales d'éleveurs, etc. (Figure 1). Pour reprendre les

critères de Dufour et Hendrikx (11), ce réseau pourrait donc être ainsi caractérisé: réseau de type supranational, surveillance ciblée de la chimiorésistance, surveillance par échantillonnage, collecte de données actives et autonome par rapport aux activités courantes.

Transfert des techniques moléculaires de diagnostic de la trypanosomose et de la résistance aux trypanocides

L'un des objectifs du réseau a été de faire du CIRDES un centre régional spécialisé non seulement dans le diagnostic moléculaire de la trypanosomose animale africaine, mais aussi dans celui de la résistance aux trypanocides couramment utilisés en Afrique de l'Ouest i.e. l'acéturate de diminazène et le chlorure d'isométymidium. Des techniciens du CIRDES ont été formés et ont acquis la maîtrise des tests PCR-RFLP mis au point par l'IMT pour le diagnostic moléculaire d'espèce et de la résistance de *Trypanosoma congolense* (Tc) à l'acéturate de diminazène (5, 6, 15, 24).



Figure 2: Carte de l'Afrique de l'Ouest (Adapté de <http://www.afdb.org/fr/countries/west-africa/>).

Le cercle en jaune montre les 8 pays membres du RESCAO à savoir le Bénin, le Burkina Faso, le Togo, le Niger, le Nigeria, la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Mali.

Collecte d'échantillons de terrain

Dans la presque totalité des pays membres du RESCAO (Figure 2), les activités de terrain ont consisté en l'identification des zones à forte densité de glossines. Parmi ces aires à glossines, nous avons sélectionné les zones à forte utilisation de trypanocides et où la chimiorésistance est suspectée par l'observation de rechutes cliniques après traitement. En supposant que la prévalence de la résistance est inférieure à 10% avec 95% de certitude dans la zone d'étude ainsi définie, il était prévu à la suite d'un échantillonnage aléatoire simple de prélever le sang de 300 bovins afin d'avoir un minimum de 30 isolats de trypanosomes à envoyer au CIRDES. Le diagnostic de la trypanosomose animale africaine a été réalisé sur le terrain par la technique du buffy coat (19).

Les échantillons diagnostiqués positifs à *Tc* ont été mis sur du papier filtre, puis placés dans des sachets en plastique contenant des cristaux de silice déshydratés pour une conservation optimale, référencés et enfin envoyés au CIRDES pour les analyses moléculaires ultérieures.

Analyses moléculaires (PCR-RFLP)

Au total, 966 échantillons ont été collectés d'Août 2009 à juillet 2010 puis envoyés et enregistrés au CIRDES. L'extraction de l'ADN de ces échantillons a été réalisée selon la technique de PBS-saponine (4). Par la suite, une première PCR-RFLP basée sur la petite sous-unité ribosomale 18S a permis de faire le diagnostic d'espèce (5, 15). Enfin, seules les infections à *Tc* ou mixtes à *Tc* + *Trypanosoma* spp ont été soumises à une nouvelle PCR utilisant les amorces *Ade2*. Les échantillons positifs à la PCR *Ade2* ont été ensuite digérés avec l'enzyme de restriction *DpnII* afin de mettre en évidence les génotypes diminazène sensible et diminazène résistant (6, 24).

Résultats et discussion

Diagnostic d'espèce

La figure 3 montre les profils des principaux trypanosomes identifiés à la suite de l'analyse PCR-RFLP-*MspI*. Des profils mixtes *Trypanosoma congolense*/*Trypanosoma vivax* (*Tc*/*Tv*), *Trypanosoma vivax*/*Trypanosoma theileri* (*Tv*/*Tth*), *Trypanosoma brucei*/*Trypanosoma vivax* (*Tb*/*Tv*), etc. ont été également obtenus.

Par ailleurs, nous avons analysé quatre fois plus d'échantillons soit un total de 966 échantillons que l'estimation initiale qui était de 210 échantillons à

raison de 30 infections à *Tc* par pays. Ceci s'explique par le fait que le nombre d'échantillons reçus varie énormément en fonction des pays (Tableau 2).

Après discussion avec les différents points focaux du RESCAO, il est apparu que dans bien des cas, il leur était impossible de collecter dans les sites d'étude choisis 30 échantillons à *Tc*. C'est donc la raison pour laquelle ils ont décidé d'envoyer au CIRDES soit tous les échantillons collectés sur le terrain indépendamment de leur parasitémie, soit uniquement les échantillons diagnostiqués sur le terrain comme étant des infections à *Tc*. Même dans ce dernier cas, les analyses PCR-RFLP-*MspI* ont montré qu'il y avait dans la plupart des cas moins d'échantillons à *Tc* que ne laissaient penser les résultats de l'analyse parasitologique faite sur le terrain. Cela pourrait s'expliquer par la très grande sensibilité et spécificité des tests moléculaires utilisés par rapport à la technique du "buffy coat" (5, 10). Au total, sur les 966 échantillons analysés, seuls 245 ont été diagnostiqués en PCR-RFLP-*MspI* comme étant des infections à *Trypanosoma congolense* ou mixtes à *Trypanosoma congolense* (Tableau 3).

Test de résistance de *Trypanosoma congolense* à l'acéturate de diminazène

Les tableaux 3 et 4 montrent les résultats de l'analyse PCR-RFLP-*DpnII*. On peut remarquer que le profil diminazène résistant est très répandu dans tous les pays membres du RESCAO avec des

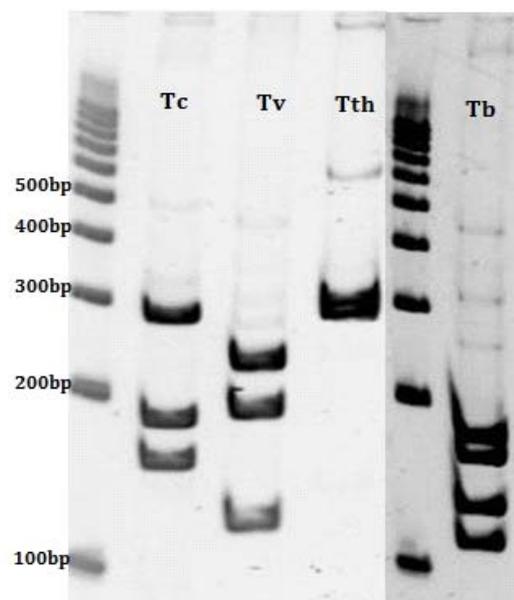


Figure 3: Profils PCR-RFLP-*MspI* des principaux trypanosomes identifiés.

pourcentages allant d'environ 68% (19/28) pour le Burkina Faso à 100% (9/9) pour le Ghana.

Ces résultats montrent que la chimiorésistance à l'acéturate de diminazène est très répandue en Afrique de l'Ouest.

En effet, de par son conditionnement à usage individuel et son large spectre d'activités d'une part, et son coût relativement peu élevé comparé aux autres trypanocides d'autre part, l'acéturate de diminazène est l'un des trypanocides les plus utilisés toute l'année par les éleveurs et représente environ 33% de la valeur totale du marché des trypanocides (22).

En outre, des études précédentes ont montré que la ceinture cotonnière de l'Afrique de l'Ouest était une zone à forte endémicité de résistance aux trypanocides et cela constituait de fait une contrainte majeure pour l'élevage et la production de lait dans cette sous-région ouest-Africaine (23).

Par ailleurs, des études faites pendant 7 ans dans l'Est de la Zambie ont montré une augmentation du nombre de souches résistantes au diminazène associée à une diminution de la prévalence des souches sensibles. Cela s'expliquerait selon les auteurs par des échanges génétiques du gène de la résistance au diminazène (7). Ceci pourrait expliquer la faible prévalence de souches sensibles

Tableau 2

Infections à *Trypanosoma congolense* identifiés suite à l'analyse PCR-RFLP-*MspI*.

Pays	Echantillons reçus et extraits PCR-RFLP- <i>MspI</i> (Infections à/et mixtes à <i>Tc</i>)	
Benin	25	7
Burkina Faso	350	62
Côte d'Ivoire	313	100
Ghana	20	11
Mali	55	51
Nigeria	149	7
Togo	54	7
TOTAL	966	245

Tableau 3

Pourcentages de la résistance des infections à *Trypanosoma congolense* à l'acéturate de diminazène.

Pays	Nombre de souches avec un profil <i>DpnII</i> -PCR-RFLP Total (%)			Total (%)
	Resistance (%)	Sensible (%)	Mixte (%)	
Benin	100	0	0	100
Burkina Faso	68	0	32	100
Côte d'Ivoire	85	5	10	100
Ghana	100	0	0	100
Mali	87	4	9	100
Nigeria	100	0	0	100
Togo	100	0	0	100

Tableau 4

Analyses PCR effectuées sur les échantillons diagnostiqués comme étant des infections à *Trypanosoma congolense*.

Pays	RFLP- <i>MspI</i> (<i>Tc</i> & mixtes <i>Tc</i>)	PCR <i>Ade2+</i>	RFLP- <i>DpnII</i>		
			R	S	M
Benin	7	4	4	0	0
Burkina Faso	62	28	19	0	9
Côte d'Ivoire	100	39	33	2	4
Ghana	11	9	9	0	0
Mali	51	45	39	2	4
Nigeria	7	3	3	0	0
Togo	7	5	5	0	0

R, S et M signifient que les souches de *Tc* ont été diagnostiqués respectivement résistantes, sensibles, à la fois résistantes et sensibles (mixte) à l'acéturate de diminazène.

au diminazène obtenue dans notre étude (environ 4 à 5%). Des études complémentaires quant à l'impact réel de cette chimiorésistance sur l'état de santé des animaux serait les bienvenues. En effet, certains travaux suggèrent que même en présence de résistance médicamenteuse avérée, l'impact sur la santé du bétail infecté pouvait être fort limité (3, 9, 25). Aucun test moléculaire fiable n'existant pour le diagnostic de résistance à l'isométymidium, notre étude n'a porté que sur le diminazène.

Tests *in vivo* de résistance de *Trypanosoma vivax* à l'acéturate de diminazène et au chlorure d'isométymidium

Dans le cadre des activités du RESCAO, des souches de *Tv* ont été caractérisées sur chèvres quant à leur sensibilité/résistance à l'acéturate de diminazène et au chlorure d'isométymidium (12). Ainsi sur 12 souches du Burkina Faso caractérisées récemment sur chèvres, 6 sont montrées sensibles à l'acéturate de diminazène (DA) et au chlorure d'isométymidium (ISM), 5 sont monorésistantes à l'ISM et 1 souche s'est révélée multirésistante au DA et à l'ISM (25). Ces souches sont en cours d'analyse moléculaire pour la mise au point d'outils moléculaires du diagnostic de la résistance de *Tv* aux trypanocides.

Activités réalisées sur la résistance des tiques aux acaricides

Le CIRDES dispose d'un laboratoire équipé pour réaliser les tests de diagnostic de la résistance des tiques aux acaricides. Il utilise pour cela, des tests standardisés par la FAO à savoir le Larval Packet Test (13). Des études menées au Burkina Faso avant l'introduction de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ont montré que les espèces autochtones (*R. geigy* notamment) sont sensibles encore aux acaricides disponibles sur les marchés (1).

Pour lever le doute sur le statut résistant des populations de *R. microplus* introduites, un projet sous-régional coordonné par le CIRDES est actuellement conduit au Bénin, au Burkina Faso et au Cameroun. D'une durée de 3 ans, ce projet dénommé WECATiC (Contrôle Intégré des Tiques et des maladies transmises émergentes en Afrique

de l'Ouest et du Centre), vise entre autres à (i) évaluer le niveau de résistance des tiques en général et en particulier de *R. microplus* dans les trois pays d'intervention, (ii) évaluer la qualité des produits acaricides circulants sur les marchés et utilisés sur le terrain dans la lutte contre les tiques. Les activités concernant ce dernier objectif seront conduites en collaboration avec le Laboratoire de Contrôle des Médicaments Vétérinaires (LACOMEV) de Dakar. Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet alimenteront les bases de données du RESCAO.

Conclusion et perspectives

Au regard de ce qui précède, on peut affirmer que la problématique de la résistance aux trypanocides se pose avec plus d'acuité du fait de son impact considérable sur la santé du bétail et conséquemment sur la productivité agricole et sur les économies souvent très précaires des pauvres populations rurales. Ainsi, son diagnostic rapide et fiable grâce aux outils moléculaires et le suivi épidémiologique sont indispensables pour garantir la sécurité alimentaire des agropasteurs, d'autant plus qu'environ 80% de la population d'Afrique subsaharienne vit dans les zones rurales et dépend de l'agriculture et de l'élevage pour leur survie (18). D'où l'importance du RESCAO qui va renforcer les capacités des pays membres pour la détection des foyers potentiels et/ou existants de résistance aux trypanocides et mettre en œuvre des stratégies de prévention et de contrôle appropriées.

La problématique de la dispersion de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* et de sa sensibilité aux acaricides constituera également un axe de recherche prioritaire pour le réseau.

Remerciements

Les auteurs remercient la Coopération Belge au Développement (Royaume de Belgique, http://diplomatie.belgium.be/en/policy/development_cooperation/) pour leur appui financier. Les donateurs n'ont eu aucun rôle dans la conception de cette étude, dans la collecte et l'analyse des données et dans la décision de soumettre ce manuscrit pour publication.

Références bibliographiques

1. Adakal H., Stachurski F. & Chevillon C., 2012, Tick control practices in Burkina Faso and acaricide resistance survey in *Rhipicephalus (Boophilus) geigy* (Acari: Ixodidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 1-9.
2. Affognon H., Waibel H. & Randolph T., 2012, Productivity assessment of trypanocide drugs among small scale

- livestock keepers in Mali and Burkina Faso. Development and Agricultural Economics - Working Paper 2012 /05 2006;1-13.
3. Chitanga S., Marcotty T., Namangala B., Van den Bossche P., Van den Abbeele J. & Delespaux V., 2011, *High prevalence of drug resistance in animal trypanosomes without a history of drug exposure*. PLoS Neglect Trop D. **5**(12), e1454-DOI: 10.1371/journal.pntd.0001454.
 4. de Almeida P.J., Ndao M., Van M.N. & Geerts S., 1997, Diagnostic evaluation of PCR in goats experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. *Acta Trop.*, **66**(1), 45-50.
 5. Delespaux V., Ayrat F., Geysen D. & Geerts S., 2003, PCR-RFLP using Ssu-rDNA amplification: applicability for the diagnosis of mixed infections with different trypanosome species in cattle. *Vet. Parasitol.* 2003 Nov 14; **117**, 3,185-93.
 6. Delespaux V., Chitanga S., Geysen D., Goethals A., Van den Bossche P. & Geerts S., 2006, SSCP analysis of the P2 purine transporter TcoAT1 gene of *Trypanosoma congolense* leads to a simple PCR-RFLP test allowing the rapid identification of diminazene resistant stocks. *Acta Tropica*, **100**, 96-102.
 7. Delespaux V., Dinka H., Masumu J., Van den Bossche P. & Geerts S., 2008, Five fold increase in the proportion of diminazene aceturate resistant *Trypanosoma congolense* isolates over a seven years period in Eastern Zambia. *Drug Resistance Updates*, **11**(6), 205-9.
 8. Delespaux V., Geysen D., Van den Bossche P. & Geerts S., 2008, Molecular tools for the rapid detection of drug resistance in animal trypanosomes. *Trends Parasitol.*, **24**(5), 236-42.
 9. Delespaux V., Vitouley H.S., Marcotty T., Speybroeck N., Berkvens D. & Roy K. *et al.*, 2010, Chemosensitization of *Trypanosoma congolense* strains resistant to isometamidium chloride by tetracycline and fluoroquinolone. PLoS Neglect Trop D. **4** (9), 828. doi:10.1371/journal.pntd.0000828.
 10. Desquesnes M. & Davila A.M.R., 2002, Applications of PCR-based tools for detection and identification of animal trypanosomes: a review and perspectives. *Vet. Parasitol.*, **109**, 213-31.
 11. Dufour B. & Hendriks P, 2009, *Epidemiological surveillance in animal health*. CIRAD, AEEMA, FAO, OIE, p.386.
 12. Eisler M.C., Brandt J., Bauer B., Clausen P.H., Delespaux V. & Holmes P.H. *et al.*, 2001, Standardised tests in mice and cattle for the detection of drug resistance in tsetse-transmitted trypanosomes of African domestic cattle. *Vet. Parasitol.*, **97**(3), 171-82.
 13. FAO., 2004, Acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. Guidelines Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants. Rome, Italy: Animal Production and Health Division, Agriculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations; p. 25-77.
 14. Geerts S., Holmes P.H., Diall O. & Eisler M.C., 2001, African bovine trypanosomiasis: the problem of drug resistance. *Trends in Parasitology Jan.* **17**(1), 25-8.
 15. Geysen D., Delespaux V. & Geerts S., 2003, PCR-RFLP using Ssu-rDNA amplification as an easy method for species-specific diagnosis of *Trypanosoma* species in cattle. *Vet. Parasitol.*, 2003 Jan 2; **110**, 3-4, 171-80.
 16. Madder M., Thys E., Achi L., Toure A. & De Deken R., 2011, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*: a most successful invasive tick species in West-Africa. *Exp. Appl. Acarol.*, **53**(2), 139-45.
 17. Madder M., Thys E., Geysen D., Baudoux C. & Horak I., 2007, *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Exp. Appl. Acarol.*, **43**(3), 233-4.
 18. Mattioli R.C., Feldmann G., Hendrickx W., Wint J., Jannin J. & Slingenbergh J., 2004, Tsetse and trypanosomiasis intervention policies supporting sustainable animal-agricultural development. *Food. Agric. Environ.*, **2**, 310-4.
 19. Murray M., Murray P.K. & McIntyre W.I.M., 1977, Improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **71**(4), 325-6.
 20. Sidibé A.S., 2003, Les apports de l'assurance qualité à une organisation nationale vétérinaire dans les pays en développement: le cas de l'Afrique. *Rev. Sci. Tech. Int. Epiz.* **22**(2), 679-88.
 21. Sones K., 2001, *Pharmaceutical companies: partners or enemies ?* ICPTV Newsletter; 3, 19-21.
 22. Talaki E., 2008, *Etude de la résistance des trypanosomes à l'isométidium et au diminazène dans la zone cotonnière de l'Afrique de l'Ouest (Mali- Guinée- Burkina Faso)*. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso/Institut de Développement Rural / Département d'Elevage.
 23. Vitouley H.S., Mungube E.O., Allegye-Cudjoe E., Diall O., Bocoum Z. & Diarra B. *et al.*, 2011, *Improved PCR-RFLP for the detection of diminazene resistance in Trypanosoma congolense under field conditions using filter papers for sample storage*. PLoS Neglected Tropical Diseases, **5**, 7-e1223 doi:10.1371/journal.pntd.0001223.
 24. Vitouley H.S., Sidibe I., Bengaly Z., Marcotty T. & Van den Abbeele J. & Delespaux V., 2012, Is trypanocidal drug resistance a threat for livestock health and production in endemic areas? Food for thoughts from Sahelian goats infected by *Trypanosoma vivax* in Bobo Dioulasso (Burkina Faso). *Vet. Parasitol.*, **187**, 105-11 DO-information:10.1016/j.vetpar2011;12.019.

H. Vitouley, Béninois, Docteur en Médecine Vétérinaire, Doctorant au Centre International de Recherche-Développement En zone Subhumide (CIRDES).

Z. Bengaly, Burkinabé, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Chercheur en Parasitologie et Epidémiologie Animales, Directeur Scientifique du Centre International de Recherche-Développement En zone Subhumide (CIRDES).

H. Adakal, Nigérien, Docteur en Microbiologie – Parasitologie, Responsable de l'Unité de recherche sur les Bases Biologiques de la lutte Intégrée (URBIO) au Centre International de Recherche-Développement En zone Subhumide (CIRDES), Chargé de recherche au Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES).

I. Sidibe, Burkinabé, Docteur d'Université en Biologie des Systèmes Intégrés, Directeur Scientifique du Centre International de Recherche-Développement en zone Subhumide (CIRDES) de 2005 à 2011, Coordonnateur National du PATTEC du Burkina Faso.

J. Van Den Abbeele, Belge, Docteur en Sciences Biologiques, Professeur à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers en charge de l'Unité de Protozoologie Vétérinaire.

V. Delespaux, Belge, Docteur en Sciences, Chargé de recherche à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, Unité de Protozoologie Vétérinaire.

ANNONCES

ANNOUCEMENTS

AANKONDIGINGEN

ANUNCIOS

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESSE WETENSCHAPPEN



ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

Jaarlijkse wedstrijden

Om het wetenschappelijk onderzoek van goede kwaliteit i.v.m. problemen eigen aan de overzeese gebieden te bevorderen, organiseert de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW) jaarlijkse wedstrijden.

a) Opstellen van de vragen en indiening van de werken

Art. 1. Elke klasse schrijft jaarlijks een wedstrijd uit over een vraag die verband houdt met de door haar behandelde materies.

Tijdens haar februarizitting bepaalt elke klasse het thema waarover de vraag zal handelen en duidt zij twee leden aan om ze op te stellen. Tijdens haar maartzitting legt elke klasse de tekst van de vraag definitief vast. Deze vraag moet voldoende ruim geformuleerd worden zodat het tot een echte competitie kan komen.

Art. 2. De wedstrijd is toegankelijk voor wetenschappers wereldwijd zonder enige leeftijdsbeperking. De leden van de Academie mogen niet deelnemen.

Art. 3. Elk door de Academie voor de jaarlijkse wedstrijd bekroonde werk krijgt een prijs in speciën (2 500 EUR).

Art. 4. Het voor de jaarlijkse wedstrijd van de Academie ingediende werk moet een origineel en recent (max. drie jaar oud) wetenschappelijk manuscript zijn: een doctoraal proefschrift of een werk van ten minste hetzelfde niveau.

Het werk mag niet uitgegeven zijn vóór de bekendmaking van de vraag.

Het indienen van een werk voor de jaarlijkse wedstrijd impliceert dat de potentiële laureaat instemt met de voorwaarden die aan het aanvaarden van de prijs verbonden zijn.

Art. 5. De Academie neemt werken in het Nederlands, het Frans, het Duits, het Engels en het Spaans in overweging.

Art. 6. De auteurs van de voor de wedstrijd ingediende werken mogen anoniem blijven. In dat geval voegen zij bij hun werk een verzegelde enveloppe met daarin hun naam en adres en voorzien van een duidelijk herkenbaar devies dat ook aan het begin van hun werk terug te vinden is. Deze enveloppe wordt opengemaakt na de toekenning van de prijs.

Art. 7. De voor de wedstrijd ingediende werken moeten in vijf exemplaren op het secretariaat van de Academie toekomen vóór 1 maart van het tweede kalenderjaar dat op de publicatie van de vragen volgt.

b) Beoordeling van de ingediende werken

Art. 1. Tijdens hun maartzitting duiden de klassen voor elk werk drie lezers aan om het te onderzoeken en er voor de jury een verslag over op te stellen.

Art. 2. De jury wordt voorgezeten door de Voorzitter van de Academie en is samengesteld uit zes gewone of eregewone leden, nl. twee per klasse, hetzij een per taalrol. Zij worden voor twee jaar aangeduid door de klasse. Elk jaar tijdens de maartzitting wordt de helft van de jury hernieuwd.

Art. 3. De prijzen worden in de maand mei door de klasse toegekend nadat zij het verslag van de jury gelezen en goedgekeurd heeft. De auteur van het bekroonde werk zal de titel van « Laureaat van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen » dragen.

Art. 4. Na toekenning van de prijzen blijven de werken op het secretariaat van de Academie ter beschikking van de leden.

Concours annuels

En vue de promouvoir la recherche scientifique de haute qualité relative à des matières propres aux régions d'outre-mer, l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer (ARSOM) organise des concours annuels.

a) Rédaction des questions et introduction des travaux

Art. 1. Chaque classe met annuellement au concours une question sur les matières qui lui sont spécifiques.

En sa séance de février, chaque classe détermine le thème sur lequel portera la question et désigne deux membres chargés de la rédiger. En sa séance de mars, chaque classe arrête définitivement le texte de la question. Cette question doit être formulée de manière suffisamment large pour susciter une vraie compétition.

Art. 2. Le concours est accessible aux scientifiques du monde entier sans aucune restriction d'âge. Les membres de l'Académie ne peuvent y prendre part.

Art. 3. Chaque travail couronné par l'Académie au concours annuel est doté d'un prix en espèces (2 500 EUR).

Art. 4. Le travail soumis au concours annuel de l'Académie doit être un manuscrit scientifique, original et récent (max. trois ans): une thèse de doctorat ou un travail de niveau au moins équivalent.

Le travail ne peut avoir été publié avant la diffusion de la question.

L'introduction d'un travail au concours annuel implique de la part du lauréat potentiel qu'il souscrive aux conditions liées à l'acceptation du prix.

Art. 5. Seront pris en considération par l'Académie les travaux rédigés en français, en néerlandais, en allemand, en anglais et en espagnol.

Art. 6. Les auteurs des travaux présentés au concours peuvent garder l'anonymat. Dans ce cas, ils joindront à leur travail un pli cacheté contenant leur nom et adresse et portant une devise clairement identifiable reproduite en tête de leur ouvrage. Ce pli sera ouvert après l'attribution du prix.

Art. 7. Les travaux présentés au concours doivent parvenir au secrétariat de l'Académie en cinq exemplaires avant le premier mars de la deuxième année civile qui suit celle de la diffusion des questions.

b) Appréciation des travaux introduits

Art. 1. En leur séance de mars, les classes désignent pour chaque travail trois lecteurs chargés de les examiner et d'en faire rapport auprès du jury.

Art. 2. Le jury est présidé par le Président de l'Académie et est constitué de six membres titulaires ou titulaires honoraires, à savoir deux par classe, dont un par régime linguistique. Ils sont désignés pour deux ans par la classe. Chaque année, lors de la séance de mars, le jury est renouvelé de moitié.

Art. 3. Les prix sont attribués par la classe au mois de mai après lecture et approbation du rapport du jury. L'auteur de l'ouvrage couronné portera le titre de «Lauréat de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer».

Art. 4. Après attribution des prix, les travaux restent au secrétariat de l'Académie à la disposition des membres.

Yearly Competitions

In order to stimulate high-quality scientific research regarding problems inherent to overseas regions, the Royal Academy for Overseas Sciences (RAOS) organizes yearly competitions.

a) Writing the questions and submitting the works

1. Every year, each Section of the Academy puts one question forward on specific subjects.

In its February meeting, each Section sets the theme on which the question will be focused and appoints two members in charge of writing it. In its March meeting, each Section approves the final text of the question. Each question should be worded as broadly as possible in order to generate a real competition.

2. The competition is open to all scientists worldwide without any age restriction. Academy members are not allowed to take part.

3. Each award-winning work in the yearly competition is granted a cash prize (2,500 EUR).

4. The work submitted to the Academy's yearly competition should be an original and recent (max. three years old) scientific manuscript: a PhD thesis or a work of at least the same level.

The work may not have been published before the announcement of the question.

Submitting a work to yearly competition implies that the potential laureate subscribes to the conditions linked to the acceptance of the prize.

5. Only the works written in English, French, Dutch, German and Spanish will be taken into consideration by the Academy.

6. The authors of works intended for the competition may remain anonymous. In this case, they should add to their submission a sealed envelope containing their name and address and bearing a distinctive sign or motto reproduced at the beginning of their work. This envelope is opened after awarding the prize.

7. The works submitted to the competition should reach the Academy's secretariat by 1 March of the year following that of the announcement of questions. Five copies are required.

b) Assessment of the works submitted

1. In their March meeting, the Sections appoint for each work three readers in charge of inspecting them and making a report to the jury.

2. The jury is chaired by the President of the Academy and includes six fellow or honorary fellow members, i.e. two per Section, one per linguistic community. These are appointed by the Section for two years. Every year, in the meeting of March, half of the jury is re-elected.

3. Prizes are awarded by each Section in May after reading and approving the jury's report. The author of the award-winning work will be conferred the title of "Prizewinner of the Royal Academy for Overseas Sciences".

4. After awarding the prizes, the works remain at the Academy's secretariat where they are made available to members.

Concursos anuales

Con el fin de promover la investigación científica de alta calidad sobre temas propios de las regiones de ultramar la Real Academia de Ciencias de Ultramar organiza concursos anuales.

a) Formulación de las cuestiones y presentación de las obras

1. Cada Sección de la Academia formula cada año una cuestión sobre asuntos que le son específicos.

En su sesión de febrero, cada Sección determina el asunto al que se referirá la cuestión y nombra a dos miembros encargados de formularla. En su sesión de marzo, cada Sección aprueba el texto final de la cuestión. Esta cuestión debe ser formulada de manera suficientemente amplia para suscitar una competición verdadera.

2. El concurso está abierto a los científicos del mundo entero sin ninguna restricción de edad. Los miembros de la Academia no pueden participar en él.

3. Cada obra galardonada por la Academia en el concurso anual está dotada de un premio en metálico (2 500 EUR).

4. La obra sometida al concurso anual de la Academia debe ser un manuscrito científico, original y reciente (máx. tres años): una tesis de doctorado o una obra que alcance al menos el mismo nivel.

La obra no puede haber sido publicada antes de la difusión de la cuestión.

La presentación de una obra para el concurso anual implica que el laureado potencial suscriba a las condiciones relacionadas con la aceptación del premio.

5. Sólo tendrá en cuenta la Academia las obras escritas en español, inglés, francés, neerlandés y alemán.

6. Los autores de las obras presentadas para el concurso pueden conservar el anónimo. En este caso, adjuntarán a su trabajo su nombre y su dirección dentro de un sobre sellado. El sobre llevará una señal o una divisa que estará reproducida en el encabezamiento de su obra.. El sobre será abierto después de la selección de la obra premiada.

7. Las obras sometidas al concurso deben llegar a la secretaría de la Academia antes del primero de marzo del año siguiente de la difusión de las cuestiones. Se requieren cinco ejemplares.

b) Evaluación de las obras presentadas

1. En su sesión de marzo, las Secciones nombran para cada obra a tres lectores encargados de examinarlas y de hacer un informe para el jurado.

2. El jurado está dirigido por el Presidente de la Academia y constituido por seis miembros titulares o titulares honorarios, sea dos por Sección, de quienes uno por comunidad lingüística. Están nombrados para dos años por la Sección. Cada año, en la sesión de marzo, la mitad del jurado está reelegida.

3. Los premios son otorgados por la Sección correspondiente en el mes de mayo tras lectura y aprobación del informe del jurado. El autor de la obra premiada llevará el título de «Laureado de la Real Academia de Ciencias de Ultramar».

4. Después del otorgamiento de los premios, las obras permanecen en la secretaría de la Academia a la disposición de los miembros

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN



ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

Questions du concours 2015

Première question. — Quelles sont les politiques de ressources humaines pour la santé les plus équitables dans les pays en développement à faible et moyen revenu et quelles sont leurs chances de succès?

2^e question. — On demande une étude sur la contribution potentielle de la biodiversité végétale et/ou animale pour une meilleure alimentation et santé dans les pays en en développement.

Les ouvrages présentés au concours doivent parvenir au secrétariat de l'Académie avant le 1^{er} mars 2015.

Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus au secrétariat de l'Académie, avenue Louise 231, B-1050 Bruxelles (Belgique).

Tél.- en Belgique 02.538.02.11
Tél.- de l'étranger +32.2.538.02.11
Fax - en Belgique 02.539.23.53
- de l'étranger +32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be
Web: <http://www.kaowarsom.be>

Vragen voor de wedstrijd 2015

Eerste vraag. — Wat is goed human-resourcesbeleid in de gezondheidssector in ontwikkelingslanden met een laag en gemiddeld inkomen en hoe groot is de kans op slagen?

2^{de} vraag. — Men vraagt een studie over de potentiële bijdrage van de biodiversiteit van planten en/of dieren aan een verbeterde voeding en gezondheid in ontwikkelingslanden

De werken die voor de wedstrijd ingediend worden, moeten op het secretariaat van de Academie toekomen vóór 1 maart 2015. Bijkomende inlichtingen kunnen verkregen worden op het secretariaat van de Academie, Louizalaan 231, B-1050 Brussel (België).

Tel- in België 02.538.02.11
Tel - vanuit het buitenland +32.2.538.02.11
Fax - in België 02.539.23.53
- vanuit het buitenland +32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be
Web: <http://www.kaowarsom.be>

Questions for the 2015 Competition

First question. — What are the most equitable human resource policies for health in low and middle income developing countries and what are their chances of success?

2nd question. — A study is requested on what can be the potential contributions of plant and/or animal biodiversity to improve nutrition security and health in developing countries.

The studies must reach the secretariat of the Academy before 1st March 2015.

Additional information may be obtained from the secretariat of the Academy, avenue Louise 231, B- 1050 Brussels (Belgium).

Phone - in Belgium 02.538.02.11
Phone - from abroad +32.2.538.02.11
Fax - in Belgium 02.539.23.53
- from abroad +32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be
Web: <http://www.kaowarsom.be>

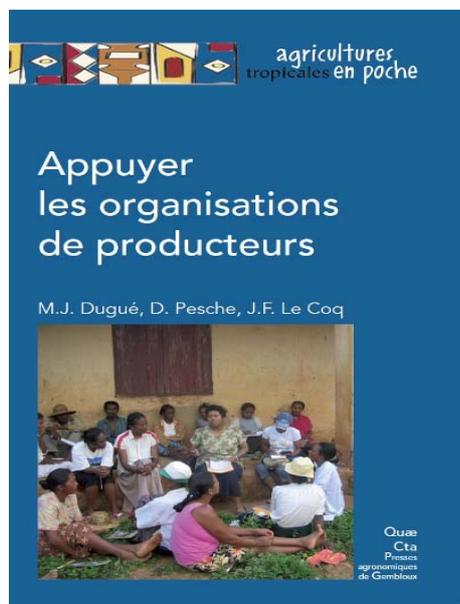
BIBLIOGRAPHIE

BOOKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAPHIA

Appuyer les organisations de producteurs



Auteurs: Marie-Jo Dugué, Denis Pesche, Jean-François Le Coq

Edition: 2012

Collection: Agricultures tropicales en poche

Editeur: Quae/Cta/Presses agronomiques de Gembloux

ISBN 978-2-87016-121-0

144 p., 6 tabl., 7 fig.

BEL: 18,30 € / ETR: 18,30 € + frais de port

Commandes

- par le site internet www.pressesagro.be
- par mail pressesagro.gembloux@ulg.ac.be
- par téléphone 00.32.81.62.22.42
- chez les libraires

Résumé

L'appui aux organisations de producteurs est un enjeu majeur de l'accompagnement des transformations de l'agriculture dans les pays du Sud. C'est un élément essentiel des politiques en faveur de l'agriculture soutenues par la Banque mondiale. Ainsi, beaucoup de gouvernements souhaitent aujourd'hui disposer d'interlocuteurs crédibles pour concevoir et mettre en oeuvre des politiques agricoles et rurales efficaces. Malgré ce contexte favorable, les organisations rencontrent des difficultés pour accéder à l'information et aux ressources et pour les gérer au service de leurs membres. Cet ouvrage a pour objectif d'aider le lecteur à se poser "les bonnes questions" : pourquoi appuyer les organisations ? Comment renforcer l'organisation elle-même ? Comment améliorer les relations de partenariat avec les acteurs publics et privés ? Illustrée d'exemples des pays du Sud, cette synthèse valorise des sources documentaires et l'expérience des formations dispensées par l'IRC à Montpellier dans le cadre du mastère "Acteurs du développement rural", animé par des chercheurs du CIRAD et du CIEPAC. Cet ouvrage didactique est destiné aux acteurs du développement agricole de tous les pays.

Les auteurs

Marie-Jo Dugué, agronome, se consacre au renforcement de capacités dans le monde rural en France et en Afrique. De nombreuses missions d'appui aux organisations en Afrique et en Asie complètent son expérience.

Denis Pesche, sociologue au Cirad et spécialiste des organisations de producteurs, a animé des réseaux d'information et d'échange. Il conduit des expertises sur le renforcement des organisations en Afrique et en Amérique centrale.

Jean-François Le Coq, agro-économiste au Cirad, axe ses recherches sur les dynamiques agraires et rurales, les organisations de producteurs, les filières et les politiques publiques, les processus de renforcement de capacités des acteurs.

ORGANISATIE

Aard van de organisatie verantwoordelijk voor de publicatie en doel van het tijdschrift TROPICULTURA

De v.z.w. Agri-Overseas is een vereniging die gesticht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die voor overzeese plattelandontwikkeling ijveren. Zij publiceert het wetenschappelijke en informatief tijdschrift "TROPICULTURA" dat gewijd is aan de plattelandproblematiek in ontwikkelingslanden. Dit tijdschrift wordt driemaandelijkse uitgegeven met de financiële steun van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en van de vrijwillige bijdrage van instellingen of leden. Ze geniet van de wetenschappelijke bescherming van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW) en wordt ondersteund door de "Commission Universitaire pour le Développement" van de "Conseil Interuniversitaire de la Communauté française (CUD-CIUF)" en van het Universitaire Samenwerkingsorgaan van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR-UOS).

De v.z.w. Agri-Overseas is samengesteld uit individuele leden en uit de volgende Belgische instellingen: de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW), de "Commission Universitaire pour le Développement" van de "Conseil Interuniversitaire de la Communauté Française" (CUD-CIUF), het Universitaire Samenwerkingsorgaan van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR-UOS), de vier faculteiten Landbouwwetenschappen (Liège/Gembloux, Gent, Leuven en Louvain-La-Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent en Liège), het Departement Biomedische wetenschappen van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Interfacultaire Afdeling Landbouw van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix (Namur), het Departement van Wetenschappen en Beheer van het Leefmilieu van de Université de Liège.

Raad van Beheer

De raad van beheer van de vzw Agri-Overseas is samengesteld uit Professor Dr J. Vercruyssen, Voorzitter; Professor Dr Ir G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder; Dr E. Thys, Secretaris; Professor Dr B. Lossou, schatbewaarder; Professor Dr Ir J. Bogaert, vertegenwoordiger van de CUD-CIUF; Ere-Professor Dr S. Geerts, vertegenwoordiger van de KAOW, Professor Dr Ir R. Merckx, vertegenwoordiger van de VLIR-UOS en Ere-Professor Dr Ir J. Hardouin, lid.

Redactiecomité

Het Redactiecomité van Tropicultura is samengesteld uit Professor Dr Ir G. Mergeai, Hoofdredacteur en Gedelegeerde Redacteurs: Professor Dr Ch. De Cannière, Bosbouw, Ecologie en het landschap, en de systemen van plantaardige productie, Professor Dr J.-P. Dehoux, Dierenproductie en Fauna, Dr De Lame, Sociologie, Ere-Professor Dr Ir F. Malaisse, Bosbouw en Ecologie, Emeritus Professor Dr J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Emeritus Professor Dr Ir E. Tollens, Landbouweconomie, Professor Dr Ir P. Van Damme, Landbouwkunde, Professor Dr E. Van Ranst, Bodemkunde, Professor Dr P. Dorny, Dierengezondheid, en Ir F. Maes, wetenschappelijke collaborateur. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, Sociologie, ... worden rechtstreeks door het Secretariaat behandeld.

Redactiesecretariaat

Louizalaan 231, B-1050 Brussel – België
Telefoon : +32.(0)2.540 88 60/61; Fax: +32.(0)2.540 88 59
Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / clouvet.tropicultura@belgacom.net /
Website: <http://www.tropicultura.org>

RICHTLIJNEN VOOR AUTEURS

Inhoud van het manuscript

De thema's van de artikels die in Tropicultura gepubliceerd worden hebben betrekking tot alle onderwerpen die te maken hebben met plattelandontwikkeling en duurzaam milieubeheer in de warme streken van de planeet. Voorrang wordt gegeven aan artikels die een origineel onderwerp uitmaken en een zo breed mogelijk reikwijdte hebben, met andere woorden waarvan de inhoud vooral betrekking heeft tot methodologische aspecten die in een zo breed mogelijke waaier milieus of regio's van de wereld over te brengen zijn. Een bijzonder accent wordt eveneens gelegd op de betrouwbaarheid van de gepubliceerde informatie, meer bepaald, wanneer het over experimentele resultaten gaat, op het aantal herhalingen in tijd en ruimte van de proeven die aan de basis liggen van de bekomen gegevens.

De manuscripten moeten origineel zijn en mogen niet gelijktijdig voorgelegd worden voor publicatie. Ze mogen in één van de vier volgende talen geschreven worden: Engels, Spaans, Frans en Nederlands.

Insturen van het manuscript

De manuscripten worden in drie papieren exemplaren naar de hoofdredacteur verzonden of rechtstreeks onder elektronische vorm als attachment naar het e-mail adres van het secretariaat.

In de mate van het mogelijke zal de auteur, na aanvaarding van het artikel, een laatste, herlezen en verbeterde versie insturen in elektronisch formaat. De software Word is aanbevolen maar een ASCII of RTF formaat van het artikel wordt aanvaard.

Stijl

Slecht een kant van het blad wordt gedrukt met dubbele lijnspace (27 lijnen van 60 tekens per DIN A4 formaat blad) met een marge van minimum 2,5 cm aan elke kant van het blad. Het lettertype is Times New Roman 11 (27 lijnen van 60 karakters per blad). De manuscripten houden maximum 20 tekstbladen in (voorblad niet inbegrepen).

Het voorblad houdt de titel in, de verkorte titel (maximaal 55 drukletters), de complete namen en voornamen van de auteurs, het diploma, de functie, de nationaliteit, het beroepsadres van alle auteurs en desgevallend de dankbetuiging. De naam van de contactauteur zal met een * gemerkt zijn en zijn adres aangevuld met zijn telefoonnummer.

De volgende pagina's houden volgende elementen in:

- (i) de samenvattingen (max. 200 woorden) in de taal van het manuscript en in het Engels, voorafgegaan door de vertaling van de titel en gevolgd door maximum 6 sleutelwoorden in beide talen;
- (ii) de hoofdinhoud van de tekst;
- (iii) de literatuurlijst;
- (iv) de tabellen genummerd met Arabische cijfers;
- (v) de figuren die op de achterzijde onduidelijk genummerd moeten zijn als ze niet elektronisch gestuurd zijn;
- (vi) de legendes van de tabellen en de figuren.

Alle bladzijden van de bijdrage worden doorlopend genummerd.

De tekst wordt ingedeeld in hoofdstukken (in het algemeen: Inleiding, Materiaal en methodes, Resultaten, Discussie, Conclusies). De indeling van de tekst zal niet verder gaan dan twee niveaus (maximum een niveau onder de titels van de hoofdstukken). De titels van hoofdstukken en de ondertitels dienen beknopt te zijn en zullen nooit onderlijnd worden.

De referenties worden in de tekst door nummers tussen haakjes vermeld. In geval van citatie van verschillende referenties zullen de nummers in groeiende volgorde vermeld worden.

De figuren zullen op professionele wijze getekend zijn. Foto's dienen contrastrijk te zijn, niet gemonteerd en op glanzend papier. De foto's in jpg formaat dienen van goede kwaliteit te zijn met een minimum van 300 pixels per inch (dpi).

De Excel bestanden met de gegevens van de tabellen en de figuren moeten ook toegevoegd worden op het moment van indienen van het manuscript.

De literatuurlijst wordt alfabetisch gerangschikt op basis van de namen van de auteurs en chronologisch voor dezelfde auteur. De referenties zullen doorlopend genummerd worden beginnend met het cijfer 1.

Artikels uit tijdschriften worden in de literatuurlijst als volgt gerefereerd: namen van auteur(s) gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, de naam van het tijdschrift, het nummer van het volume (onderlijnd), de nummers van eerste en laatste bladzijde door een streepje verbonden.

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

Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden. Bij referenties naar hoofdstukken in boeken: (in volgorde) de auteurs van het hoofdstuk, jaartal, titel van het hoofdstuk, het woordje 'In:', de editorsnamen gevolgd door 'editors'. Titel van het boek (cursief), volume of uitgave (indien meerdere), naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het hoofdstuk. Bij boeken zijn volgende elementen van belang: de namen van auteurs gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het boek, de naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het geciteerde hoofdstuk, het totaal aantal bladzijden van het boek.

Verslagen van conferenties dienen op dezelfde wijze vermeld te worden, mits toevoeging als het mogelijk is van de plaats, de datum de conferentie en de namen van de wetenschappelijke editors.

Voorbeeld: 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.

Kopijrecht

Met het oog zich te verzekeren van de originaliteit van het manuscript en van de toelating tot publicatie gegeven door de overheidsinstanties van de auteurs, wordt aan de hoofdauteur gevraagd het attest in te vullen.

Publicatierechten

In geval van aanvaarding zal de redactie van elk van de verschillende auteurs van het artikel de verbintenis vragen hun publicatierecht af te staan aan Tropicultura.

Deelname aan de onkosten van publicatie

De deelname van de auteurs in de publicatie kosten van het artikel bedraagt 200 euro. Voordat het artikel wordt verwerkt, moet de contactauteur het attest ondertekenen en terugsturen.

Internationale referees

Bij het indienen van artikels, moeten de auteurs drie internationaal gerenommeerde referees voorstellen die hun manuscripten kunnen beoordelen.

Redactiecomité

Het redactiecomité behoudt zich het recht artikels, die niet aan de voorafgaande instructies beantwoorden af te wijzen. De artikels zullen aan één of meer door de redactie gekozen referees voorgelegd worden. Deze referees blijven onbekend voor de auteurs.

Texte français dans le n°1

Nederlandse tekst in Nr.3

Texto Español en el N°4

TROPICULTURA

2013 Vol. 31 N° 3

Four issues a year (July-August-September)

ORIGINAL ARTICLES

Sorghum production in a *Piliostigma reticulatum* Park in the North Sudanian Zone of Burkina Faso (*in French*)
B. Yélémou, G. Yaméogo, A. Barro, S.J. Taonda & V. Hien 154

Evaluation of Physiochemical Characteristic of the Honeys Marketed in Cotonou (*in French*)
J.A. Djossou, F.P. Tchobo, H. Yédomonhan, A.G. Alitonou & M.M. Soumanou 163

Diffusion of the Triple Bagging Method to Improve Cowpea Storage in the Sahelian Zone of North Cameroon: Stakes and Farmer Perceptions (*in French*)
D.P. Folefack, G. Sobda, S. Tengomo, O. Boukar & A. Tahirou 170

Reproduction and Feeding of *Distichodus antonii* Schilthuis 1891 (Distichopodontidae) in the Confluence Area of the Congo River and Rivers Lindi and Tshopo in Kisangani (R.D. Congo) (*in French*)
J. Osombause Sango, B. Hyangya Lwikitcha, J. Uiyel Ali-Patho, A. Kankonda Busanga & J.-C. Micha 179

The Ecology of Polynemids: *Poydactylus quadrifilis* (Cuvier, 1829), *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) and *Pentanemus quinquarius* (Linné, 1758) of the Artisanal Marine Fisheries of Grand Lahou (Ivory Coast) (*in French*)
S. Konan Kouassi, A. Kone, C.M. Anet, M. Diaby & K. N'Da 187

Effects of Different Hormonal Balances on the Microproagation of Cv. Hybrid FHIA-01 (*Musa* sp.) (*in French*)
K.M. Mazinga, M. Van Koninckxloo, M. Godoy Jara & L. Baboy Longanza 194

Incidence of *Xhantomonas oryzae* pv *oryzae* on the Production of Rice (*Oriza sativa* L.) in Niger (*in French*)
A. Basso, A. Haougui, Z. Abdoul Habou, T. Adam & Y. Séré 200

TECHNICAL NOTES

Epidemiological Monitoring Network of Chemoresistance to Trypanocidal and Acaricides Drugs in West Africa (RESCAO) (*in French*)
H.V. Vitouley, Z. Bengaly, H. Adakal, Issa Sidibé, J. Van Den Abbeele & V. Delespaux 205

ANNOUNCEMENTS 213

BIBLIOGRAPHY 216

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

