



## BULLETIN DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU BURUNDI



**STATION REGIONALE DE RECHERCHE KAYANZA**



### BULLETIN TRIMESTRIEL N° 7 Avril - Juin 2015 Contenu

Effets du Silicate de Calcium sur les riz asiatique et africain 2  
cultivés dans les marais affectés par la toxicité ferreuse

Les activités de la catalase et de l'ascorbate peroxydase ne 2  
sont pas directement impliquées dans l'atténuation de la  
toxicité ferreuse induite par le Silicium chez le riz

Note d'information sur la nécrose létale du Maïs "MLN" 3

L'effet de la pression démographique sur le système agricole 6  
au Burundi

Sensibilisation des acteurs des chaînes de valeurs du maïs et 9  
de l'arachide sur le problème de l'aflatoxine

Disponibilité des semences de prébase pour la saison agrico- 10  
le 2016/A

Fiche technique de l'ISABU: Intégration effective cultures et 11  
élevage bovin en région du Mugamba - voie unique de ren-  
forcement durable des systèmes agricoles -



### BULLETIN DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU BURUNDI N°7

Retrouvez ce numéro sur notre site internet [www.isabu-bi.org](http://www.isabu-bi.org) et à l'adresse :  
Avenue de la Cathédrale – B.P. 795 BUJUMBURA – Tél. +257 22 22 73 50-51 – Fax : +257 22 22 57 98  
Télex : 5147BDI – E-mail : [isabudgi@yahoo.fr](mailto:isabudgi@yahoo.fr)



## Effets du Silicate de Calcium sur les riz asiatique et africain cultivés dans les marais affectés par la toxicité ferreuse

J. E. Mbonankira<sup>ab</sup>, L. Limborta,<sup>c</sup> Kissa, S. Luttsa, A. Nizigiyimana<sup>c</sup>, P. Bertina<sup>\*</sup>

<sup>a</sup> Earth and Life Institute-Agronomy (ELI-A), Université catholique de Louvain (UCL), Louvain-la-Neuve, 2 bte L7.07.11B-1348 Louvain-La-Neuve, Belgium

<sup>b</sup> Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). P.O. Box 795, Bujumbura, Burundi

<sup>c</sup> Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi (FACAGRO), Université du Burundi, P.O. 2940, Bujumbura, Burundi.

### Résumé

Les effets bénéfiques du Silicium sur la production du riz ont été signalés dans plusieurs études. Le Silicium (Si) améliore la tolérance des plantes aux stress abiotiques tels que la toxicité métallique (Manganèse, Aluminium, Cadmium, Arsenic et Zinc), salinité, sécheresse et la température extrême et ce, principalement chez les plantes accumulatrices du Silicium. Toutefois, aucune donnée concernant la capacité du Silicium à atténuer les effets néfastes de l'excès de Fer ferreux en condition de champs n'est disponible. Les effets physiologiques et agronomiques de la fertilisation en Sili-

cium ont été évalués avec le silicate de Calcium comme source de Silicium appliqué chez le riz cultivé dans les marais affectés par le problème de toxicité ferreuse. Les expérimentations ont été réalisées sur huit variétés de riz asiatique (*Oryza sativa*) et africain (*Oryza glaberrima*) cultivées dans les marais affectés par la toxicité ferreuse et situés dans deux différentes régions naturelles du Burundi (Moso et Bugesera) fertilisés ou non avec du silicate de Calcium (1000 kg ha<sup>-1</sup>). Le Si a amélioré la tolérance du riz à la toxicité ferreuse principalement à travers la diminution de concentration en Fe<sup>2+</sup> dans les feuilles. En conséquence, la biomasse foliaire a augmenté et les

symptômes foliaires de bronzing ont diminué. L'application du Si a permis une augmentation de 21 % du rendement dans les marais de moyenne altitude de la région naturelle du Bugesera. Les résultats obtenus ont également montré que les cultivars habituellement cultivés dans les régions naturelles du Burundi étaient beaucoup plus résistants à la toxicité ferreuse qui prévaut dans ces marais par rapport aux autres cultivars testés.

**\*Mots clés:** Silicium, toxicité ferreuse, stress abiotiques, silicate de Calcium, *Oryza sativa*, *Oryza glaberrima*, marais de moyenne altitude.

## Les activités de la catalase et de l'ascorbate peroxydase ne sont pas directement impliquées dans l'atténuation de la toxicité ferreuse induite par le silicium chez le riz

J. E. Mbonankira<sup>ab</sup>, S. Coqa, D. Vrommana, S. Luttsa, A. Nizigiyimana<sup>c</sup> and P. Bertina<sup>\*</sup>

<sup>a</sup> Earth and Life Institute-Agronomy (ELI-A), Université catholique de Louvain (UCL), Louvain-la-Neuve, 2 bte L7.07.11B-1348 Louvain-La-Neuve, Belgium

<sup>b</sup> Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). P.O. Box 795, Bujumbura, Burundi

<sup>c</sup> Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi (FACAGRO), Université du Burundi, P.O. 2940, Bujumbura, Burundi.

### Résumé

Le Silicium (Si) est le deuxième élément le plus abondant de la croûte terrestre et permet de réduire plusieurs stress abiotiques de nombreuses espèces végétales. Cependant, les mécanismes impliqués dans l'atténuation de la toxicité ferreuse par le Si ne sont pas encore connus et aucune étude n'a déjà été effectuée pour étudier le rôle du Si sur le stress oxydatif induit par le fer ferreux et sur le système antioxydant chez le riz. Quatre cultivars de riz asiatique et africain (*Oryza sativa* et *Oryza glaberrima*) ont été cultivés pendant quatre semaines en conditions de culture hydroponiques avec ou sans

fer ferreux (250 mg L<sup>-1</sup> Fe<sup>2+</sup>), avec ou sans Si (250 mg L<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>). Les plantes traitées au fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>) ont montré des symptômes de toxicité ferreuse et le Si a contribué à l'atténuation de ces symptômes. L'indice bronzing et la concentration de fer dans les tissus foliaires ont été augmentés en présence de fer ferreux, mais ils ont été diminués significativement avec l'application de 250 mg L<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>. La concentration de Malondialdéhyde (MDA), un aldéhyde cytotoxique produit par peroxydation lipidique, couramment utilisé comme un indicateur du stress oxydatif, a été fortement augmenté dans les tissus foliaires en présence de 250 mg L<sup>-1</sup> de Fe<sup>2+</sup> dans la solution nutri-

tive. L'application de 250 mg SiO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> dans la solution nutritive des plantes traitées au fer ferreux a permis de limiter l'augmentation de la MDA considérablement. Cependant, avec le dosage des différents antioxydants, aucun effet significatif de l'application du Si n'a été observé sur l'activité des enzymes antioxydantes (catalase et l'ascorbate peroxydase) et les antioxydants non enzymatiques (ascorbate total, ascorbate réduit, ascorbate oxydé et le rapport de l'ascorbate réduit sur oxydé) chez les plants de riz cultivés en présence de fer ferreux. Ces résultats suggèrent que le Si n'agit pas directement sur le système de défense antioxydant chez le riz. L'action du Si



consisterait à réduire la concentration de fer dans la plante, ce qui pourrait donc réduire le stress oxydatif.

**Mots clés:** *Oryza sativa*, *Oryza glaberrima*, Malondialdehyde, activité des enzymes antioxydantes, antioxydants non enzymatiques, activité de la catalase,

activité de l'ascorbate peroxydase, ascorbate total, ascorbate réduit, ascorbate oxydé, rapport ascorbate réduit sur oxydé, système de défense antioxydant, stress oxydatif.

**Pour amples informations à propos de ces deux résumés, consultez la thèse**

**de Doctorat de Monsieur Jean Elysée MBONANKIRA intitulé: «Silocon alleviation of ferrous Iron toxicity in rice: A physiological and genetic approach, p 2003. Université Catholique de Louvain, Mai 2014.**

## Note d'information sur la nécrose létale du maïs « Maize Lethal Necrosis (MLN) »

Nicolas NIKO, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

### 1. Introduction

La nécrose létale du maïs ou MLN en sigle (du nom anglais Maize Lethal Necrosis) est une grave maladie du maïs causée par une double infection virale du virus de la marbrure chlorotique du maïs ou MCMV en sigle (du nom anglais Maize Chlorotic Mottle Virus) en combinaison avec l'un des virus de la famille des Potyviridae qui attaquent les céréales notamment la mosaïque virale de la canne à sucre ou SCMV en sigle (du nom anglais Sugarcane Mosaic Virus), la mosaïque naine du maïs ou MDMV en sigle (du nom anglais Maize Dwarf Mosaic Virus) et le virus de la mosaïque des stries en fuseaux du blé ou WSMV en sigle (du nom anglais Wheat Streak Mosaic Virus).

Le MLN a été identifié pour la première fois aux Etats Unis d'Amérique en 1976 (Niblett and Clafin 1978). Dans la région de l'Afrique de l'Est, la maladie a été rapportée pour la première fois en 2011 au Kenya (Wangai et al, 2012). Depuis lors, elle s'est rapidement propagée dans d'autres pays de la région principalement au Rwanda, en Ouganda, en Tanzanie et en République Démocratique du Congo (IITA, 2014).

Les Virus causant le MLN sont transmis par les semences et par des vecteurs, comme les thrips et les coléoptères pour le MCMV, les pucerons pour les SCMV et MDMV ainsi que les acariens pour le WSMV.

Les symptômes typiques de la maladie

sont :

- les marbrures sur les contours des feuilles, généralement débutant à partir de la base des jeunes feuilles et qui s'étendent vers les pointes des feuilles ;
- le retard de croissance et le vieillissement prématuré des plantes ;
- la nécrose de la bordure des feuilles qui évolue vers la nervure centrale et éventuellement la feuille entière ;
- la nécrose des jeunes feuilles dans le verticille avant l'expansion, conduisant à un symptôme connu comme «cœur mort" et finalement la mort de la plante.



Figure 1. Symptômes typiques de la nécrose

Les pertes de rendement provoquées par la MLN sont élevées. Elles vont de 50 à 90% et peuvent atteindre 100% lorsque la pression de la maladie est forte.

L'impact négatif de MLN sur la culture du maïs et les chaînes de valeur associées

est très sérieux. La récente apparition épidémique de la nécrose létale du maïs (MLN) et sa rapidité de propagation sont un grand défi pour la production de maïs et une menace pour la sécurité alimentaire de la majorité des ménages dans la région. Si elle n'est pas bien gérée, la MLN pourra compromettre la situation de la sécurité alimentaire qui était déjà précaire dans la région.

### 2. Situation de la maladie au Burundi par rapport à la région de l'Afrique de l'Est

Une analyse écologique effectuée par l'Association pour le Renforcement de la Recherche Agricole en Afrique Centrale et Orientale (ASARECA) montre que tous les pays d'Afrique orientale sont susceptibles d'être attaqués par le MLN. Les rapports montrent que depuis l'apparition de MLN dans la région, la demande de semences dans les régions touchées par MLN a diminué d'environ 30% au Kenya (Wangai et al, 2012). Elle est tellement dévastatrice qu'en 2012, elle a affecté 26.000 ha au Kenya provoquant ainsi une perte de production estimée à 1,4 million de sacs d'une valeur de 52 millions de dollars américains (Ministère de l'Agriculture au Kenya cité par Wangai et al, 2012). En Tanzanie, huit des vingt principaux districts qui produisent le maïs sont affectés et mis en quarantaine tandis que huit districts sont sévèrement touchés par la maladie en Ouganda.

Ce qui implique que si les interventions pour réduire la propagation de la maladie ne sont pas entreprises, le MLN va rapidement détruire la culture du maïs dans une grande partie de la Communauté Est-Africaine.

Au Burundi, suite à une information du Département de la Protection des Végétaux consécutive à une alerte des inspecteurs phytosanitaires des provinces Cibitoke, Gitega et Ngozi concernant une nouvelle maladie observée sur le maïs, une équipe pluridisciplinaire de l'ISABU s'est rendue sur les lieux pour tenter de déterminer ces anomalies sur la culture du maïs. Dans le même cadre et avec l'appui d'un projet régional financé par l'ASARECA, des prospections phytosanitaires ont été réalisées dans les provinces frontalières avec le Rwanda (Ngozi et Kirundo), avec la Tanzanie (Muyinga) et avec la République Démocratique du Congo (Cibitoke). Les symptômes observés sur la culture du maïs au cours de ces prospections phytosanitaires étaient variables.

A Ngozi, les champs de maïs visités avaient plusieurs symptômes correspondant à différentes maladies dont certaines sont très fréquentes au Burundi notamment la maladie des bandes et la maladie des taches brunes. Parfois les symptômes de la maladie des bandes étaient mélangés avec les taches chlorotiques ou de la mosaïque naine du maïs. Néanmoins certains plants présentaient des symptômes semblables à ceux de la nécrose létale du maïs. Les plantes fortement attaquées étaient atteintes de nanisme et certaines présentaient une nécrose létale (fig 2). Des échantillons ont été prélevés pour confirmer ou infirmer la présence de MLN par l'analyse de laboratoire.



Figure .2: Symptômes observés dans le champ de maïs

Dans la province de Cibitoke, les champs visités se trouvaient dans la Commune Rugombo, colline Ngabiro, sous colline Ruvyagira (Rugofarm). Les plantes infectées présentaient des taches chlorotiques au niveau des jeunes feuilles. Ces taches évoluaient en nécroses progressives qui finissent par le dessèchement des feuilles. Des symptômes de la maladie des bandes ou de la mosaïque naine du maïs ont été également observés souvent en mélange avec les taches chlorotiques. Les plantes infectées précocement

étaient atteints de nanisme et finissaient par mourir (figure 3). Ces symptômes sont similaires à ceux du MLN et des échantillons ont été prélevés pour les analyses de confirmation au laboratoire.



Figure 3: Symptômes observés dans le champ de maïs

Les échantillons prélevés dans les différents sites ont été analysés au laboratoire avec le test sérologique « ELISA ». Les résultats de ces analyses ont permis de confirmer la présence du virus principal dans la double infection qui provoque le MLN, à savoir le Maize Chlorotic Mottle Virus (MCMV) dans les échantillons en provenance de Cibitoke (figure 3). Par contre, les résultats des analyses sont négatifs vis-à-vis du MCMV pour les échantillons prélevés dans les provinces Ngozi, Muyinga et Kirundo.

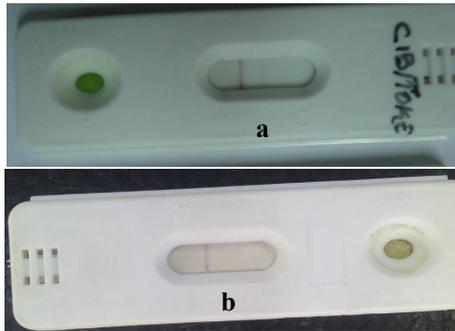


Figure 4. Résultat positif pour le MCMV (a= deux traits), résultat négatif (b= un trait)

### 3. Conclusion et mesures urgentes à adopter

Les prospections phytosanitaires et les analyses de laboratoire montrent que le principal virus responsable de la double infection qui provoque le MLN a été détecté au Burundi. Ce qui implique un haut risque d'attaque de MLN dans notre pays. Par ailleurs, des cas où le MCMV était associé au Maize Streak Virus (maladies des bandes) ont été observés et des pertes de rendement de l'ordre de 100% ont été enregistrées à Cibitoke. Les agriculteurs rapportent que ces anomalies ont été observées depuis 2 ans. En outre, les semences utilisées étaient des « tout venant » achetées au marché local. Ce qui peut accélérer la dissémination de la nécrose létale à travers le pays.

Dans ces conditions, il est indispensable de prendre des mesures adéquates de prévention contre le MLN pour s'assurer de produire durablement le maïs:

- les demandes d'importation de semences de maïs doivent être contrôlées. De même, l'importation des grains de maïs doit être centralisée et contrôlée;
- les importateurs de semences doivent envoyer un échantillon représentatif dans un laboratoire habilité pour l'analyse de MLN avant l'importation et seuls les commerçants enregistrés doivent être autorisés pour l'importation/exportation des semences. Ces derniers doivent avoir un permis d'importation des semences délivré après que les ana-

lyses aient prouvé que les échantillons sont indemnes de virus. Pour y arriver, il faut mettre en place toutes les capacités nécessaires pour le diagnostic de MLN dans les semences locales et importées. Les semences testées positives doivent être déclassées et utilisées pour la consommation;

- éviter de produire des semences dans un champ dont l'historique vis-à-vis du MLN n'est pas connue. Il faut les produire dans les zones indemnes de MLN;
- étant donné que le MLN est aussi transmis par les vecteurs, il faut traiter les semences avec le thiaméthoxam, un insecticide systémique qui permet de lutter contre les vecteurs;
- éviter d'utiliser les semences de sources inconnues et surtout, ne pas amener le maïs des zones affectées dans des zones encore indemnes. Mobiliser massivement les agriculteurs à utiliser les semences de source sûre (semences certifiées et traitées);
- pour assurer la surveillance de MLN, mettre en place des comités collinaires multisectoriels (agriculteurs, conseillers collinaires, organisations religieuses, enseignants, etc.) et les former à identifier le MLN. Ces comités serviraient à la diffusion des informations en rapport avec le MLN pour une localité donnée. Ils rapporteraient la situation d'un lieu infecté à l'agronome de zone qui informerait à son tour sa hiérarchie afin de prendre des mesures en conséquence. Ces comités permettraient à tous les acteurs impliqués d'être régulièrement mis à jour sur la situation;
- mettre en place un comité de coordination national de lutte contre le MLN pour développer et adopter des mesures du Plan d'action national et mobiliser les ressources humaines et financières nécessaires à la lutte contre la maladie.

Au niveau des exploitations familiales, les agriculteurs doivent adopter des mesures ci-après :

- surveiller régulièrement leurs champs

pour couper tous les plants affectés par le MLN, les tasser dans une partie isolée du champ et les brûler;

- une fois qu'un champ de maïs est affecté par le MLN, il ne faut pas planter le maïs sur le même terrain pour deux saisons successives pour s'assurer que le champ est indemne du virus et de tous les agents vecteurs des virus responsables de MLN;
- dans les zones affectées, les agriculteurs sont invités à planter d'autres cultures à l'exception du maïs pendant deux ou trois saisons culturales;
- ne jamais utiliser du maïs récolté dans un champ affecté comme semences car cela réintroduirait la maladie et pourrait la propager;
- éliminer toutes les mauvaises herbes qui agissent comme des hôtes des vecteurs qui transmettent la maladie au maïs.

### Références bibliographiques

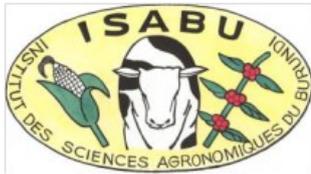
1. Jensen SG et al. (1991) Seed transmission of maize chlorotic mottle virus. *Plant Disease* 75: 497-498.
2. Jumbo, MB et al. (2014) Integration of Maize Lethal Necrosis Disease Management in Crop/Livestock Intensification to Enhance Productivity of Smallholder Agricultural Production Systems in East Africa, CIMMYT and IITA
3. Niblett CL, Claflin LE (1978) Corn lethal necrosis – a new virus disease of corn in Kansas. *Plant Disease Reporter* 62: 15-19.
4. Wangai A et al. (2012) First Report of Maize chlorotic mottle virus and Maize Lethal Necrosis in Kenya. *Plant Disease* 96: 1582.
5. Xie L et al. (2011) Characterization of maize chlorotic mottle virus associated with maize lethal necrosis disease in China. *Journal of Phytopathology* 159: 191-193.

### Remerciements

L'auteur remercie l'ASARECA et l'ISABU pour avoir financé et facilité la réalisation de cette étude.



## Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



### L'effet de la pression démographique sur le système agricole au Burundi

Desiere Sam<sup>a</sup>, Niragira Sanctus<sup>ab</sup>, Marijke D'Haese<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Département d'économie rurale, Université de Gand, Gand, Belgique

<sup>b</sup> Département d'économie rurale, Université du Burundi, Bujumbura, Burundi

sam.desiere@ugent.be, sanctus.niragira@ugent.be, marijke.dhaese@ugent.be

#### Remerciements

Nous remercions vivement les partenaires ayant contribué à mettre les bases de données ENAB (utilisées pour la réalisation de ce travail) à la disposition de l'Université du Burundi et de l'université de Gand, Belgique. Nous pensons particulièrement à l'Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi (ISTEEBU), l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) ainsi que la Direction des Statistiques et Informations Agricoles au Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (DSIA) pour leur franche collaboration. Nous reconnaissons également l'appui sans faille du Programme d'Appui Institutionnel et Organisationnel du Secteur Agricole (PAIOSA<sup>1</sup>) via le volet Recherche (VRECH). Sans leur support, ce travail n'aurait pas été réalisé.



#### 1. Introduction

La densité de la population au Burundi est l'une des plus élevées du continent africain. Elle s'élève à plus de 300 habitants par km<sup>2</sup> alors que la croissance de la population annuelle est estimée à 2.4%<sup>2</sup> ; ce qui est également très élevé. Cette contrainte démographique exerce une pression énorme sur les terres agricoles et, plus généralement, le système agricole Burundais. Vu que la majorité des ménages ruraux dépendent de l'agriculture pour leur survie et que l'insécurité alimentaire est une réalité quotidienne, il est impératif de mieux comprendre l'effet de la pression démographique sur le système agricole et les moyens d'existence des ménages. La pression démographique et ses effets sur la population rurale est considérée comme un des défis majeurs pour le développement rural au Burundi.

<sup>2</sup> Une croissance de la population de 2,4% implique que la population double chaque trente ans.

Cette troisième note technique essaie d'analyser comment les ménages ruraux s'adaptent à cette forte pression démographique. Théoriquement, cette pression influence le système agricole de plusieurs manières, comme illustré dans la figure 1. Il y a d'abord un effet direct sur la disponibilité des terres. Conséquence à la croissance de la population, il est probable que la réduction de la superficie cultivée par ménage continue. Face à cette pression foncière, un ménage peut choisir entre deux options pour maintenir un revenu suffisamment élevé. Une première stratégie consiste à augmenter les rendements agricoles pour que la production agricole ne diminue pas proportionnellement avec la réduction de la superficie cultivée. Pour atteindre cet objectif, le ménage peut augmenter les applications d'engrais chimiques et organiques et embaucher une main-d'oeuvre supplémentaire pour cultiver les champs plus intensivement<sup>3</sup>. On s'attend donc à une relation positive entre la pression démographique et l'application des engrais et la demande de main-d'oeuvre.

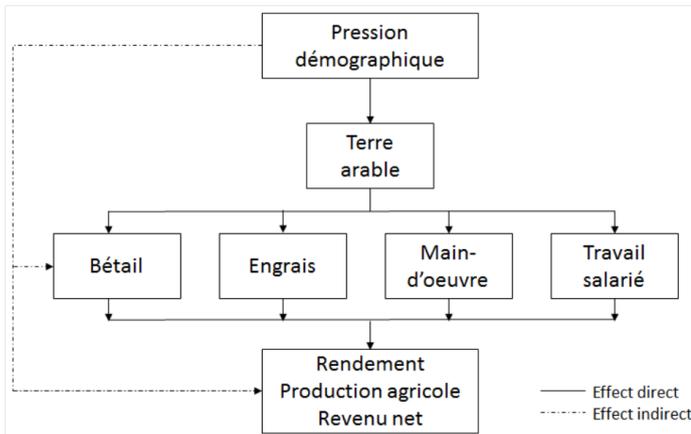
Une deuxième stratégie consiste à compléter le revenu agricole avec une autre source de revenu qui est non-agricole, par exemple un travail salarié. Par conséquent, on s'attend à une association positive entre la pression démographique et l'importance du revenu des activités qui ne sont pas directement liées à l'agriculture familiale.

Dans cette note technique, on présente un aperçu des résultats d'une étude qui a eu comme but d'étudier l'importance de ces deux stratégies au Burundi et d'examiner si ces stratégies évitent que la production agricole et le revenu net (défini comme la somme de la production agricole, le revenu du secteur non-agricole moins les dépenses pour les intrants et la main-d'oeuvre) diminuent avec l'augmentation de la densité de la population.

<sup>3</sup> Bien sûr les ménages qui ont peu de terre n'engagent pas de main d'oeuvre extérieure, mais exploitent plutôt la main d'oeuvre familiale.

Au cours de cette étude, les analyses sont basées sur les données de l'enquête nationale agricole au Burundi (ENAB) 2011-2012. Cette enquête représentative pour le Burundi permet d'estimer la superficie cultivée par ménage et les rendements des cultures principales. Ces données sont complétées avec des données sur la densité de la population par commune issue du troisième recensement général de la population de 2008. Il est important de se rendre compte que la qualité des données n'est pas toujours garantie (voire première note technique). Dans les analyses ci-dessous, on peut donc seulement identifier des tendances générales. Cette note technique a l'objectif de contribuer à un débat sur l'effet de la croissance démographique sur le développement rural à long terme.

Figure 1: L'effet de la pression démographique sur le système agricole



## 2. Résultats

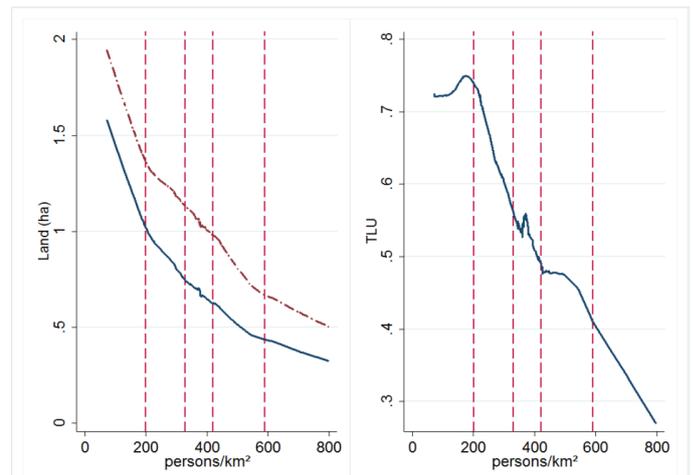
Cette section présente les résultats des analyses des relations entre la pression démographique et les variables clés de l'agriculture burundaise (figure 1). On utilise une analyse graphique, c'est-à-dire on présente la relation entre la densité de la population (axe des abscisses) et la variable d'intérêt (axes des coordonnées). Les lignes verticales correspondent avec les quartiles de la distribution de la densité de la population (respectivement, 200, 330 et 421 habitants par km<sup>2</sup>) et la 95<sup>ème</sup> percentile (590 habitants par km<sup>2</sup>). Des analyses plus approfondies confirment les principaux résultats et sont disponibles auprès des auteurs de cette note technique.

La figure 2 montre la relation entre la densité de la population et la superficie cultivée par ménage. Sans que cela nous surprenne, nous trouvons que la superficie cultivée par ménage diminue rapidement avec la densité de la population. Dans les communes avec une densité de moins de 200 habitants par km<sup>2</sup>, un ménage possède en moyenne plus d'un hectare. Dès que la densité de la population excède 520 habitants par km<sup>2</sup> la superficie moyenne cultivée par ménage est inférieure à 0,5

ha. Par conséquent, les rendements dans les régions avec une densité de population de 500 habitants par km<sup>2</sup> doivent être deux fois plus élevés que dans les régions avec une densité de population de 200 habitants par km<sup>2</sup> pour avoir une même production par ménage dans les deux régions.

La figure 2 montre également que la pression démographique est associée avec une réduction du bétail présent dans le ménage. Comme analysé en détail dans la deuxième note technique, les ménages dans les régions densément peuplées préfèrent les petits animaux (surtout les chèvres) tandis que les ménages dans les autres régions possèdent également des vaches. Cette réduction du bétail avec la pression démographique a aussi des conséquences au niveau de la disponibilité des engrais organiques dans les régions densément peuplées. Vu que ces engrais sont importants pour maintenir la fertilité du sol, cette réduction du bétail pourrait avoir des conséquences négatives sur la production agricole.

Figure 2: La pression démographique réduit la superficie cultivée par ménage et la possession du bétail



Bétail exprimé en Unité de Bétail Tropical (UBT): vache= 0,7; porc= 0,2; mouton, chèvre= 0,1; poules= 0,01

Face à la pression sur les terres, les ménages peuvent intensifier la production par hectare en augmentant l'application des engrais chimiques ou en embauchant plus de main-d'oeuvre. Moins de 40% des ménages ont utilisé des engrais chimiques en 2011-2012 et seulement 57% des ménages ont embauché une main-d'oeuvre supplémentaire. Pour cette raison, nous n'analysons pas seulement combien d'engrais/main-d'oeuvre est appliqué, mais aussi si les ménages dans les régions les plus densément peuplées s'engagent dans ces stratégies d'intensification de production.

La figure 3 (graphique en haut à gauche) montre la probabilité qu'un ménage engage une main-d'oeuvre supplémentaire en fonction de la densité de la population, tandis que la deuxième



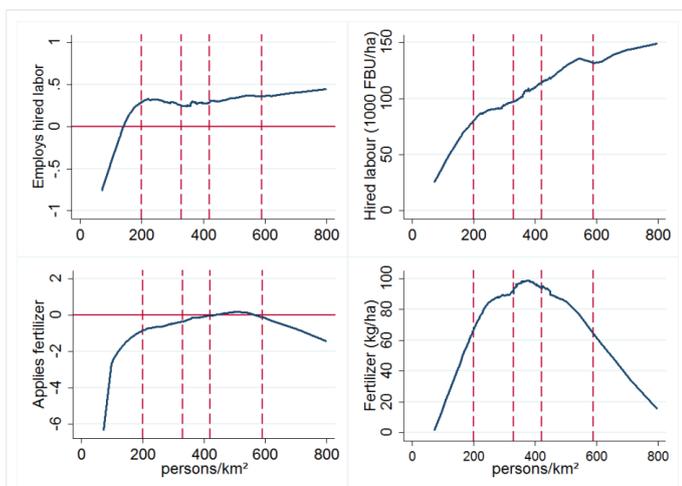
## Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



graphique (en haut à droite) montre le coût par hectare de la main-d'oeuvre en fonction de la densité de la population. Ces figures montrent clairement que la production agricole est plus intensifiée dans les régions les plus densément peuplées. En plus, seulement la main-d'oeuvre salariée est prise en compte et donc la main-d'oeuvre familiale est exclue. Vu que la superficie à cultiver diminue avec la densité de la population et que la taille d'une famille elle-même ne varie pas suite à la pression démographique de la région, il est probable que l'importance de la main-d'oeuvre familiale par hectare augmente aussi avec la pression démographique.

La figure 3 (les graphiques du bas) montre l'application des engrais chimiques. Elles montrent que la probabilité d'appliquer des engrais augmente d'abord fortement avec la pression démographique jusqu'à 600 habitants par km<sup>2</sup> et diminue après ce point (graphique en bas à gauche). En plus, la proportion des ménages qui utilisent des engrais ne passe pas le seuil de 60%. L'accès aux engrais et l'application sont donc limités, même dans les communes avec une très grande pression démographique. Cette tendance est confirmée par le quatrième graphique (en bas à droite) qui montre que l'application des engrais augmente de 60kg/ha dans les régions avec une densité de population de 200 habitants par km<sup>2</sup>, atteint un plafond de 100kg/ha dans les régions avec une densité de population d'à peu près 400 habitants par km<sup>2</sup> et diminue ensuite rapidement. Le fait que dans nos analyses l'application des engrais chimiques par hectare diminue dès que la densité de la population dépasse 400 habitants par km<sup>2</sup>, indique que le niveau d'intensification agricole dans ces régions est limitée. Par conséquent, il se pourrait que les limites de l'intensification ont été atteintes.

**Figure 3: L'engagement de la main-d'oeuvre non-familiale augmente avec la pression démographique, tant que l'application des engrais augmente jusqu'à une densité de 400 habitants/km<sup>2</sup>**



Les graphiques à gauche montrent la probabilité d'engager une main-d'oeuvre non-familiale/d'appliquer des engrais en

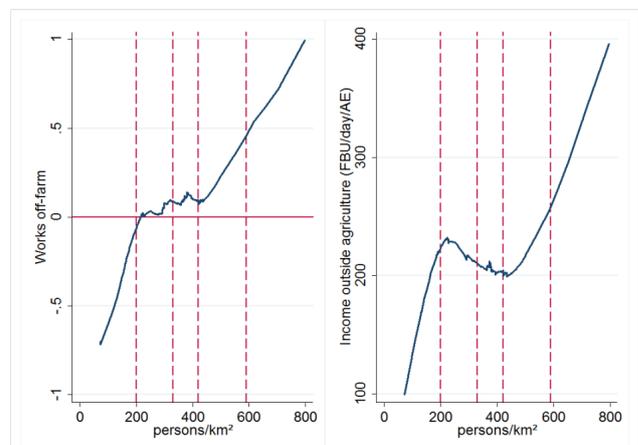
'log odds'. La ligne horizontale correspond à une probabilité de 50%. Les graphiques à droite montrent les dépenses par hectare liées à la main-d'oeuvre et les engrais, mais considèrent seulement les ménages qui utilisaient ces intrants.

La figure 4 présente une analyse du rôle du secteur non-agricole. Les deux graphiques confirment que l'importance du secteur non-agricole augmente avec la densité de la population. Le nombre de ménages actifs dans ce secteur et le revenu gagné dans ce secteur augmente avec la pression démographique. Cela montre que les ménages des régions densément peuplées – où les ménages ont peu de terre - se diversifient dans le secteur non-agricole qui contribue considérablement à leur revenu.

Finalement, on étudie l'effet de la pression démographique sur les variables clés du système agricole: les rendements, la production agricole et le revenu net des ménages (figure 5). Il faut, de nouveau, insister sur le fait que ces variables sont plus susceptibles d'avoir été mesurées avec une plus grande marge d'erreur que les variables précédentes. Les résultats doivent donc être interprétés avec prudence.

En général, il semble que les rendements, la production agricole et le revenu net ont une tendance à diminuer avec la pression démographique. Les rendements (figure 5, premier graphique) tendent à augmenter légèrement entre 200 et 400 habitants par km<sup>2</sup>, mais diminuent rapidement au-delà. L'intensification, en appliquant plus de main-d'oeuvre et des engrais (au moins jusqu'à une densité de 400 habitants par km<sup>2</sup>), ne suffit donc pas pour augmenter considérablement les rendements. Cette diminution est encore plus prononcée pour la production agricole et le revenu net. A cause d'une réduction des terres arables et la faible augmentation (ou même réduction) des rendements, la production agricole diminue rapidement avec la pression démographique. En plus, les revenus non agricoles, qui sont plus importants dans les régions densément peuplées, sont peu élevés pour corriger cette tendance.

**Figure 4: Les revenus du secteur non-agricole augmentent avec la pression démographique**

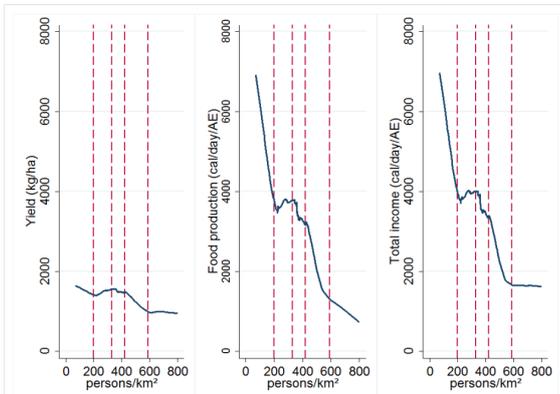




## Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



Figure 5: La pression démographique a un effet négative sur les rendements et les revenus 7



Le graphique à gauche montre la probabilité qu'un ménage ait au moins un membre qui est actif dans le secteur non-agricole. La ligne horizontale correspond à une probabilité de 50%. Le graphique à droite montre le revenu (par jour et personne) gagné par les ménages qui sont actifs dans le secteur non-agricole.

### 3. Conclusion

Les analyses montrent que la pression démographique influence l'agriculture et le comportement des ménages qui s'adaptent aux contraintes y relatives. La superficie cultivée par ménage diminue fortement avec la pression démographique. Pour éviter une diminution de leur revenu, les ménages inten-

sifient la production agricole en appliquant plus d'engrais en cultivant les champs plus intensivement. En plus, l'importance du secteur non-agricole augmente avec la pression démographique. Néanmoins, on constate que ces stratégies ne suffisent pas pour augmenter considérablement les rendements dans les régions densément peuplées ni pour éviter une réduction de la production agricole ou du revenu net. La question se pose donc si les ménages réussiront à long terme d'augmenter la production suffisamment pour survivre ou s'il faut craindre un cercle vicieux d'une population croissante sans augmentation proportionnelle de la production.

cette étude présente certaines limitations. Il est indiscutable que la pression démographique est un enjeu majeur au Burundi et affecte les pratiques agricoles et le développement rural. Cette étude analyse seulement l'évolution de l'application des engrais chimiques et de la main-d'oeuvre avec l'augmentation de la pression démographique, mais il pourrait y avoir d'autres aspects comme la lutte contre l'érosion, le choix des cultures et des innovations agro-écologiques qui sont sans doute beaucoup influencés par la pression démographique. Etant donné l'accès limité aux engrais chimiques, ces pratiques peuvent peut-être jouer un rôle de premier plan pour augmenter les rendements, mais n'ont pas été pris en considération dans cette étude. L'effet de la pression démographique sur les relations humaines (par exemple, des disputes foncières) doit également être pris en compte.

## Sensibilisation des acteurs des chaînes de valeurs du maïs et de l'arachide sur le problème de l'aflatoxine

Privat NDAYIHANZAMASO, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

L'ISABU a reçu un financement de l'Institut international d'Agriculture Tropicale (IITA) dans le cadre du projet « APEAR Project » pour la recherche sur l'aflatoxine dans le maïs et l'arachide afin de développer des méthodes de gestion de cette mycotoxine. Dans ce cadre, il a organisé une campagne de sensibilisation des différents acteurs issus des Ministères concernés et qui peuvent jouer un rôle dans la gestion de l'aflatoxine. L'objectif de cette sensibilisation est que les différents acteurs puissent s'approprier cette problématique et l'intégrer dans les projets de développement.

L'aflatoxine est une substance toxique issue du métabolisme secondaire de certaines espèces de champignons comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, etc. Ces champignons résident naturellement dans le sol et sur les matières végé-

tales, y compris les céréales, l'arachide, le manioc et les légumineuses.

L'ingestion d'une aflatoxine à une dose élevée conduit directement à l'intoxication et/ou à la mort. L'exposition chronique à l'aflatoxine peut être à l'origine du cancer du foie, au retard de croissance chez les enfants et à l'affaiblissement du système immunitaire. Suite à l'affaiblissement du système immunitaire, elle a été liée au VIH/SIDA et à la tuberculose. L'exposition de l'aflatoxine aux animaux conduit au retard de croissance, à la réduction de la production du lait et à la contamination de l'aflatoxine. Les lots contaminés sont rejetés si les contrôles sont stricts. Le commerce est donc freiné avec des pertes énormes pour les différents intervenants.

La première phase du projet au Burundi

a consisté à collecter les échantillons à travers tout le pays afin de déterminer l'incidence et la prévalence d'aflatoxine pour les deux cultures. Ces échantillons permettront d'isoler des souches non productrices d'aflatoxines (souches atoxigéniques) qui serviront dans la lutte biologique. Les échantillons ont été déjà envoyés à Nairobi pour les analyses et pour la recherche de ces souches utilisables en lutte biologique.

Parmi d'autres activités prévues figurent la sensibilisation des acteurs dans les chaînes de valeurs du maïs et de l'arachide. C'est dans ce cadre qu'il a été organisé une campagne de sensibilisation des acteurs locaux de la recherche et des partenaires des différentes institutions qui sont impliquées (ou censées être impliquées) dans la gestion des aflatoxines. Il s'agit des institutions qui relèvent



## Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



des Ministères de l'Agriculture et de l'Elevage, de la Santé, du Commerce et de l'environnement.

Cette sensibilisation couvre différents sujets qui sont l'explication sur les afla-

toxines, les cultures sensibles, les facteurs pré –post récoltes favorisant les contaminations, les effets sur la santé humaine et animale, les effets sur le commerce et les stratégies de contrôle. La sensibilisation a également inclus le

cas d'une étude réalisée au Burundi en 2013 sur la prévalence de l'aflatoxine sur le maïs en stock. C'était aussi une occasion d'échanges sur les différentes activités sur l'aflatoxine en cours ou les rôles que peuvent jouer ces institutions.

### Disponibilité des semences de prébase produites pour la saison agricole 2016/A

Culture multipliée	Variété multipliée	Quantité disponible (kg)	Sites de stockage	Date de livraison	Certifiées ou pas par l'ONCCS
1. Pomme de terre	1.1. Ndinamagara	40.000	Mwokora	Sept.2015	Déjà certifiées
		4.500	Nyakararo	Sept.2015	Pas encore certifiées
		4.500	Mahwa	Sept.2015	Déjà certifiées
	<b>S/T Ndinamagara</b>	<b>49.000</b>			
	1.2. Victoria	12.500	Mwokora	Sept.2015	Déjà certifiées
		2.500	Mahwa	Sept.2015	Déjà certifiées
	<b>S/T Victoria</b>	<b>15.000</b>			
	1.3. Mabondo	2.000	Mwokora	Sept.2015	Déjà certifiées
		10.000	Mahwa	Sept.2015	Déjà certifiées
	<b>S/T Mabondo</b>	<b>12.000</b>			
	1.4. Rukuzi	2.500	Nyakararo	Sept.2015	Pas encore certifiées
	1.5. Ruhanyura	800	Nyakararo	Sept.2015	Pas encore certifiées
	1.6. Ouganda 11	2.000	Nyakararo	Sept.2015	Pas encore certifiées
	1.7. Magome	3.000	Mahwa	Sept.2015	Déjà certifiées
<b>S/T autres var.</b>	<b>8.300</b>				
<b>Total Pomme de terre</b>	<b>84.300</b>				
2. Haricot	2.1. G13607	350	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.2. AND10	90	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.3. VCB81013	250	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.4. Doré de Kir.	50	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.5. MLB122-94 B	80	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T Murongwe</b>	<b>820</b>			
	2.6. Musore	190	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.7. IZO 201245	220	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.8. Moore 88002	190	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.9. Musengo	280	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.10. RWR2245	100	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.11. KATX56	40	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	2.12. KATB1	20	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T Moso</b>	<b>1.040</b>			
<b>Total Haricot</b>	<b>1.860</b>				
3. Soja	3.1. 449/6/16	160	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
		580	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T Rial Nam 1</b>	<b>740</b>			
	3.2. Soprosy	100	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
		580	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T Soprosy</b>	<b>680</b>			
	3.3. Rial Nam 1	270	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	3.4. Yezumutima	220	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
3.5. Peka 6	25	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées	
<b>S/T autres var.</b>	<b>515</b>				
<b>Total Soja</b>	<b>1.935</b>				

4. Arachide	4.1. ICG79127	15	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
		140	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T ICG79127</b>	<b>155</b>			
	4.2. G18	40	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
		170	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T G18</b>	<b>210</b>			
	4.3. ICGVSM70907	100	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
		120	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T ICGVSM70907</b>	<b>220</b>			
	4.4. A65	70	Murongwe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	4.5. JL24	200	Bukemba	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T autres var.</b>	<b>270</b>			
	<b>Total Arachide</b>	<b>855</b>			
	5. Maïs	5.1. ZM 605	3.600	Murongwe	Sept.2015
2.900			Karusi	Sept.2015	Pas encore certifiées
900			Rukoba	Sept.2015	Pas encore certifiées
<b>S/T ZM 605</b>		<b>7.400</b>			
5.2. Isega		2.500	Gisozi	Sept.2015	Pas encore certifiées
		490	Nyakararo	Sept.2015	Pas encore certifiées
		4.000	Munanira	Sept.2015	Pas encore certifiées
<b>S/T Isega</b>		<b>6.990</b>			
5.3. Ecavel 2		1.300	Mparamb	Sept.2015	Pas encore certifiées
5.4. Espoir		1.000	Mugerero	Sept.2015	Pas encore certifiées
5.5. ZM 621	7.000	Moso	Sept.2015	Pas encore certifiées	
<b>S/T autres var.</b>	<b>9.300</b>				
<b>Total Maïs</b>	<b>23.690</b>				
6. Riz	6.1. TOX 3154	4.500	Mugerero	Sept.2015	Pas encore certifiées
	6.2. V18	5.500	Mugerero	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T Mugerero</b>	<b>10.000</b>			
	6.3. V1380-4	2.400	Ndebe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	6.4. V564-2-7	1.900	Ndebe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	6.5. Yunyin	1.250	Ndebe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	6.6. V309-7-3	900	Ndebe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	6.7. FAC 904	970	Ndebe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	6.8. L662-3-9	1.150	Ndebe	Sept.2015	Pas encore certifiées
	<b>S/T Ndebe</b>	<b>8.570</b>			
	6.9. Super de Makamba (V309)	290	Gasaka	Sept.2015	Pas encore certifiées
6.10. Nyagatwenzi (L699-1-1)	1.100	Gasaka	Sept.2015	Pas encore certifiées	
<b>S/T Gasaka</b>	<b>1.390</b>				
<b>Total Riz</b>	<b>19.960</b>				
Sorgho	Gambella	2.300	Mparamb	Sept.2015	Pas encore certifiées



## FICHE TECHNIQUE DE L'ISABU

Intégration effective cultures et élevage bovin  
en région du Mugamba : voie unique de  
renforcement durable des systèmes agricoles

AUTEURS : Minani E.<sup>a</sup> et Nijimbere A. (2013)<sup>b</sup>  
<sup>ab</sup> Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU)

ANNÉE 2015

### Introduction

La région du Mugamba est une région pastorale. L'agriculture y est intimement liée à l'élevage bovin. Les pâturages sont pauvres et dégradés par suite de surpâturage. Les sols sont acides et infertiles. Le fumier est un fertilisant indispensable à la production vivrière.



Le surpâturage et la déforestation constituent les menaces aux écosystèmes naturels et au développement durable de la productivité agricole. Ils renforcent également l'érosion hydrique et la destruction de la diversité biologique.



Le surpâturage est causé par un broutage d'un nombre excédentaire d'animaux sur des pâturages dont la capacité de charge est faible à cause de l'infertilité des sols.



### Objectif

Faire de l'exploitation agricole familiale une unité économique autonome intégrant effectivement l'élevage à l'agriculture.

### Méthodologie

Pour pallier le surpâturage et la déforestation, l'implication des communautés rurales est indispensable en tant que principaux acteurs.



L'évaluation participative de la dégradation des pâturages est une bonne stratégie de la prise de conscience des effets négatifs de l'élevage extensif et du surpâturage sur les ressources naturelles.



La formation pratique des agriculteurs sur les techniques de rotation des cultures fourragères avec les cultures vivrières est une méthode rationnelle de l'intégration de l'élevage à l'agriculture.



Les résidus de cultures vivrières et les fourrages cultivés fournissent l'aliment au bétail qui en échange donne du fumier et du lait en grande quantité.

### Remerciements :

FAO, ISABU, DPAE Mwaro, Association ADAVUDUKA-NAKIVI de Nyakirwa et François MASABO (fermier).

L'introduction des espèces ligneuses à usage multiple diminue la pression sur les ressources ligneuses naturelles. Les feuilles de *Calliandra sp.* sont une bonne source d'aliments du bétail.



Les aménagements anti-érosifs plantés de haies de cultures fourragères permettent de protéger le sol et les cultures et de nourrir le bétail à l'étable pour avoir plus de fumier et de lait.



L'évaluation de l'importance des rendements élevés en biomasse des fourrages cultivés donne une assurance aux éleveurs de laisser l'élevage traditionnel au profit de l'élevage en stabulation permanente ou semi-permanente.

### Conclusion

L'intégration agri-élevage présente de nombreux avantages. Elle demande une prise de conscience des agri-éleveurs.

**Référence :** TAMP Kagera (2012), Rapport annuel  
ISABU (2012), Rapport annuel  
MINAGRIE(2010), Stratégie agricole nationale

Imprimé avec l'appui de :



Comité de lecture :

*BIGIRIMANA Jean Claude  
BIZIMANA Syldie  
HABINDAVYI Espérance  
Dr Ir. NIBASUMBA Anaclet  
Dr Ir. NIYONGERE Célestin*

Pour vos commentaires et contributions éventuelles à ce bulletin contactez ;

Service Documentation et Communication Scientifique de l'ISABU à l'adresse suivante:

E-mail : [daniyongabo@yahoo.com](mailto:daniyongabo@yahoo.com)

Tél : +257 79 438 395