

# TROPICULTURA

2017 Vol. 35 N°1

Trimestriel (janvier-février-mars)  
Driemaandelijks (januari-februari-maart)  
Trimestral (enero-febrero-marzo)  
Quarterly (January-February-March)



Taches brunes sur une foliole de feuille de palmier à huile

Crédit: Guy Mergeai, Boma, RDC, 2013

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever: J. Bogaert  
Avenue Louise 231  
1050 Bruxelles/Brussel  
Belgique/België

Avec les soutiens  
de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer (ARSOM), [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be);  
d'École régionale post-universitaire d'aménagement et de gestion intégrés des forêts et territoires  
tropicaux (ERAIFT), [www.eraift-rdc.cd](http://www.eraift-rdc.cd); et de la Région de Bruxelles Capitale

Met de steunen van  
de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW), [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be), van  
École régionale post-universitaire d'aménagement et de gestion intégrés des forêts et territoires  
tropicaux (ERAIFT), [www.eraift-rdc.cd](http://www.eraift-rdc.cd); en van het Brussels Gewest



## EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Appropriate Technologies : a Solution to the Energy Shortage in Sub-Saharan Africa  
 Les technologies appropriées: une solution à la pénurie d'énergie en Afrique Sub-saharienne  
 Geschikte technologieën: een oplossing voor het energietekort in Afrika, ten zuiden van de Sahara  
 Las tecnologías apropiadas: una solución a la penuria de energía en África Subsahariana

**G. Mergeai**

1

## ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Inoculation of *Mimosa latispinosa* Lam with the Commercial Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, and *Bradyrhizobium* spp. under Nursery Production Conditions in South-East Madagascar  
 Inoculation en pépinière de *Mimosa latispinosa* Lam. avec le symbionte mycorhizien arbusculaire, *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, et *Bradyrhizobium* spp. dans le sud-est de Madagascar  
 Inoculatie in kwekerijen van *Mimosa latispinosa* Lam. met de arbusculaire mycorrhizale schimmel *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, en met *Bradyrhizobium* spp. in het zuidoosten van Madagaskar  
 Inoculación en vivero de *Mimosa latispinosa* Lam con el symbionte de micorrizas arbusculares, *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, y *Bradyrhizobium* spp. en el sudeste de Madagascar

**G. Sarasin, I.M. Behavana, N. Rakotoarimanga, F. Randriatafika, H. Ramanankierana, J. Rabenantoandro, M. Vincelette, J. Randrianodiasana & D.P. Khasa**

3

Analyse comparative de la rentabilité des systèmes de production de coton biologique, conventionnel et transgénique au Burkina Faso

Vergelijkende rentabiliteitsanalyse van conventioneel of transgeen biologische katoen productiesystemen in Burkina Faso  
 Análisis comparativo de la rentabilidad de los sistemas de producción de algodón biológico, convencional y transgénico en Burkina Faso

**G. Vognan, L. Glin, I. Bamba, B.M. Ouattara & N. Gian**

12

Effets des innovations managériales sur la compétitivité agricole: cas des Organisations Paysannes (OP) de la filière maïs (*Zea mays* L.) financées par le Projet d'Amélioration de la Compétitivité Agricole (PACA) dans la région de l'ouest, Cameroun

Effecten van managementinnovaties op landbouwconcurrentievermogen: het geval van de boerenorganisaties (BO) in de maïssector (*Zea mays* L.) gefinancierd door het Project Verbetering van de Landbouw Concurrentievermogen (ACAP) in de westelijke regio van Kameroen

Efectos de las innovaciones de gestión sobre la competitividad agrícola: caso de las Organizaciones Campesinas (OC) del sector maíz (*Zea mays* L.) financiadas por el Proyecto de Mejoramiento de la Competitividad Agrícola (PMCA) en la región del oeste, Camerún

**E.B. Siewe Pougoue, F. Kamajou & G.A. Noula**

25

Intérêt des collectivités pour l'implantation d'arbres nourriciers dans les parcs urbains: le cas de Villa El Salvador, au Pérou  
 Interesse van de gemeenschappen voor het planten van voedingsbomen in stadsparken: het geval van Villa El Salvador in Peru

Interés de las colectividades para la implantación de árboles productores de alimentos en los parques urbanos: el caso de Quinta El Salvador, en Perú

**M. Lafontaine & A. Olivier**

39

Etude comparative de la charge parasitaire des petits ruminants et du guib harnaché dans quatre campements riverains à la forêt classée de Wari-Marou au Nord-Est du Bénin

Comparative study of the parasitic load of small ruminants and bushbuck in four camps bordering the Wari-Marou Forest Reserve in north-eastern Benin

Vergelijkende studie van de parasitaire last van kleine herkauwers en bushbuck in vier kampen aanwonend aan de Wari-Marou woudreserve in het noordoosten van Benin

Estudio comparativo de la carga parasitaria de los pequeños rumiantes y del guib enjaezado en cuatro campamentos ribereños del bosque clasificado de Wari-Marou en el Nordeste de Benin

**A.M.L. Faihun, E.V.B. Azando, E.Y. Attakpa, C.G. Akouèdegne & M.S. Hounzangbe-Adote**

51

Composition en vitamines et en minéraux des graines de *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae),  
une plante alimentaire et médicinale de l'Afrique de l'Ouest

Vitaminen - en minerale samenstelling van zaden van *Pterocarpus santalinoides* L'Her. De. (Papilionoideae),  
een voedings- en medicinale plant in West-Afrika

Composición en vitaminas y en minerales de las semillas de *Pterocarpus santalinoides* L' Hér. ex De. (Papilionoideae),  
una planta alimentaria y medicinal de África del oeste

**A.C. Ayéna, M. Agassounon Djikpo Tchibozo, E. Anago, H. Ahissou, G.A. Mensah & C. Agbangla**

**61**

#### ANNONCES/ AANKONDIGINGEN/ ANUNCIOS

ARSOM: International Conference on Sustainable Energy for Africa

**70**

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

### **Appropriate Technologies: a Solution to the Energy Shortage in Sub-Saharan Africa**

Many poor households in Africa do not have access to modern forms of energy, despite an increase in its use. Most of them rely on the traditional use of biomass for cooking purposes. Dependence on traditional, biomass-based energy sources perpetuates poverty, which limits the options available to poor people and makes the transition towards more practical and efficient energy forms more difficult.

In sub-Saharan Africa, using wood and charcoal in the traditional way is, in most cases, inefficient and can have major negative impacts on the health and living conditions of populations. Above all, it causes major pulmonary problems, such as pneumonia and lung cancer. When compared to traditional stoves, improved stoves reduce fuel consumption per meal, as well as smoke emissions. Several types of improved stove exist, which are efficient and cheap (2-3 USD per stove). There is great deal of demand for them, but production and distribution channels are often affected by significant problems.

Large-scale experiments conducted in various regions of China and India indicate that anaerobic digestion of solid organic household waste and agricultural residues represents a promising technology for tropical developing countries. In Africa, it is estimated that approx. 20 million households have enough manure and water to produce biogas for their domestic needs, without having to change their production habits. Biogas digesters are typically designed to serve more than one household and would provide an appropriate solution for peri-urban and rural environments. However, due to their price, appropriate funding methods will be needed, if they are to be used by poor people.

Improved stoves and digesters used to produce biogas are two excellent examples of appropriate technologies, based on the use of biomass, which could be developed at relatively low cost. This would result in major benefits and resolve energy access problems for the poorest people, while mitigating the impact of their activities on the climate.

In addition, several examples show that the sustainable development of biomass-based energies often creates opportunities to increase food production and especially in rural areas.

As part of the implementation of the resolutions of the Paris Agreement (COP21) on climate change, improved stoves and biomass digesters will provide the most disadvantaged countries in the southern hemisphere with an opportunity to demonstrate the value of inexpensive and appropriate technologies in terms of mitigating climate change. This type of technology enables the poorest people to help reduce greenhouse gas emissions. Unlike cutting-edge technologies, their increased use is not limited by patent problems. They provide users with benefits in terms of sustainable development, by adjusting the pressure that they place on wood resources in different ways, in order to meet their daily fuel needs. Priority should be given to research aimed at removing the constraints that continue to limit their use.

Guy Mergeai  
Editor-in-Chief

## Les technologies appropriées: une solution à la pénurie d'énergie en Afrique Sub-saharienne

Malgré une augmentation de l'utilisation de l'énergie, de nombreux ménages pauvres n'ont pas accès en Afrique aux sources d'énergie modernes. La plupart d'entre eux ont recours à l'utilisation traditionnelle de la biomasse pour cuisiner. La dépendance à ces sources d'énergie ancestrales basées sur la biomasse perpétue la pauvreté qui à son tour limite les options disponibles pour les pauvres et rend difficile la transition à des formes d'énergie plus pratiques et plus efficaces.

En Afrique Sub-saharienne, l'utilisation traditionnelle du bois et du charbon de bois est le plus souvent inefficace et peut avoir de sérieux impacts négatifs sur la santé et les conditions de vie des populations. Elle est notamment à l'origine de graves problèmes pulmonaires comme les pneumonies et le cancer du poumon. L'emploi de foyers améliorés réduit la consommation de combustible par repas et limite l'émission de fumée par rapport aux foyers traditionnels. Plusieurs modèles de foyers améliorés efficaces et bon marché (2-3 USD la pièce) existent. La demande pour ceux-ci est élevée mais il y a souvent des problèmes significatifs au niveau des filières de production et de distribution.

Des expériences menées à grande échelle dans différentes régions de Chine et d'Inde indiquent que la digestion anaérobie de déchets organiques ménagers solides et de résidus agricoles constitue une technologie prometteuse pour les pays tropicaux en voie de développement. En Afrique, on estime que près de 20 millions de ménages disposent de suffisamment de fumier et d'eau pour produire du biogaz à des fins domestiques sans changer leurs habitudes de production. Les digesteurs de biogaz sont typiquement conçus pour servir plus d'un seul ménage et constituent des solutions adaptées aux milieux péri-urbains et ruraux. Cependant, compte tenu de leur prix, des méthodes de financement adaptées sont nécessaires pour permettre leur utilisation par les pauvres.

Les foyers améliorés et les digesteurs produisant du biogaz constituent deux excellents exemples de technologies appropriées basées sur l'exploitation de la biomasse qui pourraient être amplifiées à relativement bon marché en induisant d'importants bénéfices pour résoudre les problèmes d'accès à l'énergie des plus pauvres tout en mitigant l'impact de leurs activités sur le climat.

De plus, plusieurs exemples montrent que le développement soutenable des énergies à base de biomasse crée souvent des opportunités pour augmenter la production de nourriture, principalement dans les zones rurales.

Au moment de mettre en œuvre les résolutions de l'accord de Paris de la COP21 sur le climat, les foyers améliorés et les digesteurs de biomasse donnent l'opportunité aux pays du Sud les plus défavorisés de démontrer l'intérêt des technologies appropriées à faible coût dans la réduction des changements climatiques. Ce type de technologies rend possible la participation des plus pauvres à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Contrairement aux technologies de pointe, leur diffusion n'est pas limitée par des problèmes de brevet. Elles offrent aux usagers des bénéfices pour un développement durable en adaptant de différentes manières la pression qu'ils exercent sur les ressources en bois afin de rencontrer leurs besoins quotidiens en combustible. Réaliser des recherches pour lever les contraintes qui limitent encore leur emploi devrait constituer une priorité pour le futur.

## Inoculation of *Mimosa latispinosa* Lam with the Commercial Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, and *Bradyrhizobium* spp. under Nursery Production Conditions in South-East Madagascar

G. Sarasin<sup>1</sup>, I.M. Behavana<sup>2</sup>, N. Rakotoarimanga<sup>3</sup>, F. Randriatafika<sup>4</sup>, H. Ramanankierana<sup>2</sup>, J. Rabenantoandro<sup>4</sup>, M. Vincelette<sup>4</sup>, J. Randrianodiasana<sup>2</sup> & D.P. Khasa<sup>1</sup>

**Keywords:** Root symbiosis- Ecological restoration- *Mimosa latispinosa* Lam- *Rhizophagus irregularis* DAOM197198- Qit Madagascar Minerals- Madagascar

### Summary

Qit Madagascar Minerals (QMM) has planned several actions to reduce the environmental footprint of its mining project located near the city of Fort-Dauphin (Madagascar). One of these actions is the reclamation of a portion of its mined sites. Different symbiotic strains were tested as bio-enhancers for the ecological restoration using *Mimosa latispinosa* Lam, a native and pioneer shrub. The symbiotic strains tested in nursery were the commercial strain of arbuscular mycorrhizal fungus, *Rhizophagus irregularis* DAOM197198, and two local strains of *Bradyrhizobium* spp., STM1415 and STM1447, inoculated alone or dually with the arbuscular mycorrhiza. Treatments did not significantly increase the plant height and dry mass. However, plants grown in tyndallized soil had better growth than those in unsterilized soil. Results obtained twenty weeks after inoculation suggest that soil tyndallization (heating at 100 °C and at atmospheric pressure of 700 kPa during three hours) is an effective method for nursery production of high quality seedlings of *M. latispinosa*.

### Résumé

Inoculation en pépinière de *Mimosa latispinosa* Lam. avec le symbiote mycorhizien arbusculaire, *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, et *Bradyrhizobium* spp. dans le sud-est de Madagascar

La compagnie Qit Madagascar Minerals (QMM) a pris plusieurs engagements environnementaux dans son projet minier basé près de la ville de Fort-Dauphin (Madagascar), dont celui de restaurer une partie de ses sites après exploitation. Différentes souches symbiotiques ont été testées en tant que bio-stimulateurs pour la restauration écologique de *Mimosa latispinosa* Lam. un arbuste pionnier local. Les souches symbiotiques testées en pépinière étaient la souche de l'inoculum commercial, *Rhizophagus irregularis* DAOM197198 et deux souches locales de *Bradyrhizobium* spp., STM1415 et STM1447, inoculées seules ou en combinaison avec la souche de mycorhize arbusculaire. Les traitements n'ont pas montré de différences significatives au niveau de la hauteur et de la biomasse sèche des plantes. Les plantes cultivées en sol stérilisé ont toutefois connu une croissance significativement supérieure à celles produites en sol non-stérilisé. Vingt semaines après inoculation, les résultats suggèrent que la tyndallisation du sol (chauffage à 100 °C et à pression atmosphérique de 700 kPa pendant trois heures) est une méthode efficace pour la production en pépinière de plants de bonne qualité de *M. latispinosa* issus de semis.

<sup>1</sup>University of Laval, Institute for Integrative et Systems Biology, Canadian Research Chair in Forest and Environmental Genomics, Centre For Forest Research Laval, Canada.

<sup>2</sup>University of Mahajanga, Mahajanga, Madagascar.

<sup>3</sup>National Center of Research on Environment, Mahajanga, Madagascar.

<sup>4</sup>Rio Tinto/Qit Madagascar Minerals, Mahajanga, Madagascar.

\*Corresponding author: EMail: gabriel.sarasin.1@ulaval.ca

## Introduction

Qit Madagascar Minerals (QMM), a Rio Tinto subsidiary, started an important mining project of ilmenite extraction in 2009 in southeast Madagascar, near the city of Fort-Dauphin (22).

The Anosy region, where the mining project is located, contains one of Madagascar's last remaining littoral forests growing on sandy soils with high level of endemic species (83% of plants) (22, 27). To ensure environmental sustainability, QMM has built two nurseries able to produce more than 250,000 plants a year for rehabilitation and restoration purposes (28). The mining process does not require chemicals but does involve digging to a depth of twenty meters, resulting in the destruction of the mycelium network and other symbiotic microorganisms found in the soil (22).

Hence, it is necessary to restore this mycorrhizosphere, which is in essential and interdependent relation with the plants.

Mycorrhizae are symbiotic associations between fungi and the roots of the host plant where the plant provides sugars to the fungi in exchange for nutrients, mainly phosphorus, and water (32). Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are by far the most widely distributed and the oldest type of mycorrhizal symbionts (10). AMF are found in most soil ecosystems and plants and should be of major concern in ecological restoration (18).

Additionally, rhizobium are bacteria known to colonize plants belonging to the *Fabaceae* family, and to fix atmospheric nitrogen in root nodules (9, 35). While the mass production of clean arbuscular mycorrhizal inoculum is challenging, inoculum of nitrogen fixing bacteria is easy to produce, technically accessible in "less industrialized countries" and hence, widely available as a tool to facilitate ecological restoration (7, 34).

From a restoration perspective, nitrogen-fixing trees must be targeted to start the process as they bring back nitrogen to the soil and help the reestablishment of other plant species (5, 11). The use of this biotechnology to successfully restore disturbed sites makes it an appropriate bio-tool for the mining industry to minimize its environmental footprint (12, 23).

The aim of the present study was to evaluate the potential of using root symbioses as a bio-tool to improve the efficiency of QMM's restoration activities of mined areas. Current state of knowledge supports the importance of considering mycorrhizal biotechnology in the restoration process of degraded land (23). While QMM has achieved a number of experiments to support their ecological restoration process, this study is the first specifically targeted on soil microsymbiots.

By using strains of AMF and rhizobium, the study aimed to evaluate the plant performance in nursery, which could lead to a greater efficiency of the restoration efforts through reduced time in nursery and lower mortality rates after planting.

## Materials and methods

### Study site

The nursery owned by QMM is located close to Mandena mining site, in the Tolagnaro (Fort-Dauphin) area (UTM 38 J 703062.00 m E 7238115.00 m S) (Figure 1). This littoral region, located on the southeast coastline of Madagascar, is mostly composed of littoral sands and is characterized by a humid and warm climate (39). The soil is sandy and characterized by low nutrients content and acidic pH (in H<sub>2</sub>O) of around 5.03 and 5.44 for topsoil and demineralized soil, respectively (Table 1) (Photo 1).

### Seedling production method

The substrate used was the stockpiled topsoil removed from the mining site before exploitation (Figure 2). This practice is known to support viability of AMF in the soil (14). This soil was used to fill polythene bags in the nursery. Half of those bags contained soil sterilized by tyndallization at a pressure of 700 kPa (6,9 atm) and a temperature of 100 °C for one hour (38) and the other half contained untyndallized soil. No fertilization was applied to the soil during the experiment in order to be consistent with the current nursery practices of seedling production used by QMM (Photo 2).

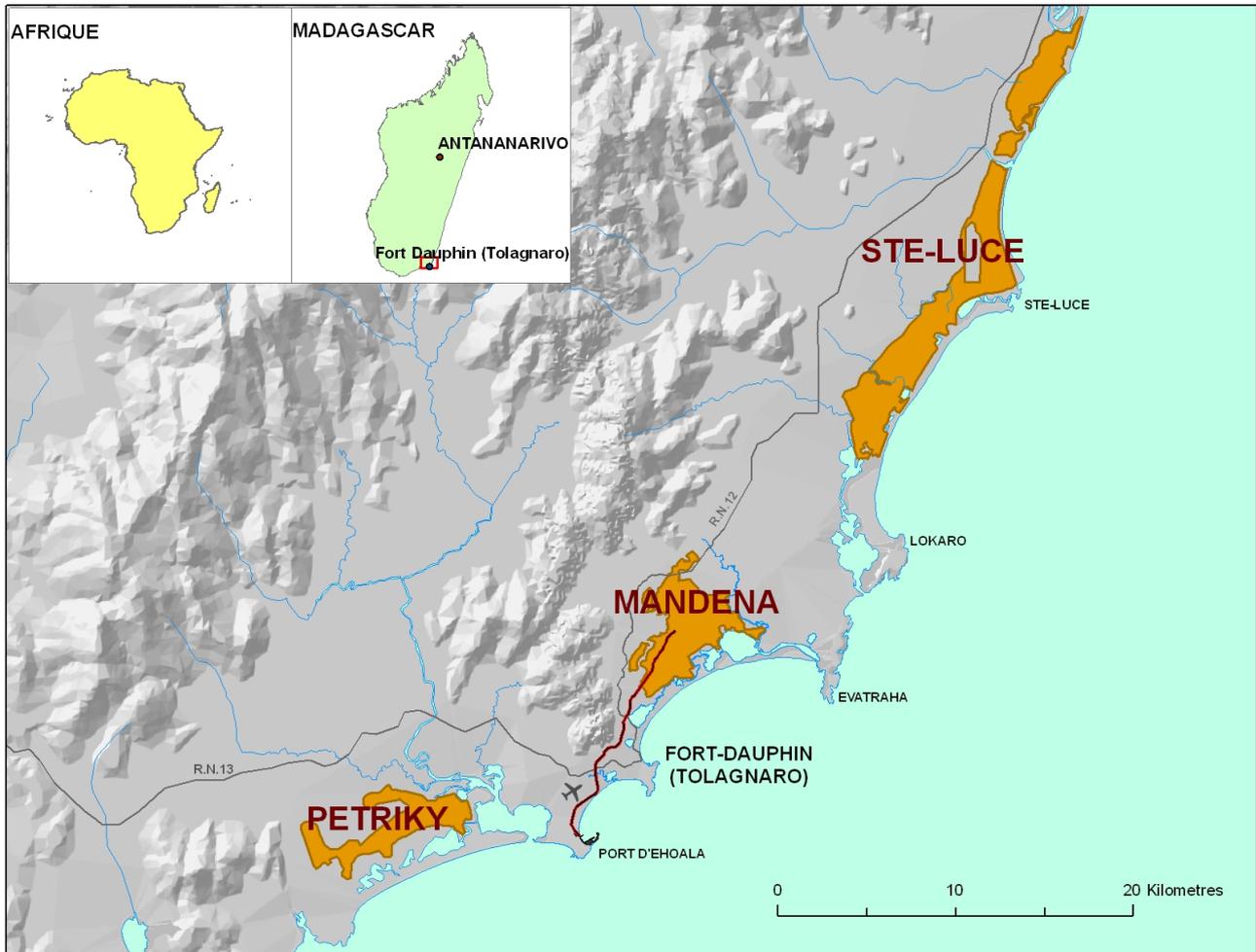
The species used for the experiment was *Mimosa latispinosa*, a local shrub found in the coastal forest of Fort-Dauphin.

It is locally named Rakaraka and is used by local populations for medicinal purposes. *Mimosa latispinosa* is a nitrogen fixing, pioneer and sun-loving species that belongs to the *Mimosoideae* sub-family (*Fabaceae* family) (8). Seeds were collected from two sites around the village of Mangaika (M1925 and M1920) (UTM 38 J 700779.06 m E 7240625.93 m S) on June 29-30<sup>th</sup>, 2009. A broadcast seeding was done in two separate plots, one sterilized and another one unsterilized (3,000 seeds/plot). Seeds generally germinated ten days after seeding. Seedlings were transplanted in nursery bags filled with either sterilized or unsterilized soil.

### Inoculation

Inoculation was done four weeks after seeding using one arbuscular mycorrhiza, *Rhizophagus irregularis* DAOM197198 (formerly *Glomus irregulare*) (37), and two strains of rhizobium, *Bradyrhizobium* spp. (STM1415 & STM1447). *Rhizophagus irregularis* was provided by Premier Tech Biotechnologies Ltd (Rivière-du-Loup, Québec, Canada).

This company produces *R. irregularis* under the commercial name «MYKE® PRO PS3».



**Figure 1:** Location of the study site (Mandena) (QMM, 2001).

**Table 1**

Chemical characteristics of untyndalized topsoil collected prior to mining operations and untyndalized soil collected after mining operations.

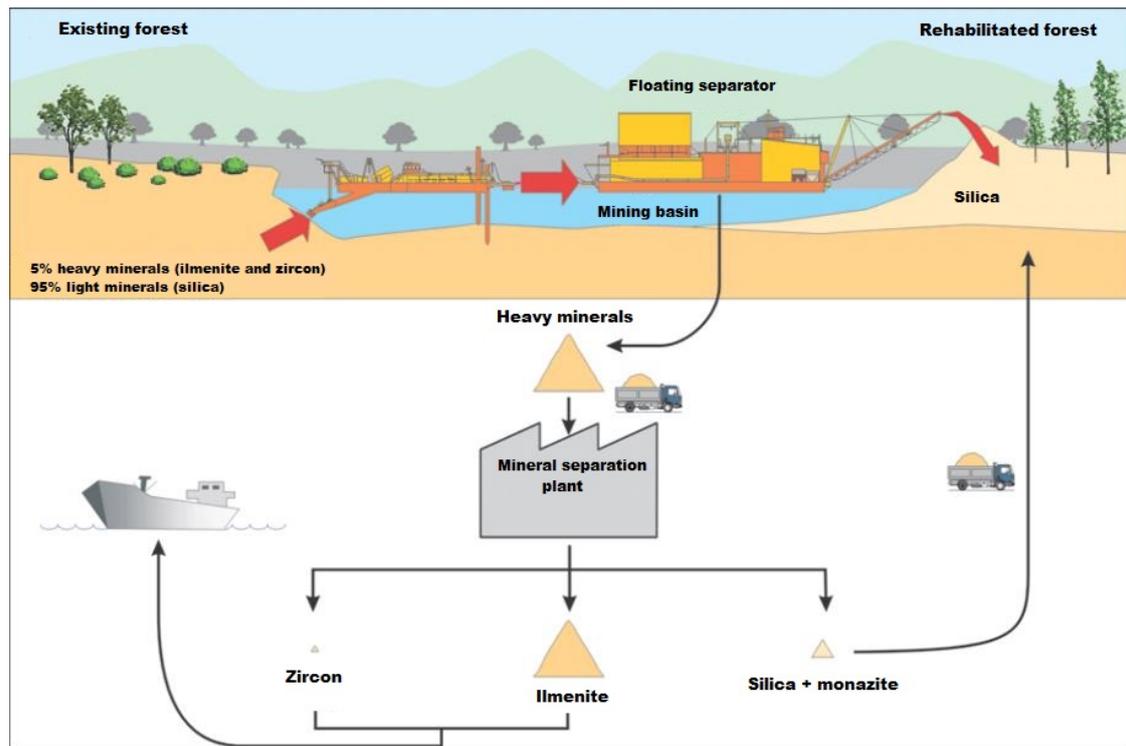
Soil conditions	pH (water)	N Kjeldahl (ppm)	C (µg/g)	P (soluble) (ppm)	K (assimilable) (ppm)	C/N
Topsoil	5.44	618.33	14 740,00	7.92	19.5	25.6
Demineralized soil	5.03	186.66	3 211,67	12.43	7.8	26.83



**Photo 1:** Mining site to be restored (on the left - with topsoil, on the right - without topsoil).



**Photo 2:** QMM's nursery, the location of the experiment.



**Figure 2:** Scheme of the mining operations process used for the extraction of ilmenite by QMM (QMM, 2001).

This inoculum contains eight hundreds spores/g, in a substrate composed of silica, peat and clay. For each plant inoculated with *R. irregularis*, one gram of solid inoculum (800 spores) was spread around the collar of the plants. To allow infiltration of the spores into the soil, fifteen milliliters of water were spread twice over the solid inoculum.

The two strains of *Bradyrhizobium* spp. were isolated from the eastern littoral forest of Madagascar by the National Centre for Environmental Research of Madagascar (CNRE). *Bradyrhizobium* spp. STM1415 was originally isolated from nodules of *Dalbergia louveli*, collected in Ambila Lemaintso, and *Bradyrhizobium* spp. STM1447 was originally isolated from nodules of *Dalbergia monticola*, collected in Andasibe Perinet (29), on the eastern littoral region of Madagascar. These strains were characterized and preserved at the Laboratory of Tropical and Mediterranean Symbioses (LSTM) in Montpellier. *Bradyrhizobium* spp. strains were grown in liquid Yeast extract-Malt extract Agar (YMA) medium at the CNRE headquarters located in Antananarivo. For this inoculation, one milliliter of this liquid inoculum was spread around the collar of the plant, four weeks after seeding.

### Experimental design

The experiment was set up as a split-plot experimental design (36). It was composed of four blocks, two main plots and six subplots.

Both soil types formed the main plots (sterilized and unsterilized) and the five treatments and one control formed the subplots.

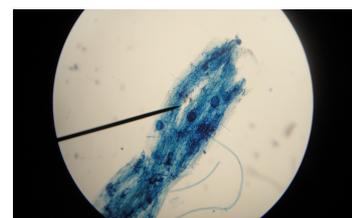
The treatments tested were:

- 1) *R. irregularis* DAOM197198;
- 2) *Bradyrhizobium* spp. STM1415;
- 3) *Bradyrhizobium* spp. STM1447;
- 4) *R. irregularis* + *Bradyrhizobium* spp. STM1415;
- 5) *R. irregularis* + *Bradyrhizobium* spp. STM1447;
- and 6) control.

The treatments were randomly applied within the subplots.

### Sampling and analysis

Samples were collected 20 weeks after inoculation. The root systems were placed in hermetic plastic tubes in a mix of ethanol: water (1:1) until analysis. Height, root, shoot and total dry mass along with root: shoot dry mass ratios were measured to assess growth, in accordance with previous similar experiments (24, 25, 26). Height was measured with an accuracy of 0.5 cm. To obtain the dry mass, plants were dried at 65 °C for 48 hours. Mycorrhizal colonization was assessed by hyphal and vesicle observations using the gridline intersection method (13) (Photo 3).



**Photo 3:** Portion of root of *Mimosa latispinosa* colonized with arbuscular mycorrhizae.

Nodulation was assessed by the number of nodules on each root system and the dry mass of nodules. Statistical analysis was conducted using SAS 9.2 for Windows (SAS Institute Inc. 2010). The MIXED procedure was used for the ANOVA (analysis of variance) of the split-plot design.

Growth enhancement was calculated using the same methodology as in previous studies (16).

The Tukey's multiple comparison test was used to compare means for the height (n=32), dry mass (n=12), mycorrhizal colonization (n=8) and nodulation parameters (n=40).

The results of this experiment are presented in table 2 showing the effects of each treatment on plant height, total dry mass, shoot dry mass, root dry mass and shoot/root ratio. This table is provided along with two graphs showing the effects of each treatment on root colonization (Figure 3) and on nodule number and dry mass (Figure 4) 20 weeks after inoculation.

## Results

### Growth assessment

No significant differences were observed between inoculation treatments for the growth parameters considered (height and whole plant dry mass). However, the overall growth in sterilized soil is significantly greater than in unsterilized soil (Table 2).

### Mycorrhizal fungi colonization assessment

In unsterilized soils, there was no significant differences among treatments regarding colonization, including plants inoculated with *R. irregularis*. In sterilized soil, plants inoculated with *R. irregularis* were all significantly more colonized than the non-inoculated ones. Still in sterilized soil, dual inoculation, AMF and *Rhizobium*, did not significantly change the colonization level compared to plants inoculated with the AMF alone (Figure 3).

### Nodulation assessment

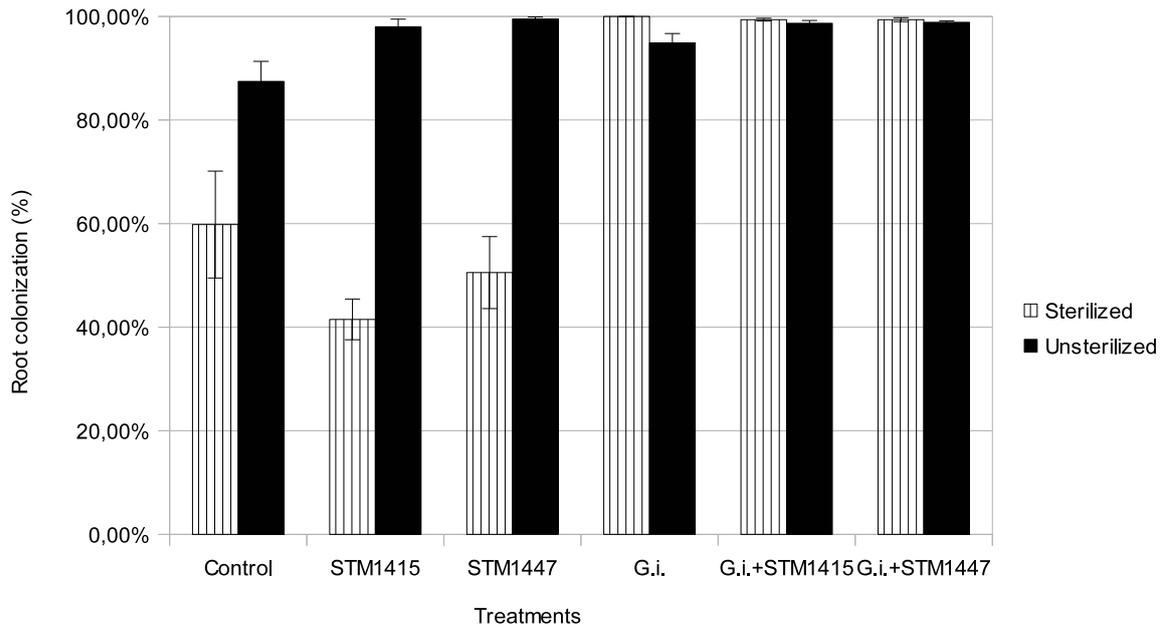
The soil sterilization process did not produce any significant differences for plant nodulation between sterilized and unsterilized soils.

Only *Bradyrhizobium* spp. strain STM1447, when inoculated alone, significantly increased nodulation compared to control and *R. irregularis* treatments. Plants dually inoculated with both *Rhizobium* strains and *R. irregularis* and those inoculated with STM1447 alone had similar level of nodulation compared to each other (Figure 4).

**Table 2**

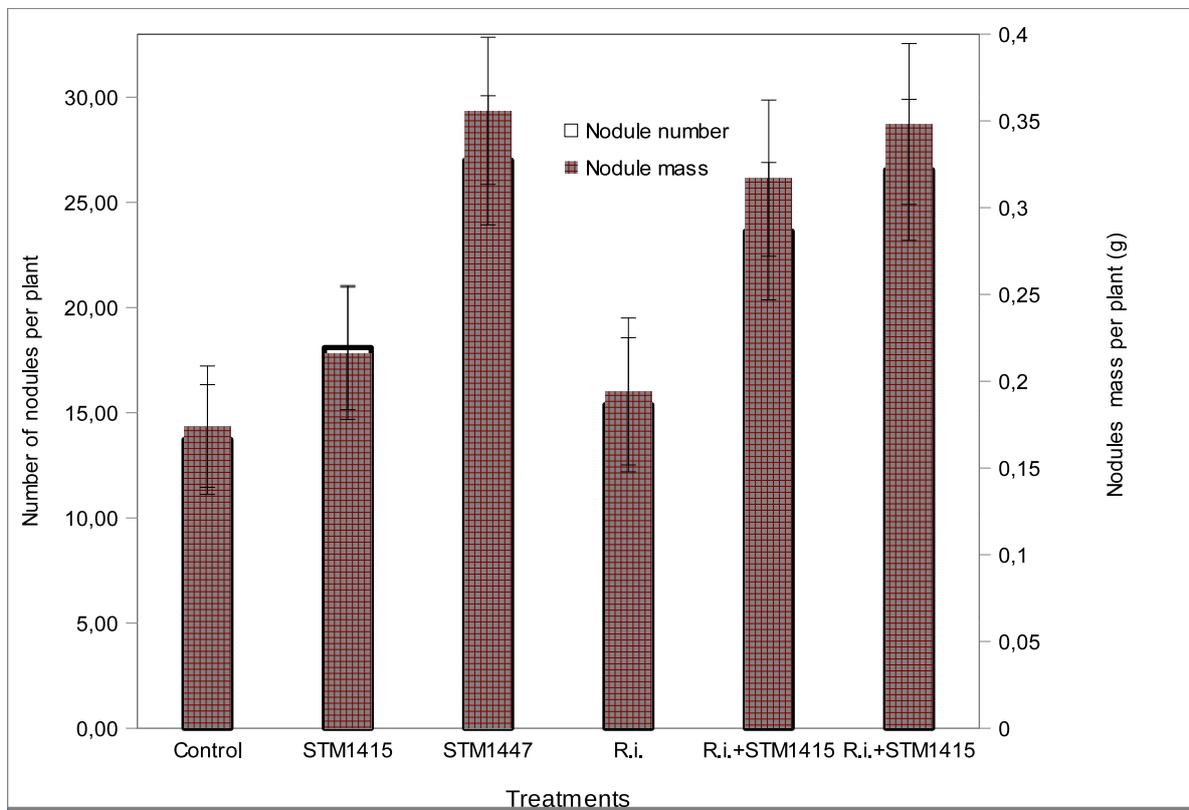
Effects of Bradyrhizobium strains (STM1415 and STM1447) and AM fungi *R. irregularis* (R.i.) inoculation on height (cm), total dry mass (g), shoot dry mass (g), root dry mass(g) and Shoot/Root ratio of *M. latispinosa* 20 weeks after inoculation in unsterilized (US) and sterilized (S) soil.

Soil	Treatment	Height (cm)	Total dry mass (g)	Shoot dry mass (g)	Root dry mass (g)	Shoot:Root ratio
US	Control	6.90 b	0.57 b	0.22 b	0.36 b	0.61 b
	STM1415	6.25 b	0.57 b	0.20 b	0.37 b	0.54 b
	STM1447	8.03 b	0.78 b	0.30 b	0.48 b	0.63 b
	R.i.	6.63 b	0.57 b	0.21 b	0.36 b	0.58 b
	R.i.+STM1415	7.03 b	0.66 b	0.28 b	0.38 b	0.74 b
	R.i.+STM1447	7.09 b	0.63 b	0.24 b	0.40 b	0.60 b
	Means	6.99 b	0.63 b	0.24 b	0.39 b	0.62 b
S	Control	9.59 a	1.39 a	0.58 a	0.81 a	0.72 a
	STM1415	9.45 a	1.04 a	0.45 a	0.59 a	0.76 a
	STM1447	9.78 a	0.99 a	0.40 a	0.58 a	0.69 a
	R.i.	10.84 a	1.54 a	0.66 a	0.88 a	0.75 a
	R.i.+STM1415	9.64 a	1.10 a	0.47 a	0.63 a	0.75 a
	R.i.+STM1447	11.11 a	1.38 a	0.56 a	0.83 a	0.67 a
	Means	10.07 a	1.24 a	0.52 a	0.72 a	0.72 a



Means (n= 8) with different letters are significantly different according to Tukey's test ( $P < 0.05$ ). Error bars correspond to standard errors.

**Figure 3:** Effects of *Bradyrhizobium* spp. strains (STM1415 and STM1447) and AMF *R. irregularis* (R.i.) inoculation on root colonization (%) assessed by hyphal and vesicle structures on *M. latispinosa* 20 weeks after inoculation.



Means (n= 40) with different letters are significantly different according to Tukey's test ( $P < 0.05$ ). Error bars correspond to standard errors.

**Figure 4:** Effect of *Bradyrhizobium* strains (STM1415 and STM1447) and AMF *R. irregularis* (R.i.) inoculation on nodule number and nodule mass per plant of *M. latispinosa* 20 weeks after inoculation.

## Discussion

Results show that plants in tyndallized soil grow better than in unsterilized soil, which are corroborated by other studies (33, 40).

Although this was not investigated in the present study, it is known that soil tyndallization kills pathogens and other harmful organisms and may also release nutrients such as potassium resulting in improved plant performance as reported by other investigators (4, 38). On the other hand, *R. irregularis* is a strain isolated from a boreal environment in Quebec, Canada. Despite its wide ecological valence it is possible that this strain is less efficient in a tropical environment.

It is well known that there are significant phenotypic variations in the efficiency of arbuscular mycorrhizal strains within a species depending on the original growth conditions of those strains and on the population from which it has been isolated (3, 6, 17, 20).

At the colonization level, plants inoculated with *R. irregularis* in tyndallized soil are significantly more colonized than non-inoculated plants, indicating that the inoculated AMF has developed and entered the roots of *M. latispinosa*.

Because of technical problems, however, it was not possible to use refined molecular techniques to monitor the persistence of the introduced microbial inoculants and assess their competitiveness with the native inoculum and the possible contamination during the 20-week period of the experiment. Other studies have also reported cross-contamination through arbuscular mycorrhizal spore dispersal by zoochory, hydrochory or anemochory (19, 32).

At the nodulation level, absence of significant differences between tyndallized and untyndallized soils may indicate that the soil rhizobial inoculum was too low or that sterilization was incomplete. On the other hand, it could also mean that the contamination was important in tyndallized soil. Moreover, non-inoculated plants had an important nodulation, indicating a possible cross-contamination of nodulating bacteria from the surrounding inoculated plants, or from the seeds themselves. Although differences were not significant, nodulation resulting from inoculation with STM1415 was improved upon dual inoculation with *R. irregularis*. This suggests a potential synergistic effect between those two strains for nodulation (3, 21, 31). Other studies also have reported that increase of nodulation with co-inoculation of *arbuscular mycorrhizas* and *Rhizobium* could result from improved phosphorus nutrition (3, 15, 30). However, our results also have clearly shown that the synergistic effect appears to be strain-dependent since the double and single inoculation of STM 1447 and *R. irregularis* yielded the same nodulation effect (Figure 4).

## Conclusion

Our results have shown that neither of the strains of AMF nor *Bradyrhizobium* spp. inoculated alone or dually promoted significantly the growth of *M. latispinosa*. This nursery study shows that tyndallization of the substrate significantly increased plant growth compared to untyndallized soil. It is necessary to pursue the monitoring after outplanting to determine if the trends observed in nursery are sustained in the impoverished demineralized soil after mining operations (Table 1). Future research should continue to isolate and identify native symbiotic strains found into the soil in order to test them in nursery and to select the most ecologically adapted and effective ones in the field. Also, other nitrogen-fixing bacteria that have already been isolated from the eastern part of Madagascar by the National Center for Environmental Research (CNRE) of Madagascar could be tested in nursery (29).

Given the current status of knowledge, results from the present study suggests to sterilize the topsoil in order to improve growth and to proceed with further investigations on native mycorrhizal and rhizobial strains for inoculation on *M. latispinosa*.

## Acknowledgements

This work was funded by the program "Partenariat Universités-Entreprises pour le Développement (PUED)", Hydro-Québec Équipement and the Agence Universitaire de la Francophonie (AUF).

We also thank Premier Tech Biotechnologies Ltd. for providing the commercial mycorrhizal inoculum; M. E. Beaulieu and A. Gagné of the Centre for Forest Research (CEF) and Institute for Systems and Integrative Biology (IBIS), Université Laval, for coordinating the acquisition of research materials and all the technical staff at the Qit Madagascar Minerals (QMM), for their advice and support during the field work.

## Literature

1. Ames R.N., Reid C.P.P. & Ingham E.R., 1984, Rhizosphere bacterial population responses to root colonization by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *New Phytol.*, **96**, 555-563.
2. Ames R.N., Thiagarajan T.R., Ahmad M.H. & McLaughlin W.A., 1991, Co-selection of compatible rhizobia and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for cowpea in sterilized and non-sterilized soils, *Biol. Fertil. Soils*, **12**, 112-116.
3. Barea J.M. & Azcon-Aguilar C., 1983, *Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants*. pp. 1-54. In: Brady N.C., 1984, *Advances in agronomy*, 36. Academic Press Inc. 457 p.
4. Brito I., de Carvalho M. & Goss M., 2009, Chapter 19, Techniques for Arbuscular *Mycorrhiza* Inoculum Reduction pp 307-318. In: Varma A. & Kharkwal A.C., *Symbiotic Fungi*, *Soil Biol.*, **18**, 337.
5. Carpenter F.L., Nichols J.D., Pratt R.T. & Young K.C., 2004, Methods of facilitating reforestation of tropical degraded land with the native timber tree, *Terminalia amazonia*, *For. Ecol. Manage.*, **202**, 281-291.
6. Campagnac E. & Khasa D.P., 2013, Relationship between genetic variability in *Rhizophagus irregularis* and tolerance to saline conditions, *Mycorrhiza*, **24**, 121-129.
7. Dowling D.N. & Broughton W.J., 1986, Competition for nodulation of legumes, *An. Rev. Microbiol.*, **40**, 131-57.
8. Du Puy D.J., 2002, The Leguminosae of Madagascar, *Curtis's Bot. Mag.*, **14**, 4, 231-241.
9. De Faria S.M., Lewis G.P., Sprent J.I. & Sutherland J.M., 1989, Occurrence of Nodulation in the *Leguminosae*, *New Phytol.*, **111**, 4, 607-619.
10. Fortin J.A., Plenchette C. & Piché Y., 2008, Les mycorhizes: *La nouvelle révolution verte*. MultiMondes. Québec, Canada. 129 p.
11. Franco A.A. & de Faria S.M., 1997, The contribution of N<sub>2</sub>-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics, *Soil Biol. Biochem.*, **29**, 516, 897-903.
12. Fraser T., Nayyar A., Ellouze W., Perez J., Hanson K., Germida J., Bouzid Z. & Hamel C., 2009, *Arbuscular mycorrhiza: where nature and industry meet*. pp 71-86. In: Khasa D., Piché Y. & Coughlan A.P., *Advances in Mycorrhizal Science and Technology*. National Research Council of Canada. 197 p.
13. Giovannetti M. & Mosse B., 1980, An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots, *New Phytol.*, **84**, 489-500.
14. Gould A.B. & Liberta A.E., 1981, Effects of Topsoil Storage during Surface Mining on the Viability of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza, *Mycologia*, **73**, 5, 914-22.
15. Khan M.K., Sakamoto K. & Yoshida T., 1995, Dual inoculation of peanut with *Glomus* sp. and *Bradyrhizobium* sp. enhanced the symbiotic nitrogen fixation as assessed by 15N-technique. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **41**, 4, 769-779.
16. Khasa P., Furlan V., Fortin J.A., 1992, Response of some tropical plant species to endomycorrhizal fungi under field conditions. *Trop. Agric.*, **69**, 3, 279-283.
17. Koch A.M., Kuhn G., Fontanillas P., Fumagalli L., Goudet J., & Sanders I.R., 2004, Genetic variability in a population of arbuscular mycorrhizal fungi causes variation in plant growth. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **101**, 8, 2369-2374.
18. Lambert D.H., Baker D.E. & Cole Jr.H., 1979, The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper, and other Elements, *Soil Sci. Soc. Am.*, **43**, 976-680.
19. Mcilvenn W.D. & Cole Jr H., 1976, Spore dispersal of *Endogonaceae* by worms, ants, wasps, and birds, *Can. J. Bot.*, **54**, 1486-1489.
20. Munkvold L., Kjølner R., Vestberg M., Rosendahl S. & Jakobsen I., 2004, High functional diversity within species of arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.*, **164**, 357-364.
21. Pacovsky R.S., Fuller G. & Stafford A.E., 1986, Nutrient and growth interactions in soybeans colonized with *Glomus fasciculatum* and *Rhizobium japonicum*, *Plant Soil*, **92**, 37-45.
22. QIT Madagascar Minerals S.A. (QMM), 2001, *Projet Ilménite – Étude d'impact social et environnemental*, vol. I. Rapport déposé auprès de l'Office National pour l'Environnement de Madagascar.
23. Quoreshi A., 2008, *The Use of Mycorrhizal Biotechnology in Restoration of Disturbed Ecosystem* pp 303-320, In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S., Futai K., *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*. Springer. Ottawa, Canada, 362 p.
24. Quoreshi A. & Khasa D.P., 2008, Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on root colonization, growth, and nutrient uptake of aspen and balsam poplar, *Biomass Bioenerg.*, **32**, 381-391.
25. Quoreshi A., Piché Y. & Khasa D.P., 2008, Field performance of conifer and hardwood species 5 years after nursery inoculation in the Canadian Prairie Provinces, *New For.*, **35**, 3, 235-253
26. Quoreshi, A., Roy S., Greer C.W., Beaudin J., McCurdy D. & Khasa D.P., 2007, Inoculation of green alder (*Alnus crispa*) with *Frankia*-ectomycorrhizal fungal inoculant under commercial nursery production conditions, *Native Plants J.*, **8**, 3, 271-281.
27. Rabenantoandro J., Randriatafika F. & Lowey P.P., 2007, *Caractéristiques floristiques et structurales des sites de forêts littorales résiduelles dans la région de Tolagnaro* pp 65-94. In: Ganzhorn J.U., Goodman S.M. & Vincelette M., *Biodiversity, Ecology and Conservation of Littoral Ecosystems in Southeastern Madagascar*, Tolagnaro (Fort-Dauphin). SI/MAB Series Editor. Washington DC, USA, 410 p.

28. Rarivoson C. & Mara R., 2007, *La pépinière de Mandena, un exemple pour la production de plantes adaptées à la réhabilitation après exploitation minière* pp 317-322 in: Ganzhorn J.U., Goodman S.M. & Vincelette M., *Biodiversity, Ecology and Conservation of Littoral Ecosystems in Southeastern Madagascar*, Tolagnaro (Fort-Dauphin). SI/MAB Series Editor. Washington DC, USA. 410p.
29. Rasolomampianina R., Bailly X., Fetiariison R., Rabevohitra R., Béna G., Ramarason L., Raherimandimby M., Moulin L., De Lajudie P., Dreyfus B. & Avarre J.C., 2009, Nitrogen-fixing nodules from rose wood legume trees (*Dalbergia* spp.) endemic to Madagascar host seven different genera belonging to  $\alpha$ - and  $\beta$ -Proteobacteria, *Mol. Ecol.*, **14**, 4135–4146.
30. Redecker D., von Berswordt-Wallrabe P., Beck D.P. & Werner D., 1997, Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on stable isotopes of nitrogen in *Phaseolus vulgaris*, *Biol. Fertil. Soils*, **24**, 344-346.
31. Sharma A.K. & Johri B.N., 2002, *Arbuscular-mycorrhiza and plant disease*. Pp 69-96, In: Sharma A.K. & Johri B.N., *Arbuscular mycorrhizae. Interactions in plants, rhizosphere and soils*. Science. Publishers Inc. Enfield, N-H, USA, 311 p.
32. Smith S.E. & Read D.J., 2008, *Mycorrhizal Symbiosis*, Third Edition. Academic Press, Inc. Boston, USA, 787 p.
33. Smith F.A. & Smith S.E., 1981, Mycorrhizal infection and growth of *Trifolium subterraneum*: use of sterilized soil as a control treatment, *New Phytol.*, **88**, 299-309.
34. Somasegaran P. & Hoben H.J., 1985, *Methods in legume-rhizobium technology*. University of Hawaii NifTAL Project and MIRCEN. Hawaii, USA, 93p.
35. Sprent J.I., 2005, Chapter 7 – Nodulated legume trees pp.113-141. In: Werner D. & Newton W.E., *Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment*. Springer. Dordrecht, Netherlands, 347 p.
36. Steel G.D.R., Torrie J.H., Dickey D.A., 1997, *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3<sup>rd</sup> edition. McGraw-Hill series in probability and statistic. New York, USA, 666 p.
37. Stockinger H., Walker C. & Schüßler A., 2009, *Glomus intraradices* DAOM197198', a model fungus in arbuscular mycorrhiza research, is not *Glomus intraradices*, *New Phytol.*, **183**, 1176–1187.
38. Trevors J.T., 1996, Sterilization and inhibition of microbial activity in soil, *J. Microbiol., Methods*, **26**, 53-59.
39. Vincelette M., Dumouchel J., Giroux J. & Heriarivo R., 2007, *Brève revue de la géologie, de l'hydrologie et de la climatologie de la région de Tolagnaro* (Fort-Dauphin) pp 9-18. In: Ganzhorn J.U., Goodman S.M. & Vincelette M., *Biodiversity, Ecology and Conservation of Littoral Ecosystems in Southeastern Madagascar*, Tolagnaro (Fort-Dauphin). SI/MAB Series Editor. Washington DC, USA. 410 p.
40. Vosátka M., 1994, Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and mycorrhizal infection of transplanted onion. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **53**, 151-159.

G. Sarasin, Canadian, M.Sc., Graduate student, University Laval, Canada.

I. M. Behavana, Malagasy, Master, University of Mahajanga, Mahajanga, Madagascar.

N. Rakotoarimanga Malagasy, PhD, Researcher and Professor, National Center of Research on Environment, Mahajanga, Madagascar.

F. Randriatafik, Malagasy, DEA, Head of Biodiversity Conservation Services, Rio Tinto/Qit Madagascar Minerals, Mahajanga, Madagascar.

H. Ramanankierana, Malagasy, PhD, Researcher and Professor, National Center of Research on Environment, Mahajanga, Madagascar.

J. Rabenantoandro, Malagasy, DEA, Director of Environment, Rio Tinto/Qit Madagascar Minerals, Mahajanga, Madagascar.

# Analyse comparative de la rentabilité des systèmes de production de coton biologique, conventionnel et transgénique au Burkina Faso

G. Vognan<sup>1\*</sup>, L. Glin<sup>1</sup>, I. Bamba<sup>1</sup>, B.M. Ouattara<sup>1</sup> & G. Nicolay<sup>2</sup>

**Keywords:** Gross margin- Sensitivity analysis- Cotton system- Burkina Faso

## Résumé

*Cette recherche vise à comparer la rentabilité du système coton (coton et cultures de rotation) selon les trois modes de production (conventionnel, biologique et transgénique). L'étude s'est déroulée au Burkina Faso sur un échantillon de 180 exploitations dont 60 en système coton biologique, 60 en système coton transgénique et 60 en système coton conventionnel. Il ressort des résultats que les coûts de production des diverses spéculations en modes de production transgénique et conventionnel sont plus élevés que ceux du mode biologique. Les différences entre les coûts de production des trois modes de production sont hautement significatives en particulier pour le coton, le maïs, le sorgho et l'arachide. Sur le plan de la rentabilité, il n'y a pas de différence significative entre les marges dégagées par les différents modes de production du coton. Par contre, l'analyse de la sensibilité a montré que le coton biologique est plus résilient sur le plan financier face aux fluctuations des prix du coton et des intrants chimiques. En somme, la production du coton biologique apparaît comme une option viable sur le plan socioéconomique et pourrait être considérée comme une opportunité dans la lutte pour l'éradication de la pauvreté dans le contexte particulier de changement climatique.*

## Summary

### Comparative Analysis of the Profitability of Organic, Conventional, and Transgenic Cotton Farming Systems in Burkina Faso

*This research aimed to compare the profitability of cotton cropping systems (cotton and rotation crops) according to three production modes: organic, conventional, and transgenic. The study was conducted in Burkina Faso on a sample of 180 households of which 60 households from organic cotton system, 60 households from conventional cotton system, and 60 households from transgenic cotton system. It came out that the production costs of the various crops in the transgenic and conventional systems are higher than those of the organic system. The differences in the production costs for the three modes of production are highly significant especially for cotton, corn, sorghum and groundnut. In terms of profitability, there's no significant difference in the margins generated by the different modes of cotton production. On the other hand, the sensitivity analysis revealed that organic cotton is financially more resilient to cotton price fluctuation and chemical inputs cost. Actually, organic cotton production seems to be a viable option to alleviate poverty in the present context of climate change.*

<sup>1</sup>Programme Coton de l'Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA)

<sup>2</sup>Institut de recherche en agriculture biologique, Frick, Switzerland

\*Auteur correspondant: EMail: vognang@yahoo.fr

Reçu le 18.06.15 et accepté pour publication le 31.03.16

## Introduction

L'agriculture constitue de loin le premier secteur d'activités en Afrique subsaharienne au regard de la part de la population active qu'elle occupe et de son importance dans les revenus des ménages et des pays. En effet, le secteur agricole emploie environ 60% de la population et contribue pour environ 30% au Produit Intérieur Brut (18). En Afrique de l'Ouest en particulier, le coton domine l'ensemble du système agricole compte tenu de son importance historique et économique et son rôle moteur sur les autres spéculations. Le coton constitue la principale source de revenus pour plus de deux millions de producteurs et contribue pour environ 25-45% des revenus d'exportation des pays producteurs (1, 21). Les infrastructures physiques et institutionnelles de la filière coton profitent aux autres spéculations, notamment les céréales (maïs, sorgho, mil) qui constituent la base de la sécurité alimentaire de la sous-région (22). Toutefois, la culture du coton reste sujette à de nombreux débats en termes d'impacts socioéconomiques et environnementaux. Aujourd'hui, on observe différents modes de production de coton dans la sous-région ouest africaine, notamment le mode conventionnel avec l'utilisation des produits chimiques de synthèse qui reste le système dominant; le mode transgénique (génétiquement modifié) qui a émergé au milieu des années 2000s dans quelques pays, en particulier le Burkina Faso; et le mode biologique qui a démarré certes il y a plus d'une décennie, mais reste limitée en terme de taille d'opération (moins d'1% du volume du conventionnel).

Compte tenu de l'impact négatif, de plus en plus reconnu, du coton conventionnel sur l'environnement et la santé (humaine et animale), les systèmes alternatifs (biologique et transgénique) sont perçus comme des options de durabilité surtout dans le contexte particulier de changement climatique. En effet, diverses études ont mis en évidence les effets négatifs de la production du coton conventionnel sur les ressources naturelles, la biodiversité, l'environnement, la santé humaine et animale (11, 25).

D'autres études ont aussi montré que la culture du coton conventionnel détériorerait les conditions socioéconomiques des producteurs (7) et aggraverait la pauvreté rurale même si les discours officiels suggèrent autrement.

Ces études mettent en avant la baisse tendancielle des cours mondiaux du coton qui contraste avec la hausse des prix des intrants chimiques et le phénomène de subvention des agriculteurs dans les pays du Nord qui affecte la compétitivité des productions du Sud. Ainsi, les options alternatives sont de plus en plus privilégiées pour allier la trilogie économie-environnement-développement social.

Toutefois, les contributions potentielles ou réelles de chacune de ces nouvelles options à inverser le manque ou l'absence de durabilité du système conventionnel restent peu élucidées.

Si la plupart des études s'accordent à reconnaître que le mode de production biologiques améliore dans la durée la fertilité du sol, la biodiversité et l'environnement (2, 8, 16, 19, 27), il y a encore assez de questionnement quant à sa rentabilité financière compte tenu des rendements relativement bas. En ce qui concerne le système transgénique, bon nombre d'auteurs et organisations soutiennent ses avantages notamment en matière d'économie en volume de pesticides chimiques de synthèse et donc de limitation de l'impact environnemental.

D'autres auteurs soutiennent le contraire en évoquant les risques liés à l'environnement et à la santé tout en remettant en cause son efficacité technico-économique. En particulier, les déboires et expériences peu réconfortantes en Inde ou en Afrique du Sud avec la résurgence de la résistance et l'endettement des producteurs constituent quelques-unes des illustrations. Diverses études ont montré que le succès de l'introduction des cultures génétiquement modifiées est variable et dépend de l'environnement ou de l'agrosystème dans lequel ils sont cultivés (15, 27). Il est à préciser que dans la région ouest-africaine, le Burkina Faso constitue jusqu'aujourd'hui le seul pays qui a adopté le coton transgénique dans la perspective de modernisation de l'économie cotonnière, de l'accroissement du revenu des producteurs et de l'atténuation de l'impact environnemental du coton (27).

Les autres pays producteurs de coton (Bénin, Mali, Sénégal, Côte d'Ivoire) restent dans une position attentiste observant jusqu'où l'expérience burkinabè pourrait conduire. Au total, il y a peu d'évidences scientifiques sur les avantages réels des modes alternatifs qui sont censés inverser les effets négatifs de la production conventionnelle. Ainsi, producteurs et décideurs politiques restent perplexes quant à la meilleure option à promouvoir. Cette recherche vise à contribuer à clarifier cette question sous l'angle socioéconomique en comparant les performances financières et économiques du système coton (coton et cultures de rotation) selon les trois modes de production: conventionnel, biologique et transgénique. Les cultures de rotation du coton considérées incluent le maïs, le sorgho, le mil, le niébé et l'arachide. Notons que la décision et l'engagement à produire tel type de coton relèvent du choix des organisations de producteurs et des producteurs individuels même si la politique cotonnière actuelle semble mettre l'accent sur le coton transgénique qui occupe déjà plus de 50% des emblavures totales en coton.

L'étude fournira des éléments d'aide à la décision aux décideurs politiques, aux organisations de producteurs et aux agriculteurs individuels. Elle pourra aussi contribuer aux débats en cours sur les options de production adaptées à la sécurité alimentaire et l'éradication de la pauvreté dans un contexte de changement climatique.

### Matériel et méthode

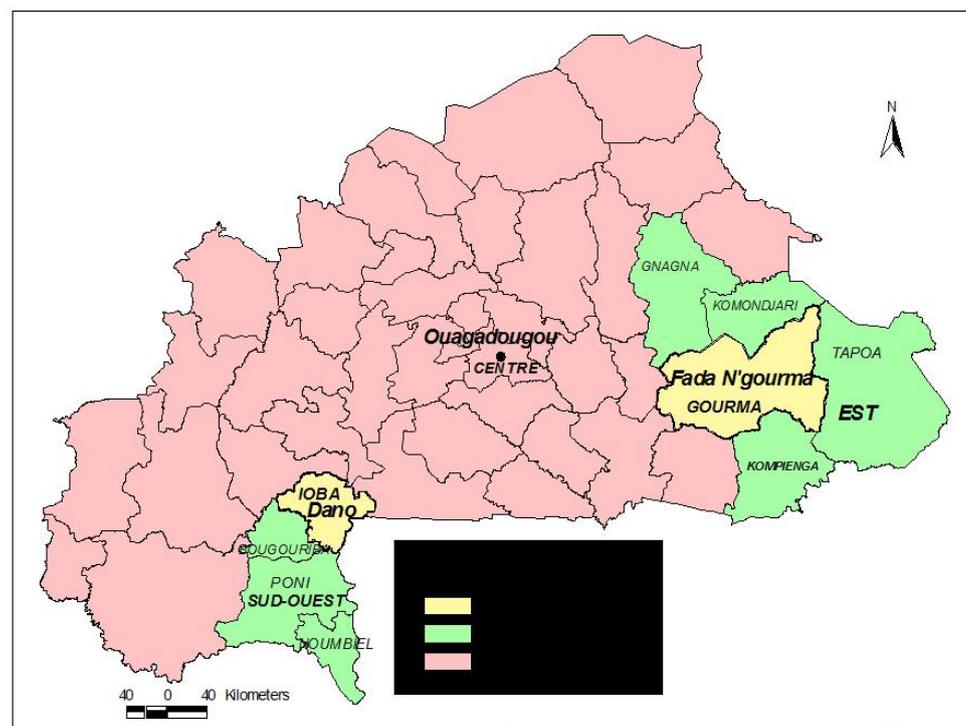
#### Choix de la zone d'étude et sélection des exploitations

Cette étude s'est déroulée dans deux zones où coexistent les trois modes de production, notamment la zone de Dano et la zone de Fada N'gourma. La zone de Dano est située dans la province du loba dans la région du Sud-Ouest (11°17'N 3°6'W) et celle de Fada dans la province du Gourma dans la région de l'Est (12°4'N 0°21'E). Elles se caractérisent par un climat du type soudanien caractérisé par une saison pluvieuse de Mai à Octobre et une saison sèche de Novembre à Avril et une hauteur de pluviométrie se situant entre 750 et 1100 mm par an. Le choix de ces zones se justifie par le fait que l'on retrouve les trois modes de coton cultivés au Burkina Faso à savoir le coton biologique, le coton conventionnel et le coton transgénétique ou coton génétiquement modifiés (OGM). Dans chaque zone deux à trois villages ont été choisis de manière aléatoire pour constituer un échantillon de 180 exploitations dont 60 du système biologique, 60 du système conventionnel et 60 du système transgénétique.

Le choix des producteurs pour chaque système a été fait de manière aléatoire. La carte 1 indique la localisation géographique des zones d'étude.

#### Collecte des données

La collecte des données a été réalisée durant deux campagnes: 2012-2013 et 2013-2014. Pour atteindre les objectifs de l'étude, c'est-à-dire l'analyse comparative des coûts de production et de la rentabilité des trois modes de production, nous avons procédé par l'élaboration de budget de culture. Différents types de budgets peuvent être distingués (17). Pour évaluer l'impact de l'adoption de pratiques agricoles durables, ce sont les budgets d'entreprise et les budgets partiels qui sont les méthodes les plus couramment utilisées (3). Dans le cadre de cette recherche, nous avons appliqué le budget partiel. Les budgets partiels incluent divers produits, mais s'en tiennent uniquement aux éléments de coût et bénéfice susceptibles de changement significatif à la suite de modification introduite dans les pratiques de production agricoles durables, ce sont les budgets d'entreprise et les budgets partiels qui sont les méthodes les plus couramment utilisées (3). Nous avons appliqué le budget partiel sur le coton et l'ensemble des cultures de rotation (sorgho, mil, maïs, niébé, arachide) pour les exploitants retenus (biologiques, conventionnels et transgénétiques).



Source: IGB\_BF2

2014

Auteur: B.M.OUATTARA

Carte 1: Localisation des zones d'étude.

Des fiches de suivi agro-économiques ont servi pour la collecte des données sur les superficies emblavées, les coûts variables (les intrants, les temps de travail et les coûts des opérations culturales de la préparation du sol jusqu'à la récolte), les quantités d'outputs et les prix pour chacune des spéculations concernées dans les exploitations retenues. Ces fiches ont été administrées aux chefs des exploitations sélectionnées par des enquêteurs qui ont séjourné dans les villages pendant les deux campagnes durant les mois de juillet à décembre. Le tableau 1 renseigne sur les prix des diverses spéculations suivant les trois modes de production. En dehors du coton dont le prix varie selon les modes de production, les prix des autres spéculations sont les mêmes pour tous les systèmes. En effet, à l'opposé du coton qui est intégré dans le marché international et vendu à différents prix (avec un premium pour le biologique), les autres spéculations sont vendues sur les mêmes marchés locaux.

### Analyse des données

Les données saisies et apurées ont été analysées pour donner des statistiques descriptives sur les variables et indicateurs retenus. Le logiciel Excel a permis de générer les tableaux et graphiques et Xlstat version 2007 a permis de comparer statistiquement les moyennes entre les différents systèmes. Les coûts des intrants (semence, insecticide, NPKSB, urée, herbicide) ont été évalués en tenant compte des quantités réelles appliquées et de leurs prix de cession aux producteurs. Le coût de la main-d'œuvre tient compte de toutes les opérations culturales (labour, semis, sarclage, épandage, traitement phytosanitaire, etc.) effectuées par la main-d'œuvre familiale et salariée.

Le coût de la main-d'œuvre ainsi que les temps des travaux consacrés aux opérations culturales proviennent des résultats d'enquête menées au niveau des exploitations. Les coûts variables représentent le coût des intrants et de la main-d'œuvre salariée.

**Tableau 1**

Prix moyen par unité (kg) pour les diverses spéculations sous les 3 systèmes au cours des campagnes 2012-2013 et 2013-2014.

	Bio	OGM	Conv
Spéculations			
Coton	350	245	245
Mais	130	130	130
Sorgho	170	170	170
Mil	170	170	170
Niébé	263	263	263
Arachide	175	175	175

Les coûts totaux comprennent le coût total des intrants et le coût total de la main d'œuvre (familiale et salariée) et les coûts fixes (intérêts payés, amortissement ou frais de location de matériel, impôts et taxes payés, salaires versés, etc.) autres. Pour les besoins de cette étude, nous nous en tenons seulement aux coûts variables.

Les principaux paramètres de comparaison retenus sont les coûts variables de production et la marge brute. Par ailleurs, une analyse de la sensibilité de la marge brute par rapport aux variations du prix des intrants et du prix de vente du coton graine a été réalisée.

Les formules de calcul sont décrites ci-dessous:

- *Coûts variables* sont calculés par la formule I:

$$CV = \sum CV_i \quad I$$

avec  $CV_i$  la valeur en FCFA du coût variable  $i$  de production.

- *Evaluation de la marge brute* est calculée par la formule II:

$$\text{Marge brute} = \text{Produit brut} - \text{Coûts variables} \quad II$$

Des tests de comparaison de moyenne sont effectués pour comparer les performances (coûts variables et marges brutes) des trois systèmes.

Les significativités ont été testées à partir de Xlstat 2007 en considérant la moyenne de Fisher au seuil de 5%.  $Pr$  c'est la probabilité. Si  $Pr \leq 5\%$ , la différence entre les moyennes est dite significative «S». Mais si  $Pr > 5\%$  alors la différence entre les moyennes n'est pas significative «NS» «Non significative». Si  $Pr \leq 1\%$ , la différence entre les moyennes est dite hautement significative «HS».

Les lettres a, b et c identifient le type de regroupement fait en fonction des écarts entre ces moyennes.

Enfin, une analyse de sensibilité a été faite pour ressortir l'influence des variations des prix des facteurs de production (notamment les intrants chimiques) et des prix de vente (du coton) respectivement sur les coûts de production et la rentabilité (marge brute) des trois systèmes de production. Le bien-fondé de cette analyse tient d'une part au fait que les intrants chimiques étant subventionnés, les prix pratiqués ainsi que les résultats financiers ne reflètent pas forcément les performances intrinsèques des modes de production bénéficiaires de ces distorsions.

Ainsi, pour mieux apprécier la vérité des performances intrinsèques des divers modes de production des scénarii de variation (augmentation) des prix des intrants chimiques de 20%, puis 30% ont été appliqués.

A titre d'exemple, le taux de subvention pour les engrais au Burkina Faso varie entre 45 et 50% (28). En outre, compte tenu du caractère volatile et peu maîtrisé des prix des produits agricoles, notamment les prix du coton, déterminés par la loi de l'offre et de la demande sur le marché international, nous avons simulé des variations à la baisse du prix de vente du kg de coton dans l'ordre de 10%, 20%, 30% pour apprécier dans quelle mesure cela affecterait la rentabilité (marge brute) des trois modes de production;

## Résultats

### Principales caractéristiques des trois systèmes de production du coton

L'accès à la terre est une condition *sine qua non* de la production agricole et un déterminant important de l'adoption des technologies de maintien et de restauration de la fertilité du sol. De manière générale, les producteurs enquêtés sont de petits exploitants disposant moins de 10 hectares comme superficie disponible.

La superficie moyenne disponible est de 6,85 ha dans les exploitations biologiques contre 8,2 ha dans le système conventionnel et 7,2 ha dans le système transgénique. En ce qui concerne le mode d'accès à la terre, la grande majorité des producteurs enquêtés (92,86%) détiennent un droit de propriété sur leur terre. Le mode de faire-valoir dominant est l'héritage. Dans le système biologique, 96,66% des producteurs sont des propriétaires terriens contre 100% dans le système conventionnel et 88,8% dans le système transgénique.

L'âge moyen des producteurs enquêtés est respectivement de 36 ans, 41 ans et 33 ans dans les systèmes biologique, conventionnel et transgénique. La taille moyenne des ménages agricoles est respectivement de 10 membres, 8 membres et 9 membres dans les systèmes biologique, conventionnel et transgénique.

Le nombre moyen d'actifs agricoles est de 5 personnes dans les systèmes biologique et conventionnel et 4 dans le système transgénique avec une différence significative au seuil de 5% (test de Fisher).

En termes d'occupation du sol, dans le système biologique, le mil représente environ 21% de la superficie totale, suivi du maïs 20%, du coton bio 17,5% et enfin du sorgho 15,7%. Dans le système conventionnel le coton occupe 19% de la superficie et vient en seconde position après le sorgho (21%). Le mil et le maïs viennent successivement en 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> position en occupant 17% et 14% de la superficie totale de l'exploitation. Dans le système transgénique, le coton et le sorgho sont les cultures les plus dominantes car elles occupent chacune 24% de la superficie totale. Elles sont suivies par le sésame (16,3%) et le maïs (15,4%).

S'agissant des intrants, les systèmes conventionnel et transgénique dépendent des sociétés cotonnières qui leur distribuent sous forme de crédit (crédit intrants) par le biais des organisations de producteurs les semences et les produits chimiques de synthèse (pesticides chimiques, engrais minéraux et herbicides) nécessaires.

Par contre, dans le système biologique les producteurs mobilisent ou fabriquent localement la grande partie des intrants notamment la fumure organique (bouse de vache, compost) et les ingrédients nécessaires pour la préparation des biopesticides (graines de neem, piment, etc.). Notons aussi que par l'intermédiaire de l'UNPCB (Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso) les producteurs biologiques ont aussi accès au batik (pesticide autorisé dans l'agriculture biologique) pour la protection phytosanitaire du cotonnier, et aux semences de coton. En effet, l'UNPCB reçoit de l'INERA (Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles) des semences de pré-base conventionnelles qu'il multiplie dans un dispositif séparé (du conventionnel) pour les producteurs du coton biologique. Toutefois, le risque de contamination avec les semences transgéniques s'accroît de plus en plus et exige un dispositif strict de contrôle et de surveillance dans toute la chaîne de production semencière. Enfin, il faut mentionner que dans le système biologique toutes les spéculations qui rentrent en rotation avec le coton sont aussi produites suivant les normes de l'agriculture biologique même si la certification porte uniquement sur le coton. Le coton biologique (fibre) est exporté alors que les autres spéculations biologiques sont vendues sur le marché local.

L'organisme de certification du coton biologique au Burkina Faso est Ecocert International, une société agréée par l'Union Européenne.

La décision de s'engager dans un système particulier de production relève essentiellement du choix des organisations de producteurs et des producteurs individuels. Pour le cas particulier du système biologique, la présence dans la zone de production d'une organisation de promotion pouvant offrir l'encadrement technique et organisationnel est indispensable. Depuis 2004, Helvetas (Swiss Intercooperation)-Burkina constitue la principale organisation promotrice de coton biologique au Burkina Faso.

### Comparaison des rendements

Parmi les trois systèmes en comparaison, le système transgénique enregistre le meilleur rendement de coton graine avec une différence de 128% par rapport au système biologique et de 15% par rapport au système conventionnel. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre le système biologique et les deux autres systèmes. Par contre, la différence de rendement entre le coton conventionnel et le coton transgénique n'est pas significative au seuil de 5% selon le test de Fischer. Au niveau du maïs, le système biologique obtient également le plus faible rendement avec une baisse de 16% et de 9% respectivement par rapport aux systèmes transgénique et conventionnel. Par rapport au système conventionnel, le rendement du maïs est amélioré de 8% dans le système transgénique. Il n'y a pas de différence significative entre les rendements de maïs dans les trois systèmes. Avec le sorgho, les systèmes biologique et conventionnel obtiennent des rendements comparables, soit 691 kg/ha et 690 kg/ha respectivement contre un rendement de 1.143 kg/ha pour le système transgénique. La différence de rendement du sorgho entre le système transgénique et les systèmes biologique et conventionnel est hautement significative (Test de Fisher,  $P_r=0,0001$ ). Au niveau du mil, c'est le système biologique qui enregistre le meilleur rendement (646 kg/ha), suivi du système transgénique (630 kg/ha), puis le système conventionnel (614 kg/ha). Il n'y a toutefois pas de différence significative entre ces rendements au seuil de 5% (Test de Fischer,  $P_r= 0,53$ ).

De même, il n'y a pas de différence significative entre les différents systèmes pour les rendements du niébé et d'arachide. Les rendements du niébé et d'arachide sont respectivement de 619 et 572 kg/ha pour le système biologique, 756 et 637 kg/ha pour le système conventionnel et 730 et 675 kg/ha pour le système transgénique (Tableau 2).

### Comparaison des temps de travail

La production du coton biologique nécessite 601 heures de travail par hectare contre 381 heures pour le coton transgénique et 517 heures pour le coton conventionnel. Le coton transgénique permet de réduire le temps de travail de 70% et 43% respectivement par rapport au coton biologique et conventionnel.

La culture du maïs dans le système biologique nécessite 445 heures de travail; ce temps de travail est 77% plus élevé par rapport aux deux autres systèmes où ce temps est de 251 et 248 heures respectivement pour le système conventionnel et le système transgénique. Le sorgho et le mil nécessitent respectivement 384 et 393 heures dans le bio contre respectivement 449 et 483 heures dans le système transgénique et 302 et 289 heures dans le conventionnel.

Les temps de travail pour la production du niébé et d'arachide sont respectivement de 184 et 195 heures dans le système biologique, 175 et 153 heures dans le système conventionnel et 135 et 128 heures dans le système transgénique (Tableau 3).

### Comparaison des coûts de production

Les tableaux 4 et 5 indiquent respectivement les coûts des intrants et les coûts variables totaux des diverses spéculations sous les 3 modes de production.

Il ressort que d'une manière générale, les coûts de production des diverses spéculations en modes de production transgénique et conventionnel sont plus élevés que ceux du mode biologique.

Les coûts de production du coton transgénique et du coton conventionnel sont respectivement supérieurs à celui du coton biologique de 72% et 64%. Les différences se situent essentiellement dans les dépenses liées aux intrants.

En effet, les coûts d'opération sont respectivement de 69.115 CFA, 43.815 CFA et 59.455 CFA/ha pour le coton biologique, transgénique ou conventionnel.

Par contre en ce qui concerne les intrants, la production du coton transgénique et du coton conventionnel dépend des produits chimiques, notamment les engrais minéraux, les pesticides chimiques de synthèse et les herbicides dont les coûts à l'hectare s'élèvent à 87.363 CFA et 77.800 CFA respectivement pour le coton transgénique et le coton conventionnel. A l'inverse la production du coton biologique dépend de la fumure organique et des ingrédients pour la fabrication de biopesticides. Ces ressources locales sont mobilisées localement à moindre coût. Les mêmes tendances de différences de coûts entre les trois modes de production sont observées en ce qui concerne le maïs et le sorgho qui bénéficient aussi de l'application d'herbicides et d'engrais minéraux dans les systèmes de production transgénique et conventionnel. En ce qui concerne le mil et le niébé, il n'y a pas de différences significatives en ce qui concerne les coûts de production en partant d'un système de production à l'autre. Ce qui pourrait se justifier par la non application d'intrants spécifiques sur ces spéculations quelque que soit le mode production.

### Comparaison des temps de travail

La production du coton biologique nécessite 601 heures de travail (100 hommes-jours) par hectare contre 381 heures (63 hommes-jours) pour le coton transgénique et 517 heures (87 hommes-jours) pour le coton conventionnel. Le coton transgénique permet de réduire le temps de travail de 70% et 43% respectivement par rapport au coton biologique et conventionnel.

**Tableau 2**  
Rendement moyen (kg/ha) des diverses spéculations sous les 3 systèmes au cours des campagnes 2012-2013 et 2013-2014.

	Bio	OGM	Conv	Pr	Signification
Spéculations					
Coton	478c	1092a	949b	0,0001	HS
Maïs	777a	920a	850a	0,071	NS
Sorgho	691b	1143a	690b	0,0245	S
Mil	646a	630a	614a	0,53	NS
Niébé	619a	730a	756a	0,4521	NS
Arachide	572a	675a	637a	0,65	NS

**Tableau 3**  
Nombre moyen d'heures de travail par ha pour les diverses spéculations sous les trois systèmes campagnes 2012-2013 et 2013-2014.

Opérations culturales	Coton			Maïs			Sorgho			Mil			Niébé			Arachide		
	Bio	OGM	Conv	Bio	OGM	Conv	Bio	OGM	Conv	Bio	OGM	Conv	Bio	OGM	Conv	Bio	OGM	Conv
Préparation du sol																		
labour	71	51	61	100	25	50	95	13	51	62	21	64	55	40	20	20	50	38
semis	53	49	50	36	22	35	36	40	61	50	40	85	25	13	22	31	13	21
démariage	56	52	52	26	11	43	30	40	48	36	48	57	11	23	25	3	8	8
sarclage	102	49	103	112	90	53	110	86	200	110	107	152	59	26	58	84	20	36
buttage	43	42	37	25	15	10	18	59	22	33	14	46	2	1	0	2	2	3
Traitement phytosanitaire																		
Épandage herbicide	0	5	7	0	5	7	0	5	7	0	5	7	0	5	7	0	5	7
Déserbage	120	26	34	48	3	10	28	7	20	35	7	42	4	0	3	20	1	3
Récolte	122	100	147	98	80	40	67	52	40	67	47	30	28	27	40	35	29	37
Nombre total d'heures	601	381	517	445	251	248	384	302	449	393	289	483	184	135	175	195	128	153
Nombre total jours (heures total/6)	100	64	86	74	42	41	64	50	75	66	48	81	31	23	29	33	21	26

**Tableau 4**  
Coût des intrants (fcfa/ha).

	Bio	OGM	Conv	Pr	Signification
Coton	29616c	104242a	81700b	0,0001	HS
Maïs	11723c	45341b	54905a	0,0001	HS
Sorgho	5006c	28223a	9349b	0,0001	HS
Mil	3943b	3359b	9583a	0,0001	HS
Niebe	4071c	14798b	42037a	0,0001	HS
Arachide	5641c	19468a	7958b	0,0001	HS

**Tableau 5**  
Coûts variables (fcfa/ha) totaux campagnes 2012-2013 et 2013-2014.

	Bio	OGM	Conv	Pr	Signification
Coton	76936c	143945a	122125b	0,0001	HS
Maïs	38566c	60237b	76489a	0,0001	HS
Sorgho	25210b	47063a	32772a	0,0001	HS
Mil	27967b	20910b	33223a	0,005	S
Niebe	17672c	24053b	53295a	0,0001	HS
Arachide	23721a	27979a	20110a	0,55	NS

La culture du maïs dans le système biologique nécessite 445 heures de travail soit 74 hommes-jours; ce temps de travail est 77% plus élevé par rapport aux deux autres systèmes où ce temps est de 251 et 248 heures respectivement pour le système conventionnel et le système transgénique.

Le sorgho et le mil nécessitent respectivement 384 et 393 heures dans le bio contre respectivement 449 et 483 hommes-jours dans le système transgénique et 302 et 289 hommes-jours dans le conventionnel. Les temps de travail dans le niébé et l'arachide sont presque identiques dans les trois systèmes avec 29 et 30 hommes-jours dans le système biologique, 27 hommes-jours dans le système OGM et 26 et 29 hommes jours dans le système conventionnel.

### **La marge brute des différentes cultures dans les trois systèmes**

En culture cotonnière, le système transgénique génère la meilleure marge brute avec 120.482 F/ha contre 110.265 et 90.060 F/ha respectivement pour le système conventionnel et biologique. Toutefois, ces valeurs ne présentent pas de différence significative au seuil de 5%. Avec le maïs, la meilleure marge est obtenue par le système biologique avec 62.444 F/ha soit un gain de 5% par rapport au système transgénique et de 84% par rapport au système conventionnel dont la marge brute diffère significativement des autres systèmes. La meilleure marge brute en sorgho est obtenue par le système transgénique avec des différences significatives par rapport aux deux autres systèmes.

En ce qui concerne les autres spéculations (mil, niébé et arachide) il n'y a pas une différence significative au seuil de 5% entre les marges brutes générées par les trois systèmes (biologique, conventionnel et transgénique).

### **Analyse de sensibilité de la marge brute des différents modes de production du coton**

Les marges étant fonction des prix des facteurs de production et du prix de vente, des changements au niveau de ces variables affecteront inéluctablement la rentabilité des divers systèmes de production. Pour ressortir et analyser les effets des changements éventuels des prix des facteurs de production et du prix de vente, nous avons fait des simulations sur la base de deux scénarii.

Pour des raisons pratiques et de simplicité nous nous sommes limités sur la production du coton. Ainsi, dans un premier scénario nous avons augmenté de 20% et de 30% les prix des intrants chimiques de synthèse (engrais minéraux, pesticides chimiques et herbicides) afin de mesurer leurs effets sur la marge brute (Tableau 6).

Les coûts des intrants chimiques de synthèse sont les plus sujets aux conditions et changements du marché international. Dans un deuxième scénario nous avons baissé de 20% et de 30% les prix d'achat au producteur du coton graine. Ces différentes simulations nous permettent d'apprécier la résilience financière des divers systèmes de production par rapport aux chocs du marché international. Les figures 1 et 2 présentent les résultats des diverses simulations sur les marges brutes des trois modes de production du coton.

### **Sensibilité de la marge brute à l'augmentation des prix des intrants chimiques**

La variation de la marge brute avec l'augmentation du prix des intrants chimiques est présentée dans la figure 1. Avec un accroissement de 20% du prix des intrants chimiques, la marge brute du coton biologique est presque égale à celle du coton conventionnel. Cependant, la marge brute du coton transgénique reste plus élevée par rapport à celle des deux autres systèmes. A 30% d'augmentation du prix des intrants, la marge brute du coton biologique dépasse de 4,5% celle du coton conventionnel, mais reste inférieure à celle du coton transgénique. La figure 2 présente la variation de la marge brute des différentes formes de coton avec la baisse du prix de vente du coton-graine de 10%, 20% et 30%.

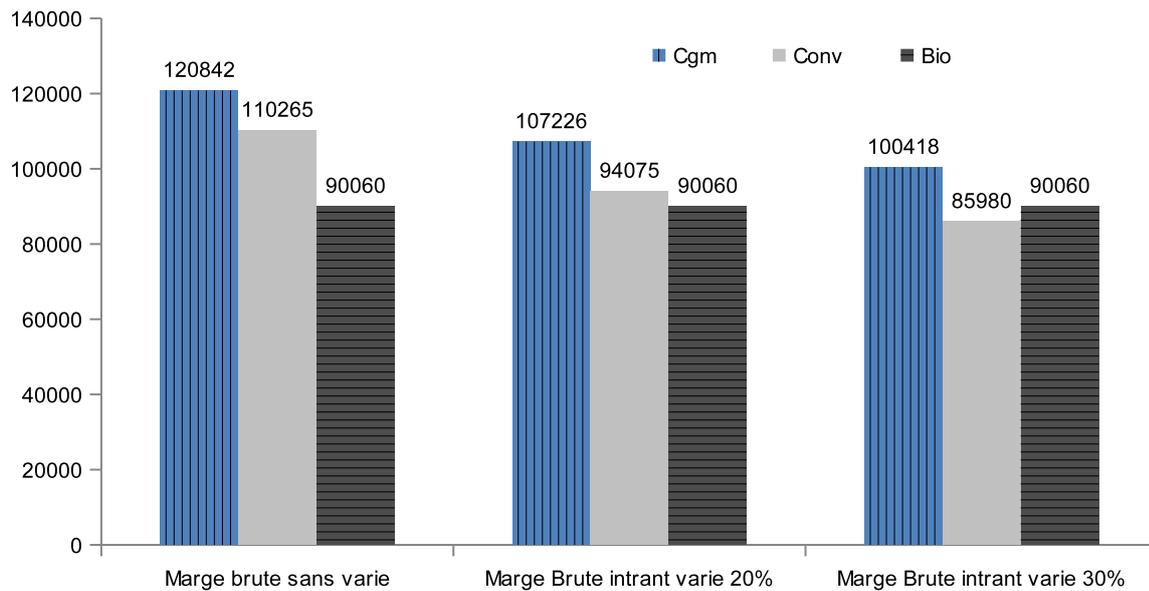
Il ressort de l'analyse de ce graphe, qu'avec 10% de baisse du prix de vente du coton graine, le coton biologique présente une marge brute de 73.359 CFA/ha qui reste inférieure de 22% et de 16% à celles du coton transgénique et du conventionnel. Avec une baisse du prix de vente de 20%, le coton biologique enregistre une marge brute de 56.660 cfa/ha. Cette marge est respectivement inférieure de 15,21% et 11,17% à la marge brute du coton génétiquement modifié et du coton conventionnel. Enfin avec une baisse de 30% du prix de vente le bio dégage une marge de 39.960 fcfa/ha. Cette marge est proche de celle du coton transgénique et du coton conventionnel.

Ainsi, la différence de marge entre le coton biologique et les deux autres formes de coton diminue lorsque le prix de vente des cotons graine baisse. Une baisse du prix de vente du coton graine de plus de 30% rendrait le coton biologique plus rentable que les autres types de coton.

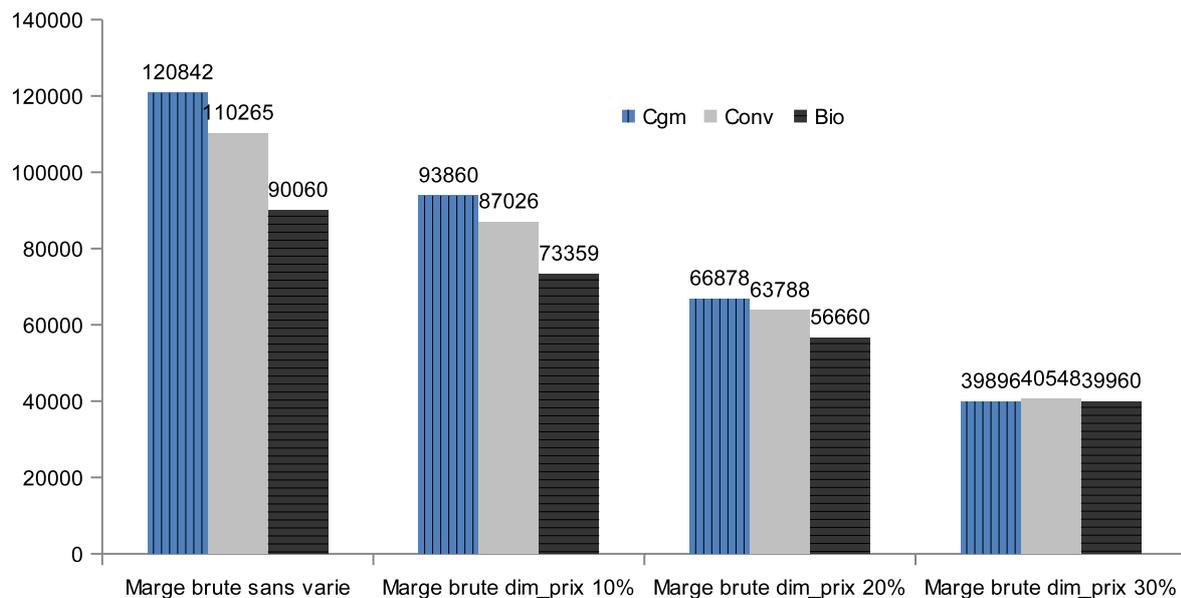
**Tableau 6**

Marge brute moyenne des différentes cultures des trois systèmes (fcfa/ha) sur les deux campagnes.

	Bio	OGM	Conv	Pr	Signification
coton	90060a	120482a	110265a	0,1035	NS
mais	62444a	59365a	34011a	0,0811	NS
sorgho	92260a	147247a	84528a	0,0601	NS
mil	81853a	86190a	71157a	0,15	NS
niebe	145125a	167937a	145533a	0,0633	NS
arachide	76379a	90146a	91365a	0,068	NS



**Figure 1:** Variation de la marge avec l'augmentation du prix des intrants chimiques.



**Figure 2:** Variation de la marge en fcfa/ha avec la baisse du prix d'achat de coton graine.

## Discussions

Le coton étant au centre des systèmes de culture considérés, nous focalisons les discussions autour des performances de la production du coton selon les trois modes de production pour des raisons de simplification. Toutefois, dès que nécessaire, nous ferons mention des cultures de rotation intégrées dans les systèmes. Ainsi, nous discutons les résultats suivant trois angles: la comparaison des coûts de production du coton selon les modes de production, la comparaison des marges brutes dégagées par la production du coton selon les différents modes de production, et l'analyse de sensibilité des différents systèmes de culture du coton.

### Comparaison des coûts de production du coton dans les différents systèmes de production

Les coûts de production des systèmes de production du coton conventionnel et transgénique sont significativement supérieurs à ceux du système biologique. L'analyse de la structure des coûts montre que les intrants chimiques (engrais minéraux, pesticides) constituent les principaux postes de dépense qui différencient les systèmes de production conventionnel et transgénique du système biologique. Les deux premiers dépendent fortement des intrants chimiques alors que le système biologique dépend plutôt des ingrédients et ressources naturels (fumure organique, plantes à effet insectifuge ou insecticide) mobilisés localement à moindres coûts. Ces résultats sont conformes à ceux des études similaires (6, 20, 23) qui ont analysé la rentabilité des différents systèmes culturaux de coton au Bénin et ailleurs (Inde) D'autres études sur différentes spéculations et dans d'autres régions du monde ont aussi établi que les coûts de production des systèmes de production biologiques sont inférieurs à ceux des systèmes conventionnels du fait que le mode de production biologique fait peu recours aux intrants extérieurs. Ainsi, la production du coton biologique n'est pas assujettie aux barrières financières qu'impose la production du coton conventionnel et transgénique et pourrait être considérée comme une option pertinente pour les couches défavorisées notamment les petits producteurs et les femmes.

### Comparaison des marges du coton des différents systèmes de production

Les résultats de l'étude ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les marges brutes générées par les différents systèmes culturaux de coton. Les différences de coûts de production sont largement compensées par les différences de rendement des différents systèmes. S'agissant des cultures de rotation, les résultats en ce qui concerne les marges brutes restent aussi mitigés. Pour certaines spéculations le système biologique s'est montré plus rentable (cas du maïs).

Pour d'autres, c'est le système transgénique qui est plus rentable (cas du sorgho et du niébé). Et pour d'autres encore, c'est le système conventionnel qui est plus rentable même si la différence n'est pas significative (cas de l'arachide). D'une manière générale, ces résultats sont en phase avec les tendances générales qui se dégagent des études sur la comparaison de la rentabilité des systèmes de production biologique, conventionnelle et transgénique.

En faisant le point des recherches sur les systèmes biologiques/alternatifs et conventionnels entre 1975 et 1989 des auteurs (9) ont relevé qu'il n'y a pas une tendance générale en ce qui concerne la rentabilité relative des systèmes de production alternatifs ou biologiques comparativement aux systèmes conventionnels. Dans certains cas les systèmes biologiques sont plus rentables que les systèmes conventionnels lorsque le premium du bio est pris en compte et l'inverse dans le cas contraire (3, 5). En comparant les systèmes biologiques, intégrés et conventionnels dans différents agro écosystèmes en Italie, il a été démontré que les systèmes biologiques présentent les marges brutes les plus élevées par rapport aux deux autres systèmes (24). De même l'étude sur la viabilité des systèmes cotonniers en Inde a prouvé que le coton biologique offre en moyenne une marge brute meilleure à celle du coton conventionnel (6). Par contre l'étude sur les systèmes biologiques, intégrés et conventionnels avec au centre la tomate, le maïs doux et les citrouilles a révélé que les systèmes biologiques sont moins performants en terme de marge brute comparativement aux intégrés et conventionnels (3). D'autres auteurs ont montré qu'en fait la rentabilité relative des systèmes de production biologique dépend des spéculations et des agroécosystèmes (4).

En Afrique de l'Ouest, les études scientifiques sur la comparaison de la rentabilité des systèmes de production biologique et conventionnelle sont rares. On peut noter quelques études au Bénin, Burkina et Mali portant essentiellement sur le coton. Les résultats de ces études restent aussi mitigés et ne permettent pas de tirer une conclusion générale. Au Bénin, en 2000 une étude comparative de la rentabilité du coton conventionnel et du coton biologique a donné des résultats favorables au coton biologique (11). Des résultats contraires ont été obtenus au Mali en 2003 (15).

En analysant la rentabilité de cinq systèmes cotonniers au Bénin des auteurs ont trouvé que les systèmes conventionnels et biologiques sont rentables mais avec une marge brute plus élevée pour le conventionnel (20).

En 2007, une autre étude conduite au Bénin sur la base de différents scénarios de rendements a montré que dans le scénario optimiste (rendement maximal) le coton biologique présente des avantages financiers meilleurs au conventionnel (23).

Ce qui n'est pas le cas dans le scénario pessimiste de bas rendement. Les études menées au Burkina-Faso en 2008 et 2010 présentent des résultats relativement meilleurs pour le coton biologique mais avec toutefois des différences de prix de vente du coton allant du simple au double en faveur du bio (12, 13).

### Analyse de sensibilité

La simulation de l'effet des chocs du marché international (hausse des prix des intrants chimiques ou baisse des prix de vente du coton) sur la rentabilité des différents systèmes culturaux du coton donne des résultats plus satisfaisants au coton biologique qui est très peu dépendant du marché international en ce qui concerne l'accès aux intrants de base. Mieux, il s'est avéré que les scénarii de baisse du prix de vente du coton graine impactent relativement moins la rentabilité financière du coton biologique comparativement aux deux autres systèmes culturaux de coton. Cela confère une certaine résilience financière au système cultural coton biologique. Ce résultat est quelque peu différent de celui de l'étude réalisée en 2000 sur l'effet de la hausse des prix des intrants sur les systèmes maraîchers biologique, conventionnel et intégré (3). Les résultats obtenus étaient en faveur du système intégré qui a maintenu une meilleure performance financière comparativement aux systèmes biologique et conventionnel.

Une question importante que suggèrent ces résultats, c'est de savoir pourquoi l'adoption de l'agriculture biologique reste si faible (moins d'1% des superficies agricoles cultivées) malgré l'absence de barrières financières (faible coût des intrants) et une rentabilité comparable aux autres systèmes (conventionnel et transgénique) sans compter ses avantages (supposés ou vrais) sur les plans environnemental et sanitaire. Pour bien appréhender la réponse à cette question, plusieurs pistes et hypothèses peuvent être explorées. La première piste concerne la charge de travail.

Comme en témoignent les résultats du tableau 3, le système biologique consomme largement plus de temps de travail que les systèmes conventionnel et transgénique. En effet, l'application des technologies biologiques en lieu et place des produits chimiques de synthèse prêts à l'emploi (ready made) nécessite relativement plus de temps pour la mobilisation des matières premières, la préparation et l'application de ces technologies.

La plupart de ces technologies (biologiques) n'ayant pas la même rapidité de réponse que les produits chimiques de synthèse, il est parfois nécessaire de

procéder à des applications plus répétées que dans le cas des technologies conventionnelles basées sur l'utilisation de produits chimiques de synthèse. C'est le cas notamment du désherbage et des traitements phytosanitaires qui demandent souvent des répétitions plus élevées dans le système bio que dans les autres systèmes. Vu sous cet angle, le développement de l'agriculture biologique devra passer par la recherche et l'amélioration de l'efficacité technique des technologies proposées afin de faire économiser plus de temps et soulager les exploitants. La deuxième piste concerne le besoin d'encadrement rapproché. La production biologique exige un mécanisme intensif de connaissance (knowledge intensive) et un raisonnement de chaque opération/intervention de l'exploitant et non des applications calendaires comme dans les systèmes conventionnel et transgénique. Pour ce faire, les exploitants biologiques ont besoin d'un encadrement plus rapproché mais qui fait souvent défaut.

### Conclusion

Cette étude a mis en lumière la rentabilité financière des trois systèmes de production du coton (biologique, génétiquement modifié et conventionnel) en Afrique de l'Ouest et ce, dans le contexte particulier du Burkina Faso. Il ressort que quel que soit le mode de production, la culture du coton est financièrement rentable. Cela confirme l'importance de cette culture dans la vie de millions de producteurs tant au Burkina Faso que dans la sous-région ouest Africaine. Malgré la différence notable de rendement entre les systèmes transgénique et conventionnel et le système biologique, il n'y a pas de différence significative entre les marges dégagées par ces différents modes de production de coton. En effet, la faiblesse relative du rendement du système biologique est compensée par les coûts de production relativement faibles et le prix de vente plus rémunérateur. Toutefois avec l'analyse de sensibilité, il apparaît d'une part que l'augmentation des prix des intrants chimiques de synthèse réduit l'écart de la marge Brute entre les trois types de coton au point que le coton biologique apparaît plus rentable avec l'augmentation de plus de 30% du prix des intrants chimique.

La même tendance s'observe dans le cas d'une baisse des prix de vente du coton graine de 10%, 20% et 30%. Somme toute, si la production du coton reste une activité majeure de génération de revenu pour une grande frange des producteurs du Burkina et de la sous-région ouest africaine, la production du coton biologique se présente comme la plus résiliente sur le plan financier. Le coton biologique se comporte relativement bien sur le plan financier face aux chocs externes, en l'occurrence les fluctuations du marché international du coton et des intrants chimiques.

En tant que telle, la production du coton biologique se présente comme une option prometteuse sur le plan socioéconomique et devrait être considérée comme une opportunité dans la lutte pour l'éradication de la pauvreté dans le contexte particulier de changement climatique. Toutefois, pour améliorer les performances du système biologique et faciliter sa diffusion à plus grande échelle, il faudra d'une part investir davantage dans la recherche et l'amélioration de l'efficacité technique des technologies proposées et d'autre part renforcer les capacités des services de vulgarisation et de conseils agricoles en techniques de production biologique pour mieux accompagner les exploitants biologiques.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Projet Syprobio, financé par le fond EuropeAid de la Commission de l'Union Européenne. Nous remercions les collègues Rémy Dabiré, Fagaye Sissoko et Mme Kouka Yaméogo pour leur collaboration. Nous remercions également les producteurs de coton des zones de Dano et de Fada N'gourma qui ont bien voulu participer à cette recherche.

Nous adressons enfin nos sincères remerciements à l'INERA, Helvetas Intercooperation-Burkina et l'UNPCB pour leurs soutiens institutionnels.

## Références bibliographiques

- Baffes J., 2007, The "cotton problem" in West and Central Africa: the case for domestic reforms. CATO Institute, *Econ. Dev. Bull.*, No. 11. Available at <http://www.cato.org/publications/economic-development-bulletin/cotton-problem-west-central-africa-case-domestic-reforms>.
- Bengtsson J., Ahnström J. & Weibull A.-C., 2005, The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis, *J. Appl. Ecol.*, **42**, 261–269.
- Brumfield R.G., Rimal A. & Reiners S., 2000, Comparative Cost Analyses of Conventional, Integrated Crop Management, and Organic Methods, *HortTechnol.*, **10**, 04, 785-793.
- Dobbs T.L., 1994, *Organic, conventional, and reduced till farming systems: Profitability in the Northern Great Plains*, Choices, 2nd Quarter. p. 31–32.
- Dobbs T.L. & Smolik J.D., 1997, Productivity and Profitability of Conventional and Alternative Farming Systems: A Long-Term On-Farm Paired Comparison, *J. Sust. Agric.*, **9**, 1, 63-79.
- Eyhorn F., Ramakrishnan M. & Mader P., 2007, The viability of cotton-based organic farming systems in India, *Intern. J. Sust. Agric.*, **5**, 1, 25–38.
- Ferrigno S., Ratter S.G., Ton P., Vodouhê D.S., Williamson S. & Wilson J., 2005, *Organic Cotton: A New Development Path For African Smallholders? Gatekeeper Series 120*, IIED.
- Fliessbach A., Oberholzer H.R., Gunst L. & Mäder, P., 2007, Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming, *Agriculture, Ecosyst. & Environ.*, **118**, 1, 273–284.
- Fox G., Weersink A., Sarwar G., Duff S. & Deen B., 1991, Comparative economics of alternative agricultural production systems. N.E., *J. Agr. Resour. Econ.*, **20**, 124–142.
- Gbesso C. A., 2000, *Etude comparée de la rentabilité socioéconomique du coton biologique et du coton conventionnel*. Mémoire de Maîtrise, Université d'Abomey-Calavi.
- Glin L.C., Kuseu J., Thiam A., Vodouhe D. S., Dinham B. & Ferrigno S., 2006, *Living with poison: Problems of endosulfan in West African cotton growing systems*, Pesticides Action Network UK.
- Helvetas Burkina, 2008, *Etude d'impact du programme coton bio et équitable d'Helvetas au Burkina Faso*, Rapport final, 67 p.
- Helvetas Burkina, 2010, *Etude de suivi d'impact du programme de coton biologique et équitable UNPCB-Helvetas au Burkina Faso*, Rapport final, 67p.
- Helvetas Mali, 2003, *Etude socio-économique de la production du coton biologique 2002-2003 au Mali*, Rapport final, 49 p.
- Hofs JL, 2010, *Enjeux environnementaux et agroéconomiques de cotonniers transgéniques Bt en petit paysannat africain : recommandations et aide à la décision pour leur utilisation raisonnée*. Thèse de doctorat, Sciences agronomiques, université de Liège (Gembloux Agro-Bio Tech). <http://bictel-fusagx.ulg.ac.be/ETD-db/collection/available/FUSAGxetd-03192010-114411/>
- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V. & Evans A.D., 2005, Does organic farming benefit biodiversity?, *Biol. Cons.*, **122**, 113–130.
- Kay R.D. & Edwards W.M., 1999, *Farm management*. 4th ed. McGraw-Hill, New York.
- IAASTD, 2009, Agriculture at a Crossroads. International Assessment of Agricultural Knowledge, *Sci. & Technol.*, Volume V, Sub-Saharan Africa.
- Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P. & Niggli U., 2002, Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming, *Sci.*, **296**, 5573, 1694-1697.
- Matthess A., Van der Akker E., Chougourou D. & Midingoyi G.S., 2005, *Compétitivité et durabilité de cinq systèmes culturaux cotonniers dans le cadre de la filière*. ProCGRN/GTZ & MAEP, 206 p.
- Moseley W.G. & Gray L.C., 2008, *Hanging by a thread: cotton, globalization, and poverty in Africa*. Ohio University Press, Athens, OH.

22. Nelen J., Meenink H. & Traoré N., 2012, From handling cotton to dealing with prices and services: empowering farmers' organisations in the West African cotton sub-sectors. *Seas of Change*, SNV.
23. OBEPAB, 2006, *Analyse comparée du coton biologique et du coton conventionnel : détermination des conditions de renforcement et d'institutionnalisation du coton biologique et identification de nouvelles spéculations à promouvoir*. Commanditée par Solidaridad, Rapport final, 76 p.
24. Pacini C., Wossink A., Giesen G., Vazzana C. & Huirne R., 2002, Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis, *Agric., Ecosyst. & Environ.*, **95**, 273–288.
25. Pazou E.Y.A, Lalèyè P., Boko M., van Gestel C.A.M., Ahissou H., Akpona S., van Hattum B., Swart K. & van Straalen N.M., 2006, Contamination of fish by organochlorine pesticide residues in the Ouémé River catchment in the Republic of Benin, *Environ. Int.*, **32**, 594-599.
26. Pimentel D., Hepperly P., Hanson J., Doups D. & Seidel R., 2005, Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems, *BioSci.*, **55**, 7, 573-582.
27. Renaudin C., Pelc H. & Opois J., 2012. Cotonnier génétiquement modifié: l'expérience d'une campagne agricole au Burkina Faso, *Cah. Agric.*, **21**, 387-94, doi: 10.1684/agr.2012.0579.
28. UEMOA/PAFICOT, 2013, *Approvisionnement et distribution des engrais coton et céréales*. Rapport définitif.

---

G. Vognan, Burkinabé, Ingénieur agroéconomiste, Chercheur, Programme Coton de l'Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles, Ouagadougou, Burkina Faso

L.C. Glin, Béninoise, PhD, Chercheur, Institut de recherche en agriculture biologique, Bamako, Mali

I. Bamba, Burkinabé, MSc, Assistant de recherche, Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles, Programme Coton, Ouagadougou, Burkina Faso.

B.M. Ouattara, Burkinabé, MSc, Assistant de recherche, Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles, Programme Coton, Ouagadougou, Burkina Faso.

# Effets des innovations managériales sur la compétitivité agricole: cas des Organisations Paysannes (OP) de la filière maïs (*Zea mays* L.) financées par le Projet d'Amélioration de la Compétitivité Agricole (PACA) dans la région de l'ouest, Cameroun

E.B. Siewe Pougoue<sup>1\*</sup>, F. Kamajou<sup>1</sup> & G.A. Noula<sup>1</sup>

**Keywords:** Managerial Innovation- Competitiveness- POs- Cameroon

## Résumé

*Cet article porte sur les effets des innovations managériales du PACA (Projet d'Amélioration de la Compétitivité Agricole) sur la compétitivité des Organisations Paysannes (OP) de la filière maïs (*Zea mays* L.) dans la région de l'Ouest, Cameroun. Des questionnaires ont été administrés à 39 Organisations de Producteurs et la documentation du projet a été consultée de même que des recherches effectuées sur internet. Nous avons utilisé les statistiques descriptives et les tests de significativité pour l'analyse des données. Il ressort des analyses que les innovations managériales telles que initiées par le PACA ont contribué relativement à l'amélioration de la compétitivité des OP. D'abord, les fora ont facilité l'accès des OP à certaines ressources (engrais chimiques, les engrais organique, les équipements et petits matériels) selon les normes de passation de marché et à crédit. Ensuite, les contrats d'approvisionnement d'intrants ont également contribué à l'accroissement des rendements de maïs à l'hectare de l'ordre de 50% par rapport à la situation de référence. Enfin, les contrats de vente ont facilité l'accès fluide des producteurs au marché en aval et ces derniers ont bénéficié d'un accroissement des prix d'environ 19% par rapport à la situation de référence.*

## Summary

**Effects of Managerial Innovations on Agricultural Competitiveness: the Case of Producer Organizations (POs) of the Maize Sector (*Zea mays* L.) funded by the Agricultural Competitiveness Improvement Project (ACAP) in the Western Region, Cameroon**

*This paper focuses on the effects of the Agricultural Competitiveness Improvement Project (ACAP) managerial innovations on the competitiveness of Producer Organizations (POs) of the *Zea mays* L. value chain in the Western Region of Cameroon. Questionnaires were administered to 39 producer organizations and project documentation was consulted as well as research was carried out on the internet. We used descriptive statistics and significance tests for the data analysis. It appears from the analysis that the managerial innovations initiated by the ACAP relatively contributed to improving the competitiveness of producers. First, the forums gave the OPs easier access to some resources (chemical fertilizers, organic fertilizers, equipment and tools) in respect of contract awarding standards and on credit. The input supply contracts also contributed to an about 50% increase in maize yields per hectare compared to baseline situation. Finally, sales contracts facilitated a fluid access of the producers to the downstream market and these benefited from increased prices by about 19% compared to baseline situation.*

<sup>1</sup>Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Cameroun  
\*Auteur correspondant: Email: Siewe\_blaise@yahoo.fr

## Introduction

### Contexte de l'étude

Le Cameroun est un pays à vocation agricole. Le secteur rural contribue pour près de 30% au PIB, emploie 60% de la population active et concourt significativement à l'économie camerounaise, à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté (20). Il se trouve au centre de la lutte contre la pauvreté et, par ricochet, assume un rôle prépondérant dans le développement du Cameroun. De même, l'agriculture constitue une ressource importante de l'économie et apporte plus de la moitié des recettes d'exportations des produits non pétroliers du pays (7). Les ménages ruraux dont la majorité des membres sont regroupés au sein des Organisations de Producteurs (OP) sont à 90% engagés, d'une façon ou d'une autre, dans des activités agricoles et environ le tiers de ces ménages vit des produits d'exportation tels que le café, le cacao, le palmier à huile, la banane-plantain, le maïs, le manioc, le riz et qui sont généralement exposés à la concurrence étrangère (7).

En dépit du rôle important de l'agriculture, la pauvreté est grandissante. Les agriculteurs constituent le seul groupe dont le niveau de pauvreté s'est accru récemment dans certaines régions du Cameroun et plus particulièrement celles du septentrion à savoir le Nord, l'Extrême-nord et l'Adamaoua qui ont enregistré une hausse globale du taux de pauvreté (7). L'enquête camerounaise auprès des ménages 3 (ECAM III) menée en 2005 a révélé que 55% des ménages ruraux sont pauvres par rapport à 12% seulement des ménages urbains et qu'en 2007, 87% des pauvres étaient des ruraux contre 82% en 2001. La pauvreté, amplement répandue au Cameroun, reste néanmoins un phénomène essentiellement rural (6).

La dégradation de la productivité agricole suivie de la difficulté d'accès des producteurs aux marchés en amont et en aval restent et demeurent des problèmes majeurs. D'après la Stratégie de Développement du Secteur Rural (SDSR) (24), depuis 25 ans, et après une période de croissance soutenue, la production agricole s'est accrue modestement et à un rythme inférieur à celui de la population du pays. Actuellement et malgré une légère amélioration (voir le tableau l'Évolution de la production agricole et de la consommation alimentaire p 57 de la SDSR)

observée récemment, la production agricole par habitant est près de 16% inférieure à ce qu'elle était au milieu de la décennie 70. Pour pallier ces différentes difficultés, l'Etat a élaboré au cours de la décennie 2000 de nombreuses stratégies (du DSRP<sup>1</sup> en 2003, de la SDSR en 2005, du DSCE<sup>2</sup> en 2009) ayant des objectifs communs à savoir la réduction de la pauvreté, l'amélioration des conditions de vie des populations en se basant principalement sur l'agriculture. Celles-ci ont été complétées par des plans d'urgence dont l'un des plus importants est le PUAPA<sup>3</sup> suivi de nombreux projets (L'ACEFA<sup>4</sup> en 2007, le PADFA<sup>5</sup> en 2010...) qui ne cessent de naître dans les ministères de tutelle. Dans la même vision, l'augmentation du budget des ministères en charge du développement rural reste et demeure une priorité pour l'Etat. Depuis la décennie 1980, le budget des principaux ministères en charge du secteur rural connaît un accroissement notable en terme nominal. Il est ainsi passé de 7,6 milliards de FCFA en 1981/1982 à 40 milliards en 2000/2001 (23). En outre, les trois principaux ministères<sup>6</sup> en charge du secteur rural ont représenté dans le budget 2009 environ 6% du budget de l'Etat (23).

De plus, il n'en demeure pas moins pour les bailleurs de fonds et les partenaires au développement parmi lesquels la Banque Africaine de Développement (BAD), le Fonds International pour le Développement Agricole (FIDA), l'Association Internationale de Développement (IDA) qui soutiennent le Cameroun dans sa stratégie de développement. De 1989 à 2000, le FIDA a approuvé 74 projets en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale pour un montant total de 775 millions de dollars engagés sur prêts. Les trois quarts de ces projets (soient 55) avaient des composantes de services agricoles (tels que la vulgarisation, la recherche appliquée, l'approvisionnement en intrants et l'appui à la commercialisation, les aménagements fonciers à savoir l'irrigation, la conservation de l'eau et des sols) plus ou moins importantes et visaient directement l'augmentation de la production et/ou des revenus agricoles (13).

### Problématique

En dépit des projets, programmes et autres initiatives de la part de l'Etat et des partenaires au développement tels que décrits plus haut, les objectifs sont loin d'être atteints et restent mitigés.

<sup>1</sup>Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté adopté en 2003

<sup>2</sup>Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi adopté en 2009

<sup>3</sup>Plan d'Urgence à l'Amélioration de la Production Agricole proposé par PAUL BIYA à la conférence des ministres le 7 mars 2007 suite à la hausse des prix des denrées agricoles.

<sup>4</sup>Programme d'Appui à la Compétitivité des Exploitations Familiales Agropastorales lancé en 2007 avec l'appui du FIDA.

<sup>5</sup>Projet d'Appui au Développement des Filières Agricoles (PADFA) lancé en 2010 avec l'appui du FIDA.

<sup>6</sup>Il s'agit du MINADER (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural), du MINEPIA (Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales) et du MINFOF (Ministère des Forêts et des Faunes).

Ceci n'est pertinent que dans la mesure où, plus de la moitié des ménages au Cameroun vivent en dessous du seuil de pauvreté (6). De plus la pauvreté rampante touche en 2007, un peu plus de 7 millions de Camerounais (39,9%) qui vivent en dessous du seuil de pauvreté estimé à 738 FCFA (11, 12). La mise sur pied des stratégies afin de réduire ce déséquilibre et de faire de l'agriculture camerounaise, une agriculture de seconde génération capable d'entretenir un processus d'émergence s'avère capitale. L'innovation managériale à travers des projets/programmes agricoles constituerait un facteur important pour l'amélioration de la compétitivité des producteurs et de leurs organisations. Hamel<sup>7</sup> va même jusqu'à soutenir l'idée que «l'innovation managériale peut fournir un puissant avantage et produire une révolution dans le leadership d'un secteur industriel». Des stratégies managériales devraient être envisagées afin d'huiler le processus de production en amont et en aval des chaînes de valeur agricoles.

Contrairement à l'innovation managériale, l'innovation produit, sauf en de rares cas, est vite imitée et, de ce fait, ne garantit au mieux qu'un avantage compétitif de courte durée (18).

Toutes choses égales par ailleurs, cette pauvreté serait due à la dégradation de la compétitivité de l'agriculture qui constitue la principale activité en zone rurale. Dans ce contexte, l'innovation agricole et l'accès des exploitations familiales agricoles et aussi des grandes exploitations à de nouvelles technologies sont essentiels pour répondre à ce défi. Ils constituent la base d'une amélioration de l'efficacité, de la productivité et de la création de valeur ajoutée dans l'agriculture.

Par contre, leur diffusion et leur adoption constituent une difficulté pouvant entraver la restauration de la compétitivité dans la mesure où celles-ci ne sont généralement pas en adéquation avec les besoins des producteurs et parfois quand elles le sont, sont mal orientées.

De plus, la faible compétitivité des produits d'exportations à savoir le café, le cacao le maïs etc. qui sont moins sollicités sur le marché mondial, la non viabilité des OP due généralement au retard<sup>8</sup> dans le versement de fonds alloués par les bailleurs, inhiberaient l'allocation des facteurs de productions (semences, engrais, pesticides et insecticides, cribs, équipements etc.) et par conséquent influenceraient la productivité et les bénéfices.

A cet effet, une gamme de solutions spécifiques à ces problèmes parmi lesquelles des innovations managériales, des *fora* assortis des contrats<sup>9</sup> est proposée et adoptée par des experts, Organisations Non Gouvernementales et bailleurs de fonds. Pour Mol et Birkinshaw (19) l'innovation managériale modifierait la façon dont l'ensemble des managers cherchent à atteindre et dépasser les objectifs de performance de l'entreprise en introduisant de nouvelles pratiques de management.

Pour Cortes (9), la «créativité peut être développée et déployée systématiquement par tout individu, lors de la résolution d'un problème». Dans cet ordre d'idée, les cadres du PACA ont initié des *fora*<sup>10</sup> assortis des contrats dans le but d'atteindre les objectifs escomptés par le projet.

De nombreux *fora* sont constamment organisés à travers le monde dans le but d'apporter quelques solutions aux problèmes de l'agriculture. Flament et Tempel (14) mentionnent que la FAO, pour faire face à d'éventuels problèmes pouvant surgir dans le domaine agricole a mis sur pied, depuis 2000, une plate-forme appelée le «Global Forum on Agriculture Research (GFAR)» dont l'objectif est de promouvoir les partenariats et les alliances stratégiques entre les différents acteurs agricoles afin de les rendre compétitifs. Pour eux, le GFAR a pour ambition d'être un catalyseur multi-acteurs pour un plaidoyer, pour le changement, la transformation des institutions, la connaissance pour toute l'action collective interrégionale.

De plus, le Forum de Haut Niveau de l'Union Européenne organisé en décembre 2008 à Paris sous le thème: «investir pour l'agriculture en Afrique Subsaharienne», s'est inscrit dans un contexte de crise alimentaire marqué début 2008, par une forte hausse des prix des produits agricoles. Les *fora* à l'instar du FARA (Forum Africain de Recherche Agricole) permettent aux groupes paysans d'avoir une plus grande confiance les conduisant à se regrouper en associations plus grandes avec des objectifs plus larges pour négocier avec d'autres acteurs, stocker ou transformer leurs produits, chercher un meilleur accès aux marchés d'intrants, de crédit et de produit à fin d'être proactifs (2). Cependant, la théorie classique dont le fondateur est Adam Smith<sup>11</sup>, stipule que seul le marché peut assurer l'équilibre stable entre l'offre et la demande des biens et services.

<sup>7</sup>Confère Hamel G. (2006). "The why, what and how of management innovation", Harvard Business Review, vol. 84, n° 2, p. 72-84.

<sup>9</sup>Les fonds généralement mis au profit des producteurs via les projets et programmes financés par les Bailleurs de fonds arrivent généralement en retard freinant ainsi les activités agricoles qui sont saisonnières, exigeantes et très complexes. Egalement le temps parfois pour ces derniers de faire acheminer les justificatifs des activités réalisées avec leur apport personnel, conditions sine qua non pour entrer en possession du financement du Bailleur constitue une contrainte majeure. Cette situation a constitué une très grande faiblesse du PACA, projet sur lequel porte ledit papier d'où l'intérêt des innovations managériales initiées par les cadres du projet.

De plus, cette idée fut plus tard soutenue par Jean Baptiste Say à travers sa fameuse loi, appelée Loi de Say ou Loi des débouchés qu'il a développée en 1803 dans son document intitulé «Traité d'Economie Politique». Pour Say, l'offre crée sa propre demande et l'emmène à son endroit, car tout ce qui est produit peut être vendu à un prix convenable, la production ouvrant les débouchés aux produits. En réalité, de nos jours, la demande grandissante que ce soit en termes des facteurs de production (par les producteurs) ou en termes des produits finis agricoles (par les consommateurs) ne cesse de croître<sup>12</sup>. Il ressort de ce qui précède que les *fora* jouent un rôle important dans la mise en œuvre des stratégies destinées à améliorer la compétitivité des acteurs d'une filière agricole. Cependant, la Banque Mondiale (7) via le Manuel d'Exécution du PACA de même que le canevas cadre des résultats des sous-projets mettent en exergue de nombreux risques pouvant entraver la compétitivité des OP.

Ainsi, dans un contexte de pauvreté en milieu rural, de dégradation de la performance des filières agricoles dues à l'absence/faible consolidation de liens entre les acteurs qui y sont impliqués, de difficultés d'accès au marché, aussi bien en amont qu'en aval, de coûts élevés d'intrants/équipements et de prix non rémunérateurs, le PACA a engagé plusieurs actions coordonnées. Il s'agit de la mise à disposition des producteurs de moyens financiers non remboursables; de l'amélioration de leur capacité à travers une assistance technique; l'amélioration de leur capacité à négocier des partenariats économiques avec les fournisseurs d'intrants et les clients potentiels ...

Parmi bon nombre de ces actions, nous focaliserons notre attention sur les *fora* et les contrats. Quatre ans après leur mise en œuvre, on peut se demander quelle est la contribution des innovations managériales à l'amélioration de la compétitivité des OP de la filière maïs financées par le PACA?

En d'autres termes:

- les *fora* ont-ils permis aux OP d'accéder aisément au marché en amont en termes d'approvisionnement en matières premières?
- les *fora* via les contrats d'approvisionnement en intrants ont-ils contribué à l'accroissement de la productivité des OP ?
- les *fora* via les contrats de vente ont-ils favorisé l'accès des OP au marché en aval en terme de commercialisation?

### Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette recherche est d'effectuer une analyse des effets des innovations managériales mises sur pieds par l'UCR de l'Ouest sur la compétitivité des OP.

De façon spécifique, il s'agit de:

- déterminer la contribution des *fora* à l'accès des OP à certains facteurs de production; (l'approvisionnement en intrants/équipements);
- déterminer la contribution des *fora* à l'accroissement des rendements obtenus par les OP;
- déterminer la contribution des *fora* au processus de commercialisation.

### Hypothèses

Notre étude fait l'hypothèse que les innovations managériales en particulier les *fora* assortis des contrats auraient un effet positif sur la compétitivité des OP.

En d'autres termes:

- les *fora* permettraient aux OP d'accéder aisément à certains facteurs de production;
- les *fora* auraient permis aux OP d'accroître les rendements à l'hectare comparativement à la situation de référence;
- les *fora* auraient permis aux OP de vendre les produits à des prix rémunérateurs.

<sup>9</sup>Il s'agit ici des contrats d'achat à crédit des facteurs de production passés entre producteurs et fournisseurs d'une part et des contrats de vente entre producteurs et grossistes assurant une vente future de stocks considérables de produits issus des exploitations.

<sup>10</sup>Le PACA dans la région de l'ouest a organisé 5 *fora* en vue de résoudre les problèmes identifiés. Ils ont consisté à regrouper les différents acteurs de la filière maïs (producteurs, fournisseurs d'intrants et équipements, éleveurs...). Des thématiques ont été débattues, l'état des lieux de la filière abordé, une analyse des SWOT élaborées. Au regard de ceci et conscient de l'arrivée tardif des fonds une grande résolution été adopté à savoir la formalisation des partenariats économiques (achat d'intrants et équipements à crédit, vente de maïs). Le PACA en tant qu'initiateur, promoteur et arbitre a constitué la caution morale ayant facilité le processus. Du fait de la rareté des semences de qualité, le PACA a financé les OP productrices de semences qui d'ailleurs n'étaient pas envisagées dans le cahier de charge. Dans la même optique, des alliances ont été mises sur pied pour résoudre le problème de retard dans la remontée des justificatifs.

<sup>11</sup>Adam Smith en 1776 a publié l'ouvrage intitulé « Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations » dans lequel il met en exergue un rôle limité de l'Etat dans les activités économiques. Il développe le concept de «main invisible» qui débuche sur la satisfaction des besoins individuels et la régulation spontanée du marché.

<sup>12</sup>Un lien direct existe entre les produits agricoles et les facteurs de production. Toutes choses égales par ailleurs, si la demande de biens par les consommateurs augmente, pour la satisfaire les producteurs devraient accroître la production, ceci implique une extension des parcelles emblavées, des intrants apportés etc.

## Clarification des concepts

### *Innovation managériale*

Le Boulaire *et al.* (17) pensent que l'innovation managériale, c'est l'innovation dans le management, la gestion des entreprises dans son sens le plus large en vue d'atténuer les risques et d'améliorer la compétitivité.

Cela comprend l'innovation en ressources humaines, dans l'encadrement des hommes, dans la gestion des systèmes, la communication, les relations sociales, dans l'organisation du travail et dans l'adoption de stratégies. L'innovation managériale est l'adoption par une organisation, de pratiques ou de méthodes de management nouvelles pour elle, dans l'objectif d'améliorer sa performance globale (18). Birkenshaw *et al.* (8) définissent l'innovation managériale comme «l'invention et l'implémentation d'une pratique, d'un processus d'une structure ou d'une technique de management qui est nouvelle au regard de l'état de la connaissance et qui contribue à l'atteinte des objectifs de l'organisation».

Pour Alcouffe (4) une innovation managériale est une combinaison nouvelle de moyens matériels/conceptuels déjà existants ou nouveaux, par rapport à l'état de l'art de la gestion au moment où elle apparaît pour la première fois et qui permet de mettre en œuvre une technique de gestion qui peut être perçue comme plus ou moins nouvelle par l'individu ou toute autre unité d'analyse la considérant.

Dans le cadre de cette étude, l'innovation managériale est perçue comme une action ou initiative de management adoptée en vue de résoudre une difficulté, une menace ou en vue d'améliorer une situation et pouvant être considérée pour les adoptants ou pour les bénéficiaires comme nouvelle.

### *Compétitivité*

D'après Dejardin (10) la notion de compétitivité définie de façon très générale, désigne la capacité d'une entité économique à déployer une activité et à générer un revenu, l'activité étant soumise à concurrence.

Pour Lachaal (16) la compétitivité résulte d'un ensemble de facteurs aussi bien nationaux qu'internationaux. A l'échelle nationale, les dotations en ressources, la technologie, la productivité, les caractéristiques du produit, la régulation fiscale et monétaire et enfin la politique des échanges semblent être les facteurs les plus importants qui conditionnent la compétitivité d'une industrie et/ou d'une entreprise (16).

Selon Spitezki (24): «une entreprise est compétitive lorsqu'elle est capable de se maintenir durablement et de façon volontariste sur un marché concurrentiel et évolutif, en réalisant un taux de profit au moins égal au taux requis par le financement de ses objectifs».

De façon opérationnelle, la compétitivité d'une OP est sa capacité à accéder aisément aux facteurs de production, à produire efficacement et à commercialiser facilement, à prix rémunérateurs les produits issus de son exploitation. Comme Lachaal (16), pour apprécier la compétitivité, nous nous sommes appuyés sur les facteurs tels que la dotation en ressources (intrants et équipements), la productivité et la commercialisation.

## Méthodologie de l'étude

Analyser les effets des innovations managériales mises sur pied par le PACA sur la compétitivité des OP constitue l'objectif principal de notre étude. De façon spécifique, il s'agit: de déterminer la contribution des *fora* à l'accès des OP à certains facteurs de production; (l'approvisionnement en intrants/équipements); de déterminer la contribution des *fora* à la productivité des OP et de déterminer la contribution des *fora* au processus de commercialisation.

## Zone d'étude et caractéristiques socio-économiques

La région de l'ouest Cameroun constitue la zone de notre étude. Répartie sur une superficie de 13.892 km<sup>2</sup>, elle représente environ 3% du territoire du Cameroun (22); sur lesquelles, en 1984, elle représentait la plus grande superficie cultivée soit 14,4% par rapport aux superficies exploitées respectivement dans les autres régions du pays (23). Elle est située entre le 5<sup>ème</sup> parallèle sud et le 16<sup>ème</sup> parallèle nord et entre le 10<sup>ème</sup> méridien Est et le 11<sup>ème</sup> méridien Ouest.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2010 la région de l'Ouest avec plus de 1.785.285 habitants représente 9,2% de la population totale du pays (26). Sa densité est d'environ 129 habitants/km<sup>2</sup> faisant d'elle la deuxième région la plus densément peuplée du pays (22). Dans la région de l'Ouest, selon le milieu de résidence, la population vivant en zone urbaine représente 48,64% contre 51,36% en zone rurale (26). Sa population réside majoritairement en zone rurale et pratique l'agriculture et l'élevage (Figure 1).

Le PAM<sup>13</sup> a publié en décembre 2008 une Analyse Globale de la Sécurité Alimentaire et de la Vulnérabilité (CFSVA) au Cameroun, fruit d'une enquête réalisée conjointement avec le MINADER pour évaluer la sécurité alimentaire dans les différentes régions du pays.

Il y ressort que dans la région de l'ouest; 8%, 18% et 74% des ménages ont respectivement une consommation alimentaire pauvre, limite et acceptable (23).

Ces valeurs sont relativement proches de celles nationales et meilleures<sup>14</sup> par rapport à d'autres régions du pays.

Les activités économiques de la région de l'ouest sont très variées. Ses terres fertiles et son climat humide favorisent la pratique des activités agropastorales principalement dans le Noun et les Bamboutos, ainsi que celle de l'agriculture avec la culture des produits de rente à savoir le café arabica (*Coffea arabica* L.), café robusta (*Coffea robusta* L.), le cacao (*Theobroma cacao* L.), thé (*Camellia sinensis* L.), banane-plantain (*Musa* spp), riz (*Oryza sativa* L.)... (20). Également, la région est très propice en ce qui concerne la culture des produits vivriers et maraîchers tels que pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.), tomates (*Solanum lycopersicum* L.), carottes (*Daucus carotta* L.), haricots verts (*Phaseolus vulgaris* L.), maïs (*Zea mays* L.) ...

Les principales infrastructures de la région de l'Ouest concernent la santé, l'éducation, le sport, les routes, l'énergie électrique, les télécommunications et l'animation.

En matière de santé la région compte 18 districts de santé, 17 hôpitaux de districts 25 centres médicaux d'arrondissements (CMA), 227 centres de santé intégrés (CSI) et 337 formations sanitaires (22).

Enfin, pour ce qui est du réseau routier, la région de l'Ouest est au centre des voies de communications desservant les régions de l'Adamaoua, du Nord-Ouest, du Centre, du Littoral et du Sud-ouest. Elle dispose de 2.794,3 km des routes dont 1.598 km bitumées, 698 Km classées prioritaires et 1.542 km de routes en terre prioritaires.

Par contre les zones rurales qui sont des réservoirs des produits agricoles sont relativement enclavées.

### Collecte des données et variables de l'étude

Les données de sources primaires et de sources secondaires ont été utilisées dans le cadre de cet article. Les données de sources secondaires ont été obtenues à partir des documents téléchargés sur internet, des thèses de doctorat, des rapports des ministères en charge du secteur rural au Cameroun, des rapports des travaux des consultants et ceux des Bailleurs, de la bibliothèque de l'université de Dschang ainsi que, des rapports d'activités du PACA etc.

Quant aux données de source primaire, elles ont été obtenues au moyen d'un questionnaire structuré par objectif, [constitué de 6 pages, 5 sections: Identification de l'OP et Situation de référence (S.I), Relations entre les acteurs de la filière (S.II), Impact des *fora* à la dotation des ressources (S.III), Impact des *fora* à l'accroissement de la productivité (S.IV) et Impact des *fora* à l'accès des OP au marché en aval (S.V)].

Depuis le lancement des activités en 2010, le PACA a financé plus de 149 microprojets (MP ou SP: Sous-projet) parmi lesquels 63 OP (82 MP de la filière maïs sont présents dans le répertoire du PACA sur lesquels 19 ont débuté et n'ont pas pu se concrétiser). Grâce à la relation de Le Maux<sup>15</sup>, nous avons déterminé la taille de l'échantillon ce qui nous donne environ 39 OP enquêtées.

Les dotations en ressources, la technologie, la productivité, les caractéristiques du produit, la régulation fiscale et monétaire et enfin la politique des échanges semblent être selon Lachaal (14) les facteurs les plus importants qui conditionnent la compétitivité d'une industrie et/ou d'une entreprise, voire d'une OP. Sur la base des facteurs de compétitivité présentés par notre auteur (14), les variables sur lesquelles nous nous sommes focalisés sont les facteurs de production (superficie exploitées, semences, engrais, pesticides et insecticides, cribs, porte-tout, les ficelles pour le dimensionnement), la productivité (rendement à l'hectare, proportion de l'accroissement de la production par rapport à la situation de référence), les quantités commercialisées, les prix de vente, les revenus obtenus. De même les contrats d'achats d'intrants et de vente de maïs ont été considérés.

### Analyses des données

Les données collectées ont été soumises aux analyses descriptives et inférentielles, à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package of Social Sciences) version 17, tandis que Microsoft Office (Word) nous a été d'une grande utilité pour la saisie et le traitement de texte.

Le test de Student a été utilisé pour la vérification des hypothèses à travers la comparaison des moyennes lorsque l'analyse descriptive révèle des différences au niveau des variables utilisées (quantités produites, quantités commercialisées, prix de vente ...). En clair pour la confirmation ou l'infirmité de chaque test, nous avons confronté la valeur  $p$  du niveau de signification au seuil de probabilité de 5%. Si  $p < 5\%$ , le test est significatif (accepte  $H_1$ ) au cas contraire, on accepte  $H_0$ .

<sup>13</sup>Le score de consommation alimentaire est une méthode qui utilise un classement standard des aliments consommés en 8 groupes. A chaque groupe d'aliments correspond un facteur de pondération qualitatif qui traduit sa valeur énergétique. Les valeurs des scores ainsi calculées sont reportées sur une échelle. Des seuils standards sont utilisés pour déterminer trois classes de régime alimentaire: pauvre, limite et acceptable.

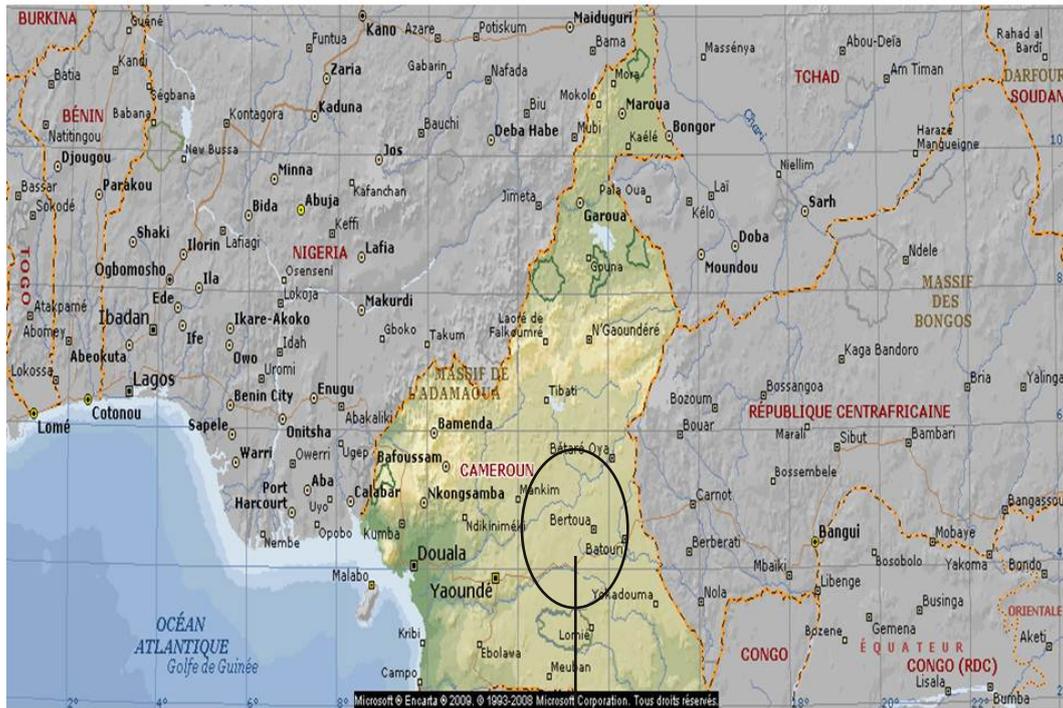


Figure 1: Carte de la région de l'ouest, Cameroun.

## Résultats et discussions

### Les fora ont facilité l'accès des OP à certains facteurs de production

Les superficies exploitées, les semences, les engrais urée et NPK, les portes-tous ou pousse-pousse, les Pulvérisateurs, les Bottes, les petits équipements [sceaux, tridents, gangs, manteaux, pelles, les houes (2000 F/unité), machettes, ficelles, limes] sont les facteurs de production qui sont pris en compte dans le cadre de cet article.

### Les superficies cultivées ont significativement augmenté avec le projet

Le tableau 1 montre que les superficies exploitées en situation de référence (25,007 ha) sont inférieures de 5,803 ha à celles exploitées avec l'intervention du PACA (30,81 ha).

La valeur de  $\rho$  est 0,007 (0,7%) et  $t = -2,575$ ; ce qui revient à dire que la différence est significative à 1%, on accepte l'hypothèse alternative. A un niveau de confiance de 99%, les surfaces exploitées avec le PACA sont largement supérieures à celles exploitées avant le PACA.

C'est dire que l'intervention du PACA a permis aux OP de redimensionner les exploitations à la hausse. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que pendant les *fora*, les OP ont obtenu des intrants en quantité suffisante ayant contribué à l'extension des exploitations.

### Les quantités de semences, d'Urée et de NPK par hectare sont égales à la norme

Le tableau 2 montre qu'en moyenne 0,739423 t de semence ont été distribuée à crédit à chacune des OP pour une densité de 0,025085 t ha<sup>-1</sup> (25,085 kg ha<sup>-1</sup>) sensiblement égale à la valeur médiane. Cette quantité est largement suffisante et va au-delà même des quantités requises par hectare (généralement comprises entre 20 à 25 kg ha<sup>-1</sup>).

De même, pour l'urée, chacune des OP a obtenu en moyenne 0,08697 t ha<sup>-1</sup> ce qui n'est pas loin des 100 kg représentant les quantités recommandées à l'hectare. Il ressort qu'il y a un déficit de 13,021kg ha<sup>-1</sup>. Cette différence serait due à la variation des prix de vente sur le marché qui sont allés au-delà des prévisions telles que envisagées par les micro-projets. Les OAL (Opérateur d'Appui Local) de formulation lors de l'élaboration des micro-projets n'auraient pas effectué de bonnes prévisions, ce qui a contribué à la réduction des quantités d'urée telles que demandées par les OP.

En ce qui concerne le NPK (20-10-10), les OP ont obtenu en moyenne lors des fora 175,61 kg ha<sup>-1</sup>. Or la quantité recommandée à l'hectare est de 200 kg, on observe ainsi une différence de 24,39 kg ha<sup>-1</sup> soit moins de demi-sac. Cet écart comme mentionné ci-dessus serait dû à la mauvaise prévision de la part des spécialistes de la formulation des sous-projets. De plus, concernant les engrais organiques (fiente) en moyenne 1,58 t ha<sup>-1</sup> de fientes ont été livrées aux OP lors des *fora* (31,6 sac ha<sup>-1</sup>).

Ceci n'est pas assez loin de la quantité requise à l'hectare (40 sacs). Cette différence serait due à une disponibilité insuffisante des quantités offertes sur le marché par les éleveurs.

### Acquisition des équipements et petits matériels par les producteurs

De même, les matériels roulants et les équipements ont été distribués aux OP. Chacune d'elle en a reçu un portes-tous ou pousse-pousse, des Pulvérisateurs, des Bottes qui ont coûté en moyenne respectivement 60000 F, 35000 F et 5000 F. De plus, des petits matériels non négligeables ont également été distribués parmi lesquels les sceaux, le trident, les gangs, les manteaux, les pelles, les houes (2000 F/unité), les machettes, les ficelles, les limes ...

**Tableau 1**

Distribution relative aux surfaces exploitées par les OP avant et pendant PACA.

	Mean	Std. Deviation	Hypothèses
Superficies exploitées avec le PACA	30,81	18,84	$H_0$ : Surface avant PACA = Surface avec PACA $H_1$ : Surface avant PACA < Surface avec PACA
Superficies exploitées avant le PACA	25,007	21,8	$\rho$ (sig)= 0,007 (0,7%)

Source: Auteurs

<sup>14</sup>Les résultats de cette enquête indiquent qu'au niveau national, environ 2 802 000 personnes sont en insécurité alimentaire. Parmi eux environ 970 000 personnes (9% des ménages ruraux) ont une consommation alimentaire pauvre et 1 832 000 personnes (17% des ménages ruraux) ont une consommation alimentaire limite. Suivant les scores de consommation alimentaire enregistrés dans les régions du Cameroun, les plus fortes proportions de ménages ayant une consommation alimentaire pauvre et limite en 2007 sont le Centre, le Nord- Ouest, l'Est et le Littoral. Source: PAM dans le Rapport Panorama, 2009, p: 54.

<sup>15</sup>Voir dans Le Maux Benoit: «Le choix de l'échantillon, statistiques, logiciels et enquêtes». perso.univ-rennes1.fr/benoit.le-maux/Echantillon. n<sup>a</sup>=97/(1+97/N) : étant donné un niveau de confiance de 90% et une erreur de 10% dans l'estimation de la population.

**Tableau 2**

Distribution des quantités totales de semence obtenues, des densités par hectare et des coûts par tonne.

Facteurs	valeur			
	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Quantité de Semences obtenue (t)	0,24	2,15	0,739423	0,4179766
Densité de semences (t/ha)	0,017	0,05	0,025085	0,0049492
Quantité d'Urée à l'hectare	0,0435	0,15	0,08697	0,023757
Quantité de NPK à l'hectare	0,068	0,24	0,17561	0,0393791
Quantité de fientes à l'hectare	0,3	3	1,58	0,6

Source: Auteurs.

Il ressort des analyses que 97,44% des OP affirment avoir obtenu des engrais de bonne qualité contre seulement 2,56% qui estiment que les engrais n'ont pas du tout été de bonne qualité.

Il est important de noter que lors des *fora* organisés par le PACA pour mettre en réseau les acteurs des filières, des contrats ont été noués et le PACA en a constitué la caution morale ayant permis aux fournisseurs de livrer les intrants à crédit pour un règlement différé dans le temps (il s'est matérialisé au moins à partir du 6ème mois suivant les semis). En clair, ces ressources (facteurs de productions) ont été très importantes pour les producteurs et leurs associations.

Pour Cortes (9), une ressource est un élément disponible dans le système ou dans son environnement, généralement inactif, et capable de produire une action utile sans coût ou à moindre coût. Une autre caractéristique est qu'elle est parfois difficilement accessible du fait de l'absence des moyens financiers; d'où l'utilité des innovations managériales comme solution alternative.

### **Les *fora* via les contrats ont contribué à l'amélioration de la productivité des OP**

*La demande potentielle de maïs issue des contrats noués lors des fora*

En effet, juste à l'échelle des OP financées par le PACA, on s'est rendu compte que les éleveurs consomment 131 tonnes de maïs par semaine et environ 530 tonnes par mois.

Ceci correspond à une demande des éleveurs de 6240 t an<sup>-1</sup> alors que l'offre annuelle effective des producteurs de maïs à la situation de référence est de 2108 t correspondant à seulement 4 mois d'approvisionnement des éleveurs.

L'offre en maïs est au moins quatre fois inférieure à la demande des éleveurs. Par conséquent, l'on admet que les contrats ont contribué à la variation des superficies cultivées comme l'a montré le tableau 1. Qu'en est-il de la production?

### **Les rendements des OP ont significativement augmenté suite aux fora**

La valeur de  $\rho$  (sig 1-tailed) calculée par le logiciel SPSS comme le montre le tableau 3 est nulle (0) et  $t=-10,49$ . Ceci signifie que la différence est significative, on accepte alors l'hypothèse alternative  $H_1$ . A un niveau de confiance de 99%, on peut admettre avec certitude que la productivité des OP avant PACA (1,731 t ha<sup>-1</sup>) est largement inférieure à celle obtenue par les OP avec l'intervention du PACA (2,604 t ha<sup>-1</sup>). Ce résultat est imputable aux *fora* assortis des contrats d'approvisionnement d'intrants qui ont permis d'améliorer significativement les rendements des OP engendrant un taux d'accroissement d'environ 50% par rapport à la situation de référence. Cette demande a considérablement encouragé les producteurs à accroître leurs rendements. C'est dire que, sans les intrants issus des contrats, les techniques reçues par les producteurs ne porteraient pas leurs fruits. Ceci cadre avec l'idée d'Abrahamson (1) qui relie les innovations technologiques et managériales en les qualifiant de «technologies administratives». Elles désignent ainsi l'ensemble des prescriptions qui permettent d'adapter aux innovations technologiques, les innovations managériales dans le but de rendre l'entreprise voire l'exploitation agricole compétitive.

### **Les *fora* via l'agriculture contractuelle ont permis aux OP d'écouler efficacement leurs produits sur le marché**

Les quantités commercialisées, les prix de ventes et les marges bénéficiaires sont les variables sur lesquelles l'étude s'est basée afin d'apprécier l'effet des innovations managériales à l'accès des producteurs au marché.

**Tableau 3**

Distribution relative aux rendements des OP avant et avec le PACA.

	Moyenne	Std. Deviation	Hypothèses
Quantité commercialisée en situation de référence	30,255	28,7002034	$H_0$ : Quantité commercialisée avant PACA = Quantité commercialisée avec PACA $H_1$ : Quantité commercialisée avant PACA < Quantité commercialisée avec PACA
Quantité commercialisée avec l'appui du PACA	60,457	44,5686761	$\rho$ (sig) = 0

Source : Auteurs

**Tableau 4**

Distribution relative à la comparaison des quantités vendues par les OP avant et avec le PACA.

	Moyenne	Std. Deviation	Hypothèses
Quantité commercialisée en situation de référence	30,255	28,7002034	$H_0$ : Quantité commercialisée avant PACA = Quantité commercialisée avec PACA $H_1$ : Quantité commercialisée avant PACA < Quantité commercialisée avec PACA
Quantité commercialisée avec l'appui du PACA	60,457	44,5686761	$\rho$ (sig) = 0

Source: Auteurs.

### Les quantités commercialisées ont doublé avec l'appui du PACA (la différence est significative)

En guise de rappel, avec l'appui du PACA, les OP ont pu obtenir 2,604 t ha<sup>-1</sup> soit une production réelle de 6578, 8 tonnes (2,604 t x 30, 81 ha x 82 OP) capable de satisfaire la demande potentielle estimée à 6240 t an<sup>-1</sup>.

Le tableau 4 montre que le  $\rho$  nul (sig=0). Le test est significatif, ainsi, on rejette l'hypothèse nulle. En conclusion, à un niveau de confiance de 99%, les quantités vendues par les OP avant le PACA (30,255 t) sont doublement inférieures à celles commercialisées avec l'intervention du PACA (60,457 t).

Sans doute, les contrats de commercialisation noués par les OP lors des *fora* organisés par le PACA ont contribué à l'augmentation significative des quantités commercialisées. Cette amélioration a engendré un taux d'accroissement de 49,95% par rapport à la situation de référence.

De plus, cet accroissement des quantités commercialisées pour les OP n'ayant pas contractualisé est imputable aux ventes groupées initiées par le PACA; ventes qui ont permis aux producteurs de bénéficier d'un certain nombre d'avantages tel que l'exemption des frais de transport car les grossistes désormais se rendent aux sièges des OP où se passent les transactions. Ces avantages ont-ils contribué à l'augmentation des prix de vente?

### Les prix de vente avec l'appui du PACA ont significativement augmenté

Il ressort du tableau 5 que le t-test de Student indique que le  $\rho$  est nul ( $\rho=0$ ) et  $t=-8,05$ , on rejette alors  $H_0$ . Il convient donc d'admettre en toute quiétude qu'à un niveau de confiance de 99%, les prix pratiqués avec le PACA (199000 F/t) sont largement supérieurs (de 37378,4 F t<sup>-1</sup>) à ceux de la situation de référence (161621,6 F t<sup>-1</sup>) engendrant un accroissement du prix de l'ordre de 18,78%.

Bien que ces prix soient rémunérateurs par rapport à la situation de référence, les OP ont commercialisé (4954,5 t: 6578,8 t) 75,3% de la production. Malgré le fait que la production du maïs soit une activité génératrice de revenu, elle fait partir des habitudes alimentaires des populations de la région de l'ouest et constitue plus de 75% des repas consommés. Sous plusieurs formes, le maïs y est consommé près de 5 fois par semaine. Il sert également de présent pour les cérémonies traditionnelles (deuils et funérailles), la célébration de la naissance d'un bébé etc.

Nonobstant les contrats de commercialisation noués lors des *fora*, cet accroissement de prix peut être expliqué d'une part par les économies d'échelle qui ont permis aux OP d'offrir une quantité considérable de maïs selon les exigences des grossistes (homogénéité des quantités livrées) et d'autre part par le respect des délais de livraison.

**Tableau 5**

Distribution relative aux prix de vente avant et avec l'intervention du PACA.

	Moyenne (F/ tonnes)	Std. Deviation	Hypothèses
Prix de vente avant le PACA	161621,6	57675,5	H <sub>0</sub> : Prix de vente avant PACA = Prix de vente avec PACA H <sub>1</sub> : Prix de vente avant PACA < Prix de vente avec PACA
Prix de vente avec le PACA	199000	50758,7	$\rho$ (sig) = 0

Source: Auteurs

**Tableau 6**

Types de contrats agricoles établis lors des fora agricoles dans la région de l'ouest, Cameroun.

Types de contrats	Types de contrats établis			
	contrat d'achat de semence	contrat d'achat d'engrais	contrats de commercialisation	contrat d'achat de fiente
Nombre d'OP impliquée	39	39	16	39
Total OP	39	33	16	33
%OP impliquée	100	100	48,48	100

Source: Auteurs

**Tableau 7**

Présentation des offres des fournisseurs d'engrais.

Fournisseurs	Prix des Produits (FCFA) au forum			Prix des Produits (FCFA) sur le marché de Bafoussam			Lieu de livraison
	20/10/2010	14-24-14	Urée 46%	20/10/2010	14-24-14	Urée 46%	
SOPIA	18 500	-	-	19 500	-	-	Siège OP
FEA SARL	18 150	21 600	17 650	18 500	22 500	18 500	Marché B à Bafoussam
Jardin des Agriculteurs	18 100	21 600	17 600	18 500	22 500	18 500	Marché A à Bafoussam
YARA Cameroun	17 000	20 500	-	18 000	21 700	-	Magasin YARA à Douala

Source: Auteurs

La bonne capacité de négociation des OP due aux formations sur les techniques de passations des marchés leur a permis de mieux négocier les partenariats économiques relatifs à la commercialisation.

La marge bénéficiaire obtenue par hectare ou résultat net est relativement satisfaisant.

Les prix voire les recettes ne donnent pas une bonne visibilité sur la performance d'une organisation et par conséquent sur sa rentabilité. Celle-ci n'est mieux perceptible que si elle est comparée aux coûts de productions tel que donné dans la formule I:

$$MBm = RTm - CTm \quad |$$

Où,  
 $MBm$  est la marge bénéficiaire moyenne,  
 $RTm$  la recette moyen et  
 $CTm$  le coût moyen, tous par unité de surface (hectare).

Il ressort des calculs que:  $RTm = 518196$  et  
 $CTm = 379426,75$ .

En faisant une application numérique, nous avons :

$$MBm = 518196 - 379426,75 = 138769,24 \text{ F h}^{-1}$$

Il ressort de ces calculs que, les OP ont enregistré une recette moyenne évaluée à  $518.196 \text{ F ha}^{-1}$  pour un bénéfice de  $138.769,25 \text{ F ha}^{-1}$ . Le bénéfice net (Marge bénéficiaire) global est évalué à  $4.275.480,59 \text{ F}$  ( $30,810 \times 138.769,25$ ).

Chaque membre a obtenu un bénéfice net de  $228.969,26 \text{ F}$  étant donné une superficie de  $1,65$  hectare par membre. Il convient de noter que ce résultat loin d'être décevant est louable car il est nettement supérieur à  $80000 \text{ F ha}^{-1}$  jugé rentable par l'ACDIC (5).

## Synthèse récapitulative des contrats signés, prix proposés et garantie

### Passation des contrats et prix proposés

Il ressort du tableau 6 que toutes les OP ont eu à passer des contrats d'achats de fientes, d'engrais et de semences car disent elles ces contrats sont très avantageux. Ces contrats grâce à la caution morale du PACA donnent aux OP la possibilité d'achat à crédit.

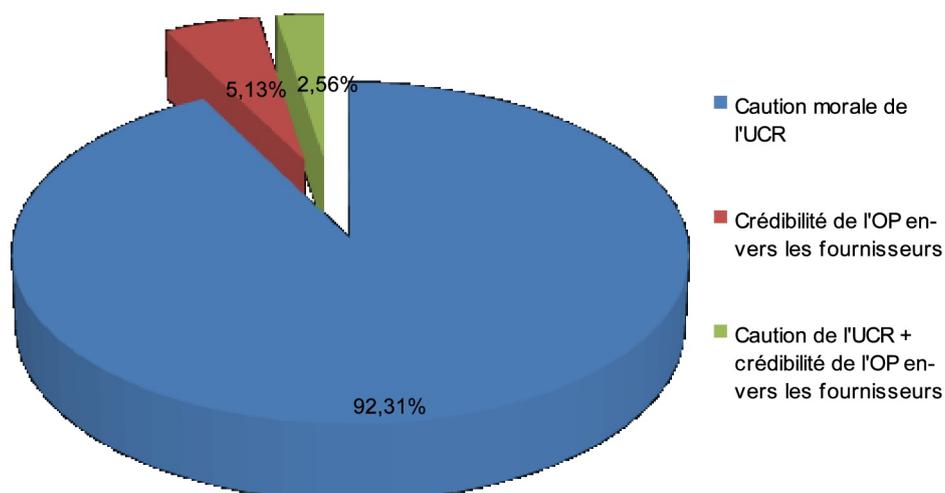
En plus grâce au grand volume des commandes des OP et de l'influence de la concurrence, les prix proposés par ces fournisseurs sont légèrement bas par rapport au prix sur le marché (Tableau 7).

Concernant les contrats de commercialisation  $51,52\%$  de producteurs admettent n'avoir pas encore eu à passer ces contrats au moment de l'enquête tout simplement parce que la contractualisation ne sert à rien, car certains acheteurs ne respectent pas les clauses qui y sont indexées et le temps alloué pour suivre l'affaire constitue un coût d'opportunité. Egalement, à cause de la rationalité limitée des agents, de l'environnement incertain dans lequel les OP évoluent elles n'ont pas recours à ces contrats à cause du comportement opportuniste des parties. Au moment opportun, elles chercheront des acheteurs à qui elles vendront leur récolte.

Quant au  $48,48\%$  restant, elles ont déjà établi ces contrats. Pour elles, ceux-ci constituent une garantie qui donne l'assurance aux producteurs concernant les débouchés de leurs productions.

Le tableau 7 montre que les prix des intrants au *forum* étaient nettement inférieurs aux prix sur le marché. Les trois fournisseurs présentent une différence de  $350 \text{ F}$ , de  $400 \text{ F}$  et  $1000 \text{ FCFA}$  pour le 20-10-10.

Pour le 14-24-14, la différence de prix proposé est de  $900 \text{ F}$  et  $1200 \text{ FCFA}$  tandis que pour l'urée, cet écart est de  $1.000$  et  $1.050 \text{ FCFA}$ .



**Figure 2:** Répartition des OP en fonction de leur avis par rapport aux garanties ayant conditionné la livraison à crédit.

La demande d'intrants des OP étant assez importante, les fournisseurs proposent des prix attractifs par rapport au prix du marché. En définitive les OP gagnent en établissant des contrats avec ces fournisseurs grâce à l'avantage concurrentiel sur les prix.

Etant donné que chaque OP a acheté en moyenne 105,4 sacs, les contrats ont permis d'économiser en moyenne plus de 105.366 FCFA.

Mais encore faudrait-il que les OP puissent s'offrir ces intrants dans les délais de validité de l'offre (30 jours à compter du jour de la tenue du forum). Excédé cette période les fournisseurs n'étaient plus tenus de respecter leurs propositions.

### Garantie pour la livraison des facteurs de production à crédit

La garantie serait l'élément moteur ayant motivé les fournisseurs à livrer à crédit. A cet effet, la figure 2 montre que plus de 92% de groupes de producteurs confirment que la caution morale du PACA a constitué l'essentiel de la garantie qui a motivé les fournisseurs à livrer à crédit. Par contre; 5,13% pensent que c'est plutôt la crédibilité des OP qui les a motivé à vendre à crédit. N'eût été ces *fora*, 92% des bénéficiaires n'auraient pas produit du fait de cette situation conjoncturelle (retard des fonds) dont la conséquence principale est la difficulté d'accès aux intrants, ressources fondamentales pour l'accroissement des rendements. Ces résultats vont en droite ligne avec la pensée de Altshuller (3) selon laquelle, l'invention par conséquent l'innovation, constitue le dépassement partiel ou total d'une contradiction; contradiction qui est représentée ici par les risques du projet PACA. De même, ces résultats correspondent à la vision de Birkinshaw et Mol (8) selon laquelle: «l'innovation managériale est l'introduction de pratiques de management nouvelles pour l'entreprise dans l'objectif d'augmenter sa performance»; performance qui, ici se situe à deux niveaux, d'un côté la performance du PACA promoteur des dites innovations managériales et financier des producteurs et de l'autre la performance des producteurs principaux bénéficiaires.

### Conclusions

Le Cameroun a ratifié avec la Banque Mondiale une convention en vue de la création du Projet d'Amélioration de la Compétitivité Agricole (PACA) lancé en 2010. Il a pour objectif d'améliorer la compétitivité des producteurs et de leurs associations à travers des appuis techniques et financiers. L'étude

montre que les innovations managériales mises sur pied par le PACA en particulier les *fora* et les contrats agricoles ont contribué positivement à l'amélioration de la compétitivité agricole des OP de la filière maïs bénéficiaires dans la région de l'Ouest du Cameroun.

Les *fora* ont facilité la dotation des OP en ressources en quantité et qualité relativement suffisantes et à crédit. Les superficies emblavées ont doublé avec un taux d'accroissement de près de 19%.

De même, chaque OP a obtenu près de 2 et 4 sacs à l'hectare pour ce qui est de l'urée et du NPK. En moyenne 32 sacs de fiente ont été épandus à l'hectare pour une quantité de 30 t de semences sur lesquelles 5 t ont constitué la réserve pour la prochaine campagne. Les matériels roulants et les équipements ont été distribués aux OP. Chacune d'elle a reçu une égreneuse (600.000 F), un tricycle, un crib/membre (136.600 F), un porte-tous/membre (60.000 F), des pulvérisateurs (35.000 F) et bottes (5.000F).

Les contrats signés lors des *fora* ont permis aux producteurs d'avoir les intrants en quantité et en qualité suffisantes et au moment opportun malgré quelques *quiproquo* entre producteurs et fournisseurs.

Ensuite, les *fora* ont contribué à l'accroissement significatif des rendements des OP. On peut admettre en toute quiétude que les *fora* assortis des contrats d'approvisionnement d'intrants ont amélioré significativement les rendements des OP engendrant un taux d'accroissement d'environ 50%. Enfin, suite aux innovations managériales du PACA, les producteurs ont accédé aisément au marché en aval pour ce qui est de la commercialisation. Ainsi, 48,48% des OP ont établis des contrats et admettent que ceux-ci constituent une garantie concernant les débouchés. Les quantités vendues ont accru de 50% et les prix d'environ 19% par rapport à la situation de référence; générant un bénéfice net de 138.769,25F ha<sup>-1</sup>.

### Remerciements

M. Toussi, Coordonnateur National du PACA pour le soutien sans faille qu'il nous a apporté; Dr G. Mbah, Coordonnateur régional du PACA, pour l'ouverture au dialogue et les informations fournies; M. E. Kouam et M. A. Elombat respectivement Spécialiste des Exploitations Agricoles et Spécialiste des Chaînes de Valeurs, pour la collaboration, le sens élevé de dialogue et les informations qu'ils nous ont fournies.

### Références bibliographiques

1. Abrahamson E., 1991, Managerial Fads and Fashions: the Diffusion and Rejection of Innovations, *Acad. Manage. Rev.*, **16**, 1991, 586-612.
2. Altshuller G.S., 1999, The Innovation Algorithm.; Technical Innovation Center.
3. Adekunle A., Hawkins R., Heemskerk W., Booth R., Daane J., Maatman A., 2009, *Recherche Agricole Intégrée pour le Développement, Une note conceptuelle préparée pour le Forum Africain de Recherche Agricole (FARA)*

4. Alcouffe S., 2004, *La Diffusion et l'Adoption des Innovations Managériales en Comptabilité et Contrôle de Gestion: le cas de l'ABC en France*. Presse de l'école de l'HEC. Thèse de Doctorat.
5. Association Citoyenne de Défense des Intérêt Collectif, 2010, *Eviter la Crise du Maïs*. Livre Blanc. ONG de droit camerounais luttant pour les intérêts des producteurs. Source: www.acdic.net.
6. Banque Africaine de Développement, 2008, *Évaluation de l'Assistance du Groupe de la Banque au Secteur Agriculture et Développement Rural de 1996-2004 au Cameroun*. Par le Groupe de la BAD le 18 Avril. www.afdb.org/.
7. Banque Mondiale, 2010, *Projet d'Amélioration de la Compétitivité Agricole*. Rapport n° : 47920 – CM. Manuel d'Exécution du Projet, PACA.
8. Birkinshaw J., Hamel G & Mol M, 2008, Management Innovation, *Acad. of Manage. Rev.*, **33**, 4, 825-845.
9. Cortes Robles G, 2006, *Management de l'innovation technologique et des connaissances: Synergie entre la Théorie TRIZ et le Raisonnement à Partir de Cas. Application en Génie des procédés et systèmes industriels*. Auteur.
10. Dejardin M., 2006, *Compétitivité structurelle, Paru dans la revue «Reflets et perspectives de la vie économique»*. RPVE, Tome XLV, n°1. Chargé d'enseignement et chercheur. Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur.
11. Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi, 2007, *Document de Stratégie pour le Croissance et l'Emploi. République du Cameroun*. Publiée par l'Imprimerie Nationale du Cameroun.
12. Enquête Camerounaise Auprès des Ménages 3, 2008, *Enquête de Consommation Auprès des Ménages III. République du Cameroun*. Institut National des Statistiques.
13. Fonds International de Développement Agricole, 2001, *Finance agricole: des projets non durables aux institutions pérennes*. Préparé par: Division consultative technique, Produit par: Équipe publications et microédition du FIDA.
14. Flament J., & Tempel C., 2012, *Participation des ONG et OP à la Recherche Agricole pour le Développement: Mécanismes et instances aux niveaux Global, Régional et National et Opportunités de Coordination pour les ONG et les OP*. Synthèse de l'Atelier du 2 mai 2012 organisé dans le cadre du projet PAEPARD.
15. Growing Partnerships for Africa, 2012, *Partenariat, Investissements et Technologies pour Relancer l'Agriculture Africaine*. Atelier tenu du 25-28 novembre 2012 King Fahd hôtel \* Dakar, Sénégal.
16. Lachaal L., nd, *La compétitivité: Concepts, définitions et applications*, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis (INRAT), Département d'Economie Rurale, Rue Hédi Karray, 2049 Ariana, Tunisie.
17. Le Boulaire M., Thevenet M., Dupuy F., Beilin-Levi C., Laigneau M., Gilbert P., Laroche H., David A., Defelix C., Langan C., Margot C., Arene E., Reksten M., Reksten P.M., Teglborg A.C., Da Silveira A., Gazier B., Greder B., 2012, *L'Innovation Managériale est-elle encore Possible... et Utile?* Cahier de l'Université d'Hiver du 20 janvier 2012 en partenariat avec AGRH et Capital Humain et Innovations. Presse d'Eté.
18. Le Roy F., Robert M. & Giuliani, 2012, *Quels liens entre l'Innovation Technologique et Managériale? Pour une Distinction entre l'Innovation Produit et l'Innovation Procédé*, Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS) juin-4-8 Lille France.
19. Mol M.J. & Birkinshaw J. (2009), The sources of management innovation: when firm introduce new management practices, *J. Bus. Res.*, **62**, 1269-1280.
20. Momo E.H., 2011, *Communication et Développement: Enjeux de la Modélisation et Nécessité d'un Repositionnement, dans Bernard Miège et Missé Missé, (Sous la Direction de) Communication et changement social en Afrique et dans les Caraïbes 2, Janvier 2011, Université de Grenoble 3. Revue Gresec*.
21. Rapport du Conseil Economique et Social des Nation Unies, 2011, *Rapport sur la Création et la promotion de chaînes de valeur régionales pour les Produits alimentaires et agricoles stratégiques en Afrique*. Addis-Abeba (Éthiopie) 20-25 Octobre 2011.
22. Rapport du Ministère de l'Economie de la Planification et de l'aménagement du Territoire, 2010, *Rapport Régional de Progrès des Objectifs du Millénaire pour le Développement: Région de l'Ouest Cameroun*. Sous la coordination de l'Institut National de la Statistique du Cameroun avec l'appui du PNUD.
23. Rapport Panorama I, 2009, Country STAT pour l'Afrique Sub-saharienne. Cameroun, Projet GCP/GLO/208/BMG. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome, Septembre 2009. Préparé par Serge KAMGAING, Consultant national en Système d'Information et Statistiques Agricoles.
24. Spitezki Henri, 1995, *la stratégie d'entreprise, compétitivité et mobilité*. Confère SAeeed Blog Economie & Gestion Définition de la compétitivité: facteurs de compétitivité. www.blog.saeed.com/2010/04/definition- competitivite.
25. *Stratégie de Développement du Secteur Rural*, 2005, Publié en 2005 par l'Etat du Cameroun. Imprimerie Nationale du Cameroun.
26. 3<sup>ème</sup> Recensement Générale de la Population Humaine, 2010, *La population du Cameroun en 2010*, Recensement Général de la Population, République du Cameroun.

E.B. Siewe Pougoue, Doctorant, Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Projet d'Amélioration de la Compétitivité Agricole, Dschang, Cameroun

F. Kamajou, PhD, Professeur Titulaire Emérite, Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Dschang, Cameroun.

A.G. Noula, PhD, Maître de conférences, Université de Dschang, Faculté des Sciences Economique et de Gestion, Dschang, Cameroun.

# Intérêt des collectivités pour l'implantation d'arbres nourriciers dans les parcs urbains: le cas de Villa El Salvador, au Pérou

M. Lafontaine<sup>1</sup> & A. Olivier<sup>1\*</sup>

**Keywords:** Food aid- Food trees- Restrictive factors- Urban communities- Urban forestry- Peru

## Résumé

Une étude a été réalisée à Villa El Salvador, au Pérou, afin d'évaluer l'intérêt de membres des collectivités locales pour l'implantation d'arbres nourriciers au sein de parcs publics de quartier. Des discussions de groupe et des entretiens semi-dirigés avec des représentants communautaires ont permis de dégager leurs perceptions concernant les rôles que pourraient jouer ces arbres, les modes de gestion les plus appropriés pour leur mise en place et leur entretien, ainsi que les modes de distribution devant être privilégiés pour leurs produits. Des analyses basées sur les méthodes M.O.F.F (Menaces, Opportunités, Forces, Faiblesses) et P.H.A. (Processus de Hiérarchisation Analytique) ont par ailleurs permis d'identifier divers facteurs contraignants ou facilitateurs qui pourraient avoir une influence sur le succès à long terme d'une telle stratégie productive. Les résultats montrent que la perspective de récolter des produits comestibles destinés à la consommation familiale, aux programmes d'aide alimentaire de quartier ou à la vente motiverait les résidents à prendre part aux activités liées à l'implantation et à l'entretien d'arbres nourriciers. Pour être couronnée de succès, l'implantation d'arbres nourriciers au sein des parcs publics doit toutefois s'inscrire dans les politiques de quartier développées par la population locale et soigneusement anticiper les sources possibles de conflits.

## Summary

### Interest of Communities for the Plantation of Food-producing Trees in Urban Parks: the Case of Villa El Salvador, Peru

A study was conducted in Villa El Salvador, Peru, in order to evaluate the interest of local community members in establishing food trees within neighbourhood public green areas. Focus groups and semi-directed interviews conducted with the community actors allowed to identify their perceptions regarding the role these trees could play, the most appropriate management methods for their establishment and maintenance, as well as the best ways of allocating their products. SWOT (Strength - Weaknesses - Opportunities - Threats) and AHP (Analytical Hierarchisation Process) analyses permitted to identify the most important favourable and restrictive factors affecting the long-term success of this production strategy. Results show that the possibility of harvesting edible products for family consumption, neighbourhood food aid programs or sale would motivate the inhabitants to contribute to the activities related to the establishment and maintenance of food trees. However, in order to be successful, the implementation of food trees within public green areas has to be in line with neighbourhood policies developed by the local population and to carefully anticipate possible sources of conflicts.

<sup>1</sup>Université Laval, Département de phytologie, Québec, Canada  
Auteur correspondant: Alain.Olivier@fsaa.ulaval.ca

## Introduction

Depuis plusieurs décennies, on assiste à une urbanisation accélérée (35), en raison notamment de l'afflux constant de nouveaux arrivants. Or, ceux-ci sont souvent aux prises avec des problèmes de pauvreté et d'insécurité alimentaire (32). La mise en place de stratégies novatrices pour un développement urbain favorisant la satisfaction des besoins nutritifs de l'ensemble de la population urbaine, en particulier des plus démunis d'entre eux, est donc essentielle.

En milieu urbain, la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont intimement liées au pouvoir d'achat d'un individu ou d'un ménage, c'est-à-dire à sa capacité de payer pour se procurer les biens et les services nécessaires à la satisfaction de ses besoins (22, 27). Contrairement à ce qu'on observe en contexte rural, la difficulté de produire une partie des denrées alimentaires qu'elle consomme rend la famille fortement dépendante d'apports monétaires, ce qui accroît sa vulnérabilité face à l'augmentation du coût des aliments (1, 22). Les emplois perdus ou difficiles à trouver, l'augmentation du coût de la vie et les épisodes ponctuels d'envolée des prix des aliments sont autant de facteurs qui contribuent à hausser les niveaux de pauvreté et d'insécurité alimentaire au sein des villes (6, 23).

Parmi les stratégies développées pour lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire, l'agriculture urbaine, qui consiste en la production d'espèces végétales et animales au sein et autour des villes dans un but d'autoconsommation ou de commercialisation, suscite de plus en plus d'intérêt (15). La contribution de l'agriculture urbaine à l'amélioration de la qualité de la diète des plus pauvres, notamment grâce à son apport en vitamines et en micronutriments essentiels, est maintenant largement reconnue (9, 23).

En raison de l'ensemble des impacts sociaux et environnementaux bénéfiques qui lui sont généralement attribués, l'agriculture urbaine a même été décrite comme une stratégie-clé qui permettrait aux villes de prospérer à long terme (3).

Au sein d'une municipalité, le développement à grande échelle de l'agriculture urbaine se heurte toutefois à une réduction constante de la superficie des espaces urbains disponibles pour la mise en place de systèmes de production alimentaire et fait face à de graves problèmes d'insécurité foncière. Selon les concepts urbanistiques, l'accroissement et la densification d'une ville sont des processus conflictuels fondés sur un enchaînement de luttes entre divers usages des espaces (34), dont l'issue n'est que très rarement en faveur de l'agriculture à petite échelle.

Le développement urbain s'accompagne également de conséquences environnementales importantes, telles que l'élévation de la température et la contamination de l'air, qui ont un impact négatif sur la qualité de vie de la population (16, 33).

Or, la foresterie urbaine, définie par Helms comme «l'art, la science et la technologie associées à la gestion des arbres et des forêts situés au sein ou autour des systèmes communautaires urbains» (17), permet de minimiser ces impacts négatifs (24, 25). L'agriculture urbaine et la foresterie urbaine représentent donc deux stratégies de développement durable des villes qui, quoique visant des objectifs généralement différents, peuvent présenter une grande complémentarité lorsqu'implantés sur un même espace.

La substitution d'espèces ornementales par des arbres nourriciers, c'est-à-dire producteurs de graines, de feuilles, de fruits comestibles ou de fourrage (2), permet d'aborder la foresterie urbaine sous un angle nouveau, soit celui de la production alimentaire. L'implantation d'arbres nourriciers au sein de parcs publics de quartier, donc d'espaces protégés de la spéculation immobilière par zonage municipal, pourrait représenter une stratégie clé favorisant le développement à long terme d'un réseau urbain de production alimentaire.

De par leur grande taille, les arbres nourriciers ne limitent pas la conduite d'activités au sein des parcs publics qui, par définition, doivent demeurer accessibles à l'ensemble des utilisateurs, et permettent plutôt d'adopter une approche de multifonctionnalité des espaces.

En abordant la foresterie urbaine sous un angle nouveau, soit celui de la production alimentaire, cette stratégie productive pourrait ainsi représenter l'une des clés du développement durable et prospère des villes en contribuant notamment à lutter contre l'insécurité alimentaire.

L'utilisation d'arbres nourriciers pour la création de systèmes productifs commence toutefois à peine à attirer l'attention des chercheurs (37) et des agents de développement. Même si quelques études font état de l'omniprésence d'arbres fruitiers dans certaines villes (19, 21, 37), ces derniers ne sont généralement pas introduits en systèmes planifiés et le potentiel productif des espaces verts publics ne semble pas être pris en considération. L'intérêt des membres des collectivités locales à s'impliquer dans les activités de production n'a par ailleurs fait l'objet que de peu d'études.

La présente étude visait à évaluer la faisabilité de la création de systèmes urbains de production alimentaire sous gestion communautaire, basés sur la plantation d'arbres nourriciers au cœur de parcs publics de quartiers résidentiels à Villa El Salvador, au Pérou.

À partir d'ateliers de discussion et d'entrevues individuelles, nous avons cherché à déterminer les objectifs motifs pouvant stimuler la participation citoyenne aux activités de gestion des systèmes arborés productifs et à identifier les principaux facteurs facilitateurs et contraignants pouvant influencer le succès de cette stratégie de foresterie urbaine.

## Méthodologie

### Description de la zone d'étude

Villa El Salvador est située dans la grande région métropolitaine de Lima, la capitale du Pérou, qui compte 8.481.415 habitants (14). Fondé en 1971, ce district de 381.790 habitants (12) présente un taux de pauvreté absolue de 21,9 % (13) et fait face à une forte insécurité alimentaire (38). Villa El Salvador a été développée selon un schéma d'urbanisation minutieusement planifié et est divisée en quatre zones bien identifiées (Figure 1a):

- 1) une zone de plage;
- 2) une zone industrielle devenue le cœur économique de la municipalité;
- 3) une zone agricole destinée à assurer la sécurité alimentaire de la population, mais dont la superficie initiale a été réduite de 80% sous la pression de l'urbanisation;
- 4) une zone résidentielle.

Cette dernière est à son tour divisée en neuf secteurs formés chacun d'une trentaine de groupes résidentiels (Figure 1b) comportant seize quartiers de 380 lots privés (Figure 1c). Au centre de chaque groupe résidentiel, un parc public d'une superficie d'environ un hectare fait office de lieu de rassemblement. On y trouve un terrain de sport, un centre communautaire et des espaces libres destinés à la plantation d'arbres.

Villa El Salvador est considérée comme l'une des villes les plus actives et les mieux organisées du grand Lima métropolitain. Pour offrir aux plus démunis une alimentation de base, des cuisines collectives ont été créées au cœur des groupes résidentiels par des comités de femmes. En raison de l'ampleur des besoins créés par la croissance urbaine, le programme gouvernemental de sécurité alimentaire Olla común a intégré ces initiatives locales à son réseau de distribution de vivres de première nécessité. D'autres programmes ont également été implantés, dont le Vaso de leche qui vise à assurer un repas matinal aux enfants. Ce dépannage alimentaire offre toutefois une diète basée sur le riz, la farine et les pâtes alimentaires, riche en lipides et en carbohydrates et pauvre en protéines, en vitamines et en micronutriments. De telles carences accentuent le problème d'insécurité alimentaire chez les plus démunis en négligeant la qualité de leur nutrition.

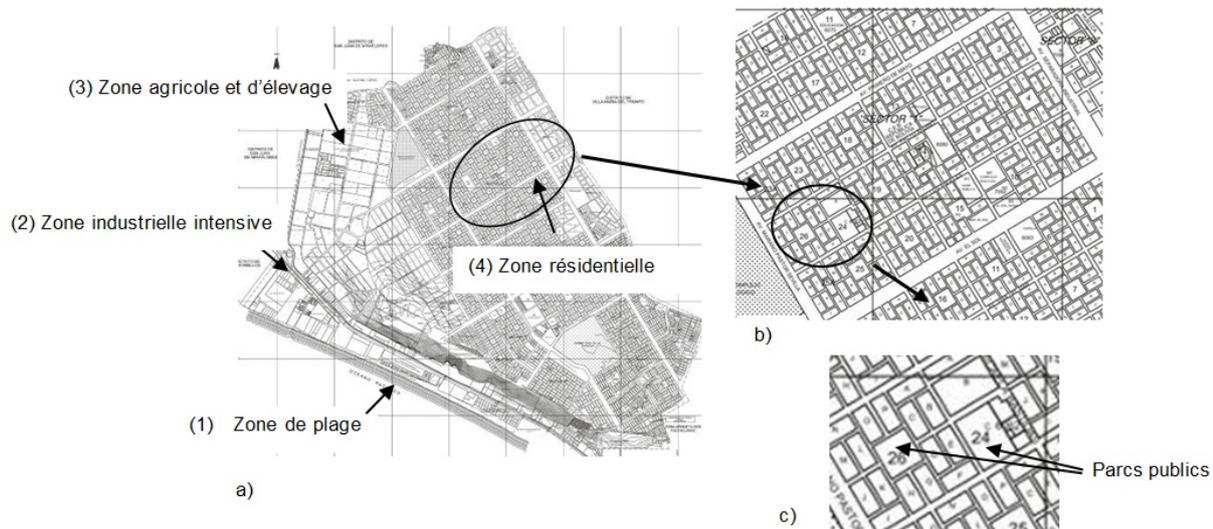
### Collecte et analyse de données

La collecte de données, basée sur une méthodologie de type exploratoire, combinait l'utilisation d'ateliers de discussion et d'entrevues individuelles. Le recrutement des participants s'est effectué en partenariat avec l'ONG péruvienne IPES/Promoción del desarrollo sostenible, active depuis 2002 dans les secteurs d'activités de l'agriculture et de la foresterie urbaines à Villa El Salvador.

Quatre groupes communautaires ont été ciblés en raison de leur dispersion sur le territoire municipal et de la diversité de leurs missions. La sélection incluait deux comités environnementaux chargés du développement de leur parc de quartier, un programme communautaire de lutte contre la pauvreté par la production de jeunes arbres et une cuisine collective contribuant à la lutte contre l'insécurité alimentaire. Dans chaque groupe, les participants ont été sélectionnés en fonction de leur compréhension des enjeux associés aux questions sociales et environnementales de leur milieu de vie, ainsi que de leur dévouement pour le développement durable de leur communauté.

Ils devaient habiter le groupe résidentiel où se situait le parc public à l'étude et démontrer un grand intérêt pour les activités de recherche proposées. Les participants ont d'abord été invités à répondre à un court questionnaire de caractérisation socio-économique, développé en suivant les recommandations de Cavendish (4) et; Colton et Covert (7), de même qu'en s'inspirant des exemples proposés par Chavarria (5) et l'USAID (36).

L'enquête s'est déroulée entre les mois de mai et novembre 2010. Trente-et-une personnes (23 femmes et 8 hommes), âgés de 36 à 75 ans, ont participé aux activités de recherche, en se basant sur le concept de saturation (8). Le questionnaire a été testé auprès de trois participants avant d'être soumis à l'ensemble de l'échantillon. Les résultats ont été analysés par codification et compilés dans une base de données créée à l'aide du logiciel Excel 2007. Les participants des 4 groupes communautaires ont ensuite été regroupés au sein de 3 ateliers de discussion comportant 8, 10 et 13 participants. Dans un premier temps, une analyse des menaces, des opportunités, des forces et des faiblesses (M.O.F.F.) liées au développement d'un projet de production alimentaire basé sur la plantation d'arbres nourriciers au sein de parcs publics a été réalisée. Par la suite, une discussion de groupe a permis d'aborder les thèmes de la gestion communautaire des systèmes arborés, des modes de distribution des denrées, de même que des facteurs facilitateurs et limitatifs pouvant influencer le succès de cette stratégie de production alimentaire.



a) Plan général de Villa El Salvador

b) Plan d'un secteur, constitué de 30 groupes résidentiels

c) Plan d'un groupe résidentiel, constitué de seize pâtés de maison et d'un ou plusieurs parcs de quartier (modifié de 38 Villa El Salvador 2009).

**Figure 1:** Schéma d'urbanisation de Villa El Salvador.

Les résultats la matrice M.O.F.F. ont été analysés à l'aide du processus de hiérarchisation analytique (P.H.A), un outil d'aide à la décision initialement développé par Saaty (29; voir aussi 10 et 30) et largement utilisé dans le domaine de la planification de la gestion forestière (18). L'adaptation du P.H.A à l'analyse M.O.F.F. permet de hiérarchiser d'une manière systématique les facteurs identifiés en plénière, puis d'en dériver une série de données quantitatives offrant un éclairage nouveau sur l'importance accordée à chacun (18). Au sein de chaque catégorie de la matrice M.O.F.F., les cinq facteurs les plus importants aux yeux des participants ont été soumis au P.H.A.

Une matrice de comparaison par paires (A) a été créée pour chaque catégorie de l'analyse M.O.F.F. avec les facteurs prioritaires sélectionnés, selon la méthode décrite par Saaty (30).

Le carré de la matrice a ensuite été calculé grâce à la fonction MMULT du logiciel Excel 2010 de Microsoft. Un ratio de constance (RC) a également été calculé pour chaque matrice. L'exercice de comparaison par paire a été repris lorsque le RC était supérieur à 10%, soit le seuil d'inconstance considéré acceptable par Saaty (30). Une dernière matrice de comparaison par paire a ensuite été créée avec le facteur le plus important de chaque catégorie de l'analyse M.O.F.F. Cette étape visait à déterminer l'indice de priorité de chaque catégorie par rapport aux trois autres. L'indice de chaque facteur individuel était ensuite multiplié par celui de sa catégorie pour en calculer la cote globale.

Les discussions de groupe ont ensuite permis d'identifier les objectifs visés par une éventuelle participation des répondants à la gestion des systèmes arborés, en plus d'évaluer leur perception face à la faisabilité réelle du projet d'implantation d'arbres nourriciers gérés de façon communautaire sur des espaces publics.

Une entrevue individuelle dirigée, réalisée à l'aide d'un second questionnaire, a ensuite permis à chaque participant d'approfondir sa réflexion. Le questionnaire abordait des questions comme la valeur attribuée par le répondant à la présence d'arbres dans son environnement, son intérêt envers différents types de produits issus des arbres nourriciers, de même que des stratégies possibles de gestion des systèmes arborés et des produits récoltés. Les répondants ont également été invités à se prononcer sur leur perception de la faisabilité de la stratégie de foresterie urbaine proposée.

Le questionnaire, qui a été testé auprès de trois participants avant d'être soumis à l'ensemble de l'échantillon, présentait une combinaison de questions ouvertes et à choix multiples, ainsi que des échelles de valeurs (11, 20, 26).

Une analyse descriptive des résultats a été effectuée. Un total de 21 participants a répondu au questionnaire.

Pour vérifier l'atteinte de la saturation, les données ont été constamment comparées entre elles tout au long du processus méthodologique. Une redondance dans les réponses a été observée pour chaque méthode de collecte de données, suggérant un fort consensus parmi les participants par rapport aux concepts abordés.

## Résultats

### Caractéristiques socioéconomiques des participants

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques socio-économiques du groupe de participants. La pauvreté et l'insécurité alimentaire sont importantes au sein de l'échantillon, 71% des familles mentionnant qu'il est très ou assez difficile de satisfaire leurs besoins en nourriture. La moitié des participants affirment avoir été obligés de recourir à un emprunt financier au cours des 30 derniers jours pour acheter des vivres et 26% disent avoir recours à l'aide alimentaire de façon régulière. De plus, 71% des participants sont sans emploi ou sous-employés et 52% gagnent un salaire égal ou inférieur à 550 soles par mois (environ 200 \$US au moment de l'étude), équivalent au seuil de rémunération vitale en vigueur en 2010 (31). Il est à noter que 39% des répondants pratiquent une certaine forme d'agriculture à domicile.

### Analyses M.O.F.F. et P.H.A.

Au cours des ateliers de discussion, l'analyse M.O.F.F. a permis d'identifier une série de facteurs pouvant influencer de façon positive ou négative, aux dires des répondants, le développement d'un système arboré productif géré par la population locale. Les résultats du P.H.A sont présentés au tableau 2.

Les résultats montrent que des facteurs du groupe des forces ont obtenu les trois indices de priorité les plus élevés. Le fait de compter sur des comités environnementaux sensibilisés et sur l'appui de la municipalité pour la réalisation du projet, de même que sur l'enthousiasme des participants pour entreprendre un travail audacieux sont considérés comme les facteurs les plus déterminants pour favoriser le succès de la stratégie de production alimentaire.

Deux facteurs du groupe des menaces, soit la crainte de subir des vols de produits et la perspective de générer des conflits parmi les habitants du quartier en lien avec la distribution des denrées récoltées, ont également obtenu des indices de priorité parmi les plus élevés et pourraient, selon les participants, influencer négativement l'issue du projet.

**Tableau 1**  
Caractéristiques socioéconomiques des participants par groupe de discussion et pour l'ensemble de l'échantillon.

Caractéristiques	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Total (n)	Total (%)
Nombre de participants	13	10	8	31	100
Sexe : Féminin (Masculin)	7 (6)	9 (1)	7 (1)	23 (8)	74 (26)
Lieu de naissance : Lima (Hors de Lima)	7 (6)	7 (3)	6 (2)	20 (11)	65 (35)
Revenu familial mensuel moyen égal ou inférieur à 550 soles <sup>1</sup>	7	7	2	16	52
Type d'emploi					
Sans emploi	3	3	2	8	26
Occasionnel	6	6	2	14	45
Temps plein	4	1	4	9	29
Nombre de personnes dans le ménage (moyenne)	4,5	6,6	6,5	5,7	-
Difficulté à satisfaire ses besoins alimentaires					
Très difficile	3	9	5	17	55
Assez difficile	3		2	5	16
Assez facile	4	0	0	4	13
Très facile	3	1	1	5	16
Emprunt d'argent dans les derniers 30 jours pour acheter des vivres	5	7	4	16	52
Bénéficiaires réguliers de l'aide alimentaire	2	4	2	8	26
Culture à domicile de produits alimentaires	5	1	6	12	39

<sup>1</sup> Environ 200 \$US, équivalent au seuil de rémunération vitale en vigueur en 2010 (SUNAT s.d.).

**Tableau 2**  
Indices de priorité et ratio de constance obtenus lors de la conduite du processus de hiérarchisation analytique, selon les résultats de l'analyse M.O.F.F.

Éléments	Indice de priorité du groupe	Facteurs	RC <sup>1</sup>	Indice de priorité du facteur au sein du groupe	Indice de priorité du facteur
Menaces	0,2268	Conflits liés à la distribution des denrées récoltées	10%	0,3586	<b>0,0813<sup>2</sup></b>
		Vols de produits		0,3361	<b>0,0762</b>
		Possibles maladies des arbres entraînant la perte de la production		0,1392	0,036
		Perte à long terme de l'appui de la municipalité		0,0875	0,0198
Opportunités	0,0444	Marché local pour les produits des arbres	7%	0,3866	0,0172
		Présence de cuisines collectives et de programmes de sécurité alimentaire		0,3836	0,017
		Le verdissement des parcs fait partie du Plan de développement de la ville		0,1288	(0,0057)
		Présence d'ONGs et de compagnies privées intéressées à appuyer la ville		0,0713	(0,0032) <sup>3</sup>
Forces	0,5893	Comités environnementaux sensibilisés	5%	0,5416	<b>0,3191</b>
		Appui municipal		0,2568	<b>0,1513</b>
		Enthousiasme des participants		0,1558	<b>0,0918</b>
		Participation des femmes chargées des cuisines collectives		0,0459	0,027
Faiblesses	0,395	Les normes environnementales municipales ne sont pas respectées par la population	8%	0,4885	<b>0,0681</b>
		<b>Insécurité</b>		0,2757	0,0385
		Les jeunes ne s'impliquent pas beaucoup		0,1261	0,0176
		Manque de ressources économiques et de temps de la part des habitants du groupe résidentiel		0,082	(0,0114)

<sup>1</sup>Ratio de constance = 100 (CI/ACI), où CI correspond à l'indice de constance  $[CI = (\lambda \max - n) / (n - 1)]$  où  $(\lambda \max \geq n)$  et ACI est l'indice de constance moyen associé aux comparaisons par paires aléatoires.

<sup>2</sup>Le caractère gras identifie les six facteurs ayant obtenu les rangs de priorités les plus élevés.

<sup>3</sup>Les parenthèses identifient les trois facteurs ayant obtenu les plus faibles rangs de priorité.

Un facteur du groupe des faiblesses, soit le non respect des normes par la population, a également obtenu un indice de priorité élevé. À l'opposé, la présence d'ONGs ou d'entreprises privées ayant la capacité d'appuyer le développement des systèmes arborés productifs, de même que le manque de temps et de ressources économiques des habitants du groupe résidentiel n'ont pas été considérés comme étant particulièrement influents, tout comme l'importance accordée au verdissement des parcs dans le Plan municipal de développement de Villa El Salvador.

### Intérêt envers les arbres et les produits des arbres

Les résultats liés à l'importance accordée par les répondants à la présence d'arbres, aux types de produits des arbres et au mode de distribution à privilégier pour ces produits sont présentés au tableau 3. Les participants affirment accorder une place prépondérante à la présence d'arbres dans leur environnement et d'arbres nourriciers en particulier. On constate également que l'obtention de produits à forte valeur nutritive est considérée essentielle, attestant de l'importance accordée par les répondants à une saine alimentation. La production de fruits et de produits ayant des vertus médicinales et traditionnelles a également obtenu un score élevé.

**Tableau 3**

Intérêt accordé par les participants aux arbres, aux types de produits des arbres et au mode privilégié pour la distribution de ces produits.

Facteurs	Score <sup>1</sup>
<i>Présence d'arbres</i>	
Présence d'arbres dans l'environnement immédiat	5,7
Présence d'arbres nourriciers	5,6
<i>Types de produits des arbres nourriciers</i>	
Produits à haute valeur nutritive	5,9
Fruits	5,5
Produits à vertus médicinales et traditionnelles	5,5
Produits à potentiel commercial	5,3
<i>Mode de distribution des produits</i>	
Consommation personnelle ou familiale	5,1
Vente par le producteur sur le marché local	4,6
Don de produits aux programmes locaux d'aide alimentaire	4,2
Consommation par tout utilisateur du parc provenant du groupe résidentiel	1,3
Consommation par des utilisateurs du parc ne provenant pas du groupe résidentiel	0,8

Échelle de Likert, 1 signifiant une faible importance et 6 indiquant une priorité absolue.

<sup>1</sup>Moyenne des répondants, n= 21.

Le potentiel commercial associé aux denrées récoltées revêt également un intérêt appréciable. Les résultats montrent de plus que les participants priorisent l'amélioration de leur situation personnelle et familiale grâce à la consommation ou à la vente des produits, tout en accordant une importance appréciable à la possibilité de soutenir les programmes d'aide alimentaire de leur quartier. À l'opposé, les participants se montrent généralement peu enclins à permettre à tout utilisateur du parc, en particulier à ceux qui ne proviennent pas du groupe résidentiel, de consommer librement les produits des arbres.

#### **Motivation des répondants et faisabilité**

Le tableau 4 présente quatre blocs de données décrivant divers aspects liés aux motivations des répondants à prendre part aux activités de gestion des systèmes arborés et au potentiel de réalisation d'une telle stratégie productive.

On y traite:

- (A) des objectifs poursuivis par les participants;
- (B) de leurs opinions concernant la distribution des produits récoltés;
- (C) des stratégies priorisées pour assurer une bonne gestion communautaire des systèmes arborés; et
- (D) de la faisabilité du projet.

L'identification des objectifs qui devraient être poursuivis par le projet (Tableau 4A) montre clairement que la question alimentaire constitue, pour les participants, une préoccupation primordiale, 80% d'entre eux en faisant mention comme une de leurs priorités.

L'étude des intentions de commercialisation montre quant à elle que le quart des répondants mentionne n'avoir aucune intention de vendre les denrées récoltées, alors que les autres prévoient profiter de l'abondance des produits pour générer des bénéfices économiques.

Les stratégies proposées pour la distribution des produits (Tableau 4B) sont cohérentes avec les objectifs poursuivis par les répondants, une majorité (67%) considérant important d'offrir au moins une partie de la production aux programmes de sécurité alimentaire du quartier.

En ce qui a trait à la gestion des systèmes arborés productifs (Tableau 4C), on constate que la totalité des répondants est en faveur d'une certaine forme de responsabilité communautaire.

La moitié des participants (52%) considère que ce sont les comités environnementaux qui devraient être en charge de la gestion des systèmes productifs, alors que 48% croient plutôt que cette gestion devrait être assurée par un groupe d'habitants du quartier spécialement formé pour l'occasion.

Il est intéressant de noter qu'aucun répondant n'a considéré opportun de confier la gestion des systèmes arborés aux groupes impliqués dans la distribution de l'aide alimentaire, tels que les cuisines collectives.

Finalement, les résultats du questionnaire montrent une certaine crainte des participants quant à la faisabilité d'un tel projet productif sous gestion communautaire (Tableau 4D). La moitié (52%) des répondants croit que le projet sera difficile à réaliser.

**Tableau 4**

Proportion des répondants mentionnant une préférence pour divers facteurs liés.

<b>A. Objectifs poursuivis</b>	<b>%</b>	<b>C. Gestion des systèmes productifs</b>	<b>%</b>
<i>Priorités</i>		<i>Entretien des systèmes arborés</i>	
Sécurité alimentaire de la famille	42	Comité environnemental du quartier	52
Aide alimentaire pour le groupe résidentiel	38	Groupe de producteurs constitué pour l'occasion	48
Amélioration de la sécurité économique	20	Groupes en charge de l'aide alimentaire	0
<i>Vente et autoconsommation</i>		<i>Partage des tâches</i>	
Aucune intention de vendre	25	Gestion individuelle des arbres	0
Vente si non consommé	30	Gestion par sous-groupes de producteurs	38
Consommation si non vendu	25	Gestion communautaire par tous les producteurs	62
Vente de l'ensemble de la production	20		
<b>B. Distribution des produits</b>		<b>D. Faisabilité du projet</b>	
<b>%</b>		<b>%</b>	
<i>Mise en œuvre du projet</i>		<i>Mise en œuvre du projet</i>	
Aux producteurs seulement	33	Impossible	0
Aux programmes de sécurité alimentaire		Difficile	52
- Une partie de la production	62	Facile	48
- La totalité de la production	5		
		<i>Intérêt de la population du groupe résidentiel</i>	
		Intéressera la majorité ou la totalité des habitants	38
		Intéressera un nombre restreint d'habitants	62
		N'intéressera personne	0

(A) aux objectifs visés par une participation au projet;

(B) à leurs opinions concernant la distribution des produits récoltés;

(C) aux stratégies pour assurer une bonne gestion communautaire des systèmes arborés;

(D) à la faisabilité du projet.

**Tableau 5**

Objectifs qui devraient être poursuivis par le projet et stratégies de gestion des produits à privilégier selon l'intensité de l'insécurité alimentaire ressentie par les répondants.

	Nombre de répondants					
	Bénéficiaires d'aide alimentaire		Difficulté à satisfaire ses besoins alimentaires			
	Bénéficiaires	Non bénéficiaires	Très difficile	Assez difficile	Assez facile	Très facile
	(n = 5)	(n = 16)	(n = 13)	(n = 3)	(n = 2)	(n = 3)
<i>Objectif poursuivi</i>						
Sécurité alimentaire de la famille	2	6	4	2	1	1
Aide alimentaire pour le groupe résidentiel	1	8	6	1	1	1
Amélioration de la sécurité économique	2	2	3	0	0	1
<i>Stratégie de gestion des produits</i>						
Aucune intention de vendre	0	5	2	0	1	2
Vente si non consommé	3	4	4	2	1	0
Consommation si non vendu	1	4	3	1	0	1
Vente de l'ensemble de la production	1	3	4	0	0	0

Selon 62% des répondants, un tel projet n'intéressera qu'un nombre restreint d'habitants du groupe résidentiel, alors que 38% d'entre eux sont convaincus que ce projet a le potentiel d'intéresser la majorité ou la totalité de la population locale. Il est à noter que 90% des répondants se sont dits confiants que la municipalité offrira le support proposé pour favoriser le succès des systèmes arborés de production alimentaire.

La presque totalité des répondants (95%) croit également que les participants respecteront leurs engagements en lien avec la gestion du système productif, ce qui devrait en favoriser le succès.

### **Influence de l'insécurité alimentaire sur les objectifs visés**

On a ensuite analysé si le niveau d'insécurité alimentaire ressenti par les répondants avait un impact sur les objectifs poursuivis et les stratégies de gestion priorisées (Tableau 5).

Les résultats montrent que quatre bénéficiaires de l'aide alimentaire sur cinq (80%) priorisent l'amélioration de leur propre situation ou celle de leur famille par la consommation ou la vente des produits récoltés. En comparaison, seulement huit non bénéficiaires de l'aide alimentaire sur seize (50%) font de même. On note également que trois bénéficiaires de l'aide alimentaire sur cinq (60%) priorisent l'autoconsommation des produits, contre neuf sur seize (56%) dans le cas des non bénéficiaires. Il est intéressant de noter que l'ensemble des bénéficiaires de l'aide alimentaire mentionne qu'il faudrait vendre au moins une partie des produits récoltés, ce qui indique une préoccupation pour assurer une valorisation économique des denrées.

Les résultats montrent également que près de la moitié (6/13) des répondants faisant mention d'une difficulté récurrente à satisfaire leurs besoins alimentaires priorisent la bonification des programmes d'aide alimentaire locaux grâce au partage des produits obtenus des systèmes productifs.

De façon générale, on observe une plus forte tendance à prioriser la vente chez les répondants faisant mention d'une difficulté à combler leurs besoins alimentaires (8/16), comparativement à un répondant sur cinq pour ceux considérant avoir assez ou beaucoup de facilité à satisfaire leurs besoins alimentaires.

## **Discussion**

Cette étude visait à identifier les motifs pouvant inciter les membres de la population locale à participer aux activités de gestion de systèmes de production alimentaire basés sur la plantation d'arbres nourriciers au sein de parcs publics de quartiers à Villa El Salvador, au Pérou. On cherchait à déterminer leurs principales motivations et à identifier les principaux facteurs facilitateurs et contraignants pouvant influencer le succès de cette stratégie de foresterie urbaine. Les résultats de l'étude montrent que la mise en place d'un système de production alimentaire au cœur des parcs publics de quartiers à Villa El Salvador intéresse la population locale, les hommes comme les femmes, sans différence majeure apparente entre les représentants des diverses classes socio-économiques.

Selon les répondants, le principal facteur favorisant l'implication des résidents aux activités productives est la perspective d'améliorer la sécurité alimentaire de leur famille. Ils accordent une importance particulière au fait de planter des arbres dont les produits présentent une haute valeur nutritive. La valeur commerciale des produits, liée à la perspective d'obtenir des revenus d'appoint grâce à leur vente, n'a qu'une importance secondaire pour la majorité des participants. Les résidents désireux d'agir en faveur de la qualité de l'aide alimentaire offerte au sein de leur quartier, par exemple les femmes impliquées dans les programmes de cuisines collectives, montrent également un grand intérêt pour l'implantation d'arbres nourriciers au sein des parcs de leur quartier. Selon les résultats de l'étude, une très forte majorité des répondants est préoccupée par l'amélioration de l'aide alimentaire locale. Il semble d'ailleurs que les représentants des classes sociales les plus élevées ne privilégient pas la vente de produits récoltés et favorisent plutôt le partage avec les plus démunis de leur quartier.

L'étude révèle par ailleurs que le succès de cette stratégie de foresterie urbaine serait étroitement lié, selon les répondants, à la volonté qui anime les producteurs, à l'implication des comités environnementaux locaux et à l'implication de la municipalité. Les facteurs contraignants ayant obtenu les plus forts indices de priorité, soit les vols de produits, le non respect des normes environnementales de la municipalité par la population locale et la possibilité de mésententes en lien avec la distribution des produits, menacent cette volonté collective en risquant de générer des conflits au sein des groupes de producteurs ou de la communauté.

Le vol de produits et le non respect des normes environnementales de la municipalité doivent donc être anticipés et gérés avec soin dès la mise en place des systèmes arborés productifs. Pour y parvenir, il importe d'assurer une intégration adéquate du projet à la politique de quartier développée par l'ensemble de la communauté locale. La mobilisation des habitants autour d'un objectif commun qu'on retrouve dans une telle politique favorise en effet le développement d'un sentiment d'appartenance de la population locale envers son milieu de vie (28). Ainsi, un système de production dont l'objectif unique serait, par exemple, la vente des produits au profit des seuls producteurs impliqués dans la gestion des systèmes arborés, ne pourrait s'implanter dans un quartier où la politique commune vise le développement de projets permettant l'amélioration de la qualité de vie de tous, selon les principes de la solidarité et de l'entraide. Il est donc important d'établir clairement l'objectif général visé par l'implantation du système productif afin de s'assurer qu'il respecte la vision commune concernant le développement du parc de quartier. La possibilité de conflits en ce qui a trait à la distribution des produits récoltés est quant à elle étroitement liée à la question de la propriété des récoltes.

Les activités productives seraient réalisées au sein d'un parc public par un groupe restreint d'habitants à la recherche d'une opportunité pour améliorer leur situation alimentaire.

Cependant, comme tous les habitants du quartier défraient annuellement les coûts d'une taxe municipale pour le développement et l'entretien des espaces verts, on peut aussi considérer qu'ils devraient avoir accès à une partie des denrées produites.

Or, lorsqu'on s'attarde aux principaux motifs pouvant inciter les répondants à participer aux activités de gestion des systèmes arborés, on constate que la perspective d'en retirer personnellement des produits alimentaires, dans un but de consommation ou de vente, demeure un élément important. Il semble que les participants s'attendent, d'une certaine façon, à voir rémunérés leurs efforts. La différence entre bien public et bien privé, si elle n'est pas abordée consciencieusement dès l'initiation du projet, risque donc d'entraîner certains conflits entre les différents acteurs locaux. Pour contrer ce problème, le partage d'une certaine proportion des produits récoltés avec les programmes d'aide alimentaire établis au sein de chaque quartier pourrait être envisagé. En fait, une forte proportion des répondants semble séduite par une telle idée.

La volonté de partage exprimée par une partie des répondants ne semble toutefois viser que les résidents les plus démunis du quartier.

En effet, la possibilité de distribuer les produits auprès de tout utilisateur du parc, faisant face ou non à une situation d'insécurité alimentaire, est loin de faire l'assentiment, comme le montre le score très faible obtenu par cette option sur l'échelle de Likert, en particulier lorsqu'il est question de non résidents du quartier. Les utilisateurs occasionnels du parc qui ne demeurent pas au sein du groupe résidentiel sont considérés, en quelque sorte, comme des étrangers qui ne devraient pas avoir le privilège de bénéficier des produits des arbres.

L'aspect communautaire du projet s'illustre également par la stratégie de gestion priorisée, l'ensemble des participants préférant le travail de groupe. Ils y voient l'avantage de partager les tâches entre tous les producteurs, ce qui, selon eux, favorise un entretien optimal des arbres contre un investissement en temps restreint de la part de chacun. Toutefois, on ne souhaite pas confier cette gestion aux groupes en charge des programmes d'aide alimentaire, ce qui renforce l'idée selon laquelle la possibilité d'obtenir un bénéfice personnel est prioritaire face au partage communautaire. On préfère confier la gestion des systèmes arborés aux comités environnementaux locaux, dont la mission principale est de gérer le développement des parcs de quartier, ou à un groupe de producteurs spécialement créé pour se consacrer aux activités productives. On cherche ainsi, d'un côté, à s'assurer que tout habitant du quartier puisse se joindre au groupe de producteurs et, d'un autre côté, à conserver une relative autonomie du groupe pour définir la stratégie de distribution des produits récoltés.

De façon générale, on constate que les participants aux activités de recherche montrent un réel enthousiasme face à cette stratégie novatrice de production alimentaire au sein des parcs publics de quartier, mais font preuve de certains doutes quant à sa faisabilité.

En effet, ils considèrent en majorité que la mise en œuvre d'un tel projet n'intéressera qu'un nombre restreint d'habitants du quartier. Les avis sont par ailleurs partagés en ce qui concerne la facilité de la mise en œuvre d'une telle initiative. En raison, principalement, de la complexité liée au fait d'implanter un projet de production à caractère privé sur un terrain public, la moitié des répondants estime que cette stratégie de foresterie urbaine sera difficile à réaliser. D'un autre côté, confiants en la volonté des participants, des comités environnementaux et de la municipalité, l'autre moitié estime qu'il sera facile de mettre en œuvre les activités productives. Le succès d'une telle mise en œuvre pourrait résider dans un partage des coûts et des responsabilités entre la municipalité et les producteurs (Lafontaine *et al.* non publié).

## Conclusion

Les résultats de cette étude démontrent l'intérêt manifesté par les répondants à la perspective de compter sur la présence d'arbres nourriciers au sein de leurs parcs de quartier, afin de bénéficier des produits récoltés pour leur propre consommation ou, dans une moindre mesure, pour la vente sur le marché local. En contexte socio-économique similaire à celui de Villa El Salvador, c'est-à-dire où on observe des organisations communautaires actives, un taux élevé de pauvreté et un intérêt marqué pour la foresterie urbaine, la plantation d'arbres nourriciers pourrait même représenter une stratégie clé pour le développement durable des quartiers et la lutte contre l'insécurité alimentaire.

Au sein de la région métropolitaine de Lima, de nombreuses municipalités présentent des caractéristiques environnementales et socio-économiques semblables à celles observées à Villa El Salvador, laissant présager un potentiel multiplicateur pour cette stratégie productive. Avec l'augmentation des problèmes sociaux, environnementaux et économiques observés en milieu urbain et l'éclosion périodique de crises économiques et alimentaires, la possibilité de valoriser de façon maximale l'ensemble des espaces urbains pour favoriser une production alimentaire prend de plus en plus d'importance. Il devient donc nécessaire d'accorder un intérêt croissant à l'utilisation d'arbres nourriciers pour favoriser un développement urbain vraiment durable, selon une approche de multifonctionnalité des espaces.

Les études liées à l'implantation d'arbres nourriciers en systèmes productifs au sein des espaces verts urbains n'en étant encore qu'à un stade préliminaire, des recherches supplémentaires sont toutefois nécessaires pour juger de leur réel potentiel.

Il importe, entre autres, d'approfondir les connaissances sur les caractéristiques du milieu urbain pouvant avoir une influence positive ou négative sur les rendements des arbres nourriciers, d'évaluer leur impact réel sur la sécurité alimentaire et l'amélioration de la qualité nutritive de la diète de la population locale et d'effectuer une analyse coûts-bénéfices permettant d'en évaluer l'intérêt financier. De plus, le potentiel d'implantation de systèmes arborés de production alimentaire au sein d'autres espaces publics du milieu urbain, tels que les bordures de rues et d'avenues et les terrains d'édifices municipaux, pourrait lui aussi faire l'objet d'études.

## Remerciements

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce à l'appui financier du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies et du programme Pauvreté urbaine et environnement du Centre de recherches pour le développement international, au Canada. Nous tenons à remercier les étudiants du Grupo de Alumnos Voluntarios de la Universidad Agraria La Molina pour leur aide précieuse lors de la conduite des groupes de discussion avec la collectivité locale.

## Références bibliographiques

- Baker J. & Schuler N., 2004, *Analyzing Urban Poverty: A Summary of Methods and Approaches*. World Bank Policy Research, Working Paper No. 3399. WorldBank, Washington.
- Bellefontaine R., Petit S., Orcet M.P., Deleporte P. & Bertault J.-G., 2001, *Les arbres hors forêts, Vers une meilleure prise en compte*. Cahier FAO Conservation 35. FAO, Rome, 214 p.
- Brown K.H. & Jameton A.L., 2000, Public Health Implications of Urban Agriculture, *J Pub. Health Policy*, **21**, 1, 20-39.
- Cavendish W., 2002, Quantitative Methods for Estimating the Economic Value of Resource Use to Rural Households. pp. 12-65, in Campbell B.M. & Luckert M.K. (Eds.), *Uncovering the Hidden Harvest – Valuation Methods for Woodland & Forest Resources*, Earthscan, London, 262 p.
- Chavarria L., 2009, *Encuestas a los agricultores urbanos de Villa El Salvador*. IPES – Promoción del desarrollo sostenible, Lima, 8 p.
- Chen S. & Ravallion M., 2007, *Absolute Poverty Measures for the Developing World, 1981-2004*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, **104**, 43, 16757-16762.
- Colton D. & Covert R.W., 2007, *Designing and Constructing Instruments for Social Research and Evaluation*. Jossey-Bass, San Francisco, 394 p.
- Curry L.A., Nembhard I.M. & Bradley E.H., 2009, Qualitative and Mixed Methods Provide Unique Contributions to Outcomes Research, *Circ.*, **119**, 1442-1452.
- Dixon J., Omwega A.M., Friel S., Burns C., Donati K. & Carlisle R., 2007, The Health Equity Dimensions of Urban Food Systems? *J. Urban Health, Bull. N. Y. Acad. Med.*, **84**, 1, i118 -i129.
- Forman E. & Peniwati K., 1998, Aggregating Individual Judgments and Priorities with the Analytic Hierarchy Process., *Europ. J. Oper. Res.*, **108**, 165-169.
- Holmes T.P. & Adamowicz W.L., 2003, *Chapter 6: Attribute-Based Methods*. In: *A Primer on Nonmarket Valuation*. pp. 171-220, In: Champ P.A., Boyle K.J. & Brown T.C. (Eds), *The Economics of Non-Market Goods and Resources Series*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, 576 p.
- INEI, 2008, *Perfil sociodemográfico de la provincia de Lima. Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda* [En ligne]. Instituto nacional de estadística e informática, Lima, Pérou.  
<<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro15/Libro.pdf>> Consulté le 13 octobre 2009. (Espagnol).

13. INEI, 2009, *Mapa de pobreza provincial y distrital 2007 – El enfoque de la pobreza monetaria*. [En ligne]. Instituto nacional de estadística e informática, Lima, Pérou. <[http://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/documentos/Mapa\\_Pobreza\\_2007.pdf](http://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/documentos/Mapa_Pobreza_2007.pdf)> Consulté le 11 février 2014. (Espagnol).
14. INEI, 2012, 11 de junio - *Día mundial de la población*. [En ligne] Instituto nacional de estadística e informática, Lima, Pérou. <<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1032/libro.pdf>> Consulté le 25 octobre 2012. (Espagnol).
15. Koc M., MacRae R., Mougeot L.J.A. & Weish J., 1999, *For Hunger-Proof Cities: Sustainable Urban Food Systems*. CRDI, Ottawa, 252 p.
16. Kolokotroni M. & Girdharan R., 2008, Urban Heat Island Intensity in London: An Investigation of the Impact of Physical Characteristics on Changes in Outdoor Air Temperature During Summer, *Solar Energy*, **82**, 986-998.
17. Konijnendijk C.C., Robert M.R., Kenney A. & Randrup T.B., 2006, Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe, *Urban Urban Greening*, **4**, 93-103.
18. Kurttila M., Pesonen M., Kangas J. & Kajanus M., 2000, Utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) in SWOT Analysis — A Hybrid Method and its Application to a Forest-Certification Case, *For. Pol. Econ.*, **1**, 1, 41-52.
19. Lourdes S.O., 2009, *Evaluación de los árboles fuera del bosque en el consejo popular Pogolotti – Finlay - Belen – Husillo para beneficio del programa nacional de agricultura urbana. "Mémoire de maîtrise"*. Instituto de investigaciones fundamentales de agricultura tropical Alejandro de Humboldt, La Havane, 111 p. (Espagnol).
20. Louviere J.J., Hensher, D.A. & Swait J.D., 2000, *Stated-Choice Methods: Analysis and Applications*. University Press, Cambridge, 401 p.
21. Madaleno I., 2000, *Urban agriculture in Belém*, Brazil, *Cities*, **17**, 1, 73-77.
22. Mitlin D., 2004, *Understanding Urban Poverty; What the Poverty Reduction Strategy Papers Tell Us*. Human Settlements Working Paper Series Poverty Reduction in Urban Areas No. 13. International Institute for Environment and Development, London, 30 p.
23. Mougeot L., 2006, *Growing Better Cities: Urban Agriculture for Sustainable Development*. CRDI, Ottawa, 118 p.
24. Nilsson K., 2005, Urban Forestry as a Vehicle for Healthy and Sustainable Development, *Chin. Technol.*, **4**, 1, 1-14.
25. Nowak D.J., Crane D.E. & Stevens J.C., 2006, Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, *Urban For. Urban Greening*, **4**, 115-123.
26. Powe N.A., 2007, *Redesigning Environmental Valuation – Mixing Methods Within Stated Preference Techniques*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 202 p.
27. Ravallion M., Chen S. & Sangraula P., 2002, New Evidence on the Urbanization of Global Poverty, *Pop. Dev. Rev.*, **33**, 4, 667-701.
28. Rossi A., 2001, *L'architecture de la ville*. In Folio éditions, Gollion, Suisse, 252 p.
29. Saaty T.L., 1977, A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, *J. Math. Psychol.*, **15**, 234-281.
30. Saaty T.L., 2008, Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, *Int. J. Serv. Sci.*, **1**, 1, 83-98.
31. SUNAT, n.d., *Histórico de remuneración mínima vital y aportes mínimos 2000 – 2012*. "En ligne". In: 08. Tasas y cálculo de aportaciones a Essalud y ONP TH. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, Lima, Pérou. <[orientacion.sunat.gob.pe](http://orientacion.sunat.gob.pe)> Consulté le 11 mars 2010. (Espagnol).
32. Tacoli C., McGranahan G. & Shatterthwaite D., 2012, *Urbanization, Poverty and Inequity: Is Rural-Urban Migration a Poverty Problem, or Part of the Solution?* pp. 37-54, in: Martine G., McGranahan G., Montgomery M. & Fernandez-Castilla R. (Eds.), *The New Global Frontier: Urbanization, Poverty and Environment in the 21st Century*. Earthscan, New York, 336 p.
33. Tiwary A., Sinnett D., Peachey C., Chalabi Z., Vardoulakis, S., Fletcher T., Leonardi G., Grundy C., Azapagic A. & Hutchings T.R., 2009, An Integrated Tool to Assess the Role of New Planting in PM10 Capture and the Human Health Benefits: A Case Study in London, *Environ. Pollut.*, **157**, 10, 2645-2653
34. Torre A., Aznar O., Bonin M., Caron A., Chia E., Galman M., Lefranc C., Melot R., Guérin M., Jeanneaux P., Kirat T., Paoli J.C., Salazar M.I. & Thinon P., 2006, Conflicts et tensions autour des usages de l'espace dans les territoires ruraux et périurbains – Le cas de six zones géographiques françaises, *Rev. Écon. Rég. Urbaine*, **3**, 415-553.
35. United Nations Population Division, 2012, *Percentage of Population Residing in Urban Areas by Major Area, Region and Country, 1950-2050*. In: World Urbanization Prospects: The 2011 Revision – CD-ROM Edition. Organisation des Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, Division de la population, New York.
36. USAID, 2009, *Food Security Assessment– Household survey*. [En ligne]. Save the Children USA & United States Agency for International Development, Washington. <<http://www.docstoc.com/docs/14184813/Rapid-Food-Security-Assessment-Tool-Questionnaire---Official-Site>>. Consulté le 28 janvier 2010.
37. Valaski S., Adenilson J.C. & Nucci J.C., 2008, *Arvores frutíferas na arborização de calçadas do bairro Santa Felicidade – Curitiba/pr e seus benefícios para a sociedade*. Geografia, Ensino & Pesquisa, **12**, 972-985. (Portugais).
38. Villa El Salvador, 2009, *Portal municipal de Villa el Salvador*. [En ligne]. Lima, Pérou. <[http://www.munives.gob.pe/Mun\\_PidMunives.htm](http://www.munives.gob.pe/Mun_PidMunives.htm)> Consulté le 26 avril 2009. (Espagnol).

# Etude comparative de la charge parasitaire des petits ruminants et du guib harnaché dans quatre campements riverains à la forêt classée de Wari-Marou au Nord-Est du Bénin

A.M.L. Faihun<sup>1,2</sup>, E.V.B. Azando<sup>1,2,3\*</sup>, E.Y. Attakpa<sup>1,2</sup>, C.G. Akouèdegni<sup>1</sup>, M.S. Hounzangbe-Adote<sup>1</sup>

**Keywords:** Strongyles- Strongyloides- Parasite burden Sheep- Goat- Bushbuck- Benin

## Résumé

*Une étude comparative de la charge parasitaire gastro-intestinale des petits ruminants domestiques (ovins et caprins) et d'une espèce de ruminant sauvage (guib harnaché) a été menée dans quatre campements riverains à la forêt classée de Wari-Marou située au Nord-Est du Bénin. Les techniques de flottation et de sédimentation ainsi qu'une méthode semi-quantitative associée à la technique de flottation ont été utilisées pour analyser les différents échantillons de crottes. Les prélèvements ont été effectués pendant les saisons sèche et pluvieuse avec un total de 100 échantillons pour les ovins, 75 pour les caprins et 25 pour le guib harnaché. Les petits ruminants domestiques ont présenté six types de parasites (strongles, Strongyloides, coccidies, cestodes, Capillaria, trématodes). Le guib harnaché a présenté les strongles et strongyloides seulement au cours de la saison pluvieuse. Les charges parasitaires pour les différents types de parasites étaient faibles dans la majorité des cas. Le caractère sauvage ou domestique de l'animal a influencé son état parasitaire ( $p < 0,05$ ). De cette étude il est apparu qu'aucune relation n'existe entre l'intensité d'infestation des petits ruminants et celle du guib harnaché.*

## Summary

### Comparative Study of the Parasitic Load of Small Ruminants and Bushbuck in Four Camps Bordering the Wari-Marou Reserve in the North East of Benin

*A comparative survey of the gastro-intestinal parasitological burden of small ruminants (sheep, goat) and one species of wild ruminants (bushbuck) has been conducted in four camps around the classified forest of Wari-Marou located in the North-East of Benin. The flotation and sedimentation methods, and a semi-quantitative method associated to the flotation method were used to analyze the different samples. Feces samples were collected during the dry and rainy seasons with 100 samples for sheep, 75 for goat and 25 for bushbuck. The small domestic ruminants presented six types of parasites (strongyles, Strongyloides, coccidia, tapeworm, Capillaria, trematodes). The bushbuck presented strongyles and strongyloides only during the rainy season. The burden of different types of parasites was low in the majority of cases. The wild or domestic nature of the animal influenced its parasitological state ( $p < 0.05$ ). For this study it appeared that no relation exists between the infestation intensity of small ruminants and bushbuck.*

<sup>1</sup>Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Production Animale, Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Cotonou, Bénin.

<sup>2</sup>Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département de Production Animale, Parakou, Bénin.

<sup>3</sup>Université de Parakou, Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques de Djougou, Département de Production Animale et Halieutique, Djougou, Bénin.

\*Auteur correspondant: E-mail: verickaz@yahoo.fr

Reçu le 30.12.15 et accepté pour publication le 11.05.16

## Introduction

L'élevage contribue dans des proportions importantes à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté (15). Sa contribution au produit intérieur brut du secteur agricole au Bénin en 2001 s'évaluait à 64,5 milliards de FCFA (23). Il est une activité très importante dans la partie Nord-Est du pays (14). L'alimentation du cheptel dans les départements de l'Alibori et du Borgou au Bénin, repose sur les pâturages naturels et les résidus de récolte (13). Des espèces sauvages (cervidés, petits ruminants, rongeurs, lagomorphes) peuvent fréquenter des pâtures utilisées par les ruminants domestiques. Des échanges parasitaires sont alors susceptibles d'intervenir entre ces espèces (27). Il peut y avoir introduction de parasite et de maladies au sein des animaux domestiques après leur contact avec les animaux sauvages (2). Plusieurs maladies affectant les animaux domestiques plus spécifiquement le bétail sont toujours identifiées au sein des ongulés sauvages (25).

L'échange de parasites potentiellement pathogènes entre les animaux domestiques et sauvages constitue un risque incomplètement défini (17).

L'impact économique du parasitisme notamment gastro-intestinal sur l'élevage des ruminants est reconnu dans le monde entier. Les petits ruminants sont sous une contrainte sérieuse des infestations des helminthes gastro-intestinaux dans les pays en développement ce qui réduit leur productivité et leur performance de reproduction (4). Une infestation intense par ces parasites provoque l'anémie et même la mortalité des animaux (19). En plus de ces menaces l'infestation réduit l'immunité des animaux, les rend susceptibles à d'autres infections pathogènes ce qui cause d'énormes pertes économiques (16). En région tropicale le parasitisme gastro-intestinal est plus sévère à cause des conditions environnementales favorables à la transmission de ces parasites (33). Terefe *et al.* (30) ont rapporté que plus de 95% des petits ruminants dans les régions tropicales présentent une infestation par les parasites gastro-intestinaux.

L'objectif de la présente recherche est d'évaluer l'état parasitaire des petits ruminants (ovins et caprins) domestiques et d'une espèce de ruminant sauvage (guib harnaché) utilisant les mêmes espaces de pâturage.

## Matériel et méthodes

### Milieu d'étude

Les travaux ont été entrepris dans des campements riverains à la forêt classée de Wari-Marou située entre 8°50' et 9°10' de latitude Nord et 1°55' et 2°25' de longitude Est entre les communes de Bassila et de Tchaourou, respectivement dans les départements de la Donga et du Borgou dans la partie septentrionale du Bénin (Figure 1).

Les quatre campements concernés par l'étude sont:

Wari-Marou: (latitude X= 406621,321 m; longitude Y= 1013625,043 m);

Samba: (latitude X= 411672,401 m; longitude Y= 1014962,094 m);

Oubérou: (latitude X= 414049,380 m; longitude Y= 1017190,511 m) et

Sinahou: (latitude X= 416723,481 m, longitude Y= 1017487,634 m).

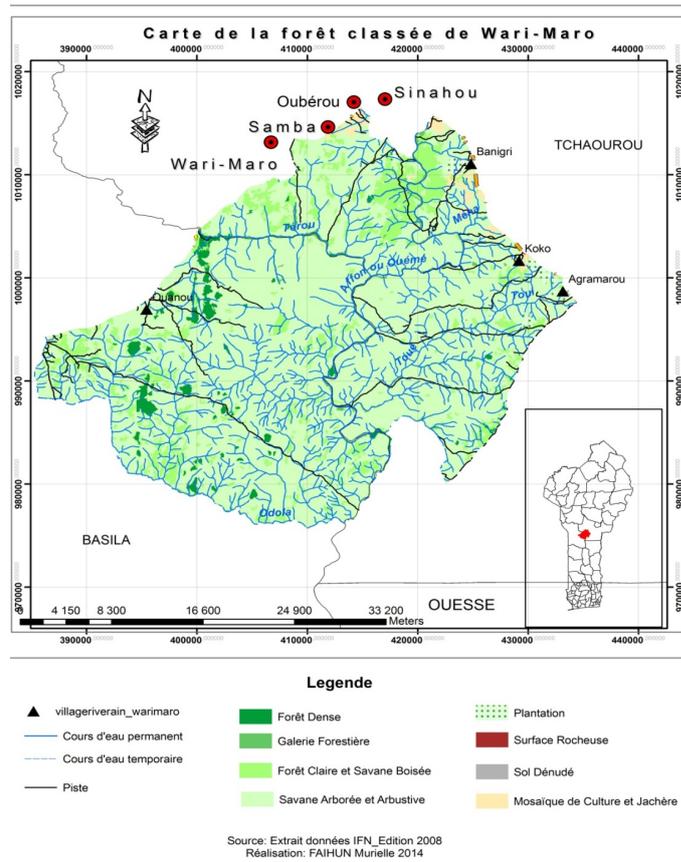
Le climat qui règne dans la forêt de Wari-Marou est de type soudano guinéen avec une hauteur moyenne annuelle de pluies comprise entre 1100 mm et 1200 mm. Les températures varient entre 21 °C et 33 °C.

### Matériel

Le guib harnaché (Figure 2) est une élégante antilope de 70 cm en moyenne au garrot avec une robe brun rougeâtre assez foncée chez le mâle, rouge vif chez la femelle et des raies bandes verticales réparties sur le thorax, les flancs et les cuisses. Il est largement répandu en Afrique subsaharienne dans les aires suffisamment couvertes pouvant lui permettre de se dissimuler. Il se nourrit d'herbe mais surtout de feuilles, de jeunes pousses, de gousses, de tubercules et de racines; il peut se nourrir des produits de plantations tels que les arachides et les haricots dans les zones très anthropisées (12). Les prélèvements de crotte ont été effectués sur les ovins, les caprins et le guib harnaché pendant la saison sèche (novembre 2012 à mars 2013) et pendant la saison pluvieuse (juin à septembre 2013).

### Méthodologie

Les prélèvements des échantillons de crottes ont été faits directement dans le rectum des petits ruminants choisis de façon aléatoire au cours des deux saisons pour un contrôle parasitaire. Les ovins et caprins impliqués dans cette recherche sont des adultes de race Djallonké âgés de deux ans en moyenne. Cinq animaux de chaque espèce ont été prélevés sans discrimination de sexe chez chacun des éleveurs associés à cette recherche (29). Chaque prélèvement est bien identifié (date, nom du campement, numéro du prélèvement), conservé dans un bocal en plastique. Les matières fécales sont acheminées au laboratoire vétérinaire de Parakou dans moins de six heures après le prélèvement sur les animaux. Elles sont immédiatement analysées ou dans le cas contraire sont conservées au réfrigérateur à 4 °C pendant au plus trois jours pour des analyses différées (18). Pour le guib harnaché seules les fèces fraîches et non dégradées sont collectées dans les zones de pénétration des animaux domestiques. Les crottes ainsi collectées sont conditionnées dans des boîtes en plastique.



**Figure 1:** Carte de la forêt classée de Wari-Marô présentant les quatre campements d'étude.



<http://www.c3ed.ird.sn/biodiversite/spip.php?article34>

**Figure 2:** Photo du guib harnaché (Anonyme).

Chaque boîte est identifiée (la date, la zone de prélèvement) et rapidement acheminée au laboratoire pour être analysée ou conservée dans les mêmes conditions que celles des animaux domestiques. Un total de 40 échantillons de fèces pour les ovins, 30 pour les caprins, 10 pour le guib harnaché ont été analysés au cours de la saison sèche. Pendant la saison pluvieuse l'ensemble des analyses portait sur 60 prélèvements chez les ovins, 45 chez les caprins et 15 chez le guib harnaché.

Les techniques de flottation en tube à essai et la sédimentation ont été utilisées. La flottation a permis d'identifier les œufs de nématodes et de cestodes ainsi que les ookystes de coccidies dans les fèces. La sédimentation a été utilisée pour déterminer les œufs de trématodes dans les fèces (18).

### Analyses des données

Une méthode semi-quantitative utilisant les seuils de l'unité de parasitologie du campus vétérinaire VetAgroSup de Lyon (28) a été associée à la méthode de flottation pour apprécier l'intensité d'infestation des animaux.

Ces seuils sont:

Présence: moins de 10 éléments parasitaires comptés sur la lame.

+: de 10 à 100 éléments parasitaires comptés sur la lame.

++: de 100 à 200 éléments parasitaires comptés sur la lame.

+++: de 200 à 1000 éléments parasitaires comptés sur la lame.

++++ : plus de 1000 éléments parasitaires comptés sur la lame.

Le taux d'infestation par type de parasite a été calculé suivant la formule I.

$$\text{Taux d'infestation}(\text{parasite donné}) = \frac{\text{Nombre d'échantillons positifs} \times 100}{\text{Nombre total d'échantillons analysés}}$$

Le test de Chi-carré de Pearson a été utilisé pour déterminer l'influence du campement, de la saison ou de l'espèce sur le taux d'infestation des animaux. Les différences entre les moyennes sont considérées significatives au seuil de 5%.

### Résultats

Les analyses des échantillons de crotte ont révélé un polyparasitisme chez toutes les espèces de petits ruminants domestiques étudiées avec en commun les types de parasites suivants: strongles, *Strongyloides*, coccidies, et trématodes (œufs de paramphistomes, *Fasciola* spp). Le genre *Capillaria* a été observé uniquement chez les ovins au cours des deux saisons (Tableau 1). Les cestodes (*Moniezia expansa*) ont été retrouvés chez les caprins et les ovins au cours de la saison pluvieuse.

Les prélèvements effectués chez le guib harnaché au cours de la saison sèche n'ont présenté aucun œuf d'helminthes ni des oocystes de coccidies par contre au cours de la saison pluvieuse deux types de parasites ont été enregistrés: les strongles et les *Strongyloides*.

Les taux d'infestation par les strongles et les *Strongyloides* sont élevés. Au cours de la saison sèche ils varient de 50% à 100% pour les strongles, de 60% à 80% pour les *Strongyloides* chez les ovins. Chez les caprins ils sont de 100% pour les strongles et varient de 60% à 100% pour les *Strongyloides*. Au cours de la saison pluvieuse les taux d'infestation en strongles et *Strongyloides* varient de 60% à 100% et de 33% à 93% chez les ovins, de 93% à 100% pour les strongles et de 53% à 86% pour les *Strongyloides* chez les caprins.

Les ovins ont présenté les plus forts taux d'infestation en coccidies, ces taux ne dépassent pas 90% au cours de la saison sèche et 80% au cours de la saison pluvieuse.

Les caprins ont présenté les plus forts taux d'infestation en trématodes; au cours de la saison sèche, ce taux atteint 100% dans le campement de Oubérou. Quant aux ovins ils ont présenté les taux d'infestation les plus élevés en trématodes au cours de la saison pluvieuse, ils varient de 33% à 93%, le taux le plus élevé étant obtenu dans le campement de Wari-Marou. Les parasites du genre *Capillaria* sont retrouvés uniquement chez les ovins du campement de Wari-Marou avec des taux d'infestation de 20% au cours de la saison sèche et de 6,7% au cours de la saison pluvieuse.

Les taux d'infestation en cestodes ont été les plus faibles, ces types de parasites ont été retrouvés seulement chez les petits ruminants au cours de la saison pluvieuse. Les caprins du campement de Sinahou ont présenté un taux d'infestation de 26,6% et les ovins de Wari-Marou un taux de 6,7%.

Au cours de la saison sèche les différences de taux d'infestation en strongles et en *Capillaria* d'un campement à l'autre sont significatives chez les ovins ( $p=0,032$  et  $p<0,0001$ ), pour les autres types de parasites elles ne sont pas significatives ( $p>0,05$ ). Chez les caprins tous les animaux examinés dans les différents campements sont infestés par les strongles. Les taux d'infestation en *Strongyloides*, en coccidies et en trématodes sont significativement différents d'un campement à l'autre (respectivement  $p=0,0004$ ;  $p=0,006$  et  $p=0,0001$ ).

Au cours de la saison pluvieuse le lieu de prélèvement c'est-à-dire le campement a eu d'effet significatif sur le taux d'infestation pour tous les types de parasites chez les petits ruminants à l'exception du taux d'infestation en trématodes chez les ovins dont les différences ne sont pas significatives d'un campement à l'autre ( $p=0,34$ ) (Tableau 1).

**Tableau 1**  
Influence du campement sur le nombre d'animaux infectés par les types de parasites.

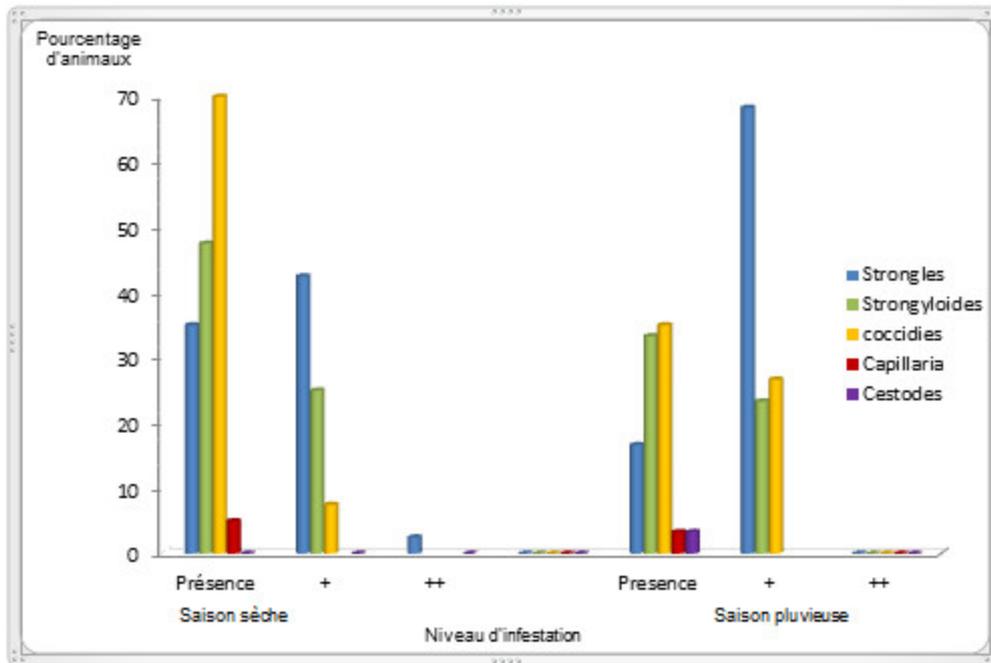
Type-animaux	Campement	Types de parasites											
		Strongles		<i>Strongyloides</i>		Coccidies		<i>Capillaria</i>		Cestodes		Trématodes	
		P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP
Ovins	Oubérou	10	0	8	2	7	3	0	10	-	-	5	5
	Samba	5	5	6	4	7	3	0	10	-	-	4	6
	Sinahou	10	0	7	3	9	1	0	10	-	-	8	2
	Wari-Marou	7	3	8	2	8	2	2	8	-	-	6	4
Saison sèche		p=0,0328		P= 0,7484		P=0,6784		p<0,0001		p=0,427			
	Oubérou	10	0	9	1	9	1	0	10	-	-	10	0
	Samba	10	0	6	4	5	5	0	10	-	-	3	7
	caprins	Sinahou	10	0	10	0	9	1	0	10	-	-	9
	Wari-Marou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		p=0,0004		p=0,006		p=0,0001							
Ovins	Oubérou	9	6	4	11	11	4	0	15	0	15	4	11
	Samba	15	0	8	7	13	3	0	15	0	15	9	6
	Sinahou	14	1	14	1	6	9	0	15	0	15	6	9
	Wari-Marou	15	1	10	5	6	9	2	13	2	13	13	2
Saison pluvieuse		p<0,0001		p=0,002		p=0,015		p<0,0001		p<0,0001		p=0,34	
	Oubérou	12	3	8	7	9	6	0	15	0	15	0	15
	Samba	15	0	13	2	0	15	0	15	0	15	6	9
	caprins	Sinahou	15	0	10	5	0	15	0	15	4	11	6
	Wari-Marou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		p<0,0001		p=0,07		p<0,0001		p<0,0001		p=0,0012			

P= animal parasité ; NP= animal non parasité.

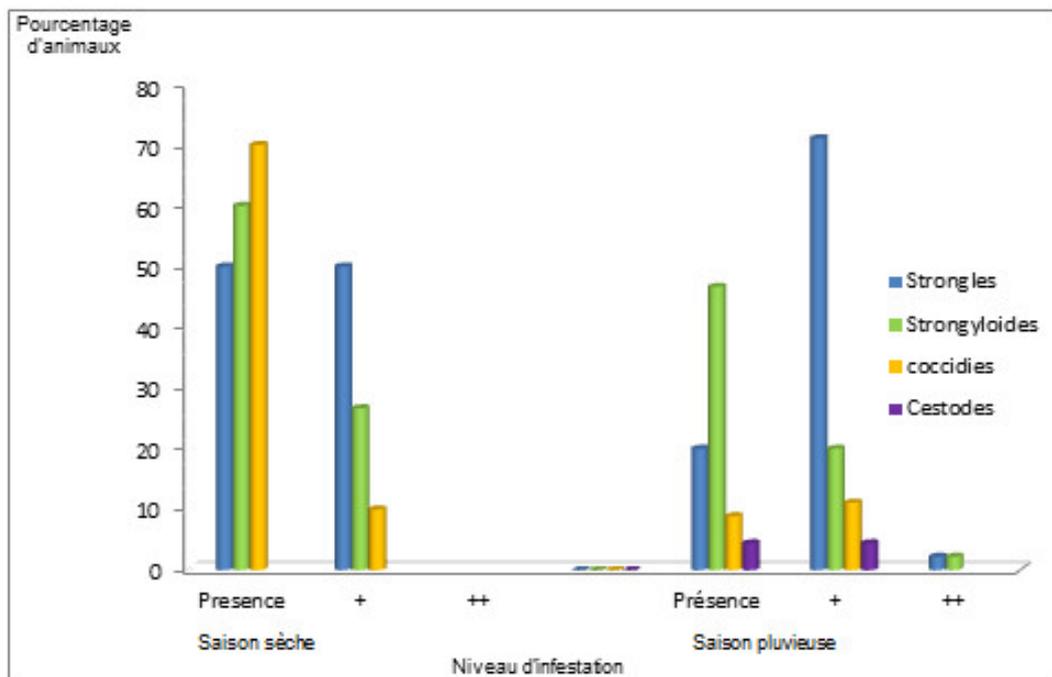
**Tableau 2**  
Effet de la saison sur le parasitisme par type de parasites chez les différents groupes d'animaux.

		Types de parasites											
		Strongles		<i>Strongyloides</i>		Coccidies		<i>Capillaria</i>		Cestodes		Trématodes	
		P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP
Ovins	Saison sèche	32	8	29	11	31	16	2	38	0	45	23	17
	Saison pluvieuse	53	7	36	24	2	58	36	24	0	60	32	28
		p=0,391		p=0,284		p<0,0001		p<0,0001		-		p=0,827	
Caprins	Saison sèche	30	0	25	5	23	7	0	30	0	30	22	8
	Saison pluvieuse	42	3	31	14	9	36	0	45	4	41	12	33
		p=0,39		p=0,25		p<0,0001		-		p=0,24		p=0,00018	
Guib harnaché	Saison sèche	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	Saison pluvieuse	3	12	1	14	0	15	0	15	0	15	0	15
		p=0,379		p=1		-		-		-		-	

P= animal parasité ; NP= animal non parasité.



**Figure 3:** Echantillons positifs par charge parasitaire et par type de parasite chez les ovins à partir des analyses semi-quantitatives.



**Figure 4:** Echantillons positifs par charge parasitaire et par type de parasite chez les caprins à partir des analyses semi-quantitatives.

La saison n'a pas influencé les taux d'infestation en strongles et *Strongyloides* chez les petits ruminants domestiques, elle a par contre eu d'effet sur les taux d'infestation en coccidies chez ces derniers. Elle a également eu d'effet sur les taux d'infestation en *Capillaria* chez les ovins et en trématodes chez les caprins (Tableau 2).

En ce qui concerne le guib harnaché l'espèce sauvage, la saison n'a pas eu d'effet significatif sur les taux d'infestation en strongles et *Strongyloides* qui sont les deux types de parasites rencontrés chez celui-ci.

Le caractère sauvage ou domestique de l'animal a impacté son état parasitaire. Ainsi les petits ruminants domestiques étaient nettement plus parasités que le guib harnaché l'espèce sauvage. Le test de khi-deux a montré que la nature (domestique ou sauvage) de l'animal a influencé le taux d'infestation pour tous les types de parasites ( $p < 0,05$ ).

Les analyses semi-quantitatives ont révélé que l'intensité parasitaire des animaux était situé dans trois niveaux : présence, (+) et (++) ; aucun caprin ou ovin n'a présenté une intensité parasitaire élevée (+++) ou massive (++++).

Chez les ovins une forte proportion des animaux ont montré la présence de *Strongyloides* (47,5%) et de coccidies (70%) au cours de la saison sèche. Au cours de la saison pluvieuse 68,33% des ovins ont montré une intensité parasitaire (+) en strongles. Une intensité parasitaire (++) en strongles a été notée uniquement au cours de la saison sèche chez 2,5% des ovins. Aussi très peu d'ovins ont-ils montré la présence de *Capillaria* et de cestodes au cours des deux saisons (Figure 3).

Chez les caprins 70% et 60% des animaux échantillonnés ont montré la présence de coccidies et de *Strongyloides* dans leurs crottes, 50% de ces derniers ont montré la présence des œufs de strongles et 50% en ont également présenté une intensité parasitaire (+) au cours de la saison sèche. Au cours de la saison pluvieuse un pourcentage élevé (71,1%) des échantillons de crottes analysées ont présenté une intensité parasitaire (+) en strongles, la présence des œufs de *Strongyloides* a été observée dans 46,7% des échantillons et c'est le pourcentage le plus élevé obtenu pour ce niveau d'infestation. Une intensité parasitaire (++) en strongles et *Strongyloides* a été observé chez respectivement 2,2% des animaux. Un nombre très faible des caprins ont été infestés par les cestodes ; 4,4% y ont révélé la présence et 4,4% autre en ont présenté une intensité parasitaire (+) (Figure 4). Chez le guib harnaché très peu de prélèvements ont révélé la présence de parasites, 20% ont présenté les œufs de strongles, 6,7% ont présenté les œufs de *Strongyloides*.

## Discussion

Le nombre des échantillons a varié au cours des saisons à cause de la transhumance pratiquée par la majorité des éleveurs des campements au cours de la saison sèche. De même, des échantillons de fèces de caprins n'ont pas été prélevés dans le campement de Wari-Marou parce que les éleveurs de ce campement ne pratiquent pas ce type d'élevage. Les raisons qui démotivent l'élevage des caprins dans ce campement résident certainement dans les tabous culturels ou les mésaventures passées.

Un polyparasitisme avec au moins cinq types de parasites a été observé chez les deux espèces de ruminants domestiques. Les types de parasites rencontrés sont les strongles, les *Strongyloides*, les cestodes, les coccidies, les *Capillaria* et les trématodes. En effet les ovins et les caprins des zones tropicales et subtropicales présentent les mêmes types de parasites (26, 31). Chez le guib harnaché il a été noté la présence de deux types de parasites à savoir les strongles et les *Strongyloides*. Mais on peut aussi ne pas observer d'œuf d'helminthe chez cet herbivore sauvage comme l'ont rapporté Van Wyk et Boomker (32) qui ont examiné un guib harnaché en Afrique du Sud. La présence de ces deux types de parasites chez le guib harnaché vient conforter l'idée que les mêmes types de parasites se retrouveraient chez les ruminants domestiques et sauvages cohabitant dans un même environnement. Des études ultérieures d'identification des parasites jusqu'au niveau sous-espèce et portant sur un échantillon plus important sont néanmoins nécessaires pour corroborer cette hypothèse. Les cestodes, les coccidies et les trématodes peuvent aussi se rencontrer chez le guib harnaché (2, 5, 7, 11). Cependant le polyparasitisme est plus marqué chez les animaux domestiques.

Les taux d'infestation les plus élevés chez les petits ruminants ont été obtenus pour les strongles et les *Strongyloides* quoique dans un campement (Oubérou) les ovins ont présenté un taux d'infestation faible en *Strongyloides*.

Les strongles et les *Strongyloides* sont des nématodes à cycle direct qui ne font pas intervenir un hôte intermédiaire (9) et la contamination des animaux se fait directement au pâturage par ingestion des larves infestantes (20) ce qui justifie les taux d'infestation plus élevés pour ces types de parasites dont la prévalence est par ailleurs élevée en milieu tropical et subtropical (24, 29). Les ovins ont présenté les plus forts taux d'infestation en coccidies et davantage en saison sèche. Au cours de la saison sèche les caprins ont présenté les plus forts taux d'infestation en trématodes, la situation a été renversée pendant la saison pluvieuse où ce sont les ovins qui ont eu les plus forts taux d'infestation pour ce type de parasites.

On ne peut donc pas confirmer les conclusions des travaux de Chartier *et al.* (10) qui ont remarqué que les ovins étaient plus parasités par les trématodes que les caprins en Ituri une région située en zone équatoriale. Aussi la présence des œufs de trématodes chez certains individus peut être étendue à tout le troupeau (1, 8).

Le taux d'infestation faible obtenu pour les trématodes dans certains campements peut alors être étendu à tous les troupeaux c'est-à-dire que tous les animaux sont infestés par ce type de parasite. Les intensités parasitaires pour tous les types de parasites étaient faibles même pendant la saison pluvieuse d'une façon générale. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait qu'au cours des prélèvements pendant la saison pluvieuse il y avait une faible pluviométrie ce qui a sans doute perturbé le cycle de développement des différents parasites. En effet l'excrétion des œufs diminue au fur et à mesure que la sécheresse perdure et croît pendant la saison pluvieuse dans les régions de Gaya, Alibori et Borgou (3).

Le guib harnaché a présenté des taux d'infestation très faibles en strongles (20%) et en *Strongyloides* (6, 7%) qui sont les types de parasites retrouvés dans les prélèvements. On peut donc conclure qu'il n'y a pas de corrélation entre le degré d'infestation des petits ruminants et du guib harnaché. La forte infestation des animaux domestiques n'influence pas l'état parasitaire des animaux sauvages. Le faible niveau d'infestation parasitaire des herbivores sauvages peut être expliqué par des mécanismes de réponse immunitaire contre ces parasites (6, 7). L'explication la plus plausible de ce faible degré d'infestation des gazelles est leur comportement alimentaire, ils pâturent dans plusieurs niveaux de végétation gardant au minimum le risque d'infestation (2). Le guib harnaché est un ongulé brouteur. Il est un consommateur sélectif qui consomme des plantes ou des parties de plantes nutritives autres que les graminées et en général des ligneux (21) ce qui sûrement l'expose moins aux infestations par les parasites gastro-intestinaux qui se trouvent au sol dans les herbages.

## Conclusion

L'étude de l'état parasitaire des ruminants autour de la forêt classée de Wari-Marô a révélé des types de parasites communs aux petits ruminants domestiques et au guib harnaché ruminant sauvage.

Un polyparasitisme avec au moins quatre types de parasites a été rencontré chez les ovins et les caprins alors que deux types de parasites notamment les strongles et les *Strongyloides* ont été rencontrés chez le guib harnaché. Les taux d'infestation les plus élevés ont été obtenus pour les strongles et les *Strongyloides* chez les petits ruminants atteignant 100% dans certains campements. Le caractère sauvage ou domestique de l'animal a impacté son état parasitaire ainsi les petits ruminants domestiques étaient nettement plus parasités que le guib harnaché l'espèce sauvage. Les strongles et les *Strongyloides* ont été identifiés chez les ruminants domestiques et sauvages, des études plus approfondies devront être menées pour mieux apprécier les possibilités d'échanges parasitaires et celles-ci pourraient se consacrer à la recherche d'espèces de parasite éventuellement communes aux différents animaux. Des études expérimentales sont également nécessaires pour apprécier la sensibilité et la réceptivité du guib harnaché à certains parasites dont les petits ruminants domestiques sont les hôtes.

## Références bibliographiques

1. Alzieu J.P., Ducos de Lahitte J., Bourdenx L. & Jacquet P., 2002, La microcoeliose bovine-Une parasitose émergente et pathogène. *Bull. Groupements Tech. Vét.*, **13**, 133-136.
2. Apio, A. & Wronski, T., 2005, Foraging behaviour and diet composition of bushbuck (*Tragelaphus scriptus*) in Queen Elizabeth National Park, Uganda. *Afr. J. Ecol.*, **43**, 1–8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2028.2005.00576>
3. Assogba M. N. & Youssao A. K. I., 2001, Epidémiologie de la fasciolose à *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1885), de la microcoeliose et de la paramphistomose bovines au Bénin, *Ann. Méd. Vét.*, **145**, 260-268.
4. Ayaz, M. M., Raza M. A., Murtaza S. & Akhtar S., 2013, Epidemiological survey of helminths of goats in southern Punjab, Pakistan., *Trop. Biomed.*, **30**, 62-70.
5. Belem A.M.G. & Bakoné E.U., 2009, Parasites gastrointestinaux d'antilopes et de buffles (*Syncerus caffer brachyceros*) du ranch de gibier de Nazinga au Burkina Faso, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **13**, 4, 493-498.
6. Boomker J & Kingsley SA., 1984, *Paracooperia devossini*. Sp. (Nematoda: Trichostrongylidae) from the bushbuck, *Tragelaphus scriptus* (Pallas, 1766), *J. Vet. Res. Mar.*, **51**, 1, 21-24.
7. Boomker J., Horack I.G. & De Vos V., 1986, The Helminths parasites of various artiodactylids from some South African nature reserves, *J. Vet. Res.*, **53**, 93-102.
8. Bosquet G., Alzieu J.P., Chauvin A., Camuset P., Dorchies P. & Heskia B. 2006, L'observatoire de la grande douve : évaluation des mesures à mettre en place dans les élevages pour maîtriser la fasciolose et premiers résultats, *Bull. Acad. Vét. France*, **160**, 2, 101-105.
9. Cabaret, J. & Gruner, L. 1983, *Utilisation de l'herbe et parasitisme interne des ovins et des caprins*. In : *Exploitation des fourrages verts par les ovins et les caprins*. Paris, France, 231-254.
10. Chartier C., Bushu M. & Lubingo M., 1990, Principaux helminthes des petits ruminants en Ituri (Haut-T-Zaire), *Ann. Soc. belge Méd trop.*, **70**, 65-75.
11. Conradie I., 2008, *The prevalence of helminths in warthogs, bushpigs and some antelope species in Limpopo Province, South Africa*, partial fulfillment for the requirements of the degree Master of science in Veterinary Tropical Diseases in the faculty of Veterinary Science, University of Pretoria, South Africa, p 67
12. Corson P.J., 2004, *Les antilopes d'Afrique : biologie, éthologie et chasse*, ed Gerfaut ISBN 2-914622-43-0, books.google.bj/books, 155p consulté le 24 Octobre 2015
13. Djènontin A. J., Amidou M. & Baco M. N., 2004, Diagnostic gestion du troupeau : gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au nord Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **43**, 16p.
14. Djènontin A. J. P., Houinato M., Toutain B. & Sinsin B., 2009, Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-Est du Bénin, *Sécheresse*, **20**, 4, 346-353.
15. FAO, 2009, *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: Le point sur l'élevage*, ISSN 0251-1460, <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm> 202 p
16. Garedaghi Y., Rezaii-Saber A.P., Naghizadeh A. & Nazeri M., 2011, Survey on prevalence of sheep and goats lungworms in Tabriz abattoir, *Iran. Adv. Environ. Biol.*, **5**, 773-775.
17. Grootenhuis, J.G., 1999, *25 Years of Wildlife Disease Research in Kenya*, Nairobi: Kenya Agricultural Research Institute, 61-73
18. Hansen J. & Pery B., 1995, *Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie des helminthiases des ruminants domestiques, laboratoire internationale de recherche sur les maladies des animaux* (LIRMA), FAO, Rome, Italie, books.google.bj/books, 298 p 19.Hassan, M.M., Hoque M.A., Islam S.K.M.A., Khan S.A., Roy K. and Banu Q., 2011, A prevalence of parasites in Black Bengal goats in Chittagong, Bangladesh. *Int. J. Livestock Prod.* **2**, 40-44.
20. Hounzangbé-Adoté M.S., 2005, *Propriétés anthelminthiques de quatre plantes tropicales testées in vitro et in vivo sur les nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants*, thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, 240 p
21. Jacobsen N.H.G., 1974, Distribution, home range and behavior patterns of bushbuck in the Lutope and Sengwa valleys, Rhodesia, *J. Afri. Wildl. Mgmt. Ass.*, **4**, 2, 75-93.
22. Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (MAEP), 2001, *Schéma directeur du développement agricole et rural, plans stratégiques opérationnel*, République du Bénin, 36 p
23. Martin C., Pastoret P.P., Brochier B., Humblet M.F. & Saegerman C., 2011, A survey of the transmission of infectious diseases/infections between wild and domestic ungulates in Europe, *Vet. Res.*, **2**, 42-70. doi: 10.1186/1297-9716-42-70.
24. O'connor L.J., Walkden-Brown S.W. & Kahn L.P., 2006, Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep, *Vet. Parasitol.*, **142**, 1-15.
25. Ouattara L. & Dorchies P., 2001, Helminthes gastro-intestinaux des moutons et chèvres en zones sub-humide et sahélienne du Burkina-Faso., *Rev. Med. Vet.*, **152**, 2, 165-170.
26. Paploray M.H.C., 2002, *Interactions ruminants domestiques - faune sauvage dans les parasitoses en France métropolitaine : étude bibliographique*. Thèse médecine vétérinaire, Université Paul Sabatier - Toulouse, 65p
27. Richard F., 2012, *Comparaison de différents liquides de flottation en coproscopie des ruminants*, mémoire pour le grade de docteur vétérinaire, Université Claude-Bernard - Lyon I, 109 p
28. Rozette L., 2010, *Strongles digestifs et pulmonaires chez les caprins, filière ovine et caprine* (France), 31, 5-9.
29. Salifou S., 1996, *Nématodes et nématodoses du tube digestif des petits ruminants du Sud Bénin: Taxonomie, Epidémiologie et les facteurs de variation*. Thèse de doctorat de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal., 162 p.

- 
30. Terefe D., Demissie D., Beyene D. and Haile S., 2012, A prevalence study of internal parasites infecting Boer goats at Adami Tulu agricultural research center, *Ethiopia. J. Vet. Med. Anim. Health*, **4**, 12-16.
31. Tchoumboue, J., Awah-Ndukum, J. J. et Tong, J. C., 2000, A survey of gastrointestinal parasites in sheep and goats of Western Highlands of Cameroon, *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **48**, 4, 250-253.  
<http://www.cabdirect.org/abstracts/20023180103.html>
32. Van Wyk I.C. & Boomker J., 2011, Parasites of South African wildlife. XIX. The prevalence of helminthes in some common antelopes, warthogs and the bushpigs in the Limpopo province, South Africa, *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **78**, 1, Art. #308, disponible sur <http://dx.doi.org/10.4102/ojvr.v78i1.308>, 11 p.
33. Zeryehun T., 2012, Helminthosis of sheep and goats in and around Haramaya, southeastern Ethiopia, *J. Vet. Med. Anim. Health*, **4**, 48-55.
- 

AM.L. Faihun, Béninoise, Doctorante, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Production Animale, Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Cotonou, Bénin.

E.V.B. Azando, Béninois, PhD, Enseignant-Chercheur, Université de Parakou, Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques de Djougou, Département de Production Animale et Halieutique, Djougou, Bénin.

E.Y. Attakpa, Béninois, PhD, Enseignant-Chercheur, Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département de Production Animale, Parakou, Bénin.

C.G. Akouedegni, Béninois, PhD, Enseignant-Chercheur, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Production Animale, Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Cotonou, Bénin.

M.S. Hounzangbe-Adote, Béninoise, PhD, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Cotonou, Bénin.

# Composition en vitamines et en minéraux des graines de *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae), une plante alimentaire et médicinale de l'Afrique de l'Ouest

A.C. Ayéna Tchègnon<sup>1</sup>, M. Agassounon Djikpo Tchibozo<sup>1\*</sup>, E. Anago<sup>2</sup>, H. Ahissou<sup>2</sup>, G.A. Mensah<sup>3</sup> & C. Agbangla<sup>1</sup>

**Keywords:** *P. santalinoides*- Seeds- Vitamins- Minerals- Cooking influence- Benin

## Résumé

Les études ont été entreprises dans le but de contribuer à la réduction des carences en vitamines et en minéraux par l'utilisation des ressources naturelles. La composition en vitamines et en micronutriments des graines crues ou cuites des morphotypes 1 et 2 de *P. santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae), ont été déterminées par des méthodes standardisées AFNOR et AOAC. Dans les matières sèches, les teneurs moyennes en pro vitamine A ont varié de 7 à 100 µg/g et celles en vitamine C de 40.103 à 155.103 µg/g. Les teneurs moyennes en cendres totales, en magnésium, en potassium, en phosphore, en sodium, en calcium, en fer et en chlorure dans les matières sèches ont été respectivement de 3,54%; 0,12%; 0,68%; 0,26%; 0,06%; 0,07%; 0,05%; 0,42%. La cuisson a provoqué la réduction en teneurs des vitamines. Les graines crues ou cuites de *P. santalinoides* peuvent contribuer à l'amélioration du statut vitaminique des consommateurs compte tenu de leur teneur en pro vitamine A et en vitamine C. Les résultats de cette étude montrent la pertinence d'une valorisation de cette espèce.

## Summary

### Vitamins and Minerals Composition in *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae) Seeds: a Food and Medicinal Plant of West Africa

Studies were undertaken in order to contribute to the reduction of deficiencies in vitamins and minerals through the use of natural resources. Vitamins and micronutrients compositions of raw or cooked seeds of *P. santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae), morphotypes 1 and 2 were determined by standardized methods AFNOR and AOAC. In the dry matter, the pro vitamin A content levels ranged from 7 to 100 µg/g and those of vitamin C from 40,103 to 155,103 µg/g. The mean levels of total ash, magnesium, potassium, phosphorus, sodium, calcium, iron and chloride in the dry materials were respectively 3.54%; 0.12%; 0.68%; 0.26%; 0.06% ; 0.07%; 0.05%; 0.42%. Cooking caused vitamin reductions. Raw and cooked seeds can contribute to improve pro vitamin A and vitamin C intake. The results of this study show the relevance of valorizing of *Pterocarpus santalinoides*.

<sup>1</sup>Université d'Abomey-Calavi Bénin, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Normes et de Contrôle de qualités Microbiologique, Nutritionnelle et Pharmacologique, /Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies, Cotonou, Bénin.

<sup>2</sup>Université d'Abomey-Calavi Bénin, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire, Cotonou, Bénin.

<sup>3</sup>Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin.

\*Auteur correspondant: Email: tchibowo@yahoo.fr

## Introduction

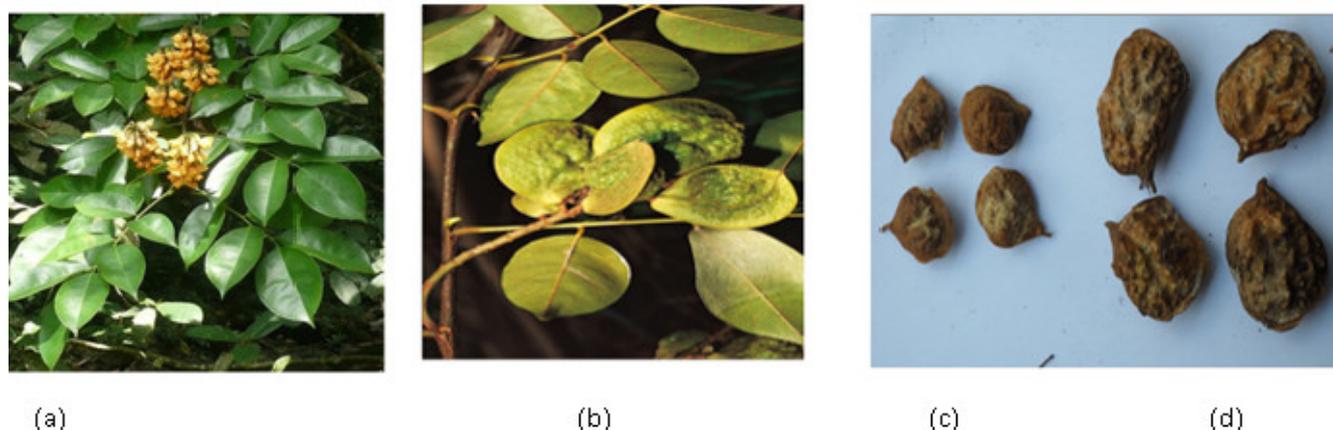
Les vitamines et les minéraux sont sans valeur énergétique, mais indispensables pour les fonctions biologiques de l'organisme. Ces nutriments interviennent dans de nombreuses activités enzymatiques et dans l'équilibre des pressions qui se produisent entre le milieu intra et extracellulaire. Les carences en vitamines et minéraux font partie des principaux problèmes nutritionnels affectant les populations en voie de développement. Même, dans les pays développés, les déficits en micronutriments ne sont pas négligeables puisque la population affectée dépasse parfois 30% (13). Ces carences sont principalement dues aux habitudes alimentaires. Cependant, certains médicaments peuvent provoquer des déficits en micronutriments à cause de leurs interactions métaboliques. Vu l'importance des micronutriments dans le fonctionnement de l'organisme vivant, leur carence entraîne de graves troubles sur la santé (10, 11, 27). Celle en vitamine A est une priorité sanitaire au niveau mondial (11). La moitié des femmes enceintes et un tiers des enfants de moins de cinq ans sur le plan mondial souffrent d'anémie ferriprive à des degrés divers (25, 12). Les stratégies de lutte contre ces carences comprennent les supplémentation en molécules pures et les approches alimentaires incluant les aliments riches en micronutriments (1, 2, 3, 14, 28). L'amélioration de la santé publique au travers cette dernière approche peut passer par la valorisation des ressources naturelles. Les fruits sont des produits de grande importance sur le plan alimentaire et sanitaire. En raison de leur arôme naturel, de la présence de certains composés nutritionnels et fonctionnels tels que les hydrates de carbone, les protéines, les vitamines, les minéraux essentiels, les fibres alimentaires, les antioxydants et d'autres substances bio-actives (2, 3, 11, 24, 25). L'Afrique dispose d'énormes potentialités en matière de ressources naturelles exploitées par les populations (8, 17, 18). *Pterocarpus santalinoides*, de la famille des Leguminosae ou Papilionoideae est une espèce médicinale, alimentaire et économique; car il s'agit du teck africain (5). Originaire du Nigéria, l'arbre s'est répandu dans toute la sous région de l'Afrique de l'Ouest.

Au Bénin, l'espèce est localement appelée Gbègbètin (fon), Gbèngbèn (éwé), Aègbè et Tigbi (yoruba, nago). Ses graines contiennent des macromolécules telles que les protéines, les lipides et les glucides (7). Comme toutes les feuilles, celles de *P. santalinoides* contiennent du magnésium, du calcium, du potassium et du phosphore (23). Au Bénin, les graines de cette espèce végétale sont en voie d'abandon.

Les informations endogènes provenant des enquêtes témoignent de l'existence de pieds de *P. santalinoides* portant uniquement des fruits de petite taille (morphotype 1) et ceux portant uniquement des fruits de grandes tailles (morphotype 2) à potentialités pharmacologiques et nutritionnelles (7). L'étude vise à déterminer les teneurs en vitamines et en minéraux dans les graines crues et cuites de *P. santalinoides*, consommées surtout dans le Sud du Bénin, afin d'évaluer leur contribution quantitative aux apports en micronutriments.

## Matériel d'études et traitement

Le matériel d'étude a été constitué des graines crues et cuites de *P. santalinoides* (Photo 1). Pour les analyses, des fruits de petite taille (morphotype 1) et de grande taille (morphotype 2), ont été collectés (7), séparément sous trente arbres, le 4 août 2014 au Sud du Bénin, dans la vallée du département de l'Ouémé à Porto-Novo, située à environ 40 km de Cotonou, capitale économique du Bénin. Puis après triage, 2 kg de chaque morphotype de fruits ont été constitués. Les fruits ont été séparés au hasard en lots. Pour les différentes analyses, les graines de chaque lot ont été extraites des gousses, dépulées, séchées puis triées en soustrayant les graines endommagées ainsi que les éléments indésirables. Un aliquote de chaque échantillon de graines a été cuit à 100°C pendant 45 min. Puis, 2 échantillons crus (1 du morphotype 1 et 1 du morphotype 2) et 2 échantillons cuits (1 du morphotype 1 et 1 du morphotype 2) ont été broyés à l'aide d'un broyeur moulinex<sup>®</sup> à 1.500 tours/minute, puis déposés dans des papiers en aluminium avant d'être soumis aux différents dosages.



(a)= Tige feuillée de *P. santalinoides* en fleurs; (b)= Fruits mûrs; (c)= Fruits de type 1; (d)= Fruits de type 2.

**Photo 1:** Feuilles et fruits de *P. santalinoides*.

### Dosage de pro vitamine A

Ce dosage a été fait suivant la technique décrite dans le document technique de l'AOAC (7). La vitamine A standard® a servi à préparer les étalons. A 1 g de chaque échantillon ont été ajoutés 5 ml d'hexane. Après l'homogénéisation au vortex, chaque suspension a été centrifugée à 5312 tours/minute pendant 10 minutes. A 2 ml du surnageant recueilli et laissé évaporer à 40°C, 2 ml de propanol-2 ont été ajoutés. Ensuite, le dosage a été réalisé au spectrophotomètre Biomate 3 par densité optique (DO) à 244 nm. La mesure a été répétée 3 fois. La teneur en pro vitamine A est déduite de la droite d'étalonnage. Ces teneurs ont été exprimées en µg/g.

### Dosage de la vitamine C

A 1 g de chaque échantillon broyé a été ajouté 5 ml d'eau distillée. Après homogénéisation au vortex, chaque suspension a été centrifugée à 5312 tours/minute pendant 10 minutes. A 2 ml du surnageant recueilli, ont été ajoutés 2 ml d'eau distillée. Puis la lecture a été effectuée au spectrophotomètre de marque Biomate 3 à la densité optique à 265 nm. Le standard utilisé est l'acide ascorbique. L'analyse a été reprise 3 fois. Les teneurs en vitamine C ont été exprimées en µg/g. Détermination de la teneur en cendres totales La teneur en cendres totales a été déterminée par une procédure améliorée d'incinération dans un four à 600± 25 °C (NF 03-720) (1), cette température a été choisie afin d'accélérer la combustion, car les graines même cuites ont un aspect plus ou moins

croquant, avec une augmentation de la température programmée pour ne pas dépasser les 0,6°C par seconde. Le taux moyen de cendre a été exprimé en pourcentage de masse sur la matière sèche (%MS).

### Détermination des teneurs en minéraux

Des documents contenant les méthodes standardisées ont servi de support (6, 21). Pour la minéralisation, une partie de chaque échantillon finement broyé à l'aide d'un broyeur a été séchée à 75°C pendant 16 heures avant d'être refroidie au dessiccateur. Une prise d'essai de 2 g a été prélevée et déposée dans un creuset et mis au four à 450°C pendant 2 heures, ensuite l'ensemble a été laissé se refroidi pendant 2 heures. Les cendres obtenues ont été humectées avec 2 ml d'eau déminéralisée et 1 ml d'acide chlorhydrique concentré a été lentement ajouté. L'ensemble a été chauffé sur une plaque chauffante jusqu'à l'apparition des premières vapeurs. Ensuite, 2 à 3 ml d'eau déminéralisée ont été ajoutés avant la filtration. Le rinçage a été effectué 3 fois à l'eau tiède. Puis, une incinération a été faite pendant 30 minutes à 550 °C après la cendre a été reprise par 5 ml d'HF. Le mélange a été porté au bain-marie à 100 °C. Puis 1 ml d'HCl concentré a été ajouté, suivi d'un lavage à l'eau tiède avant le filtrage. Le tout a été complété à 100 ml au trait de jauge après refroidissement. Chaque solution a été gardée à 4 °C pour les dosages. Le potassium (K) et le sodium (Na) ont été dosés à l'aide du photomètre à flamme, le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le fer (Fe).

Le phosphore (P) a été dosé par spectrométrie à 880 nm suivant la méthode au bleu du Molybdène. Pour minimiser l'effet des interférences ioniques lors du processus d'absorption, il a été ajouté aux extraits, des réactifs spécifiques. Ainsi, pour le dosage du calcium et du magnésium, il a été utilisé du Lanthane à 10g/l. Pour le dosage du sodium et du potassium, le chlorure de césium à 2 g/l a été additionné.

La méthode de Mohr a été utilisée pour le dosage du chlorure en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. Ainsi, dans un erlenmeyer à 20 g de chaque échantillon broyé ont été ajoutés 100 ml d'eau distillée. Après homogénéisation au vortex, une centrifugation à 5312 tours/minute pendant 10 minutes a été effectuée. Puis 50 ml du surnageant ont été recueillis dans une fiole conique de 250 ml et filtrés. 3 gouttes d'acide nitrique pur ont été ajoutées, suivies de 0,2 g de carbonate de calcium et de 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %. A l'aide d'une burette, une solution de nitrate d'argent 0,1 N a été versée progressivement jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre, persistante pendant 3 minutes. La concentration des ions Cl<sup>-</sup> dans la solution a été calculée à partir du volume de nitrate d'argent versé suivant la formule I:

$$\text{Teneur en Cl (mg/g)} = \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times 100 \times M_{Cl}}{V'} \quad I$$

Avec  $V_{AgNO_3}$  = le volume de nitrate d'argent ajouté;  $N_{AgNO_3}$  = la concentration molaire de la solution de nitrate d'argent;  $M_{Cl}$  = la masse molaire moléculaire du chlore et  $V'$  = le volume de la prise d'essai. Les dosages ont été faits 3 fois pour chaque lot d'échantillon. Les résultats sont exprimés en %/MS.

#### Détermination de l'influence de la cuisson sur les éléments dosés

Pour l'évaluation de l'influence de la cuisson, le pourcentage de différence a été calculé suivant la formule II:

$$\% \text{différence} = \frac{\text{Teneur de cuite} - \text{teneur de crue}}{\text{Teneur de crue}} \times 100 \quad II$$

#### Analyse statistique

L'analyse des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel GraphPad Prism, version 5.0. Pour chacun des facteurs expérimentaux, une analyse descriptive a permis d'obtenir la moyenne des teneurs en vitamines et en minéraux des graines des morphotypes 1 et 2 au seuil statistique de 5%. Le logiciel Excel a permis de réaliser les graphes.

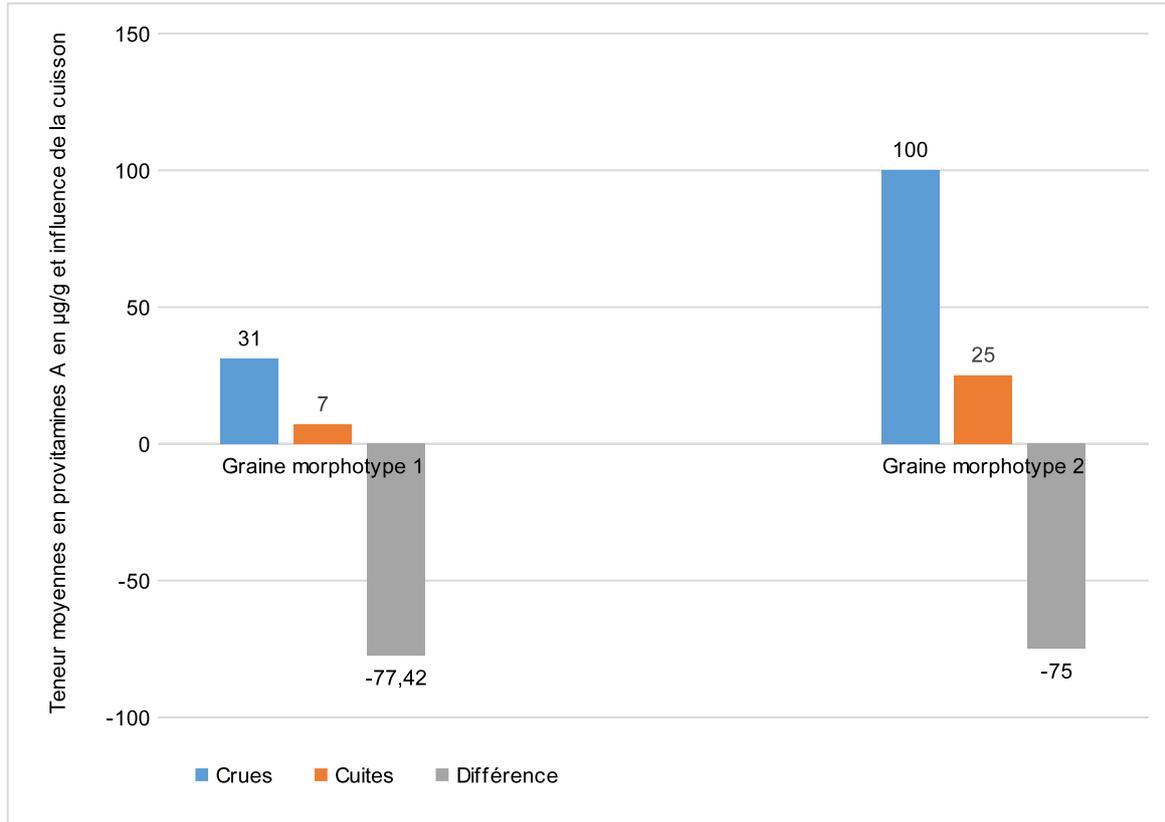
#### Résultats

##### Teneurs en provitamine A et vitamine C

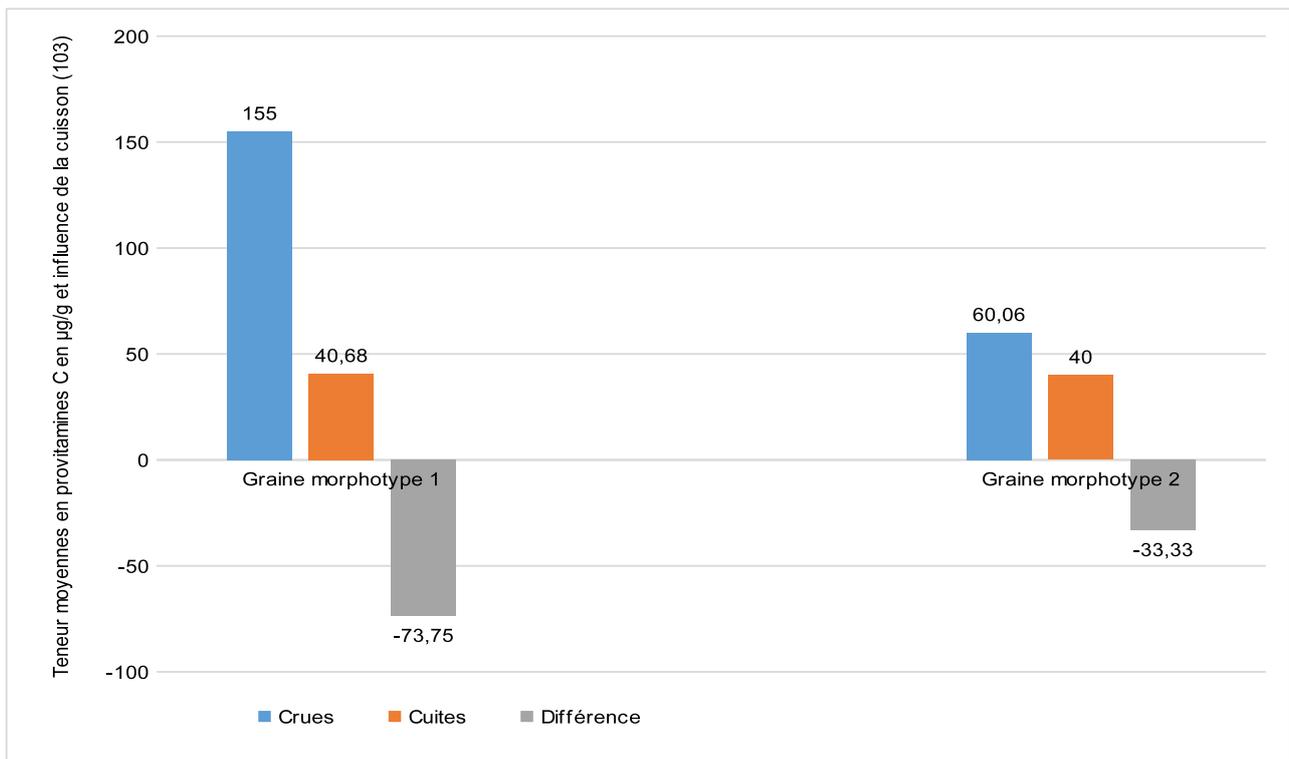
Les résultats du dosage des vitamines dans les graines des 2 morphotypes de *P. santalinoides* révèlent que les valeurs moyennes des teneurs en pro vitamine A ont varié dans l'ensemble de 7 à 102 µg/g (Figure 1). L'effet de cuisson a été la réduction des teneurs en vitamines. En ce qui concerne la vitamine C, les valeurs moyennes des teneurs ont oscillé entre 40.103 µg/g et 155.103 µg/g (Figure 2). La plus forte valeur en pro vitamine A est trouvée dans les graines crues (102 µg/g) du morphotype 2 de *P. santalinoides*. Par contre, la vitamine C est plus concentrée dans le morphotype 1 (155.103 µg/g (crues) et 40,68.103 µg/g (cuites)) que le morphotype 2.

##### Teneurs en minéraux des deux morphotypes de graines de *P. santalinoides*

Les valeurs moyennes des teneurs en cendres totales des graines de *P. santalinoides* ont varié respectivement de 2,03% pour les graines cuites du morphotype 1 à 3,54 % pour les graines crues du morphotype 2 (tableau 1). Les teneurs en nutriments de l'espèce ont varié d'un minéral dosé à un autre suivant le morphotype. L'influence de la cuisson a été notée par la réduction des teneurs en vitamines et en certains minéraux. Les résultats obtenus montrent que la cuisson provoque des pertes importantes (tableau 1) en certains minéraux, pour 75% contre un gain en d'autres pour 25% des éléments dosés.



**Figure 1:** Teneurs moyennes en provitamine A en µg/g et influence de cuisson sur les graines des 2 morphotypes de *P. santalinoides*.



**Figure 2:** Teneurs moyennes en vitamine C en µg/g et influence de cuisson sur les graines des 2 morphotypes de *P. santalinoides*.

**Tableau 1**

Composition des 2 morphotypes de *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae) en minéraux et influence de cuisson.

Teneurs	Graines morphotype 1		Influence de cuisson (% de différence)	Graines morphotype 2		Influence de cuisson (% de différence)			
	moyennes (/MS)	Crues		Cuites	Crues		Cuites		
% Cendres totales		3,14±0,03		2,03±0,04	-35,3	3,54±0,06		2,13±0,04	-39,8
% Magnésium		0,12±0,020		0,11±0,10	-8,3	0,13±0,04		0,10±0,02	-23,1
% Potassium		0,64±0,04		1,24±0,01	93,7	0,68±0,01		1,36±0,03	1
% Phosphore		0,24 ±0,10		0,20±0,03	-16,7	0,26±0,02		0,21±0,04	-19,2
% Sodium		0,07±0,02		0,06±0,01	-14,3	0,06±0,012		0,05±0,01	-16,7
% Calcium		0,07±0,55		0,07±0,33	1,3	0,07±0,43		0,08±0,65	14,3
% Fer		0,05±0,17		0,03±0,20	-40	0,06±0,19		0,03±1,50	-50
% Chlorures		0,42±0,60		0,23±0,44	-45,4	0,42 ±0,73		0,24±0,01	-42,9

## Discussion

Les résultats du dosage des vitamines ont révélé une variation des concentrations de ces dernières dans les deux morphotypes. Ceci constitue un exemple de différence des fruits, influencée par des conditions intrinsèques ou extrinsèques, soit liée à la génétique de l'espèce ou au degré de maturité des fruits. Ce dernier argument reste non fondé car, les fruits ont été ramassés après leur chute. Toutefois, l'analyse des résultats indique que cette plante est plus riche en vitamine C qu'en pro vitamine A. Pour ce qui concerne les résultats de l'influence de la cuisson, il a été constaté une réduction des teneurs en vitamines dosées dans les échantillons cuits (figure 1) par rapport aux échantillons crus. Il en résulte que la cuisson explique les pertes importantes de l'ordre de 77,4% enregistrées au niveau de la pro vitamine A contenue dans les graines crues du morphotype 1 et 75% dans celle du morphotype 2. Mais la perte a été plus importante pour la vitamine C du morphotype 1 (73,7%) que du morphotype 2 (33,3%). Cette différence de pourcentages observée est liée aux taux moyens initiaux en vitamine C des échantillons crus. La réduction jusqu'à 73,7% de la vitamine C dans les graines du morphotype 1 confirme réellement sa sensibilité à la température élevée (27, 22, 2, 3) par rapport aux autres vitamines. Cependant, les résultats obtenus à l'issue de cette étude restent difficiles à expliquer par rapport à la sensibilité des vitamines à la cuisson. L'absorption de la vitamine A par l'organisme dépend de la transformation de la pro vitamine A en vitamine A.

Etant liposoluble, son absorption (vitamine A) dépend également de la teneur en lipides présents (20). Dans l'ensemble, par rapport aux teneurs en nutriments, les graines de morphotype 2 sont plus riches que celles du morphotype 1. Pour ce qui est de l'effet de la cuisson, les résultats obtenus montrent qu'elle entraîne des pertes plus importantes des minéraux (45,37% chlorures; 40% fer) ainsi que d'autres minéraux (18,31% Na; 17,143% phosphore ; 13,821 magnésium) initialement présents dans le morphotype 1. De même, que pour le morphotype 2 des pertes importantes sont notées en minéraux (50% fer; 42,9% chlorures; 23,1% magnésium) et pas moindres pour d'autres (19,2% phosphore; 16,7% sodium).

Par contre, une augmentation a été respectivement notée pour le potassium (+93,7; +1%) et le calcium (+1,3; +14,3%). Ce résultat pourrait être dû à un effet de concentration par pertes de jus pauvres en certains minéraux ou à un apport d'autres à partir de l'eau de cuisson, car les analyses précédemment effectuées par (4), sur l'eau du robinet du campus de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin avaient montré la présence de ces ions. Les travaux de (8) avaient révélé également l'apport en potassium et en calcium dans les échantillons de graines de niébé cuites en absence de la potasse. Le fer et le chlorure semblent être les éléments les moins stables dans les graines de cette espèce. Ainsi, de l'analyse des résultats obtenus, il ressort que les pertes sont plus élevées au niveau des graines cuites du morphotype 1 que du morphotype 2.

En résumé, la cuisson a entraîné une diminution plus ou moins marquée des valeurs nutritionnelles, soit par la diffusion des composés hydrosolubles dans l'eau de cuisson et/ou par la destruction des nutriments thermosensibles.

En tenant compte de la recommandation de la FAO/WHO (9), qui est de 30 mg/jour, les teneurs en vitamines C des graines de l'espèce, où les valeurs extrêmes sont de : 40.103 µg/g (40 mg/g) et 155.103 µg/g (155 mg/g), indiquent que la consommation de 100 g des graines de la plante permet de satisfaire les besoins journaliers chez un adulte. Ceci à condition que si les facteurs d'absorption existent. En définitive, les fruits de l'espèce sont plus riches en vitamine C et en minéraux (potassium, chlorures et phosphore) que les autres éléments dosés. Leur contribution et celles des autres éléments dosés demeurent moindres en alimentation. Les graines de *P. santalinoides* localement disponibles dans les communautés rurales et dans certaines villes du Sud du Bénin (6) peuvent être utilisées crues, cuites ou grillées à l'instar des graines d'arachide et d'acajou, ou même incorporées dans les plats cuisinés pour diversifier et améliorer la disponibilité biologique en ces nutriments. Cependant, soulignons que les facteurs antinutritionnels constituent des éléments qui rendent indisponibles certains nutriments présents dans les végétaux (16). Les travaux de Godwin et al. (15), ont prouvé l'effet des antioxydants sur les nutriments. D'après Orech *et al.* (19), les composés phénoliques complexent le fer et le zinc de même que les protéines; mais l'acide oxalique est un complexant des cations (calcium, fer, magnésium, potassium et sodium) qui forme des cristaux insolubles.

Par contre, dans le cas où les micronutriments sont emprisonnés dans une matrice végétale riche en fibres, la cuisson peut favoriser l'augmentation de la biodisponibilité des nutriments (28), ce qui n'est pas le cas dans la présente étude.

Ainsi, dans cette perspective une évaluation de ces facteurs permettra de déterminer la biodisponibilité des nutriments présents dans les graines de *P. santalinoides*.

### Conclusion

Cette étude révèle que les graines de *P. santalinoides* constituent une ressource végétale intéressante sur le plan nutritionnel comme d'autres fruits, en raison de leur richesse en pro vitamine A et en vitamine C. Les teneurs en minéraux (cendres totales, magnésium, potassium, phosphore, sodium, calcium, fer, chlorure) dans ces graines peuvent améliorer le statut nutritionnel des consommateurs.

En tenant compte des facteurs antinutritionnels, leur incorporation, aux plats cuisinés, au jus de fruits, aux farines préparées au profit des enfants en période de sevrage ainsi que pour les personnes âgées et immunodéprimées pourrait améliorer leurs statuts nutritionnels.

### Remerciements

Les auteurs remercient tous ceux qui ont contribué à ce présent travail, en l'occurrence "International Foundation for Science (IFS)" qui avec l'organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OPCW) sous le grant n°F/5550-1 ont cofinancé la partie enquête ayant conduit à la découverte des 2 morphotypes de *P. santalinoides*.

## Références bibliographiques

1. AFNOR (Association française de normalisation), 1981-1982, *Recueil des normes françaises. Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés*. NF 03-720, NF VO3-903, NF T60-204, NF T 60-223, NF T 60-205 et NF T60-203. Paris, la Défense, 327 p.
2. Agassounon Djikpo Tchiboza M., Ahissou H., Ahanhanzo C. & Toukourou F., 2009, Appréciation des qualités microbiologiques et nutritionnelles de la boisson "bissap" issue de la technologie traditionnelle améliorée. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé*, **1**, 11-19.
3. Agassounon Djikpo Tchiboza M., Savadogo A., Karou D.S., Toukourou F. & de Souza C., 2012a, Connaissances endogènes et études phytochimiques de *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm. f.) Merr), *Tropicultura*, **1**, 3-8.
4. Agassounon Djikpo Tchiboza M., Kèlomè N. C., Lawin E. A., Ayi Fanou L., Anago D.G., Mama D., Bocodaho O.B. M.L., Capo-Chichi R. & Ahanhanzo C., 2012b, Qualité des eaux de forage utilisées sur le campus d'Abomey-Calavi au Bénin, *Afr. Geosc. Rew.*, **2**, 93 - 102.
5. Akouègninou A., Burg Van Der WJ., Maesen Van Der LJG., Adjakidjè V., Essou J.P., Sinsin B., Yédomonhan H., 2006, *Flore Analytique du Bénin*. Backuys Publishers, 1034 p.
6. AOCS, 1990. *Official methods and recommended pratics*. AOCS, USA
7. Ayéna A.C. & Tchiboza M., 2015. Valorisation de *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex De. (Papilionoideae), une plante alimentaire et médicinale utilisée au Bénin en Afrique de l'Ouest, *J. Appl. Biosci.* **90**, 8377- 8386.
8. Balla A., Baragé M., Larwanou M. & Adam T., 2008, Le savoir-faire endogène dans la valorisation alimentaire des pommiers du Cayor (*Neocarya macrophylla*) au Niger, *Bull. Rech. Agron. Bénin*, **59**, 1-8.
9. FAO/WHO, 1974, *Handbook on human nutritional requirements*. FAO Nutritional Studies 28, WHO, Monograph Series, 61, 66 p.
10. FAO/OMS, 1984, *La sécurité des produits alimentaires et son rôle dans la santé et le développement*. Série de rapports techniques, 705. OMS, Genève, 92 p.
11. FAO/WHO, 1992, *Les grands enjeux des stratégies nutritionnelles. Conférence Internationale sur la Nutrition (CIN)*. Rome, Italy, 49 p.
12. Frossard E., Chunwongse J. & Tanksley S.D., 2000, Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition, *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 861-879.
13. Gallan P., Briançon S., Favier A., Bertrais S., Preziosi P., Faure H., Arnault N., Czernichow S., Mennen L. & Hercberg S., 2005, Antioxydant status and risk of cancer in the SU.VI.MAX study : Is the effect of supplementation dependent on baseline levels ? *Br J Nutr.*, **94**, 125-132.
14. Gibson R.S., Hotz C., Temple L., Yeudall F., Mtitimuni B. & Ferguson E., 2000, Dietary strategies to combat deficiencies of iron, zinc, and vitamin A in developing countries: development, implementation, monitoring, and evaluation, *Food Nutr. Bull.*, **21**, 19-31.
15. Godwin, A., Daniel, G. A., Shadrack, D., Elom, S. A., Nana Afua, K. A-B., Godsway, B., Joseph, K. G., Sackitey, N. O., Isaak, K. B. & Wisdom, A. 2014, Determination of elemental, phenolic, antioxidant and flavonoid properties of Lemon grass (*Cymbopogon citratus* Stapf). *Int. Food Research J.*, **5**, 1971-1979.
16. Gupta K. & Wagle D.S., 1988, Nutritional and antinutritional factors of green leafy vegetables, *J. Agric. Food Chem.*, **3**, 472-474.
17. Honfo F., Hell K., Coulibaly O. & Tenkouano A., 2007, Teneurs en oligo-éléments et contribution des aliments dérivés de banane plantain aux apports journaliers en fer, zinc et  $\beta$ -carotène dans le sud du Nigeria, *Rev. Intern. Bananiers Plantains*, **16**, 1-6.
18. Magdi A. & Osman, 2004, Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digita*) fruit and seed protein solubility. *Plant Food for Hum. Nutr.*, **59**, 20-33.
19. Orech, F.O., Akenga T., Ochora J., Friis H. & Aagaard Hansen, 2005, Potential toxicity of some traditional leafy vegetables consumed in Nyang'oma Division, Western Kenya, *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev. Online*, **5**, 1.
20. Périsset J., 1966, *L'alimentation en Afrique Intertropicale*. Thèse présentée à la Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris, 131p.
21. Pinta, 1973, Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux: détermination des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, Zn et Cu par absorption atomique, *Oléagineux*, **2**, 87-92.
22. Richardson A.C., Marsh KB., Boldingh HL., Pickering AH., Bulley SM., Frearson NJ., Ferguson AR., Thornber SE., Bolitho KM. & Macrae EA., 2004, High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C in kiwifruit. *Plant, Cell Env.*, **27**, 423-435.
23. Tian G., Kang BT. & Buissaard L., 1992, Effects of chemical composition on N, Ca and Mg release during incubation of leaves from selected agroforestry and fallow plant species. *Biogeochem.*, **2**, 103-119.
24. Traoré H., Parkouda C., Korbo A., Compaoré-Séréké D., Mamoudou H. D., Jan J. S. & Bréhima D., 2015, Variability of vitamins B1, B2 and minerals content in baobab (*Adansonia digitata*) leaves in East and West Africa, *Food Sc. Nutr.*, **3**, 17-24.
25. UN ACC/SCN. 1997, *Third report on the world nutrition situation. United Nations Administrative Committee on Coordination/Subcommittee on Nutrition*, Genève.
26. Veda S., Kalpana P. & Krishnapura S., 2010, Enhanced bioaccessibility of  $\beta$ -carotene from yellow-orange vegetables and green leafy vegetables by domestic heat processing, *Int. J. Food Sci. Tech.*, **45**, 2201-2207.
27. Vierling E., 2003, *Aliments et boissons : Filières et produits. Biosciences et Techniques*, 2<sup>e</sup> édition, Edition Doin, 270 p.
28. West KP., 2002, Extent of vitamin A deficiency among preschools children and women of reproductive age, *J. Nutr.*, **9**, 2857-2866.

A.C. Ayena Tchègnon, Béninois, M Sc, Assistant /Attaché de Recherche, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Normes et de Contrôle de qualités des aliments, eaux et phytomédicaments, Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies, Cotonou, Bénin.

M. Agassounon Djikpo Tchibozo, Béninois, PhD, Enseignant-Chercheur, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Normes et de Contrôle de qualités des aliments, eaux et phytomédicaments, Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies, Cotonou, Bénin.

E. Anago, Béninois, PhD, Maître de conférences, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Biochimie, Cotonou, Bénin.

Hyacinthe Ahissou,

G.A. Mensah, Béninois, PhD, Directeur de Recherche, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin Cotonou, Bénin.

C. Agbangla, Béninois, PhD, Professeur Titulaire des Universités, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Normes et de Contrôle de qualités Microbiologique, Nutritionnelle et Pharmacologique, Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies, Cotonou, Bénin.

**Annonces**  
**Announcements**

**Aankondigingen**  
**Anuncios**

Koninklijke Academie  
voor  
Overzeese Wetenschappen



Academie Royale  
des  
Sciences d'Outre-Mer

The Royal Academy for Overseas Sciences will organize an International Conference on Sustainable Energy for Africa. This three-day conference will take place from **23 until 25 October 2017** at the Palais des Académies in Brussels.

Papers and posters dealing with various themes related to the issue will be presented by academics and representatives of the industrial world.

More information will soon be available on the website of the Academy: [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)

## Présentation

Tropicultura est une revue multidisciplinaire qui publie des articles originaux, des notes de recherche et de synthèse, des résumés de livres et de thèses, des annonces ainsi que des comptes rendus de films et de supports audiovisuels concernant tous les domaines liés au développement rural et à la gestion durable de l'environnement outre-mer.

### Parrainage scientifique

Tropicultura est éditée par l'asbl AGRI-OVERSEAS et bénéficie du patronage scientifique de l'Académie Royale des Sciences d'Outre Mer de Belgique (ARSOM : [www.kaowarsom.be](http://www.kaowarsom.be)).

Tropicultura remplit le rôle joué avant 1963 par le Bulletin agricole du Congo belge et du Ruanda- Urundi. Le premier volume de Tropicultura a été publié en 1983 sur support papier (ISSN 0771-3312). Une version électronique a pris le relais depuis 2013 (eISSN 2295-8010).

### Domaines scientifiques

Tropicultura publie les articles liés au développement rural et à la gestion durable de l'environnement dans les pays chauds: productions végétales et animales, sciences vétérinaires, sciences forestières, sciences du sol et de la terre, génie rural, sciences de l'environnement, pêches et pisciculture, bio-industries, agroalimentaire, sociologie et économie.

### Soutien financier

Tropicultura est éditée avec le soutien financier de la région Bruxelles Capitale ([be.brussels.be](http://be.brussels.be)) et de l'Ecole Régionale postuniversitaire d'Aménagement et de Gestion intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT: [www.eraift-rdc.cd](http://www.eraift-rdc.cd)).

### Tropicultura et le CAMES

Les publications dans Tropicultura sont reconnues par le Conseil africain et malgache pour l'enseignement Supérieur pour la promotion et l'avancement des enseignants - chercheurs (CAMES: <http://www.lecames.org/>).

### Membres de l'asbl Agri-Overseas

Agri-Overseas asbl se compose de membres individuels et de représentants des institutions belges suivantes: les quatre facultés en sciences agronomiques de Belgique (Gembloux - GxABT/ULg, Gent - UGent, Leuven - KULeuven et Louvain-La-Neuve - UCL), les deux facultés en médecine vétérinaire (Gent - UGent et Liège - ULg), les unités de santé animale du Département de Sciences biomédicales de l'Institut de Médecine tropicale d'Anvers - IMTA, la Section interfacultaire d'Agronomie de l'Université libre de Bruxelles - ULB, l'Université de Namur (Namur - UNamur), le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (Arlon - DSGE ULg), et l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer (KAOW - ARSOM).

### Régularité

Tropicultura est édité trimestriellement en mars, juin, septembre et décembre.

### Publication en Open Access

Tous les articles de Tropicultura depuis sa création en 1983 sont publiés avec accès libre. Le texte intégral et les résumés sont gratuits. Les articles sont diffusés sous la licence Creative Commons (CC BY-NC 4.0 - <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr>).

### Indexation dans les principales bases de données

Tropicultura est indexé dans les bases de données SCOPUS, AGRICOLA, AGRIS, CABI, SESAME et DOAJ.

### Facteur d'impact

Les démarches sont en cours pour l'obtention d'un facteur d'impact.

### Diffusion de Tropicultura

Tropicultura a été publié en version imprimée de 1983 à 2012. La version papier était tirée à 2.650 exemplaires et diffusée dans 110 pays différents. Tous les articles, depuis le premier fascicule, sont accessibles en texte intégral sur le site web (<http://www.tropicultura.org/content/>) et sur le DOAJ (<https://doaj.org/toc/0771-3312>).

En 2014, Google analytics a comptabilisé 8.648 visites en provenance de 141 pays et régions. Le nombre de téléchargement de la revue Tropicultura était de 2.173 téléchargements en provenance de 101 pays en 2014.

Tropicultura est également accessible sur les sites EBSCO et Bielefeld (<http://www.basessearch.net/Search/Results?lookfor=dccoll%3Aftdoaj%2A+tropicultura.org&refid=dclink>) et via google scholar (<https://scholar.google.be/scholar?q=Tropicultura>).

### Coordonnées

#### Comité de rédaction

Président : Prof. Dr. J. Bogaert (GxABT/ULg)

Rédacteur en chef : Prof. Dr. Ir. G. Mergeai (GxABT/ULg)

Membres : Prof. Dr. Ir. P. Bertin (UCL), Prof. Dr. Ir. E. Tollens (KULeuven), Prof. Dr. Ir. Ch. De Cannière (ULB), Prof. Dr. B. Losson (ULg), Prof. Dr. J.-C. Micha (FUNDP), Prof. Dr. Ir. B. Tychon (DSGE ULg), Prof. Dr. P. Dorny (IMTA), Prof. Dr. Ir. P. Van Damme (UGent), Prof. Dr. S. Geerts (KAOW -ARSOM), Dr. G. Akoda (EISMV), Dr. Ir. A. Dieng (ENSA), Prof. Dr. Ir. P. Mobambo (UNIKIN), Dr. C. Ly (ILRI) et Prof. Dr. J. Vercruyse (UGent).  
Assistants du rédacteur en chef: Dr. Ir. Germain Harelimana, Mme Caroline Louvet.

Le conseil d'administration est composé de : Prof. Dr. J. Bogaert (président), Prof. Dr. Ir. G. Mergeai (administrateur-délégué), Prof. Dr. B. Losson (trésorier), Dr Eric Thys (secrétaire), Prof. Dr. J. Vercruyse (membre), Prof. Dr. S. Geerts (membre).

Invités permanents: le Secrétaire perpétuel de l'ARSOM et le directeur de l'ERAIFT.

## Editeur

Agri-Overseas  
Avenue Louise, 231  
B-1050 Bruxelles (Belgique)  
tél. 32(0)2-540 88 60, 32(0)2-540 88 61  
fax 32(0)2-540 88 59  
e-mail ghare.tropicultura@belgacom.net, clouvet.tropicultura@belgacom.net  
<http://www.tropicultura.org>

## Guide des auteurs

### Langues de publication

Tropicultura publie les articles écrits en anglais, espagnol, français et néerlandais. Les résumés sont publiés en anglais et en français (espagnol ou néerlandais si les manuscrits sont soumis dans cette langue).

### Contenu des manuscrits

La priorité est donnée aux articles présentant des sujets originaux, ayant une portée la plus large possible, c'est-à-dire dont le contenu concerne surtout des aspects méthodologiques transposables dans une large gamme d'environnements et de régions du monde.

Un accent tout particulier est également mis sur la fiabilité des informations publiées, c'est-à-dire, quand il s'agit de résultats expérimentaux, sur le nombre de répétitions des essais, dans le temps et dans l'espace, qui sont à l'origine des données obtenues.

Les manuscrits seront inédits et n'auront pas été soumis pour publication simultanément à une autre revue scientifique.

### Procédure de soumission

Les manuscrits sont à adresser au rédacteur en chef par la poste, en trois exemplaires, sous forme de document papier, ou, de préférence, directement à l'adresse électronique du secrétariat de rédaction sous forme de fichiers attachés.

Dans la mesure du possible, après acceptation de l'article pour publication, l'auteur fournira sa dernière version, revue et corrigée, sous format électronique. Le logiciel Word est recommandé mais une version ASCII ou RTF des fichiers est acceptée.

### Style

Les manuscrits seront rédigés en simple face, en double interligne, police de caractères times new Roman 11, avec une marge de 2,5 cm autour de la plage imprimée. Ils comporteront au maximum vingt pages de texte (page de couverture non compris).

La page de couverture portera : le titre, le titre abrégé (maximum 55 caractères), les noms et prénoms complets des auteurs, le diplôme, la fonction, la nationalité, l'adresse professionnelle complète et l'adresse électronique de chacun d'eux, les remerciements éventuels. Le nom de l'auteur correspondant sera marqué d'un "\*" et son adresse sera complétée par son numéro de téléphone.

Les pages suivant la page de couverture présenteront:

- (i) les résumés (max. 200 mots) dans la langue du manuscrit et en anglais, précédés du titre traduit et suivis de maximum six mots-clés dans chacune des deux langues;
- (ii) le corps du texte;
- (iii) la bibliographie;
- (iv) les tableaux numérotés au moyen de chiffres arabes;
- (v) les illustrations identifiées sans ambiguïté par un numéro au verso si elles ne sont pas envoyées électroniquement;
- (vi) les légendes des tableaux et des illustrations.

Toutes les pages seront numérotées en continu.

Le texte sera divisé en grands chapitres (généralement: Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Discussion, Conclusions) et sa subdivision ne dépassera pas deux niveaux (un seul niveau en dessous de celui des chapitres). Les titres des chapitres et les sous-titres des paragraphes, très concis ne seront jamais soulignés. Les références seront citées dans le texte au moyen de nombres placés entre parenthèses. En cas de citation de plusieurs références, leurs nombres se succéderont par ordre croissant.

Les figures seront dessinées de façon professionnelle. Les photographies seront fournies non montées, bien contrastées sur papier brillant. Les photos fournies en format jpg doivent être de bonne qualité et avoir au minimum 300 pixels par pouce (dpi).

Les fichiers Excel des données de tableaux et graphiques doivent être fournis lors de la soumission du manuscrit.

Les références bibliographiques seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et par ordre chronologique pour un auteur donné. Elles seront numérotées en continu en commençant par le chiffre 1.

Le nombre de références bibliographiques ne dépassera pas cinquante.

Pour les articles de revues, les références comprendront : les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, les numéros de la première et de la dernière page séparés par un tiret. Exemple: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. *Int. Rev. Cytol.* 33, 157-222.

Pour les monographies, les éléments suivants sont essentiels : les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'ouvrage, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la première et la dernière page du chapitre cité, le nombre total de pages de l'ouvrage. Les comptes rendus de conférences sont traités comme des monographies; de plus, ils mentionneront si possible le lieu, la date de la réunion et le(s) éditeur(s) scientifique(s).

Exemple: 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.

### Droits de reproduction

En soumettant l'article, les différents auteurs associés donnent à Tropicultura l'autorisation, non exclusive, de diffusion en accès libre. L'auteur conserve ses droits d'auteur.

### Attestation de publication

Afin de s'assurer de l'originalité du manuscrit et de l'accord de sa publication par les organismes de tutelle des auteurs, il est demandé à l'auteur principal de signer une attestation sur l'honneur.

### **Participation aux frais de publication**

Le montant de la participation des auteurs aux frais de publication de l'article s'élève à 200 euros. Lors de la soumission, l'auteur correspondant doit accepter ces frais. La participation aux frais est à payer lorsque le manuscrit est accepté pour publication.

### **Détecteur de Plagiat**

Tous les manuscrits sont soumis à un test de plagiat avant d'être transmis aux lecteurs.

### **Comité de lecture**

Le comité de lecture de Tropicultura est composé de lecteurs bénévoles appartenant à la communauté scientifique internationale, spécialisés dans tous les domaines concernant le développement rural et la gestion durable de l'environnement dans les pays d'outre-mer.

Les auteurs devront proposer trois lecteurs de renommée internationale, lors de la soumission.

Les articles sont soumis à un ou plusieurs lecteurs sélectionnés par le comité de rédaction.

Ces lecteurs restent anonymes pour les auteurs. Les auteurs restent également anonymes pour les lecteurs.

Le comité de rédaction se réserve le droit de refuser tout article non conforme aux prescriptions de la revue.

Le taux d'acceptation des articles soumis à Tropicultura entre 2010 et 2015 est de 32%.

### **Aides à la rédaction**

Le secrétariat de rédaction peut conseiller les auteurs pour l'amélioration de leur manuscrit. Il peut également mettre en contact les lecteurs qui le souhaitent avec les auteurs dont ils évaluent le manuscrit.

*English text in Nr. 2*

*Nederlandse tekst in Nr.3*

*Texto Español en el N°4*

# TROPICULTURA

2017 Vol. 35 N°1

Four issues a year (January-February-March)

## EDITORIAL

Appropriate Technologies: a Solution to the Energy Shortage in Sub-Saharan Africa (*Text in English and French*)

**G. Mergeai**

1

## ORIGINAL ARTICLES

Inoculation of *Mimosa latispinosa* Lam with the Commercial Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198, and *Bradyrhizobium* spp. under Nursery Production Conditions in South-East Madagascar

**G. Sarasin, I.M. Behavana, N. Rakotoarimanga, F. Randriatafika, H. Ramanankierana, J. Rabenantoandro, M. Vincelette, J. Randrianodiasana & D.P. Khasa**

3

Comparative Analysis of the Profitability of Organic, Conventional, and Transgenic Cotton Farming Systems in Burkina Faso (*Text in French*)

**G. Vognan, L. Glin, I. Bamba, B.M. Ouattara & N. Gian**

12

Effects of Managerial Innovations on Agricultural Competitiveness: the Case of Producer Organizations (POs) of the Maize Sector (*Zea mays* L.) funded by the Agricultural Competitiveness Improvement Project (ACAP) in the Western Region, Cameroon (*Text in French*)

**E.B. Siewe Pougoue, F. Kamajou & G.A. Noula**

25

Interest of Communities for the Plantation of Food-producing Trees in Urban parks: the Case of Villa El Salvador, Peru (*Text in French*)

**M. Lafontaine & A. Olivier**

39

Comparative Study of the Parasitic Load of Small Ruminants and Bushbuck in Four Camps Bordering the Wari-Marô Forest Reserve in North-Eastern Benin (*Text in French*)

**A.M.L. Faihun, E.V.B. Azando, E.Y. Attakpa, C.G. Akouèdegni & M.S. Hounzangbe-Adote**

51

Vitamins and Minerals Composition in Seeds of *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex De (Papilionoideae), a food and Medicinal Plant of West Africa (*Text in French*)

**A.C. Ayéna, M. Agassounon Djikpo Tchibozo, E. Anago, H. Ahissou, G.A. Mensah & C. Agbangla**

61

## ANNOUNCEMENTS

ARSOM: International Conference on Sustainable Energy for Africa

70

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

