



**REPUBLIQUE DU BURUNDI**  
**Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de**  
**l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme**

---

*Centre d'Echange d'Information*  
*sur la Biodiversité*  
**CHM-BURUNDAIS**

---

ISSN 2519-0113 (Imprimé)

---

**Bulletin scientifique sur**  
**l'environnement et la biodiversité**

---

ISSN 2519-0121 (En ligne)



*Bulletin Scientifique sur*  
*l'Environnement et la Biodiversité*

**Bulletin N°1**



**Bujumbura, Septembre 2016**

## BULLETIN N° 1

Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité publié annuellement.

### Siège de publication:

Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

**Editeur:** Centre d'Echange d'Informations en matière de Diversité Biologique, CHM (Clearing House Mechanism)

© INECN-CHM. 2016

B.P. 2757 Bujumbura

Tél.: (257) 22234304

E-mail: inecn.biodiv@cbinf.com

Site web: <http://bi.chm-cbd.net>

### Comité de rédaction:

#### Rédacteur en Chef:

**NZIGIDAMERA Benoît**, OBPE

#### Rédacteur en Chef Adjoint:

**Prof. HABONIMANA Bernadette**, Université du Burundi

#### Rédacteurs associés:

**Prof. NTAKARUTIMANA Vestine**, Université du Burundi

**Dr. NDAYISHIMIYE Joël**, Université du Burundi

**Dr. Ir. NUSURA Hassan**, Université du Burundi

**FOFO Alphonse**, OBPE

### Comité scientifique:

**Dr. Masumbuko Céphas**, Université Officielle de Bukavu, RD du Congo

**Dr. NASASAGARE Régine Pacis**, Ecole Normale Supérieure, Burundi

**Dr. BANGIRINAMA Frédéric**, Ecole Normale Supérieure du Burundi

**Dr. BISORE Simon**, Ecole Normale Supérieure, Burundi

**Dr. NINEZA Claire**, Université du Burundi

**Dr. HAKIZIMANA Paul**, Université du Burundi

**Dr. HARERIMANA Casimir**, Université du Burundi

**Dr. Ir. NDIMUBANDI Jean**, Université du Burundi

**Dr. Ir. NIMENYA Nicodème**, Université du Burundi

**Dr. MASHARABU Tatien**, Université du Burundi

**Dr. SUSINI Marie-Lucie**, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

**Mr. GAUGRY Yves**, Flora Fauna & Man Ecological Services Ltd., Afrique du Sud

**Mr. NDAYIRAGIJE Pascal**, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

**Prof. BANDUSHUBWENGE Denis**, Université du Burundi

**Prof. BIGAWA Samuel**, Université du Burundi

**Prof. BIGIRIMANA Joseph**, Université du Burundi

**Prof. BIZURU Elias**, Université Nationale du Rwanda

**Prof. BOGAERT Jan**, Université de Liège/Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique

**Prof. NIYONZIMA Douglas**, Université du Burundi

**Prof. MIDENDE Gilbert**, Université du Burundi

**Prof. HARI Léonard**, Université du Burundi

**Prof. MUNYULI M.B. Theodore**, Centre National de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, RD du Congo

**Prof. MPAWENAYO Balthazar**, Université du Burundi

**Prof. NIZIGIYIMANA Libérate**, Université du Burundi

**Prof. NTAKIMAZI Gaspard**, Université du Burundi

**Prof. NDIKUMANA Théophile**, Université du Burundi

## CONTENU

**Quantification, caractérisation et voies de valorisation des déchets solides municipaux dans la ville de Bujumbura**

Mizero M., Ndikumana Th., et Jung G ..... 1-7

**Etude de l'évolution et de la variabilité saisonnière des principaux ravageurs des caféiers en période de fructification**

Dushimirimana S., Manirakiza E., Gasogo A. .... 8-16

**Déterminisme et processus de la restauration naturelle dans la périphérie de quatre aires protégées du Burundi**

Bangirinama F. et Godron M. .... 17-29

**Diversité et ethnomycologie des champignons sauvages utilisés dans la préfecture de la Lobaye en République Centrafricaine**

Y. R. Kouagou, G. Nounbo Tsopmbeng &

A. L. Njounkou ..... 30-38

**Evaluation du processus de la restauration écologique au cours de la dynamique post-culturale: cas des jachères du Burundi**

Bangirinama F., Havyarimana F. & Hakizimana P. .... 39-55



## Quantification, caractérisation et voies de valorisation des déchets solides municipaux dans la ville de Bujumbura

<sup>1</sup>Mizero, M., <sup>2</sup>Ndikumana, Th., et <sup>3</sup>Jung, G

<sup>1</sup>Université du Burundi, Faculté des Sciences Agronomiques,

<sup>2</sup>Université du Burundi ; Faculté des Sciences, Département de Chimie,

<sup>3</sup>Université Libre de Bruxelles, Solvay Business School, Centre Emile Bernheim

*Auteur correspondant:* Ndikumana Théophile, **E-mail:** theo.ndikumana@gmail.com

Reçu: le 04 Mai 2015

Accepté: le 12 Décembre 2015

Publié: le 20 Décembre 2015

### RESUME

Le problème des déchets solides en Mairie de Bujumbura se pose avec acuité. La quantification et la caractérisation des déchets solides municipaux permettent de connaître ce qu'il y a à gérer. L'estimation de la quantité de déchets solides municipaux(DSM) par habitant et par jour s'est basée sur le relevé des volumes des DSM déversés quotidiennement à la décharge publique de Mubone. La caractérisation a porté sur un volume de 8,8 m<sup>3</sup> de déchets solides. Un habitant de la ville de Bujumbura produit en moyenne 0,6 kg/jour soit 217 kg/an en mai 2011 dont 57% représentent les déchets fermentescibles, contre 43% de déchets non fermentescibles. Ces derniers sont constitués principalement de verre (15%), de sachets et bouteilles en plastiques (8%), de papier et carton (6%) et 5% d'objets métalliques. Le bois et ses dérivés représentent 3% et le textile 4%. Des produits biomédicaux et autres déchets dangereux ont été également identifiés à raison de 2% de la quantité de DSM triés. Les DSM ne sont pas seulement une charge polluante mais constituent également une matière secondaire à traiter, source d'emplois générateurs de revenus, après le tri et la valorisation de la matière et de l'énergie qu'ils contiennent.

### ABSTRACT

The solid wastes problem in Bujumbura Capital is acute. Quantification and characterization of municipal solid wastes allow knowing what to manage. The estimate of the amount of municipal solid wastes (MSW) per capita per day was based on the reported volume of MSW dumped daily at the Mubone public dump. The characterization was based on a volume of 8.8 m<sup>3</sup>. A resident of Bujumbura city produces an average of 0.6 kg/day or 217 kg/yr in May 2011 which represents 57% fermentable wastes and 43% of non-fermentable wastes. The latter consist mainly of glass (15%), bags and plastic bottles (8%), paper and cardboard (6%) and 5% of metal objects. Wood and its derivatives represent 3% and 4% of textiles. Biomedical products and other hazardous wastes were also identified as 2% of the amount of sorted MSW. The MSW are not only pollution load but also constitute a secondary material to be treated, source of income-generating employments, after sorting and recycling of matter and energy they contain.

### 1. INTRODUCTION

La ville de Bujumbura s'étend actuellement sur 87 km<sup>2</sup>. Selon les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2008, la population de la Mairie de Bujumbura s'élève à 497166 habitants répartis dans 13 communes et 97 quartiers (ISTEEBU, 2008). De part ses consommations, cette population génère toutes sortes de déchets issus de diverses activités. Malheureusement, les déchets solides sont souvent abandonnés à un coin de rue, dans les canaux de drainage des eaux de pluies et sur la voie publique

constituant ainsi des décharges « sauvages ». Le risque de prolifération des maladies liées au déficit d'hygiène s'accroît, la qualité de vie se détériore suite aux nuisances visuelles et olfactives. Bujumbura croule sous le poids des déchets ménagers, commerciaux et industriels spécialement dans les quartiers de bas standing.

Le nœud du problème réside au niveau de l'aménagement inapproprié du territoire urbain en matière d'évacuation rapide et régulière des déchets.

Les intervenants dans l'évacuation des déchets ne sont pas suffisamment outillés ni organisés convenablement pour assurer la qualité des services attendus.

Les données statistiques sur les déchets produits dans la ville de Bujumbura sont rares, tronquées et non actualisées (GKW-CONSULT, 1993). Une étude plus circonscrite a évalué le niveau de production des déchets à l'Hôpital Prince Régent Charles (RUGURIKA, 2008). L'objectif de cette étude est d'apporter une contribution pour connaître la quantité et la nature des déchets solides produits dans la ville de Bujumbura afin de proposer des voies de valorisation possibles pour différents types de déchets. Signalons que la loi et la réglementation constituent un préalable à toute prise de décision pour mettre en place une stratégie de gestion des déchets municipaux.

## 2. APPROCHE METHODOLOGIQUE

Faute de pont bascule à l'entrée de la décharge, la quantification a été conduite en mesurant le volume utile des véhicules assurant la collecte, le transport et l'évacuation des déchets vers la décharge publique de Mubone sur une période de neuf jours. L'estimation du volume en m<sup>3</sup> de DSM enlevés par an a été effectuée selon la formule suivante:

$$V = \left[ \sum_{i=1}^n (H_i * L_i * l_i) \right] m^3 * 360 \text{ jours/an} / 9 \text{ jours}$$

Dans cette formule n=180: Fréquence de véhicules ayant déversé les déchets au site de Mubone pendant 9 jours collectés dans 12 communes de la ville de Bujumbura.

H: Hauteur maximale du niveau des déchets dans le bac en m

L: la longueur du bac du véhicule en m

l: la largeur du bac du véhicule en m

Le tonnage a été calculé par la multiplication du volume et de la masse spécifique des déchets solides suivant la formule :  $Q = V * \rho$

où :

Q : la quantité en kg de DSM évacués par an

V: le volume en m<sup>3</sup> des DSM collectés par an calculé précédemment

$\rho$ : la masse volumique en kg/m<sup>3</sup> des déchets solides égal au rapport poids sur volume. Il est pris égal à **537 Kg/m<sup>3</sup>**.

Avec un taux d'enlèvement de 46% (Déchets Solides Municipaux Evacués/Déchets Solides Municipaux Produits), la quantité de DSM produits par an et par habitant a été calculée suivant la formule:

$$q = \frac{Q * 100}{46 * P_{2011}}$$

Dans cette formule:

q: la quantité de déchets produits par habitant par an en kg

Q: la quantité en kg de déchets évacués par an

P<sub>2011</sub>: effectif de la population urbaine de 2011 projeté à partir du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2008 avec un taux d'accroissement annuel de 2,4%

Dans la ville de Bujumbura, la population urbaine a été évaluée à 99636 ménages avec 497166 habitants (RGPH, 2008). L'effectif de la population urbaine en 2011 a été estimé selon la formule de progression géométrique :

$$P_{2011} = P_{2008} * (1 + 0,024)^3$$

où : P<sub>2011</sub> : Population urbaine en 2011

P<sub>2008</sub> : Population urbaine en 2008

D'après cette formule, la population est estimée à 497166\*(1+0,024)<sup>3</sup> = 533828 habitants en 2011.

Parallèlement, une procédure de tri manuel a été engagée en vue de faire la caractérisation des déchets prélevés sur les véhicules de transport en provenance des milieux et des secteurs les plus diversifiés de la ville à savoir les ménages, les hôpitaux, les centres de santé, les marchés, les écoles, les imprimeries, les abattoirs, les industries etc. Un volume de 8,82 m<sup>3</sup> de DSM tout venant a été trié durant 7 jours avec une main d'œuvre constituée par des personnes démunies recrutées sur site. Le matériel utilisé comprenait: une balance à crochet pour les pesées, une règle graduée de 100 cm pour relever les dimensions des bacs des véhicules, des fourches et des pelles, des paires de gants de protection, des cache-nez, une bâche de 40 m<sup>2</sup>, un seau de 45 litres et des sacs en polyéthylène.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les déchets identifiés sont ceux fermentescibles d'une part et ceux non fermentescibles d'autre part constitués de sachets, de bouteilles en plastiques, de métaux, de textiles, de papiers et cartons de verre et de céramique. Des déchets dangereux dont les piles, les déchets médicaux, les produits chimiques périmés ainsi que divers déchets suspects ont été également identifiés.

### 3.1. Taux d'enlèvement des immondices

Au moment où les SETEMU collectaient seulement 8% des DSM avant qu'ils ne cèdent cette tâche aux opérateurs privés en 2010, il y a lieu de constater que la collecte des DSM s'est nettement améliorée (46%) comme le montre la figure numéro 1. L'efficacité de la collecte est due à l'augmentation des investisseurs privés intéressés par la filière de collecte et de traitement des déchets après le retrait progressif des SETEMU de ce secteur.

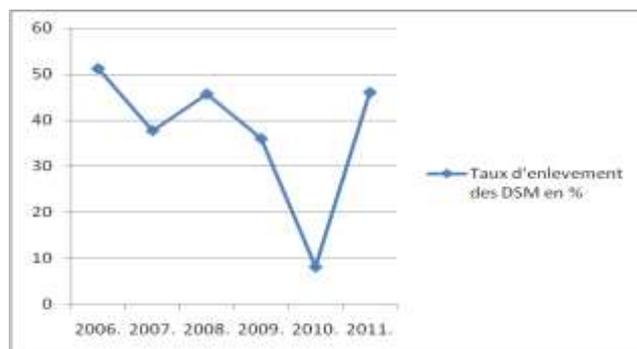


Fig. 1: Evolution du taux de collecte des DSM depuis 2006

Source : Rapports mensuels des SETEMU (2006 à 2010) complétés par les données de la présente étude.

Le tableau 1 reprend, sur base d'un taux d'enlèvement de 46%, les quantités de DSM produits en mai 2011. Durant les neuf jours, les véhicules enregistrés ont déversé 2474 m<sup>3</sup> de DSM. Avec un taux de collecte de 46% et un poids spécifique de 537 kg/m<sup>3</sup>, on en déduit une production comprise entre 0,5 et 0,7 kg de DSM par habitant et par jour dans la ville de Bujumbura.

Tableau 1: Estimation des quantités des DSM dans la ville de Bujumbura en 2011

Paramètres	Unités	Quantités	Ecart type	Coeff. de variation	Intervalle de confiance à 95%:	
					Lim. Inf.	Lim. Sup.
Volume de DSM collectés	m <sup>3</sup> /jour	275	59	22	229	320
Volume de DSM produits	m <sup>3</sup> /jour	598	129	22	499	697
Masse de DSM collectés	t/jour	148	32	22	123	173
Masse de DSM produits	t/jour	321	69	22	268	375
Masse de DSM produits	kg/h/an	217	47	22	181	253
Masse de DSM produits	kg/h/jour	0,6	0,1	22	0,5	0,7

Lim. Inf. (Limite inférieure); Lim. Sup. (Limite supérieure);  $t_{0,025}$ ; degré de liberté=8 (table t de Student)

Ces résultats sont cohérents avec ceux d'une étude d'envergure nationale conduite en Algérie pour l'évaluation des DSM en 2001, comparables à la production des déchets solides municipaux dans les villes moyennes d'Afrique (TABET-AOUL, 2001). Le tableau 2 montre la production des DSM dans quelques villes du monde comparativement à celle de Bujumbura.

Tableau 2: Production des DSM dans quelques villes du monde et à Bujumbura\*

Ville	kg/habitant/an
Yaoundé	256 <sup>1</sup>
Oran	350 <sup>2</sup>
Paris	523
Vienne	522
Québec	400
<b>Bujumbura</b>	<b>217</b> *
Moyenne européenne	600 <sup>3</sup>
Moyenne tiers monde	150 à 200
Moyenne américaine	700

1

<http://www2.ulg.ac.be/cwbi/projets/atlas/pays/Cameroun/cameroun.htm> consulté le 20 juillet 2011

2 <http://www.djazairss.com/fr/lefinancier/11857> Consulté le 9 août 2011

3 <http://outil-dd.fne-midipyrenees.fr/sections/dynamique-de-developpement> consulté le 20 juillet 2011

### 3.2. Moyens de transport

Concernant les moyens de transport, les ASBL et les particuliers intervenant dans la collecte n'ont pas les mêmes capacités opérationnelles. Ceux qui sont davantage présents sur terrain sont les mieux équipés en moyens de transport. Il s'agit de l'entreprise Bujumbura Garbage Company (BGC), l'Entreprise de Sécurité Générale (PSG) et l'Association Jeunesse Lumière (AJL).

Ceux qui ont peu de moyens de fonctionnement sont souvent confrontés aux problèmes de pannes répétitives sur terrain. Les plus fréquentes étant les crevaisons et le défaut de carburant. Du fait de ces pannes répétitives des véhicules de transport, la collecte n'est pas optimale. La figure 2 montre les proportions des types de véhicules utilisés dans la collecte.

Sur un parc automobile de 39 véhicules enregistrés, 56% sont des véhicules de type Dyna suivi par le type FUSO et de bennes ordinaires à carrosseries ouvertes. La figure 2 révèle qu'environ 8% de véhicules utilisés conviennent au transport des DSM. Il s'agit de bennes tasseuses ou de véhicules à bac fermé avec un système de déchargement automatique.

A la limite, les véhicules couverts de bâches pourraient être utilisés. Il s'avère donc nécessaire de moderniser le système de transport pour minimiser les risques d'accidents et de pollution supplémentaire. Seuls BGC et PSG possèdent quelques véhicules à bac fermé.

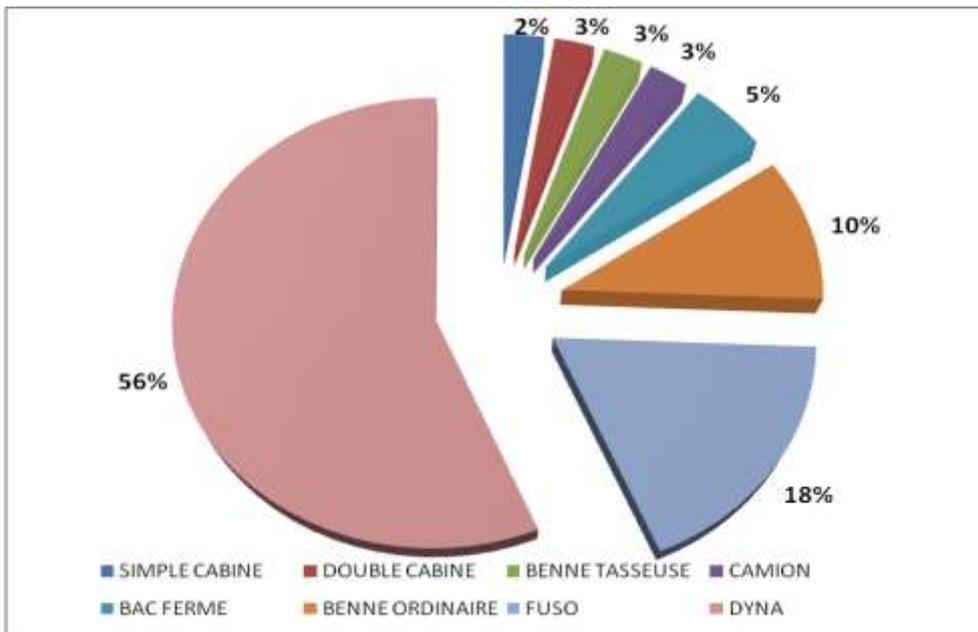


Fig. 2: Type de véhicules de transport utilisés

### 3.3. Fréquence de desserte

La fréquence de desserte en matière de collecte des DSM est un indicateur de la propreté relative des places et des communes de la Mairie de Bujumbura. La commune Rohero vient en tête avec plus de 100

rotations/mois suivie de la commune Kinindo desservie par les autres ASBL. La figure 3 donne une image du niveau de fréquentation pour enlever les DSM dans les différentes communes ou certains endroits de la mairie de Bujumbura.

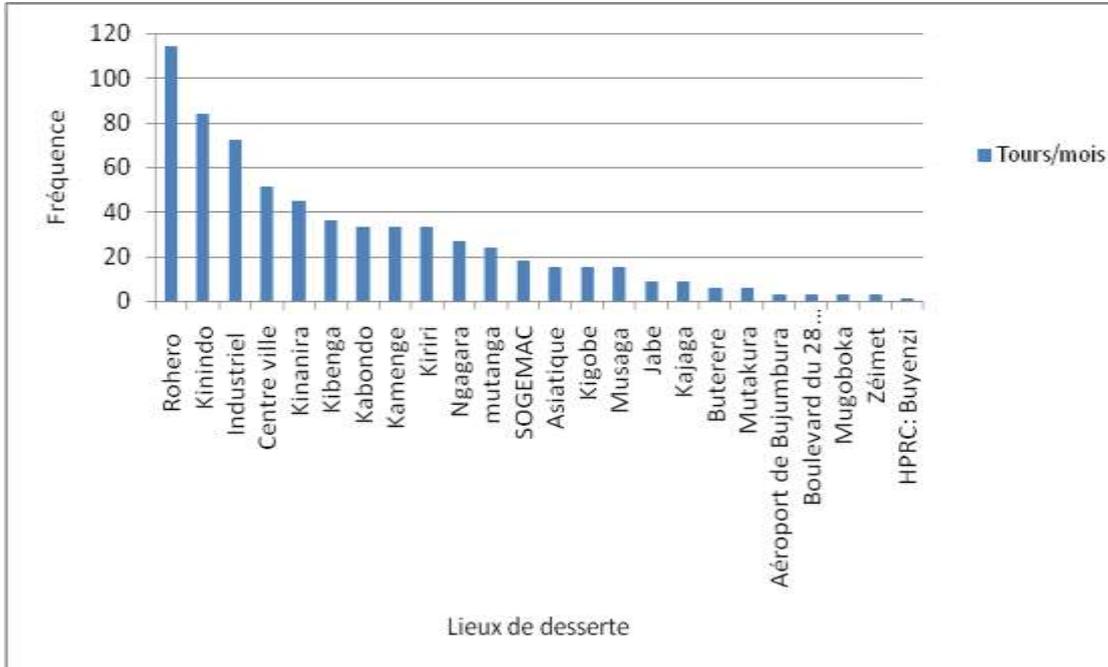


Fig. 3: Niveau de desserte des différents endroits et communes de la Mairie par les acteurs privés

Le nombre de tours/mois relevé à cet endroit précis correspond au niveau de propreté observée dans les différentes localités. Les communes non enregistrées ou celles qui sont moins fréquentées sont aussi celles qui regorgent de dépotoirs de transit non vidés ou qui

alimentent les dépotoirs sauvages dispersés à travers la ville. Il s'agit notamment des quartiers de Buyenzi, Bwiza, Jabe, Buterere, Mutakura et Cibitoke.

### 3.4. Résultats de la caractérisation

Les déchets solides municipaux rencontrés à la décharge de Mubone se répartissent en trois grands groupes à savoir les fermentescibles (déchets organiques, papier et carton), les non fermentescibles (verres, céramiques, sachets et bouteilles en plastique, métaux, textiles, bois et charbon) et les déchets particulièrement dangereux.

Les DSM fermentescibles occupent la majeure partie de nos poubelles. Cette situation milite en faveur des voies de valorisation biologique en premier lieu pour s'occuper du reste des DSM triés dans des filières plus appropriées. La figure 4 donne les proportions des déchets solides municipaux triés pendant sept jours au cours de cette étude.

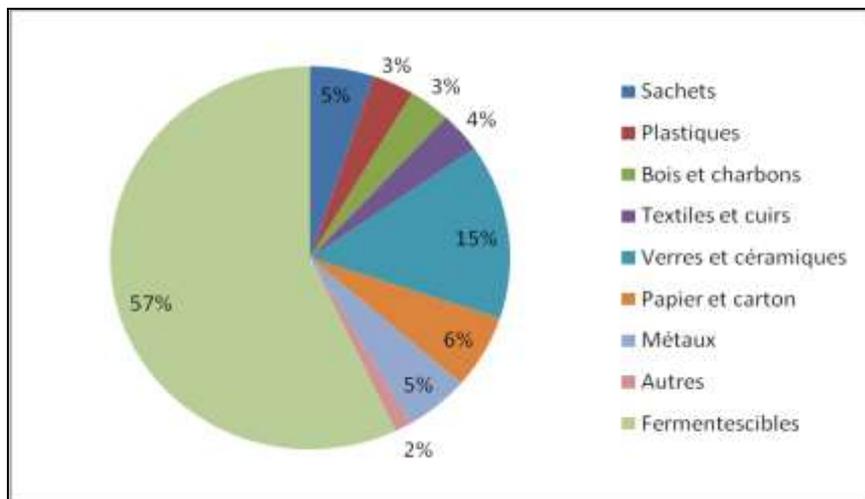


Fig. 4: Proportion de DSM triés à la décharge de Mubone

### 3.5. Stratégie de gestion rationnelle des DSM en mairie de Bujumbura

Le tri est une condition *sine qua none* car la valorisation des déchets en filières appropriées en dépend. La stratégie de gestion proposée repose d'abord sur le principe de réduction à la source et la séparation des DSM avant de les orienter dans des filières de traitement spécifique. Sa réussite compte sur une bonne législation mettant en application les codes de l'environnement (Bulletin Officiel du Burundi N°

6/2000) et de la santé publique (Ministère de la Santé Publique, 2000), ainsi que le concours et l'implication de tout un chacun. Un circuit de collecte et de stockage séparé doit être mis en place pour favoriser le traitement ultérieur des différentes fractions de déchets solides identifiés. Une campagne de sensibilisation de la population est nécessaire pour informer et former les producteurs de DSM sur les bonnes manières de leur gestion rationnelle. Le diagramme de la figure 5 résume les voies possibles de traitement des DSM à condition de faire le tri à la source.

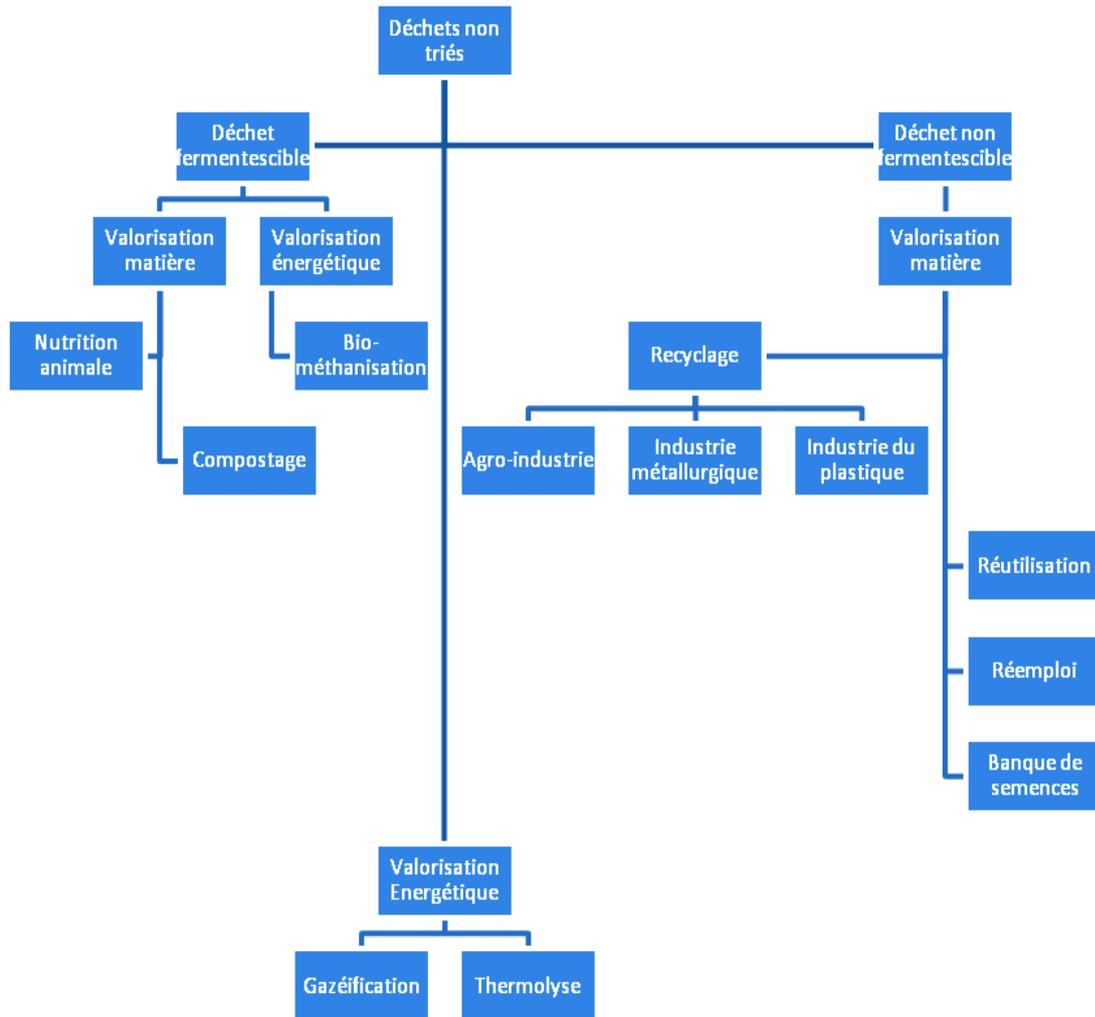


Fig. 5: Proposition d'une structure de gestion intégrée des déchets solides dans la ville de Bujumbura

#### 4. CONCLUSION

La présente étude visait la quantification et la caractérisation des déchets produits à Bujumbura en vue de la recherche de solutions adaptées à leur gestion intégrée. Cette étude révèle qu'un habitant de Bujumbura produit en moyenne 0,6 kg de déchets solides municipaux par jour soit 217 kg/habitant/an dont 57% sont fermentescibles, le reste étant composé essentiellement de verre (15%), de plastiques (8%), de papier et carton(6%) et 5% de métaux.

Vu la diversité de ces déchets, aucune filière de traitement ne peut complètement prendre en charge à elle seule la totalité des déchets. La stratégie de gestion intégrée doit alors passer par plusieurs méthodes et techniques complémentaires qui ont été esquissées ci-haut. D'ores et déjà, la réglementation pourrait interdire un certain nombre de pratiques irresponsables que sont:

- les décharges spontanées et l'abandon des déchets sur les voies publiques;
- la mise à feu des déchets en plein air ou dans des incinérateurs hors norme;

- l'évacuation des déchets dangereux par le biais du réseau d'assainissement public tel les évacuateurs des eaux pluviales;
- le mélange des déchets de différentes catégories (Ordures Ménagères/ Déchets Industriels Dangereux / Déchets Industriels Banals / Déchets Inertes).

La réussite d'une politique de gestion des déchets municipaux impose le concours de trois acteurs-clé que sont le Gouvernement, la Mairie et les ménages. Comme l'élimination des DSM est une question de santé publique il serait intéressant que :

- *le Gouvernement*
  - Elabore les textes d'application accompagnant les lois portant codes de l'Environnement et de la Santé publique;
  - Prévoit la rubrique « Traitement des déchets » dans le budget annuel de fonctionnement et d'investissement;
  - Envisage dans les plus brefs délais l'aménagement d'une décharge contrôlée qui obéit aux normes internationales, destinée uniquement aux résidus ultimes et organisée en compartiments dédiés à chaque type de déchets pour le court terme.

- Pour ce faire, la Mairie de Bujumbura doit :
  - Vulgariser le tri des déchets à la source;
  - Equiper de poubelles colorées et étiquetées les voies publiques, les lieux de rencontres (marchés, églises, bistros) et les milieux de travail (écoles, hôpitaux, bureaux) pour la collecte séparée des différents types de déchets afin de faciliter la tâche aux producteurs de déchets et aux collecteurs pour l'évacuation rapide et régulière;
  - Exiger aux producteurs des déchets dangereux (Hôpitaux, Industries, Pharmacies) de mettre en place des unités spécialisées de traitement de leurs déchets suivant leur composition spécifique.
- Les ménages de la mairie de Bujumbura sont appelés à:
  - Trier les déchets solides par secteur de production et par leur nature physico-chimique;

## BIBLIOGRAPHIE

- Ademe, Critt Bois, Fibois, Ctba, (2001). Mesure des caractéristiques des combustibles bois, *en ligne* / <http://www.gci.ulaval.ca/professeurs/rgalvez/Extra%2020539/Notes%20de%20cours%20gc i-20539.pdf>, consulté le 21 juillet 2011
- Bulletin Officiel du Burundi N° 6/2000: Loi n°1/010 du 30 juin 2000 portant code de l'Environnement de la République du Burundi, p 372 - 390
- Inculquer les bonnes manières de propreté corporelle et environnementale aux jeunes.
- GWK-CONSULT, 1993 : Etude d'évacuation des déchets solides et des boues de la ville de Bujumbura, Services Techniques Municipaux, p 7-14
- ISTEEBU, 2008: Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Burundi
- Jung, G., 2010 : « Gestion des déchets, Tri-recyclage, valorisation matière-énergie, élimination », cours, UB, Master Complémentaire en Sciences de l'Environnement
- Ministère de la Santé Publique, 2000 : Décret-Loi n°1/16 du 17/5/1982 portant code de la santé publique, Bujumbura, Burundi, 27 P
- Ndikumana, T., 1985 : Travaux pratiques de chimie physique, 1<sup>ère</sup> Licence chimie, Université du Burundi, Faculté des Sciences, 75 P
- Rugurika D., 2008 : Caractérisation et quantification des déchets produits par les établissements de soins : Cas de l'Hôpital Prince Régent Charles, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Etudes Supérieures Spécialisées en Gestion et Conservation de l'Environnement et des Ressources Naturelles, 55 P
- Tabet-Aoul, M., 2001: Production et valorisation de biomasse, 97-102 p *en ligne* / [http://www.cder.dz/download/bio\\_16pdf](http://www.cder.dz/download/bio_16pdf) consulté le 25 mai 2011.



## Etude de l'évolution et de la variabilité saisonnière des principaux ravageurs des caféiers en période de fructification

Dushimirimana Séverin<sup>1,3\*</sup>, Manirakiza Eric<sup>1</sup>, Gasogo Anastasie<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ecole Normale Supérieure du Burundi, Department of Natural sciences,

<sup>2</sup> Université du Burundi, Faculty of sciences, Department of Biology,

<sup>3</sup> Biodiversity Research Centre, Earth and Life Institute, Université Catholique de Louvain, 4-5 Place Croix du Sud 1348, Louvain-la-Neuve, Belgium.

Auteur correspondant: Dushimirimana Séverin, Email: [dusev2001@yahoo.fr](mailto:dusev2001@yahoo.fr)

Reçu: le 09 Septembre 2015

Accepté: le 26 Décembre 2015

Publié: le 26 Janvier 2016

### RESUME

**Mots-clés:** *Coffea arabica*, variation saisonnière, insectes ravageurs, évolution

Cette étude montre que les principaux insectes ravageurs du caféier ne sont pas abondants au même moment et évoluent progressivement ou régressivement en fonction de l'état de maturité du café. Si on tient compte de l'abondance des cinq ravageurs faisant objet de notre étude, on observe qu'au mois d'Avril l'espèce dominante est *Epicampoptera andersoni* avec 29,6% suivi respectivement d'*Antestiopsis orbitalis* 25,2%. Les autres espèces sont moins abondantes à savoir *Ceratitidis coffeae* avec 17,5%, *Apate monachus* avec 14,2% et *Pseudotrochallus schubotzi* avec 13,1%. Au mois de Mai, l'espèce dominante est *Trirhithrum coffeae* 44,7% tandis qu'au mois d'Août l'espèce dominante est aussi *Epicampoptera andersoni* 37%. En ce qui concerne l'évolution de ces espèces, les résultats montrent que le *Trirhithrum coffeae* augmente d'Avril en Mai et diminue de Mai en Août. *Epicampoptera andersoni* diminue d'Avril en Mai et augmente de Mai en Août. *Pseudotrochallus schubotzi* augmente progressivement d'Avril en Mai et de Mai en Août. *Antestiopsis orbitalis* progresse d'Avril en Mai et remonte encore de Mai en Août.

### ABSTRACT

**Key-words:** *Coffea arabica*, Seasonal variation, insect pests, insect evolution

This study shows that the main insect pest of coffee are not abundant at the same time and evolve progressively or regressively depending on the maturity of coffee. Taking into account the abundance of the five pests analyzed in this study, we have show that in April the major insect pest is *Epicampoptera andersoni* with 29,6%, the second is *Antestiopsis orbitalis* with 25,2%, the third is *Trirhithrum coffeae* 17,5%, *Apate monachus* and *Pseudotrochallus schubotzi* are less represented. In May, the dominant species, is *Ceratitidis coffeae* 44,7% while in the August the dominant species is *Epicampoptera andersoni* 37%. The evolution analyzing of these species show that *Trirhithrum coffeae* population increase during April to May and after we observe the decrease since May to August. For *Epicampoptera andersoni* we observe a decrease during April to May and then the insect increase since May to August. *Pseudotrochallus schubotzi* increases progressively in April, May and August. *Antestiopsis orbitalis* population progresses in April to May and then regress during May to August.

### 1. INTRODUCTION

Les recherches sur le café burundais *Coffea arabica* ont débuté dans les années 1970 (Simbashizubwoba et Barantwaririje, 1997). Plusieurs axes de recherche ont été développé notamment la sélection et l'amélioration génétique, l'augmentation de la productivité par fertilisation et la protection contre les maladies et les ravageurs (Simbashizubwoba et Barantwaririje, 1997).

L'objectif principal visé par ces recherches était l'amélioration de la qualité et l'augmentation de production.

Certes, des progrès ont été réalisés, et la culture du café est devenue la principale source de revenus estimés à 80 % des ressources en devises et jouant donc un rôle socio-économique d'une importance capitale pour le Burundi (Nyamoya *et al.* 1986, Baranyizigiye *et al.* 2009).

Malheureusement, force est de constater que cette culture reste soumise à plusieurs contraintes qui limitent la qualité et la productivité. Ainsi, depuis les années 1990, le café burundais connaît une profonde cyclicité caractérisée par une alternance d'une année de bonne production et d'une année de mauvaise production.

Ainsi par exemple, la campagne caféicole de 2002-2003 a affiché une production du café vert estimée à 36.225.836 Kgs et cette tendance a fortement baissé jusqu'à 5.673.353 Kgs pour la campagne caféicole suivante de 2003-2004 (ARIFIC, 2015). Cette tendance régressive devient de plus en plus inquiétante car elle tend à se généraliser ces dernières années. Ainsi, depuis la campagne 2006-2007, les maxima qui tournent autour de 36 millions de tonnes qu'on connaissait dans le temps oscillent actuellement autour de 20 millions de tonnes avec une régression spectaculaire enregistrée ces deux dernières campagnes 2013-2014 et 2014-2015 où la production du café vert burundais n'a enregistré que 10.000.000 Kg et 13.790.000 Kg respectivement (ARIFIC, 2015).

Les causes les plus déterminantes de cette cyclicité ont été déterminé (Baranyizigiye *et al.*, 2009). Parmi ces causes, les ravageurs restent parmi les plus dommageables malgré les efforts de traitements aux pesticides. Ces traitements se heurtent au non respect du nombre d'application et surtout de la période d'application (Baranyizigiye *et al.*, 2009). Cette lutte chimique s'effectue selon un programme de traitement d'une application d'insecticides en émulsions concentrées tantôt en novembre et une application en Janvier- Février ( Baranyizigiye *et al.*, 2009) ou en deux passage durant la période post-récolte : mi-juillet et au début du mois d'août (Simbashizubwoba et Barantwaririje, 1997).

Pour la réussite de cette lutte contre les ravageurs, une enquête phytosanitaire devrait normalement être régulièrement effectuée en vue de comprendre la périodicité des principaux ravageurs. Ces pullulations périodiques sont liées aux facteurs biotiques notamment l'aménagement caféicole qui ne préservent pas les insectes ennemis naturels de ces ravageurs et abiotiques entre autre les changements saisonniers. Malheureusement, peu d'études concernant l'impact de ces changements saisonniers sur l'évolution des ravageurs des caféiers existent.

Notre étude a pour but de comprendre l'abondance et l'évolution de ces ravageurs en période de fructification qui correspond aux mois d'Avril, Mai et Août. Elle s'intéresse sur les cinq principaux ravageurs du caféier (Autrique et Perreaux, 1989) à savoir *Epicamptera andorsoni*, *Trirhithrum coffeae*, *Apate monachus*, *Pseudotrochalus schubotzi*, *Antestiopsis orbitalis* choisies après une pré-enquête auprès des agronomes de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) et des moniteurs de la commune Buyengero concerné par cette étude.

Notre hypothèse est que les cinq espèces de ravageurs fréquemment trouvées dans le caféier entreront en compétition vis-à-vis des ressources qui sont le café en fructification et que certains élimineraient d'autres avec une implication évidente sur leur abondance et sur leur évolution et par conséquent entrainerait la réduction de la production du caféier au Burundi.

Notre objectif est d'inventorier tous les individus appartenant à ces ravageurs se trouvant dans les plantations visitées de la zone d'étude, déterminer leur abondance selon les mois et ainsi tracer la tendance évolutive de chaque espèce étudiée. Cette étude vise donc à mieux comprendre la pullulation de ces insectes et ainsi contribuer dans le développement de la lutte intégrée en fournissant des données fiables pouvant influencer l'application raisonnée des pesticides chimiques.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. Echantillonnage

Notre étude a été réalisée dans la commune Buyengero s'étendant sur deux régions naturelles : le Mirwa et le Mugamba de la Province Rumonge du Burundi. La Commune connaît un climat de type tropical humide caractérisé par une alternance de la saison pluvieuse qui s'étend généralement du mois d'Octobre à Mai et de la saison sèche qui va de Juin à Septembre.

Les Collines caféicoles qui ont fait l'objet de notre travail sont : Runyinya, Nkizi, Mabanza de la région naturelle de Mirwa et Kanyinya, Nyacambuko et Sebeyi se trouvant dans la région naturelle de Mugamba.

L'échantillonnage a été réalisé successivement au mois d'Avril et au mois de Mai qui correspond à la saison de pluie correspondant également à la fructification du café. Et au mois d'août, qui correspond à la saison sèche marquant la fin de la fructification du café (sources).

L'enquête phytosanitaire utilisée sur les six collines caféicoles est l'échantillonnage systématique des individus des cinq principales espèces de ravageurs des caféiers concernées dans chaque plantation. Le nombre d'individus de ces espèces se trouvant sur chaque pied de caféiers a été compté et leur abondance déterminée.

### 2.2. Identification des cinq ravageurs

#### *Trirhithrum coffeae*

Cette mouche des fruits se reconnaît par ses dégâts sur les fèves des drupes mûrissant qui pourrissent et tombent prématurément (Autrique et Perreaux, 1989). La présence des individus de cet insecte ont été observé à l'intérieure des drupes et la larve blanchâtre lisse, apode, effilée sur les drupes tombés sous les caféiers et ainsi attestant la présence de l'insecte sur le plant.



**Fig. 1:** Larve de *Trirhithrum coffeae* à l'intérieure des drupes (Autrique et Perreaux, 1989)

***Apate monachus*** (Borer noir du tronc)

Cette espèce se reconnaît par ses dégâts sur le caféier avec surtout le feuillage qui tend à jaunir. Il s'agit d'un insecte borer des tiges du caféier (Autrique et Perreaux, 1989). La présence de l'insecte se révélait par des sciures sur la tige qui viennent d'un trou correspondant à la galerie de ce ravageur. L'adulte est un coléoptère noir brillant, de forme cylindrique, avec le prothorax qui recouvre la tête orientée vers le bas qu'on retrouvait dans la galerie (Autrique et Perreaux, 1989). Dans notre enquête, la présence des sciures et un trou de la galerie atteste la présence de l'insecte.



**Fig. 2:** Galerie faite par *Apate monachus* à l'intérieur du tronc du caféier

***Antestiopsis orbitalis*** (Punaise du caféier)

*Antestiopsis orbitalis* est une punaise de 8 mm de long, de couleur noire avec des tâches jaune orange et blanchâtres. Cette espèce a été reconnue d'abord par ses piqûres sur les drupes et une observation minutieuse a permis de retrouver l'insecte sur les drupes vertes, sur les bourgeons ou les rameaux.



**Fig. 3:** *Antestiopsis orbitalis* sur les drupes vertes du caféier

***Epicampoptera andersoni*** (Chenille défoliante)

Cette espèce de ravageurs se retrouve sur les feuilles où on observe une chenille défoliante qui ronge les feuilles (Autrique et Perreaux, 1989). La recherche de cette chenille a consisté à analyser les dégâts sur les feuilles d'abord et par après retrouver la chenille solitaire sur ces feuilles. Il s'agit d'une chenille pouvant atteindre 50 mm de long, caractérisée aussi par un renflement derrière la tête ainsi que par la présence d'une queue filiforme. Elle est de couleur brun jaune.



**Fig. 4:** Feuilles rongées par *Epicampoptera andersoni* (Autrique et Perreaux, 1989)

***Pseudotrochalus schubotzi*** (hanneton du caféier)

C'est un coléoptère noirâtre ovale de 7 à 8 mm de longueur. Il attaque les feuilles des caféiers où il ronge les bords et s'attaque également aux drupes qu'il blesse favorisant ainsi l'introduction d'autres microorganismes qui déprécient la qualité du café. La recherche de l'insecte a consisté à observer les drupes blessés l'insecte se trouvant généralement autour de ces drupes.



Fig. 5: *Pseudotrochalus schubotzi* sur les drupes du caféier

### 2.3. Traitement des données

A partir du tableau brut obtenu sur terrain, nous avons déterminé l'abondance de chaque ravageur au cours des trois mois d'échantillonnage correspondant à la période de fructification du café en utilisant Microsoft Excel. La tendance évolutive a été déterminée pour

chaque espèce de ravageurs durant la période de fructification du café. Une analyse statistique nous a permis de comparer la population de ces ravageurs durant la période de fructification du café en utilisant le logiciel GraphPad inStat 3.

## 3. RESULTATS

### 3.1. Abondance relative des espèces ravageuses

Nos résultats montrent que dans les champs de caféiers de la commune Buyengero en Province Rumonge, *Epicamptera andersoni* est le ravageur le plus abondant au mois d'avril avec une proportion de 29,6% suivi d'*Antestiopsis orbitalis* présente à la hauteur de 25,2%. Les trois autres ravageurs étudiés sont moins abondant au mois d'avril avec respectivement 17,5% pour *Trirhithrum coffeae*, 14,2% pour *Apate monachus* et 13,1% pour *Pseudotrochalus schubotzi* (Fig. 6).

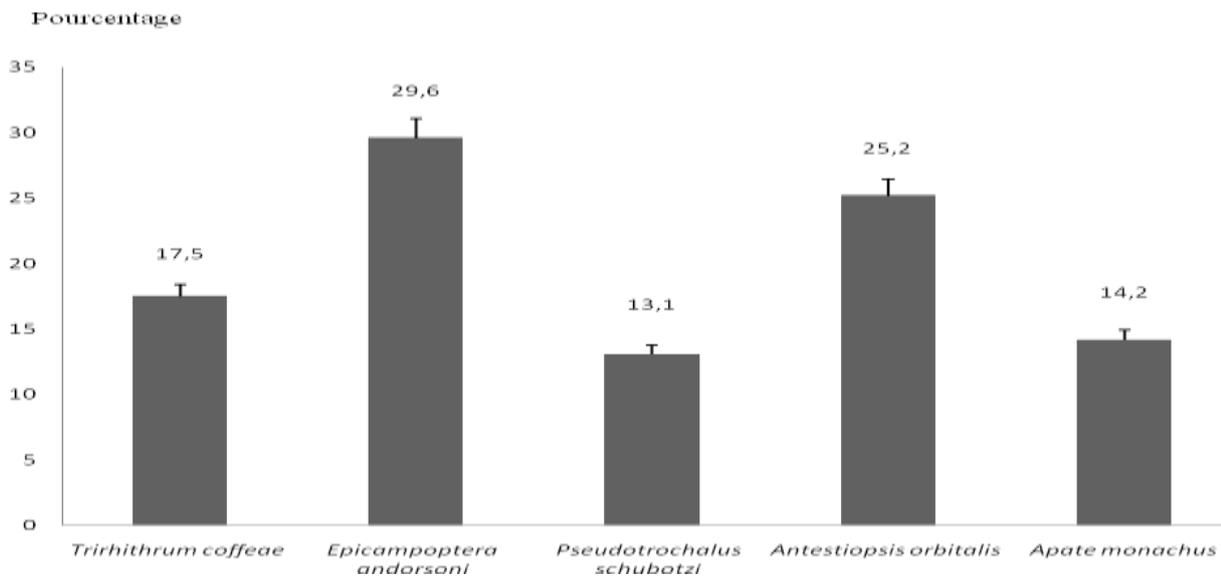
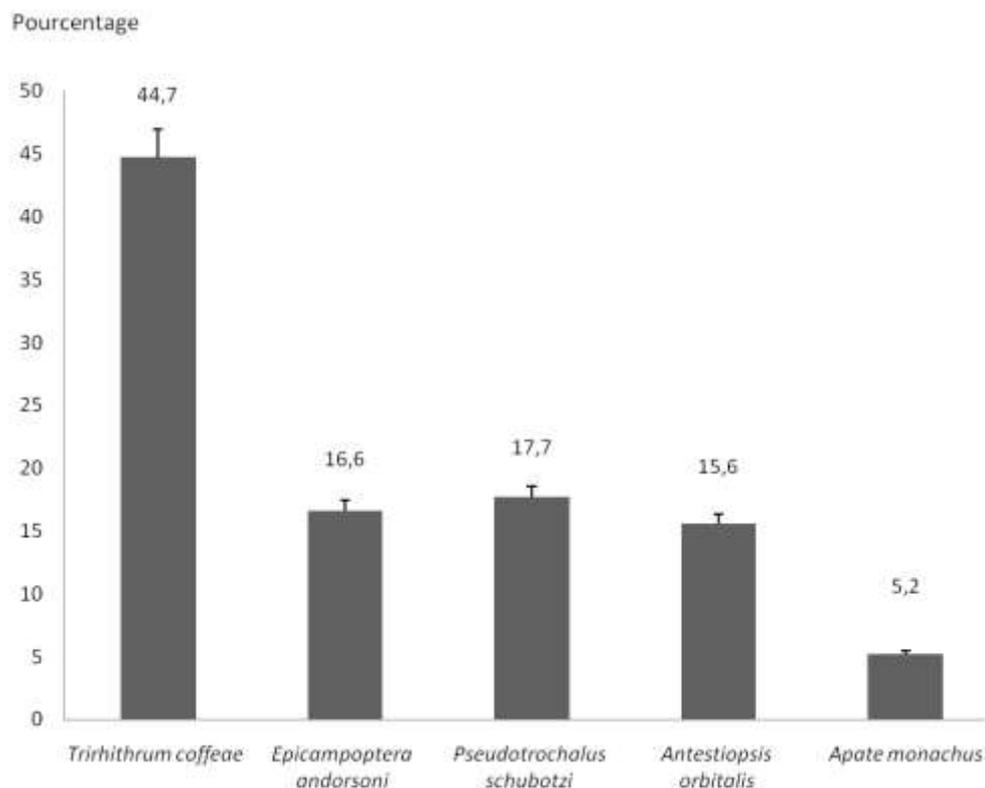


Fig. 6: Abondance des ravageurs du caféier en Avril

Nous avons constaté que la tendance de nos résultats change au mois de mai avec l'abondance de *Trirhithrum coffeae* parmi les cinq ravageurs étudiés à la hauteur de 44,7%. Nos résultats montrent une diminution de l'abondance des individus des trois espèces étudiées avec *Epicamptera andersoni* qui passe

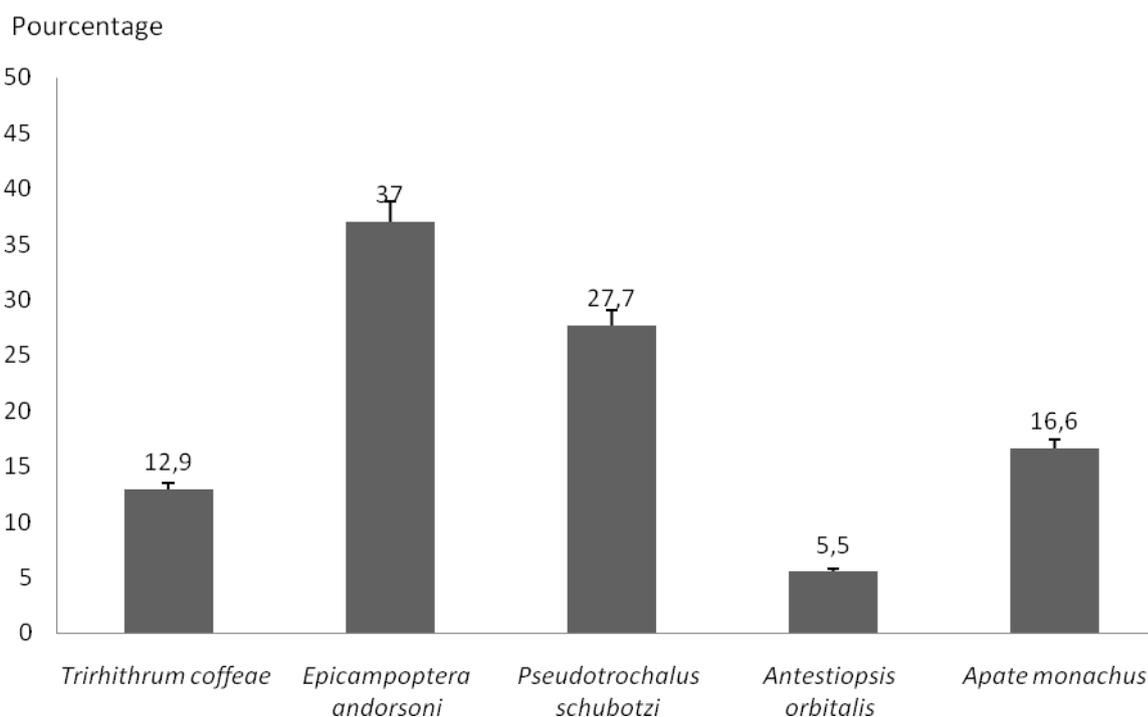
de 29,6% à 16,6% l'abondance d'*Antestiopsis orbitalis* qui passe de 25,2% à 15,6% et l'abondance d'*Apate monachus* qui passe de 13,1% à 5,2%. Nos résultats montrent que *Pseudotrochalus schubotzi* est le ravageur qui reste relativement stable au mois de Mai passant de 13,3% à 17,7% (Fig. 7).



**Fig. 7: Abondance des ravageurs du caféier au mois de Mai**

Nos résultats montrent que la population des individus de *Trirhithrum coffeae* régresse au mois d'Août. Nous constatons cependant qu'*Epicamptoptera andersoni* est le ravageur le plus abondant au mois d'Août avec 37%

suivi de *Pseudotrochalus schubotzi* 27,7%. Au mois d'Août la population des individus d'*Antestiopsis orbitalis* diminue jusqu'à 5,5% tandis que *Apate monachus* augmente jusqu'à 16,6% (Fig. 8).



**Fig. 8: Abondance des ravageurs du caféier au mois d'Août**

### 3.1. Evolution de la population des ravageurs en période de fructification du café

#### 1° Evolution de la population de *Trirhithrum coffeae*

Les résultats obtenus montrent que la population de *Trirhithrum coffeae* augmentent dans les mois de fructification du café jusqu'au mois de mai.

Nombre d'individus  
moyen par champ de caféier

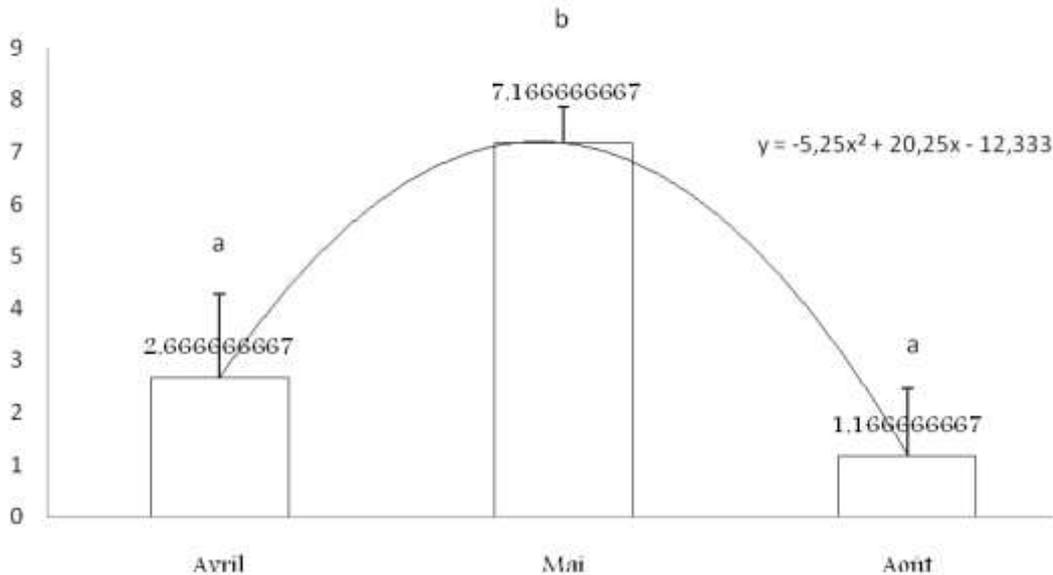


Fig. 9: Evolution de *Trirhithrum coffeae* en période de fructification du café (Moyennes par champ de caféier)

Tableau 1: Analyse de la variance

Comparaison	Différence	q	P value
<i>T. Coffeae</i> Avril vs <i>T. Coffeae</i> Mai	-4,967	4,667	* P<0,05
<i>T. Coffeae</i> Avril vs <i>T. Coffeae</i> Août	1,033	0,9711	ns P>0,05
<i>T. Coffeae</i> Mai vs <i>T. Coffeae</i> Août	6,000	5,914	** P<0,01

#### 2° Evolution de la population de *Epicampoptera andersoni*

Au travers nos résultats, nous constatons que la population d'*Epicampoptera andersoni* regresse au mois de Mai pour remonter légèrement jusqu'au mois

A partir de ce moi de Mai, le nombre d'individus diminue (Fig. 9). L'analyse statistique nous montre qu'il n'y a pas de différence significative entre la population de ce ravageur au mois d'Avril et d'Août mais par contre cette différence est très significative avec le mois de Mai: (ANOVA) P valeur : 0,0021, F = 9,848 (Tableau 1).

d'Août (Fig. 10). Nous n'avons pas cependant trouvé de différence significative de l'évolution de la population de ce ravageur au cours de la fructification de café: One-way Analysis of Variance (ANOVA): P valeur: 0.4721 F = 0.7895.

Nombre d'individus  
moyen par champ de caféier

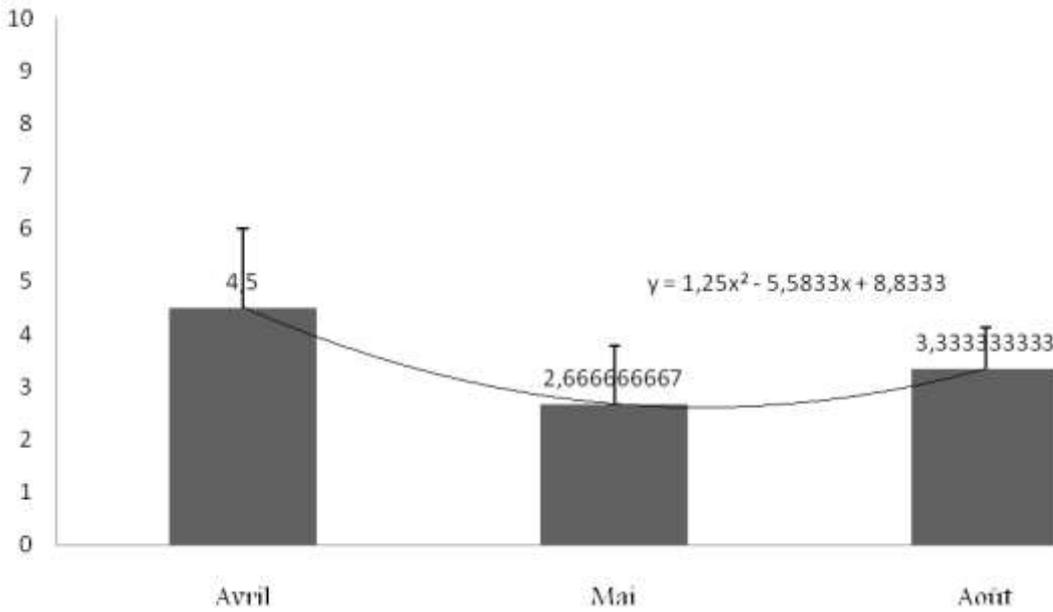


Fig. 10: Evolution d'*Epicampoptera andersoni* en période de fructification du café

3° Evolution de la population de *Pseudotrochalus schubotzi*

Nos résultats montrent que la population de *Pseudotrochalus schubotzi* a une évolution linéaire à partir du mois d'Avril jusqu'au mois d'Août avec

$Y=0.6667X+ 1.3889$  (Fig. 11). Nous n'avons pas trouvé de différence significative de l'évolution de la population de *Pseudotrochalus schubotzi* au cours de la fructification de café: (One-way Analysis of Variance (ANOVA) : P value is 0.7133 F = 0.3456.)

Nombre d'individus  
moyen par champ de caféier

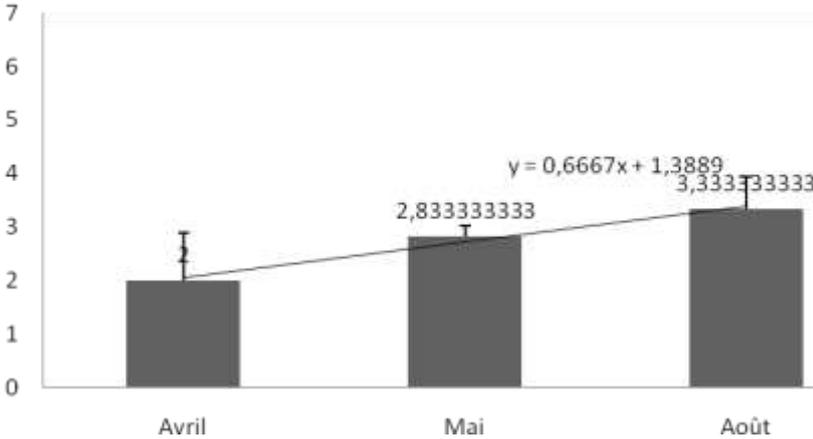


Fig. 11: Evolution de *Pseudotrochalus Schubotzi* en période de fructification du café (Moyennes par champ de caféier)

4° Evolution de la population d'*Antestiopsis orbitalis*

Nos résultats montrent que la population d'*A. orbitalis* subit une évolution régressive à partir du mois d'Avril jusqu'au mois d'Août avec

$Y= -1.6667X+5.611$  (Fig. 12). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative dans l'évolution de la population d'*Antestiopsis orbitalis* durant la fructification du café: One-way Analysis of Variance (ANOVA): P value is 0.2296 F = 1.626.

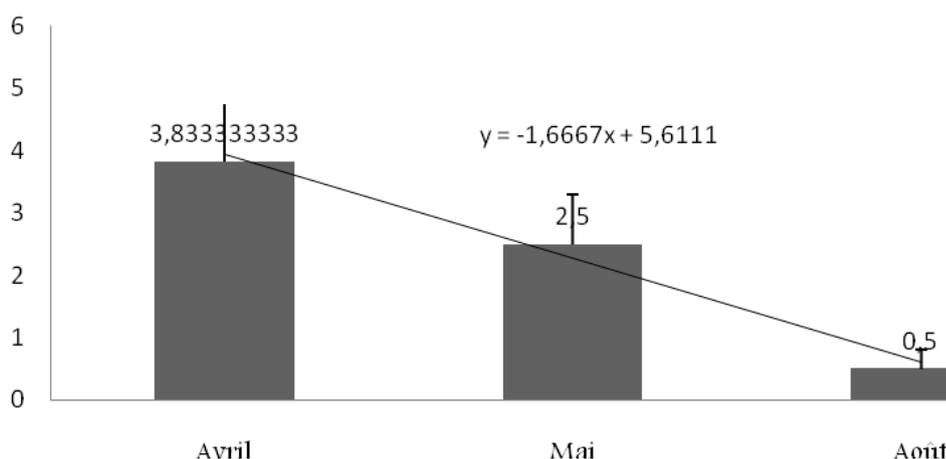


Fig. 12: Evolution d'*Antestiopsis orbitalis* en période de fructification du café (Moyennes par champ de caféier)

### 5° Evolution de la population d'*Apate monachus*

Les résultats de l'étude de l'évolution d'*A. monachus* montrent que ce ravageur a une évolution régressive au mois de mai et sa population recommence à augmenter

au mois d'Août (Fig. 13). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative : Kruskal-Wallis Test (Nonparametric ANOVA): P value is 0,4266, Kruskal-Wallis KW = 1,704.

Nombre d'individus

moyen par champ de caféier

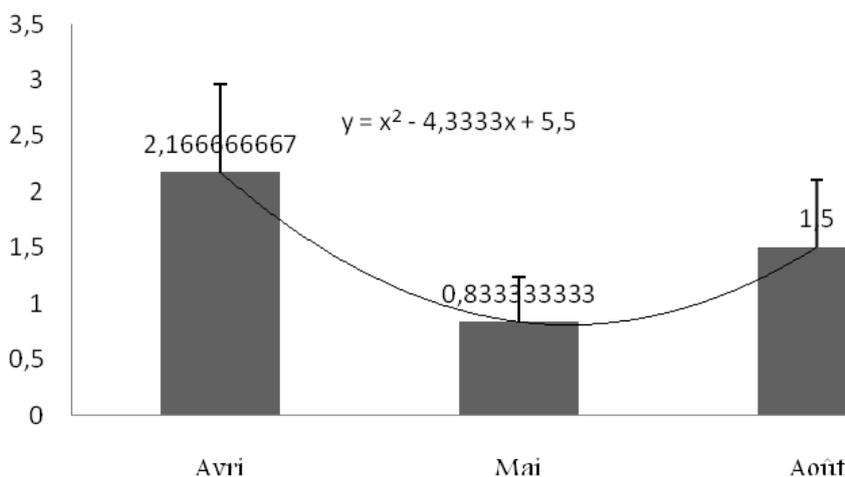


Fig. 13: Evolution d'*Apate monachus* en période de fructification du café (Moyennes par champ de caféier)

## 4. DISCUSSION

Parmi les insectes qui ont fait l'objet de notre étude, on remarque une variabilité de leur abondance au mois d'Avril. En analysant les résultats présentés dans la figure n°1, nous remarquons que pendant cette période, *Epicampoptera andersoni* est plus abondante par rapport aux autres avec 29,6%. *Antestiopsis orbitalis* vient en deuxième position avec 25,2%. La population de *Trirhithrum coffeae* occupe la troisième place en abondance avec 17,5%. Ensuite vient *Apate monachus* avec 14,2% et enfin *Pseudotrochalus schubotzi* avec 13,1% en abondance.

Au mois de Mai en considérant les résultats (figure n°2), nous constatons que l'espèce la plus abondante est *Trirhithrum coffeae* avec 44,7%. *Pseudotrochalus schubotzi* occupe la deuxième position avec 17,7%. L'espèce qui vient en troisième position est *Epicampoptera andersoni* avec 16,6% ensuite vient *Antestiopsis orbitalis* avec 15,6% et enfin *Apate monachus* avec une abondance de 5,2%.

Au mois d'Août en considérant les résultats de la figure n°3, nous constatons que *Epicampoptera andersoni* domine par rapport aux autres avec 37%. La deuxième position est occupée par *Pseudotrochalus Schubotzi* ayant 27,7%.

*Apate monachus* vient en troisième position avec 16,6% ensuite vient la *Trirhithrum coffeae* avec 12,9% et enfin *Antestiopsis orbitalis* ayant un taux d'abondance bas de 5,5%.

Cette variabilité de l'abondance de ces espèces trouve leurs explications dans le régime alimentaire de ces ravageurs. En effet, du point de vue évolution, la courbe montre qu'à partir d'avril le nombre d'individus de *Trirhithrum coffeae* augmente et atteint le maximum au mois de Mai. A partir du mois de Mai, le nombre d'individus baisse progressivement pour atteindre le minimum en Août. D'après Gaie et Flémal (1988), *Trirhithrum coffeae* se nourrit des sucres contenu dans les pulpes de drupes mûrissantes. L'abondance donc de cette espèce est liée à la fructification du café qui est maximale au mois de mai. Donc, en Avril c'est la période où les drupes commencent à mûrir ce qui est favorable à cette espèce qui vit au détriment de sucres contenus dans la pulpe des fruits. En Mai, les drupes sont mûres en grand nombre ce qui justifie l'augmentation du nombre d'individus de cette espèce car l'insecte trouve suffisamment d'aliments et donc se reproduit. Dès la fin de Mai en Août, c'est la diminution progressive des drupes mûres sur les caféiers, ce qui correspond à la diminution où à la disparition du nombre d'individus de cette espèce qui ne se reproduit pas à cause de la diminution de la nourriture.

D'après la figure 5, *Epicampoptera andersoni* est d'une part abondante en Avril, baisse d'Avril en Mai et remonte encore de Mai en Août. En effet, d'après les études du régime alimentaire de ce ravageur (Gaie et Flémal, 1988), les jeunes larves d'*Epicampoptera* vivent plus ou moins groupées et rongent par endroits, la face inférieure des feuilles, ensuite ; elles se dispersent et entament les feuilles par les bords, ne laissant subsister que la nervure principale (Nyabyenda, 2006). Ces résultats s'expliquent par le fait que les jeunes feuilles de caféiers sont abondamment disponibles en Avril car il y a encore de pluie et à partir du mois de Mai, les caféiers sont à l'état de latence. C'est-à-dire qu'il n'y a pas production des jeunes feuilles. En Août, les caféiers commencent à produire des feuilles car ils se préparent à fleurir ; d'où la remontée du nombre d'individus de ce ravageur comme l'a démontré Lepesme (1946) dans son étude où il a observé en juillet-Août sur des caféiers les espèces d'*Epicampoptera*; l'une sur café arabica au Cameroun l'autre sur café robusta au Congo.

D'après la figure 6, *Pseudotrochalus schubotzi* évolue de la période de fructification (Avril et Mai) vers la période de feuillage seulement en Août. Ce hanneton du caféier comme on l'appelle ronge les jeunes feuilles qui apparaissent déformées avec des bords du limbe déchiquetés et chlorotiques (Nyabyenda, 2006). D'après Autrique et Perreaux (1989), les larves vivent dans le sol au dépend des racines et les débris végétaux et après, les hannetons adultes sortent de la terre en

Avril-Mai et vont migrer en groupe vers des arbres (caféiers) pour se nourrir des feuilles et se reproduire. D'après la figure 7, au mois d'Avril le nombre d'*Antestiopsis orbitalis* est élevé car c'est la période où les caféiers portent des drupes tendant vers la fructification. D'après Bouyjou *et al.* (1999), plus on cueille les drupes, plus le régime alimentaire de cette espèce diminue, d'où aussi la diminution progressive du nombre d'individus en Août et en Mai.

Pour *Apate monachus* (Fig. 8), Chevalier (1931) a montré que cette espèce se retrouve dans les rameaux des caféiers et peut quelques fois creuser des galeries dans la tige principale des plants ce qui justifie l'abondance de cette espèce en Avril et en Août. La diminution du nombre d'individus en mai pourrait être dû à la compétition avec d'autres ravageurs qui sont abondants dans ce mois notamment *Trirhithrum coffeae*.

## REFERENCES

- Autrique, A., et Perreaux, D., (1989). les maladies et ravageurs des cultures de la région des grands lacs. 232p
- ARIFIC (2015) . Rapport des statistiques de la production du café vert. Bujumbura-Burundi. 158p
- Baranyizigiye, O., Nduwayo, G., Nibasumba, A., Niyongabo, L., Simbashizubwoba C., (2009). Etude sur les causes profondes de la cyclicité de la production du café au Burundi. Bujumbura, ISABU-OCIBU: 69 p
- Bouyjou, B., Decazy, B., Fourny, G., (1999). L'élimination du "goût de pomme de terre" dans le café Arabica du Burundi. *Plantations, Recherche, Développement*. Vol 6 : 107-115.
- Chevalier, (1931) . La destruction du borer des caféiers en Indochine. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale* : Vol. 9 : 250-257p
- Gaie, W. et Flémal, J., (1988) . La culture du caféier d'Arabie au Burundi, ISABU, 198p
- Lepesme, P., (1946). Sur quelques chenilles défoliatrices du caféier en Afrique Equatoriale Française et au Cameroun. *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*. Volume 26, 21-26p
- Nyabyenda, P., (2006) . Bes plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. 97p.
- Nyamoya, P., Kazungu, C., Akilimali, J., (1986) . Le financement du développement au Burundi: la filière café. *Tiers Monde*, tome 27 n°106. 357-374p.
- Simbashizubwoba, C. et Barantwaririje, C., (1997) . Contraintes et acquis de la recherche en caféiculture. 23-37, ISABU- deuxièmes journées de la recherche agronomique au Burundi. 23-37 p



# Déterminisme et processus de la restauration naturelle dans la périphérie de quatre aires protégées du Burundi

Bangirinama Frédéric<sup>1</sup> et Godron Michel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecole Normale Supérieure (ENS), B.P. 6983, Bujumbura, Burundi,

<sup>2</sup> Université de Paris VII, France.

**Auteur correspondant:** Bangirinama Frédéric, **E-mail:** [bangifre2003@yahoo.fr](mailto:bangifre2003@yahoo.fr)

Reçu: le 06 Juillet 2015

Accepté: le 1 Décembre 2015

Publié: le 26 Décembre 2015

## RESUME

**Mots-clés:** Synchronique, restauration, facteurs climatiques et édaphique, composition floristique.

Une étude synchronique a été réalisée dans cinq sites représentatifs de quatre districts phytogéographiques du Burundi. Dans chaque site, la végétation des jachères réparties en trois classes d'âge (0-2 ans, 3-5 ans et plus de 5 ans) a été échantillonnée. L'objectif est d'évaluer la vitesse et le degré de la restauration naturelle des écosystèmes détruits jadis dans la périphérie des aires protégées du Burundi. Les résultats montrent que ce sont les facteurs climatiques et édaphiques qui sont les plus déterminants du processus de la restauration naturelle. Le suivi de la composition floristique à travers les espèces indicatrices des stades de la succession montre que les sites de Bururi et de Kigwena sont en pleine restauration naturelle, ce qui n'est pas le cas pour les sites de Ruvubu et de Rusizi. Les perturbations (incendies, broutage et piétinement) n'ont pas disparu et une restauration active s'avère nécessaire.

## ABSTRACT

**Key-words:** Synchronic, restoration, climatic and edaphic factors, floristic composition.

A synchronic study has been carried out in five representative sites of the four phytogeographical districts of Burundi. In every site, the vegetation of fallows of three age classes (0-2 years, 3-5 years and more of 5 years) has been sampled. The aim is to value the speed and the degree of the natural restoration of the destroyed ecosystems in the boundary of four Burundi protected areas. Climatic and edaphic factors are the strongest drivers of the natural restoration process. The follow-up of floristic composition using indicator species of different stages of the succession show that a positive natural restoration is observed in Bururi and Kigwena sites while it's the contrary in Ruvubu and Rusizi sites. Disturbances (fires, grazing and stamping) didn't disappear and an active restoration proves to be necessary.

## 1. INTRODUCTION

La biodiversité est actuellement un enjeu majeur de la recherche en écologie, à la fois concernant son rôle dans les écosystèmes, son déterminisme et sa valorisation dans le domaine de la conservation et de restauration des écosystèmes (Solbrig *et al.*, 1994).

La grande variété de physionomies et de compositions floristiques observée dans les jachères reflète les étapes du processus de succession post-culturale et leurs diverses modalités en fonction des milieux et des régions. Il est certain que le climat, les sols, les façons culturales, etc., ont un effet sur les successions, mais il est encore difficile de dire selon quelle hiérarchie s'organise leur influence (Fournier *et al.*, 2001).

Une décennie durant, le Burundi a connu une crise socio-politique qui a eu un impact négatif sur la biodiversité et les écosystèmes naturels.

Devant un manque de terres arables, les populations ont profité de cette anarchie pour défricher et mettre en cultures (le haricot, le manioc, la patate douce et le coton) des surfaces entières d'aires protégées. Il s'agissait d'une agriculture extensive avec abattage des arbres. C'est en 2000, que l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la nature (INECN) a remis de l'ordre en revisitant les limites des aires protégées. Les surfaces que les populations riveraines avaient mises en cultures ont été récupérées et mises en défens.

Dans cette étude, nous suivons la reconstitution de la végétation à l'échelle spatio-temporelle dans la périphérie de quatre aires protégées ayant subi ce phénomène. Nous voulons répondre à une série de questions:

Quels sont les facteurs discriminants au cours de la succession à l'échelle de la station et du territoire ?

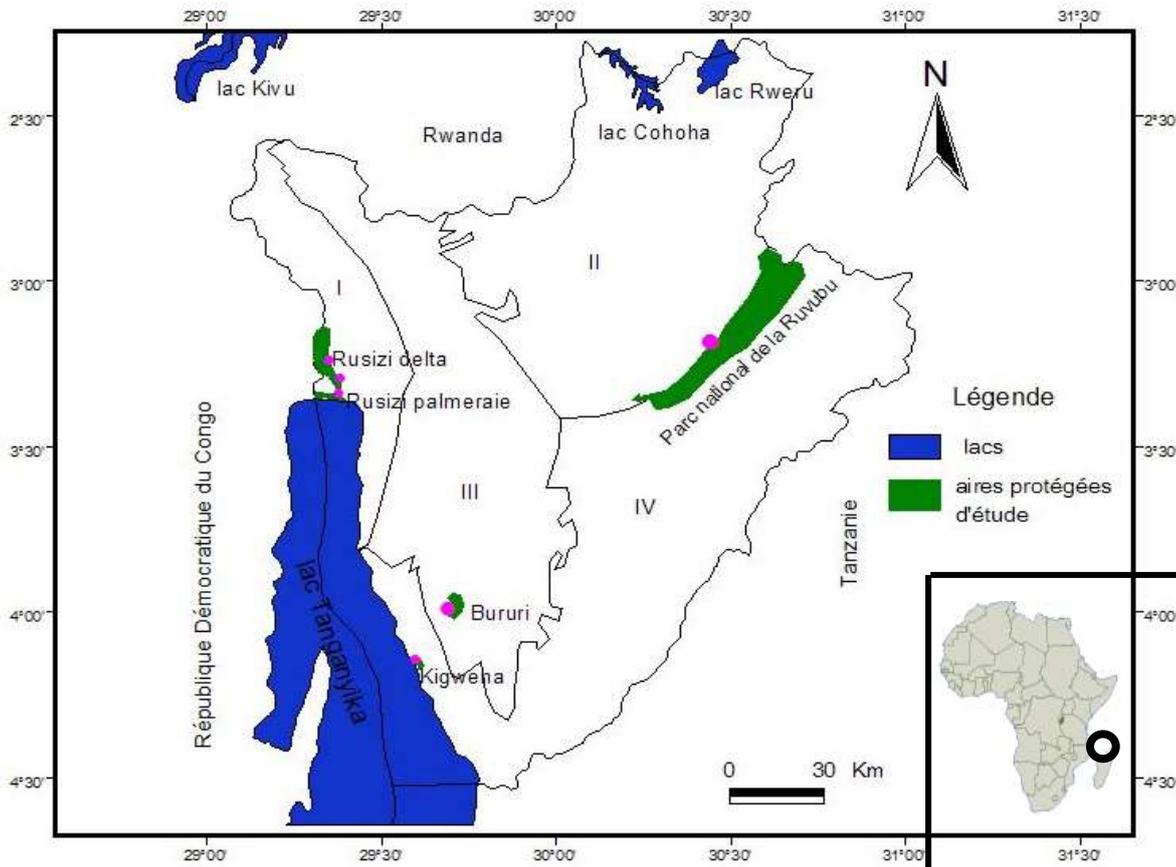
Quelles sont les espèces indicatrices du stade de la succession post-culturelle ? Seraient-elles les mêmes pour toutes les stations ?

L'évolution du taux d'espèces caractéristiques de la station au cours de la succession post-culturelle peut-elle indiquer le degré de restauration de la végétation initiale ?

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Sites d'étude

Cette étude a été effectuée dans la périphérie de quatre aires protégées du Burundi, à savoir les réserves naturelles forestières de Kigwena et de Bururi, ainsi que le Parc national de la Ruvubu et la Réserve Naturelle de la Rusizi. La réserve naturelle de la Rusizi a été subdivisée en deux sites, soit cinq sites au total (fig. 1).



**Fig. 1: Localisation des stations échantillonnées dans les districts phytogéographiques du Burundi (I: district du Graben occidental, II: district du Rwanda-Burundi, III: district afromontagnard et IV: district du Mosso et de la Malagarazi) (carte digitalisée et modifiée à partir de Lewalle, 1972).**

La Réserve Naturelle de la Rusizi, localisée dans le district du graben occidental, est établie à 800 m d'altitude sur des sols alluvionnaires de la plaine de la Rusizi. Elle est divisée en 2 secteurs séparés : le secteur « delta » autour de l'embouchure de la Rusizi et le secteur « palmeraie » au nord. Avec 1000 mm de précipitations moyennes annuelles, la région présente comme végétations des bosquets xérophiles à *Cadaba farinosa* et *Hyphaene petersiana* et des forêts sclérophylles à *Euphorbia candelabrum* et *Grewia mollis*.

La réserve naturelle forestière de Kigwena est située à 800 m d'altitude dans le prolongement sud-ouest du district du Mosso et de la Malagarazi.

Sa proximité avec le lac Tanganyika lui confère un climat tropical humide avec 1200 mm/an. La végétation est une forêt dense à *Newtonia buchananii* et *Albizia zygia*.

La réserve naturelle forestière de Bururi est située dans le district afro-montagnard, sur les hauteurs de la crête Congo-Nil à plus de 1900 m d'altitude. Les précipitations abondantes (1500 mm/an) entretiennent une forêt ombrophile de montagne à *Entandrophragma excelsum* et *Prunus africana*.

Enfin, le parc national de la Ruvubu est situé dans le district du Rwanda-Burundi, sur les plateaux centraux à 1500 m d'altitude.

Les précipitations avoisinent 1300 mm/an. La végétation est dominée par des savanes arborées à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp.

## 2.2. Collecte des données

Deux approches sont souvent utilisées pour étudier la succession : la première est la méthode directe ou diachronique qui consiste à observer dans le temps les modifications de la végétation d'une station. Cette démarche est, la plus rigoureuse, nécessite de réaliser des observations périodiques sur une longue durée. La seconde est la méthode indirecte ou synchronique qui est basée sur l'analyse des variations spatiales de la structure et de la composition floristique des communautés végétales présentes à un instant donnée dans un espace plus ou moins homogène en ordonnant les communautés suivant des séries ou des séquences de végétation.

L'approche synchronique a été retenue pour cette étude de la succession post-culturale. Les relevés phytosociologiques ont été effectués sur plusieurs types de jachères situés dans la périphérie des aires ci-haut identifiées. Ces jachères ont été réparties en trois classes d'âge (0-2 ans, 3-5 ans et plus de 5 ans). L'âge de la jachère a été déterminé sur base d'une enquête menée auprès de la population riveraine.

En deux années (2007 et 2008), 150 relevés phytosociologiques ont été effectués selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). La nomenclature adoptée pour les différents taxons inventoriés est celle de Lebrun & Stork (1991-1997). Pour chaque relevé, un échantillon de terre a été pris selon la séquence linéaire diagonale (cinq prises de terres : quatre aux extrémités de la surface du relevé et une au centre de la surface). C'est sur l'échantillon composite qu'a été mesurée l'acidité actuelle (pH H<sub>2</sub>O) (Baize, 1988). L'appréciation de la texture du sol a été faite sur les fractions fines (< 2 mm) à l'aide du triangle des textures (Duchaufour, 1997).

**Tableau 1: Table de contingence des présences-absences d'une espèce donnée dans trois états d'un facteur (Godron, 1971; adapté).**

	<b>Eta 1</b>	<b>Etat 2</b>	<b>Etat 3</b>	<b>Total</b>
Nombre de présences de l'espèce	a	b	c	A
Nombre d'absences de l'espèce	d	e	f	B
<b>Total</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>N</b>

Pour notre étude, le facteur « âge de la jachère » présente trois états et chaque espèce peut être présente ou absente dans chacun des états lors de l'échantillonnage. A partir de la table de contingence la probabilité (P) est donnée par la formule :

$$P = \frac{A! B! C! D! E! / N!}{a! b! c! d! e! f!}$$

Une espèce sera indicatrice d'un facteur si elle présente seulement dans un ou quelques états du facteur étudié.

L'altitude a été mesurée à l'aide du GPS Garmin 78. Les paramètres climatiques (précipitations et températures) ont été collectés aux différentes stations météorologiques de l'Institut Géographique du Burundi (1997-2007).

## 2.3. Analyse et traitement des données

### 2.3.1. Facteurs discriminants

A l'intérieur de chaque site, nous avons effectué une analyse directe de gradient sur base des données floristiques et des données écologiques (climatiques et édaphiques) à l'aide de la CCA (Canonical Correspondence Analysis, CCA) incorporée dans le logiciel CANOCO (Ter Braak & Smilauer, 2002).

### 2.3.2. Espèces indicatrices des stades

Les espèces indicatrices des différents stades de la succession ont été déterminées à l'aide de la méthode analytique fréquentielle. Cette dernière est basée sur l'établissement du profil écologique des espèces suivi du calcul de l'information mutuelle entre une espèce et un facteur donné.

Chaque facteur ayant fait l'objet d'échantillonnage comporte un certain nombre de classes (états du facteur). La distribution des apparitions d'une espèce dans les différentes classes du facteur écologique est liée au comportement de cette espèce vis-à-vis de ce facteur. Cette distribution qui est l'histogramme de fréquence des présences de l'espèce dans les différentes classes du facteur est appelée profil écologique. Pour l'établir, on calcule la probabilité de la table de contingence (tableau 1) entre la présence ou l'absence de l'espèce et les états où peut se trouver chaque caractère du facteur considéré.

Suivant le seuil fatidique retenu (0,1 ; 1 et 5 %), on donne à chaque espèce son degré de sensibilité au facteur considéré que nous avons indiqué par les signes suivants:

1° l'espèce est positivement sensible au facteur, c'est-à-dire significativement plus fréquente qu'attendue aux seuils de 0,1 ; 1 et 5 % : +++ ,++,+ ;

2° l'espèce est négativement sensible au facteur c'est-à-dire significativement moins fréquente qu'attendue aux seuils de 0,1 ; 1 et 5 % : ---,--, - ;

3° l'espèce est indifférente au facteur c'est-à-dire n'est pas significativement différente de la fréquence attendue au seuil de 5 %) : . ;

4° l'échantillonnage est insuffisant pour que l'on puisse conclure c'est-à-dire que la fréquence générale de l'espèce et le nombre de relevés effectués sont insuffisants : aucun signe.

Quant à l'information mutuelle entre une espèce et un facteur écologique, elle correspond à la réduction de l'incertitude apportée par l'observation de la présence ou de l'absence de l'espèce lorsque l'état du descripteur est connu. Ce calcul de l'information mutuelle permet de classer les espèces en fonction de leur sensibilité vis-à-vis du facteur considéré (Godron, 1971).

Pour obtenir la valeur de l'information mutuelle (Im), on calcule respectivement :

1° L'indétermination (ht) relative à la répartition des présences et des absences de l'espèce dans les états du facteur donnée par :

$ht = \log_2 (\text{produit des factorielles de } rpa) / nt !$  où rpa = le nombre de présences de l'espèce dans chacun des états et nt = le nombre total des relevés où le facteur a été noté ;

2° L'indétermination du facteur (hd) donnée par la formule:

$$hd = (\log_2 n_1 ! n_2 ! n_3 ! \dots n_i ! \dots / nt !) / nt$$

où  $n_1, n_2, \dots$  sont le nombre de relevés présents dans chaque état du facteur ;

3° L'indétermination (he) de la présence ou de l'absence de l'espèce donnée par :

$$he = \log_2 (\text{nombre de présences !}) \cdot (\text{nombre d'absences !}) / nt !$$

Ainsi, la valeur de l'information mutuelle (Im) entre une espèce et un facteur considéré est donnée par :

$$Im = ht - (hd + he)$$

Enfin, la méthode analytique permet d'obtenir l'efficacité d'un facteur donné en faisant le rapport entre l'information mutuelle (Im) obtenue et la distribution des relevés (hd) pour ce facteur. Notons qu'en statistique paramétrique, l'efficacité d'un échantillonnage est caractérisée par le quotient de la variance entre les échantillons par rapport à la variance générale.

$$\text{Efficacité} = Im / hd$$

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Détermination des facteurs efficaces à l'échelle du territoire

Le calcul de l'efficacité des facteurs sur l'ensemble des relevés (150), tous sites confondus (tableau 2), a montré que les facteurs liés rigoureusement au site (le pH, l'altitude, la température, la pluviométrie et la texture du sol) sont nettement les plus déterminants de la présence-absence des espèces. A cette échelle, l'âge de la jachère a une faible efficacité. Les facteurs climatiques (pluviométrie et températures) sont de loin les plus efficaces.

**Tableau 2: Calcul de l'efficacité des facteurs testés sur l'ensemble de relevés (150) réalisés dans les jachères des 5 sites échantillonnés (Kigwena, Bururi, Ruvubu, Rusizi (delta) et Rusizi (palmeraie)).**

Facteurs	hd (entropie en sha)	Im (Information mutuelle)	Efficacité Im/hd
Texture du sol	1,85	0,06	0,032
Pluviosité moyenne annuelle (mm)	1,85	0,06	0,032
Altitude	1,32	0,04	0,030
Température moyenne annuelle (°C)	1,32	0,04	0,030
pH sol	2,23	0,06	0,027
Age de la jachère	2,94	0,05	0,017

#### 3.2. Détermination des facteurs de la variabilité floristique à l'échelle du site

La détermination des facteurs les plus explicatifs de la présence-absence des espèces des jachères à l'échelle

du site par les permutations de Monte Carlo indique que l'effet de deux facteurs (âge de la jachère et texture du sol) est dans tous les cas significatif ( $p < 0,05$ ) (tableau 3).

**Tableau 3: Evaluation de l'effet des facteurs mesurés par tests de permutation de Monte Carlo (A: jachères du site Bibara dans le parc national de la Ruvubu; B: jachères de la partie savane de la réserve naturelle forestière de Kigwena; C: jachères de la réserve naturelle forestière de Bururi; D: jachères de la réserve naturelle de la Rusizi (secteur palmeraie) et E: jachères de la réserve naturelle de la Rusizi (secteur delta).**

Variables	F-ratio	p-value
<b>A</b>		
Texture du sol	2,72	0,001**
pH	2,14	0,001**
Age de la jachère	2,11	0,002**
Altitude	1,29	0,090
<b>B</b>		
Age de la jachère	2,80	0,001**
Altitude	1,73	0,001**
Texture du sol	1,38	0,010*
pH	1,20	0,139
<b>C</b>		
Texture du sol	3,38	0,001**
Age de la jachère	2,09	0,001**
pH	1,35	0,024*
Altitude	1,16	0,179
<b>D</b>		
Texture du sol	4,42	0,001**
Age de la jachère	3,20	0,001**
Altitude	1,77	0,001**
pH	0,96	0,575
<b>E</b>		
Age de la jachère	1,65	0,003**
Texture du sol	1,39	0,003**
Altitude	1,36	0,037*
pH	0,84	0,802

### 3.3. Espèces indicatrices du stade de la succession

#### 3.3.1. Jachères du parc national de la Ruvubu (site Bibara)

Au total, la présence de vingt espèces (tableau 4) dans les jachères du parc national de la Ruvubu (site Bibara) indique de façon significative ( $p < 0,001$ ) le stade de la

succession post- culturale. Les dix premières sont indicatrices du stade le plus avancé (plus de 5 ans), précurseur de l'installation des formations pré-forestières, viennent ensuite deux espèces graminéennes indicatrices du stade intermédiaire dominé par des associations presque mono-spécifiques et enfin huit espèces indicatrices du stade jeune de la succession post-culturelle.

Tableau 4: Espèces indicatrices du stade de la succession dans les jachères du parc national de la Ruvubu

Espèces	Im	0-2 ans	3-5 ans	+ 5 ans
<i>Dissotis trothae</i>	0,57	-	-	+++
<i>Rhus natalensis</i>	0,57	-	-	+++
<i>Melinis minutiflora</i>	0,38	---	--	+++
<i>Rauvolfia mannii</i>	0,38	.	.	+++
<i>Harungana madagascariensis</i>	0,27	--	.	+++
<i>Hymenocardia acida</i>	0,21	-	.	+++
<i>Micromeria imbricata</i>	0,21	-	.	+++
<i>Parinari curatellifolia</i>	0,18	--	.	+++
<i>Albizia gummifera</i>	0,17	.	.	+++
<i>Rytigynia kiwuensis</i>	0,17	.	.	+++
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	0,14	--	+++	--
<i>Loudetia simplex</i>	0,08	--	+++	.
<i>Hyparrhenia familiaris</i>	0,07	--	+++	.
<i>Spermacoce subvulgata</i>	0,24	+++	.	--
<i>Digitaria abyssinica</i>	0,21	+++	.	-
<i>Setaria pumila</i>	0,21	+++	--	--
<i>Perotis patens</i>	0,19	+++	--	--
<i>Melinis repens</i>	0,18	+++	.	---
<i>Conyza bonariensis</i>	0,17	+++	--	---
<i>Alternanthera pungens</i>	0,15	+++	.	---
<i>Vernonia perrottetii</i>	0,07	+++	-	-
<i>Aspilia helianthoides</i>	0,05	+++	.	---

### 3.3.2. Jachères de la réserve naturelle forestière de Bururi

Le stade d'évolution des jachères situées dans la périphérie de la réserve naturelle forestière de Bururi peut être déterminé grâce à 24 espèces (tableau 5) dont la présence s'est révélée significative ( $p < 0,001$ ).

Trois espèces indiquent les jeunes jachères de 0-2 ans, quatre espèces les jachères d'âge intermédiaire (3-5 ans) et dix-sept les jachères plus âgées (plus de 5 ans).

**Tableau 5: Espèces indicatrices du stade de la succession post-culturale dans les jachères de la réserve naturelle forestière de Bururi**

Espèces	Im	0-2 ans	3-5 ans	+ 5 ans
<i>Rhus crenulata</i>	0,57	.	.	+++
<i>Dodonea viscosa</i>	0,31	---	.	+++
<i>Tapinathus constrictiflor</i>	0,31	-	-	+++
<i>Pavetta ternifolia</i>	0,28	--	.	+++
<i>Bridelia brideliifolia</i>	0,27	-	-	+++
<i>Pittospororum spathicalyx</i>	0,27	-	-	+++
<i>Rhus pyroides</i>	0,27	-	-	+++
<i>Dissotis trothae</i>	0,23	---	-	+++
<i>Erythrina abyssinica</i>	0,23	-	-	+++
<i>Xymalos monospora</i>	0,23	-	.	+++
<i>Pericopsis angolensis</i>	0,21	-	.	+++
<i>Panicum monticola</i>	0,2	-	-	+++
<i>Nephrolepis undilata</i>	0,19	--	-	+++
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,16	--	--	+++
<i>Melinis minutiflora</i>	0,15	.	-	+++
<i>Virectaria major</i>	0,15	---	.	+++
<i>Koschya africana</i>	0,12	.	--	+++
<i>Physalis angulata</i>	0,46	.	+++	--
<i>Tragia brevipes</i>	0,46	.	+++	--
<i>Lobelia giberroa</i>	0,25	---	+++	---
<i>Stephania abyssinica</i>	0,21	.	+++	-
<i>Bothriocline longipes</i>	0,34	+++	-	---
<i>Digitaria abyssinica</i>	0,23	+++	-	---
<i>Conyza bonariensis</i>	0,21	+++	.	--

### 3.3.3. Jachères de la partie savane de la réserve naturelle forestière de Kigwena

Sur 26 espèces (tableau 6) dont la présence dans les jachères de la partie savane de la réserve forestière de

Kigwena indique de façon significative ( $p < 0,001$ ) le stade de la succession, quatre espèces sont indicatrices de jachères de plus de 5 ans, trois espèces sont pour les jachères de 3-5 ans et huit espèces pour les jeunes jachères (0-2 ans).

**Tableau 6: Espèces indicatrices du stade de la succession post-culturale dans les jachères de la réserve naturelle forestière de Kigwena**

Espèces	Im	0-2 ans	3-5 ans	+ 5 ans
<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	0,25	-	.	+++
<i>Margaritaria discoidea</i>	0,23	---	--	+++
<i>Anisophyllea boehmii</i>	0,15	-	.	+++
<i>Keetia hispida</i>	0,14	--	.	+++
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	0,26	--	+++	.
<i>Loudetia arundinacea</i>	0,26	--	+++	.
<i>Mariscus cylindristachyus</i>	0,25	-	+++	.
<i>Sesamum angustifolium</i>	0,21	+++	-	-
<i>Diodia sarmentosa</i>	0,20	+++	.	.
<i>Indigofera hirsuta</i>	0,16	+++	--	--
<i>Hyptis suaveolens</i>	0,15	+++	--	.
<i>Panicum maximum</i>	0,12	+++	.	---
<i>Aspilia helianthoides</i>	0,10	+++	.	--
<i>Vernonia miombicola</i>	0,09	+++	.	-
<i>Panicum chionachne</i>	0,08	+++	-	-

#### 3.3.4. Jachères de la réserve naturelle de la Rusizi (secteur palmeraie)

dans la détermination du stade d'évolution des jachères de la réserve naturelle de la Rusizi (secteur palmeraie).

La présence des 29 espèces (tableau 7) est significative ( $p < 0,001$ )

**Tableau 7: Espèces indicatrices du stade de la succession post-culturelle dans les jachères du secteur palmeraie de la réserve naturelle de la Rusizi**

Espèces	Im	0-2 ans	3-5 ans	+ 5 ans
<i>Grewia flavescens</i>	0,33	---	--	+++
<i>Hoslundia opposita</i>	0,28	---	--	+++
<i>Jatropha curcas</i>	0,24	--	--	+++
<i>Cyphostema adenocaula</i>	0,24	-	-	+++
<i>Grewia similis</i>	0,20	---	-	+++
<i>Lantana camara</i>	0,14	--	.	+++
<i>Digitaria pearsonii</i>	0,39	---	+++	---
<i>Amaranthus spinosus</i>	0,35	--	+++	--
<i>Lagenaria rufa</i>	0,24	--	+++	--
<i>Laportea aestuans</i>	0,24	-	+++	-
<i>Solanum incanum</i>	0,19	---	+++	.
<i>Sida acuta</i>	0,16	--	+++	.
<i>Opuntia vulgaris</i>	0,15	--	+++	--
<i>Cleome gynandra</i>	0,13	-	+++	-
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	0,48	+++	--	--
<i>Euphorbia hirta</i>	0,47	+++	-	-
<i>Hygrophila auriculata</i>	0,37	+++	---	---
<i>Basilicum polystachyon</i>	0,31	+++	-	-
<i>Pluchea ovalis</i>	0,31	+++	-	-
<i>Pseudoeriosema boriannii</i>	0,28	+++	---	---
<i>Abutilon mauritianum</i>	0,24	+++	--	--
<i>Mariscus vestitus</i>	0,24	+++	-	-
<i>Teramnus labialis</i>	0,19	+++	-	-
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	0,18	+++	.	---
<i>Heliotropium ovalifolium</i>	0,17	+++	-	-
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	0,17	+++	.	.
<i>Cassia occidentalis</i>	0,15	+++	-	---
<i>Rhynchosia minima</i>	0,14	+++	--	--
<i>Aeschynomene indica</i>	0,11	+++	-	-

### 3.3.5. Jachères de la réserve naturelle de la Rusizi (secteur delta)

La recherche d'espèces indicatrices du stade de la succession post-culturelle dans les jachères de la réserve

naturelle de la Rusizi (secteur delta) révèle que la présence de 13 espèces (tableau 8) est significative ( $p < 0,001$ ): sept espèces pour les jachères de plus de 5 ans, trois pour les jachères de 3-5 ans et quatre espèces pour les jeunes jachères.

Tableau 8: Espèces indicatrices du stade de la succession post-culturelle dans les jachères du secteur delta de la réserve naturelle de la Rusizi

Espèces	Im	0-2 ans	3-5 ans	+ 5 ans
<i>Stephania abyssinica</i>	0,38	.	.	+++
<i>Flueggea virosa</i>	0,28	---	-	+++
<i>Cassytha filiformis</i>	0,19	--	--	+++
<i>Grewia similis</i>	0,19	--	-	+++
<i>Phragmites mauritianus</i>	0,18	---	.	+++
<i>Cynanchum schistoglossum</i>	0,17	--	.	+++
<i>Tylophora sylvatica</i>	0,17	.	.	+++
<i>Cynodon dactylon</i>	0,19	.	+++	--
<i>Lantana camara</i>	0,18	---	+++	.
<i>Crotalaria goreensis</i>	0,13	.	+++	.
<i>Bidens pilosa</i>	0,18	+++	.	---
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,17	+++	.	.
<i>Triumfetta rhomboidea</i>	0,15	+++	-	--
<i>Digitaria pearsonii</i>	0,14	+++	.	--

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Facteurs déterminants

Trois facteurs prépondérants entre autres la disponibilité d'un site (ou d'habitats), la disponibilité d'un pool d'espèces et la sélection d'espèces recrutées interviennent au cours du processus successional (Bouzillé, 2007). Dans cette étude, le recrutement d'espèces n'a pas fait objet de nos analyses vues la coexistence des stations et des écosystèmes de référence qui facilitait la dispersion des semences.

Considérant le comportement d'espèces recrutées, il apparaît que chaque espèce est bio-indicatrice des conditions climatiques (la température et la lumière) et édaphiques (le pH, l'humidité, l'humus et la texture du sol) (Gillet, 2000). La végétation post-culturale constitue des séries évolutives progressives (Lubini, 1982) au sein desquelles il est possible de définir plusieurs stades évolutifs. Chacun de ces stades présente des particularités microclimatiques, édaphiques et biotiques. A l'échelle du territoire, le substrat édaphique et le climat sont plus déterminants de la variabilité des successions. Fournier *et al.* (2001) indiquent que les facteurs liés au sol se révèlent le plus souvent plus déterminants bien avant l'âge de la jachère. Le tableau 2 a bien montré que l'effet de l'âge de la jachère vient en dernière position à l'échelle du territoire.

Il est donc possible d'hierarchiser les effets de facteurs malgré leurs interactions. Les facteurs climatiques sont les plus forts, ensuite viennent les facteurs édaphiques qui organisent la végétation.

L'effet de l'âge de la jachère est à mettre après ces deux facteurs (Fournier *et al.*, 2001).

Les résultats de cette étude indiquent également que pour une même station (pluviométrie et température identiques), les facteurs dont l'effet sur la présence des espèces est significatif dans tous les cas dans nos 5 sites sont l'âge de la jachère et la texture du sol. Le premier facteur introduit la notion de dynamique de la végétation tandis que le second traduit la capacité de rétention d'eau du sol. Hiern (1996) avait trouvé que la texture du sol est le premier facteur déterminant la composition floristique des jachères de moins de 6 ans. La succession n'est pas la même selon le substrat édaphique (Yossi, 1996).

### 4.2. Stades de la succession post-culturale et espèces indicatrices

Les caractéristiques mésologiques (d'une station ne sont pas décelables par la présence d'une seule espèce mais par un ensemble de plantes. Les traits biologiques de ces dernières déterminent à la fois la réponse des communautés aux gradients des facteurs du milieu, et les effets de la végétation sur le fonctionnement des écosystèmes (Hooper *et al.*, 2002 ; Lavorel & Garnier, 2002 ; Naeem & Wright, 2003).

Au cours de la dynamique post-culturale, les plantes qui dominent à différents stades de la succession se caractérisent par un syndrome de traits (Bazzaz, 1979 ; Grime, 1979) qui va avoir à son tour un effet sur les processus écosystémiques.

Les espèces indicatrices de la végétation des jeunes jachères sont pour la plupart des adventices communes des cultures :

*Cassia occidentalis*, *Euphorbia hirta*, *Triumfetta rhomboidea*, *Indigofera hirsuta*, *Achyranthes aspera*, *Oldenlandia herbacea*, *Digitaria abyssinica*, *Bothriocline longipes*, *Setaria pumila*, *Perotis patens*, *Alternanthera pungens* et *Vernonia perrottetii*. Le stade intermédiaire est dominé par des espèces graminéennes (*Hyparrhenia* div. sp., *Loudetia* div. sp. et *Melinis minutiflora*). C'est le stade le plus avancé qui incarne l'identité de chaque région explorée.

D'autres auteurs ayant travaillé sur la succession post-culturale ont émis des conclusions similaires. Analysant à l'échelle régionale les groupes d'espèces indicateurs de l'âge des jachères, Donfack (1998) signale qu'un groupe de graminées annuelles à faible enracinement indique plutôt des jachères jeunes (1 à 4 ans), qu'un mélange de graminées annuelles/pérennes et de ligneux bas indique des jachères intermédiaires (5 à 8 ans) et enfin que pour les vieilles jachères (9 à 25 ans) ou savanes, ce sont les ligneux qui prédominent. Ceci est confirmé par d'autres auteurs (Lubini, 1982 ; Bebwa, 1993 ; Yossi & Dembelle, 1993 et Fournier *et al.*, 2001).

Globalement, au cours de l'évolution de la composition floristique, nous distinguons trois phases principales :

- 1° phase "herbacées" constituée par la végétation adventice des cultures durant la période des champs cultivées à 2 ans d'abandon cultural,
- 2° phase "herbacées/arbrisseaux" caractérisée par des grandes herbes vivaces en majorité hémicryptophytiques de 2 à 4 ans d'abandon,
- 3° phase "arbrisseaux/arbustes" présentant des groupements arbustifs marquant la transition entre les groupements herbeux d'une part, et les groupements forestiers d'autre part après 5 ans d'abandon.

Les groupes d'espèces indicatrices des différents stades de la succession post-culturale se mettent en place suivant les stratégies adaptatives de Grime (1979). En effet, les espèces rudérales (R) thérophytes (herbacées annuelles ou bisannuelles) correspondent à des jeunes stades à haut régime de perturbations, les espèces des stades intermédiaires (espèces graminéennes pérennes et hémicryptophytiques) adoptent un compromis entre les trois stratégies (C-S-R) tandis que les espèces compétitives (C) phanérophytes (arbustes et arbres) dominent les stades avancés caractérisés par des habitats favorables, où le souci premier est la compétition avec ses voisins.

### 4.3. Vers la conservation et la restauration de ces écosystèmes

La recolonisation naturelle progressive intéresse non seulement les scientifiques qui souhaitent mieux connaître la dynamique des communautés végétales mais aussi les forestiers, pour la gestion et l'aménagement des territoires (Said *et al.*, 2001). Nos résultats indiquent que les sites de Bururi et de Kigwena connaissent une série progressive.

Les autres sites, fortement dégradés, affichent de faibles chances de restauration.

A Bururi, sur 17 espèces indicatrices des jachères de plus de 5 ans, 47 % sont des espèces des forêts montagnardes caractéristiques de la région. On observe dans ce stade des espèces de forêts sclérophylles montagnardes et sub-montagnardes (*Pittosporum spathicalyx*, *Dodonea viscosa*, *Rhus crenulata* et *Rhus pyroides*), des espèces des forêts secondaires montagnardes de l'ordre des *Polycietalia fulvae* (*Xymalos monospora*, *Bridelia brideliifolia* et *Pavetta ternifolia*) et une espèce (*Panicum monticola*) du sous-bois des forêts de montagne. Les espèces rudérales (*Virectaria major*, *Kotschya africana* et *Erythrina abyssinica*) sont encore présentes à 17 %. Il est à noter que presque toutes ces espèces indicatrices de ce stade sont des phanérophytes, caractéristique de la reconstitution du stade forestier climacique de la région.

A Kigwena, Lewalle (1972) a inventorié plusieurs espèces caractéristiques des forêts secondaires. Dans cette étude, les espèces indicatrices du stade des jachères de plus de 5 ans comprennent une espèce des forêts secondaires (*Anthocleista schweinfurthii*), une espèce des forêts tropicales (*Anisophyllea boehmii*) et deux espèces des savanes secondaires (*Margaritaria discoidea* et *Keetia hispida*). La dominance des espèces forestières à ce stade oriente la succession vers la reconstitution de la formation forestière initiale de la région.

La partie septentrionale de la plaine de la Rusizi connaît actuellement une forte pression anthropique (surpâturage, défrichements et exploitation du sable pour les constructions) de façon que les espoirs de reconstitution des formations à *Strychnos potarum* et à *Euphorbia dawei* sont vraiment faibles. Lewalle (1972) avait déjà signalé cet état des choses. Nous n'avons eu que quelques représentants de l'alliance du *Grewio-Carission edulis* comme *Grewia flavescens* et *Grewia similis*. Il convient aussi de signaler l'effet envahissant de *Lantana camara* qui est entrain de modifier le paysage de la plaine de la Rusizi.

La végétation du parc national de la Ruvubu est constituée par des formations de dégradation. Des signes de passage fréquent de feux sont observables. Ce sont des formations tropicales dominées par *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida* et *Harungana madagascariensis*. Les espèces hémicryptophytiques (herbacées pérennes) sont

abondantes (*Hyparrhenia* ssp. et *Loudetia* ssp.). Le cheminement vers la savane arborescente qui, quand les conditions du milieu sont meilleures, crée un couvert dense avec des arbres comme *Parinari curatellifolia*, *Anisophyllea boehmii* et *Pericopsis angolensis* pourrait se faire naturellement si l'on élimine ces feux de brousse et les défrichements incontrôlés.

Parlant de la conservation, nos résultats montrent que les variations de la composition spécifique des communautés végétales pour un stade donné peuvent orienter la gestion de la biodiversité des espaces naturels du Burundi. En effet, chaque stade successional est caractérisé par des groupes d'espèces parfois uniques et bien précises qui méritent une protection dans un objectif de conservation. Il serait donc important de maintenir sur le sol burundais tous les stades successionnels de la dynamique post-culturelle.

Si le Burundi appuie la politique forestière visant le maintien des processus écologiques et la satisfaction des besoins fondamentaux des populations, il apparaît que les aires protégées du Burundi subissent des exploitations anarchiques contraires aux principes de gestion durable et équitable des ressources disponibles tout en satisfaisant les besoins fondamentaux des populations.

Malgré les efforts de conservation des aires protégées du Burundi, des pressions sur les ressources naturelles persistent. Les relations entre les populations riveraines et les aires protégées se traduisent par de multiples actions (défrichements culturels, chasse illicite, pêche illicite, coupe d'arbres et d'herbes, feux de brousse, pacage du bétail, cueillette de plantes médicinales) qui entraînent la dégradation de ces dernières avec comme conséquences l'augmentation de l'érosion, la perte de la fertilité des sols, la pollution de l'eau et de l'air et la perte de la biodiversité.

La gestion durable de ces dernières doit donc intégrer cette problématique liée à la survie des populations riveraines. Les projets de conservation doivent viser la mise en œuvre des programmes de développement tenant en compte l'amélioration du niveau de vie et de revenu de la population rurale. La gestion participative, qui garantit le partage équitable des coûts et des bénéfices découlant de l'exploitation des ressources forestières, constitue une voie de solution.

## BIBLIOGRAPHIE

Alard D., Poudevigne I., Dutoit T., Decaens T., (1998). Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation. Le cas des pelouses calcicoles de la basse vallée de Seine. *Acta Oecologica*, 19 : 275-284.

Baize D., (1988). Guide des analyses courantes en pédologie. INRA. Paris.

- Bazzaz F. A., (1979). Physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology and Systematic* 10: 351-371.
- Bebwa B., (1993). Ecologie quantitative des jeunes stades de la reconstitution forestière en région équatoriale (Ile de Kongolo, Masako, Zaïre). Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Techniques, Université libre de Bruxelles, 324 p.
- Blandin P., (1986). Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'Ecologie* 17: 215-308.
- Braun-Blanquet J., (1932). Plant sociology. The study of plant communities. Mac Gray Hill, New York, London, 439 p.
- Donfack P., (1998). Végétation des jachères du Nord-Cameroun. Typologie, diversité, dynamique, production. Thèse d'état, Université de Yaoundé 1, Cameroun.
- Doriz J. M., Fleury PH. & Jeannin B., (1991). La physionomie des prairies permanentes : indicateur écologique et agronomique. *Fourrages* 128: 407-420.
- Duchaufour P., (1997). Pédologie et classification. Masson, Paris.
- Fournier A., Floret C., Gnahoua G. M., (2001). Végétation des jachères et succession post-culturelle en Afrique tropicale. In: Floret C. & R. Pontanier (éds.), La jachère en Afrique tropicale. 2. De la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances. IRD. Montrouge. France. 123-168.
- Gillet F., (2000). La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel. Institut de Botanique. Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie. 4<sup>ème</sup> édition revue et corrigée.
- Godron M., (1971). Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse de doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. France.
- Godron M., (1984). Ecologie de la végétation terrestre. Masson, Paris.
- Grime J. P., (1979). Plant strategies and vegetation processes. John Wiley and Sons, New York, 222 p.
- Hien M., (1996). La reconstitution post-culturelle de la végétation en savane soudanienne dans la région de Bondoukuy (Burkina Faso). Les jachères de moins de six ans: flore, persistance des adventices, lien avec le milieu et son utilisation. Université de Ouagadougou, Burkina Faso.
- Hooper D. U., Solan M., Symstad A., Diaz S., Gessner M. O., Buchmann N., Degrange V., Grime P., Hulot F., Mermillod-Blondin F., Roy J., Spehn E. & Van Peer L. (2002). Species diversity, functional diversity, and ecosystem functioning. In: Biodiversity and ecosystem functioning. Loreau M., Naeem S. & Inchausti P. (eds.), pp. 195-208. Oxford University Press, New York.
- Lavorel S. & Garnier E., (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16: 545-556.
- Lebrun J. P., Stork A. L., (1991-1997). Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Genève, 4 volumes
- Lewalle J., (1972). Les étages de végétation du Burundi occidental. Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique 42 (1/2): 1-247.
- Lubini A., (1982). Végétation messicole et post-culturelle des sous-régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Thèse de doctorat. Université de Kisangani, République Démocratique du Congo.
- Naeem S. & Wright J. P., (2003). Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: deriving solutions to a seemingly insurmountable problem. *Ecology Letters* 6: 567-579.
- Said S., Gamsans J., Bedecarrats A., Delcros P. & Rameau J., C. (2001). Succession secondaire végétale dans la région de Zicavo en Corse (île méditerranéenne): effet du climat. *Annals Forest Science* 58: 615-624.
- Solbrig O.T., Van Emden H. M. & Van Oordt W. J., 1994. Biodiversity and global change. IUBS, Cab International, Wallingford.
- Ter Braak C. J. F. & Smilauer P., (2002). CANOCO: Reference manual and Canodraw for windows. User's guide: Software for Canonical Community Ordination. Version 4.5. Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- Yossi H. & Dembele F., (1993). Dynamique de la végétation post-culturelle en zone soudanienne au Mali: évolution de la composition floristique et de la strate ligneuse. In: La jachère en Afrique de l'Ouest. Floret C. & Serpantie G. (éds), pp. 341-350. Collection Colloques et Séminaires. ORSTOM, Paris.
- Yossi H., (1996). Dynamique de la végétation post-culturelle en zone soudanienne au Mali. Thèse de doctorat, Université de Bamako, Mali.



## Diversité et ethnomycologie des champignons sauvages utilisés dans la préfecture de la Lobaye en République Centrafricaine

Yolene Rellea KOUAGOU<sup>1</sup>, Gaston NOUMBO TSOPMBENG<sup>1</sup> & André Ledoux NJOUONKOU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Université de Dschang, Laboratoire de Botanique Appliquée Faculté des Sciences, Département de Biologie Végétale; BP 67 Dschang-Cameroun.

<sup>2</sup>University of Bamenda, Faculty of Science, Department of Biological Sciences, PO Box 39 Bambili-Cameroon.

**Auteur correspondant:** André Ledoux NJOUONKOU, Email: [alnjouonkou@yahoo.fr](mailto:alnjouonkou@yahoo.fr)

Reçu: le 09 Septembre 2015

Accepté: le 1 Janvier 2016

Publié: le 10 Avril 2016

### RESUME

**Mots-clés:** Macromycètes, usages, valeur d'usage, Afrique centrale

La présente étude est une contribution à la connaissance des macromycètes et de leurs usages en République Centrafricaine. Une étude ethnomycologique a été réalisée dans 3 groupes ethniques (Aka, Mbaté et Ngbaka) de la Préfecture de la Lobaye. Des enquêtes ont été effectuées auprès de 162 répondants en vue d'inventorier les différentes espèces de champignons utilisées par ces populations ainsi que leurs usages. Les espèces utilisées ont été collectées et identifiées sur base de leurs caractères morphologiques. Les valeurs d'usages (VU) ont été calculées. Les trois groupes ethniques utilisent au moins 42 espèces de champignons appartenant à 19 genres et 12 familles. Ces espèces sont utilisées comme aliments, source de revenus ou médicaments. Les VU ont montré que les genres *Auricularia*, *Termitomyces*, *Pleurotus* et *Lentinus* sont les plus appréciés dans la région. Ces genres figurent aussi parmi les plus appréciés dans d'autres pays d'Afrique tropicale. Chaque groupe ethnique détient des connaissances endogènes sur les champignons. Néanmoins, on a noté un plus grand rapprochement entre les savoirs des Aka et des Mbaté qui sont les plus proches des forêts.

### ABSTRACT

**Key-words:** Macromycete, uses, use value, Central Africa

The present study is a contribution to the knowledge on the diversity mushrooms and their uses in Central African Republic. An ethnomycological study was carried out in 3 ethnics groups (Aka, Mbaté and Ngbaka), of the Lobaye Division. Enquiries were done with 162 respondents in order to make an inventory of the different species of mushrooms used by the populations and their uses. The used species were collected and identified on the base of their morphology. The ethnomycological uses values (UV) were calculated. The three ethnics groups use at least 42 species of mushrooms belonging to 19 genera and 12 families. These species are used as food, income sources or medicine. The UV shown that, the species of the genera *Auricularia*, *Termitomyces*, *Pleurotus* and *Lentinus* are the most appreciated in the region. These genera are also among the most appreciated in others tropical Africans' countries. Each ethnic group is holder of endogen knowledge on mushrooms. Nevertheless, a more rapprochement was noted between knowledge of Aka and Bati who are closer to the forests.

## 1. INTRODUCTION

Les produits forestiers non ligneux (PFNL) sont des produits d'origine biologique autres que le bois, dérivés des forêts, des autres terres boisées et des arbres hors forêt. Leur contribution à la sécurité alimentaire et aux soins de santé primaire n'est plus à démontrer avec près de 80% de la population des pays en développement les utilisant pour se soigner ou pour se nourrir (Dossou et al. 2012). Ces produits sont généralement des ressources forestières secondaires, mal connues, souvent négligées ou ignorées. Les

champignons sauvages constituent une source d'aliments, de médicaments et de revenus mais les bénéfices tirés de ces espèces sont difficiles à quantifier du fait d'un manque de documentation sur ces organismes, en Afrique tropicale en particulier. On estime à 1,5 million le nombre d'espèces de champignons et moins de 10% sont décrits (Hawksworth 2001). Cette précarité des données sur la diversité des mycètes est corrélée par une faible documentation des savoirs et usages endogènes des champignons par les différents groupes ethniques.

Ces savoirs très importants risquent de disparaître avec les anciens ou encore du fait de la pression anthropique que subissent les écosystèmes.

En République Centrafricaine (RCA), quelques travaux ont été effectués sur les connaissances et les usages des champignons. Heim (1963) a étudié la nomenclature mycologique des Lissongo. Ce même auteur, travaillant sur les champignons termitophiles d'Afrique Noire et de l'Asie méridionale avait mentionné l'existence de plusieurs espèces de *Termitomyces* comestibles et leurs noms locaux en RCA (Heim 1977).

En ce qui concerne particulièrement la Préfecture de la Lobaye, Malaisse *et al.* (2008) ont rapporté des données relatives à la connaissance mycophagique des pygmées de la localité. De plus, une étude récente réalisée à Bangui a montré que les populations urbaines étaient aussi des mycophages et que chaque ethnie détenait des connaissances mycologiques variables avec des usages différents (Kouagou 2012). Ces études, bien que sommaires, ont soulevé la nécessité d'une documentation des savoirs endogènes des différents groupes ethniques sur les macro-champignons. Cette documentation est d'autant plus importante qu'elle permettra une bonne compréhension de l'importance de ces organismes pour les populations en vu de leur valorisation et de leur intégration dans la stratégie de conservation des ressources biologiques en RCA.

La présente étude est une contribution à la connaissance de la diversité des champignons sauvages et de leurs usages dans la préfecture de la Lobaye en RCA. Elle vise plus spécifiquement à inventorier les champignons utilisés dans cette Préfecture et à évaluer leur degré d'utilisation dans trois groupes ethniques de la localité (les pygmées Aka, Mbaté et Ngbaka).

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. Milieu d'étude

L'étude a été effectuée dans le massif forestier de la préfecture de la Lobaye (17° 58' E - 4°56' N) situé au sud-ouest de la République Centrafricaine. Le climat est de type tropical de transition caractérisé par une petite saison sèche (décembre-février) et une longue saison des pluies (mars-novembre). La pluviométrie moyenne est de 1600 mm/an et la température oscille entre 19°C et 31°C avec une moyenne de 24,5°C (Boulvert 1983). La végétation est formée par la forêt dense humide semi-décidue dominée par des espèces appartenant aux Ulmaceae Mirb 1815, Sterculiaceae Vent 1807, Sapotaceae Juss. 1789 et Meliaceae Juss. 1789 (Boulvert 1986).

La préfecture de la Lobaye, constituée de 5 Sous-Préfectures et de 13 communes, a une superficie de 19 235 Km<sup>2</sup>, et une population de 306 440 d'habitants, pour une densité de population de 13hbs/km<sup>2</sup> (Anonyme 2014). Cette population est composée de

plusieurs groupes ethniques dont les principaux sont les Issongo, les Ngbaka, les Ngbaya, les Mbaté et les Pygmées Aka. Leur activité principale est l'agriculture. La cueillette est surtout pratiquée par les Aka. Cette activité menée par les hommes, les femmes ou les enfants individuellement ou en groupe, consiste à parcourir la forêt pour récolter les produits comestibles tels que les champignons, les fruits, les chenilles etc.

### 2.2. Collecte des données ethno-mycologiques

Les données ethnomycologiques ont été collectées entre avril et juin 2014 dans 6 villages de la préfecture de Lobaye: Mbaïka, Zanga, Ouakombo, Boukoko, EGTB et Mbata (figure 1). Les groupes ethniques concernés étaient les Aka, les Mbaté, et les Ngbaka. Au total 162 hommes et femmes de tous âges et niveaux d'éducation ont été interrogés à l'aide d'un questionnaire relatif à la diversité des champignons locaux, leurs usages (alimentaire, médicinal et commercial) et leurs impacts socio-économiques.

### 2.3. Collecte et identification des champignons utilisés

Les champignons utilisés localement ont été collectés dans les forêts environnantes des différents villages en compagnie des personnes ressources des groupes ethniques. Après la collecte, les échantillons ont été présentés aux anciens et/ou à la communauté pour l'obtention de leur nom local ainsi que de leurs usages. Ces échantillons ont été photographiés puis séchés à une température de 50 à 65°C pendant 24 à 48 heures et emballés dans des sachets plastique de type 'Minigrip' pour constituer un herbier et pour d'éventuelles études microscopiques.

L'identification des champignons s'est faite sur base des caractères macroscopiques. Pour certains échantillons dont l'identification macroscopique n'était pas aisée, une étude des structures microscopiques a été entreprise. Les échantillons collectés sont conservés au laboratoire de Biodiversité Végétale et Fongique de l'Université de Bangui.

### 2.4. Estimation des valeurs d'usage

La valeur d'usage, qui permet de déterminer de façon significative les espèces ayant une grande valeur d'utilisation dans un milieu donné (Dossou *et al.* 2012), a été calculée selon la méthode utilisée par Philips et Gentry (1993) et Camou-Guerrero *et al.* (2008). Au cours de l'enquête, il a été demandé à chaque répondant d'apprécier chaque espèce en lui attribuant un score selon la grille d'appréciation suivante: 3 = espèce fortement utilisée; 2 = espèce moyennement utilisée; 1 = espèce faiblement utilisée; 0 = espèce non utilisée. Ces scores ont permis de calculer les valeurs d'usage par catégorie et par groupe ethnique. La valeur d'usage d'une espèce donnée (k) au sein d'une catégorie d'usage donnée a été

représentée par son score moyen d'utilisation au sein de cette catégorie et calculée par la formule ci-dessous.

$$VU(k) = \sum_{i=1}^n S_i$$

VU (k) = valeur d'usage ethnomycologique de l'espèce k au sein d'une catégorie d'usage donnée,  
 S<sub>i</sub> = score d'utilisation attribué par le répondant i,  
 n = nombre total de répondants pour une catégorie d'usage donnée.

La valeur d'usage totale de l'espèce k dans chaque groupe ethnique a été calculée en faisant la somme des valeurs d'usage de cette espèce au sein des différentes catégories d'usage dans le groupe ethnique concerné. Ainsi, la valeur d'usage totale maximale pour une espèce donnée dans un groupe ethnique était 9.

La formule suivante a donc été utilisée:

$$VUt = \sum_{1}^p VU$$

VUt = valeur d'usage totale de l'espèce,  
 VU = valeur d'usage de l'espèce pour une catégorie d'usage donnée,  
 p = nombre de catégories d'usage.

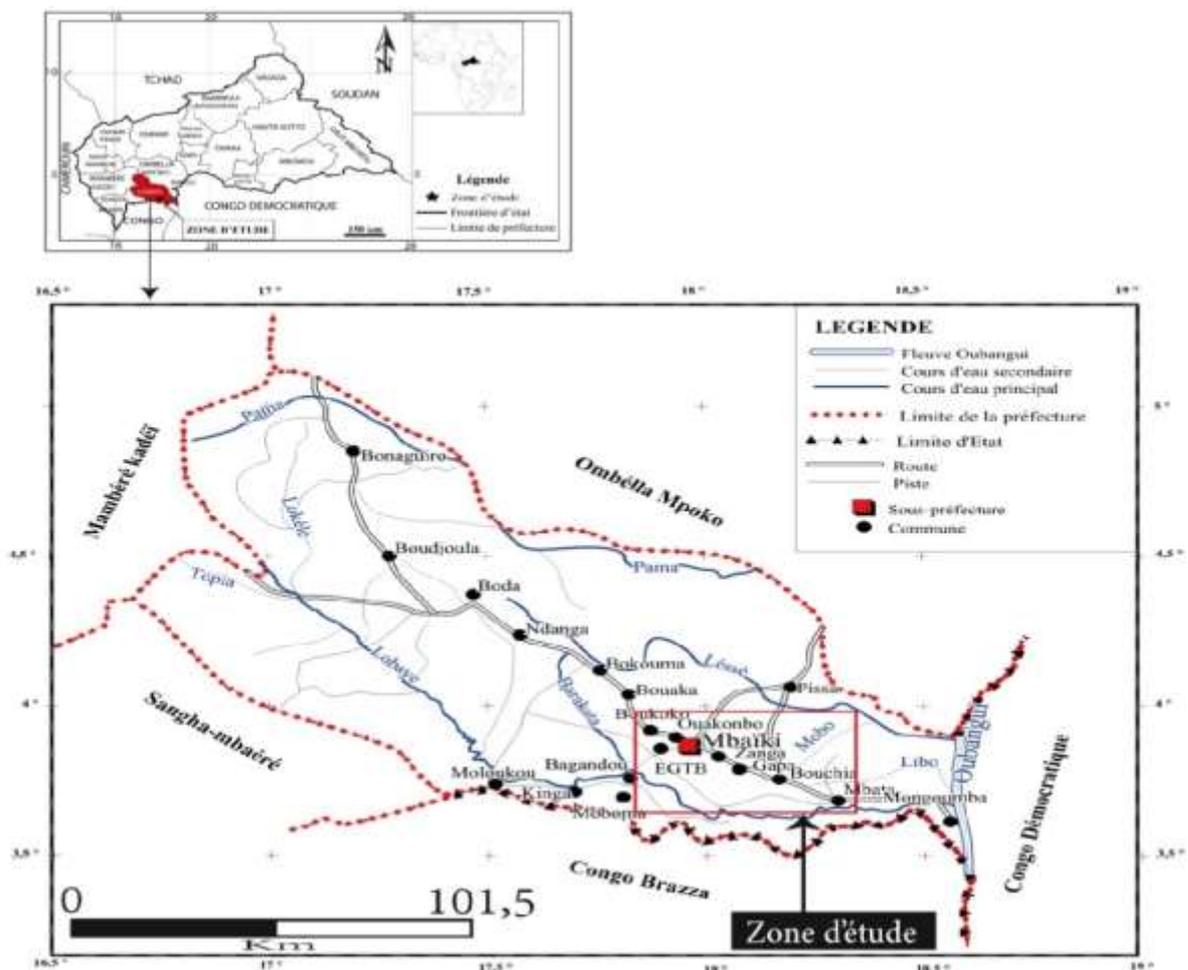


Fig. 1: Carte de localisation de la Lobaye (Source IGN Paris, LACCEG Université de Bangui, 2013)

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Diversité des champignons utilisés

Le tableau 1 montre que les populations de la Lobaye utilisent au moins 42 espèces de champignons sauvages, basidiomycètes et ascomycètes, répartis dans 19 genres. Trois espèces n'ont pu être identifiées.

L'ordre des Agaricales est dominant avec 14 genres et 28 espèces. Il est suivi de l'ordre des Polyporales représenté par 3 genres et 5 espèces, des Auriculariales avec 3 espèces d'*Auricularia*. Enfin, les Cantharellales et les Pezizales représentés chacun par une espèce. La figure 2 présente quelques espèces de champignons identifiés.

Les Tricholomataceae constituent la famille dominante avec 9 espèces dont 6 *Termitomyces*, suivie des Marasmiaceae, des Polyporaceae et des Coprinaceae. Les autres familles comprennent une à trois espèces réparties dans un ou deux genres.

Les trois communautés interrogées identifient les champignons par des noms généraux (Boua = champignon) ou spécifiques à chaque taxon. Le tableau 1 montre que les Aka et les Mbatu attribuent localement des noms à toutes les espèces inventoriées tandis que chez les Ngbaka, toutes les espèces n'ont pas de nom local.

### 3.2. Nomenclature locale



**Fig. 2: Quelques espèces de champignons utilisés dans la préfecture de la Lobaye. a) *Auricularia delicata*, b) *Echinochaete brachypora*, c) *Lentinus squarrosulus*, d) *Pleurotus tuber-regium*, e) *Schizophyllum commune*, f) *Termitomyces schimperi*.**

Tableau 1: Espèces de champignons et leurs noms locaux selon les trois groupes ethniques

Ordre/Famille/Espèce	Nom local		
	Ngbaka	Mbati	Aka
<b>Agaricales/Agaricaceae</b>			
<i>Leucoagaricus</i> sp.	Bouakongo	Boua mokala ( <i>Afzelia bipindensis</i> )	Boua bail
<i>Leucocoprinus cepistipes</i> (Sowerby) Pat.	Djoko	Mbèbè	Mbébé
<b>Agaricales/Coprinaceae</b>			
<i>Coprinus</i> sp.1	Troucounda	Boua kaya (palmier)	Ndéré
<i>Coprinus</i> sp.2		Ngou	Loyi (blanc)
<i>Coprinus</i> sp.3	Troutrou	Boua paka (bois)	Boua banga
<i>Coprinus</i> sp.4		Gbedonkala	Kombélé
<i>Psathyrella tuberculata</i> (Pat.) A.H. Sm.		Mozododo	Mombambou
<b>Agaricales/Cortinariaceae</b>			
<i>Gymnopilus</i> cf. <i>aureobrunneus</i>		Boua kaya (palmier)	Boua kaya (palmier)
<b>Agaricales/Marasmiaceae</b>			
<i>Marasmiellus inoderma</i> (Berk.) Singer		Boua loyi (blanc)	Loyi (blanc)
<i>Marasmius arborescens</i> (Henn.) Beeli		Boua kondji (Bananier)	
<i>Marasmius bekolacongoli</i> Beeli		Boua mokolo	Sabé
<i>Marasmius goossensiae</i> Beeli	Katra	Kakala (tendre)	Kakala (tendre)
<i>Marasmius haediniformis</i> Singer	Doukpoupou	Loumou	Dokpokpou (mère)
<i>Marasmius zenkeri</i> Henn.	Troubo	Boua ngongo (Feuille de <i>Marantaceae</i> )	Boua ngongo (Feuille de <i>Marantaceae</i> )
<i>Trogia infundibuliformis</i> Berk. & Broome		Pouloukana	Pouloukana
<b>Agaricales/Pleurotaceae</b>			
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quéf.	Troudimbè (cephalophe)	Monzokouli (Pigeon noir)	Gbanza ma
<i>Pleurotus tuber-regium</i> (Fr.) Singer		Koma	Koma
<b>Agaricales/Pluteaceae</b>			
<i>Pluteus</i> sp.	Touroulou	Boua mobaba ( <i>Pentadesma butyracea</i> )	Mombolomboloko
<i>Volvariella volvacea</i> (Bull.) Singer	Trouyengué	Saï	Sembasoliemba
<b>Agaricales/Schizophyllaceae</b>			
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.		Boua bagara	Boua
<b>Agaricales/Tricholomataceae</b>			
<i>Collybia</i> sp.1	Kolo	Boua café	Boua kolo (long pied)
<i>Collybia</i> sp.2		Boua mokala	Boua mokala
<i>Collybia</i> sp.3		Mototo	Mototo
<i>Termitomyces clypeatus</i> R. Heim		Boua paka	Momègnèmègnè
<i>T. letestui</i> (Pat.) R. Heim		Boua tech	Boua sabè
<i>T. mammiformis</i> R. Heim	Troupanza	Boua mokolo	Mototo
<i>T. microcarpus</i> (Berk. & Broome) R. Heim		Mobondo	Boua
<i>T. robustus</i> (Beeli) R. Heim	Mandonguè	Boua sabè	Boua sabè
<i>Termitomyces schimperi</i> (Pat.) R. Heim		Boua kaya (palmier)	Boua kaya (palmier)
<i>Termitomyces striatus</i> (Beeli) R. Heim		Momègnèmègnè	Mobondo
<b>Agaricales indéterminés</b>			
Agaricales indet. 1		Ngodopoyi	Ngodopoyi
Agaricales indet. 2		Mandonguè kaya	Mandonguè kaya
Agaricales indet. 3		Boua kaya	Boua mbomboko
<b>Auriculariales/Auriculariaceae</b>			
<i>Auricularia</i> cf. <i>cornea</i> Ehrenb.	Tourpè (Oreille)	Dédé mokèdèkèdè	Dèdè
<i>Auricularia</i> cf. <i>auricula-judae</i> (Bull.) Quéf.	Tourpè (Oreille)	Dédé bouan (Oreille de chien)	Dèdèkoulou
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	Tourpè (Oreille)	Dédé (Oreille)	Dèdè (Oreille)
<b>Cantharellales/Cantharellaceae</b>			
<i>Cantharellus</i> sp.	Tourguila	Boua kaya (palmier)	Sambadi
<b>Pezizales/Sarcoscyphaceae</b>			
<i>Cookeina</i> cf. <i>tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	Tékéréké	Motokoloko	Tokoloko
<b>Polyporales/Polyporaceae</b>			
<i>Echinochaete brachypora</i> (Mont.) Ryvardeen	Mambékaka	Momboloko	Mbolokombo
<i>Lentinus cladopus</i> Lév.	Troupanza	Boua mokolo	Mototo
<i>Lentinus squarrosulus</i> Mont	Trouto	Boua kombélé	Mbèkambè
<i>Lentinus</i> sp.	Troublet	Bodi	Nbodi
<i>Polyporus tenuiculus</i> (P. Beauv.) Fr.	Olikoko	Boua ngongo	Komboabila

### 3.3. Usage et valeurs d'usage des espèces

Dans la région de la Lobaye, les champignons ont principalement deux usages; alimentaire parfois aussi ingrédient des remèdes de médecine traditionnelle. Dans ce cadre, ils font aussi l'objet de commerce. Les valeurs d'usages des espèces dans les différentes catégories par groupes ethniques sont données dans le tableau 2.

Bien que toutes les espèces citées semblent être utilisées sur le plan nutritionnel, leur valeur d'usage alimentaire varie largement suivant les groupes ethniques. Chez les Ngbaka, ces valeurs sont faibles voire nulles, plus élevées chez les Mbatu alors que les valeurs enregistrées chez les Aka sont généralement supérieures ou égales à 2. Les taxons ayant les plus grandes valeurs d'usage alimentaire sont: *Auricularia* spp., *Termitomyces* spp., *Volvariella volvacea*, *Cookeina* aff. *tricholoma*, *Lentinus* spp. *Pleurotus* spp. et *Schizophyllum commune*.

Tableau 2: Valeurs d'usage des champignons consommés

Espèce	Mbatu				Ngbaka				Aka			
	Valeur d'usage				Valeur d'usage				Valeur d'usage			
	A	M	C	T	A	M	C	T	A	M	C	T
<i>Auricularia</i> cf. <i>auricula-judae</i>	1,03	0	1,04	<b>2,07</b>	2,25	0	0,92	<b>3,17</b>	2,3	0	0	<b>2,3</b>
<i>Auricularia</i> cf. <i>cornea</i>	1,03	0,03	1,03	<b>2,09</b>	2,43	0	1	<b>3,43</b>	2,3	0	0	<b>2,3</b>
<i>Auricularia delicata</i>	1,03	0,31	1,03	<b>2,37</b>	2,5	0,87	1	<b>2,5</b>	2,3	0,96	0,96	<b>4,22</b>
<i>Cantharellus</i> sp.	1,03	0	0,87	<b>1,90</b>	1,62	0	0,67	<b>2,29</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Collybia</i> sp.1	0,67	0	0,67	<b>1,34</b>	0,31	0	0,08	<b>0,39</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Collybia</i> sp.2	1,03	0	0,75	<b>1,78</b>	1,75	0	0,17	<b>1,92</b>	2,32	0	0	<b>2,32</b>
<i>Cookeina</i> cf. <i>tricholoma</i>	1,03	0	0,89	<b>1,92</b>	2,25	0	0,70	<b>2,95</b>	2,38	0	0	<b>2,38</b>
<i>Coprinus</i> sp.1	0,95	0	0,78	<b>1,73</b>	1,37	0	0,67	<b>2,04</b>	1,98	0	0	<b>1,98</b>
<i>Coprinus</i> sp.3	0,89	0	0,65	<b>1,54</b>	1,31	0	0,41	<b>1,72</b>	2	0	0	<b>2</b>
<i>Coprinus</i> sp.2	0,56	0	0,56	<b>1,12</b>	0,43	0	0,38	<b>0,81</b>	2	0	0	<b>2</b>
<i>Coprinus</i> sp.4	0,57	0	0,57	<b>1,14</b>	0,18	0	0,17	<b>0,35</b>	2	0	0	<b>2</b>
<i>Echinochaete brachypora</i>	0,96	0	0,62	<b>1,58</b>	0,56	0	0,38	<b>0,94</b>	2,21	0	0	<b>2,21</b>
<i>Gymnopilus</i> cf. <i>aureobrunneus</i>	0,92	0	0,71	<b>1,63</b>	0,5	0	0,23	<b>0,73</b>	2,32	0	0	<b>2,32</b>
<i>Lentinus cladopus</i>	1,01	0	0,85	<b>1,86</b>	1	0	0,58	<b>1,58</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Lentinus</i> sp.	1,07	0	0,84	<b>1,91</b>	2	0	0,35	<b>2,35</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Lentinus squarrosulus</i>	1,14	0	0,95	<b>2,09</b>	1,12	0	0,79	<b>1,91</b>	2,3	0	0	<b>2,3</b>
<i>Leucoagaricus</i> sp.	1	0	0,82	<b>1,82</b>	1	0	0,79	<b>1,79</b>	2,09	0	0	<b>2,09</b>
<i>Leucocoprinus cepistipes</i>	0,92	0	0,64	<b>1,56</b>	0,81	0	0,29	<b>1,10</b>	2,26	0	0	<b>2,26</b>
<i>Marasmius arborescens</i>	0,59	0	0,59	<b>1,18</b>	0,31	0	0,05	<b>0,36</b>	2,1	0	0	<b>2,1</b>
<i>Marasmius bekolacongoli</i>	0,53	0	0,53	<b>1,06</b>	0,31	0	0,14	<b>0,45</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Marasmius goossensiae</i>	0,73	0	0,73	<b>1,46</b>	2,25	0	0,29	<b>2,54</b>	2,3	0	0	<b>2,3</b>
<i>Marasmius haediniformis</i>	0,60	0	0,60	<b>1,20</b>	0,75	0	0,11	<b>0,86</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Marasmius zenkeri</i>	0,59	0	0,59	<b>1,18</b>	0,18	0	0,08	<b>0,26</b>	2	0	0	<b>2</b>
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	0,87	0	0,60	<b>1,47</b>	0,12	0	0,05	<b>0,17</b>	2,26	0	0	<b>2,26</b>
<i>Pleurotus tuber-regium</i>	0,89	0,04	0,89	<b>1,82</b>	2,18	0,05	0,79	<b>3,02</b>	2	0,90	0,90	<b>3,80</b>
<i>Pluteus</i> sp.	0,85	0	0,57	<b>1,42</b>	0,18	0	0,05	<b>0,23</b>	2,26	0	0	<b>2,26</b>
<i>Polyporus tenuiculus</i>	1,14	0	0,96	<b>2,10</b>	2,12	0	0,44	<b>2,56</b>	2,3	0,22	0,44	<b>2,96</b>
<i>Psathyrella tuberculata</i>	0,60	0,01	0,60	<b>1,21</b>	0,06	0	0,14	<b>0,2</b>	2	0	0	<b>2</b>
<i>Schizophyllum commune</i>	1,01	0,20	0,87	<b>2,08</b>	1,43	0,08	0,94	<b>2,45</b>	2,3	0,90	0,90	<b>4,10</b>
<i>Termitomyces clypeatus</i>	1,06	0	1	<b>2,06</b>	2,12	0	0,85	<b>2,97</b>	2,32	0	0	<b>2,32</b>
<i>Termitomyces letestui</i>	1,12	0	0,98	<b>2,10</b>	2,25	0	0,91	<b>3,16</b>	2,26	0	0	<b>2,26</b>
<i>Termitomyces mammiformis</i>	1,10	0	1,01	<b>2,11</b>	2,12	0	0,82	<b>2,94</b>	2,26	0	0	<b>2,26</b>
<i>Termitomyces microcarpus</i>	1,10	0	1	<b>2,10</b>	1,87	0	0,85	<b>2,72</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Termitomyces robustus</i>	1,12	0	1	<b>2,12</b>	2,25	0	0,91	<b>3,16</b>	2,2	0	0	<b>2,2</b>
<i>Termitomyces schimperi</i>	1,09	0	1,01	<b>2,10</b>	2,06	0	0,94	<b>3</b>	2,26	0	0	<b>2,26</b>
<i>Termitomyces striatus</i>	1,10	0	1,01	<b>2,11</b>	2,25	0	0,81	<b>3,06</b>	2	0	0	<b>2</b>
<i>Trogia infundibuliformis</i>	0,93	0	0,60	<b>1,53</b>	0,25	0	0,14	<b>0,39</b>	2,25	0	0	<b>2,25</b>
<i>Volvariella volvacea</i>	1,03	0	0,89	<b>1,92</b>	2,25	0	0,70	<b>2,95</b>	2,38	0	0	<b>2,38</b>
Agaricales indet. 1	0,98	0	0,59	<b>1,57</b>	0,25	0	0,23	<b>0,48</b>	2,32	0	0	<b>2,32</b>
Agaricales indet. 2	0,90	0	0,68	<b>1,58</b>	0,56	0	0,08	<b>0,64</b>	2,32	0	0	<b>2,32</b>

A = alimentaire; M = médicinale; C = commerciale

Toutes les espèces à usage alimentaire sont commercialisées par les Mbatu et les Ngbaka tandis que seules 4 espèces sont vendues par les Aka. Les espèces commercialisées par ces derniers sont aussi des espèces médicinales. Dans cette catégorie, les valeurs d'usages (commerciales) sont généralement inférieures ou égales à 1. *Auricularia* spp. et *Termitomyces* spp sont les espèces ayant les valeurs les plus élevées.

En ce qui concerne les usages médicaux, 6 espèces sont utilisées pour soigner certaines maladies. Les différentes maladies traitées sont présentées dans le

tableau 3. Les valeurs d'usage médicinal pour toutes ces espèces sont inférieures à 1. Les valeurs les plus élevées (0,96 et 0,90) étant rencontrées chez les Aka pour *Auricularia delicata*, *Pleurotus tuber-regium* et *Schizophyllum commune*.

Par ailleurs, il a été observé que chaque groupe ethnique détenait des connaissances et savoirs sur les champignons mais sans surprise, les Aka, plus dépendants des forêts et pratiquant plus la cueillette et le ramassage ont plus de connaissances sur les champignons que les autres ethnies.

**Tableau 3: espèces utilisées dans la médecine traditionnelle**

Espèce	Maladie(s) traitée(s)
<i>Auricularia</i> cf. <i>cornea</i>	Inflammation
<i>Auricularia</i> cf. <i>auricula-judae</i>	Inflammation, furoncles
<i>Auricularia delicata</i>	Inflammation
<i>Pleurotus tuber-regium</i>	tumeur, abcès, furoncles
<i>Schizophyllum commune</i>	Hémorroïde, Hypertension
<i>Psathyrella tuberculata</i>	Parasites

Par ailleurs, il a été observé que chaque groupe ethnique détenait des connaissances et savoirs sur les champignons. Les Aka plus dépendant des forêts et pratiquant plus la cueillette et le ramassage ont plus des connaissances sur les champignons que les autres. Néanmoins, leurs connaissances se rapprochent plus de celles des Mbatu qui sont aussi proches des forêts. Les Ngbaka, plus instruits et dépendants moins des forêts semblent avoir les plus faibles connaissances sur champignons par rapport aux Aka et aux Mbatu.

#### 4. DISCUSSIONS

Les Agaricales représentent la majorité des champignons consommés par les trois groupes ethniques dans préfecture de Lobaye. Les Polyporales consommés par les populations de la Lobaye, sont caractérisés par des sporophores plus ou moins mous et possédant soit des lamelles (genre *Lentinus*) soit des pores (genres *Echinochaete* et *Polyporus*). Quant aux Auriculariales à sporophores gélatineux, ils sont représentés par trois espèces du genre *Auricularia*. Les Cantharellales sont représentés dans cette étude par une seule espèce du genre *Cantharellus*. Les Pezizales à sporophores en coupe sont représentés par l'espèce *Cookeina tricholoma*. Cette espèce en plus de son usage alimentaire, est aussi utilisée comme médicament au Cameroun et en Malaisie respectivement contre l'inflammation des oreilles et des yeux (Dijk *et al.* 2003, Anonyme 2001). On note, dans cette étude, l'absence totale de représentants des Russulales, taxons ectomycorrhiziens largement consommés en Afrique (Buyck 1994, Ducouso *et al.* 2003, Yun et Hall 2004). Cette absence peut être expliquée par notre inventaire encore préliminaire.

Les familles les plus représentées avec au moins cinq espèces sont les *Tricholomataceae*, les *Marasmiaceae*,

les *Polyporaceae* et les *Coprinaceae*. Les *Tricholomataceae* sont représentés par 10 espèces dont 7 *Termitomyces*, champignons vivant en association symbiotique avec les termites. C'est un genre très prisé dans plusieurs pays d'Afrique tropicale (Heim 1977, Rammeloo et Walley 1993, Härkönen *et al.* 2003, Eyi Ndong *et al.* 2011). Les *Marasmiaceae* sont représentés par 7 espèces dont 5 *Marasmius*.

*Marasmiellus inoderma* et *Marasmius bekolacongoli* sont aussi consommés au Gabon et au Bénin (Eyi - Ndong *et al.* 2011, Codjia et Yorou 2014). Les *Polyporaceae* sont dominées par le genre *Lentinus* dont *Lentinus squarrosulus*, qui est aussi très prisée dans la zone forestière de l'Afrique Centrale et de l'Ouest (Dijk *et al.* 2003, Codjia et Yorou 2014, Ndong *et al.* 2014; Omorefosa *et al.* 2014). La famille des *Coprinaceae* est dominée par le genre *Coprinus* dont la consommation de certaines espèces avait été signalée dans la Lobaye par Malaisse *et al.* (2008).

Ces travaux montrent que les trois groupes ethniques considérés ont chacun un système de nomenclature mycologique propre. Les Aka et les Mbatu qui sont plus proches de la forêt identifient pratiquement chaque espèce utilisée par un nom plus ou moins spécifique. A l'inverse, les Ngbaka, un peu plus instruits et moins dépendants des forêts dans leur vie quotidienne, n'identifient pas toutes les espèces par des noms. Les noms vernaculaires attribués aux champignons par ces populations se réfèrent généralement à leur morphologie; *Auricularia* dont les carpophores ressemblent aux oreilles est appelé "Dèdè" qui signifie oreille. D'autres noms se réfèrent à l'habitat comme celui attribué à *Volvariella volvacea* qui pousse sur les troncs de palmier mort et qui est appelé "Boua kaya" (kaya = palmier). En général, on attribue ce dernier nom à tous les champignons qui poussent sur les troncs du palmier à huile.

Six espèces (*Auricularia* spp. *Pleurotus tuber-regium*, *Schizophyllum commune* et *Psathyrella tuberculata*) font partie des champignons comestibles utilisés en pharmacopée traditionnelle locale. *Pleurotus tuber-regium*, utilisée en RCA contre les tumeurs, les abcès et les furoncles est largement sollicitée dans la médecine traditionnelle en Afrique tropicale et en Asie orientale (Buyck 1994). *Psathyrella tuberculata* utilisé par la population Mbatu pour se déparasiter est utilisé par les Nagot et les Holi du Bénin dans le traitement de l'épilepsie, de la bilharziose (Codjia et Yorou 2014). Aucune espèce n'a obtenu la valeur d'usage totale maximale (9) car les valeurs d'usages médicinales et commerciale sont nulles ou très faibles pour la majorité des espèces. Les espèces ayant une valeur d'usage totale supérieure ou égale à 3, dans au moins l'une des ethnies sont: *Auricularia* spp. *Pleurotus tuber-regium* et *Schizophyllum commune* qui sont toutes médicinales et commercialisées par les trois groupes ethniques. Les espèces ayant les plus grandes valeurs d'usage alimentaire comme *Auricularia* spp. *Termitomyces* spp., *Pleurotus* spp., *Lentinus squarrosulus*, *P. tuber-regium* et *Volvariella volvacea* sont parmi les plus citées dans la littérature des champignons comestibles en Afrique (Buyck 1994, Dijk *et al.* 2003, Codjia et Yorou 2014, Ndong *et al.* 2014; Omorefo *et al.* 2014).

Les Aka constituent le groupe ethnique détenant le plus de connaissances traditionnelles sur les produits forestiers et leurs usages car ils vivent en symbiose avec la forêt. A l'opposé, les Ngbaka qui ne sont plus trop en contact direct avec le milieu naturel et qui ne dépendent pas beaucoup des produits forestiers ont une faible connaissance des champignons. Les Mbatu possèdent des savoirs intermédiaires à celles de leurs voisins. En général, les résidents permanents de la forêt ont plus de connaissances endogènes sur les champignons que les autres (Codjia et Yorou 2014).

## REMERCIEMENT

Nous présentons nos remerciements aux populations de la Préfecture de Lobaye en particulier celles des villages Mbaïka, Zanga, Ouakombo, Boukoko, EGTB et Mbata pour leur collaboration et à l'ONG AGIR Centrafrique pour son soutien logistique sur le terrain. Nous reconnaissons aussi gracieusement les commentaires très utiles des deux reviewers.

## BIBLIOGRAPHIE

Anonyme (2001). Lanjack Entimau Wild life Sanctuary Sarawak, Malaysia – A conservation project supported by International Tropical Timber Organization. *IITTO/Forest Department Sarawak*, 47pp.

Anonyme (2014). Profil Humanitaire - Préfecture de la Lobaye Mise à jour juillet 2014. <https://www.humanitarianresponse.info/system/files/documents/files/Profil>

%20humanitaire%20pr%C3%A9fectorale%20LOBAYE%2014-07-16.pdf

Antonín V. (2007). Monograph of *Marasmius*, *Gloiocephala*, *Palaeocephala* and *Setulipes* in Tropical Africa. *Fungus Flora of Tropical Africa*, vol.1, 164 pp.

Anton V. (2013). Monograph of *Crinipellis* and *Chaetocalathus* in Tropical Africa, vol. 3, 42 pp.

Boulvert Y. (1986). Carte phytogéographique de la République Centrafricaine à 1/1 000 000. ORSTOM éd., Collection Notice Explicative 104, Paris 131p.

Buyck B. (1994) UBWOBA: Les champignons comestibles de l'ouest du Burundi. Administration Générale de la Coopération au Développement. *Publication Agricole*, 34, 118 pp.

Buyck B., Eyssartier G. & Kivaisi. (2000). Addition to the inventory of the genus *Cantharellus* (Basidiomycota, *Cantharellaceae*) in Tanzania. *Novo Heidwigia*, 71, 491–502.

Camou-Guerrero A., Reyes-García V., Martínez-Ramos M. & Casas A. (2008). Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: a gender perspective for conservation. *Human Ecology*, 36, 259–272.

Codjia J.T.C & Yorou S. N. (2014). Ethnicity and gender variability in the diversity wild useful Fungi in Pobe region, Benin. *Journal of Applied Biosciences*, 78:6729-6742.

De Kesel A., Codjia J.T.C. et Yorou S.N. (2002). *Guide des champignons comestibles du Bénin*. Cotonou, Jardin Botanique National de Belgique et Centre International Eco développement Intégré (CECODI), 275 pp.

Dijk H V. Onguene N.A. Kuyper T.H. (2003). Knowledge and utilization of edible mushrooms by local populations of the rain forest of South Cameroon. *Ambio*, 32(1): 19–23.

Dossou M.E., Houessou G.L., Lougbégnon O.T., Tenté A.H.B. & Codjia J.T.C., (2012). Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *TROPICULTURA*, 30(1), 41–48.

Ducouso M., Ba A.M. & Thoen D. (2003). Les champignons ectomycorhiziens des forêts naturelles et des plantations d'Afrique de l'Ouest: une source de champignons comestibles. *Bois et forêts des tropiques*, 275(1), 51–63.

Eyi-Ndong H., Degreef J. & De Kesel A. (2011). *Champignons Comestible des Forêts denses d'Afrique centrale Taxonomie et Identification*. *Abc Taxa*, 10, 254pp.

- Eyi-Ndong H., MOUNGUENGUI S., ATTÉKÉ C. & NDONG G.O. (2014). Variation of the Consumption of Mushrooms by Pygmies and Bantus in the North of Gabon. *Advances in Microbiology*, 4, 1212–1221.
- Härkönen, M., Niemelä, T. & Mwasumbi, L. (2003). *Tanzanian mushrooms. Edible, harmful and other fungi*. Norrlinna, 10, 1-200.
- Hawksworth D.L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105, 1422–1432.
- Heim R. (1963). La nomenclature mycologique des Lissongos. *Cahiers de la Maboké*; 1(2), 77–85.
- Heim R. (1977). *Termites et Champignons. Les champignons termitophiles d'Afrique noire et d'Asie méridionale*. Paris: Ed. Boubée. 205 p.
- Kouagou Yayoro Y.R. (2012). Contribution à l'inventaire ethnobiologique des champignons comestibles en vue d'un essai de domestication. *Non Wood Forest Product*, 24, 49.
- Malaisse F., De Kesel A., N'Gasse G. & Lognay G. (2008). Diversité des champignons consommés par les pygmées Bofi de la Lobaye République Centrafricaine. *Geo-Eco-Trop*, 32, 1-8.
- Omrefosa O.O., Okhuoya A.J., Dania AT. (2014). Ethnomycological Conspectus of West African Mushrooms: An Awareness Document Osemwegie. *Advances in Microbiology* 4, 39-54
- Rammeloo J. & Walley R. (1993). The edible of Africa South of Sahara: literature survey. *Scripta Botanica Belgica* , 5, 1–62.
- Philips O. & Gentry A.H. (1993). The useful plants of Tambopata, Peru. II Statistical hypothesis tests with a new quantitative technique. *Economic Botany*, 47(1), 33–43.
- Yorou N.S., De Kesel A., Sinsin B. & Codjia J.C. (2002). Diversité et productivité des champignons comestibles de la forêt classée de Wari-Marô (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Systematic and Geographic of Plants*, 71, 613–625.
- Yun W. & Hall I. R. (2004). Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany*, 82, 1063–1073.



## Evaluation du processus de la restauration écologique au cours de la dynamique post-culturelle: cas des jachères du Burundi

Bangirinama Frédéric<sup>1</sup>, Havyarimana François<sup>2</sup> & Hakizimana Paul<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecole Normale Supérieure (ENS), B.P. 6983, Bujumbura, Burundi

<sup>2</sup> Université du Burundi (UB), B.P. 2700, Bujumbura, Burundi

Auteur correspondant: Bangirinama Frédéric, E-mail: [bangifre2003@yahoo.fr](mailto:bangifre2003@yahoo.fr)

Reçu: le 10 Octobre 2015

Accepté: le 31 Mars 2016

Publié: le 20 Mai 2016

### RESUME:

**Mots clés :** Reconstitution, Services écologiques, indicateurs, succession.

Les jachères représentent, d'une part, une voie de reconstitution des services écologiques des milieux naturels et constituent, d'autre part, un champ expérimental de choix pour une approche naturaliste en vue d'étudier la résilience écologique et la dynamique temporelle des écosystèmes. Le suivi dans le temps de cette dynamique nécessite des outils pertinents (indicateurs) pouvant révéler les différents stades de cette succession écologique. Dans cette étude, nous partons de l'hypothèse que les traits biologiques subissent le long de l'échelle temporelle de la succession écologique des changements indicateurs des différents stades de l'évolution. Nous modélisons les différents stades de la recolonisation post culturale à travers l'évolution dans le temps des paramètres et des groupements floristiques. Nous déterminons le stade actuel et extrapolons les chances de la reconstitution de la végétation initiale qui occupait les jachères étudiées récemment mises en défens pour des soucis de restauration écosystémique.

### ABSTRACT

**Key words:** Reconstitution, ecological services, indicators, succession

Fallows represent, on one hand, a way of reconstitution of ecological services of natural areas and constitute, on the other hand, a best experimental case for a naturalist approach with a view to studying ecological resilience and temporal dynamic of ecosystems. The monitoring in the time of this dynamics requires pertinent tools (indicators) that can reveal the different stadiums of this ecological succession. In this study, we leave the hypothesis which biological traits change in time along the ecological succession according to the different stadiums of dynamic evolution. We model the different stadiums of the post-cultivation dynamic across evolution in the time of floristic traits and associations. We determine the current stadium and deduct the trajectory of the natural restoration of the initial vegetation which occupied fallows studied before they have been unsettled.

## I. INTRODUCTION

La régénération naturelle est la faculté d'un écosystème à se reconstituer spontanément, après destruction de tout ou partie du couvert forestier. Dans le fonctionnement normal, le maintien de la communauté est assuré par le remplacement d'individus morts par d'autres (Serpantié & Devineau, 1991). Les anciennes friches abandonnées et mises en jachères constituent un bon exemple de régénération naturelle connue sous le vocable de dynamique post-culturelle.

Les jachères représentent, d'une part, une voie de reconstitution des potentiels biologiques des milieux naturels et constituent, d'autre part, un champ expérimental de choix pour une approche naturaliste en vue d'étudier la résilience écologique et la dynamique temporelle des écosystèmes (Serpantié & Devineau, 1991). Ce processus écologique dépend des capacités

individuelles de reproduction des espèces et concerne la dynamique de leurs populations.

Le suivi dans le temps de cette dynamique nécessite des outils pertinents pouvant révéler les différents stades de cette succession écologique. Dans cette étude, nous partons de l'hypothèse que les traits biologiques subissent le long de l'échelle temporelle de la succession écologique des changements indicateurs des différents stades de l'évolution. Nous modélisons les différents stades de la recolonisation post culturale à travers l'évolution dans le temps des paramètres floristiques entre autres les types biologiques, les types phytogéographiques, les types foliaires et les types des diaspores. L'objectif final est d'identifier les chances de reconstitution de la végétation initiale qui occupait les jachères limitrophes de la réserve naturelle récemment mises en défens pour des soucis de restauration écosystémique.

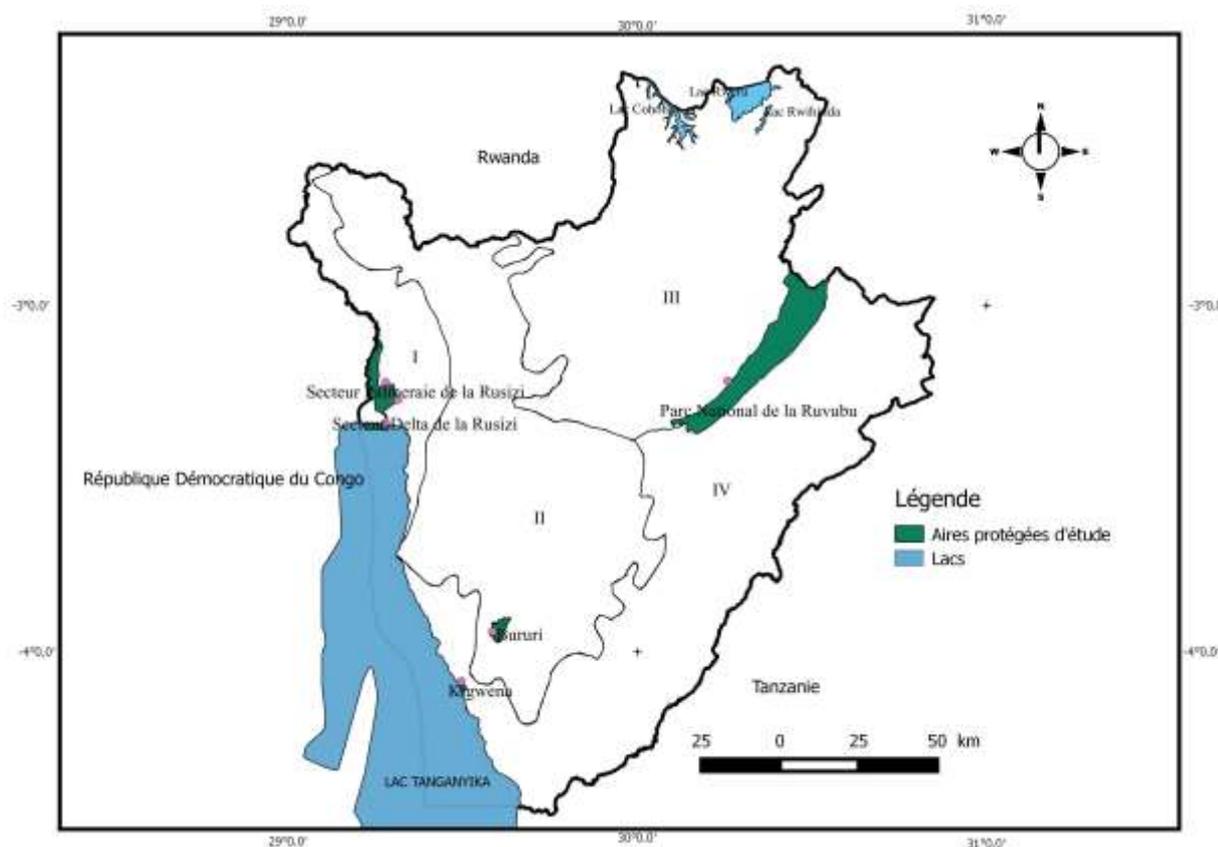
## II. METHODOLOGIE

### II.1. Sites d'étude

Cette étude a été effectuée dans la périphérie de quatre aires protégées du Burundi (Réserves Naturelles Forestières de Kigwena et de Bururi, Parcs Nationaux

de la Ruvubu et de la Rusizi) choisies en considérant les districts phytogéographiques du Burundi.

Cinq sites ont été échantillonnés à savoir Rukoko dans le secteur Palmeraie, les rives de la grande Rusizi pour le secteur Delta, Bibara pour le Parc National de la Ruvubu, rive ouest pour la Réserve Naturelle Forestière de Bururi et la partie savane du la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena (figure 1).



**Figure 1. Localisation des stations échantillonnées dans les districts phytogéographiques du Burundi (I: district du Graben occidental, II: district du Rwanda-Burundi, III district afromontagnard et IV: district du Mosso et de la Malagarazi) (carte digitalisée et modifiée à partir de Lewalle, 1972).**

### II.2. Collecte des données

L'approche synchronique a été retenue pour cette étude de la succession post-culturale. Les relevés phytosociologiques ont été effectués sur plusieurs types de jachères situés dans la périphérie des aires ci-haut identifiées. Ces jachères ont été réparties en trois classes d'âge (0-2 ans, 3-5 ans et plus de 5 ans). L'âge de la jachère a été déterminé sur base d'une enquête menée auprès de la population riveraine.

En deux années (2007 et 2008), 150 relevés phytosociologiques ont été effectués selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). La nomenclature adoptée pour les différents taxons inventoriés est celle de Lebrun & Stork (1991-1997). Pour chaque relevé, un échantillon de terre a été pris selon la séquence linéaire diagonale (cinq prises de terres : quatre aux extrémités de la surface du relevé et une au centre de la surface). C'est sur l'échantillon composite qu'a été mesurée l'acidité actuelle (pH H<sub>2</sub>O) (Baize, 1988).

L'appréciation de la texture du sol a été faite sur les fractions fines (< 2 mm) à l'aide du triangle des textures (Duchaufour, 1997). L'altitude a été mesurée à l'aide du GPS Garmin 78.

### II.3. Evaluation du processus de la restauration écologique

#### II.3.1. Définition de l'état de départ et état actuel

La restauration est donc une démarche en plusieurs étapes : (i) analyse de l'état de départ avant perturbation, (ii) caractéristiques de l'état actuel et (iii) définition du système de référence. Le suivi-évaluation de la restauration nécessite un certain nombre de descripteurs (indicateurs).

Suivre la dynamique de la végétation dans le sens d'estimer le degré du rétablissement nécessite une combinaison de connaissances sur la structure préexistante de l'écosystème endommagé, sa composition et son fonctionnement.

L'analyse de l'état de départ doit donc permettre d'améliorer la connaissance de l'écosystème de départ avant toute intervention afin de conforter les constats préalables et de mieux cerner les objectifs de l'action restauratrice. L'état actuel reflète les résultats de cette entreprise (Triolo, 2005).

Dans cette étude, nous partons d'un ensemble de jachères d'âge différent et qui se sont mises en place depuis les années 1993. Pour suivre le processus de restauration de ces écosystèmes, nous avons regroupé les jachères inventoriées en trois stades d'évolution selon l'âge d'abandon cultural soient 0-2 ans comme état initial de la restauration, 3-5 ans pour le stade intermédiaire et plus de 5 ans comme le stade actuel.

### **II.3.2. Définition du système de référence**

L'évaluation de l'atteinte de résultats escomptés requiert une mise en place d'un système de référence. Cette étape consiste à définir l'état souhaitable choisi parmi plusieurs états alternatifs, possibles et accessibles (Le Floc'h & Aronson, 1995). Le choix d'un système de référence est fonction de l'état des ressources de l'écosystème et des usages qu'on aimerait adopter (Donadieu, 2002). Il doit tenir compte des avantages que l'on espère rétablir écologiques, touristiques ou socio-économiques. Cette étape permet en plus de choisir le type d'intervention (active ou passive) compte tenu des objectifs que l'on s'est fixés.

D'après Aronson (2002), cet état de référence doit être identifié afin de (i) caractériser la cible (écosystème originel ou choisi) par sa composition, sa structure et son fonctionnement par rapport à l'existant, (ii) déterminer les facteurs de la dégradation ou transformation, (iii) définir ce qui doit être fait pour restaurer, réhabiliter ou rajeunir l'écosystème et (iv)

choisir les critères ou indicateurs à mesurer pour évaluer le succès des traitements ou expérimentations entreprises.

Cet état de référence est alors idéalement l'état dans lequel se trouvait l'habitat avant qu'il soit modifié directement (destruction et prélèvements) ou indirectement (invasions biologiques) par l'homme. Cet état idéal est souvent difficile voire impossible à atteindre si l'écosystème a subi des dommages irréversibles comme l'extinction de certaines espèces et la modification profonde du sol (Bouzellé, 2007). De plus, l'état originel dans lequel se trouvait l'écosystème est généralement très difficile à déterminer par manque de données historiques fiables et quantitatives sur leur composition, leur structure et leur dynamique. Cependant, dans certains cas, l'état idéal peut être défini grâce à la proximité d'écosystèmes similaires pas ou très peu modifiés par l'homme

Dans cette étude, l'objectif est de voir se reconstituer progressivement la biodiversité des parties des aires protégées défrichées pendant la crise. Nous pensons que la suppression des perturbations (les défrichements, les incendies et les pâturages) qu'ont connues ces espaces par la mise en défens conduira naturellement à la réparation de processus écologiques. Mais à quel degré et sous quel rythme? Les conclusions nous permettront de proposer d'éventuelles interventions actives pour accélérer ou débloquer le processus (Roselt/Oss, 2004).

Dans cette étude, nous visons l'atteinte d'un état reflétant la structure, la composition et le fonctionnement des écosystèmes représentés par le noyau des aires protégées prospectées et qui sont restées relativement intactes ces dernières années. Le tableau 1 fournit la composition floristique des aires protégées retenues comme écosystèmes de référence.

**Tableau 1.** Définition des écosystèmes de référence sur base de la diversité floristique des aires protégées explorées (Lewalle, 1972; Reekmans, 1980; Vande Weghe & Kabayanda, 1992)

Station	Ecosystème de référence	Espèces caractéristiques
Rusizi (palmeraie)	Savanes arborées et bosquets xérophiles	<i>Cabada farinosa</i> , <i>Euphorbia candelabrum</i> , <i>Commiphora madagascariensis</i> , <i>Lannea fulva</i> , <i>Hyphaene petersiana</i> , <i>Grewia similis</i> , <i>Acacia hockii</i> , <i>Holsundia opposita</i> , <i>Jasminum schimperi</i> , <i>Cissus rotundifolia</i> , <i>Hygrophila auriculata</i> , <i>Asparagus africanus</i> , <i>Sporobolus pyramidalis</i> , <i>Acacia sieberiana</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Pluchea ovalis</i>
Rusizi (delta)	Savanes boisées et savanes herbeuses	<i>Flueggia virosa</i> , <i>Hoslundia opposita</i> , <i>Ipomea cairica</i> , <i>Vernonia amygdalina</i> , <i>Phragmites mauritianus</i> , <i>Acacia polyacantha</i> , <i>Acacia sieberana</i> , <i>Pluchea ovalis</i> , <i>Cissampelos mucronata</i> , <i>Neorautanenia mitis</i> , <i>Cynanchum schistoglossum</i> , <i>Rhus longipes</i> , <i>Ipomea rubens</i> , <i>Momordica foetida</i> , <i>Teramnus labialis</i> , <i>Brachiaria decumbens</i> var. <i>ruziensis</i> (
Ruvubu	Savanes arborées	<i>Parinari curatellifolia</i> , <i>Combretum collinum</i> , <i>Loudezia simplex</i> <i>Pericopsis angolensis</i> , <i>Hymenocardia acida</i> , <i>Entada abyssinica</i> , <i>Hyparrhenia</i> ssp., <i>Andropogon</i> ssp., <i>Acacia abyssinica</i> , <i>Anisophyllea boehmii</i> , <i>Albizia adianthifolia</i> <i>Annona senegalensis</i> , <i>Albizia antunesiana</i> , <i>Protea madiensis</i> , <i>Securidaca longipendunculata</i>
Bururi	Forêt ombrophile de montagne	<i>Entandrophragma excelsum</i> , <i>Parinari excelsa</i> , <i>Chrysophyllum gorungosanum</i> , <i>Albizia gummifera</i> , <i>Podocarpus milanjanus</i> , <i>Carapa grandiflora</i> , <i>Anthothis pynaertii</i> , <i>Strombosia scheffleri</i> , <i>Maytenus acuminata</i> , <i>Dracaena afromontana</i> , <i>Syzygium guineense</i> , <i>Tabernaemontana johnstonii</i> , <i>Lindackeria kivuensis</i> , <i>Symphonia globulifera</i> , <i>Securidaca wehritschii</i> , <i>Anthothis pynaertii</i>
Kigwena	Forêt périguinéenne	<i>Newtonia buchanani</i> , <i>Psychanthus angolensis</i> , <i>Pseudospondias microcarpa</i> , <i>Campylospermum densiflorum</i> , <i>Maesopsis eminii</i> , <i>Spathodea campanulata</i> , <i>Myrianthus arboreus</i> , <i>Hugonia platysepala</i> , <i>Spathodea nilotica</i> , <i>Sterculia tragacantha</i> , <i>Leea guineensis</i> , <i>Macaranga spinosa</i> , <i>Glyphaea brevis</i> , <i>Albizia zygia</i> , <i>Dracaena steudneri</i> , <i>Dracaena afromontana</i>

### II.3.3. Etablissement des descripteurs ou indicateurs

La définition de l'état de référence va permettre d'orienter les travaux et les pratiques, mais également de déterminer des indicateurs qui serviront à évaluer les résultats de la trajectoire adoptée (Aronson *et al.*, 2002). Les indicateurs définis pour un projet de restauration doivent être complémentaires et fournir aux gestionnaires un bon tableau de bord pour leur permettre un suivi de gestion durable à l'échelle spatio-temporelle (Chauvin & Vallauri, 2002). Plusieurs scientifiques préconisent d'utiliser des indicateurs liés à la biodiversité, bien qu'ils soient conscients de la nécessité de développer également des indicateurs socio-économiques (Chapuis *et al.*, 2002).

Hormis la richesse et la diversité spécifique, les indicateurs les plus couramment utilisés sont l'abondance de toutes ou d'une partie des espèces présentes, leur degré de rareté, la superficie de l'habitat, le degré de naturalité ou de représentativité des espèces ou des communautés, la phytomasse, la  $\beta$  diversité, les spectres des formes de vie, la biomasse microbienne, les groupes fonctionnels d'espèces, ainsi que diverses caractéristiques liées aux usages (valeur touristique ou culturelle et halieutique) (Aronson *et al.*, 1993; Chauvin & Vallauri, 2002).

Dans cette étude de la dynamique post-culturelle, les indicateurs retenus sont entre autres le spectre des traits biologiques, les groupements végétaux, la dominance des différentes formes de vie et le degré de naturalité par rapport aux écosystèmes de référence (tableau 2).

**Tableau 2.** Indicateurs potentiels et mesurable retenus pour assurer le suivi du processus de la restauration écologique des stations explorées.

Caractéristiques	Indicateurs potentiels et mesurables
Physionomie et structure	Diversité floristique Groupements végétaux Spectre des formes de vie et de types foliaires
Colonisation et dispersion	Spectre des types de diaspores
Naturalité et maturité	Spectre des types phytogéographiques Proportion d'espèces endémiques
Représentativité	Proportion d'espèces indigènes
Invasion biologique	Proportion d'espèces exotiques
Persistance de perturbations	Proportion d'espèces pyrophiles Proportions de graminées pérennes Proportion d'adventices

### II.3.4. Evaluation

Le suivi permet de réaliser une évaluation de l'action restauratrice et d'adopter les mesures correctives nécessaires pour atteindre l'objectif fixé. L'évaluation d'une action de restauration peut conduire à deux grands types de constats : confirmation de la réussite de la restauration ou blocage du processus (Guénaud & Beaudoux, 1996). La confirmation peut être partielle et cela signifie que l'écosystème actuel a atteint un stade intermédiaire plus avancé. Dans ce cas, on dira que l'écosystème a été réhabilité.

Dans le cas de blocage du processus, il convient de définir certaines modalités d'intervention pouvant remettre la succession sur la trajectoire de restauration. On peut également conclure que l'écosystème a déjà dépassé le seuil d'irréversibilité et recourir à une simple réaffectation ou réallocation de l'écosystème à d'autres usages (Aronson *et al.*, 1993; Triolo, 2005; Bouzillé, 2007).

Dans cette étude, nous identifierons les espèces caractéristiques de l'écosystème de référence présentes dans le stade le plus avancé (état actuel) en vue de décider du statut (réussite ou blocage) de la restauration passive. Nous donnerons par après quelques actions à envisager pour les stations en situation de blocage de la succession.

## III. RESULTATS

### III.1. Evolution des formes biologiques le long de la dynamique post-culturelle

Les résultats de cette étude montrent une variabilité de formes de vie au cours de la succession post-culturelle (tableau 3). Les jeunes jachères recrutent préférentiellement les espèces thérophytes. Les stades intermédiaires connaissent un épanouissement remarquable des espèces chaméphytes et hémicryptophytes tandis que les stades avancés sont dominés de phanérophytes.

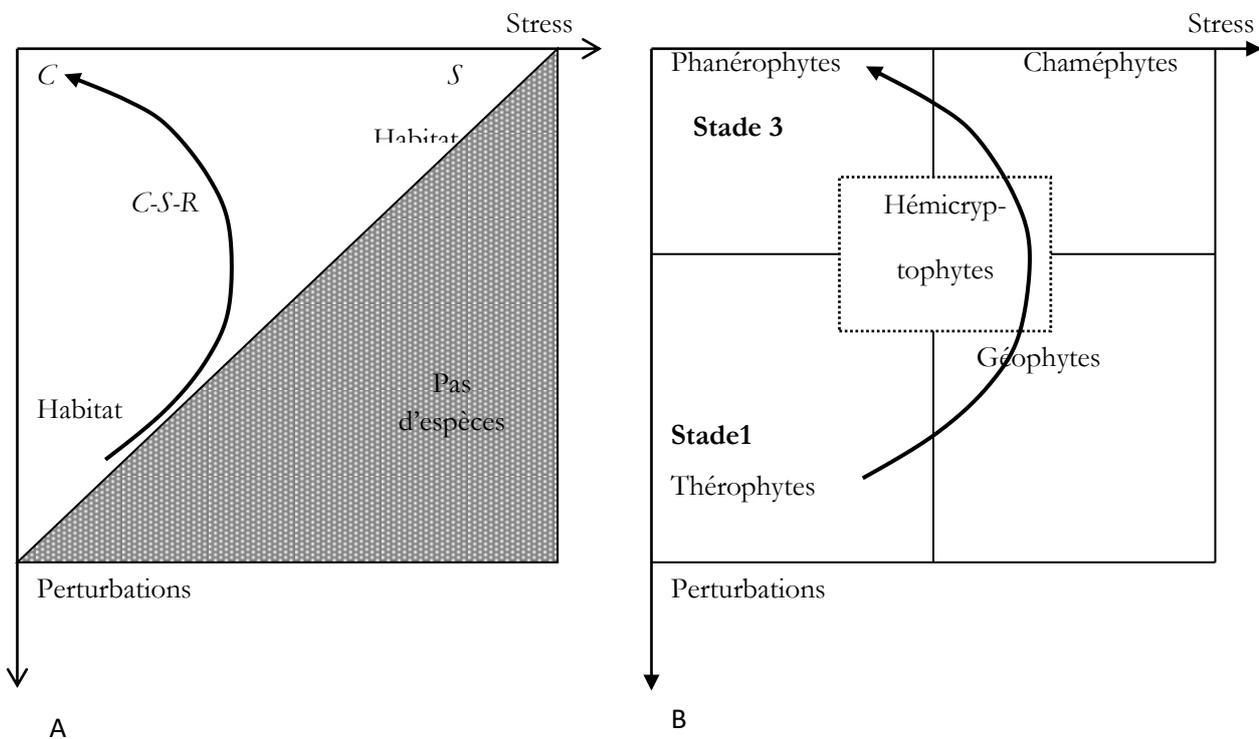
**Tableau 3.** Evolution générale des formes de vie (%) au cours de la succession post-culturelle (P: phanérophytes, T: thérophytes, Ch: chaméphytes, Gé: géophytes, Ep: épiphytes et Hc: hémicryptophytes).

	P	T	Ch	Ep	Gé	Hc
Stade 1	13,7	43,2	27,7	0,0	8,4	6,9
Stade 2	26,3	25,1	27,1	0,0	9,5	11,9
Stade 3	48,1	12,0	19,4	0,6	9,9	10,0

### III.2. Trajectoires de la succession post-culturelle

La trajectoire suivie par la courbe de la succession post-culturelle présente la même allure dans les cinq stations étudiées. Elle commence par des espèces thérophytes, recrute dans les stades intermédiaires des espèces hémicryptophytes pour tendre vers les stades pré-forestiers dominés par les espèces phanérophytes.

La figure 2 montre le parallélisme entre cette évolution temporelle des formes de vie avec les stratégies adaptatives développées par Grime (1979). Ce dernier préconise qu'au cours de la succession post-culturelle, les jeunes jachères recrutent préférentiellement les espèces à stratégie rudérale (R), puis les espèces compétitrices-stress-tolérantes (C-S-R) pour les stades intermédiaires et enfin, les espèces compétitrices (C) dans les stades avancés.



**Figure 2.** Parallélisme entre les stratégies adaptatives de Grime et l'évolution des formes de vie sur la trajectoire de la succession post-culturelle. **A:** Stratégies adaptatives le long de la trajectoire de la succession écologique (Grime, 1979), **B:** Evolution des formes de vie le long de la trajectoire de la succession écologique.

### III.3. Identification des groupes fonctionnels le long de la succession post-culturelle

L'analyse de la fréquence des espèces au cours de la dynamique post-culturelle a permis de distinguer trois groupes fonctionnels:

- Le premier groupe est constitué d'espèces phanérophytes à évolution nettement croissante et comprend, à son tour, trois sous-groupes (tableau 4).

- Le deuxième groupe comprend les espèces phanérophytes à évolution décroissante. Il s'agit de *Crotalaria dewildemaniana*, *Acalypha manniana*, *Hyptis suaveolens*, *Ricinus communis*, *Verbena officinalis* et *Urena lobata*.
- Le troisième groupe est consacré aux espèces thérophytes à évolution nettement décroissante au cours de la succession. Il s'agit de *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides*, *Aspilia helianthoides*, *Bothriocline longipes*, *Cassia occidentalis*, *Conyza aegyptiaca*, *Euphorbia hirta*, *Melinis repens* et *Pseudoeriosema boriannii*.

**Tableau 4.** Groupe de phanérophytes à évolution nettement croissante (sous-groupe 1: croissance très hautement significative, sous-groupe 2: croissance hautement significative et sous-groupe 3: croissance significative).

Sous-groupe 1	Sous-groupe 2	Sous-groupe 3
<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	<i>Lantana camara</i>	<i>Alchornea cordifolia</i>
<i>Cassytha filiformis</i>	<i>Pittosporum viridiflorum</i>	<i>Bridelia brideliifolia</i>
<i>Dissotis trothae</i>	<i>Rhus crenulata</i>	<i>Cissus oliveri</i>
<i>Dodonaea viscosa</i>	<i>Rhus natalensis</i>	<i>Cissus rotundifolia</i>
<i>Flueggea virosa</i>	<i>Rhus pyroides</i> var. <i>pyroides</i>	<i>Jatropha curcas</i>
<i>Grewia flavescens</i>	<i>Rytigynia kiwuensis</i>	<i>Keetia venosa</i>
<i>Grewia similis</i>	<i>Xymalos monospora</i>	<i>Pavetta ternifolia</i>
<i>Harungana madagascariensis</i>		<i>Albizia gummifera</i>
<i>Hoslundia opposita</i>		<i>Anisophyllea boehmii</i>
<i>Margaritaria discoidea</i>		<i>Cynanchum schistoglossum</i>
<i>Parinari curatellifolia</i>		<i>Dracaena afromontana</i>
		<i>Hymenocardia acida</i>
		<i>Keetia hispida</i>
		<i>Pericopsis angolensis</i>
		<i>Syzygium guineense</i>
		<i>Vernonia amygdalina</i>

### III.4. Variabilité des groupements végétaux au cours de la dynamique post-culturelle

Au cours de la dynamique post-culturelle, il y a lieu de mettre en évidence un phénomène de remplacement des groupements végétaux depuis les jeunes jachères vers les jachères plus âgées. Les jeunes jachères du Burundi renferment des groupements culturels et post-culturels. Les jachères des stades intermédiaires sont dominées par des groupements presque monospécifiques. C'est dans les jachères des stades avancés que nous retrouvons les groupements des forêts secondaires susceptibles de reconstituer les forêts denses. L'agencement des photos des groupements décrits a permis de présenter la succession écologique progressive ou régressive des sites étudiés.

La succession écologique du site explorée à Kigwena montre que les jeunes jachères constituées par les groupements à *Hyptis suaveolens* et à *Panicum maximum* peuvent évoluer en groupements des stades intermédiaires à *Hyparrhenia diplandra* et à *Loudetia arundinacea*. Ces derniers évolueront vers les groupements à *Marigartaria discoidea* (figure 3).

Si la succession poursuit sa trajectoire normale, le stade forestier à *Pycnanthus angolensis* sera atteint en passant par un stade préforestier dominé par *Alchornea cordifolia*, *Macaranga schweinthurtiana* et *Anthocleista schweinthurtii*.

A Bururi, la succession progressive permettra de passer du stade à *Digitaria abyssinica* et à *Bothriocline longipes* respectivement sur sol pauvre et riche vers un

stade intermédiaire à *Lobelia giberroa* souvent de bas fond sur sol très riche et ce dernier pourra évoluer vers le stade préforestier et vers la forêt dense à long terme (figure 4). Toutefois, en cas de régression, le stade à *Lobelia giberroa* peut évoluer vers le stade à *Pteridium aquilinum* et *Virectaria major* ou à *Kotschyia africana*. Le retour à la trajectoire normale progressive dépendra de la fertilité du sol. Le stade à *Pteridium aquilinum* et *Virectaria major* apparaissant après le défrichement peut évoluer en stade à *Lobelia giberroa* sur un sol riche ou à *Kotschyia africana* sur un sol pauvre.

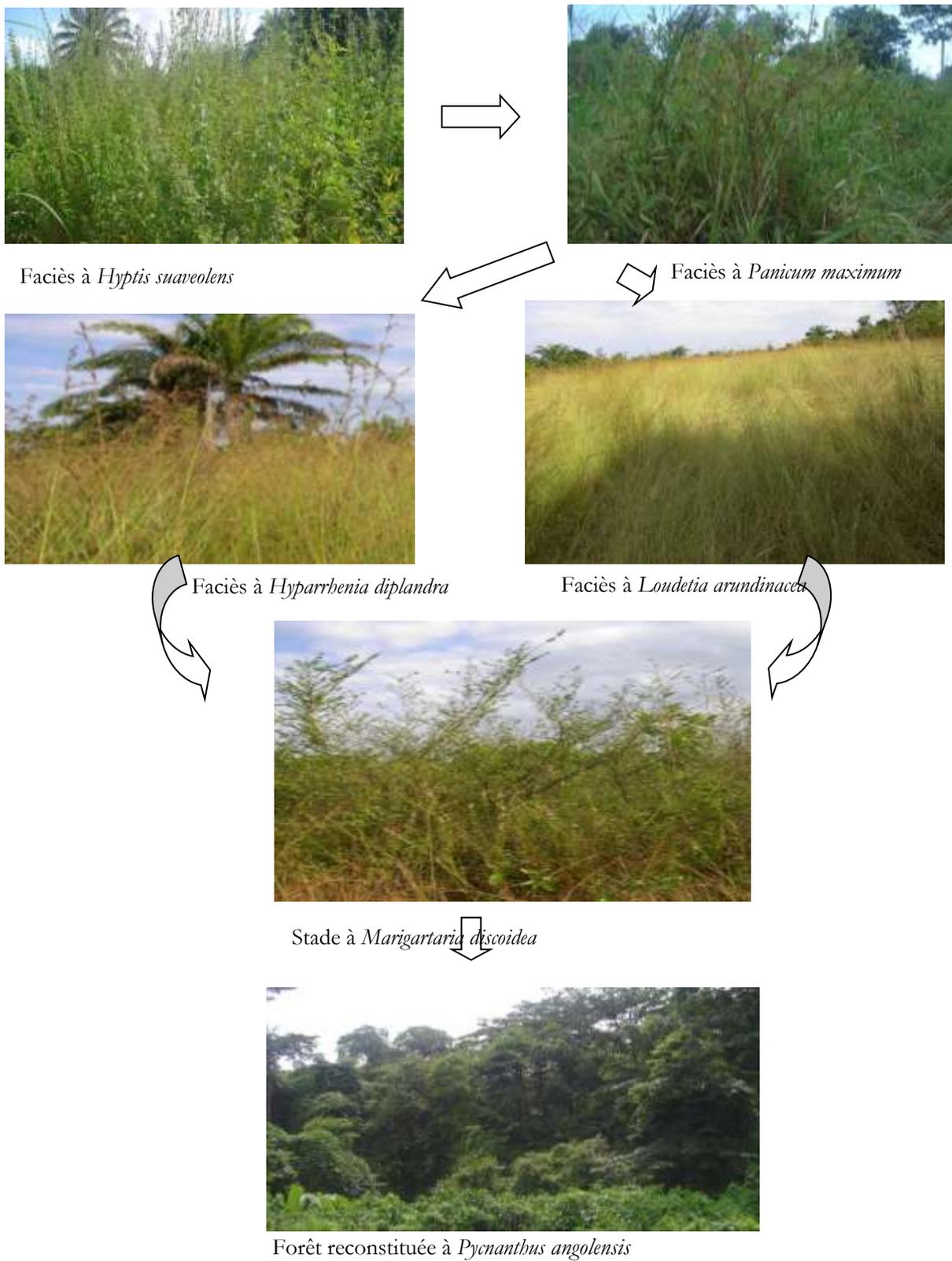
Dans le site de la Ruvubu, les stades jeunes sont dominés par *Alternanthera pungens*, *Setaria pumila* et *Conyza aegyptiaca* (figure 5). La première espèce, provenant d'Amérique tropicale et envahissante, se développant sur des sols surexploités et devenus très pauvres, pourra évoluer vers le Facies à *Conyza aegyptiaca* une fois qu'une compétition accrue avec *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa* et *Galinsoga parviflora* après amélioration de la fertilité du sol. Ainsi, la succession pourra évoluer vers la savane herbeuse à *Loudetia simplex* ou *Hyparrhenia* sp.

A la station de la Rusizi, le secteur palmeraie affiche un degré de dégradation croissant (figure 6). Le constat est que les jeunes jachères constituées par les groupements à *Cassia occidentalis* et à *Hygrophila auriculata* peuvent évoluer en groupements des stades intermédiaires à *Opuntia vulgaris* et à *Solanum incanum*. Ces derniers évolueront vers les groupements à *Grewia flavescens* et *Hoslundia opposita* avant d'atteindre à long terme le stade de savane à *Hyphaene petertiana* et *Euphorbia candelabrum*.

Des espèces exotiques comme *Opuntia vulgaris*, *Cassia occidentalis*, *Lantana camara*, etc. sont en pleine évolution et pourront nuire à cette succession écologique.

Enfin, dans le secteur delta de la Rusizi, les jeunes jachères à *Triumfetta rhomboidea* peuvent évoluer vers un stade intermédiaire à *Pluchea ovalis* ou régresser par envahissement de *Lantana camara* (figure 7).

En cas d'inondation intense sur plusieurs années, *Pluchea ovalis* pourra céder la place à une phragmitae. Dans cette station, le faciès à *Phragmites mauritanus* est en pleine régression suite à la colonisation et l'étouffement par *Cassytha filiformis*.



**Figure 3:** Succession écologique à la station de Kigwena

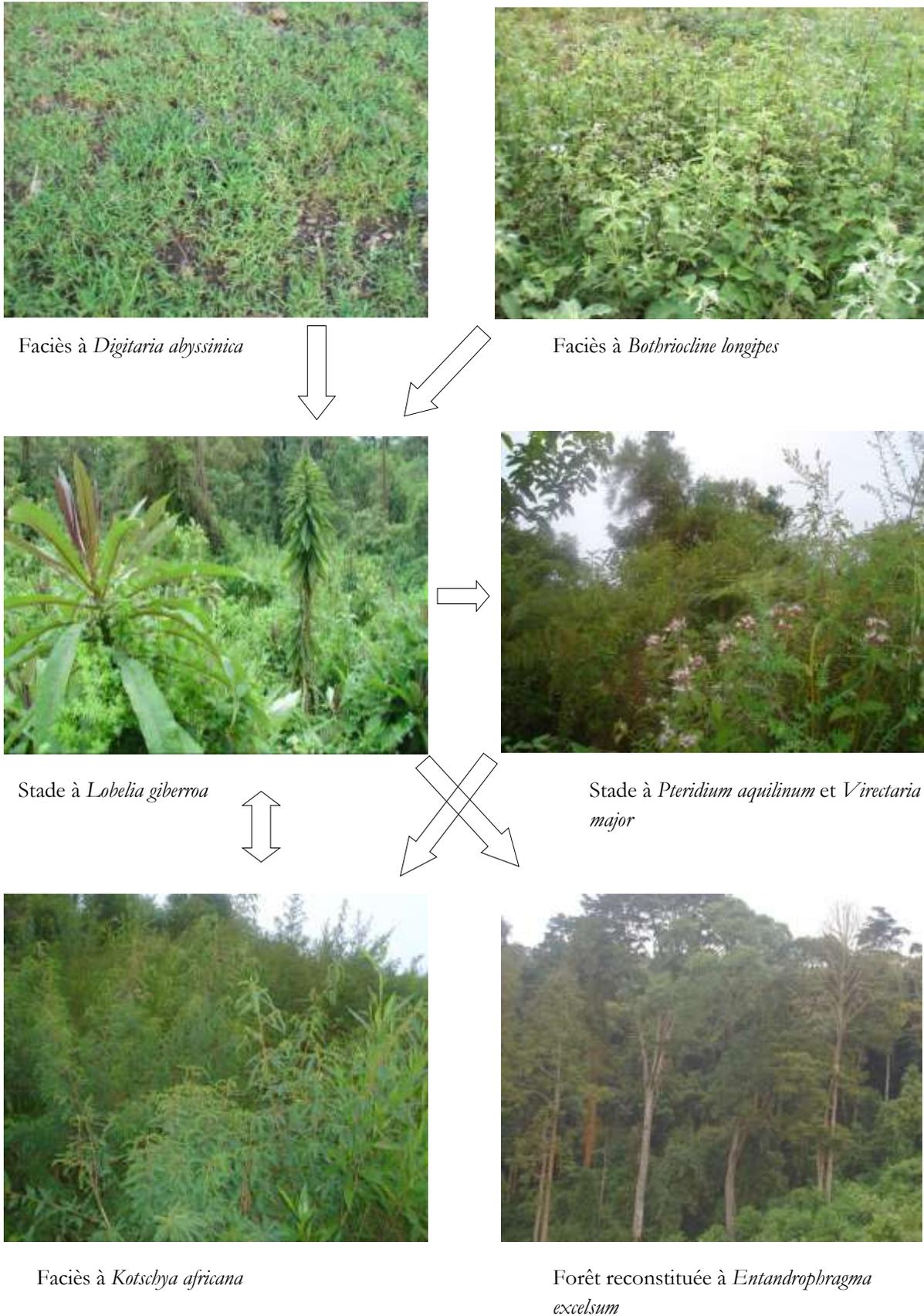


Figure 4: Succession écologique à la station de Bururi

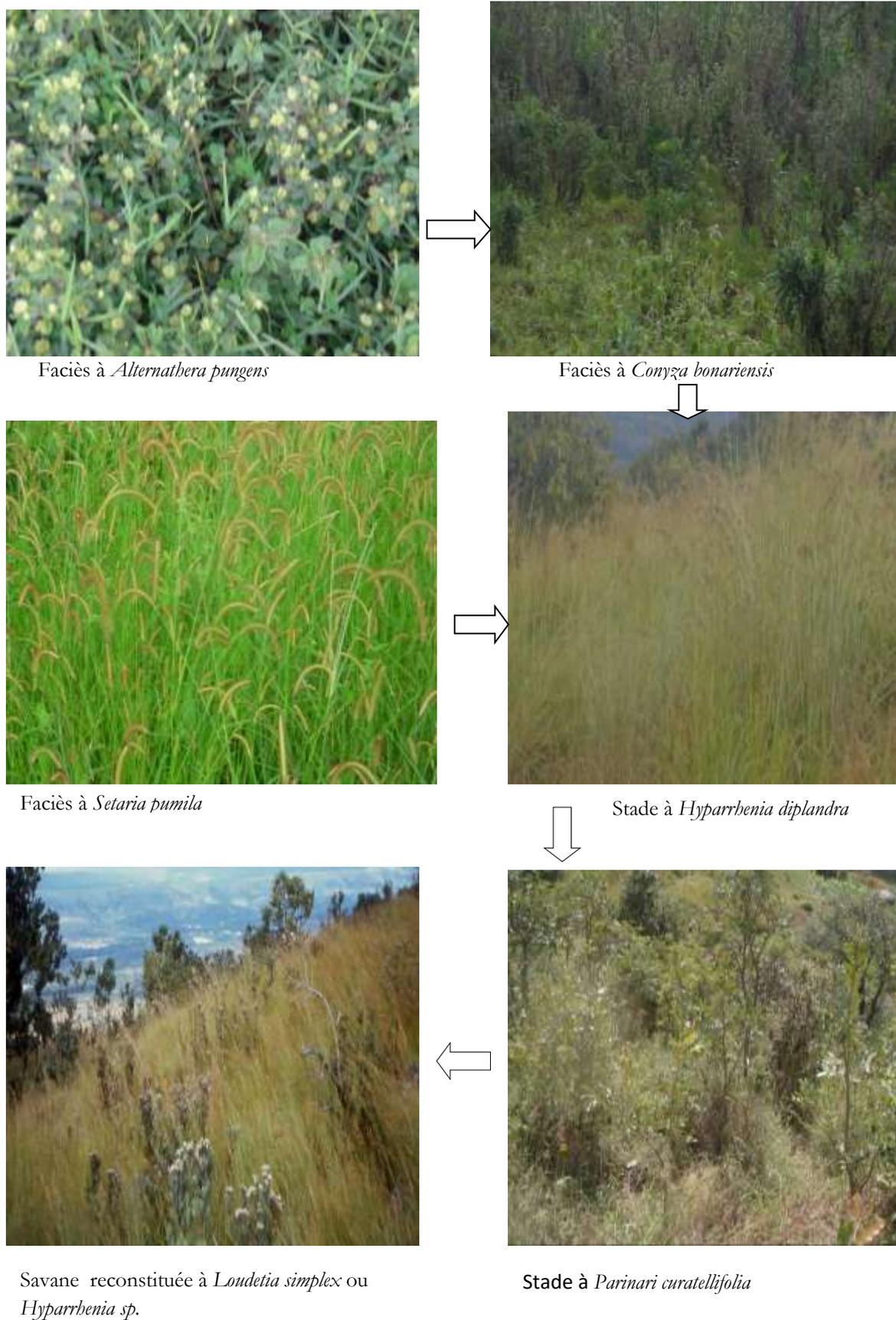


Figure 5: Succession écologique à la station de la Ruvubu

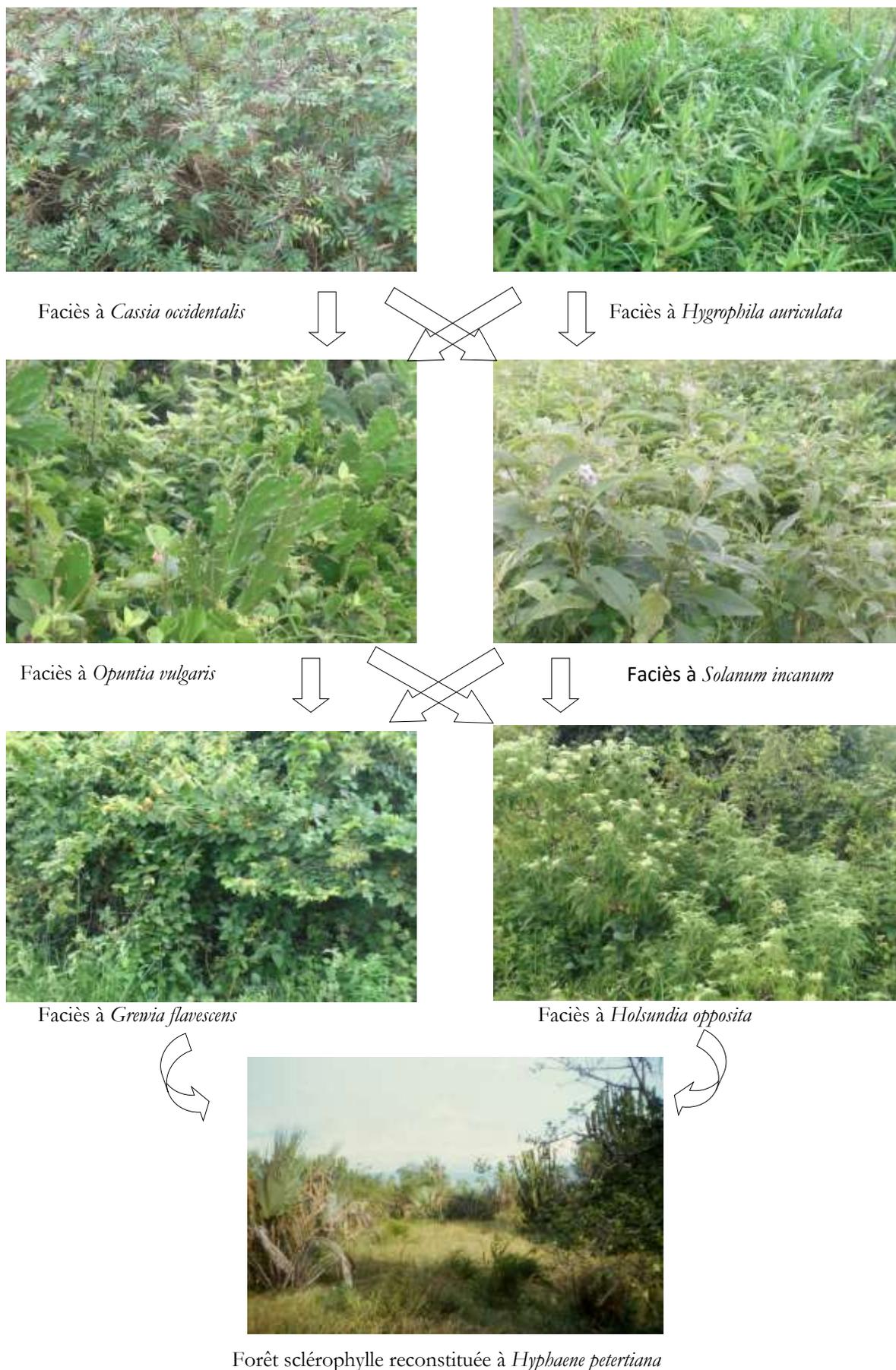
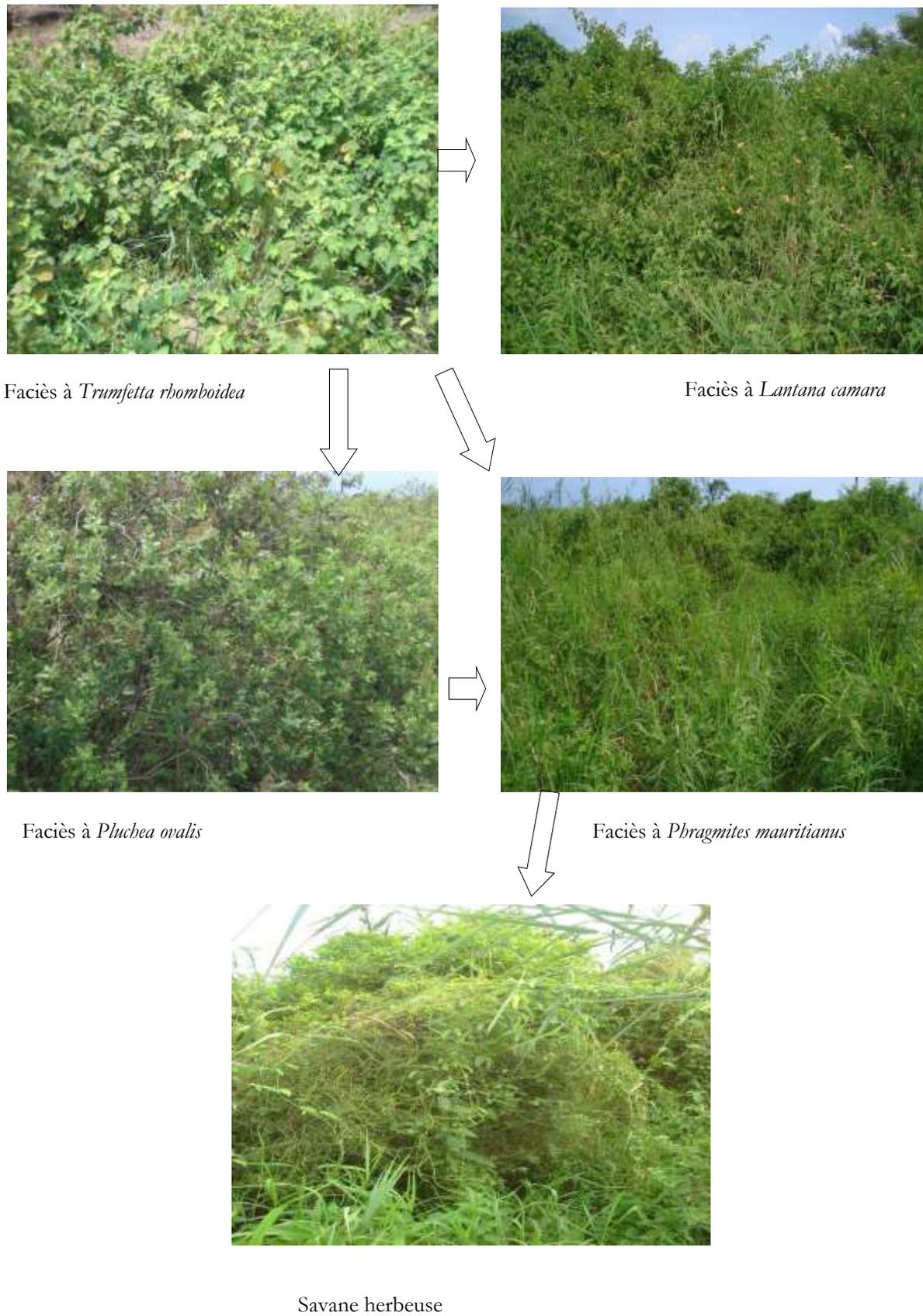


Figure 6: Succession écologique à la station de la Rusizi palmeraie



**Figure 7:** Succession écologique à la station de la Rusizi delta

## IV. DISCUSSION

### IV.1. Stratégies adaptives au cours de la succession

Il existe une variabilité de formes de vie, de types de diaspores et de dimensions foliaires au cours de la succession post-culturale. Les jeunes jachères recrutent préférentiellement les espèces rudérales "R", thérophytes à diaspores anémochores. Ces espèces de début de la succession, *Cassia occidentalis*, *Euphorbia hirta*, *Triumfetta rhomboidea*, *Indigofera hirsuta*, *Achyranthes aspera*, *Oldenlandia herbacea*, *Digitaria abyssinica*, *Bothriocline longipes*, *Setaria pumila*, *Perotis patens*, *Alternanthera pungens* et *Vernonia perrottetii* investissent plus dans la reproduction. Elles ont une vitesse de croissance, une capacité photosynthétique et un taux de renouvellement des organes élevés (Grime, 2001).

Les stades intermédiaires connaissent un épanouissement remarquable des espèces chaméphytes et hémicryptophytiques. Il s'agit des graminées pérennes comme *Hyparrhenia* div. sp., *Loudetia* div. sp. et *Melinis minutiflora*. Comparativement au système de Grime, ce sont des stratégies C-S-R.

Les stades avancés sont dominés de phanérophyles de stratégie "C" à diaspores essentiellement zoochores. Ces ligneux (*Margaritaria discoidea*, *Anisophyllea boehmii*, *Grewia flavescens*, *Grewia similis*, *Kotschya africana* et *Parinari curatellifolia*) favorisent plus la conservation des ressources en investissant dans le maintien des feuilles à long terme. Les composés organiques sont préférentiellement investis dans les structures de soutien et protection (Wright *et al.*, 2004).

### IV.2. Vitesse de la succession et variabilité de groupements

L'analyse de la vitesse de la dynamique post-culturale à travers les proportions des différents traits biologiques met en évidence des différences inter-stations. Le facteur éco-climatique et pédologique

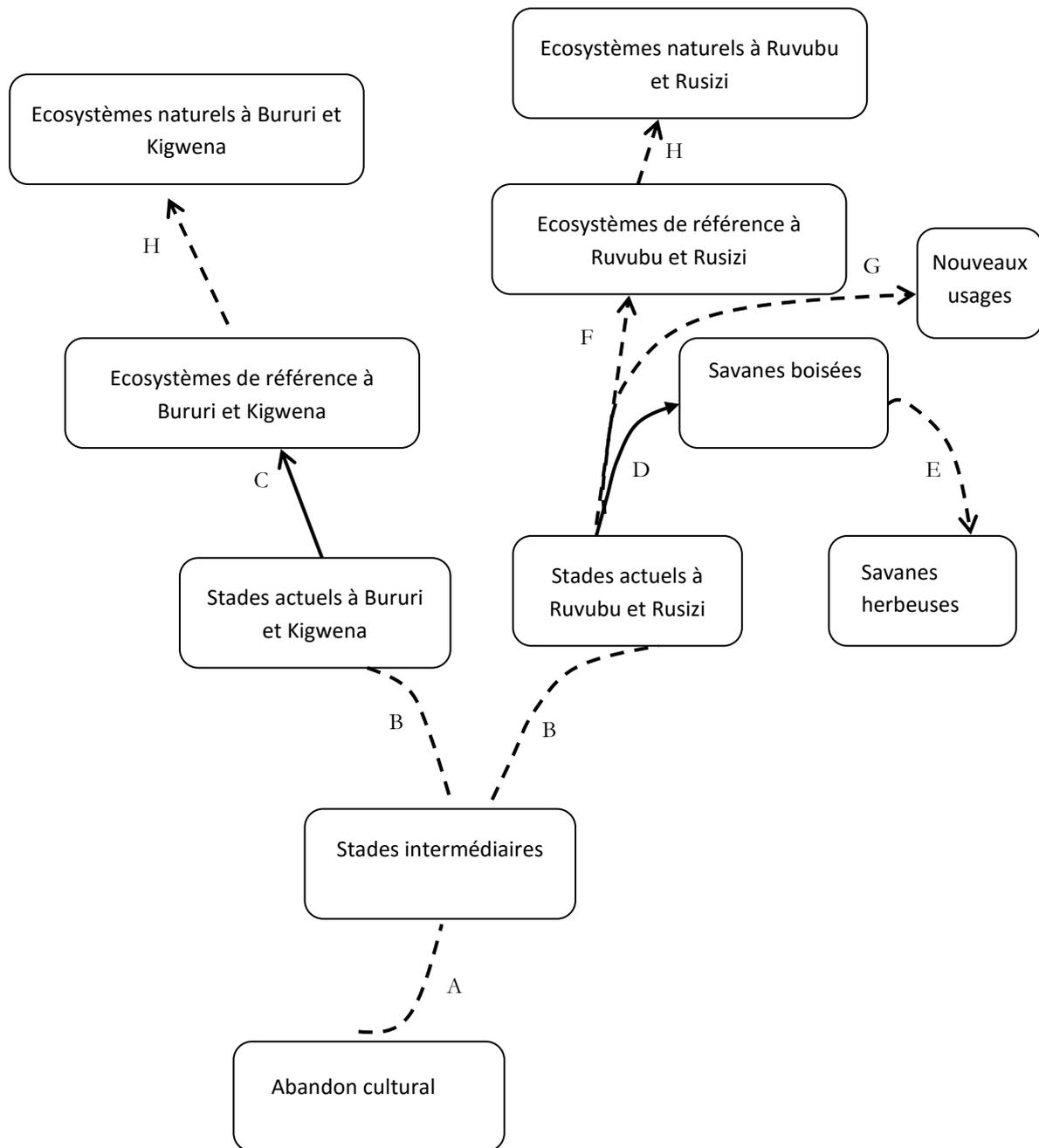
aurait un rôle à jouer. En effet, les stations humides (Bururi et Kigwena) tendent rapidement vers la formation des écosystèmes forestiers. La station de la Ruvubu, à pluviométrie moyenne, se contente d'une évolution vers des formations dégradées (savanes arborées) tandis que les stations de la plaine de la Rusizi, hautement perturbées par les piétinements du bétail, ont une succession à peine visible.

Grime (2001) a montré que la trajectoire suivie par la succession secondaire dépend fortement de la valeur productive de l'habitat considéré. Les stations présentant le potentiel élevé de productivité, comme les stations de Bururi et de Kigwena dans cette étude, présentent au même stade des biomasses élevées et tendent facilement vers les formations forestières. Les stations de Rusizi palmeraie et Rusizi delta présentent une évolution presque invisible.

Les jeunes jachères du Burundi renferment des groupements cultureux et post-cultureux similaires à ceux que Lubini (1982) et Nyakabwa (1982) ont décrits dans leurs études antérieures. La dominance des adventices des cultures, généralement annuelles ou bisannuelles, a été confirmée. Les jachères des stades intermédiaires sont dominées par des groupements presque mono-spécifiques. Cette végétation regroupe les savanes non steppiques de la région soudano-zambézienne. C'est dans les jachères des stades avancés que nous retrouvons les groupements des forêts secondaires susceptibles de reconstituer les forêts denses.

### IV.3. Evaluation du processus de la restauration écologique

Le suivi spatio-temporel de l'évolution des indicateurs pertinents a permis d'établir la trajectoire de succession écologique régressive ou progressive des sites étudiés. Les sites de Bururi et de Kigwena sont en pleine restauration naturelle (figure 8). Des actions de restauration nécessaires selon le site considéré sont proposées.



**Figure 8.** Evaluation de la trajectoire de restauration écologique et interventions appropriées pour les sites étudiés (A, B: restauration passive par mise en défens, C: tendances actuels de réhabilitation, D, E: tendances actuels de dégradation, F: restauration active, G: réaffectation, H: accompagnement par conservation et gestion durable).

Les sites de Bururi et de Kigwena sont en pleine restauration naturelle. Le suivi de la composition floristique montre que les espèces indigènes sont en plein essor tandis que les espèces opportunistes régressent.

A Bururi, la confrontation de la liste d'espèces indicatrices des jachères de plus de 5 ans avec celle d'espèces caractéristiques de l'écosystème de référence indique que 47% d'espèces indigènes des forêts montagnardes sont déjà présentes dans le stade actuel. Des espèces des forêts sclérophylles montagnardes et sub-montagnardes (*Pittosporum spathicalyx*, *Dodonea*

*viscosa*, *Rhus crenulata* et *Rhus pyroides*), des espèces des forêts secondaires montagnardes de l'ordre des *Polycietalia fulvae* (*Xymalos monospora*, *Bridelia brideliifolia* et *Pavetta ternifolia*) et une espèce (*Panicum monticola*) du sous-bois des forêts de montagne ont été observées.

La même situation a été observée à Kigwena où nous avons inventorié une espèce des forêts secondaires (*Anthocleista schweinfurthii*), une espèce des forêts trophiles (*Anisophyllea boehmii*) et deux espèces des savanes secondaires (*Margaritaria discoidea* et *Keetia hispida*) caractéristiques de l'écosystème de référence.

Les écosystèmes de Kigwena et de Bururi ont donc été réhabilités par la suppression de menaces perturbatrices (défrichements, incendies) et la limitation de prélèvements incontrôlés par la mise en défens.

Parlant des sites de Ruvubu et de Rusizi, la tendance des indicateurs montre que l'évolution n'est pas satisfaisante. Les perturbations (incendies, broutage et piétinement) n'ont pas disparu en témoigne la persistance à Ruvubu dans le stade actuel d'espèces pyrophiles (*Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida*, *Harungana madagascariensis*, *Entada abyssinica*, *Protea madiensis*) et d'espèces pérennes hémicryptophytiques (*Hyparrhenia* ssp. et *Loudetia* ssp.) caractéristiques du passage régulier du feu.

A Rusizi, la présence à l'état actuel d'espèces caractéristiques d'une forte pression anthropique (surpâturage, défrichements et exploitation du sable pour les constructions) hypothèque la réussite de la reconstitution des formations de référence de la région à *Strychnos potarum* et à *Euphorbia dawei* au sens de Lewalle (1972). L'autre menace relevée dans cette station est l'exubérance d'espèces exotiques comme *Lantana camara*, *Opuntia vulgaris*, *Jatropha curcas*, etc. qui prennent de plus en plus le caractère envahissant.

Ainsi, les sites de la Ruvubu et de la Rusizi subissent une succession régressive et tendent à dépasser le seuil d'irréversibilité. Les abandons culturels se trouvent réaffectés à d'autres usages (pastoralisme à Rusizi) et soumis au passage récurrent des feux à Ruvubu. Un processus de savanisation est en cours et pourrait aboutir à des savanes très dégradées voire à des savanes herbeuses en cas de la reprise culturelle. Leur restauration requiert donc une intervention active ou de s'imaginer des usages alternatifs comme l'installation des pâturages ou des boisements artificiels. Enfin, des espèces exotiques telles *Ricinus communis*, *Cassia occidentalis*, *Jatropha curcas* et *Lantana camara* affichent un rythme de colonisation inquiétante qui mérite une attention particulière dans les études ultérieures.

## BIBLIOGRAPHIE

Aronson J. (2002). *Improving academic achievement: Impact of psychological factors in education*. San Diego, Academic Press.

Aronson J., C. Floret, E. Le Floch, C. Ovalle & R. Pontanier (1993). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the south. *Restoration ecology* 1 : 8-17.

Aronson J., E. Le Floch, H. Gondard, F. Romane & Z. Shater (2002). Gestion environnementale en région méditerranéenne : références et indicateurs liés à la biodiversité végétale. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 225-240.

Baize D. (1988). *Guide des analyses courantes en pédologie*. INRA, Paris, 172 p.

Bouzillé J. B (2007). *Gestion des habitats naturels et biodiversité : concepts, méthodes et démarches*. Lavoisier, Paris, 331 p.

Braun-Blanquet J. (1932). *Plant sociology. The study of plant communities*. Mac Gray Hill, New York, London, 439 p.

Chapuis J. L., Y. Frenot & M. Lebouvier (2002). Une gamme d'îles de référence, un atout majeur pour l'évaluation de programmes de restauration dans l'archipel de Kerguelen. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 121-130.

Chauvin C. & D. Vallauri (2002). Indicateurs de restauration écologique de marnes dégradées dans les Alpes du Sud, 120 ans après reboisement. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 241-250.

Donadieu P. (2002). Les références en écologie de la restauration, *Revue Ecologique (Terre Vie)* 9 : 109-120.

Duchauffour P. (1997). *Pédologie et classification*. Masson, Paris, 477 p.

Grime J. P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, New York, 222 p.

Grime J. P. (2001). *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*. Second edition. John Wiley and Sons, Chichester.

Guenaud M. C. & E. Beaudoux (1996). L'évaluation, un outil au service de l'action. Guide méthodologique. Fond pour les promotions des Etudes préalables, Etudes transversales et Evaluations.

Le Floch E. & J. Aronson (1995). Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base, *Natures, Sciences et Sociétés*, hors-série : 29-35.

Lebrun J. P. & A. L. Stork (1991-1997). Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Genève, 4 volumes.

Lewalle J. (1972). Les étages de végétation du Burundi occidental. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 42(1/2) : 1-247.

Lubini A., (1982). Végétation messicole et post-culturelle des sous-régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Thèse de doctorat, Université de Kisangani, 489 p.

Nyakabwa M., (1982). Phytocénoses de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat, Université de Kisangani, 998 p.

Reekmans M., (1980). La végétation de la plaine de la basse Rusizi (Burundi). *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 50 : 401-444.

ROSELT/OSS (2004). Indicateurs écologiques. Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux. Collection

Serpantié G. & J. L. Devineau (1991). Le programme "interrelations systèmes écologiques-systèmes de culture en zone soudanienne (ouest-burkinabé)" : projet scientifique. In: Floret C. & G. Serpantié (éds.), *La jachère en Afrique de l'Ouest*. Colloques et Séminaires. ORSTOM, 481-490.

Triolo J. (2005). *Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène*. Saint-Denis, La Réunion, 91p.

Vande Weghe J. P. & A. Kabayanda (1992). Le Parc National de la Ruvubu et sa région limitrophe: Etude d'identification de la Ruvubu. MINATE-CEE, 195 p.

Wright I. J., R. B. Reich, M. Westoby, D. D. Ackerly, Z. Baruch, F. Bongers, J. Cavender-Bares, T. Chapin, J. H. C. Cornelissen, M. Diemer, J. Flexas, E. Garnier, P. K. Groom, J. Gulias, K. Hikosaka, B. B. Lamont, T. Lee, W. Lee, C. Lusk, J. J. Midgley, M. L. Navas, U. Niinemets, J. Oleksyn, N. Osada, H. Poorter, P. Poot, L. Prior, V. I. Pyankov, C. Roumet, S. C. Thomas, M. G. Tjoelker, E. J. Veneklaas & R. Villar (2004). The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428: 821-827.