

BIOTECHNOLOGIE

**LA DESINFECTION ECOLOGIQUE DE L'EAU DE BOISSON
DANS LE MILIEU RURAL ET PERIURBAIN PAR LE
RAYONNEMENT SOLAIRE EN R.D.CONGO**

KAZADI, M.¹ et OLEKO, W.¹

(1) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Laboratoire de Microbiologie

RESUME

Dans le souci de faciliter la population d'accéder à l'eau potable et contribuer à l'hygiène de celle-ci, nous nous sommes engagés de contrôler la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de boisson de 20 sources avant et après la désinfection par la méthode de rayonnement solaire.

Nos résultats ont montré que les paramètres physico-chimiques ne varient pas après la désinfection de l'eau par rayonnement solaire.

Les analyses microbiologiques ont révélés qu'avant la désinfection par rayon solaire 40% de nos échantillons ont présenté une eau de qualité moyenne avec risque intermédiaire contre 60% pour une eau de mauvaise qualité avec haut risque pour la santé des consommateurs. Après la désinfection par rayon solaire, 75% d'échantillons ont présenté une eau d'excellente qualité et 25 % une eau de qualité moyenne.

Mots clés : eau potable, qualité, rayonnement solaire, désinfection.

ABSTRACT

**ECOLOGICAL DISENFECTION OF DRINKING WATER IN
RURAL AND PERI URBAN AREAS BY RADIATION IN
KISANGANI REGION**

In order to facilitate people's access to drinking water and contribute to their health, we are committed to control the microbiological and physicochemical quality of drinking water in 20 sources before and after disinfection by the solar radiation method.

Our results showed that the physicochemical parameters do not vary after water disinfection by the solar radiation.

Microbiological analyzes revealed that before disinfection by solar radius, 40% of our samples showed medium water quality with intermediate risk, 60% bad water quality with high risk to the health of consumers. After disinfection by the solar radius, 75% of samples present excellent water quality and 25%.

Keywords: drinking water, quality, solar radiation, disinfection.

1. NTRODUCTION

De l'eau en quantité suffisante et de bonne qualité est indispensable à la vie. Pendant des siècles, l'eau a été ce liquide suspect qui rendait malades ceux qui la buvaient sauf si elle jaillissait parfaitement pure de sources venues des profondeurs, cette dangereuse boisson était laissée aux animaux. Comme il fallait pourtant boire quelque chose, les anciens buvaient du lait, ou le jus des fruits qui en fermentant devenait le vin, ou encore ils mélangeaient l'eau à l'orge germée pour en faire de la bière (Kazadi, 2012).

En 1881, Pasteur découvre les microbes. Sa célèbre phrase "Nous buvons 90% de nos maladies" ouvre une ère nouvelle dans l'approche de l'alimentation en eau potable. Les avancées de la bactériologie constituent donc un élément clef dans la définition de l'eau potable. Non seulement, à partir de cette date, on choisit les ressources en eau en fonction de la présence ou non des bactéries pathogènes mais, dès la fin du 19^e siècle, on comprend qu'une eau fraîche, limpide, sans saveur ni odeur n'est pas nécessairement synonyme d'eau potable (Kazadi, 2012).

Curieusement, ce qui définit une eau potable n'est pas tant le fait qu'elle soit bonne à boire, mais bien qu'elle réponde à une norme établie par une réglementation. Or les règlements sont eux aussi volatils, avec comme conséquence qu'une eau potable dans un pays ne l'est pas dans un autre et inversement, et que l'eau potable de 1995 n'est plus celle de 1980, ni celle de 2012.

D'après des estimations récentes, seuls 26 % de la population totale de la RDC soit 17,6 millions de personnes ont accès à l'eau potable, chiffre bien en dessous de la moyenne de 60 % pour l'Afrique subsaharienne. Ceci signifie qu'aujourd'hui, presque 51 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable dans le pays. Jusqu'à récemment, l'état détérioré des

infrastructures hydrauliques et la croissance rapide de la population (estimée à 3 % par an) expliquaient le déclin de l'accès à l'eau. (Partow, 2011).

Une eau de consommation ne doit pas contenir des germes des maladies à transport hydrique, des substances toxiques ni des quantités excessives des matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs, être limpide, incolore et ne possédant aucun goût ou une odeur désagréable.

En outre, l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique.

Le premier volume dans de directive de l'OMS classifie comme des risques (bas risque, risque intermédiaire, haut risque et très haut risque) en tenant compte de nombre de coliforme par 100 ml dans le système d'approvisionnement en eau (OMS, 1990 ; 1994).

L'eau rurale ou péri-urbaine, en zones tropicales ou sub-tropicales, répond rarement aux normes de potabilité de l'Organisation Mondiale de la Santé : coliformes totaux au plus 10 pour 100 ml d'eau; coliformes fécaux 0 pour 100 ml. Il est fortement recommandé de se rapprocher, le plus possible, de ces valeurs indicatives.

Cependant, l'OMS, en publiant ses «Directives de qualité pour l'eau de boisson», laisse aux autorités compétentes des Etats le soin d'établir des normes nationales en fonction des contextes économique, socioculturel et écologique.

Selon la classification de Feachem (1980), on distingue 4 classes de qualité d'eau en tenant compte du nombre des coliformes fécaux : l'eau appartenant à la première classe est considérée comme étant d'excellente qualité (0- 10 UFC par 100 ml), celle de la deuxième classe représentant une eau de qualité moyenne (11 - 100 UFC par 100 ml), l'eau contenant plus de 100 UFC par 100 ml (101-500 UFC par 100 ml) est considérée comme étant de mauvaise qualité, alors que la dernière classe représentent de l'eau de très mauvaise qualité (> 500 UFC par 100 ml).

Le risque lié aux différents niveaux de contamination par des coliformes et streptocoques fécaux doit être fixé en fonction des circonstances locales. Le risque lié à une contamination donnée augmente avec le nombre de personnes fournies par un système d'approvisionnement en eau.

Le tableau 1 classe le risque pour la santé en fonction de la consommation d'eau contaminée par différentes concentrations de coliformes et streptocoques fécaux.

Tableau 1 : Classification de risque par la santé (OMS, 2000)

Nombre coliforme fécaux/100 ml	Remarque
0	Sans risque
1 à 10	Bas risque
10 à 100	Risque intermédiaire
100 à 1000	Haut risque
Supérieur à 1000	Très haut risque

Il existe en R.D.Congo une véritable disparité géographique au profit des centres urbains en termes de disponibilité de l'eau potable. Sur les 17,6 millions de personnes ayant accès à l'eau potable, environ 70 % sont des résidents urbains contre 30 % vivant dans les zones rurales et périurbaines.

Dans les zones rurales, l'approvisionnement en eau provient majoritairement des sources. En règle générale, leur construction et leur entretien sont peu coûteux. On estime qu'en moyenne 90 % de la population rurale utilisent les sources pour s'approvisionner en eau, en particulier dans les villages isolés de moins de 500 personnes. Les sources sont en grande partie exploitées sans être aménagées ni protégées de façon adéquate.

La constitution de la République Démocratique du Congo (RDC) affirme à l'article 48 que : « le droit d'accès à l'eau potable et à l'énergie électrique est garanti ». Dans cette perspective, voulant se rapprocher le plus possible d'un des volets des objectifs du millénaire pour le développement, particulièrement celui se rapportant à l'accès à un grand nombre de la population à l'eau potable, le gouvernement de la RDC, au travers des ministères du Portefeuille et de l'Energie, a responsabilisé la Régie des distributions d'eau de la RDC (REGIDESO) pour réussir ce pari. Toutefois, les usines de traitements d'eau de la REGIDESO échouent souvent dans leurs tâches à produire une eau potable de qualité dans les milieux ruraux et périurbains.

Par conséquent, les habitants des centres urbains ainsi que la population rurale n'ont souvent accès qu'à une eau de qualité insuffisante. Chaque ménage est de ce fait responsable du traitement de l'eau destinée à sa propre consommation.

Il existe plusieurs méthodes physique de traitement telles que : Faire bouillir l'eau, La pasteurisation de l'eau, La filtration de l'eau, La désinfection de l'eau avec du chlore et la désinfection de l'eau par rayonnement solaire.

La question suivante peut alors être posée : « Quelle est la méthode physique de désinfection de l'eau, qui peut être simple, améliorer la qualité microbiologique de l'eau de boisson; ne pas changer le goût de l'eau, utiliser les ressources locales et est applicable au niveau de l'habitat individuel ? »

Etant donné que la ville de Kisangani se situe dans la zone équatoriale et avec une grande insolation et compte tenue du fait que le soleil est le plus grand désinfectant de la nature, nous pensons que la méthode de désinfection par les rayons solaires de l'eau de boisson serait efficace comme traitement préalable de l'eau de boisson.

L'objectif de ce travail est celui de vérifier l'efficacité du traitement d'eau de boisson par la méthode de désinfection physique par les rayons solaires.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Prélèvement des échantillons

Notre matériel d'étude est l'eau de boisson dans 25 sources aménagées dans la ville de Kisangani. Nos échantillons ont été prélevés aseptiquement dans un Erlen Meyer préalablement stérile.

Après prélèvement, les échantillons ont été lisiblement étiquetés et amené au laboratoire de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani pour les analyses et les traitements. Ainsi, au total 5 échantillons ont été prélevés.

2.2. Analyse des échantillons

2.2.1. Méthode de désinfection de l'eau par rayonnement solaire

La méthode physique de désinfection de l'eau par rayonnement solaire (www.sodis.ch) consiste à :

- Laver soigneusement la bouteille en plastique ;
- Remplir à $\frac{3}{4}$ la bouteille à l'eau ;
- Secouer la bouteille pendant 30 secondes ;
- Remplir complètement la bouteille et visser le couvercle ;
- Placer les bouteilles sur un support métallique pendant 6 heures en plein soleil ;
- Enfin l'eau est potable et prête à être consommée.

2.2.2. Analyses des paramètres bactériologiques

Avant et après le traitement physique de l'eau, quelques bactéries indicatrices de pollution fécale ont été dénombrées.

❖ Dénombrement des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ont été dénombrés après la dilution dans le bouillon lactosé selon la méthode de fermentation en tubes multiples de manière suivante : trois séries de trois tubes à essai contenant chacun 10 ml d'eau désinfectée par la méthode physique pour les trois premiers tubes à essai dont la concentration est double. Dans les 2^{ème} et 3^{ème} séries, ayant une concentration simple, on ensemence respectivement 1 et 0,1ml d'échantillon à analyser.

Après 24 heures d'incubation à 44°C, les tubes dans lesquels il y a production d'acide et de gaz étaient considérés positifs. Le nombre le plus probable (NPP) des coliformes fécaux présumés présents dans 100 ml d'échantillon analysé est obtenu en nous référant aux tables de Mac Crady (Rodier, 1978 ; Lambert, 1989).

❖ Dénombrement des streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux ont été dénombrés après la dilution dans le lait de Sherman selon la méthode décrite ci-haut.

Après 24 heures d'incubation à 37°C, les tubes dans lesquels il y a décoloration et coagulation du lait étaient considérés positifs. Le nombre le plus probable (NPP) des coliformes fécaux présumé présent dans 100 ml d'échantillon analysé est obtenu en nous référant aux tables de Mac Crady (Rodier 1978, Lambert 1989).

Pour analyser et interpréter nos résultats, nous avons fait usage de relations suivantes :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

Où : $\sum x$ = Somme de donnée de x et N = nombre de donnée

$$\text{Le taux de réduction : } TR = 100 - \left(\frac{NPP_{ap}}{NPP_{av}} \times 100 \right)$$

Où : NPP_{av} = Nombre le plus probable avant et NPP_{ap} = Nombre le plus probable après

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des analyses physico-chimiques avant et après la désinfection de l'eau sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Analyses physico-chimiques

E	Paramètres											
	p ^H		TA		TAC		THt		Tur		MO	
	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap
1	7,4	7,4	0	0	2	2	0,7	0,7	3	3	5,4	1,6
2	7,2	7,2	0	0	1,6	1,6	0,7	0,7	3	3	7,2	1,8
3	6,9	7	0	0	1,9	1,9	0,6	0,6	3	3	7	1,6
4	6,5	6,5	0	0	2	2	0,7	0,7	2	2	6,5	1,6
5	7	7,1	0	0	2	2	0,7	0,7	2	2	7,1	2
6	6,7	6,5	0	0	1,5	1,5	0,6	0,6	2	2	4,5	1,5
7	6,5	6,6	0	0	1,7	1,7	0,6	0,6	2	2	4,6	1,7
8	6,7	6,6	0	0	1,6	1,6	0,5	0,5	3	3	6,6	1,6
9	7	7	0	0	1,8	1,8	0,6	0,6	2	2	7	1,8
10	6,8	6,7	0	0	1,6	1,6	0,7	0,7	2	2	6,7	1,6
11	7,5	7,5	0	0	1,6	1,6	0,7	0,7	2	2	4,5	2
12	7,2	7,3	0	0	2	2	0,6	0,6	3	3	6,5	1,5
13	6,9	7	0	0	1,5	1,5	0,6	0,6	3	3	7	1,7
14	6,5	6,5	0	0	1,7	1,7	0,5	0,5	2	2	6,7	1,6
15	7	7,1	0	0	1,6	1,6	0,6	0,6	2	2	6,5	1,8

16	6,7	6,5	0	0	1,8	1,8	0,7	0,7	2	2	6,7	1,6
17	6,5	6,6	0	0	1,6	1,6	0,6	0,6	2	2	6,5	1,6
18	6,7	6,6	0	0	1,6	1,6	0,6	0,6	2	2	7	1,6
19	6,5	6,5	0	0	2	2	0,5	0,5	3	3	6,5	2
20	7	7,1	0	0	1,5	1,5	0,6	0,6	3	3	7	1,5

Légende :

S : Echantillon de Source

AV : Avant désinfection

AP : Après désinfection

p^H : exprime l'acidité ou basicité de l'eau

AC : exprime la teneur totale en sels carbonates, bicarbonates et hydroxydes

THt : exprime la teneur totale en sels Calcium et Magnésium dans l'eau

TA : exprime la moitié de la teneur en sels carbonates en bicarbonates dans l'eau

MO : exprime la teneur en matière d'origine animale et végétale en décomposition dans l'eau.

Nous observons que l'aspect physico-chimique de l'eau reste inchangé avant et après la désinfection par rayon solaire sauf pour la teneur en matière d'origine animale et végétale en décomposition dans l'eau qui diminue sensiblement après le traitement de l'eau. Nous confirmons comme Meierhofer, et Wegelin (2005) que la méthode de désinfection de l'eau par rayon solaire ne modifie pas les paramètres physico-chimiques de l'eau.

Les résultats de dénombrement des coliformes et streptocoques fécaux exprimés en nombre de plus probable (NPP) par 100 ml d'eau analysées avant et après désinfections sont présentés dans les tableaux en annexe tandis que la qualité de l'eau et le niveau de risque de consommation sont repris dans les figures 1 et 2.

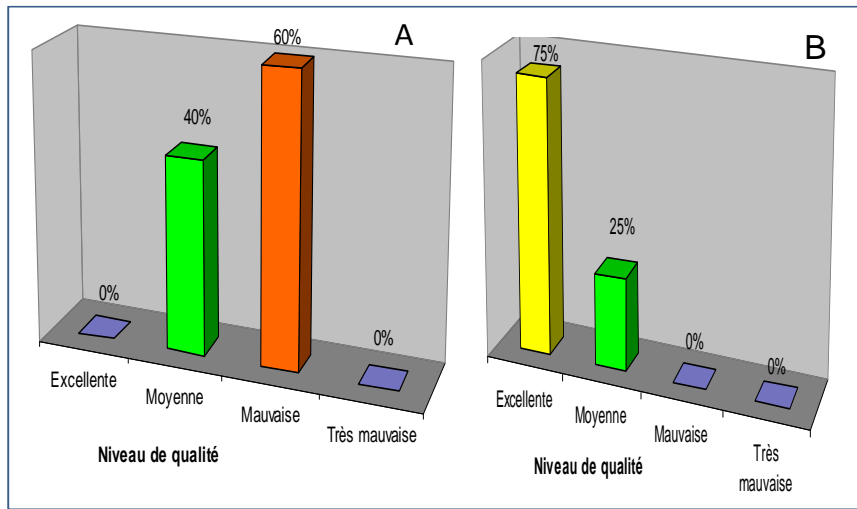


Figure 1. Qualité de l'eau avant la désinfection (A) et après la désinfection (B)

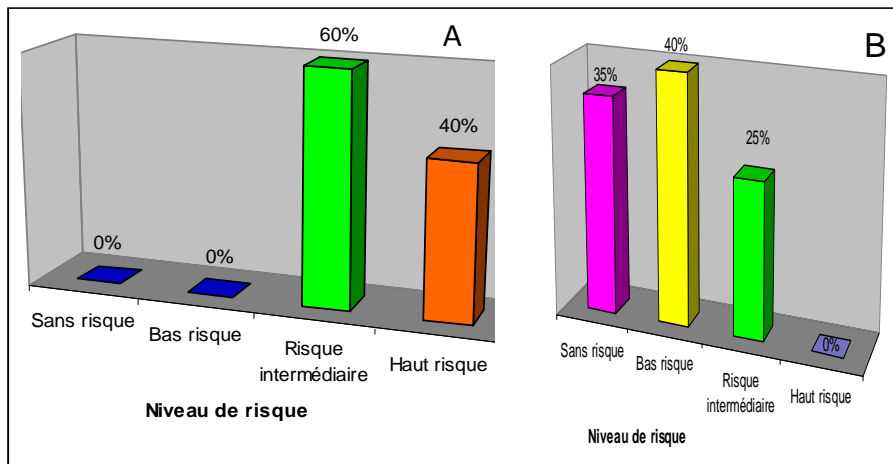


Figure 2. Risque de consommation avant (A) et après la désinfection (B)

En se référant à la classification de Feachem (1980) et celle de risque pour la santé selon OMS (WHO, 2000), les figures 1 et 2 relatives aux dénombrements des coliformes et streptocoques fécaux par la technique de fermentation en tubes multiples des échantillons d'eau révèle qu'avant la désinfection 8 sur 20 soit 40 % de nos échantillons présentent une eau de qualité moyenne avec risque intermédiaire et 60 % une eau de mauvaise qualité avec haut risque pour la santé des consommateurs. Après la

désinfection par rayons solaires 15 sur 20 soit 75 % d'échantillons présentent une eau d'excellente qualité et 25% de qualité moyenne.

Après la désinfection par rayons solaires 35 % d'échantillons présentent une eau sans risque, 40 % avec bas risque et 25 % présentent une eau avec risque intermédiaire pour la santé des consommateurs.

Ces résultats montrent que la méthode physique de désinfection d'eau par rayonnement solaire améliore la qualité microbiologique de l'eau de boisson et réduit les risques de contamination des maladies d'origine hydrique.

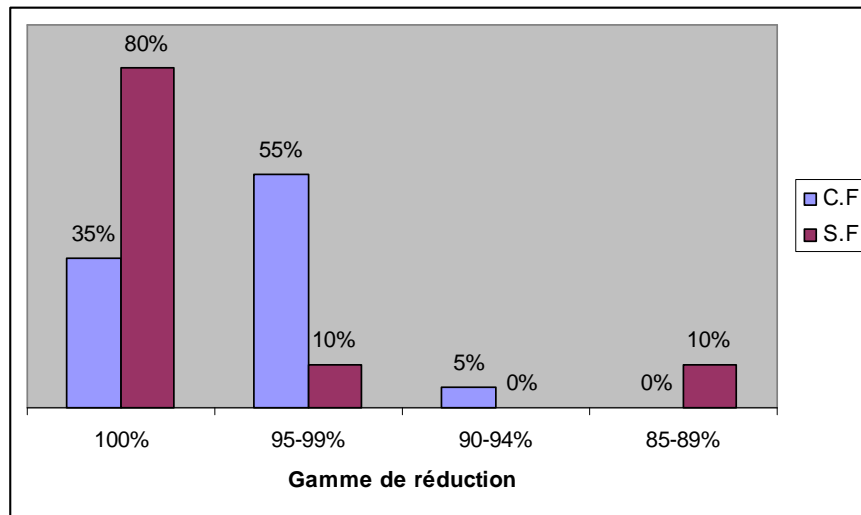


Figure 3. Efficacité du traitement

La figure 3 montre qu'après la désinfection de l'eau par rayonnement solaire, 18 sur 20 soit 90% des échantillons analysés ont présenté un taux de désinfection des coliformes et streptocoques fécaux dans la gamme de 90-100 % de désinfection et aucun échantillon analysé n'a montré une efficacité inférieure à 83%.

Des études réalisées dans quatre pays d'Amérique latine (Bolivie, Honduras, Equateur et Pérou) entre 1999-2001 ont montré qu'après désinfection de l'eau par rayonnement solaire, 95 % des échantillons analysés ont présenté un taux de désinfection des coliformes fécaux de plus de 90 % et seuls 5 % des échantillons analysés ont montré une efficacité inférieure à 90 %. (Meierhofer et Wegelin, 2005).

Nos résultats sont appréciables par le fait que 100 % des échantillons analysés ont présenté un taux de désinfection des coliformes fécaux de plus de 94%.

Malgré certaines limites (un rayonnement solaire suffisant, une eau claire, pas de changement de la qualité chimique de l'eau et n'est pas appropriée pour le traitement de grandes quantités d'eau), la désinfection par rayon solaire contribue donc à réduire le déboisement, problème majeur dans beaucoup de pays en voie de développement, réduit également la pollution de l'air produite par la combustion des sources énergétiques conventionnelles. Les enfants et les femmes passent beaucoup de temps à collecter du bois. Etant donné que la quantité de bois nécessaire est réduite, elle diminue la charge de travail.

Les seules ressources nécessaires sont le soleil, qui est gratuit, et les bouteilles en plastiques. La méthode de désinfection de l'eau par rayonnement solaire ne nécessite pas d'infrastructure lourde et coûteuse mais réduit plutôt les besoins en énergies traditionnelles telles que le bois ou le kérosène/gaz.

4. CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus au sujet de la désinfection écologique par la méthode de rayonnement solaire des eaux des sources consommées par la population de la ville de Kisangani, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

Avant la désinfection par les rayons solaires, 40 % de nos échantillons ont présenté une eau de qualité moyenne avec risque intermédiaire, 60 % une eau de mauvaise qualité avec haut risque pour la santé des consommateurs.

Après la désinfection par les rayons solaires, 75% d'échantillons ont présenté une eau d'excellente qualité et 25 % d'échantillons ont présenté une eau de qualité moyenne. Par ailleurs, 90 % des échantillons analysés ont présenté un taux de réduction des coliformes et streptocoques fécaux dans la gamme de 90-100% de désinfection et aucun échantillon analysé n'a montré une efficacité inférieure à 83%.

Les paramètres physico chimiques ne varient pas après la désinfection de l'eau par rayonnement solaire.

Dans ce sens, un programme d'information, de vulgarisation, d'éducation et de communication en direction de la population s'avère nécessaire pour lui faire acquérir des comportements favorables à la préservation et à la potabilité de l'eau en application de la méthode de désinfection par rayonnement solaire.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sentiments de gratitude au Doctorant Joseph ADHEKA et au technicien de laboratoire André TSHITENGE sans oublier le Docteur Didy ONAUTSHU pour leur soutien technique.

REFERENCES

- Curtis, V., Cairncross, S., and Yonli, R. 2000. Domestic hygiene and diarrhoea-pinpointing the problem. *Tropical Medicine and International Health*, 5(1): p. 22 - 32.
- Feachem, R. G., 1980. *Bacterial Standards for Drinking Water Quality in Developing*.
- Kazadi, Z., 2012. Contribution à l'étude de la qualité et la gestion de l'eau de boisson dans la région de Kisangani, thèse inédite Faculté des sciences Unikis , p.248
- Lambert, 1989. *Microbiologie des aliments : Université catholique de Louve – La – Neuve*, p. 123.
- Meierhofer, R. et Wegelin, M., 2005. *Désinfection solaire de l'eau : guide pour l'application de Sodis, EAWAG, SANDEC*, Genève, Suisse, 84p.
- OMS, 1990. *Impact de la décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement sur les maladies diarrhéiques*. Genève, 17 p.
- OMS., 1994. *Directives de qualité pour l'eau de boisson, deuxième édition, Volume 1, Recommandations*, Genève, 202 p.
- OMS, 1996. *Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement. Examen des données régionales et mondiales*. Cotonou, 31 p.
- OMS., 2000. *Directives de qualité pour l'eau de boisson, deuxième édition, Volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui*, Genève, 1050 p.
- OMS., 2003. *Année internationale de l'eau douce, faits et chiffres, les maladies liées à l'eau*.
- OMS., 2006. *Hygiène et Assainissement*.
[http //www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade).

- OMS., 2007. Directives révisées pour l'eau de boisson afin de prévenir les flambées de maladies hydriques.
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr67/fr/index1>.
- OMS., 2008. Guidelines for Drinking-water Quality, third edition, incorporating the first and second addenda Volume 1 Recommendations Geneva, 668 p.
- Partow, 2011. Problématique de l'Eau en République Démocratique du Congo. Défis et Opportunités Rapport Technique, Programme des Nations Unies pour l'environnement, 98p.
- Rodier, J., 1978. Analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de la mer, Dunod. ed. , Paris, 1135p.
- WHO, 1993. Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed. Vol. 1, Geneva.
- WHO, 2000. The world health report: Making a difference. Geneva, World Health Organization.

ANNEXES

Annexe 1: Dénombrement des coliformes et streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau

E	Avant la désinfection				Après la désinfection			
	CF/ 100 ml	SF/ 100 ml	Qualité de l'eau	Risque pour la santé	CF/ 100 ml	SF/ 100 ml	Qualité de l'eau	Risque pour la santé
1	460	23	Ma	Hr	15	3	Mo	Ri
2	460	43	Ma	Hr	11	7	Mo	Ri
3	240	25	Ma	Hr	9	0	E	Br
4	23	11	Mo	Ri	0	0	E	Sr
5	75	9	Mo	Ri	0	0	E	Sr
6	460	23	Ma	Hr	11	0	Mo	Ri
7	64	43	Mo	Ri	0	0	E	Sr
8	75	25	Mo	Ri	3	0	E	Br
9	23	15	Mo	Ri	0	0	E	Sr
10	120	39	Ma	Hr	7	0	E	Br
11	460	23	Ma	Hr	9	0	E	Br
12	460	43	Ma	Hr	9	0	E	Br
13	240	25	Ma	Hr	0	0	E	Sr

14	23	3	Mo	Ri	0	0	E	Sr
15	64	21	Mo	Ri	0	1	E	Br
16	460	23	Ma	Hr	14	1	Mo	Ri
17	460	43	Ma	Hr	13	0	Mo	Ri
18	240	25	Ma	Hr	3	0	E	Br
19	23	9	Mo	Ri	0	0	E	Sr
20	240	9	Ma	Hr	9	0	E	Br

Légende :

- E : Echantillon de la source
- F : Coliformes fécaux
- S.F : Streptocoques fécaux
- Hr : Haut risque
- Ri : Risque intermédiaire
- Mo : Moyenne
- Ma : Mauvaise

Annexe 2 : Efficacité de traitement en fonction des germes étudiés

E	Coliformes fécaux			Streptocoques fécaux		
	Avant	Après	TR(%)	Avant	Après	TR(%)
1	460	15	96,74	23	3	86,957
2	460	11	97,61	43	7	83,721
3	240	9	96,25	25	0	100
4	23	0	100	11	0	100
5	75	0	100	9	0	100
6	460	11	97,61	23	0	100
7	64	0	100	43	0	100
8	75	3	96	25	0	100
9	23	0	100	15	0	100
10	120	7	94,17	39	0	100
11	460	9	98,04	23	0	100
12	460	9	98,04	43	0	100
13	240	0	100	25	0	100
14	23	0	100	3	0	100
15	64	0	100	21	1	95,238
16	460	14	96,96	23	1	95,652

17	460	13	97,17	43	0	100
18	240	3	98,75	25	0	100
19	23	0	100	9	0	100
20	240	9	96,25	9	0	100

Légende:

TR: Taux de réduction.

**ISOLEMENT ET CARACTERISATION DES SOUCHES DE
MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS DES BANANIERS (MUSA SPP.)
DANS LA REGION DE KISANGANI, R.D.C**

TSHIDIBI, T.¹, LEBISABO, B.², ONAUTSHU, O.^{1,2}, DHED'A, D.^{1,2}.

- (1) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Laboratoire culture *in vitro* des plantes.
- (2) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Laboratoire de Mycologie et Phytopathologie.

RESUME

Le présent travail a pour but d'isoler et caractériser l'agent causal de la cercosporiose noire du bananier (*Mycosphaerella fijiensis* Morellet) sur 8 cultivars de bananiers et bananiers plantains à Kisangani. La caractérisation a porté sur les observations microscopiques et macroscopiques des isolats par la méthode de scotch et celle de décharge des ascospores sur Eau Agar (HA) et leur repiquage sur le milieu Potato Dextrose Agar (PDA). Comme résultats, une diversité sur le plan morphologique, entre les isolats en fonction de la coloration des mycéliums sur le milieu PDA (blanchâtre et noirâtre) et du nombre moyen des cloisons (3-10) a été observée. Tous les isolats ont des surfaces bombées et la face inférieure noire et sont conformes aux caractéristiques de *M. fijiensis*. Les cultivars de bananiers à Kisangani, présentant les symptômes nécrotiques sur les feuilles sont donc attaqués par *Mycosphaerella fijiensis*.

Mots clés : Cercosporiose noire, bananier, bananier plantain, isolement, caractérisation.

ABSTRACT

**ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF STRAINS OF
MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS OF BANANAS IN THE
KISANGANI AREA, D.R.C.**

This work consists in the isolation and characterization of the causal agent of black sigatoka of the banana on 8 cultivars of banana and plantains in

Kisangani. The characterization concerned microscopic and macroscopic observations of the isolated cells by the method of Scotch and that of discharge of the ascospores on water Agar medium (HA) and then replicated on potato dextrose Agar (PDA) medium. As results, morphological diversity within the isolates according to the coloration of mycelium on PDA medium (whitish and blackish colonies) and the average number of the septa in the mycelium (3-10) have been observed. All the isolated cells have a rounded surface and black lower face. These are in accordance with the characteristics of *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. The cultivars of banana in Kisangani, presenting the necrotic symptoms on the leaves are so infected by *Mycosphaerella fijiensis*.

Key words: Black sigatoka, banana, plantain, isolation, characterization

1. INTRODUCTION

Les bananes (bananes de type dessert, à cuire et les plantains) occupent la 4^{ème} place des produits alimentaires cultivés dans le monde après le riz, le blé et le maïs. Elles sont le principal fruit frais à faire l'objet d'échanges internationaux dans le monde. Leurs importances socio – économique et nutritionnelle sont considérables, car bien loin de se limiter à un simple dessert, elles jouent un rôle essentiel dans les pays en développement des zones tropicales et constituent une source d'emploi et de revenu pour les population locales (Arias *et al.*,2003).

En Afrique centrale et occidentale, la banane est produite soit en monoculture, soit en association avec des cultures arborescentes comme le café et le cacao. En République Démocratique du Congo, la banane vient en deuxième position dans le tonnage des cultures vivrières après le Manioc, d'après les statistiques agricoles du pays.

La consommation per capita de la banane et banane plantain en République Démocratique du Congo, n'est que de 69 kg par an, alors qu'elle est de 243 kg en Ouganda (Picq *et al.*, 1998).

Les bananiers étaient longtemps ignorés par les chercheurs en agriculture d'Afrique occidentale et centrale malgré son importance nutritionnelle, ses faibles besoins en main d'œuvre et son caractère pérenne, car considérés comme une culture exempte des maladies

(Onautshu, 2007).

La maladie des raies noires est l'affection parasitaire la plus dévastatrice des bananiers. Elle est causée par un champignon ascomycète appelé *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (Anamorphe *Pseudorcospora fijiensis* Morelet Deighton) (Perez Vicente *et al.*, 2003). Elle est présente dans la plupart des zones de production de la banane dans le monde et son impact socio – économique se fait de plus en plus important à mesure que la maladie se disperse dans de nouvelles régions (Pasberg – Gzuhl *et al.*, 2000).

C'est une maladie qui affecte gravement le système foliaire du bananier dans des conditions favorables à son développement. Il en résulte une réduction de la surface photosynthétique, une perte significative des rendements pouvant atteindre 100% (De lapeyre de Bellaire *et al.*, 2006) et une maturation précoce des fruits (Ploetz, 2001).

Les cercosporioses du bananier ont pour origine deux champignons ascomycètes apparentés : *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agent de la maladie des raies noires (MRN) ou Cercosporiose noire et *Mycosphaerella musicola* lech ex Mulder, agent de la maladie de Sigatoka (MS) ou Cercosporiose jaune. Les deux agents pathogènes se distinguent essentiellement par les caractéristiques morphologiques des conidies et des conidiospores (Arzanlou *et al.*, 2008). Les conidies de *P. fijiensis* sont souvent courbées et exhibent les cicatrices conidiennes. Ces différences entre les anamorphes peuvent être observées directement sur les échantillons des feuilles et sur les cultures sporulantes après isolement de l'agent pathogène (Peregrine *et al.*, 1989).

En dehors de ces deux espèces de *Mycosphaerella* qui attaquent les bananiers, il existe aussi, d'autres espèces virulentes qui causent d'autres maladies fongiques sur les bananiers plantains. Parmi celles-ci, *Mycosphaerella eumusae*, agent responsable de la maladie qu'on appelle ELSD (Eumusae leaf spot disease), maladie très fréquente en Inde. Actuellement, elle est distribuée à travers les continents et *Mycosphaerella eumusae* est considérée comme virulente et dévastatrice (Cruz et Mourichon., 2002), mais sa distribution n'est pas encore confirmée à l'échelle planétaire. Elle n'est encore apparentée qu'en Afrique du sud et dans la région sud tropicale d'Australie (Jacome, 2003). Les plantains

sont très sensibles à la Cercosporiose noire, mais tolérants à la cercosporiose jaune.

D'une manière globale, les symptômes de la maladie des raies noires sont de couleur marron foncé et apparaissent sur la face inférieure du limbe de 1 à 2 mm de long, qui s'élargissent pour former des lésions nécrotiques à halo jaune et centre gris clair. Des taches deviennent ensuite coalescentes et détruisent de vastes portions de tissus foliaires, entraînant une réduction du rendement et une maturation prématurée des fruits. Chez la maladie de Sigatoka par contre les symptômes apparaissent sur la face supérieure du limbe sous forme de tirets jaune pâle (INIBAP, 2002).

La banane qui constitue l'une des principales cultures à multiples usages et à hautes potentialités agronomiques dans le monde en général et en République Démocratique du Congo en particulier est menacée par les champignons, les bactéries, les virus et les ravageurs (charançons et nématodes).

Des études menées à Yangambi (RDC) ont montré que 12 cultivars de bananes plantains et 4 cultivars de bananiers étaient attaqués par la maladie de raie noire (MRN), excepté le cultivar Yangambi Km 5 (Ibota) qui avait manifesté une tolérance (Mobambo, 2002).

A Kisangani, plusieurs touffes de bananier en culture des cases dans la ville présentent les symptômes de la maladie des raies noires (MRN) (Onautshu, 2007 ; Yenga, 2009). Cependant, peu d'études ont été consacrées à l'isolement et la caractérisation des souches responsables. Il est donc impérieux d'isoler, de caractériser et d'identifier les souches de *Mycosphaerella fijiensis* présentes sur cette culture afin de mieux les gérer. De même, il convient de mettre en évidence les cultivars résistants comme matériel de base pour un programme d'amélioration génétique.

Cette étude se base sur les hypothèses que les symptômes nécrotiques sur les feuilles de bananiers dans la région de Kisangani seraient dûs au *Mycosphaerella fijiensis* qui participeraient avec d'autres maladies et ravageurs à la diminution de la production et même à la destruction totale de la plante. De plus, il existerait plusieurs souches de ces champignons ayant des caractéristiques différentes.

L'objectif de ce travail est d'isoler et de caractériser les souches de *Mycosphaerella fijiensis* se trouvant sur les feuilles malades des bananiers et bananiers plantains de la région de Kisangani. Il présente comme intérêt la connaissance de la diversité existant parmi les souches de *Mycosphaerella fijiensis* afin de les identifier et de mieux les gérer en orientant vers l'étude des moyens de lutte intégrée afin de réduire la propagation de ces germes. Il peut aussi permettre de mettre en évidence les cultivars éventuellement résistants.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

Cette étude a été effectuée dans la ville de Kisangani, chef lieu de la Province Orientale. La ville de Kisangani est située au nord-est de la cuvette centrale congolaise, couvrant une superficie de 1910 km², elle se situe à une altitude moyenne de 428 m, présente plusieurs variations du point de vue relief au Plateau Boyoma et Plateau Médical. Ses coordonnées géographiques sont : 25°11' longitude Est et 0°31' latitude Nord. La Ville de Kisangani possède une forme triangulaire suite à l'emplacement du fleuve Congo au Sud et la rivière Tshopo au Nord. Elle est composée de 6 communes urbaines dont cinq à la rive droite du fleuve Congo et une à la rive gauche.

La situation de la ville de Kisangani près de l'Equateur lui confère un climat équatorial du type continental qui est favorable pour le développement des *Mycosphaerella fijiensis*.



Figure 1. Carte de la ville de Kisangani (image landsat, collection 2005-2010, detours : WGS 84, labo carto RRN/P.O).

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est constitué des feuilles nécrosées des bananiers et bananiers plantains récoltées dans les différentes communes de la Ville de Kisangani sur les cultivars prédominants cultivés localement. Il s'agit de : Litete (*Musa* AAB) , Magboba (*Musa* AAB), Libanga Likale (*Musa* AAB) et Tata Lola (*Musa* AAB) pour les bananiers plantains ; Yangambi Km 5 (*Musa* AAA), Gros Michel (*Musa* AAA) , Grande Naine (*Musa* AAA), Bisamunyo (*Musa* AAA) pour les bananes.

2.3. Méthode

2.3.1. Isolement des champignons

A partir des échantillons de feuilles récoltées, l'isolement a été réalisé par la technique de décharge des ascospores sur Eau Agar (H_2O Agar,) puis mis à culture des ascospores déchargées, sur milieu PDA : Potato Dextrose Agar (Carlier *et al.*, 2003). Les feuilles récoltées ont été

directement mises dans les papiers journaux pour séchage au laboratoire, à la température ambiante pendant 3 jours .

Pour la mise à décharge, les morceaux de feuilles nécrosées ont été d'abord découpés, ensuite trempés dans l'eau distillée stérile pendant 20 minutes, puis déposés sur les couvercles de boîtes de Pétri inversées contenant de l'agar à 3% . Pour éviter le contact avec le milieu , les feuilles ont été découpées suivant la circonférence du couvercle de la boîte de Pétri et agrafées sur du papier filtre. La face inférieure de la feuille devait être dirigée vers le milieu de culture. Les boîtes ont été incubées à 25°C. Les ascospores étaient déchargées pendant la nuit et le matin suivant, elles étaient prêtes à être repiquées sous microscope à inversion de phase (Figure 2).



Figure 2 : Microscope inversé (Motic AE31)

Pour la mise à culture des ascospores, les ascospores déchargées sur Eau Agar ont été repiquées sur le milieu PDA (39 g/l). Le repiquage s'est fait par l'observation sur un microscope inversé marque Motic AE31 en récupérant soigneusement une à une les ascospores déchargées à l'aide d'une aiguille de seringue.

La caractérisation de différents isolats s'est faite à partir des observations macroscopiques et microscopiques. Pour la caractérisation macroscopique, les isolats issus du repiquage des ascospores sur le milieu PDA ont été utilisés et la méthode de scotch a servi pour la caractérisation microscopique.

La caractérisation microscopique concernait les dimensions des conidies, obtenues après observation microscopique par la méthode de scotch. Celle-ci consiste à décoller les taches nécrosées sur les feuilles avec le papier collant, puis mettre une goutte de lactophénol ainsi que le morceau de papier collant sur la lame, couvrir avec lamelle et observation au microscope.

La caractérisation macroscopique a concerné la coloration, la forme et croissance de mycélium sur milieu PDA. La coloration, la forme et le diamètre du mycélium ont été déterminés sur une culture de 45 jours, plus tôt. L'évolution de la croissance a été suivie régulièrement pendant 14 jours. L'analyse statistique a été faite à l'aide du logiciel R 2.5 et le test t de Student a servi pour la comparaison des moyennes.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les ascospores déchargées (Figure 3) ont commencé à germer à partir du 3^e jour pour l'ensemble d'isolats.



Figure 3 : Les ascospores observées (20x).

Les dénominations des souches suivant les cultivars sur lesquels ils ont été isolés sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Les dénominations des souches caractérisées.

N°	Cultivars	Dénominations utilisées
1	Litete	LIT – MAK
2	Tala Lola	TAL – KIS
3	Libanga Likale	LIB – TSH
4	Magboba	MAN – MAN
5	Gros Michel	LUX – LUB
6	Bisamunyo	BIS – MAN

Le tableau 2 présente le nombre de cloisons des conidies de différentes souches observés sur les différents échantillons.

Tableau 2 : Nombre de cloisons des conidies.

N°	Isolats	Nombre de cloisons
1	LIT – MAK	4-10
2	TAL – KIS	5-10
3	LIB – TSH	4-7
4	MAN – MAN	5-8
5	LUX – LUB	3-7
6	BIS – MAN	3-6

Les données du tableau 2, montrent que le nombre de cloisons est situé dans l'intervalle de 3 à 10 pour toutes les souches. La moyenne de dimensions des conidies pour l'ensemble de ces souches se situe dans l'intervalle de dimensions connues (1 à 10) pour *M. fijiensis* (Carlier *et al.*, 2003). Ces caractères seuls ne permettent pas de confirmer l'appartenance de l'une ou l'autre souche à l'espèce *M. fijiensis* car d'autres espèces du même genre (*M. Musicola*) ou des genres et familles différents peuvent présenter les caractéristiques similaires à cet intervalle. Les conidies et leurs septations sont illustrées dans la figure 4.

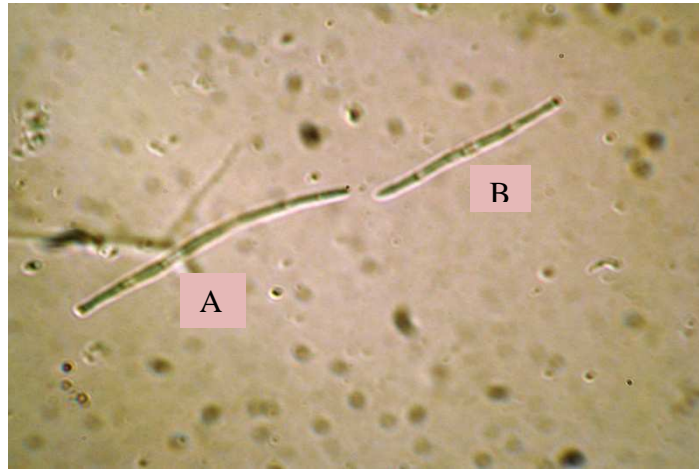


Figure 4. Les conidies et leurs septations

Il ressort de la figure 4 que les conidies A et B possèdent respectivement 5 et 3 septa. Pour l'ensemble des souches, le nombre de septa se situe bien dans l'intervalle de dimensions rapportées pour l'espèce *M. fijiensis* soit 1 à 10 septa (CMI, 1974; Ploetz *et al.*, 1994 ; Carlier *et al.*, 2003) . Les valeurs de ce paramètre pour *M. musicola* et *M. eumusae* sont respectivement 0 à 8 et 3 à 5 septa (Wardalaw, 1972 ; Carier *et al.*, 2000 ; Crous et Mourichon, 2002). Par ailleurs, les valeurs observées pour en ce qui concerne le nombre de septa ne permettent pas d'identifier formellement *M. fijiensis* et *M. musicola*.

Les caractérisations macroscopiques concernent l'évolution de la croissance des mycéliums sur milieu PDA, la couleur, la forme ainsi que le diamètre des souches.

Les variations de l'évolution des souches sont illustrées par les figures 5 et 6. La croissance journalière des différentes souches en mm/jour durant 14 jours d'observation sur milieu PDA sont illustrées par la figure 5.

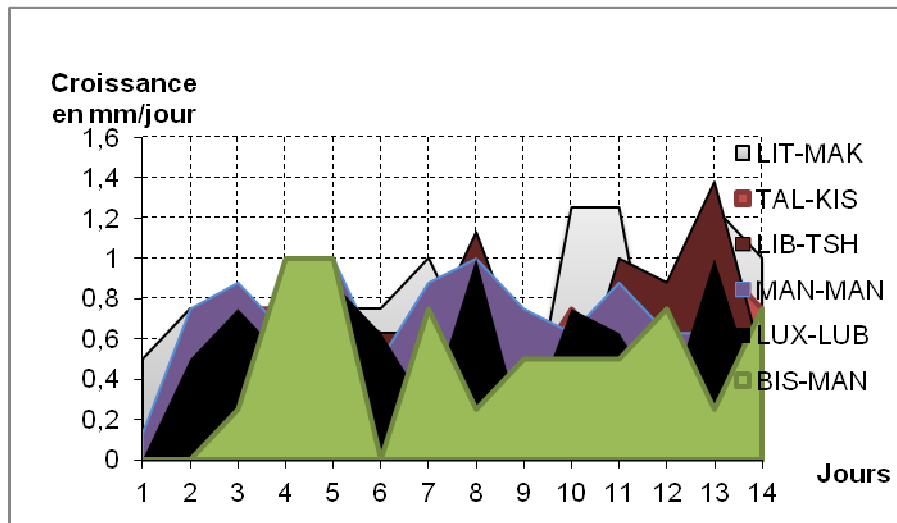


Figure 5. La croissance journalière des différents isolats (mm/jour).

Il ressort des résultats de la figure 4 que l'ensemble des isolats a manifesté une croissance lente. Par ailleurs, la valeur la plus élevée a été trouvée chez LIT-TSH (1,38) suivi de LIT-MAK (1,25) alors que MAN-MAN (1,00), LUX-MAK (1,00), BIS-MAN (1,00) et TAL-KIS (1,00) ont présenté des valeurs faibles.

En comparaison avec les souches de Paluku (2007), les souches RDC-K1, RDC-K2, RDC-K3, RDC-K4, RDC-K5, CAM-SO et CAM-L1 ont présenté une croissance lente respectivement de 1,25 ; 1,00 ; 1,38 ; 1,00 ; 1,00 ; 1,00 et 1,25 correspondant aux caractéristiques de *M. fijiensis* alors que CAM-L2 (1,75) a présenté une croissance rapide qui n'est pas caractéristique de l'espèce et nécessite des analyses moléculaires.

La figure 6 donne le suivi de la croissance des différentes souches en mm après 3 jours de repiquage sur le milieu PDA.

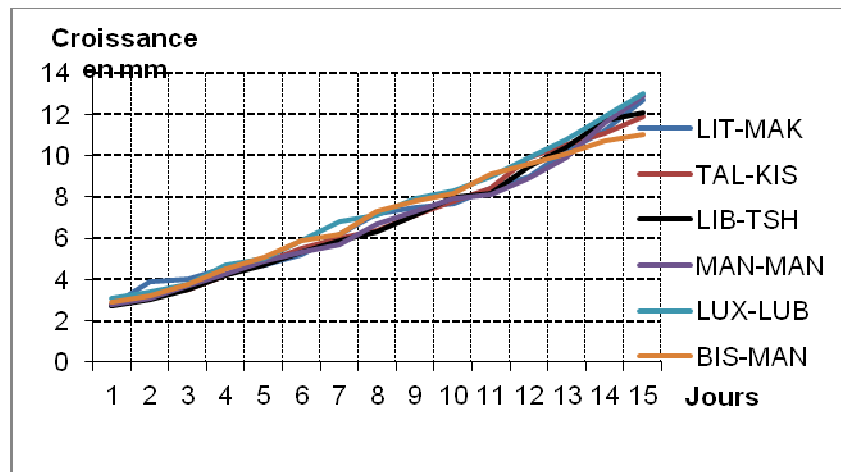


Figure 6. L'évolution de la croissance des différents isolats (mm).

Au regard de cette figure, on constate que la croissance de différentes souches observées montre une évolution positive allant de 2,7-3,1 mm à 11-13 mm. La souche qui a manifesté une croissance élevée est LUX-LUB (3,1 à 13 mm) tandis que BIS-MAN (2,9 à 11 mm) a manifesté une croissance lente. La croissance de ces différentes souches est plus rapide que RDC-K1, RDC-K2, RDC-K3, RDC-K4, RDC-K5, CAM-SO (Paluku, 2007) respectivement 12,50 ; 12,13 ; 11,75 ; 12,38 ; 10,50 et 9,25 mm. Cette différence de croissance peut être due aux conditions du milieu car, en ce qui concerne ce travail, l'incubation a été effectuée à la température ambiante (27-32°C) alors que ce dernier avait été incubé à 25°C.

La couleur, la forme et les dimensions des mycéliums en culture des différentes souches obtenus au cours de notre expérimentation sont illustrées par la figure 7.



Figure 7. La forme, la couleur et les dimensions de mycélium des souches à 5 jours de culture.

La figure 7 présente de gauche à droite et de haut en bas les souches: LIT-MAK, LIB-TSH, MAN-MAN, TAL-KIS, BIS-MAN et LUX-LUB. Il ressort de cette figure que les colorations des mycéliums en croissance sur milieu PDA sont variables pour les différentes souches étudiées.

Le tableau 3 donne les résultats pour les différents paramètres macroscopiques observés sur milieu PDA, 45 jours après inoculation.

Tableau 3 : Couleur, forme et dimensions des mycéliums pour les différents isolats.

Souches	Couleur face supérieure	Couleur face inférieure	Forme et aspect	Diamètre (mm)
LIT-MAK	Gris-blanchâtre	Noire	Irrégulière, légèrement bombée	25
TAL-KIS	Gris-blanchâtre	Noire	Irrégulière, légèrement bombée	29
LIB-TSH	Gris-noirâtre	Noire	Irrégulière, très bombée	24
MAN-MAN	Gris-noirâtre	Noire	irrégulière, très bombée	30
LUX-LUB	Gris-blanchâtre	Noire	Irrégulière, bombée	27
BIS-MAN	Gris-blanchâtre	Noire	irrégulière, bombée	23

A la lumière des résultats de ce tableau, il ressort que les différentes souches ne sont pas identiques mais présentent des nuances sur certains points. Les souches LIT-MAK, TAL-KIS, LUX-LUB et BIS-MAN (gris-blanchâtre), LIB-TSH et MAN-MAN (gris noirâtre) possèdent des formes différentes allant d'irrégulière, légèrement bombée, bombée à très bombée. Leurs faces inférieures sont toutes noires, ces caractéristiques sont également décrites pour *M. fijiensis* (CMI, 1974).

Paluku (2007) et Nicolas (2007) ont observé des colorations variées : blanc-rosâtre, blanchâtre, blanc-grisâtre, gris-noirâtre, gris-blanchâtre et brun-olive pour le premier et blanchâtre, blanc-grisâtre, blanc-rosâtre, gris-blanchâtre et grisâtre sur les souches, après 30 jours de culture sur PDA pour le second. Toutes ont été caractérisées comme appartenant à l'espèce *M. fijiensis*. La comparaison des moyennes de croissance par le test t de Student au seuil de 0,05 a montré que les différences observées ne sont pas significatives entre les souches.

4. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Cette étude avait pour but d'isoler et de caractériser les souches de *Mycosphaerella fijiensis* retrouvées sur les cultivars des bananiers et bananiers plantains de la région de Kisangani . Pour ce faire, des observations ont été effectuées dans les 6 communes de la ville de Kisangani à savoir Kabondo, Tshopo, Makiso, Mangobo, Kisangani et Lubunga , sur 8 cultivars dont 4 de bananiers plantains (Litete, Magboba, Libanga Likale , Tala Lola) et 4 bananiers (Gros Michel, Bisamunyo, Grande Naine et Yangambi Km 5).

Au terme de cette étude, nous pouvons tirer des conclusions suivantes :

- Tous les cultivars étudiés présentent des symptômes nécrotiques sur les feuilles ;
- Les nombres des cloisons pour toutes les souches varient de 3 à 10 ;
- Les colorations des mycélium en croissance sur milieu PDA sont variables pour les différentes souches étudiées ;
- Les observations sur la face supérieure montrent que 4 isolats (LIT-MAK, TAL-KIS, LUX-LUB et MAN-MAN) sont de tendance blanchâtre et 2 isolats (LIB-LUB et BIS-MAN) sont de tendance

noirâtre, confirmant notre deuxième hypothèse, à savoir l'existence de plusieurs souches de ces champignons ayant des caractéristiques différentes ;

- Toutes les souches ont des surfaces bombées et la face inférieure est noire.

L'ensemble de résultats de ce travail montre que :

- Les caractéristiques décrites ci – haut sont celle de *M. fijiensis* ;
- Les cultivars de bananiers à Kisangani, présentant les symptômes nécrotiques sur les feuilles sont donc attaqués par *Mycosphaerella fijiensis*, ce qui confirme notre hypothèse selon laquelle, les souches de *M. fijiensis* seraient répandues dans la région de Kisangani .

Tenant compte de l'agressivité de *M. fijiensis*, nous suggérons que des études postérieures soient orientées sur l'épidémiologie de la maladie de MRN à Kisangani. Par ailleurs, l'écosystème de la région étant très fragile et ayant une diversité génétique et biologique complexe, il est contre indiqué d'utiliser des produits chimiques pour lutter contre ce champignons, mais l'accent doit être mis sur une application efficace des pratiques culturales de base en élimination des feuilles sèches pendantes qui constituent une bonne source d'inoculum. La vulgarisation des cultivars résistants aux cultivateurs de la région de Kisangani peut aussi être recommandée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement la Coopération Technique Belge (CTB) pour avoir financé ces recherches et Monsieur André TSHITENGE, pour son apport technique au laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences pour de l'Université de Kisangani.

REFERENCES

- Arias, P., Dankers, C., Liu P. et Pilkauskas, P., 2003. L'économie mondiale de la banane 1985-2002. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 102 p.
- Arzanlou, M., Abeln, E.C.A., Kema, G.H.J., Waalwijk, C., Carlier, J., Vries Ineke, D.E., Guzmán, M., et Crous, P.W., 2008. Molecular Diagnostics for the Sigatoka Disease Complex of Banana. *Phytopathology*, 1112-1118 pp.

- Carlier, J. ; De Waele, D. et Escalant, J.V., 2003. Evaluation globale de la résistance des bananiers à la fusariose, aux maladies foliaires causées par les *Mycosphaerella* spp. et aux nématodes. Guides techniques INIBAP 7. Réseau international pour l'amélioration de la banane et de la banane plantain, Montpellier, France. 62p.
- Carlier, J., Zapater, M-F, Lapeyre, F., Jones, D.R. and Mourichon, X., 2000. Septoria leaf spot of banana: a newly discovered disease caused by *Mycosphaerella eumusae* (anamorph *Septoria eumusae*). *Phytopathology* 90 (7), 884-890.
- CMI, 1974. Description of pathogenic fungi and bacteria. N° 413 and 414.
- Crous, P.W. and Mourichon, X., 2002. *Mycosphaerella eumusae* and its anamorph *Pseudocercospora eumusae* spp. nov.: causal agent of *eumusae* leaf spot disease of banana. *Sydowia*, 54, 35-43.
- De Lapeyre de Bellaire, L., Essoh Gando, J., Abadie, C., Carlier, J., Lescot, T. and Fouré, E., 2006. Management of black sigatoka in Cameroon. In E. Soprano, F.A. Tcacenco, L.A. Lichtemberg et M.C. Silva, eds. Banana: A sustainable business. Proceeding of the XVII meeting of ACORBAT held at Joinville-Santa Catarina, Brasil, from 15to 20 october 2006; Volume 2,122-132 pp.
- INIBAP. 2002 International Plant Genetic ressources Institute 2002. International Network for Improvement of banana and plantain. Montpellier France. 16p.
- Jacome, L.H., 2003. Population biology and epidemiology. In Jacome L., P. Lepoivre, D. Marin, R. Ortiz, R. Romero and J.V. Escalant eds). 2003. *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas: present status and outlook. Proceedings of the Workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San Jose, Costa Rica on 20-23 May 2002. The International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France. 107-110 pp.
- Mobambo, P.K.N. 2002. Stratégies de gestion intégrée des cultures pour la production de bananes plantain et le contrôle de la cercosporiose noire en République Démocratique du Congo. *INFOMUSA* 11(1): 3-6.
- Nicolas, O., 2007. La caractérisation de *Mycosphaerella fijiensis* et d'autres champignons associés à la maladie des raies noires du bananier dans la plaine de l'Archaie en Haïti. Mémoire, UCL.
- Onautshu, O., 2007. Etude de l'incidence des maladies et ravageurs chez les bananiers (*Musa* spp) de la région de Kisangani (R.D.Congo), D.E.A. inédit, Fac. des Sciences, UNIKIS, 64p.

- Paluku, N., 2007. La caractérisation des souches de *mycosphaerella fijiensis* isolées sur les bananiers de Kisangani (R.D.Congo), Master complémentaire inédit, Fac. Ingénierie biologique, agronomique et environnementale, UCL, 82p.
- Pasberg-Gauhl, C., Gauhl, F. et Jones, D.R. 2000. Distribution and economic importance. In D.R. Jones, ed. Diseases of Banana, Abacá and Enset. Wallingford, UK: CAB Publishing. pp 37-44.
- Peregrine, W.T.H., 1989. Black leaf streak of banana *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. FAO Plant Protection bulletin 37/3: 130 p.
- Perez Vicente, L., Alvarez, J.M. et Perez, M. 2003. Economic impact and management of black leaf streak disease in Cuba. In: L. Jacome, P. Lepoivre, D. Marin, R. Romero et J.V. Escalant, eds. *Mycosphaerella leaf spot diseases of bananas: present status and outlook*. Proceedings of the 2nd international workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José, Costa Rica, 20-23 May 2002. pp 71-84.
- Picq, C., Fouré, E. and Frison, E.A., (1998). Banana and food security. Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. International symposium Douala, Cameroun 10-14 Novembre.
- Ploetz, R.C. 2001. Black Sigatoka of Banana. The Plant Health Instructor. *The American Phytopathological Society*.
- Ploetz, R.C.; Zentmyer, G.A.; Nishijima, W.T.; Rohrbach, K.G.; Ohr, H.D., 1994. Compendium of tropical fruit diseases. APS PRESS.
- Wardlaw, C.W., 1961. *Banana diseases*. Longmans. 648p.
- Yenga, B., 2009. Prévalence de la Cercosporiose de bananiers et bananiers plantains dans les systèmes agro forestiers autour de la Réserve forestière de Masako. D.E.A. inédit, Fac. des Sciences, UNIKIS, 78p.

INFLUENCE DE QUELQUES SUBSTRATS SUR LE POUVOIR REJETONNANT DES BOUTURES DE MACABO (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) DECAPITEES AVANT PLANTATION

LOMBOKO, O.V., MWAMBA, J.P.D.², OKUNGO, L.A.³

- (1) Laboratoire de Phytotechnie, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa. RD CONGO
- (2) Laboratoire de Phytotechnie, Institut Facultaire des Sciences Agronomique de Yangambi RD CONGO
- (3) Laboratoire d'Ecophysiologie et Nutrition des Plantes, Institut Facultaire des Sciences Agronomique de Yangambi RD CONGO.

RESUME

En vue d'améliorer le taux de multiplication chez le Macabo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), une étude a été réalisée sur l'influence de quelques types de substrats sur le pouvoir rejetonnant de cette culture.

L'essai s'est réalisé *ex-situ* et les substrats testés étaient respectivement le sable, les balles de riz, les ordures ménagères, la sciure de bois et les terreaux forestiers.

Les observations avaient porté sur le taux de reprise, le nombre de rejets formés et sevrés, le diamètre au collet et la hauteur de rejets.

Les résultats obtenus montrent que :

- Le taux de reprise était de 100% ;
- Les rejets formés et sevrés avaient un diamètre variant entre 1,1 – 1,5 cm et une hauteur comprise dans l'intervalle allant de 6,2 – 11,6 cm ;
- Le nombre de rejets formés et sevrés était respectivement 14, 14; 15, 15 et 26,0 respectivement pour le sable fin, les balles riz, les ordures ménagères et les terreaux forestiers. Le nombre de rejets diffère statistiquement entre les traitements (substrats).

Les terreaux forestiers étaient, dans les conditions de notre essai, le meilleur substrat.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF SOME SUBSTRATES ON THE OFFSPRING POWER OF MACABO CUTTINGS (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) DECAPITATED BEFORE PLANTING

In order to improve the multiplication rate of the Macabo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), a survey has been on the influence of some types of substrata on its reject power.

The test was conducted en-situ and the tested substrates were respectively the sand, the rice bullets, the sawdust and the forest composts.

The observations dealt on the rate of resumption, the number of dismissals formed and severed, the diameter in collar and the height of dismissals.

The obtained results show that:

- The retaken rate was of 100%
- The dismissals formed and severed had a diameter varying between 1,05 – 1,45 cm and their height was included in the interval of 6,21 - 11,64 cm
- The number of dismissals formed and severed was respectively 14,2; 13,7; 14,8 and 26,0 respectively for then sand, rice bullets, garbage and forest compost. This number of dismissals differs statistically between the treatments; the forest composts were the best substrate in the condition of our test.

1. INTRODUCTION

La tendance actuelle de beaucoup de pays africains, en général et de la République Démocratique du Congo en particulier, est de promouvoir les cultures alimentaires traditionnelles telles que les racines, les tubercules et les plantains (Okungo et al., 2003a).

Etant donné que ces cultures ont été négligées dans le passé, il importe pour en accroître la productivité, de renforcer la recherche. C'est dans cette optique que se situe le présent article sur le Macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) longtemps considérée dans certains milieux comme plante spontanée, pourtant le Macabo s'adapte bien en culture aux conditions écologiques des tropiques (Vanden Put, 1981 et Messiaen, 1989). Aussi, avec une dose moyenne de 3% de protéines (Janssens, 2001), le Macabo est

plus riche en protéines que les autres plantes à racines et tubercules et en matières sèches que la pomme de terre et la patate douce.

La teneur en matières sèches, qui varie selon les variétés, est de l'ordre de 35- 45% (Aagueuia *et al.* 2007). Il est donc possible d'atteindre avec le Macabo des rendements de 40 voire 50 tonnes/ ha (Carburet *et al.*, 2007) ; mais, il se pose pour cette culture un sérieux problème de matériel de propagation homogène et en quantité suffisante (Vanden Put, 1981 ; Okungo, 2008).

En dépit de ces avantages, la propagation se fait, soit par des boutures des pieds-mères, soit par des gros fragments de ces boutures, soit par les tubercules entiers ou découpés qui sont des méthodes lentes et coûteuses (Purseglove, 1975). La multiplication exclusivement végétative de cette culture se justifie par le fait que son système reproducteur sexué est presque non fonctionnel d'une part et qu'en culture le Macabo ne produit pas des rejets, généralement suite à la dominance apicale imposée par le bourgeon apical d'autre part (Messiaen, 1989).

Pour résoudre ce problème des études testant la décapitation et le sevrage seuls ou avec utilisation des régulateurs de croissances ont été initiées. Les résultats obtenus sont intéressants et permettent d'augmenter et d'améliorer le taux de multiplication de matériel de propagation de Macabo ; tous ces essais étaient cependant réalisés à même le sol. La présente étude se propose de mener un essai *ex-situ* en étudiant l'influence de quelques substrats notamment le sable, les terreaux forestiers, les ordures ménagères, la sciure de bois et les balles de riz sur le pouvoir rejettant des boutures de Macabo décapitées c'est-à-dire recepées avant la plantation.

Elle est fondée sur les faits suivants :

- ✚ La technique de décapitation permettant de supprimer la dominance apicale imposée par le bourgeon terminal assurerait le développement d'un grand nombre de bourgeons latéraux à rejets utilisables à la plantation ;
- ✚ La plantation des boutures de Macabo décapitées avant leur mise en place dans les différents substrats ; permettrait d'induire la formation d'un nombre différent de rejets en fonction des propriétés physiques et chimiques différentes de chaque substrat ;

- ✚ La capacité de rétention en eau de chaque substrat étant différente, la réaction des boutures ne serait pas la même, car le Macabo a des exigences élevées en eau pour une bonne croissance (Janssens, 2001).

La présente investigation sur le Macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) contribue à la résolution du problème de faible disponibilité de matériel de propagation chez cette culture et cherche à déterminer le meilleur substrat à utiliser dans la multiplication de Macabo *ex-situ*.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Matériel biologique et technique

Les boutures de Macabo, de la variété à pétioles violacés, tubercules violets et feuilles vertes comestibles ont été utilisées. Cette variété prédomine à Kisangani et ses environs à pieds épars derrière les maisons d'habitation

Le matériel technique et les substrats utilisés dans le cadre de cette étude étaient constitués d'une machette, d'un couteau tranchant, d'un pied à coulisse, d'un ruban métrique, des sachets en polyéthylènes, des rameaux, du sable fin, des terreaux forestiers, des balles de riz non décomposées, des sciures de bois non décomposée, et des ordures ménagères.

2.2. Méthodes

Les travaux préparatoires du terrain ont consisté au défrichage, au dessouchage, à la délimitation et au piquetage du terrain ainsi qu'à la construction d'une ombrière pour lutter contre l'insolation et les pluies battantes.

Le dispositif expérimental utilisé était celui des blocs randomisés comportant 5 traitements répétés 10 fois. Les traitements expérimentés étaient définis de la manière suivante :

- T₁ : Les boutures plantées dans le sable fin ;
- T₂ : Les boutures plantées dans des balles de riz non décomposées ;
- T₃ : Les boutures plantées dans les ordures ménagères ;
- T₄ : Les boutures plantées dans la sciure de bois non décomposée ;
- T₅ : Les boutures plantées dans le terreau forestier.

Les boutures utilisées dans cette expérimentation étaient conditionnées de la manière suivante :

- * Prélèvement des boutures suivi du ressuyage pendant une semaine afin de favoriser la reprise ;
- * Reçepage des boutures et entreposage à l'ombre pendant 15 jours avant la mise en place pour favoriser le démarrage du débourrement d'un grand nombre de bourgeons.

La plantation des boutures ainsi préparées était effectuée dans des sachets en polyéthylène remplis, au $\frac{3}{4}$ de leur capacité, des substrats expérimentés notamment les terreaux forestiers, le sable fin, les ordures ménagères, les balles de riz et la sciure de bois.

Le sevrage est une technique qui consiste à séparer un rejet, une marcotte, une pousse, etc. du pied- mère (Maginiac, 1974 et Jean-Prost, 1980). Nous avons pratiqué le sevrage lorsque les rejets avaient une ou deux vraies feuilles, parce qu'ils étaient, en ce moment, caractérisés par une autotrophie totale.

Les observations réalisées au cours de notre investigation ont porté sur le taux de reprise des boutures mères, l'évolution du diamètre des rejets sevrés et le nombre de rejets développés et sevrés. Le taux de reprise était déterminé en pourcentage en utilisant la relation suivante.

$$\text{Taux de reprise (\%)} = \frac{\text{Nombre des plants ayant repris}}{\text{Nombre total des plants répliqués}} \times 100$$

Le diamètre au collet de rejets était déterminé à l'aide d'un pied à coulisse. Le nombre de rejets développés et sevrés, était déterminé par comptage en fonction de traitement.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Taux de reprise des boutures meres

Les résultats relatifs au taux de reprise des boutures mères sous divers traitements sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Taux de reprise des boutures mères plantées

Paramètres	Traitements				
	T1	T2	T3	T4	T5
Nombre de boutures plantées	10	10	10	10	10
Nombre de boutures reprises	10	10	10	10	10
Taux de reprise (%)	100	100	100	100	100

Les résultats du tableau 1 révèlent que toutes les boutures plantées ont repris et le taux de reprise est de 100% quel que soit le traitement. Ce taux montre que les boutures utilisées n'étaient pas attaquées et gardaient toute leur capacité de reprise c'est-à-dire leur turgescence ; étant donné que la réussite du bouturage est fonction de la teneur en hydrates de carbone et de l'état sanitaire des boutures (Cuisance, 1984). Les bulbes de Macabo faisant partie des organes de réserve de la plante, la reprise ne pose généralement pas de problème car ils sont riches en hydrates de carbone et pauvres en azote ; conditions nécessaires et suffisantes pour la réussite du bouturage (Janssens, 2001). Ces résultats montrent que les substrats n'ont aucune influence la reprise de bouture-mère.

3.2. Evolution du diamètre au collet des rejets sevrés

Les données relatives à l'évolution du diamètre au collet des rejets sevrés sous divers traitements sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Evolution du diamètre au collet des rejets sevrés (en cm)

Sevrage	Traitement				
	T1	T2	T3	T4	T5
1 ^{er}	1,02	1,65	1,27	0,94	1,37
2 ^{ème}	1,18	1,38	1,22	1,22	1,73
3 ^{ème}	1,31	2,66	1,48	1,31	1,49
4 ^{ème}	1,14	0,74	1,11	0,9	1,27
5 ^{ème}	1,16	1,27	1,26	0,92	1,26
6 ^{ème}	1,18	1,21	1,23	1,16	1,25
7 ^{ème}	1,33	1,68	1,51	0,95	1,22
8 ^{ème}	1,06	1,28	1,05	1,1	1,34
9 ^{ème}	1,4	1,21	1,43	1	1,42
Total	10,78	13,08	11,56	9,5	12,35
Moyenne	1,19	1,45	1,28	1,05	1,37

De l'analyse de ce tableau, il se dégage que le diamètre des rejets sevrés a varié en dents de scie quel que soit le traitement. Ces variations sont imputables aux réserves nutritives accumulées dans le bulbe et aux stress subis par les bulbes au cours des servages (Okungo et *al.*, 2003b).

En outre, le type de substrat a une certaine influence sur la vigueur des rejets. En effet, les substrats tels que les balles de riz, les terreaux forestiers et les ordures ménagères peuvent en se décomposant apporter certains éléments minéraux pouvant influencer la nutrition des bulbes par conséquent la vigueur des rejets.

Ici, les auteurs utilisent le conditionnel dans leur propos, parce qu'ils n'ont pas un substrat de référence (témoin) avec lequel, ils pouvaient comparer les résultats obtenus sur le témoin avec les autres substrats ?

En considérant la moyenne générale, il se dégage que les rejets produits sur les balles de riz (T₂) étaient un peu plus vigoureux que d'autres.

Ces résultats révèlent en outre que les rejets produits par cette technique ont sensiblement une même vigueur quel que soit le sevrage donc les matériels produits sont homogènes. On observe qu'en moyenne le diamètre de rejets varie de 1,00 à 1,42 cm.

3.3. Nombre des rejets développés et sevrés

Les résultats se rapportant au nombre des rejets développés et sevrés du 01 Juin au 20 Septembre 2010 sous différents traitements sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Nombre des rejets développés et sevrés

N° du plant	Traitement				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	19	12	15	17	38
2	19	23	15	16	25
3	12	16	12	13	21
4	14	14	18	26	24
5	17	12	16	15	24
6	12	14	15	10	28
7	13	11	10	15	24
8	10	9	15	10	24
9	13	14	18	15	24
10	13	12	13	11	28
Somme	142	137	147	148	260
Moyenne	14,2	13,7	14,7	14,8	26
Ecart-type	3,08	3,8	2,49	4,66	4,69
C.V. (%)	21,6	27,7	16,9	31,4	18

Légende : C.V. = Coefficient de variation (en %)

De l'analyse des résultats obtenus, il se dégage que le nombre de rejets sevrés et développés a varié selon le type de substrats. Les boutures plantées dans le sable fin, les balles de riz, les ordures ménagères et la sciure de bois ont produit sensiblement un même nombre des rejets. Les moyennes respectives sont environ de 14, 14, 15 et 15 rejets par pied. Par contre, les boutures plantées dans terreaux forestiers ont donné en moyenne 26 rejets par pied. Ces résultats s'expliqueraient par les propriétés physiques et chimiques de chaque substrat. En effet, chaque substrat a ses propres propriétés physiques et chimiques, lesquelles propriétés influencent la capacité de rétention en eau et l'alimentation minérale de la plante. Ce qui est favorable au Macabo, plante qui exige une humidité élevée (Messiaen, 1989 ; Janssens, 2001).

Ici, je voudrais encore proposer qu'on tienne compte de la fréquence d'arrosage (ou la capacité de rétention d'eau), qui pourrait nous aider à confirmer ou infirmer de l'exigence élevée de Macabo en humidité ? Les dimensions de différentes boutures décapitées devraient, à mon avis, être considérées au même titre que la fréquence d'arrosage et les substrats

comme les paramètres déterminants pour l'évaluation de la capacité de Macabo à rejeter.

Ainsi, on allait comparer chaque paramètre individuellement, comme se fait avec l'ANOVA sur les substrats, les comparer ensuite deux à deux et enfin les trois paramètres à la fois.

La distribution est homogène pour l'ensemble des traitements sauf pour la sciure de bois où le coefficient de variation est supérieur à 30%. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Okungo et al, (2003a) chez le Taro (*Colocasia esculenta L. Schott.*) ; dans lesquels le nombre de rejets obtenus était en moyenne de 6 par pied. Les différences sont dues aux caractéristiques propres à chaque espèce, car le Macabo (*Xanthosoma sagittifolium L. Schott.*) est différent de Taro. Il est reconnu que la capacité à rejeter varie d'une variété à l'autre même au sein d'une espèce (Cuisance, 1984).

Etant donné que des différences numériques existent entre les traitements, nous avons procédé à l'analyse de la variance dont les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Résumé de l'analyse de la variance (ANOVA)

Source de variance	SCE	ddl	C.M	F calculée	F t. (5%)
Total	1680,58	49	34,297	-	-
Répétitions	168,98	9	18,775	1,515	2,156
Traitements	1065,68	4	266,420	21,509	2,642
Résiduelle	445,92	36	12,386	-	-

Légende :

SCE = Somme de carrés des écarts

ddl : Degré de liberté

CM : Carré moyen ou variance.

Dans ce tableau, le traitement, c'est par rapport aux substrats, à la fréquence d'arrosage ou aux dimensions de boutures décapitées ? Il faut de tableaux complémentaires qui reprennent les autres traitements. Si vous aviez arrosé tous les substrats avec la même fréquence, je pense que toutes les boutures décapitées n'avaient pas la même dimension. D'où la nécessité de la considérer aussi comme un traitement.

Les résultats du tableau 4 permettent de constater que le nombre de rejets formés et sevrés diffère statistiquement.

Le test de la plus petite différence significative a donné les résultats suivants :

- ✚ Il existe des différences très hautement significatives entre le nombre de rejets formés et sevrés sous terreaux forestiers et celui formé sous les autres substrats notamment sciure de bois, ordures ménagères, balles de riz et sable fin ;
- ✚ Il existe une similitude entre le nombre de rejets formés et sevrés sous sciure de bois, ordures ménagères, balles de riz et sable fin.

4. CONCLUSION

La présente investigation avait pour objet l'étude de l'influence de quelques substrats sur le pouvoir rejettant des boutures de Macabo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.) décapitées avant plantation en culture *ex-situ* dans les conditions de Kisangani.

Pour ce faire, un essai a été réalisé dans des sachets en polyéthylène en utilisant cinquante boutures de Macabo. Les traitements expérimentés correspondant aux différents substrats étaient définis de la manière suivante : le sable fin (T₁), les balles de riz (T₂), les ordures ménagères (T₃), la sciure de bois (T₄) et les terreaux forestiers (T₅). Les observations réalisées consistaient au taux de reprise des boutures plantées à l'évolution du diamètre au collet des rejets sevrés et le nombre de rejets développés et sevrés. Les résultats obtenus sont les suivants :

- ✚ Le taux de reprise des boutures mères était de 100% quel que soit le traitement ;
- ✚ Les rejets sevrés avaient un diamètre au collet moyen qui a varié de 1,05 à 1,45cm ;
- ✚ Le nombre de rejets développés et sevrés était en moyenne 14, 14, 15, 15 et 26 respectivement pour T₁, T₂, T₃, T₄ et T₅. Ces nombres de rejets diffèrent statistiquement entre les traitements.

Il se dégage de l'ensemble de ces résultats que la technique de décapitation influence positivement le pouvoir rejettant de Macabo en utilisant le sable

fin, les balles de riz, les ordures ménagères, la sciure de bois et les terreaux forestiers comme substrat. Toutefois, les terreaux forestiers étaient le meilleur substrat dans les conditions de cette étude.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent au Professeur Albert OKUNGO de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi) pour ses observations, remarques et orientations qui ont permis la finalisation de ce travail et au Chef de Travaux Jean Paul Denis MWAMBA de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA) pour son encadrement scientifique et sa coopération

REFERENCES

- Agueguia, A., Fontem, D. A., Bikomo M., R., Mboua, J. C., Mouen, M., Ndzana, X., Thuanyo, M. et Zok, S. (2007) : *Le Taro et le Macabo : deux tubercules pas comme les autres*. Disponible dans [WWW.fao/impfo/content/documents,Vlibrary/more rep/X5](http://WWW.fao/impfo/content/documents/Vlibrary/more%20rep/X5).
- Carburet A., Lebot V., Ravailac P. & Vernier P. (2007). Les autres plantes amyliacées. *In*: Mémento de l'agronome. CIRAD/GRET, Jouve, Paris, France, pp. 831-864
- Cuisance, P. (1984): *Multipliation des végétaux et pépinière, collection d'enseignement horticole, 7^{ème} édition*, Paris, 186p.
- Jean prost, P. (1980) : *La botanique et ses applications agricoles et horticoles Tome II*. Édition J.P Bordelière Pp15-18.
- Janssens, M. (2001) : Le Taro. In Reamaekers, H.R. (éditeur). *Agriculture en Afrique tropicale DGCL*. Ministère des affaires étrangères, du commerce extérieur et de la coopération internationale, pp 254-290.
- Maginiac, E. (1974) : physiologie végétale. Centrales des revues DUNOD-GAUTHIER ; Villard, boulevard de l'hôpital, paris, vol. 12, n°4.
- Messiaen, C. M. (1989) : *Le potage tropical. Collection « Techniques vivantes »*. ACCT et CILF, 2^{ème} édition. Refondue, Paris 580p.
- Okungo, A., Litucha, B., Kalonji, K., (2003a) : *Etude sur la possibilité d'utilisation des procédés du recepage et sevrage pour la*

multiplication rapide des boutures de Colocase (Colocasia esculenta (L) Schott) Ann. Fac. Sc. Unikis, 12/2003.

Okungo, A., Dhed'a, D., Musumbu, K. et Agbema (2003b) : *Essai de multiplication in situ du bananier et plantation du méristème apical.* Ann. Fac. Sc. 12/2003.

Okungo, L A. (2008) : *Etude de procédés de recepage et sevrage comme méthodes de multiplication rapide de matériel de propagation chez le taro Macabo (Xanthosoma sagittifolium (L) Schott).* Mémoire de diplôme d'études supérieures (D.E.S), inédit, IFA/YBI, 63p.

Purseglove, J. (1975): *Tropical crops monocotyledon lougman;* London, 89p.

Vandenput, R (1981): *Les principales cultures de l'Afrique centrale.* Édition le SAFFRE ; tournoi ; Bruxelles ; Belgique ; 1552p.

BOTANIQUE

ETUDE DES SYSTEMES D'AGREGATION DES ESSENCES *Prioria balsamifera* (Vermoesen) Harms ET *Prioria oxyphylla* Harms DANS LE DISPOSITIF PERMANENT DE LA RESERVE FORESTIERE DE YOKO (Ubundu, R.D. CONGO)

LOMBA, B. C.¹, NDJELE, M. B.¹, LEJOLY, J.² et PICARD, N.³.

- (1) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Végétales, Kisangani, R. D. Congo.
- (2) Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Phytotaxonomie et Systématique végétale
- (3) Centre International des Recherches Agronomiques pour le Développement, Montpellier, France.

RESUME

Une étude écologique basée sur la distribution spatiale de deux essences, à savoir *Prioria balsamifera* (Vermoesen) et *Prioria oxyphylla* Harms a été réalisée dans le dispositif de 400ha de la réserve de Yoko. Ces deux essences présentent multiples usages ; notamment l'exploitation industrielle par la qualité de bois et les usages des populations locales, pour la fabrication des pirogues et pagaies.

Un inventaire du potentiel forestier de ces deux essences a été effectué en se basant sur les coordonnées cartésiennes x et y de tous les individus à dbh ≥ 10 cm. A l'issue de cet inventaire, 2309 pieds ont été dénombrés dont 1239 pieds de *Prioria balsamifera* et 1070 individus de *Prioria oxyphylla*. La distribution spatiale des individus de ces deux essences est de type agrégé.

Mots clés : Etude, Agrégation, *Prioria balsamifera*, *Prioria oxyphylla*, Réserve Yoko.

ABSTRACT

STUDY OF SYSTEMS OF SPECIES AGGREGATION *Prioria balsamifera* (Vermoesen) Harms AND *Prioria oxyphylla* Harms IN THE DEVICE FOR THE PERMANENT FOREST RESERVE OF YOKO (UBUNDU, RD CONGO).

An ecological study based on the spatial distribution of two species, namely *Prioria balsamifera*, *Prioria oxyphylla* and was performed in the device 400ha reserve Yoko. Both species have multiple uses, including industrial exploitation by the quality of wood and customs of local people to use their canoes and paddles.

An inventory of the forest potential of these two species was made based on values in cartesies cordoned x and y for all individuals. At the end of this inventory, 2309 feet were counted with 1239 feet *Prioria balsamifera* and 1070 individuals for *Prioria oxyphylla*. The spatial distribution of individuals of both species is aggregated type.

Keywords: Study, Aggregation, *Prioria balsamifera*, *Prioria oxyphylla*, Yoko Reserve.

1. INTRODUCTION

La gestion des forêts nécessite des études écologiques sur les modes de distribution des espèces végétales qui favorisent la dissémination des diaspores en vue d'assurer la régénération de ces espèces dans le massif forestier, (Condit et al, 1998). C'est pourquoi l'étude des systèmes d'agrégation des essences *Prioria balsamifera* et *Prioria oxyphylla* convient pour fournir des données sur l'état de lieu de leurs essences dans les concessions forestières et des connaissances sur leur distribution, (Boyemba, 2006).

L'étude de ces deux espèces appartenant à la famille des *Fabaceae* (sous famille des *Caesapinioidae*) a été menée dans le dispositif permanent de 400ha de la réserve de Yoko (Picard, 2007). Ces deux essences sont exploitées dans la contrée par deux sociétés exploitant le bois d'œuvre

notamment la Compagnie Forestière de Transformation et Bego Congo ainsi que les populations locales qui en fabriquent des pirogues et pagaies. Le but poursuivi dans ce travail est de voir si les deux essences présenteraient une distribution montrant un patrimoine forestier pouvant favoriser la régénération après une exploitation forestière dans l'ensemble des concessions forestières. L'hypothèse formulée est de vérifier si les deux taxons étudiés présenteraient des structures spatiales semblables dans le site de Yoko.

La végétation du site dans lequel le dispositif permanent a été mis en place se caractérise par des forêts mésophiles semi caducifoliées à *Scorodophloeus zenkeri*, (Lomba, 2007), avec un sol présentant les caractéristiques reconnues aux sols de la cuvette centrale congolaise. (Germain et Evrard, 1954).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel

Au cours de notre travail, nous nous sommes intéressés à deux essences, à savoir *Prioria balsamifera* et *Prioria oxyphylla* dont les individus ont servi de matériel biologique. La machette, le mètre ruban, la boussole, le GPS, le décamètre et les fils nylon utilisés ont constitué le matériel technique.

2.2 Méthodes

2.2.1 Layonage

Les travaux de layonnage ont permis de délimiter le dispositif de 400ha au moyen des boussoles de marque SUUNTO et SYLVA SYSTEM pour orienter les layons ; un GPS de marque GARMIN (ETREX) pour prendre les coordonnées géographiques du dispositif ; des décamètres pour mesurer les longueurs de différents layons et des machettes pour ouvrir les layons. 40 layons secondaires équidistants de 50 m ont été réalisés pour délimiter les bandes de 2000m × 50m disposés pour les inventaires et dans lesquelles des parcelles de 200m × 50m ont été réalisées et subdivisées en secteurs de 50m × 50m (Lejoly, 1994) ; (Stahl et al, 2000) ; (Picard, 2007).

2.2.2. Inventaire

Il s'est basé sur tous les individus à $dph \geq 10\text{cm}$ de ces deux essences sur toute la superficie de 400ha. (Mervi et al ,2006). L'inventaire d'exploitation basé sur la division de chaque bande en deux parties de $2000\text{m} \times 25\text{m}$ a été appliqué en balayant chaque bande qui était constitué de 10 parcelles subdivisées en 4 secteurs chacune. Le positionnement de chaque individu a été noté à partir des valeurs en abscisses et en ordonnées.

Au moyen du logiciel R élaboré par (Picard, 2009) portant sur la distribution spatiale des essences forestières auxquelles les valeurs en abscisses et en ordonnées de ces deux espèces, des graphiques présentant leur répartition seront définies.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Abondance des essences étudiées

A l'issue de l'inventaire des données de ces deux essences, 2309 pieds ont été dénombrés dont 1239 de *Prioria balsamifera* ; soit 3,097 pieds à l'hectare et 1070 *Prioria oxyphylla* ; soit 2,675 pieds à l'hectare.

3.2. Distribution de pieds des essences inventoriées

Dans les figures 1 et 2 qui suivent nous présentons le positionnement des arbres de deux essences dans le dispositif permanent de la réserve de Yoko.

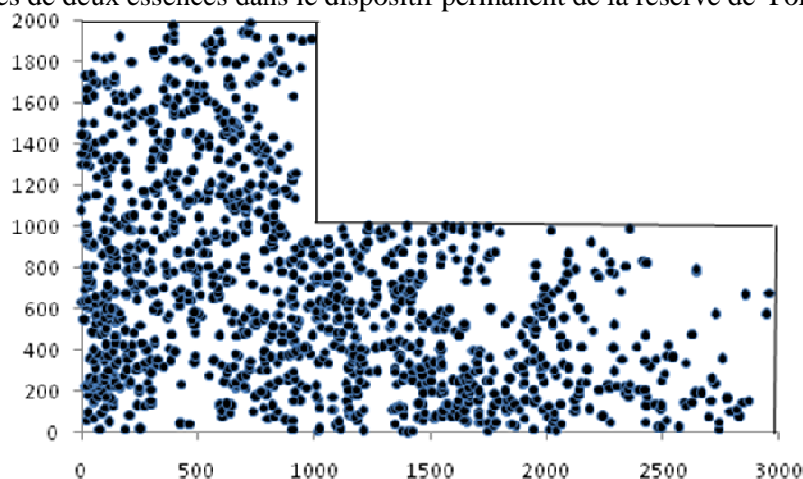
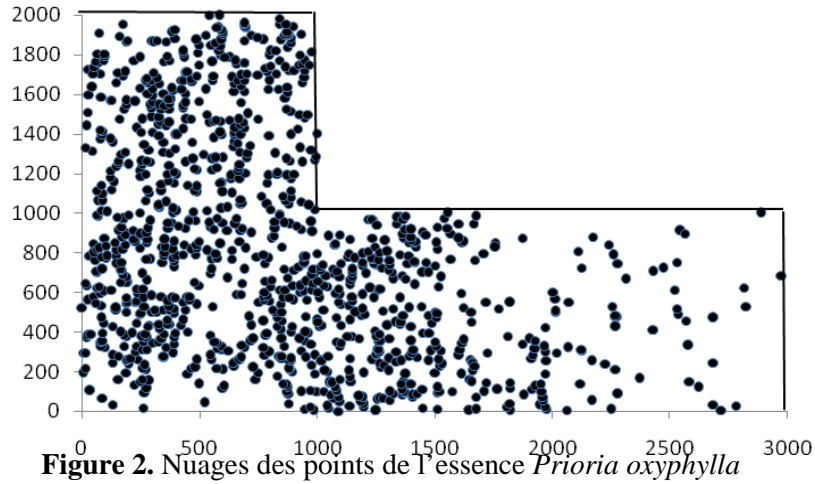
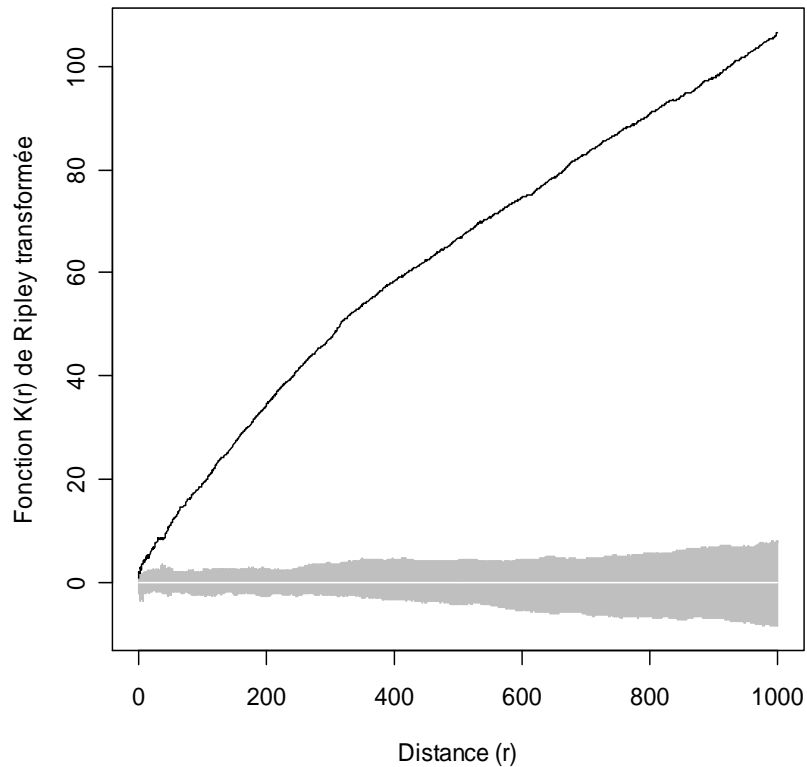


Figure 1. Nuages des points de l'essence *Prioria balsamifera*



En observant ces deux graphiques, nous remarquons que les pieds de ces deux essences présentent la même disposition spatiale ou la tendance en une forte représentation est signifiée à gauche.



La figure 3 montre que la courbe est au dessus de la zone grise qui constitue l'intervalle de confiance. Elle signifie que l'essence a un système de distribution agrégée.

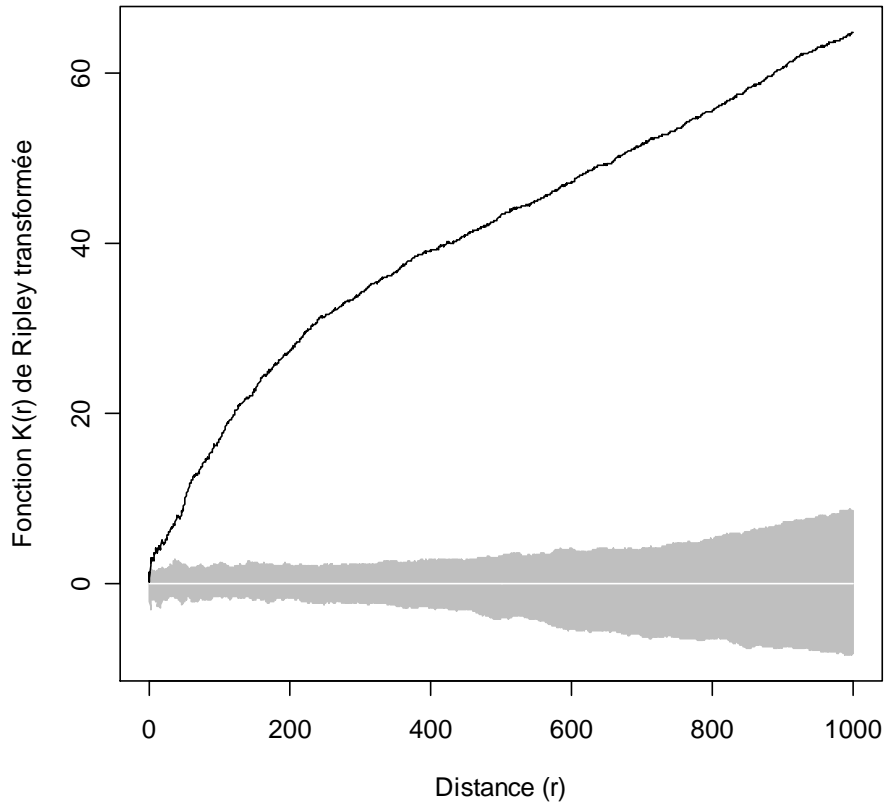


Figure 4. La tendance à distribution agrégée de *Prioria oxyphylla*.

La courbe de la figure ci-dessus passe en haut de l'intervalle de confiance. Elle signifie un système à distribution agrégée de l'essence.

En analysant les figures 3 et 4, les deux essences ont une même distribution dite agrégée. Ce résultat confirme l'hypothèse du travail. Ceci s'explique par le fait que les diaspores de ces essences qui sont des gousses, tombent généralement dans le voisinage non loin des arbres semenciers. Kumba (2007) a souligné dans son travail. Ce qui favorise le rapprochement des pieds entre eux de ces deux essences. Nshimba (2008) l'a confirmé également. Ce système d'agrégation observé pourrait également se justifier par les adaptations que présenteraient ces deux essences vis-à-vis de la qualité du substrat qui est argilo- sableux dont 60 à 70 % d'argile.

4. CONCLUSION

Au terme de ce travail sur l'analyse de Systèmes d'agrégation des essences *Prioria balsamifera* et *Prioria oxyphylla* dans le dispositif permanent de la réserve forestière de Yoko, nous notons ce qui suit :

- 2309 pieds à dbh \geq 10 cm ont été dénombrés
- L'espèce *Prioria balsamifera* est la plus abondante avec 1239 pieds, soit 53,7%.
- Les deux essences ont une distribution agrégée favorisée par les gousses qui sont disséminées à des distances rapprochées.

Des études basées sur la régénération de ces deux essences doivent être réalisées pour élucider la bonne représentation de ces taxons dans la réserve forestière de Yoko.

REMERCIEMENTS

Pour réaliser ce travail, nos remerciements s'adressent au projet REAFOR matériellement financé par l'Union Européenne. Nous remercions le Service Provincial de l'Environnement pour avoir disposé pour ce travail la réserve forestière de Yoko ainsi que les autochtones qui nous ont assistés sur le terrain.

REFERENCES

- Boyemba, B., 2006. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (R.D. Congo). Mémoire de DEA, ULB, Bruxelles, 101p.
- Condit, R., Foster, R.F., Hubell, S.P., Sukumar, R., Leigh, E.G., Manokaran, N., Loo de Lao, S., Lafrankie, J. V. et Ashton, P.S., 1998. Assessing diversity on small plots: Calibration using species individual unives from 50 ha plots. Vol. 20, UNESCO ed. Parthenon, Publishing group, 247-268 p.
- Kumba, S.L., 2007. Analyse de la structure spatiale des données ponctuelles par les méthodes des distances appliquées en écologie du paysage. Dissertation DEA, UNIKIS, Faculté des Sciences, Kisangani, 73p.
- Lebrun, J. et Gilbert, G., 1954. Une classification écologique des forêts du Congo Belge. INEAC, séries scientifiques (63), Bruxelles, 15p.

- Lejoly, J. 1994. Mise en place des transects en vue des inventaires de la biodiversité dans la forêt de Ngotto (République Centrafricaine). Projet Eco fac ; Egrec- CTFT, Bruxelles, 109p.
- Lomba, B.C., 2007. Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, R. D. Congo), Dissertation DES, UNIKIS, Faculté des Sciences, Kisangani, 72 p.
- Mervi, T., Olli, L. and Markus, H., 2006. Inventory of sparse forest populations using adaptative cluster samphing, *Silva femica* 40(1) : 101-108 p.
- Nshimba, S.W.M., 2008. Etude floristique, écologique et Phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R.D. Congo, Université Libre de Bruxelles. Faculté des Sciences, Bruxelles, Belgique, Thèse, 271p.
- Picard, N., 2007. Dispositifs permanents pour le suivi des forêts en Afrique Centrale : un état de lieux, rapport Comifac, 38 P.
- Picard, N., 2009. Notice de l'interface pour le calcul des fonctions K et K12 de Ripley avec le logiciel R, 12 p.

NOTES INTRODUCTIVES SUR LES ORCHIDÉES CONGOLAISES UTILES

MBALE, K¹., LUKOKI, L¹. et LEJOLY, J.²

- (1) Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P.190, Kinshasa XI, RDC
- (2) Département de Biologie, Université Libre de Bruxelles, Belgique.

RESUME

Le but de cette étude est de mettre en évidence les potentialités socio-économiques offertes par les orchidées en République Démocratique du Congo (RDC) afin de les valoriser.

Au stade actuel de nos connaissances, en Afrique, la consommation des orchidées a été signalée au Maghreb sous le nom de salep; au Cameroun chez les Bagam sous forme d'une viande de terre appelée napssié ; en Zambie, Tanzanie et RDC, dans le Katanga, sous celui de chikanda et en province Orientale, chez les Turumbu comme médicaments.

Nos enquêtes ethnobotaniques menées en Province orientale, chez les babua, dans le district de Bas-Uélé, font mention, d'une part, de l'usage de tubercules d'*Habenaria* sp sous forme d'une bouillie lactogène, mélangée à la pâte d'arachides et aux feuilles de *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verd. et servie aux femmes allaitantes, appelée buwe – buwe ou ebwa et d'autre part, des vertus ornementales de quelques orchidées de nos forêts.

Quant aux analyses phytochimiques préliminaires faites à partir de la farine de ckikanda ainsi que de pseudobulbes et de feuilles de certaines orchidées, elles nous ont révélé la présence de nutriments, l'abondance d'alcaloïdes et de métabolites secondaires, comme les polyphénols, anthocyanes et quinones liées aux tanins.

Mots clés : Valorisation, ressources biologiques, intérêts socio-économiques, orchidées, République Démocratique du Congo.

ABSTRACT

INTRODUCTION TO THE USEFUL ORCHIDS IN D.R.CONGO

The aim of our study is to highlight and to demonstrate the socio-economic interests of orchids in the Democratic Republic of Congo (DRC). At the present stage of our knowledge, in Central Africa, the use of orchids has been reported in the Maghreb under the name salep, in Zambia, Tanzania and in DRC, both in the Katanga province, under that of chikanda and in Eastern Province, at the Turumbu people as drugs and in Cameroon, at the Bagam people as a ground meat called napssié.

Our ethnobotanical surveys in Eastern Province of DRC, at the Babua people, in the district of Bas-Uele, show both the use of tubers of *Habenaria sp* as a lactogenic porridge served lactating women called Buwe - Buwe or EBWA and the ornamental virtues of some orchids of our forests. Preliminary phytochemical analysis made from chikanda powder, pseudobulbs and leaves of some orchids, revealed the presence of nutrients, of abundant alkaloids and secondary metabolites such as polyphenols, anthocyanins and tannins related quinones.

Keywords: Valorizing, biological resources, socio-economic interests, orchids, Democratic Republic of Congo.

1. INTRODUCTION

Les orchidées constituent une ressource naturelle tropicale dont les vertus utilitaires étaient et sont encore très ignorées de plusieurs peuples et tribus, et pourtant elles sont une richesse biologique non négligeable pour l'homme lesquelles peuvent être valorisées.

En effet, outre leur rôle écologique et décoratif, respectivement dans la détection de la pollution de l'air et dans l'ornementation des jardins et parcelles (Biteau et al., 2001 ; Stévant, 1998, 2002 & 2003 ; Droissart, 2009), les orchidées peuvent également servir comme sources d'aliments (Malaisse et Parent, 1985 ; Malaisse, 1997 ; Menzepoh, 2011 ; Challe 2009) et comme source de nouvelles molécules pour les médicaments (Geerinck, 1992 ; Stévant, 2003; Lejoly, 2005 ; Mbale, 2008 ; Droissart, op. cit.).

En dehors du Maghreb où l'on consomme le salep préparé à partir des tubercules de certaines orchidées déterrés et transformés, la consommation des tubercules des orchidées (*Habenaria keayi* Summerh. et *Habenaria zambesina* Rchb.f. ou *Habenaria myriantha* Kraenzl.) est consommée au Cameroun, chez le peuple Bagam, comme la viande de terre, appelée napssié (Menzepoh, op. cit.).

En RDC, dans la province du Katanga, district du Haut-Katanga, Malaisse et Parent (op.cit.) ainsi que Malaisse F., (op.cit.) parlent de la viande végétale, nommée le chikanda ou Kikanda consommée chez les peuples Bemba, Sanga, Lamba, obtenue à partir de tubercules des orchidées de genres *Disa*, *Satyrium*, *Eulophia*, *Brachycorythis*, *Habenaria*, *Platycorine*.

Dans la province Orientale, en RDC, Geerinck (op. cit.) mentionne les noms vernaculaires et les usages ethnobotaniques des orchidées chez les Turumbu, alors que nos enquêtes sur le terrain signalent, tout récemment, chez les Babua, dans le district de Bas-uélé, l'utilisation des tubercules des *Habenaria sp*, qui déterrés, nettoyés, séchés, pilés et mélangés aux graines d'arachide (*Arachis hypogea* L.) et aux feuilles de *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc. (Kikalakasa, en Kikongo de Bandundu; Mangasa en Kibua), par les femmes allaitantes sous forme d'une bouillie lactogène (Ebwa ou buwe-buwe).

En Afrique méridionale, en Zambie, en Tanzanie et en Angola, Challe (op.cit) cite Golding (2003), Malaisse (2004), Hamisy (2007), Bingham (2009), Kasulo et al. (2009) et signale la consommation des tubercules des orchidées appartenant aux genres : *Satyrium* (*Satyrium kitimboense*), *Disa*, *Habenaria*, *Roepiachian*, *Brachycorythis* et *Eulophia*, lesquels sont déterrés, nettoyés et transformés en chikanda, un met traditionnel très prisé. Etant déterrés et transformés en quantité considérable en terme de tonnes et sur plusieurs hectares, les tubercules s'amenuisent, et la survie des espèces concernées est menacée, car les consommateurs Zambiens vont à la recherche desdits tubercules dans d'autres pays voisins (Angola et Tanzanie) signale Challe (op. cit).

Au vu de sa vertu alimentaire, nous avons procédé aux analyses phytochimiques de la farine de chikanda, achetée au marché central de Likasi, des feuilles ainsi que des tiges fraîches de certaines orchidées pour déceler leur valeur nutritionnelle et d'autres vertus non encore connues chez les orchidées, comme une source notable de molécules chimiques.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel d'étude

Nos matériels d'étude ont été constitués, d'une part, de la farine de chikanda, d'organes végétatifs des orchidées vivantes, épiphytes et terrestres et, d'autre part, des fleurs des orchidées épiphytes observées sous ombrières.

2.2. Méthodes

Parmi les potentialités et les traits botaniques saillants remarquables et observés chez les orchidées sous examen, nous avons identifié, suivant des approches spécifiques, les vertus ornementales, alimentaires et pharmaceutiques lesquelles sont commentées ci – dessous.

2.2.1. Des orchidées ornementales

Pour identifier les orchidées ornementales, nous avons procédé à la mise en culture sous ombrière d'au moins 500 spécimens d'orchidées épiphytes, taille d'échantillon recommandée par Sonké et al., (2003), sur les planches de *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg (appelé Iroko ou Kambala), arrosés 1 ou 2 fois par jour, à 8h00 et à 18h00, entretenus et suivis jusqu'à leur floraison effective pendant au moins une année. En particulier, la floraison était suivie, enregistrée et photographiée avec plus d'attention, car les observations assidues sur les fleurs déployées, leur durée de floraison ainsi que sur leur couleur et grosseur joueraient un rôle indispensable dans l'identification des orchidées (Annexe 2. planches).

2.2.2. Des orchidées alimentaires

Quant aux autres vertus des orchidées, elles ont été identifiées à partir des enquêtes socio-économiques et ethnobotaniques sur le savoir-faire endogène des orchidées, en général et de chikanda, en particulier, effectuées entre août et octobre 2012, dans 3 villes minières du Katanga (Lubumbashi, Kolwezi et Likasi) et en province Orientale entre le 28 février et le 05 avril 2008.

Au Katanga, nous y avons interrogé 500 personnes adultes dont 320 hommes et 180 femmes de tous les âges confondus, dans les rues et les marchés, sur l'existence et la consommation du Kikanda, tandis qu'en province Orientale, 500 personnes adultes dont 240 hommes et 260 femmes sur les orchidées consommées.

Pour récolter sur le terrain les orchidées concernées, une descente a été effectuée sur la berge des marécages du village Ikulu à \pm 50 Km de Sandoa, avec le botaniste Emile Kisimba du Département de l'Environnement et de Géographie de l'Université de Lubumbashi, laquelle nous a permis de récolter deux espèces additionnelles de *Satyrium* dont l'une à fleurs jaunes et l'autre à fleurs blanches, non signalées ni par Malaisse et Parent (op. cit), ni par d'autres auteurs botanistes du Katanga.

Toutefois, les détails relatifs aux organes utilisés et consommés ainsi qu'à leur conditionnement se sont avérés concordants avec ceux relatés par Malaisse (op. cit) : les tubercules nettoyés, pelés, séchés et écrasés interviennent dans la préparation de chikanda.

Des feuilles séchées de bananier sont incinérées et leurs cendres traitées à l'eau, goutte à goutte, sont recueillies jusqu'à obtenir une quantité suffisante de l'extrait. Mis à bouillir, cet extrait est ajouté aux concassés d'arachides et des tubercules des orchidées écrasés et réduits en poudre. Eventuellement, d'autres ingrédients peuvent bien y être ajoutés (piment, oignon et sel).

Après une quarantaine de minutes de cuisson, cette mixture est laissée se refroidir et se solidifier sous forme d'un cake solide, semblable au pudding appelé le Kikanda, en dialecte bemba.

Le chikanda est vendu dans plusieurs petits marchés et rues de villes du Katanga, entre autres à Likasi, sous forme de farine au prix de 2000FC (\geq 2\$, en juin 2012) le verre de 20 centilitres (cl) ou encore sous forme de cake découpé en morceaux dans les rues à différents prix (photo 1) selon le besoin du consommateur.

En RDC, en province Orientale, chez les babua, les tubercules de *Habenaria sp.*, nettoyés, séchés et pilés sont associées à la pâte d'arachide (*Arachis hypogea* L.) et de feuilles de *Psophocarpus scandens* (Endl.) Verdc. et consommés par les femmes allaitantes sous forme d'une bouillie lactogène.

2.2.3. Des orchidées médicinales

Pour avoir de renseignements sur les métabolites secondaires présents dans les orchidées sous examen, nous avons procédé par le screening chimique de différents organes végétatifs des orchidées épiphytes : feuilles et tiges (pseudobulbes).

Ainsi, les feuilles et pseudobulbes des spécimens de 5 orchidées épiphytes (*Ansellia africana* Lindl., *Angraecum sp*, *Bulbophyllum sp*, *Polystachya odorata* Lindl., et *Satyrium sp*), séchées et pulvérisées, ont été analysées aussi bien en phase aqueuse qu'organique, en présence de réactifs Dragendorff et de quelques gouttes de HCl, au laboratoire des substances naturelles de la Faculté des Sciences, Département de Chimie de l'Université de Kinshasa ainsi qu'à celui du CRENK. Ces analyses ont donné de résultats prometteurs détaillés ci – dessous.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de nos observations, enquêtes socio-économiques ainsi que de nos analyses phytochimiques, synthétisés dans les lignes et les tableaux ci-dessous, se sont avérés très prometteurs, sont commentés ci-dessous, d'une part, et consignés dans les tableaux 1 à 3 en annexe, d'autre part.

3.1. Des résultats sur les vertus ornementales des orchidées :

Nous avons pu identifier au moins 9 orchidées épiphytes à vertus ornementales, à savoir : *Ansellia africana* Lindl., *Diaphanthe pellucida* (Lindl.)Schelcht, *Eurychone galeandrae* (Rchb.f.) Schltr., *Polystachya odorata* Lindl, *Aerangis arachnopus* (Reichenb.f.) Schftr., *Angraecum renyarthii* De Wild., *Eulophia gracilis* Lindl., *Cyrtorchis letouzeyi* Szlach et Olszewski et *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze.

Au vu de leurs fleurs, ces orchidées pourraient bien être valorisées comme plantes ornementales tel que l'a aussi constaté Stévant (2002) dans ses inventaires d'orchidées à la réserve de Dja au Cameroun illustrées en annexe.

3.2. Des résultats sur les vertus alimentaires des orchidées :

Les résultats de nos enquêtes socio-économiques sur la connaissance et la consommation des orchidées en général et de Kikanda, en particulier, montrent que 445 personnes, soit 89% dont 285 hommes et 160 femmes, ont avoué connaître et avoir mangé le Kikanda sous l'une de ses formes (farine, bouillie et viande végétale) et ont confirmé les travaux de Malaisse et Parent (1985) et de Malaisse (1997). Les résultats de nos enquêtes socio-

économiques dans les rues et marchés locaux ont coïncidé avec ceux des auteurs susmentionnés.

35 personnes, soit 7% dont 22 hommes et 13 femmes, ont entendu parler de Kikanda et l'ont déjà vu sans l'avoir jamais dégusté, et enfin, 20 personnes, soit 4% dont 13 hommes et 7 femmes, à majorité des ressortissants d'autres provinces et des étrangers résidents temporaires ou de passage au Katanga, ignorent le Kikanda.

Pour se rendre compte de la valeur nutritive de Kikanda, Malaisse (op. cit) a fait des analyses chimiques sur 100 grammes (poids sec/frais) de tubercules des orchidées entrant dans la préparation de Kikanda (*Disa welwitschii* Reichb.f., et *Satyrium buchananii* Schltr.), dont les résultats sont consignés dans le tableau 2.

Considéré comme la viande végétale par ses amateurs, le Kikanda peut être valorisé et vulgarisé comme aliments dans tout le Katanga, en particulier, et dans les territoires où se vit la malnutrition manifeste (cas de Kapanga), en particulier, tel que le montre le tableau 1 en annexe.

Ainsi, le Kikanda pourrait être inscrit sur le registre des aliments traditionnels de la RDC et être introduit dans la gastronomie Kinois et vulgarisé à Kinshasa sans grande difficulté à côté de cabri, viande de chèvre découpée et rôtie.

En plus, l'industrie de Kikanda pourrait être prospère, car son approvisionnement en matières premières ne poserait pas de problèmes autour de Kinshasa où les tubercules de *Disa*, d'*Eulophia* et de *Habenaria* pourraient être récoltés, aussi bien dans la forêt claire du district de Kwango (Bandundu) que dans et autour de la Réserve et domaine de chasse de Bombo-Lumene. Aux orchidées signalées par Muhashy et al., (2011), à savoir: *Eulophia cuculata* (Afz. Ex Swartz) Steudel, *Eulophia angolensis* (Rchb.f.) Summerh., *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze ; *Habenaria macrura* Kraenz se sont ajoutées d'autres que nous y avons récoltées, à savoir : *Satyrium sp*, *Platycoryne sp*, *Polystachya sp*, *Tridactyle sp*. et *Disa welwitschii* Rchb.f., qui entrent dans la fabrication de Kikanda.

Au regard de la valeur nutritive des tubercules des orchidées entrant dans sa préparation, d'une part, et de son goût (Tableau 2) ainsi que l'afflux de Katangais à Kinshasa, d'autre part, cette recette, le Kikanda pourrait avoir une grande audience auprès de ressortissants du Katanga, de plus en plus nombreux à Kinshasa et d'ailleurs.

En Afrique centrale et plus précisément au Cameroun, le rôle socio-économique des orchidées reste peu documenté. Deux orchidées, *Habenaria keayi* Summerh. et *Habenaria zambesina* Rchb.f. dont les tubercules et les racines respectifs servent à la préparation d'un aliment appelé « napssié » ou viande de terre chez le peuple Bagam, dans l'arrondissement de Galim, région de l'Ouest au Cameroun.

En province Orientale, la consommation des tubercules des orchidées (Buwe-buwe ou ebwa) n'a été reconnue que par 30% de femmes interrogées contre 15% d'hommes adultes et vieillissants, chez les Babua.

Outre l'aspect alimentaire, le rôle socio-économique ainsi que la valeur marchande de ces orchidées, suscitent chez les consommateurs un engouement qui justifierait les menaces qui pèsent sur leur survie et en appelle à leur domestication.

En prévision des aléas dus aux changements climatiques et au stade actuel de nos investigations, les orchidées traditionnellement consommées en RDC pourraient se compter à au moins six espèces appartenant à cinq genres à tubercules comestibles, à savoir : *Brachycorythis*, *Disa*, *Eulophia*, *Habenaria* et *Satyrium* ainsi qu'à un genre à feuilles comestibles, à savoir : *Polystachya*.

3.3. Des résultats sur les vertus médicinales des orchidées

Les analyses phytochimiques des pseudobulbes et des feuilles de certaines orchidées récoltées au Katanga et à la Réserve et domaine de chasse de Bombo-Lumene, d'une part, et de la poudre de Kikanda (*Disa welwitschii* Reichb.f., et *Satyrium ssp*), d'autre part, ont révélé la présence en ordre utile des métabolites secondaires suivants: alcaloïdes, polyphénols, anthocyanes et quinones liées aux tanins.

Ces résultats préliminaires d'analyses ont montré l'abondance d'alcaloïdes dans tous les organes d'orchidées analysés, principalement au niveau des feuilles grasses de *Diaphanthe fragrantissima*, *Ansellia africana*, *Calypstrochilum emarginatum*, *Bulbophyllum sp.*

Les recherches chromatographiques approfondies vont être menées pour distinguer et isoler les groupes d'alcaloïdes à soumettre aux tests biologiques contre certains germes bactériens et fongiques.

Ces alcaloïdes pourraient efficacement être utilisés dans la production d'antibiotiques contre les maladies infectieuses; de même aussi les polyphénols pourraient également être exploités à d'autres fins.

Quant aux tanins, ils ne sont présents que dans les spécimens de *Diaphananthe fragrantissima* (Feuilles grasses) et de *Polystachya odorata* Lindl.

D'autres métabolites secondaires (stéroïdes, triterpénoïdes, anthocyanes, etc) se sont retrouvés sous forme de traces et n'étaient pas présents dans tous les organes des orchidées analysés.

Ainsi, les saponines, les leuco-anthocyanes et les flavonoïdes n'ont pas été trouvés dans tous les organes des orchidées analysés.

Cependant, les stéroïdes ont été absents uniquement chez *Satyrium buchananii*, comme les triterpénoïdes l'ont été également chez *Bulbophyllum* sp.

En dernier ressort, certaines orchidées pourraient être exploitées dans le domaine de la parfumerie, c'est entre autres le cas de : *Calyptrochilum emarginatum* (Swartz) Schlechter., *Vanilla grandifolia* Lindley, *Polystachya odorata* Lindl..

En dépit de vertus susmentionnées des orchidées, vu la menace d'extinction qui pèse sur ces taxa et conformément au statut de conservation de la biodiversité de l'UICN (2001), ces orchidées devront faire l'objet d'une protection partielle pour assurer leur conservation durable et être classées comme espèces quasi-menacées (NT).

4. CONCLUSION

Nos résultats montrent que les orchidées récoltées dans différents sites de 5 provinces de la RDC (Orientale, Katanga, Kinshasa, Bandundu et Equateur) pourraient bien être valorisées dans quatre domaines différents, à savoir :

- Domaine ornemental : *Ansellia africana* Lindl., *Diaphananthe pellucida* (Lindl.)Schelcht, *Eurychone galeandrae* (Rchb.f.) Schltr., *Polystachya odorata* Lindl, *Aerangis arachnopus* (Reichenb.f.) Schftr., *Angraecum renyarthii* De Wild., *Eulophia gracilis* Lindl., *Cyrtorchis letouzeyi* (orchidée non signalée dans la flore de l'Afrique Centrale : Zaire, Rwanda et Burundi, mais signalée dans la flore du cameroun) et *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze.

- Domaine alimentaire: *Brachycorythis sp*, *Disa welwitschii* Reinchenb.f., *Eulophia cucculata* Afz.ex Swartz) Steudel, *Habenaria ssp*, *Polystachya sp*, *Satyrium trinerve* Lindley, *Satyrium coriophoroides* A. Rich., *Satyrium buchananii* Schlechter.

- Domaine médicinal : *Ansellia africana* Lindl., *Calyptrochilum emarginatum* (Swartz) Schlechter. et *Angraecum ssp* sont des réservoirs naturels d'alcaloïdes de haut niveau.

Après le screening chimique, les organes d'orchidées analysés ont montré leur richesse en alcaloïdes surtout chez les espèces ayant des feuilles grasses et des pseudobulbes.

Suite à leur richesse avérée en alcaloïdes, des analyses phytochimiques approfondies sur les organes d'*Angraecum ssp*, *Ansellia africana* Lindl., etc. devront être faites pour identifier les différents alcaloïdes et isoler les molécules chimiques efficaces pouvant intervenir dans le traitement de maladies infectieuses récurrentes de nos jours.

Nous pensons que l'étude phytochimique approfondie des organes d'orchidées et, surtout celle ayant trait aux propriétés médicinales devrait être élargie pour connaître les orchidées médicinales entrant dans le traitement de maladies susmentionnées de nos régions.

- Domaine de parfumerie : *Vanilla grandifolia* Lindl., *Polystachya odorata* Lindl., *Calyptrochilum emarginatum* (Swartz) Schlechter. sont des orchidées qui sont exploitables par l'industrie cosmétique et de parfumerie.

Les vertus socio – économiques des orchidées leur attirent également de menaces d'extinction à cause de leur valeur marchande intimement liée à l'utilisation des tubercules ou autres parties de leurs organes vitaux entamant directement la vie et la survie de ces taxa.

A cet effet, nous avons évalué leur statut de conservation de l'UICN et les avons classées dans la catégorie d'espèces quasi-menacées (NT) dont l'usage doit être réglementé.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent au Projet KIN 06 de l'Université de Kinshasa pour l'appui apporté à la réalisation de cette étude : érection de l'ombrière, récolte et analyses phytochimiques des orchidées épiphytes et à Damien TSHIBANGU et Freddy BULULU, Chef de travaux au Département de

Chimie à l'Université de Kinshasa et Attaché de Recherche au Centre Régional d'Energie Nucléaire de Kinshasa (CRENK), à Kinshasa, pour les analyses de nos matériels d'étude.

REFERENCES

- Biteau, J.P., Stévant, T. & Abernethy, K., 2001. Les orchidées du Gabon. Elf Gabon, Libreville. 26p.
- Bingham M., 2009. Chikanda, an unsustainable industry. *Pollinia*, 7 (2), 10, 23 – 25.
- Challe, J., and Price, L.L. 2009. Endangered edible orchids and vulnerable gatherers in the context of HIV/AIDS in Southern Highlands of Tanzania. Wageningen, The Netherlands. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 5 (1): 41 – 68.
- Droissart, V., 2009. Etude taxonomique et biogéographique des plantes endémiques d'Afrique centrale atlantique: le cas des *Orchidaceae*. Thèse de Doctorat Inédite. Université Libre de Bruxelles. Faculté des Sciences. Laboratoire de Botanique systématique et Phytosociologie et Laboratoire de Complexité et Dynamique des Systèmes Tropicaux. 270p.
- Geerinck, D. 1992. Les *Orchidaceae* » (seconde partie), in Bamps P. (ed.) Flore d'Afrique centrale (Zaïre, Rwanda, Burundi). Spermatophytes. Jardin botanique national de Belgique, Meise : 297 – 780.
- Golding, J. S., 2003. Tales of plants and people in Southern Africa. *Myristica*, 21.
- Hamisy, W. C. 2007. Development of conservation strategies for the wild edible orchid in Tanzania. Progress report for the Rufford Foundation. London. The Rufford Foundation N° 25.
- Kasulo, K., Mwabumba, L. & Munthali, C., 2009. A review of edible orchids in Malawi. *J. Hort. For*, 1 (7) 133 – 139.
- Lejoly, J., 2005. Systématique végétale et Botanique. Notes de cours aux doctorants en DEA. Université Libre de Bruxelles, Belgique. 453p.
- Malaisse, F., and Parent, G., 1985. Edible wild vegetable products in the Zambezian woodland area: A nutritional and ecological approach. in *Ecology of food and Nutrition*. Vol.18, Gordon and Breach Science Publishers. Inc and OPA Ltd, Kingdom, pp: 43 – 82.
- Malaisse, F., 1997. Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle. Presses universitaires de Gembloux, Belgique. 384p.

- Malaisse, F. 2004. Ressources alimentaires non conventionnelles. *Tropicultura, SPE*, 30 – 36.
- Mbale, K. H., 2008. Les orchidées épiphytes face à l'exploitation forestière à Luki : Biodiversité, Phytogéographie et Conservation. Mémoire de DEA inédit, Université de Kinshasa, Fac. Sc. Département de Biologie, Kinshasa, 64p.
- Menzepoh, S. B., 2011. Les orchidées comestibles chez le peuple Bagam, au Cameroun, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, Vol.15. N° 4: 509 – 514.
- Muhashy, H. F., Nlandu, L. et Malio, N., 2011. Habitats de la Réserve et Domaine de chasse de Bombo – Lumene (R.D. Congo). - Lexique Kiteke des plantes observées dans ces milieux - Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB). Bruxelles, 114p.
- Sonké, B., Comiskey, J. A., Djuikouo K., Ewango N.C., et Ted, R., 2003: Comment collecter plus de 500 spécimens d'orchidées épiphytes fertiles par an ?, Université de Yaoundé I, Cameroun. 56p.
- Stévert, T. 1998. Etude sur les Orchidées de Sao Tomé et Principé. Travail de fin d'études, Université Libre de Bruxelles, 117p.
- Stévert, T. 2002. Les Orchidées de la réserve de faune de Dja. in *La Réserve de faune du Dja à la découverte de la forêt tropicale*. ECOFAC. Gabon. 56p.
- Stévert, T. 2003. Etude taxonomique, écologique, phytogéographique des *Orchidaceae* de l'Afrique Centrale Atlantique. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 225p.
- UICN. 2001. Catégories et critères de l'UICN pour la liste Rouge. Version 3.1. Commission de la Sauvegarde des espèces de l'UICN. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume -Uni. 32p.

ANNEXES

Annexe 1 : Quelques connaissances ethnobotaniques sur les *Orchidacées* épiphytes valorisables

Usages potentiels	Espèces d'orchidées connues par les ethnies congolaises en leurs langues vernaculaires	Savoir - endogènes	Sources d'informations sur l'utilisation des orchidées
Usage ornemental :	<i>Aerangis arachnopus</i> , <i>Aerangis kotschyana</i> , <i>Ansellia africana</i> , <i>Eurychone galandrae</i> , <i>Graphorkis lurida</i> , <i>Plectrelminthus caudatus</i> , <i>Polystachya odorata</i> ,	-	Recherche ethnobotanique et observations
Usages non révélés mais ces espèces sont connues dans les langues vernaculaires	<i>Aerangis luteoalba</i> (Lembambula kasa keke); <i>Cyrtorchis monteiroae</i> (Lembambula en Kiboa) ; <i>Diaphananthe fragrantissima</i> (Kikiendi en Kinande ; Lilele en Turumbu, Dikatu en Kiyaka) ; <i>Microcoelia sp</i> (Lilele en turumbu; Loota en Lomongo) ; <i>Bulbophyllum ssp</i> (Tsujidha en Kilendu, Kamasha en Mashi, Kalibatira en Kirega) ;	Eventuelles connaissances ethnobotaniques des orchidées épiphytes	Enquêtes ethnobotaniques menées à Buta, Bambesa; Beni et Butmbo ; Yalenge, Kikwit, Mbandaka, Ituri, Bukavu et Punia et dans la littérature (Geerinck, 1992, etc.)

Usage médicinal :	<i>Ansellia africana</i>	Affections de la gorge (angine)	Résultats des enquêtes socio-économiques à Kisangani et Bas - uélé
Usage alimentaire	<i>Eulophia ssp, Eulophium ssp, Disa welwitschii</i> Reichb.f., <i>Habenaria sp.1, Brachycorythis ssp</i> et <i>Polystachya ssp, Satyrium trinerve, Satyrium coriophoroides et Satyrium buchananii</i> Schltr.	Kikanda, viande végétale	Résultats des enquêtes socio-économiques à Lubumbashi, Kipushi, Likasi et littérature : Malaisse et Parent (1985) et Malaisse (1997)
Usage en parfumerie	<i>Polystachya odorata, Calyptrochilum emarginatum et C. christyanum</i>	-	Recherche et observations : Kinshasa : ombrière

Annexe 2 : Composition chimique de tubercules de *Disa welwitschii* Reichb.f., et *Satyrium buchananii* Schltr. récoltées au Katanga

Orchidées (100 gr de Poids sec)	Poids sec	Eau	Proté ines	Lipides	Gluci des	Fibres	Cendres	Ca	P	Fe	Valeur énergétique Kcal
<i>Disa welwitschii</i> Reichb.f.,	22	78	1,2	3,2	89,9	3,7	2,0	180	60	30	350
<i>Satyrium buchananii</i> Schltr.	36,7	63,3	1,8	0,6	94,4	0,6	1,3	100	50	30	390

Source des données : Malaisse et Parent (1985).

Annexe 3 : Analyses phytochimiques des extraits aqueux et organiques de quelques orchidées : 1) *Ansellia africana* (Pseudobulbes) ; 2) *Diaphanthe fragrantissima* (Feuilles grasses); 3) *Calyptrorchilum emarginatum* (Feuilles); 4)

.Substances naturelles	Réactifs utilisés	Extraits aqueux					Extraits organiques				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Polyphénols	Réactif de Burton	+	+	+	+	+					
Tanins	Chlorure ferrique 2%	±	+	+	±	±					
Flavonoïdes	Réactif de Shinoda + copeaux Mg + Alcool isoamylique	-	-	-	-	-					
Anthocyanes	HCl 20%	+	+	+	+	+					
Quinones liées	Réactif de Bornträger (NH ₄ OH 10%)	+	+	+	+	+					
Leucoanthocyanes	Réactif de Shinoda + Alcool isoamylique	-	-	-	-	-					
Alcaloïdes	Réactif de Dragendorff + qlqs gouttes de HCl	+++	+++	+++	++ +	+++					
Saponines	Test de mousse	-	-	-	-	-					
Triterpénoïdes	Réactif de Liebermann-Buchardat						+	+	+	-	+
Stéroïdes	Réactif de Liebermann-Buchardat						+	+	+	+	-

Bulbophyllum sp. (Feuilles) et 5) *Satyrium buchananii* (chikanda).

Source des données : Laboratoire des substances végétales du Département de Chimie. Faculté des Sciences. Université de Kinshasa (2013).

Légende : + Test positif ; +++ : Substance recherchée présente en très grande quantité ; - : Test négatif (substance recherchée absente) ; ± : Substance recherchée existe sous forme de traces.

**SUIVI DE LA FLORAISON SOUS OMBRIERE A KINSHASA
D'ORCHIDEES EPIPHYTES DE KISANGANI EN VUE DE LEUR
IDENTIFICATION**

MBALE, K¹., LUKOKI, L¹. et LEJOLY, J.²

- (1) Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, BP: 190, Kinshasa XI,
République Démocratique du Congo
(2) Département de Biologie, Université Libre de Bruxelles, Belgique

RESUME

Le but de cette étude est d'identifier les orchidées épiphytes à partir d'au moins 500 de leurs spécimens stériles d'orchidées vivants récoltés à Kisangani, dans un écosystème forestier au climat du type Af de la classification de Köppen, mis en culture sous-ombrière à Kinshasa dans un écosystème savanicole au climat du type Aw4, sur les planches de *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg et suivis pendant au moins une année jusqu'à leur floraison.

Les résultats, d'au moins une année d'observations phénologiques, principalement du suivi de la floraison des orchidées épiphytes en culture sous-ombrière, ont montré que 21 orchidées (84%) sur 25 ont fleuri en saison des pluies, entre septembre 2011 et avril 2012, avec un pic de floraison en mars (12 espèces d'orchidées : soit 44%), contre 1 orchidée (4%) ayant fleuri en saison sèche, soit de fin avril à début septembre : *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze.

Cependant, d'une part, l'orchidée, *Bulbophyllum purpureorhachys* (De Wild.) Schlechter, (4%) n'a pas pu fleurir jusqu'à ce jour, et, d'autre part, 2 autres orchidées, *Bulbophyllum sp1* et *B. sp2* (8%) n'ont pas survécu, malgré l'arrosage régulier, l'entretien et la pénombre leur fournies.

Mots clés : Menaces sur les orchidées sauvages, culture durable sous-ombrière, floraison, Identification taxonomique.

ABSTRACT

FLOWERING MONITORING OF KISANGANI ORCHIDS UNDER SHADE HOUSE CONDITIONS IN KINSHASA FOR THEIR IDENTIFICATION

The aim of our study was to identify epiphytic orchids from at least 500 orchid specimens collected alive in a forest ecosystem in Kisangani climate Af of Köppen classification, and what have been cultured on boards of *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg, in Kinshasa climate Aw4 type, harvested and monitored under a shade house during at least one year until they flourish.

After one year of observations, monitoring of flowering orchids gave satisfactory results and showed that 21 (84%) of 25 orchids flowered in the rain season, between september 2011 and april 2012, with a peak of flowering in march (12 species of orchids: 44%), against 4% of orchids what have flowered in the dry season, from mid-way to late September: case of *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze.

However, on the one hand, *Bulbophyllum purpuroerhachys* (De Wild.) Schlechter (4%) did not flourish until today and secondly, *Bulbophyllum sp1* and *Bulbophyllum sp2* (8%) did not survive despite of regular watering, maintenance and darkness provided to them.

Key Words: Wild orchid in danger, sustainable culture under shade house, flowering, taxonomic identification.

1. INTRODUCTION

Face à l'érosion du couvert forestier de la RDC (Duveiller et al., 2008) due à l'exploitation de ressources naturelles sous toutes leurs formes dans les forêts, il est urgent d'inventorier, de connaître et d'étudier la biodiversité menacée de disparition ou celle en péril, car beaucoup d'espèces disparaissent à l'état sauvage sans être connues ni étudiées (White et Edwards, 2001).

C'est entre autres le cas des orchidées épiphytes de Kisangani dans le district de la Tshopo, faisant partie de la province Orientale, victime de l'érosion de

leur biodiversité à l'instar de Provinces de l'Equateur, du Bandundu et du Kivu.

Pour connaître ces orchidées épiphytes, il faudrait arriver à les identifier et, cela n'est possible qu'après leur floraison, une manifestation phénologique réalisable de façon systématique et méthodique en mettant en culture sous ombrière les orchidées épiphytes et en les suivant durant au moins une année.

Des études sur les plantes épiphytes en général ont déjà été menées en Afrique centrale continentale à Kisangani, d'une part, sur les *Ficus* par Mbale (1984) et, d'autre part, sur les plantes épiphytes vasculaires en général par Bola (2002) et en Afrique centrale atlantique (Gabon, Cameroun, Sao Tomé et Principé, Guinée Equatoriale, etc.) sur les orchidées épiphytes par Stévert (1998, 2002, 2003), Sonké et al., (2003) et Droissart (2009).

En Afrique centrale continentale, l'initiative de domestiquer, sous ombrière, les orchidées épiphytes en provenance de différents phytochoria de la République Démocratique du Congo pour leur conservation durable ex situ, est en expérimentation depuis 2006, d'abord, à la Réserve de Biosphère de Luki (Mbale, 2008) et, depuis 2008, ensuite à l'Université de Kinshasa par le même auteur.

C'est dans ce contexte que notre étude a été focalisée principalement sur le suivi de la floraison sous ombrière des orchidées épiphytes en provenance du district de la Tshopo (Carte 1) aux conditions environnementales suivantes: forêt dense humide avec une phytocénose urbaine arborescente, climat du type Af, 1840mm de précipitations par an, 90% d'humidité relative de l'air, 484 m d'altitude, etc. (Nyakabwa, 1982 ; Golama et Symoens, 1990 ; Anonyme 2, 1998 ; De Saint Moulin et al., 1975 ; Kizungu et al., 2011) et leur mise en culture à Kinshasa, située à 1.230Km, a été réalisée.

Notre étude, pour l'acclimatation des orchidées, s'est réalisée aux conditions environnementales de Kinshasa (Mhashi et al., 2011; Kizungu et al., op. cit ; Anonyme 1, 1998), à savoir : climat de type Aw4, milieu savanicole arbustif et herbeux avec, par endroits, des lambeaux forestiers et galeries forestières reliques principalement localisés le long de grands cours d'eaux (Nselé, Mai-ndombe, Bombo – Lumene, N'djili et Lukunga), une phytocénose urbaine constituée d'arbres d'alignement et parcellaires :

Mangifera indica L., *Elaeis guineensis* Jacq., *Samanea saman* (Jacq.) Merrill, *Terminalia catappa* L., *Terminalia superba* Engl. & Diels., etc., 1.499 mm de précipitations par an, 75% d'humidité relative de l'air, 584 m d'altitude. Les résultats de ce suivi de floraison sont présentés au chapitre de résultats (Tableau 1 et Figure 2).

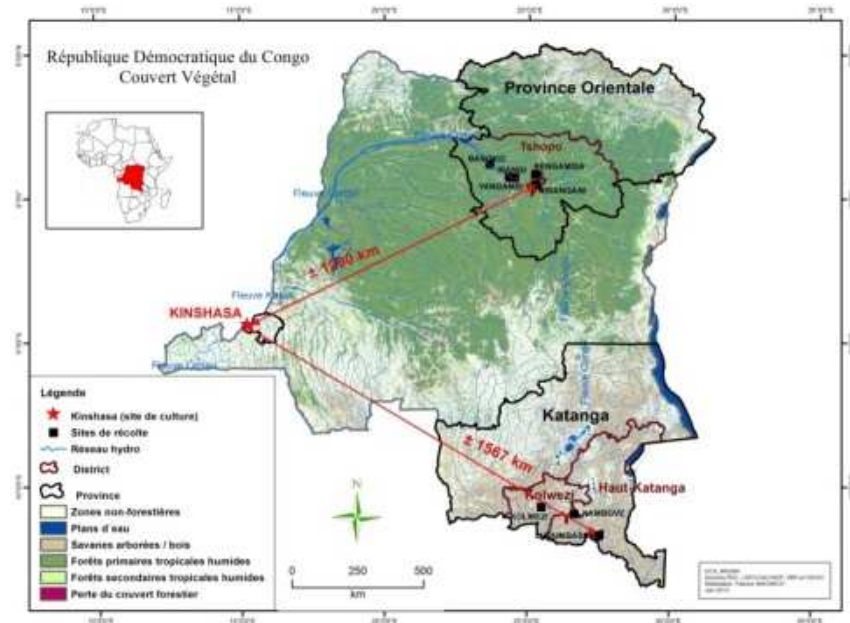


Figure 1. Carte du couvert forestier de la RDC (WRI & MECNT, 2010 ; OSFAC, 2010), du District de la Tshopo et de la ville de Kinshasa.

A en croire Richards (1996), d'une manière générale, les plantes phanérogames sont en fleurs ou en fruits à n'importe quel moment de l'année: il n'y a donc pas de période ou de saison sans qu'on observe des plantes en fleurs.

D'autres auteurs (Ter Steege et Persaud, 1991) ont montré que la probabilité qu'une espèce soit en fleurs ou en fruits à une période donnée est très élevée pour beaucoup d'espèces.

Eu égard à ce qui précède, nous avons bien voulu vérifier si la floraison des orchidées épiphytes est conforme ou non aux allégations susmentionnées et corrélées avec les facteurs environnementaux (températures, pluies, humidité relative de l'air, etc.).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel d'étude

Différents matériel ont été utilisés pour réaliser cette étude, il s'agit entre autres de : ombrière, spécimens vivants d'orchidées épiphytes, étiquettes, planches d'iroko, marqueurs indélébiles, appareil photo numérique de marque Nikkon, carte, données climatologiques, flores, livres, publications scientifiques, internet, herbaria, etc.

2.2. Méthodes

2.2.1. Méthode d'observation des orchidées épiphytes sous ombrière

L'observation directe et régulière des spécimens vivants d'orchidées épiphytes en culture sous ombrière était suivie par le prélèvement régulier des données relatives à la floraison et à la fructification des orchidées en provenance de 4 sites couverts par différentes formations végétales suivantes: forêt galerie, forêt dense humide, et dans la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard au Pk 24 (Kilomètre 24) sur la route Kisangani - Bengamisa dont nous présentons la synthèse, pour la période allant de septembre 2011 à Août 2012 (Tableau 1).

En effet, 591 spécimens d'orchidées épiphytes, stériles et fertiles, de phytocénose urbaine de Kisangani dans le district de la Tshopo (Sonké et al., 2003), ont été récoltés, mis en culture, observés et suivis régulièrement sous l'ombrière de culture expérimentale, jusqu'à leur floraison voire à leur fructification.

2.2.2. Méthode d'enregistrement progressif de la floraison des orchidées sous ombrière

Le début de formation de boutons floraux, comme celui des fleurs et des fruits des spécimens d'orchidées épiphytes, tant fertiles que stériles, était directement noté dans un registre puis traité et synthétisé dans le tableau 1 en annexe.

2.2.3. Méthode d'identification des orchidées épiphytes en floraison

Après la floraison des spécimens vivants des orchidées épiphytes en culture, s'en est suivie leur identification par comparaison avec les orchidées en fleurs de flores de l'Afrique centrale atlantique : Gabon, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée et Sao Tomé et Príncipe (Stévert, 1998 et 2003; Droissart, 2009 ; www.orchids. Gabon & Cameroon, etc.) et par le recours aux flores existantes de l'Afrique centrale et du Rwanda et Burundi (Geerinck, 1992).

Chaque orchidée identifiée a porté immédiatement une étiquette (de 4 cm sur 7 cm), un morceau d'ardoise en « pvc » découpé, sur laquelle une diagnose était écrite en encre indélébile reprenant son nom, son origine, son récolteur, le phorophyte, la date de floraison, numéro site de récolte ; etc.

Ainsi, nombre de spécimens vivants des orchidées en culture, étiquetés et suspendus avec du fil de cuivre (parfois par de pierres de taille relativement moyenne) sur des morceaux de planches d'Iroko (*Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg.) de 20 cm sur 30 cm), un peu inclinées, ont pu être mis sur une checklist.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Présentation de l'ombrière de culture ainsi que d'orchidées en culture et en floraison



Nous avons présenté ci-haut, de gauche à droite, (i) les photos d'une ombrière expérimentale (3m de large, 6 m de longueur et 2,5 m de haut) construite à l'Université de Kinshasa avec du bois de *Lovoa trichilioides* Harms (Lifaki moindo, en dialecte mongo) acheté au marché local de bois. ; (ii) des spécimens d'orchidées épiphytes montés sur des planches d'Iroko ; (iii) l'orchidée *Polystachya affinis* Lindl. en floraison, de mai à juin, portant

une étiquette avec diagnose écrite en encre indélébile, reprenant son origine, son nom, la date de floraison, etc.

3.2. Présentation de la checklist des orchidées ayant fleuri sous ombrière

La réussite de la culture d'une orchidée sur un substrat ligneux est appréciée par le niveau de son enracinement, la reprise de sa phénologie, principalement la floraison ainsi que la vigueur de l'orchidée en culture sur la planche d'Iroko (appréciation personnelle).

D'une manière générale, les spécimens d'orchidées en culture se sont bien acclimatés (92%) ; leur rythme de floraison était enregistré (Tableau 1) en fonction de mois de floraison.

Nous avons constaté que les spécimens d'orchidées en culture ont majoritairement bien fleuri (84%) durant la saison des pluies avec une large amplitude de floraison étalée d'octobre à avril et un pic de floraison au mois de mars: ce qui correspond aux observations de Loubry (1994).

Certains spécimens d'orchidées, à l'instar de *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze., ont fleuri en saison sèche, soit d'avril à début septembre : ce qui correspond aux conclusions de Richards (1996) ; tandis que d'autres n'ont même pas fleuri jusqu'à ces jours : c'est entre autres le cas de *Bulbophyllum purpureorhachys* (De Wild.). Schlegel.

L'identification de 25 orchidées épiphytes suivies systématiquement et méthodiquement sous ombrière expérimentale a été rendue possible, pour la grande partie jusqu'au niveau des espèces et pour une minorité jusqu'au niveau de genres grâce à la floraison.

La checklist des orchidées épiphytes sous examen est présentée par le tableau 1 en annexe, à partir duquel le rythme annuel de floraison en fonction de mois et de saison est traduit et repris par la figure 1 en annexe.

Le rythme annuel de floraison, sous ombrière, de 25 orchidées en provenance de Kisangani, à Kinshasa, montre que la majorité d'entre elles ont fleuri en saison pluvieuse, soit d'octobre 2011 à avril 2012 avec un pic de floraison en mars (avec 12 espèces) et une minorité d'orchidées en saison sèche, soit de mai 2012 à septembre 2012 avec un minimum de floraison en juillet et août (1 espèce).

A la lumière de la figure 2 susmentionnée, il sied de signaler un rythme de floraison assez spécial observé chez :

- *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze qui commence à fleurir en saison sèche et perd ses feuilles (caducifolie totale) à la même période, soit d'avril à début septembre ; cette phase défeuillée se manifeste par le jaunissement, la fanaison et la chute saisonnière de toutes les feuilles suivies de leur renouvellement au début de la saison de pluies ;
- *Angraecum distichum* Lindl., *Polystachya affinis* Lindl. et *P. odorata* Lindl. qui fleurissent plus longtemps que les autres orchidées, soit 6 à 9 mois durant, de façon intermittente;
- *Bulbophyllum purpureorhachys* (De Wild.) Schlechter qui n'a pas fleuri jusqu'à ce jour malgré sa reprise végétative (pseudobulbes, feuilles et racines) ;
- *Bulbophyllum sp1* et *B. sp2* qui ont péri suite au stress hydrique.

L'analyse comparée des conditions environnementales du district de la Tshopo (Nyakabwa, 1982 ; Golama et Symoens, 1990 ; Anonyme 2, 1998 ; etc.), région de provenance des orchidées (climat du type Af) à celles de la ville de Kinshasa (Anonyme 1, 1998 ; Muhashy et al., 2011 ; Kizungu et al., 2011), région de culture desdites orchidées (climat du type Aw4), montre de disparités considérables en termes d'hygrométrie (9%) ; de température (2°C) ; de pluviométrie (375 mm) et de durée de saison sèche (4 mois). Certaines orchidées du climat du type Af mises en culture dans le climat du type Aw4, ont nécessité davantage et régulièrement l'arrosage sans lequel elles crèveraient de stress hydrique, thermique ou hygrosopique, tel furent les cas de *Bulbophyllum sp1* et *B. sp2* qui ont crevé suite à la pénurie d'eau avant leur floraison.

Au total, 25 espèces d'orchidées, en provenance de Kisangani dans le district de la Tshopo, ont été identifiées et sont réparties en 10 genres classés en ordre utile d'espèces mises entre parenthèses comme suit : *Bulbophyllum* (7 espèces), *Polystachya* (5 espèces), *Ancistrorhynchus* (3 espèces), *Calypstrochilum* (2 espèces), *Rangaeris* (2 espèces), *Diaphanthe* (2 espèces), *Angraecum* (1 espèce), *Eulophia* (1 espèce), *Graphorkis* (1 espèce) et *Tridactyle* (1 espèce).

Les 25 orchidées épiphytes, susévoquées, ont fait l'objet d'un suivi organisé de leur rythme de floraison en douze mois, soit de septembre 2011 à août 2012, au terme duquel 21 orchidées ont pu fleurir en saison de pluies ; 1 orchidée a fleuri en saison sèche, 1 autre orchidée n'ayant pas fleuri jusqu'à

ce jour ainsi que 2 espèces de *Bulbophyllum* sont mortes (Figure 2 et Tableau 1).

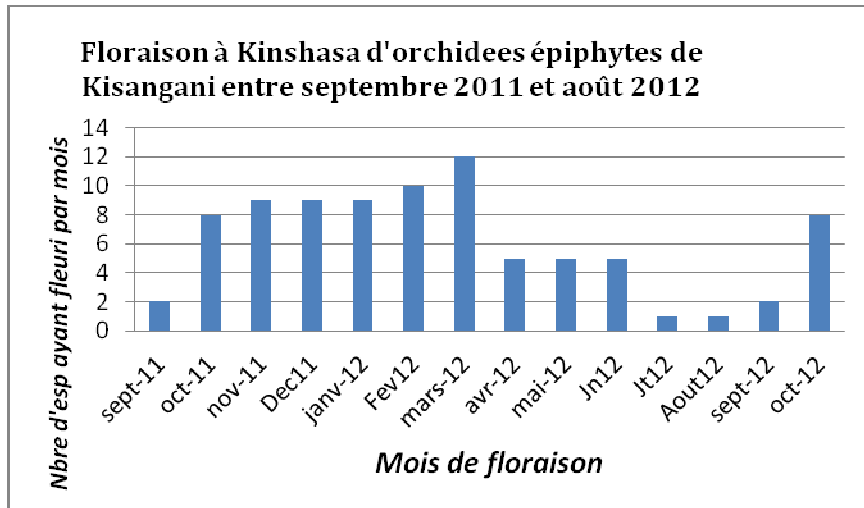


Figure 2. Rythme de floraison à Kinshasa d'orchidées de Kisangani.

Ce qui corrobore l'affirmation de Richards (1996) selon laquelle, d'une manière générale, les plantes phanérogames sont en fleurs ou en fruits à n'importe quel moment de l'année : il n'y a donc pas de mois, période ou de saison sans qu'on observe des plantes en fleurs. Ainsi, de janvier à décembre, les orchidées sont en fleurs.

4. CONCLUSION

Après avoir comparé les conditions environnementales du district de la Tshopo, région de provenance des orchidées (climat du type Af) à celles de la ville de Kinshasa, région de culture des orchidées susmentionnées (climat du type Aw4), il s'est avéré d'énormes écarts en termes de pluviométrie (375 mm), d'hygrométrie (9%), de température (2°C) et de durée de saison sèche (4 mois).

En dépit de ces écarts, sur les 25 orchidées épiphytes, mises en culture et suivi de façon systématique et méthodique, leur rythme de floraison en douze mois (soit de septembre 2011 à août 2012), ont révélé que 21 espèces d'orchidées ont pu fleurir en saison de pluies, soit d'octobre 2011 à avril 2012 avec un pic de floraison en mars contre une minorité d'orchidées,

représentée par 1 espèce ayant fleuri en saison sèche, soit d'avril à début septembre, 1 autre orchidée n'ayant pas fleuri jusqu'à ces jours ainsi que *Bulbophyllum* sp1 et *B. sp2* qui ont été desséchées et mortes. Ainsi, de janvier à décembre, les orchidées ont été en fleurs sous ombrière à de moments différents.

Au total, 25 espèces d'orchidées du district de la Tshopo, réparties en 10 genres ont été classées en ordre utile d'espèces comme suit : *Bulbophyllum* (7 espèces), *Polystachya* (5 espèces), *Ancistrorhynchus* (3 espèces), *Calypstrochilum* (2 espèces), *Rangaeris* (2 espèces), *Diaphananthe* (2 espèces), *Angraecum* (1 espèce), *Eulophia* (1 espèce), *Graphorkis* (1 espèce) et *Tridactyle* (1 espèce).

La floraison a rendu possible l'identification des orchidées épiphytes de Kisangani dans le district de la Tshopo : une grande partie d'entre elles ayant fleuri en saison des pluies.

Toutefois, il sied de signaler le rythme de floraison assez spécial observé chez :

- *Graphorkis lurida* (Sw.) Kuntze qui fleurit régulièrement en saison sèche en RDC et perd ses feuilles, soit d'avril à début septembre, ce qui correspond à la saison sèche;
- *Angraecum distichum* Lindl., *Polystachya affinis* Lindl. et *P. odorata* Lindl. qui fleurissent plus longtemps que toutes les autres orchidées, soit 6 à 9 mois durant, en différents mois et jusqu'à 4 fois par an pour *Angraecum distichum* Lindl..
- *Bulbophyllum purpureorhachys* (De Wild.) Schlechter qui n'a pas fleuri jusqu'à ce jour malgré sa reprise végétative (pseudobulbes, feuilles et racines) ;

Suite à un déficit d'arrosage des orchidées épiphytes originaires du climat Af, certaines d'entre elles sont mortes de stress hydrique : cas de *Bulbophyllum* sp1 et *B. sp2*.

En somme, les orchidées épiphytes vivantes peuvent, d'une part, être mises en culture sous ombrière, suivies, entretenues et, d'autre part, fleurir durant toute l'année, et être enfin identifiées, étudiées et conservées de façon durable ex situ et utilisées à diverses fins.

REMERCIEMENTS

Nous remercions :

1. Le Projet KIN 06 de l'Université de Kinshasa pour divers appuis à l'étude ;
2. Beteni F., Baelongandi J.P, Bwanga C., et Mbale Roger pour les travaux de terrain.

REFERENCES

- Anonyme 1. 1998. Monographie de la ville de Kinshasa. PNUD, UCOP, Kinshasa, 247 p.
- Anonyme 2. 1998. Monographie de la province Orientale. PNUD, UCOP, Kinshasa, 220 p.
- Bola, M. 2002. Les Epiphytes vasculaires de la Ville de Kisangani. Mémoire de DES inédit, Fac. Sc., Université de Kisangani, 214 p + annexes.
- De Saint-Moulin, L.1975. La formation de la population. In B. VERHAEGEN (Ed.), Kisangani 1876 -1976, Histoire d'une ville Tome 1 : La population : 31-54.
- Droissart, V. 2009. Etude taxonomique et biogéographique des plantes endémiques d'Afrique centrale atlantique: le cas des *Orchidaceae*. Thèse de Doctorat Inédite, Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique systématique et Phytosociologie et Laboratoire de Complexité et Dynamique des Systèmes Tropicaux, 270p.
- Duveiller G., Defourny., Desclée B., et Mayaux P. 2008. Deforestation in Central Africa: Estimates at regional, national and landscape levels by advanced processing of systematically distributed Landsat extracts. Remote Sensing of Environment 112: 1969 – 1981.
- Geerinck, D., 1992. Flore de l'Afrique centrale (Zaire, Rwanda et Burundi). Les Spermatophytes. Les *Orchidaceae* (Seconde partie) ». Jardin Botanique National de Belgique, Meise : 297 – 780.
- Golama, S. et Symoens, J.J. 1990. Caractéristiques physiques et chimiques de quelques cours d'eau de Kisangani (Zaire). Bulletin des séances de l'Académie Royale des Sciences d'outre-mer, 35 (1989-1992) : 145 – 157.
- Kizungu, V. R., Kasele, I., Dubois, S., Binsiki, B. M. et Mankangidila, K. 2011. Les données agroclimatologiques de la RDC Afrique. INERA. FAO. Kinshasa. 45p.

- Loubry, D. 1994. Déterminisme du comportement phénologique des arbres en forêt humide de Guyane française. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 387p.
- Mbale, K., H. 1984. Etude taxonomique des Ficus (Moraceae) de la ville de Kisangani, Mémoire de Licence, Inédit. Faculté des Sciences, UNIKIS, Kisangani : 82 p.
- Mbale, K., H. 2008. Les orchidées épiphytes face à l'exploitation forestière à Luki : Biodiversité, Phytogéographie et Conservation. Mémoire de DEA inédit, Université de Kinshasa, Fac. Sc. Département de Biologie, Kinshasa, 64p.
- Muhashy, H. F., Nlandu, L. et Malio, N. 2011. Habitats de la Réserve et Domaine de chasse de Bombo – Lumene (R.D. Congo). Lexique Kiteke des plantes observées dans ces milieux. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB). Bruxelles, 114p.
- Nyakabwa, M. 1982. Phytocénoses de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de Doctorat inédit, Université de Kisangani, Tome I: 418p.
- OSFAC. 2010. Les Forêts d'Afrique Centrale évaluées par Télédétection (f.a.c.e.t). Rapport d'études de 2005-2010. Kinshasa.
- Richards, P.W. 1996. The tropical rain forest, an ecological study. Cambridge University Press, 575p.
- Sonké, B., Comiskey, J. A., Djuikouo, K., Ewango N., et Ted, R. 2003. Comment collecter plus de 500 spécimens d'orchidées épiphytes fertiles par an ?. Université de Yaoundé I, Cameroun, 56p.
- Stévert, T. 1998. Etude sur les Orchidées de Sao Tomé et Principé. Travail de fin d'études, Université Libre de Bruxelles, 117p.
- Stévert, T. 2002. Les Orchidées de la réserve de faune de Dja. in La Réserve de faune du Dja à la découverte de la forêt tropicale. ECOFAC. Gabon. 56p.
- Stévert, T. 2003. Etude taxonomique, écologique, phytogéographique des *Orchidaceae* de l'Afrique Centrale Atlantique. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 225p.
- Ter Steege, H., & Persaud, C.A. 1991. The Phenology of the Guyanese timber species: a compilation of a century of observations. vegetation, 95: 177 – 198.
- White, L. & Edwards, A. 2001: *Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherche*. WCS. Libreville. Gabon. 456p.

WRI et MECNT. 2010. Rapport WRI – Atlas forestier interactif de la République Démocratique du Congo. Version 1.0: Document de synthèse. Washington, D.C.: World Resources Institute. 56p.

10	<i>B. sp1</i>	-	-	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	msf
11	<i>B. sp2</i>	-	-	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	msf
12	<i>Calyptrochilum christyanum</i> (Reichenb) Summ.		+	+	+									3
13	<i>Calyptrochilum emarginatum</i> (Sw) Schlecht		+	+	+									3
14	<i>Diaphananthe bidens</i> (Sw. Ex Pers.) Schlecht					+	+	+						3
15	<i>Diaphananthe frangratissima</i> (Reichenb.f.) Schlecht							+	+					2
16	<i>Eulophia gracilis</i> Lindl..				+	+								2
17	<i>Graphorkis lurida</i> (Sw). Kuntze								+	+	+	+		4
18	<i>Polystachya affinis</i> Lindl.		+	+	+			+	+	+	+			7
19	<i>P. galeata</i> Afz. Reich.f.					+	+	+						3
20	<i>P. golungensis</i> Reich.f.						+	+						2
21	<i>P. tessellata</i> Lindl.					+	+	+						3
22	<i>P. odorata</i> Lindl.		+	+			+	+	+	+	+			7
23	<i>Raengaris musicola</i> (Reichb.f.) Summ.						+	+	+	+				4
24	<i>Raengaris rhipsalisocia</i> (Reichb.f.) Summ.					+	+	+						3
25	<i>Tridactyle anthomaniaca</i> (Reicht) Summ.				+	+								2

Nombre d'orchidées ayant fleuri par mois	2	8	8	9	9	11	12	5	5	4	1	1	
---	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	--

Légende :

S: Septembre ; O : octobre ; N : novembre ; D : décembre ; J : janvier ; F : février ; M : mars ; A : avril ; M : mai ; J :
juin ;

Jt : juillet ; Ao : août, NFM : nombre de mois de floraison

**L'APPROCHE PEDOANTHROLOGIE POUR LA MISE EN
EVIDENCE D'INDICES DE PERTURBATION-CAS DES FORETS
DE LA REGION DE KISANGANI**

TSHIBAMBA, M.J.^{1,3,4,5}, HUBAU, W.^{2,5}, NTAHOBAVUKA, H.³,
BOYEMBA, B.F.³, DE CANNIERE, C.⁴, BEECKMAN, H.⁵.

- (1) Université Officielle de Mbuji-Mayi (U.O.M), R.D.Congo.
- (2) Université de Gent (UGent), laboratoire de technologie du bois, Belgique.
- (3) Université de Kisangani (UNIKIS), Faculté de sciences, R. D. Congo.
- (4) Université Libre de Bruxelles (U.L.B), Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, Belgique.
- (5) Musée Royal de l'Afrique Centrale (M.R.A.C), laboratoire de biologie du bois et Xylarium, Belgique.

RESUME

Dans la double perspective de la gestion durable des fonctions de la forêt et de la satisfaction des besoins humains, cette étude, basée sur une approche pédoanthracologique, apporte des indices paléo-environnementaux de l'existence de perturbations passées dans les forêts de la région de Kisangani.

La démarche a consisté à quantifier et identifier les charbons de bois collectés dans des fosses pédoanthracologiques par couches successives de 10 cm de profondeur. Les fragments de poteries ont également été dénombrés.

Parmi les charbons de bois trouvés dans les sols forestiers de Yangambi, Yoko, Masako et Kole, la famille des Fabaceae (sous-famille de Caesalpinioideae) est largement représentée.

Cette famille est caractéristique de la forêt tropicale humide. La présence à diverses profondeurs de ces charbons de bois ainsi que de fragments de poteries traduit l'existence de perturbations liées aux activités anthropiques passées dans ces forêts.

Mots-clés: forêt dense humide, anthracomasse, charbon de bois, perturbations.

ABSTRACT

PEDOANTHRACOLOGICAL EVIDENCE REVEALS PAST OCCURRENCES OF PERTURBATIONS IN THE FORESTS OF THE KISANGANI REGION

This study presents palaeoenvironmental evidence for the existence of past perturbations in the forests of the Kisangani region, using a pedoanthracological approach. Within a broader perspective, our results can contribute to both sustainable management of forest functions and satisfaction of human needs.

The primary objective is to quantify and identify charcoal fragments in pedoanthracological excavations in the Yangambi, Yoko, Masako and Kole forest regions. Charcoal sampling was conducted in intervals of 10 cm, whereby pottery fragments were also registered and quantified.

Charcoal was found in all excavations and identifications point at a manifest presence of the family of Fabaceae (Caesalpinioideae).

This family is characteristic for the tropical humid rainforest. The presence of charcoal fragments from these taxa, associated with pottery sherds on different depths within the profiles, suggests past occurrences of anthropogenic perturbations in these forests.

Keywords: tropical humid rainforest, anthracomass, charcoal, forest perturbation

1. INTRODUCTION

Les témoignages paléoécologiques sont très utiles pour orienter la gestion forestière dans une optique de développement durable, et surtout pour apporter des éléments de réponse à des questions aussi controversées que l'état naturel des forêts denses humides, leur végétation potentielle ou leur état d'équilibre.

La pédoanthracologie à travers la quantification et l'identification des charbons de bois trouvés dans le sol, permet de reconstituer l'évolution de la végétation ligneuse au cours du temps et de la relier à d'éventuelles perturbations anthropiques (Thinon, 1978).

Les forêts d'Afrique centrale ont souvent été considérées comme des forêts primaires (Braadbaart et Poole, 2008, Schwartz et *al.*, 1999; Senterre, 2005), c'est-à-dire des forêts exemptes de traces de perturbations anthropiques depuis des siècles (Vande Weghe, 2004). Cependant, de plus

en plus d'études montrent que ces forêts tropicales seraient, en fait, des forêts perturbées issues d'une recolonisation de zones dégradées (Braadbaart et Poole op.cit; Brncic et *al.*, 2009, Maley, 1996).

Même si l'histoire de l'évolution de la végétation des forêts de Yangambi, Yoko, Masako et Kole demeure inconnue jusqu'à ce jour, il est permis de se demander si ces forêts n'ont pas été fortement influencées par l'activité humaine.

La présence des charbons de bois et de poteries dans les sols forestiers de la région de Kisangani constituerait un indice pertinent de l'occurrence de perturbations passées d'origine anthropique.

La présente étude a pour objectif de rechercher des indices de l'existence de perturbations anthropiques et/ou naturelles dans les forêts de la région de Kisangani par la recherche et le dénombrement de charbons de bois; l'identification des familles végétales indicatrices dans les assemblages de charbons de bois à l'aide de leurs structures anatomiques; la recherche et le dénombrement des poteries par site et par type de forêt.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

Le présent travail a été réalisé dans la région de Kisangani, dans quatre sites différents: Yangambi, Yoko, Masako et Kole. Selon la carte de Maley, 1996, Lomba, 2007; Lebrun&Gilbert, 1954, les sites retenus contiennent encore de grandes étendues de forêts sempervirentes, semi-décidues, secondaires jeunes et vieilles, jachères... qu'il faut gérer durablement et sont accessibles. La figure 1 ci-après présente la répartition des quatre sites d'étude.

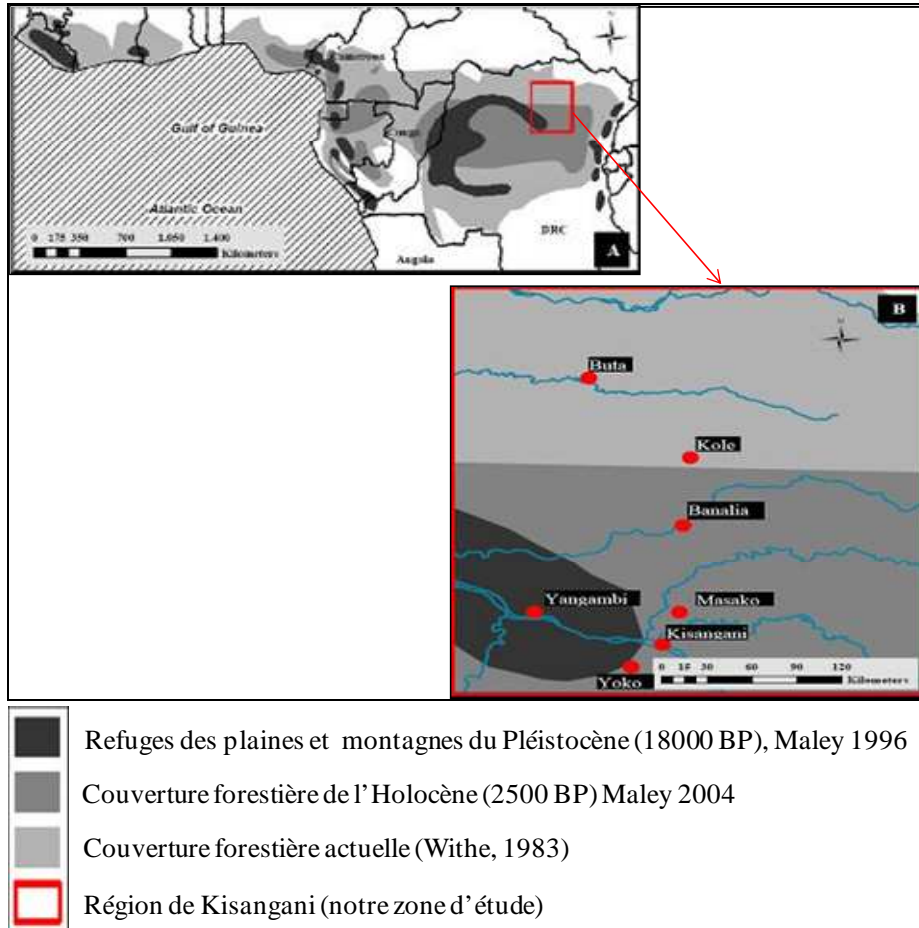


Figure 1: Zone d'étude de la région de Kisangani tirée de la carte des limites de la forêt dense humide en Afrique centrale pendant les périodes de régression du couvert forestier (Maley, 1996).

2.2. Matériel

Parmi les matériels que nous avons utilisés, les plus importants sont: la tarière pédologique (foreuse d'Edelmann) pour sonder le sol, le GPS (Etrex Garmin) pour la prise des coordonnées géographiques, le microscope optique à lumière incidente pour les observations des charbons de bois sur les trois plans (transversal, radial et longitudinal) au M.R.A.C à Tervuren (Belgique) et

l' μ CT (Computed microtomography) pour la prise des images de charbons de bois.

2.2.1. Protocole pedoanthracologique

Le protocole pédoanthracologique élaboré par Thinon (1992) et les critères suggérés par Carcaillet et Thinon (1996), Delneuf et *al.*, (1998) ont été appliqués dans notre étude.

Une fosse de section carrée de 1,0 m de côté et de 1,4 m de profondeur est creusée par couche successive de 10 cm de profondeur (figure 2) sur un endroit plat (de préférence sur un plateau), tout en évitant les sols hydromorphes, les pentes et les endroits occupés par l'agriculture itinérante sur abattis-brûlis.

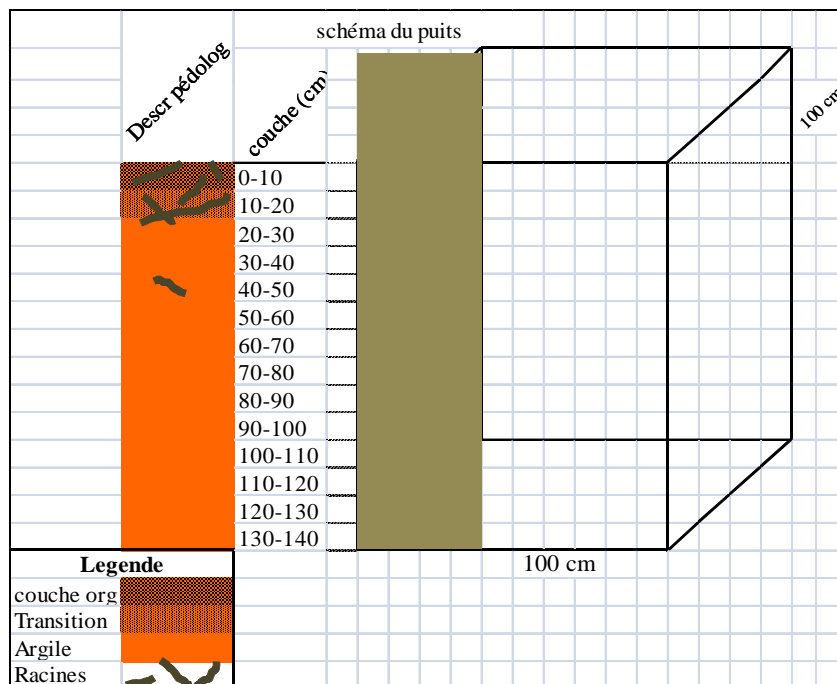


Figure 2: schéma de la description du puits

Les charbons de bois visibles à l'œil nu sont collectés couche par couche, lavés, séchés, pesés (0,001g) et conservés dans un sachet, à raison d'un sachet par niveau. Tous les objets (poteries) sont également récoltés et gardés à part. L'identification des critères anatomiques sur les images des

charbons de bois s'est faite en référence aux critères IAWA (1989) et également par comparaison aux descriptions anatomiques consignées sur le site internet « [http://www.Outside Wood](http://www.OutsideWood.com) ».

Au total, nous avons creusé 14 fosses pédoanthracologiques dans 4 sites différents, dont 8 en forêts primaires et 6 en forêts secondaires.

- a) site de Kole : 2 fosses en forêt primaire;
- b) site de Masako: 2 fosses en forêt primaire, 2 fosses en forêt secondaire;
- c) site de Yangambi: 2 fosses en forêt primaire, 2 fosses en forêt secondaire;
- d) site de Yoko: 2 fosses en forêt primaire et 2 fosses en forêt secondaire.

2.3. Analyse de données

2.3.1. Anthracomasse spécifique

Nous avons rapporté la masse totale (mg) de charbons collectés par couche de 10 cm à la masse totale de terre sèche (en kg) prélevée pour chaque couche correspondante, selon la méthodologie de Carcaillet et Talon (1996), Touflan et Talon (2008). Une moyenne a été établie par site (figure 3). Elle est exprimée en mg/kg et peut être calculée pour un taxon, une couche ou un profil.

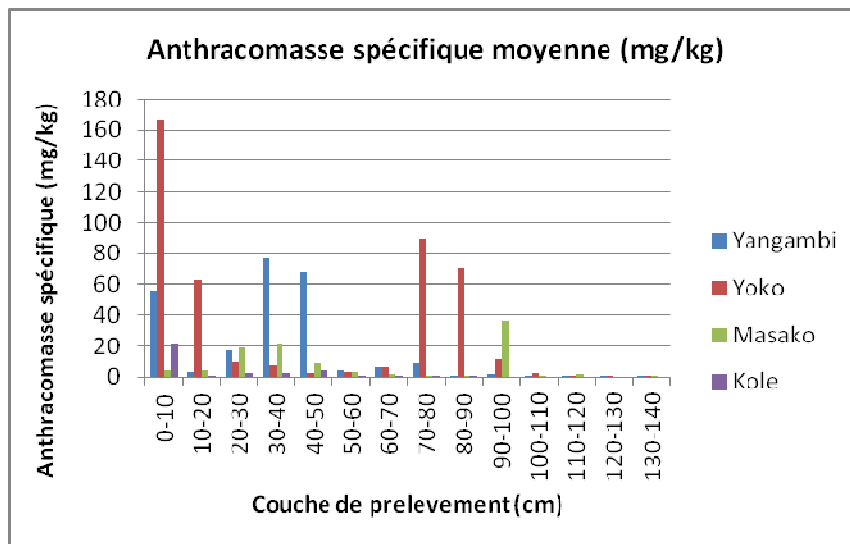


Figure 3. Moyenne par site d'étude de l'anthracomasse spécifique pour chaque couche de prélèvement

Il ressort de cette figure que les sols forestiers de tous les sites d'étude renferment des charbons de bois jusqu'à 100 cm de profondeur.

2.3.2. Identification botanique

Les charbons identifiés sont issus de deux sites et d'une couche par fosse. L'identification a été réalisée par la description anatomique des images μ CT (Computed microtomography) de ces charbons de bois en utilisant les critères IAWA (1989) ainsi que par la recherche des critères standardisés dans la base de données du site internet « <http://www.Inside Wood> ».

Les échantillons sont les suivants : charbon 1.8.1 d'une forêt secondaire du site de la Yoko.

2.3.3. Description anatomique des charbons de bois

a) Charbon Yoko 1.8.1.

Ce charbon a été collecté dans le site de Yoko, dans la première fosse en forêt secondaire ; c'est le premier charbon de la huitième couche. Les caractéristiques anatomiques répertoriées sur les images photographiques (μ CT) sont illustrées par les figures 4 (a), (b) et (c).

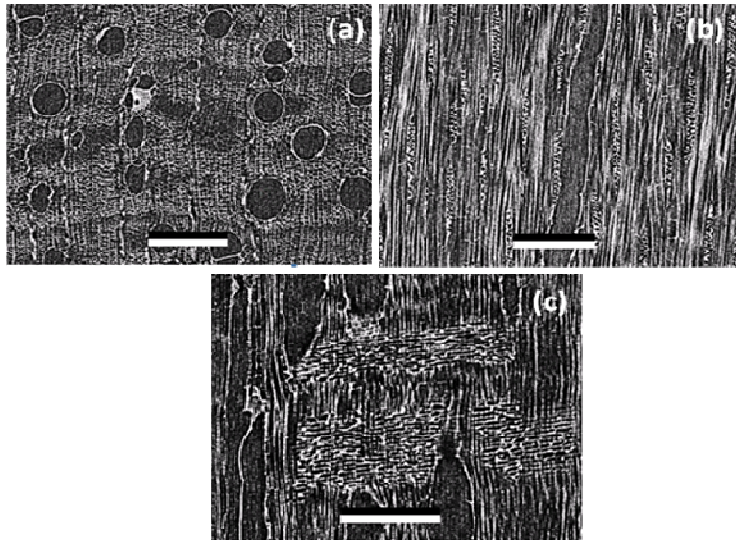


Figure 4: (a) Vue transversale du charbon Yoko 1.8.1 ; (b) Vue tangentielle (c) Vue radiale (Echelle=600 μ m). (Echelle=600 μ m).

Les caractères anatomiques identifiés sur les images des 3 plans d'observation sont les suivants:

Sur le plan transversal: la limite de cernes de croissance indistincte ou absente, environs une trentaine de vaisseaux de 100-200 μm , forme de vaisseaux arrondie à ovale, les vaisseaux sont isolés, certains accolés par deux, porosité diffuse, le parenchyme axial paratrachéal, le parenchyme axial aliforme. Sur le plan tangentiel: les rayons de 1-3 cellules, les punctuations simples. Tandis que sur le plan radial l'on observe les perforations simples et les cellules des rayons toutes couchées.

b) Charbon Yoko 3.6.2

Collecté dans le site de la Yoko en forêt primaire, dans la troisième fosse, au sein de la sixième couche, il s'agit du deuxième charbon dans le classement (ordre de prélèvement). Les caractéristiques anatomiques répertoriées sur les images photographiques (μCT) sont illustrées par les figures 5 (a), (b) et (c).

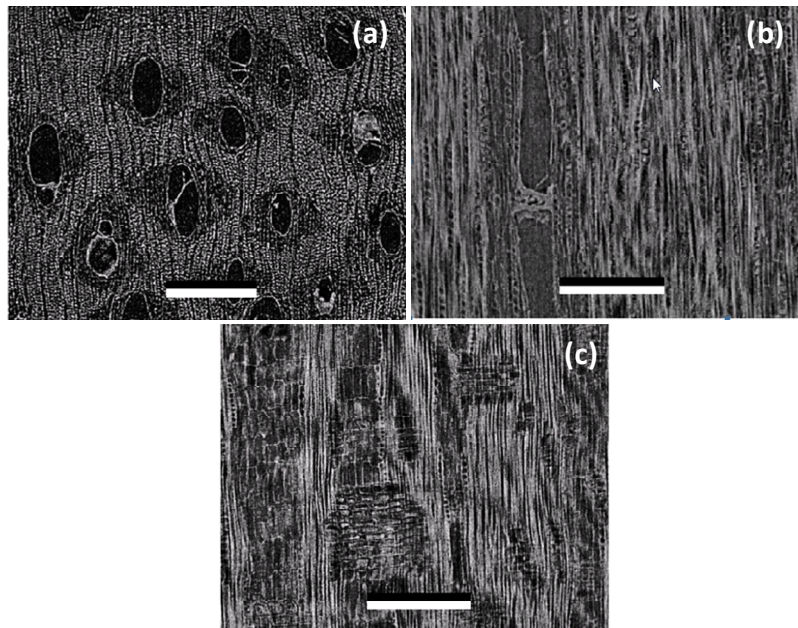


Figure 5: (a) Vue transversale du charbon Yoko 3.6.2 ;
(b) Vue tangentielle ; (c) Vue radiale. (Echelle=400 μm).

Les caractères anatomiques identifiés sur les images des 3 plans d'observation sont les suivants:

Sur le plan transversal: la limite de cerne de croissance est indistincte ou absente, environs une vingtaine de vaisseaux de 100-200 μm , les vaisseaux de forme ovale à arrondie, les vaisseaux accolés par deux, le parenchyme axial paratrachéal, le parenchyme axial aliforme, le parenchyme axial aliforme en losange. Sur le plan tangentiel l'observe les rayons de 1-3 cellules. Tandis que sur le plan radial a les perforations simples, les cellules de rayons couchées avec une rangée de cellules terminales carrées ou dressées.

c) Charbon Yangambi 3.4.2

Ce charbon provient de la troisième fosse du site de Yangambi. Il s'agit du deuxième charbon récolté au sein de la quatrième couche. Les caractéristiques anatomiques répertoriées sur ses images photographiques (μCT) sont illustrées par les figures 6 (a), (b) et (c).

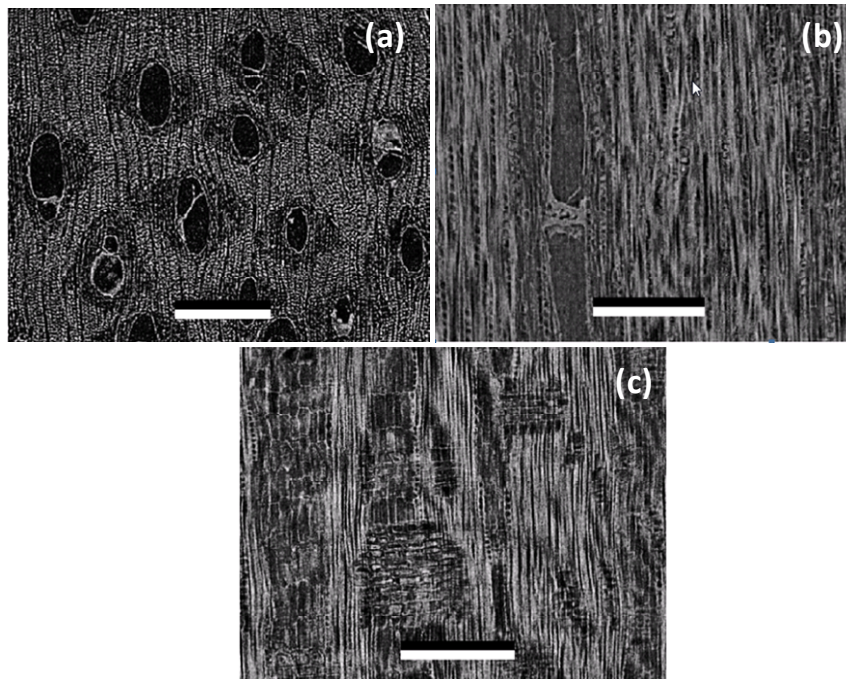


Figure 6: (a) Vue transversale du charbon Yangambi 3.4.2; (b) Vue Tangentielle ; (c) Vue radiale (Echelle= 400 μm). (Echelle=400 μm)

Les caractères anatomiques identifiés sur les images des 3 plans d'observation sont les suivants:

Sur le plan transversal: la limite de cernes de croissance indistincte ou absente, environs une vingtaine de vaisseaux de 100-200 μm , les vaisseaux de forme arrondie, les vaisseaux accolés par deux, porosité diffuse, le parenchyme axial aliforme, le parenchyme aliforme en losange. Le plan tangentiel a des rayons de 1-3 cellules. Tandis que sur le plan radial l'on observe des cellules de rayons qui sont couchées avec une rangée terminale de cellules dressées et des perforations simples.

2.3.4. Familles identifiées

L'identification des familles a été faite au départ des caractères anatomiques énumérés ci-dessus et par comparaison avec les critères de la base de données d'Inside Wood. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Familles identifiées

Site	Type de forêt	N° de la fosse	PC (cm)	CC	Familles identifiées
Ybi	Forêt secondaire	3	30-40	2	Fabaceae (Caesalpinioideae)
Yoko	Forêt secondaire	1	70-80	1	Fabaceae (Caesalpinioideae)
Yoko	Forêt primaire	3	50-60	2	Fabaceae (Caesalpinioideae)

Légende : Ybi : Yangambi, PC : profondeur de la couche ; CC : Classement du charbon.

Il ressort de l'analyse que les trois charbons de bois identifiés sont de la famille des Fabaceae sous-famille de Caesalpinioideae (caractérisée par les vaisseaux de forme arrondie, accolés par deux ou trois, la porosité diffuse, le parenchyme axial paratrachéal, le parenchyme axial aliforme, le parenchyme aliforme en losange et/ou anastomosé, les rayons de 1-3 cellules de large, les cellules de rayons couchées avec une rangée terminale de cellules dressées, les perforations simples...) quels que soient les sites et les types de forêts dont ils sont issus.

La présence de poterie est observée à Yoko dans 3 couches; 1 poterie entre 70-80 cm, 1 poterie entre 80-90 cm et 1 autre entre 10-20 cm, toutes en forêt secondaire. Des poteries ont aussi été trouvées à Yangambi dans 2 couches, 1 entre 40-50 cm en forêt secondaire et 1 autre entre 70-80 cm de

profondeur en forêt primaire, à Kole dans 1 couche entre 20-30 cm de profondeur en forêt primaire. A Masako aucune poterie n'a été récoltée. Ces fragments de poteries traduisent la présence d'activités humaines passées dans ces forêts.

4. DISCUSSION

4.1. Anthracomasse spécifique

Nous avons mis en évidence la présence de charbons de bois dans les quatre sites de notre étude. Des anthracomasses spécifiques moyennes (mg/kg) de types de forêts par site ont pu être calculées tel que présenter sur le tableau 2 ci-après.

Tableau 2. Anthracomasse spécifique moyenne (mg/kg) de types de forêts par site

Couche (cm)	Sites						
	Yangambi		Yoko		Masako		Kole
	FS	FP	FS	FP	FS	FP	FP
0-10	111,11	0,406	167,29	166,4	0,96	6,7	21
oct-20	3,46	3,1165	98,43	27,8	0	8,8	0,73
20-30	25,75	9,2265	12	8,4	1,89	36,1	2,82
30-40	132,71	21,137	3,58	10,8	0,03	42,4	2,21
40-50	132,3	4,3105	4,06	1,2	1,44	16,1	3,79
50-60	3,24	5,4115	0,88	6,2	2,58	4,4	0,02
60-70	9,12	3,4235	5,11	8,4	1,54	2	0,26
70-80	14,93	2,4415	176,12	3,7	0,04	1,5	0,31
80-90	1,76	0,3	139,6	0,9	0,3	0,9	0,13
90-100	3,25	0,087	19,41	3,3	71,89	0,7	0
100-110	0,72	0,1455	3,45	2,1	0,73	0,2	0
110-120	1,14	0,201	2,65	0	2,79	0	0
120-130	0,89	0,05	1,14	0	0	0	0
130-140	0,04	1,2145	0,47	0,3	0,24	0	0
Ecart-type	51,6	5,68	67,97	43,58	18,98	13,8	5,53

Légende : FS : Forêt secondaire ; FP : Forêt primaire.

Les anthracomasses spécifiques moyennes ((mg/kg) les plus élevées sont celles de Yoko avec 167 mg/kg et de Yangambi avec 133 mg/kg. Les plus

faibles sont celles de Masako et de Kole. Ces charbons de bois seraient le signe de perturbations anthropiques ou naturelles passées dans ces forêts. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Hubau et *al* (2012), à savoir 543 mg/kg à Kisala Singa dans la réserve de biosphère de Luki (R.D.Congo).

4.2. Identification botanique

Bien que cette étude ne porte que sur trois charbons de bois appartenant à la famille des Fabaceae (sous famille de Caesalpinioideae), cette famille a également été identifiée dans les travaux de Gruslin (2009) portant sur l'origine de la forêt du nord de la République du Congo.

Cette même famille a été retrouvée dans des assemblages de charbon de bois récoltés par Cerisier (2009) au sud-est du Cameroun, mais elle est accompagnée par d'autres familles telles que les Ebenaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Meliaceae.

Nos observations corroborent aussi les constats effectués par Hart et *al* (1996) qui ont trouvé que la famille des Fabaceae était la plus abondante dans les collections de charbons de bois récoltés à Epulu (Ituri, R.D Congo).

Hubau et *al* (2013) ont également trouvé la même famille lors de leur étude de charbon de bois comme une archive naturelle pour le feu ancien et l'histoire de la végétation du Mayumbe, (Bas-Congo, R.D Congo).

Par ailleurs, Rolando, C et Roset, J.P. (1991) ont identifié les Asclepiadacées dans les assemblages de charbons de bois collectés de Tin Ouaffadene au Niger.

Enfin, nous signalons que selon Leal (2004), les Fabaceae (sous-famille de Caesalpinioideae) constituent la famille des arbres typiquement les plus abondants et dominants de la forêt primaire de l'Afrique tropicale humide.

Les 6 fragments de poteries ont été prélevés dans 3 sites sur 4 et dans 5 fosses sur un total de 14.

Cerisier (2009) a établi un record en trouvant 144 fragments de poteries sur un total de 4 zones d'études au Cameroun ; les zones 1, 2 et 3 étaient riches en poteries, mais la zone 4 en était dépourvue.

Dans son étude de 2009, Gruslin fait remarquer que les poteries qu'il a récoltées constituent des indices archéologiques incontestables de la présence humaine dans chacune des parcelles concernées.

Hubau et *al* (2012), eux aussi, ont constaté que les poteries étaient présentes dans tous les sites d'étude et à différentes profondeurs dans le sol.

Selon Waterbolk (1971), les poteries se retrouvent dans 85% des cas en association dans le sol avec des charbons de bois et/ou des noix de palme. Le matériel retrouvé, ainsi associé, a de fortes probabilités de dater de la même époque que le charbon de bois. La présence humaine est souvent liée à la présence de noix de palme calcinées, de poteries et de charbons de bois, ce qui confirme l'évolution commune de ces éléments dans l'espace. L'ensemble de ces observations atteste la présence d'activités humaines passées dans les sites de notre étude. Ces forêts furent donc probablement habitées, ou tout au moins soumises à une exploitation dont l'intensité ne peut pas encore être déterminée.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objectif de cette étude consistait à rechercher des indices de l'existence de perturbations naturelles et/ou anthropiques passées dans les forêts de la région de Kisangani.

Dans les sols de ces forêts, nous avons trouvé un grand nombre de charbons de bois et d'artefacts de populations humaines (poteries). Ces éléments sont le signe de perturbations (carbonisation volontaire et feux spontanés) qui se sont déroulées dans ces forêts à travers un passé dont il faut encore définir l'ordre de grandeur.

Nos travaux corroborent les résultats d'études antérieures indiquant que la famille des Fabaceae (sous-famille de Caesalpinioideae) est abondante et caractéristique de la forêt tropicale humide.

En termes de perspectives de recherche, nous suggérons:

- 1) que le travail d'identification des charbons récoltés se poursuive jusqu'au niveau de l'espèce pour appréhender la dynamique forestière;
- 2) que la datation de charbons de bois soit faite pour tenter de déterminer l'âge des espèces végétales récoltées et des perturbations associées ainsi que d'estimer l'âge des forêts existantes dans lesquelles ces recherches ont été menées.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sentiments de gratitude aux Doctorants Hubau Wannes et Sabongo Prosper pour leur soutien technique et matériel à la réalisation de cette étude.

Nous réitérons les mêmes sentiments auprès de la CUD via le projet PIC/AFORCO pour avoir accepté de financer ce ledit projet dont nous sommes bénéficiaires.

REFERENCES

- Braadbaart, F. et Poole, I., 2008. Morphological, chemical and physical changes during charcoalification of wood and its relevance to archaeological contexts. *Journal of Archaeological Science* 35: 2434–2445.
- Brncic, T., Willis, K., Harris, D., Telfer, M. et Baily, R., 2009. Fire and climate change impacts on lowland forest composition in northern Congo during the last 2580 years from palaeoecological analyses of a seasonally flooded swamp. *The Holocene* 19 (1): 79–89.
- Carcaillet, C. et Thinon, M., 1996. Pedaanthracological contribution to the evolution of the upper treeline in the Maurienne Valley (North French Alps): Methodology and preliminary data. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 9: 399-416.
- Cerisier, F., 2009. Etude écologique et archéologique sur l'origine des peuplements de *Pericopsis elata* (HARMS) MEEUWEN (Assamela) des forêts semi-sempervirentes du sud-est du Cameroun, mémoire de master, Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique: 144 p.
- Clark, J., 1988. Particle motion and the theory of charcoal analysis: Source area, transport, deposition, and sampling. *Quaternary Research*, 30: 67-80.
- Delneuf, M. et Thinon, M., 1998. Occupations humaines anciennes et dynamique Forestière Approche croisée en plaine Tikar au Cameroun in peuplements anciens et actuels des forêts tropicales: 128-156.
- Gruslin, D., 2009. L'origine des forêts au Nord de la République du Congo : une contribution archéo-anthracologique, mémoire de master, Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique: 123 p.
- Hart, T., Hart, J., Dechamps, R., Fournier, M. & Atoholo, M., 1996. Changes in forest composition over the last 4000 years in the Ituri basin, Zaire. *The biodiversity of African plants* (ed. by L.J.G. Van der Maesen, X.M. Van der Burgt and J.M. Van Medenbach-de Rooy), Kluwer, Dordrecht: 545–563.

- Hubau, W., Van Den Bulcke, J., Kitin, P., Mees, F., Van Acker, J. & Beeckman, H. 2012. Charcoal identification in species-rich biomes: a protocol for Central Africa optimised for the Mayumbe forest. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 171: 164-178.
- Hubau, W., Van Den Bulcke, J., Kitin, P., Mees, F., Van Acker, J. & Beeckman, H. 2013. Exploring charcoal as a natural archive for palaeofire and vegetation history of the Mayumbe, Democratic Republic of the Congo. PhD Dissertation, Ghent University, 224p.
- IAWA Committee., 1989. List of microscopic features for hardwood identification: with an appendix on non-anatomical information. *IAWA bulletin* 10 (3): 221-332.
- Leal, M., 2004. The African rain forest during the Last Glacial Maximum, an archipelago of forests in a sea of grass, Wageningen: 110 p.
- Lomba, B. 2007. Contribution à l'étude de la phytodiversité de la Reserve forestière de Yoko (Ubundu, R.D.Congo), Mémoire de D.E.S, UNIKIS, 60 p.
- Maley, J., 1996. Le cadre paléoenvironnemental des refuges forestiers africains: quelques données et hypothèses. *The Biodiversity of African Plants*, France: 519-535.
- Maley, J., 2004. Les variations de la végétation et des paléoenvironnements du Domaine forestier africain au cours du Quaternaire récent. In: J. Renault-Miskovsky & A.M. Semah (eds.) *Guide de la préhistoire mondiale*. Artcom, France: 143-178.
- Rolando, C. et Roset, J., 1991. Première approche par l'analyse anthracologique de la végétation de Tin Ouaffadene (gisement archéologique de l'Holocène ancien, Niger nord-oriental (1) Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie. *Histoire et Dynamique des Milieux Arides*, Paris: 80-91.
- Schwartz, D., Dechamps, R., Elenga, H., Lanfranchi, R., Mariotti, A. et Vincens, A. 1999. Les savanes du Congo : une végétation spécifique de l'Holocène Supérieur. Tervuren: 2nd. *Symposium of African Palynology*: 35-67.
- Senterre, B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale, Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles:345 p.
- Scott, A., Cripps, J., Collinson, J. et Nichols, G., 2000. The taphonomy of charcoal following a recent heathland fire and some implications for the interpretation of fossil charcoal deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164: 1-31.

- Scott, A., 2000. The Pre-Quaternary history palaeoecology 164: 281-329.
- Talon, B., Carcaillet, C. et Thinin, M., 1998. Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocène dans les alpes françaises in *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 52, n° 2: 195-208.
- Thinin, M., 1992. L'analyse pédoanthracologique aspect méthodologique et applications. Thèse de doctorat, Université. d'Aix-Marseille III, Marseille: 317 p.
- Thinin, M., 1978. La pédoanthracologie : une nouvelle méthode d'analyse phytocronologique depuis le néolithique. C. R. Acad. Sc. Paris, 287, série D: 1203-1206, 1-45.
- Touflan, P. et Talon, B., 2008. Histoire et dynamique d'une forêt subalpine (Alpes du Sud, Queyras) en vue de la reconstitution des paysages du passé, in *Paysages et Environnement. De la reconstitution du passé aux modèles prospectifs*: 171-184.
- Vande Weghe, J., 2004. Forêts d'Afrique Centrale, la nature et l'homme. Tielt Belgique Ecofac, Lannoo SA(ed.): 367 p.
- Waterbolk, H., 1971. Working with radiocarbons dates. *Proceedings of the Prehistory Society* 37 (2): 15-33.
- White, F., 1983. The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. UNESCO, Natural Resources Research 20: 1-356.

**PLANTES MEDICINALES UTILISEES PAR LES PENDE ET LES
AMBUUN POUR LE TRAITEMENT ET LA PREVENTION DES
MORSURES DE SERPENTS DANS LE TERRITOIRE DE GUNGU,
KWILU, RDC**

MAGILU, M.¹, KUKUPULA, D.¹, NDJELE, M.², LEJOLY, J.³

- (1) Institut Supérieur des Sciences Agronomiques de Kikaya/Gungu, B.P. 138 Kikwit, RDC.
- (2) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Végétales, Kisangani, R. D. Congo.
- (3) Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Phytotaxonomie et Systématique végétale

RESUME

Nous avons inventorié 38 espèces végétales utilisées dans la prévention et le traitement des morsures de serpents au cours d'une enquête ethnobotanique à travers les ethnies Pende et Bunda dans le territoire de Gungu, Kwilu entre janvier 2008 et janvier 2010. Ces enquêtes ont permis d'obtenir 62 recettes dont 42 contre le traitement et 20 pour la prévention des morsures de serpents.

Comparées à d'autres ethnies, la plupart des plantes recensées ont une utilisation locale ; d'autres sont également citées dans la littérature qui nous a été accessible pour des usages similaires en RDC et en Afrique. C'est le cas de *Cola acuminata*, *Garcinia kola*, *Palisota ambigua* et le genre *Tephrosia*.

Les feuilles sont les organes les plus utilisés alors que la trituration et la friction constituent respectivement les modes de préparation des recettes et d'administration des remèdes auxquels les paysans mettent beaucoup d'accents.

Mots clés : Plantes médicinales, Morsures de serpents, Traitement et Prévention, Pende et Mbuuns, Gungu, RDC.

SUMMARY

MEDICINAL PLANTS USED BY THE PENDE AND AMBUUN TRIBES AGAINST SNAKE BITES IN GUNGU TERRITORY, DISTRICT OF KWILU, DRC

We have made an inventory of 38 plants used against skin diseases and in the prevention in the treatment of the snakes' bites during the ethnobotanic investigation throughout Pende-tribes and Bunda tribes in Gungu Territory, Kwilu between January, 2008 and January 2010.

The investigations have permitted to get 62 recipes whose 42 against the treatment and 20 for the prevention of snakes' bites.

Compared to other tribes, most of plants of which have made an inventory have a local use; some others are also mentioned in the literature which has been accessible to us for the similar usages in DRC and in Africa. That is the case of *Cola acuminata*, *Garcinia kola*, *Palisota ambigua* and *Tephrosia*.

Leave are plant parts that are often used while the trituration and the friction constitute respectively the mode of preparation of recipes and that of administration of remedies in which the countryman put more the stress.

Key words: medicinal plant, snakes bites Treatment and prevention, Pende and Mbuun Gungu, D.R.C.

1. INTRODUCTION

En dépit de la dégradation rapide des forêts et savanes tropicales dans la région de Gungu, (RDCongo), il existe relativement peu de données sur les plantes utilisées dans la lutte curative et préventive des morsures de serpents.

Or, ces populations locales interfèrent plus intensément par biais de l'agriculture itinérante sur brûlis, de la chasse, de la pêche, de la cueillette des produits naturels et de la coupe. Pendant ces activités, nombreux cas de décès sont occasionnés de façon répétée par des morsures. Aussi, certains Chefs d'établissement sont reconnus coupables et arrêtés pour avoir organisé les travaux manuels en forêts ou en savanes.

La préoccupation est de savoir comment cette population peut vivre de façon permanent à travers la région sans toute fois craindre le danger occasionné par les serpents dans la nature sur base de leurs ressources locales. Ce pendant certaines recettes discrètes à base des plantes et des animaux sont

utilisées par des personnes averties d'une manière clandestine pour tenter de sauver des personnes victimes et de prévenir les morsures pendant les diverses activités dans la nature.

La connaissance et la valorisation de recettes à base des plantes contribuent à l'amélioration quantitative et qualitative des soins de cette population pauvre et démunie.

Une approche plus directe pour tenter de répondre à cette préoccupation fait appel à l'utilisation d'un questionnaire d'enquête ethnobotanique à travers les ethnies Pende et Bunda localisées dans le Territoire de Gungu.

Le groupe concerné par cette étude est celui localisé dans les secteurs de Gungu, Kilamba, Mungindu, Lukamba ainsi que la cité de Gungu, dans la Province de Bandundu en République Démocratique du Congo.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été menée chez les Pende et les Mbuun localisées dans la cité de Gungu et ses environs ; dans le territoire de Gungu, district du kwilu, province de Bandundu, République Démocratique du Congo.

Le chef lieu du territoire de Gungu qui porte le même nom que celui du territoire est situé à 160Km environ au Sud Ouest de Kikwit et à 50 Km sur la route nationale n° 2, au point Kilométrique 622/ Mukulu –Batshamba, en zone des savanes et des forêts (galeries) sur plateau du kwngo-Kwilu (Magilu, 2006). Ses coordonnées géographiques sont : Latitude : 5°30' Sud, Longitude : 19°20' Est, altitude : 650m (Mashini, 1983).

Gungu jouit d'un climat AW3 caractérisé par deux saisons : saison sèche (3mois) et saison de pluie (qui va de mi août à mi mai), intercalée par une petite saison sèche qui s'étend de janvier en février. Il s'agit en fait d'un climat tropical – humide.

Les sols sont argileux dans la vallée et sablonneux sur le plateau. Les vallées du système Karoo sont les sièges d'une activité agricole essentiellement basée sur le maïs, le manioc, le riz, le palmier à huile, l'arachide ; tandis que sur les sols des plateaux du système Kalahari sont cultivés le millet, la courge, le maïs et le voandzou.

Sur le plan physionomique, la végétation de cette région est caractérisée généralement par de formation herbacées et galeries. Les voies d'accès

direct : Kinshasa et Kikwit où serait plaine d'aviation et une route nationale n° 2.

2.2. Méthodes

La récolte des données sur le terrain s'est étalée au cours d'une période allant de janvier 2008 à janvier 2010, soit 2 ans. L'ensemble de la cité de Gungu et ses environs a été bien exploré.

Un questionnaire d'enquête a été soumis à travers les ethnies Pende et Ambuun situées dans la région de Gungu. Cette enquête ethnobotanique a permis d'obtenir les renseignements sur les plantes utilisées dans le traitement et la prévention des morsures des serpents. Les noms vernaculaires des plantes recensées, le type morphologique, le type d'habitat naturel, l'organe utilisé ainsi que les modes de préparation des recettes et d'administration des remèdes, ont été définis.

Nos informateurs étaient pour la plupart des personnes âgées à qui nous posions des questions pour obtenir des informations. Nous avons contacté un total de 46 personnes de deux sexes, tous appartenant aux 25 villages de l'aire étudiée.

Les plantes signalées dans cette étude ont été récoltées et identifiées par nos propres soins. Un herbier de référence a été constitué et déposé à l'ISEA KIYAKA/Gungu.

3. RESULTATS

3.1. Analyse floristique

Les plantes recensées comptent 38 espèces réparties en 34 genres, 27 familles, 19 ordres et 8 sous-classes. Elles sont représentées dans la liste par ordre alphabétique des familles, genres et espèces selon la classification APG II (Annexe 1).

La synthèse de la répartition taxonomique des espèces répertoriées est consignée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Synthèse de la répartition taxonomique des espèces recensées

	Ordre	Famille	Genre	Espèces	Taux (%)
- Embranchement					
- Classe (clade)					
- Sous –classe					
<hr/>					
Magnoliophyta					
- Paléodicots	1	1	1	1	2,63
- Monocots	6	7	9	11	28,95
Eudicots					
* Archaique	2	2	2	2	5,26
* Rosidae	6	10	12	12	31,58
* Asteridae	4	6	10	12	31,58
Total	19	26	34	38	100

L'analyse de ce tableau révèle que la flore ne compte que l'embranchement de *Magnoliophyta*, subdivisée en de 3 classes suivant les proportions suivantes : *Paléodicots* (1 espèce), *Monocots* (11 espèces) et *Eudicots* (26 espèces).

Parmi les *Eudicots*, les sous-classes de *Rosidae* et *Asteridae* sont les plus représentées (avec 12 espèces chacune). Les familles les plus caractéristiques de la flore comptent : les *Solanaceae* (5 espèces), les *Agavaceae* (2 espèces), les *Asteraceae* (2 espèces), les *Costaceae* (2 espèces), les *Euphorbiaceae* (2 espèces), les *Liliaceae* (2 espèces), les *Poaceae* (2 espèces) et les *Rubiaceae* (avec 2 espèces).

L'examen détaillé du tableau (annexe 2) présente 8 clades suivants : *Eurosidae* II (8 espèces), *Monocots* évoluées (7 espèces), *Astériidae* I (6 espèces), *Astériidae* II (6 espèces), *Eurosidae* II (4 espèces), *Monocots* moyennes (4 espèces), *Prééudicots* (2 espèces), *Magnoliidae* (1 espèce),

3.2. Analyse des recettes

Le dépouillement des récoltes a permis d'inventorier 38 espèces, réparties en 62 recettes dont 20 destinées à la prévention et 42 utilisées dans le traitement des morsures de serpents.

Les espèces les plus utilisées à la fois dans la lutte préventive et curative contre les morsures sont les suivantes : *Datura stramonium* (5 recettes) ; *Cola acuminata* (4 recettes) ; *Garcinia kola* (4 recettes) ; *Datura* sp. (3 recettes) ; *Pentadiplandra brazzeana* (3 recettes) ; *Chenopodium ambrosioides* (2 recettes). Parmi les 45 spécimens d'organes de plantes utilisés dans la préparation de recettes, on peut reconnaître : les feuilles (40%), les écorces (15,55%), les fruits (11,11%), la sève (6,67%), les graines (6,67%), les bulbes, les tiges, les racines, la plante entière (4,44% chacun) et les tubercules (2,22%). Dans ce groupe, les feuilles et les écorces sont les organes les plus employés.

L'examen des modes de préparation révèle que la trituration et le pilage sont les plus souvent utilisés. Les proportions suivantes sont retenues : trituration (15 recettes), pilage (12 recettes) ; mastication (9 recettes) ; liniment (5 recettes) ; Flambage, sève, port de la graine (respectivement 4 recettes) ; parage à blanc (2 recettes). Planter à proximité des habitations (1 recette). Les modes d'administration qui ont retenu notre attention au cours de cette investigation sont : la friction (25 recettes) ; le cataplasme (9 recettes) ; la scarification, l'instillation et l'application locale (7 recettes) ; Per-os (6 recettes) ; le massage (4 recettes) et le lavement (1 recette). Parmi ceux-ci, on voit la prédominance de la friction et du cataplasme par rapport aux autres voies d'administration.

Certaines recettes sont employées pour faire éloigner le serpent loin de l'homme dans la nature. Les organes des plantes utilisés à ce propos sont empochés ou portés en bracelet; quelque fois, la plante est cultivée près des habitations humaines.

3.3. Spectre des caractères écologiques des espèces inventoriées

L'analyse des types morphologiques de l'ensemble des plantes utilisées révèle l'emploi de 3 arbres, 9 arbustes, 8 sous-arbustes, 1 liane, 10 herbes vivaces, 6 herbes annuelles et 1 herbe succulente. Ainsi, on voit la prédominance d'espèces ligneuses (21 taxons) par rapport aux formes herbacées (17 taxons).

L'examen de type d'habitat montre que les formations de terre ferme comptent 34 espèces contre celle de sol hydromorphe renfermant 4 espèces.

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

A l'issue de cette investigation, 38 espèces différentes inventoriées interviennent dans 62 recettes dont 20 pour la prévention et 42 pour le traitement des morsures de serpents dans la région de Gungu. Les organes les plus utilisés dans la préparation sont les feuilles. La trituration est le mode de préparation des recettes le plus utilisé.

La forte fréquence de la trituration dans le traitement des maladies de la peau à Kisangani a été également reconnue par (Kalanda et Bolomba, 1994).

L'huile de palme intervient dans la préparation de la plupart de médicaments, employés sous-forme de pommade contre la prévention des morsures. Certains produits d'origine animale sont utilisés pour renforcer l'efficacité de remèdes. Il s'agit des œufs de la poule, la graisse de boa, les têtes de serpents venimeux, les urines des victimes de morsures et des pertes blanches vaginales humaines.

La friction et le cataplasme sont les modes d'administration des médicaments les plus souvent empruntés dans la lutte curative et préventive.

La plupart d'espèces végétales recensées sont employées seules pour la préparation de recettes ; certaines sont rendues efficaces après association. C'est le cas de : *Elaeis guineensis*, *Manihot esculenta*, *Strychnos icaia*, *Pentadiplandra brazzeana*, *Gardenia ternifolia*, *Parinari capensis*.

La majorité d'espèces utilisées dans la prévention des morsures de serpents se caractérisent par une action répulsive. Les organes des plantes utilisés à ce propos sont les plus souvent empochés, frictionnés ou portés. Quelquefois, la plante est cultivée à proximité des habitations. Cela peut se justifier par la présence des substances chimiques contenues dans ses organes et dont les serpents sont incapables de supporter par inhalation.

Beaucoup d'espèces végétales recensées ont une utilisation locale limitée à travers la région d'étude. D'autres par contre sont signalées dans certaines régions de la RDC et d'Afrique pour leur similitude d'usage. Nous pouvons citer le cas ci-après : *Cola acuminata* : morsure de serpent (Lubini, 1990 ; Magilu, 2007) ; *Garcinia kola* et *Palisota ambigua* : prévention et traitement des morsures (Magilu, 2007) ; *Tephrosia purpurea* : morsure de serpent (Adjanohoun et al., 1989), espèce voisine de *Tephrosia vogelii*.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sentiments de gratitude aux informateurs de la région prospectée pour leur soutien technique à la réalisation de cette étude.

Nous réitérons les mêmes sentiments auprès de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques de Kikaya/Gungu.

REFERENCES

- Adjanahoun, E., A. Ahyi, L. Aké Assi, K., Dicko, L., Daouda, H., Delmas, M., De Souza, S., Garba, M., Guinko, S., Kayongo, A., Ngolo, D., Raynal, J. et Saadou, M., 1980. Médecine traditionnelle et pharmacopée. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Niger. ACCT, Paris, 248 P.
- Kalanda, K. et Bolamba, K. 1994. – Contribution à la connaissance des plantes médicinales du Haut-Zaïre. Les plantes utilisées contre les maladies de la peau à Kisangani. In Anonyme Fiche espèce *Alchornea cordifolia* (Sc. Th). Rev. Méd. Et d. pham. Afr. 8 (2) : 123-139.
- Lubini, A. 1990. – Plantes utilisées en médecine traditionnelle par les *Yansi* de l'entre Kwilu Kamtsha (Zaïre). Comptes rendus de la 12^e réunion plénière de l'AETFAT, Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg 23 (b) : 107-120.
- Magilu, M. 2006. – Etude ethnobotanique et production fruitière de *Treculia africana* Decne de la région de Kisangani (Province orientale) et de la région de Gungu (Province de Bandundu)/RDC. Mémoire inédit, Fac. Sc., UNIKIS, 72 P.
- Magilu, M. 2007. – Etude ethnobotanique chez les populations *pende* de la périphérie de la réserve forestière de l'INERA de KIYAKA (Kikwit), Mémoire DEA, inédit, Fac. Sc, UNIKIN, 149 P.
- Mashini, D., 1983 : Le paysage rural des localités périphériques au Centre de Gungu/Haut-Kwilu. Mémoire inédit, IPN, 200 P.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste floristique des plantes utilisées.

La liste floristique est arrangée ordre alphabétique de famille selon la classification APGII ; de même que les espèces au sein de chaque famille. Dans ces descriptions, sont mentionnées : le nom vernaculaire (en dialecte des *Pende* et des *Bunda*), le type morphologique, le type d'habitat naturel, l'organe utilisé ainsi que les modes de préparation et les modes d'administration des remèdes (*). On peut retrouver au bas de chaque recette le numéro correspondant à l'informateur (Inf).

I. Acanthaceae

1. *Acanthus montanus* (Nees) T. Anders

Dimidiagisupa, sous-arbuste, forêt riveraine, feuille.

Flétrir la feuille à proximité du feu et l'appliquer en cataplasme sur la région de morsure (Inf.13, 26, 28, 36).

Triturer les feuilles, frictionner sur la zone mordue, matin et soir jusqu'à la guérison (Inf 13, 26, 28, 36).

II. Agavaceae

2. *Aloe* sp.

Herbe vivace, savane, sève/feuille

* Inciser l'épiderme de la feuille, appliquer la sève à l'endroit de morsure, matin et soir jusqu'à la reconstitution (Inf 23, 24, 35).

3. *Sansevieria trifasciata* Prain.

Herbe-vivace, cultivée, sève /feuille.

Inciser l'épiderme de la feuille, extraire la sève et l'appliquer sur la morsure, matin et soir jusqu'à la guérison (Inf 6, 23, 37).

III. Amaranthaceae

4. *Chenopodium ambrosioides* L.

Ganukenuke, Mwemantas'n ou Onsunsus Ampend, Herbe annuelle, rudérale, feuilles.

Les feuilles triturées sont empochées et frictionnées le corps entier en vue d'éloigner les serpents en brousse ou en forêt (Inf 1, 3, 4, 5, 6, 7, 15-20).

Les feuilles triturées s'emploient en friction juste après la morsure (Inf 1-40).

IV. Apocynaceae

5. *Rauwolfia vomitoria* Afzel.

Mundayindayi, museba, arbuste, cultivée-spontanée, écorce racine.

La plante s'utilise en association avec *Gardenia ternifolia* (Espèce n° 30).

V. Arecaceae

6. *Elaeis guineensis* Jacq.

Samba, N'sam, Arbre, cultivée-spontanée, feuille, noix.

Faire un mélange à base d'huile de palme, de la poudre d'allumette et de sel de cuisine finement broyé en égale proportion, ensuite racler, scarifier et frictionner sur la région traumatisée (Inf 22, 24, 25, 36).

Extraire l'huile de palme, mélanger avec la tête d'un boa ou d'un autre serpent venimeux au préalable grillée et calcinée en égale proportion ; masser le corps entier avant d'aller à la chasse ou à la pêche. Tout serpent qui sent l'odeur fuit à distance (Inf 13, 14, 17, 25, 36).

Mélanger l'huile de palme avec le charbon d'une pile finement broyé, scarifier et frictionner sur la zone de morsure, matin et soir jusqu'à la guérison. (Inf 19, 22).

VI. Asteraceae

7. *Chromolaena odorata* (L) R.M King et Robin

Kifwamfinda, sida, Gamelo , arbuste, Jachère, Feuille.

Après la morsure, racler la zone mordue, ensuite triturer et frictionner les feuilles fortement (Inf 1, 23,38, 39).

8. *Tithonia diversifolia* Gray

Fulungundu, sous-arbuste, spontanée-cultivée, feuilles.

Les feuilles sont triturées et frictionnées, immédiatement sur la région mordue. A l'instant, prendre per-os ses propres urines (Inf 25, 33).

9. *Cannabis sativa* L. var indica Lam.

Diamba, cultivée, Feuille.

Faire un décocté d'une poignée des feuilles avec 1 litre d'eau jusqu'à rester environ une bouteille. Prescrire en lavement à la dose d'une poire contre la morsure de serpent (Inf 22).

VII. Chrysobalanaceae

10. *Parinari capensis* Harv.

Mutshia, sous-arbuste, savane, Ecorce de tige.

Préparer un mélange à base d'un pilât d'écorces des tiges, de farine de manioc et d'un peu d'eau. Pétrir à chaud et appliquer en cataplasme autour de la morsure (Inf 37).

VIII. Clusiaceae

11. *Garcinia kola* Heckel

Syn. *Garcinia giadidi* . De Wild.

Mutendo, Ntend', Arbre, Forêt mature, Graine.

Mâcher la graine et masser le broyat sur le corps entier contre la prévention de morsure de serpent pendant diverses activités en forêt ou en brousse (Inf 1-30).

Les graines empochées dégagent l'odeur qui fait éloigner les serpents à proximité de l'intéressé dans la nature (Inf 1-10,26, 31,35).

En cas de morsure, scarifier la zone mordue, faire le cataplasme à base des graines mâchées (Inf 37,39).

Perforer la graine, introduire la ficelle, ligotée sur la jambe, soit aux hanches pendant un long voyage à pied dans la nature comme prophylaxie (Inf 10-14).

IX. Commelinaceae

12. *Palisota ambigua* (P. Beauv.) C.B.Cl.

Ubulobungu, Labubung, Herbe vivace, Forêt riveraine, Sève.

Sectionner la feuille fraîche et frictionner immédiatement le suc urticant à travers la région mordue. Puis, à l'aide d'un cornet en feuilles, recueillir ses propres urines et les boire (Inf 1-15).

Raclar au couteau, ensuite frictionner la sève sur le lieu mordu (Inf 1-45).

X. Costaceae

13. *Costus lucanusianus* J. Braun.

Mwenge-à- tshima, Herbe vivace, forêt riveraine, tige et feuille.

Les pilats des tiges succulentes s'utilisent en cataplasme après la scarification de la zone mordue (Inf 43).

Mâcher les feuilles, avaler la sève ; extraire les résidus de la bouche et frictionner à travers la région de morsure (Inf 43).

14. *Costus phyllocephalus* K. Schum.

Mwenge- à- tshima, Herbe vivace, Forêt riveraine, tige et feuille.

L'usage, la préparation ainsi que le mode d'administration de remède se fait de la même façon que le *Costus lucanujanus*. (Inf 43).

XI. Crassulaceae

15. *Bryophyllum pinnatum* Kurz.

Keke, Herbe succulente, cultivée, Feuille.

Flamber les feuilles, scarifier et appliquer goutte par goutte sur la partie mordue. A l'instant, boire ses propres urines (Inf 37).

XII. Euphorbiaceae

16. *Manihot esculenta* Crantz.

Mutshi wa sogo, arbuste, cultivée, Feuille et tubercule.

Triturer et frictionner les feuilles sur le visage après l'aspersion de venins d'un serpent aux visages pendant la cueillette des chenilles (Inf 25).

Une poignée de farine de manioc est associée avec le jaune de l'œuf et d'un peu d'eau dans un verre à bière. Prendre per-os, matin et soir jusqu'à la guérison. (Inf 19, 41).

Extraire l'eau contenue dans le manioc rouissé dans un demi-verre à bière, mélanger avec deux œufs et ses propres urines. Prescrire per-os, une fois par jour jusqu'à la guérison ; immédiatement recueillir les pertes blanches vaginales auprès d'une femme et masser sur la région de morsure (Inf 19 44).

17. *Ricinus cummunis* L.

Lumoni, arbuste, cultivée, rameau feuillé.

Lors des travaux champêtres, les femmes déposent les rameaux feuillés à proximité d'un trou qui héberge le serpent. L'odeur dégagée par les feuilles fait déplacer le serpent à distance (Inf 6, 29, 45).

XIII. Fabaceae

18. *Canavalia ensiformis* (L.) DC

Madesu à masuta, cultivée, Herbe annuelle, Graine.

Faire le parage à blanc de la graine à proximité de l'embryon, l'appliquer sur la région mordue au préalablement scarifiée (Inf 6, 29, 40).

19. *Tephrosia vogelii* Hook.f.

Ulu, sous-arbuste, cultivée, Feuille.

Après la morsure par le serpent, gratter au couteau, frictionner les pilat des feuilles sur la partie traumatisée (Inf 36, 39, 45).

Une poignée de pilat des feuilles est laissée en macération aqueuse dans un verre à bière. Prendre per-os, matin et soir jusqu' la guérison. (Inf 29, 36, 40).

XIV. Flacourtiaceae

20. *Oncoba welwitschii*

Muthele, Arbuste, forêt secondaire, écorce de tronc.

Racler au couteau l'écorce du tronc, couper la pellicule verdâtre, triturer et frictionner fortement sur l'endroit mordu ; une fois par jour jusqu'à la guérison (Inf 23, 40).

XV. Lauraceae

21. *Cinnamomun verum*

Muvugu, arbuste, savane, écorce des racines.

Triturer et frictionner les écorces des racines sur le corps entier pour la prévention de morsure de serpent pendant les diverses activités en forêt ou en brousse (Inf 22).

Faire un mélange à base de la graisse de boa et de pilât d'écorce des racines séchées ; masser le corps entier avant d'entreprendre toute activité dans la nature (Inf 22).

XVI. Liliaceae

22. *Allium cepa* L.

Sopola, herbe- vivace, cultivée, feuille/Bulbe

Chauffer la pellicule à proximité du feu, puis la poser sur la morsure (Inf 22).

23. *Allium sativum* L.

Sopolas, herbe vivace, cultivée, feuille /bulbe

L'usage, la préparation ainsi que le mode d'administration de remède se font de la même manière que l'espèce n° 22.

XVII. Loganiaceae

24. *Strychnos icaja* Baill.

Kongo bululu wa mbalaga, Ongwil, arbuste, Forêt mature, Racine.

Faire une macération d'un morceau de racine dans un verre à bière de vin de palme. Boire régulièrement contre la prévention de morsure dans la nature (Inf 1-7).

Les empochées font fuir les serpents en forêt ou en brousse pendant la chasse, la pêche et les diverses activités (Inf 1 - 7).

XVIII. Malvaceae

25. *Cola acuminata* (P. beauv.) Schott.

Mukezu, Abes, Arbre, Spontanée-Cultivée, fruit et graine.

Broyer l'épicarpe du follicule, frictionner le corps entier avant tout activité en forêt ou en brousse contre la morsure (Inf 1-25).

Piler le follicule immature, l'appliquer en cataplasme sur la région mordue (Inf 13,14, 15).

En cas des morsures de serpents, fixer le garrot en amont, broyer la noix de cola, racler ou scarifier au couteau, appliquer la pâte et couvrir la région affectée (Inf 9-25).

Mâcher la noix de cola, extraire le broyat et le masser tout le corps avant d'effectuer la chasse ou la pêche en forêt. Quelque fois l'associer avec la graisse de boa en guise de prévention (Inf 9, 12, 14, 17, 25, 31).

XIX. Pentadiplandraceae

26. *Pentadiplandra brazzeana* Baill.

Kengi à keshi, Osim, liane forêt secondaire, écorce racine

Préparer un mélange d'écorce des racines raclées avec les feuilles triturées de *Mitracarpus villosus*, scarifier et frictionner fortement la région de morsure. A l'instant, mâcher un morceau d'écorce de racines et avaler la salive (Inf 18, 39).

Faire un cataplasme à base des pilât d'écorce des racines, couvrir un linge juste après la morsure (Inf 39, 46).

Préparer un pilât d'écorces de racines, frictionner le corps entier contre la prévention des morsures de serpents dans la nature. Son odeur fait fuir le serpent (Inf 18, 39).

XX. Poaceae

27. *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. Var. *africana* (Anderss) Hubbard.

Jisenu, herbe vivace, Savane, feuille.

Elle s'utilise en association avec *Gardenia ternifolia*

28. *Loudetia* sp

Makaga, ekaeshin, herbe vivace, savane, feuille.

Fixer un garrot juste en amont de la morsure, après, triturer et frictionner la zone mordue avec ladite feuilles de *Loudetia Sp* jusqu'au saignement. A l'instant, mâchers la corde que l'intéressé porte aux hanches et avaler la salive (Inf 10-25).

XXI. Rhizophoraceae

29. *Anisophyllea quangensis*

Ndulu, sous- arbuste, savane, écorce de tiges.

Préparer un mélange à base d'un pilât de l'écorce des tiges, de la farine de manioc et d'un peu d'eau. Pétrir à chaud la pâte et faire le cataplasme à travers la zone mordue, 2 à 3 fois par jours jusqu'à la guérison (Inf 25, 37).

XXII. Rubiaceae

30. *Gardenia ternifolia* Schum et Thonn.

Gikole, arbuste, savane, Fruit.

Faire une association d'un fruit de *Gardenia ternifolia*, de quatre feuilles de *Palisota ambigwa*, d'un pilât de *Pentadiplandra brazzeana*, de 9 épines des feuilles d'*Elaeis guineensis*, et celles d'*Imperata cylindrica*, d'une poignée d'écorces des racines de *Rauwolfia vomitoria* et d'une tête de vipère. Sécher et les calciner complètement. Le calcinat est ensuite mélangé d'un peu d'huile de palme en égale proportion, pour un éventuel usage en friction après scarification sur les jambes et les bras contre la prévention de morsures pendant au plus deux ans. L'intéressé peut saisir à la main libre un serpent vivant sans danger (Inf 18).

31. *Mitracarpus villosus* (SW.) DC.

Potopotojambwa, herbe annuelle, Rudérale, Feuilles.

L'espèce s'utilise en association avec le taxon n° 26.

XXIII. Simaroubaceae

32. *Quassia Africana* (Baill.) Baill.

Mupeshipeshi, Opeshipesh, arbuste, forêt mature, Racine.

Les écorces des racines empochées font fuir le serpent dans la nature pendant les diverses activités (Inf 1-7).

Faire une macération d'un morceau des racines de 10 cm sur 3 cm environ dans un verre bambou de vin de palme. Prendre régulièrement, per-os contre la prévention de la morsure (Inf 1-7).

XXIV. Solanaceae

33. *Capsicum annum* L.

Ilungu ya tunzwanga, Endum, cultivée, fruits.

Préparer un mélange des fruits mature avec une poignée d'épiderme de follicules de *cola acuminata*, frictionner la zone affectée de morsure, matin et soir jusqu'à la guérison (Inf 39-45).

35. *Datura stramonium* L.

Trente six tours, sainti kwiti, sous - arbuste, cultivée, feuilles et fleurs.

Les feuilles triturées et empochées dégagent l'odeur qui fait éloigner les serpents pendant les diverses activités dans la nature (Inf 14, 15, 19, 23, 36).

Plantée à proximité des habitations, elle fait fuir le serpent.

Faire un cornet en feuille, mettre le pilât des feuilles et ajouter quelques gouttes d'eau. Scarifier et instiller goutte par goutte après la morsure (Inf 14, 15,19, 36)

Triturer les fleurs, frictionnées sur l'endroit mordu (Inf 14, 15,19, 3).

Triturer les feuilles, frictionnées sur le corps entier avant divers travaux dans la nature (Inf 14, 15,19, 36).

36. *Datura sp*

Mutshiwa nioga, herbe annuelle, rudérale, feuille.

Planter à proximité des habitations, elle fait éloigner les serpents (Inf 17, 26, 30, 31, 35,36).

Les feuilles triturées s'utilisent en friction sur la zone mordue, matin et soir jusqu'à la guérission (Inf 31, 33, 34).

Les feuilles triturées s'emploient en friction sur tout le corps entier pour la prévention des morsures de serpents (Inf 31, 33, 34).

XXV. Verbenaceae

37. *Clerodendron uncinatum* Schinz

Syn. *Kalahari uncinata*(Schinz) Moldenke

Muniwenu, herbe annuelle, savane.

Frictionner le pilat des feuilles à travers la région mordue, une fois par jours jusqu'à la guérissions (Inf 39).

XXVI. Zingiberaceae

38. *Aframomum albo-violaceum*. L.

Tundu-ja- Gikala, Herbe vivace, savane, feuilles.

Mâcher quelques bourgeons foliaires et avaler successivement la salive ; ensuite extraire les résidus de la bouche et frictionner sur la partie mordue (Inf 22).

Liste des informateurs de la région prospectée

1. Onesime (Village Ihungu/ATEN), 2. Willy Mbembe (Village Yasa Lukwa), 3. Maboko (Mission ATEN) ; 4. Mungulu Guy (Village Lufuku), 5. Kiyaka Abidon (Village Yasa Lokwa), 6. Malembe Vincent (Vill. Minkwamweme), 7. Kamil (Vill. Lufuku), 8. Azika (Vill. Mankala), 9. Manteka (Vill. Mankala), 10. Mimpiya (Vill. Mambumi), 11. Kitupa Gimeya (Vill. Kimbwampiya), 12. Mozande (Vill. Mazinga 2), 13. Mberembere

(Vill. Kihunda), 14. Mukadi (Vill. Lukunga), 15. Ndevula Euphrasie (Vill. Mbangi), 16. Note (Vill. Nyngu), 17. Mukidi (Cité de Gungu), 18. Munganga Mbawu (Vill. Pembe), 19. Lukombo Bene (Centre Com./Gungu), 20. Lungunga (Cité de Gungu), 21. Daniel Kiniama (Vill. Kindamba), 22. Vungu Kamweni (Paroisse Kimbanguiste/Gungu), 23. Mundambo Nguya (Cité de Gungu), 24. Mulombela (Cité de Gungu), 25. Fulume (Vill. Kangu), 26. Jean Lunguya (Vill. Kabanji), 27. Eveline Labaka (Vill. Minkwamweme), 28. Jacques Kusombela (Vill. Yongo), 29. Albertine Mukweso (Vill. Kilamba), 30. Kabangi Novu (EP Kabalamba), 31. Politiki (Vill. Kilamba), 32. Mulenge Valentin (EP Gisupa), 33. Karol (Vill. Kingulu), 34. Gakondo (Ferme Gakondo/Lufuku), 35. Gitango (Cité de Gungu), 36. Kuyisa Mwudisa (Vill. Kangu), 37. Kusambuluka (Etudiant ISEA/KIAKA), 38. Tomboka (ISEA/Kiyaka), 39. Sumbula (Cité de Gungu), 40. Angélique Mukweso (Cité de Gungu), 41. Malela Soki (ISEA/Kiyaka), 42. Pinda (Cité de Gungu), 43. Papa Lukumbo (Cité de Gungu), 44. Tshingila (Vill. Kindamba), 45. Mafuta (Cité de Gungu).

Annexe 2 : Analyse détaillée de la flore recensée en fonction des unités taxonomiques pour le traitement des morsures de serpents

Embranchement	Classe	Sous - classes	Ordre	Famille	N.G.	N.E.
Magnolio phyta	Monocot (Liliopsida)	Monocots	<i>Liliales</i>	Liliaceae	1	2
		moyennes (Liliidae)	<i>Asparagales</i>	Agavaceae	2	2
			<i>Arecales</i>	Arecaceae	1	1
		Monocots évoluées	<i>Commelinales</i>	Commelinaceae	1	1
		(Commeli nidae)	<i>Poales</i>	Poaceae	2	2
			<i>Zingiberales</i>	Costaceae	1	2
			<i>Laurales</i>	Zingiberaceae	1	1
	Paléodycotylé dones (magnolio psida)	Magnolili dae		Lauraceae	1	1
	Eudicot - Eudicot archaïque (Ranunculo psida)	Prééudicot (caryophyl lidae)	<i>Caryophyllales</i>	Amarantaceae	1	1
	- Eudicot Evoluée (Rosopsida)	Eurosidae I	<i>Saxifragales</i>	Crassulaceae	1	1
			<i>Malpighiales</i>	Clusiaceae	1	1
				Euphorbiaceae	2	2
				Flacourtiaceae	1	1
			Rhizophoraceae	1	1	
		<i>Fabales</i>	Fabaceae	2	2	
		<i>Oxalidales</i>	Canabaceae	1	1	

	Eurosidae	<i>Sapindales</i>	Simarubaceae	1	1
	II		Chrysobalana	1	1
	Euasteridae		ceae		
	I	<i>Malvales</i>	Malvaceae	1	1
		<i>Brassicales</i>	Pentadiplandra	1	1
	Euasteridae		ceae		
	II	<i>Gentianales</i>	Rubiaceae	2	2
			Apocynaceae	1	1
		<i>Lamiales</i>	Loganiaceae	1	1
			Acanthaceae	1	1
			Verbenaceae	1	1
		<i>Solanales</i>	Solanaceae	2	4
		<i>Asterales</i>	Asteraceae	2	2
TOTAL	08	19	27	34	38

Légende : N.G : Nombre de gens ; N.E : Nombre d'espèces

Annexe 3 : Analyse détaillée de la flore recensée en fonction des unités taxonomiques pour la prévention des morsures de serpents

Embranchement	Classe	Sous - classes	Ordre	Famille	N. G.	N.E.	
Magnolio phyta	Monocot (Liliopsida)	Monocots	<i>Liliales</i>	Liliaceae	1	2	
		moyennes	<i>Asparagales</i>	Agavaceae	2	2	
		(Liliidae)	<i>Arecales</i>	Arecaceae	1	1	
		Monocots évolués				1	1
		(Commelini dae)	<i>Commelinales</i>	Commelina ceae	1	1	
			<i>Poales</i>	Poaceae	2	2	
			<i>Zingiberales</i>	Costaceae	1	2	
				Zingibera ceae	1	1	
		Diocotylédones paléoabres ou paléodycotylé dones (magnonolio psida)	Magnolilidae	<i>laurales</i>	Lauraceae	1	1
		EUDICOT	Préeu dicot	<i>Caryophyllales</i>	Amaranta ceae	1	1
	- Eudicot archaïque (Ranunculo psida)	(caryophylli dae)	<i>Saxifragales</i>	Crassula ceae	1	1	

- Eudicot Evolué (Rosopsida)	ROSIDAE		Clusiaceae	1	1
	Eurosidae I	<i>Malpighiales</i>	Euphorbia ceae	2	2
			Flacourtia ceae	1	1
			Rhizophora ceae		
		<i>Fabales</i>	Fabaceae	2	2
		<i>Oxalidales</i>	Canabaceae	1	1
	Eurosidae II	<i>Sapindales</i>	Simaruba ceae	1	1
			Chrysobala naceae	1	1
		<i>Malvales</i>	Malvaceae	1	1
		<i>Brassicales</i>	Pentadiplan draceae	1	1
	ASTERIDAE				
	Euasteridae I	<i>Gentianales</i>	Rubiaceae	2	2
			Apocyna ceae	1	1
			Logania ceae	1	1
		<i>Lamiales</i>	Acanthaceae	1	1
			Verbenaceae	1	1

	Euasteridae II	<i>Solanales</i>	Solanaceae	2	4
		<i>Asterales</i>	Asteraceae	2	2
TOTAL	08	19	27	34	38

Légende : N.G : Nombre de gens ; N.E : Nombre d'espèces

CHIMIE

**CARACTERISATION ET ETUDE DE L'ACTIVITE
ANTIPALUDIQUE DES PRINCIPES ACTIFS DE *PICRALIMA NITIDA*
(*STAPF*) *TH. & H. DUR* : PLANTE UTILISEE POUR COMBATTRE
LE PALUDISME EN R. D. CONGO.**

BOKOTA, M.T.¹, MBUYI, M.¹, NDJELE, M.B.¹, TABA, K.M.²,
KAYEMBE, S.J.², TSHIBANGU, D.S.T.².

(1) Faculté des Sciences, Université de Kisangani.

(2) Faculté des Sciences, Université de Kinshasa.

RESUME

Le screening chimique a montré les principes actifs suivants : les alcaloïdes, tanins, saponines, flavonoïdes et leucoanthocyanes. Les quinones, stérols et terpènes sont absents.

Le fractionnement et la purification des alcaloïdes ont permis d'obtenir 4 alcaloïdes A₁, A₂, A₃ et A₄ de masses respectives 0,3097 ; 0,5893 ; 0,2768 et 0,8066 g et des R_f 0,38 ; 0,55 ; 0,70 et 0,87.

L'étude qualitative de l'interaction des fractions alcaloïdiques avec la porphyrine (hémine) au moyen de la spectrométrie UV-Visible montre une certaine réactivité avec celle-ci. Ceci montre que les alcaloïdes de *Picralima nitida* (*Stapf*) *Th. & H.Dur* suivent un mécanisme similaire à celui suivis par les antipaludiques à noyau quinoléine ou par l'artémisinine.

Seuls les nitrates, substances toxiques, sont décelés à l'état des traces dans la poudre de ces graines.

Mots-clés : Totum alcaloïdique, chromatographie, activité antipaludique, schizonticide

ABSTRACT

CHARACTERIZATION AND STUDY OF THE ANTIMALARIA ACTIVITY OF THE ACTIVE INGREDIENTS OF PICRALIMA NITIDA (STAPF) TH. AND H. HARD: PLANT USED TO FIGHT THE MALARIA IN D. R. CONGO.

The chemical screening showed the following active ingredients: alkaloids, tannins, saponines, flavonoid and leucoanthocyanes. Quinones, stérols and terpenes are absent.

The separation and purification of alkaloids allowed to obtain four alkaloids: A1, A2, A3 et A4 which respective masses are 0.3097; 0.5893; 0.2768 and 0.8066 g; and Rf (Relationship in the forehead) 0.38; 0.55; 0.70 and 0.87.

The qualitative study of the interaction of the alkaloids fractions with the porphyrine by means of the UV-VISIBLE spectrometry shows certain reactivity with this one.

This means that the *Picralima nitida* alkaloids follow the same mechanism that followed by the antimalaria which contain quinoleine nuclear or by the artémisinine.

Only nitrates, toxic matter, are revealed in tracks in the powder of these seeds.

Keywords: Totum alkaloid, chromatography, antimalarial activity, schizonticide

1. INTRODUCTION

Parmi des milliers de plantes médicinales recensées à ce jour, la plupart d'entre elles n'ont pas attiré l'attention des chercheurs et leurs potentialités thérapeutiques restent à découvrir. C'est en fait la fréquente pertinence des indications thérapeutiques de remèdes traditionnels qui a frappé les scientifiques de tous les horizons, ceux-ci se demandaient de quelle manière les tradipraticiens avaient pu réussir à sélectionner des plantes aussi actives parmi le foisonnement important des espèces végétales qui les entouraient. (Fleurentin et Pelt, 1990)

Les plantes médicinales sont abondamment utilisées dans la Province

Orientale et dans notre Pays, la République Démocratique du Congo, en général pour soulager ou guérir beaucoup de maladies, mais pour la plupart de celles-ci, elles n'ont fait que l'objet d'une enquête ethnobotanique ou, dans le meilleur des cas, d'une analyse chimique et des tests in vitro pour déterminer l'activité des principes actifs isolés. Cette situation ne permet pas une avancée significative dans le domaine de la recherche de nouvelles molécules pour combattre les maladies.

Deux antipaludéens majeurs (quinine, artémisinine et dérivés) prescrits à l'heure actuelle sont issus des plantes médicinales, traditionnellement employées dans leurs pays d'origine contre la fièvre et le paludisme; il s'agit de l'écorce d'un arbre originaire des flancs de la cordillère andine (*Cinchona callisaya* et autres espèces de *Cinchona*) et d'une herbacée originaire de Chine (*Artemisia annua*), (Wilcox et al., 2004)

La recherche de nouvelles molécules antipaludiques se fait donc encore en partie au sein de la biodiversité végétale en se servant de l'ethnopharmacologie comme outil de travail. Cette approche permet de sélectionner les espèces les plus intéressantes pour leur activité antiplasmodiale potentielle. De plus, étant donné que le paludisme est un fléau qui touche les pays du tiers monde, dans lesquels la population a des difficultés d'accès aux soins de santé, l'étude des Remèdes Traditionnels Antipaludiques (RTA) employés par la population est primordiale. (Dos Santos et Fleurentin, 1991).

Notre étude porte sur la contribution à la caractérisation des principes actifs des grains de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur plante utilisée par les pygmées (Mbuté) pour combattre le paludisme dans le Territoire de Mambasa en République Démocratique du Congo.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Matériel végétal (Renier, 1948 ; Pauwels, 1993 ; Magilu et al., 1996)

- Embranchement: *Magnoliophyta* (*Angiospermes*)
- Classe: *Magnoliopsida* (*Dicotylédones*)
- Ordre: *Gentianales*
- Famille: *Apocynacée*
- Genre : *Picralima*

- Espèce: *P.nitida*
- Noms vernaculaires:
 - Mendje (Lese), Ekeke (Bira) en R.D. Congo
 - Akuamma plant (Nigeria) Enomfon et Ime (2004)
 - Osi- Lgwe (Nigeria) Enomfon et Ime (2004)
 - Ebamen Fong (Cameroun) Iroegbu et Nkere (2005)
 - Ba'ab en Bakwere
 - Olape en Fang (Cameroun) Iroegbu et Nkere (2005)

2.2. Description botanique et répartition géographique.

Certains chercheurs comme Magilu, Mbuyi et Ndjele (1996) ; Enomfon et Ime (2004) définissent *Picralima nitida* comme un arbuste très rare à feuilles luisantes 20 cm/7cm, nervures 25, pétiole 2 cm. La plante contient des gros fruits jumelés ressemblant à des papayes. Les graines sont plates, amères, et nageant dans mucilage. Les fleurs sont en capitule terminal. Corolle, tubes 1cm et lobes 1cm.

C'est une plante qui pousse en Afrique de l'Ouest : au Ghana et au Nigeria. On la rencontre aussi en Afrique Centrale au Cameroun, au Gabon et en République Démocratique du Congo dans la Province Orientale plus précisément à Mambasa, un Territoire situé à 530 km de la ville de Kisangani.

2.3. Méthodes

2.3.1. Récolte et préparation des échantillons de graines pour analyse chimique

- La récolte du matériel est faite à Mambassa par les pygmées supervisés par Augustin. Ce matériel est confirmé à Kisangani par Ndjele, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences/Université de Kisangani et aussi par Kombozi, technicien à l'Herbarium au sein de la même Faculté ;
- Les fruits sont coupés et les graines obtenues séchées à l'ombre et à la température ambiante (22 à 31 °C) ;
- La mise en poudre est réalisée à l'aide d'un moulin électrique de marque MF 10 Basic IKA WERKE de fabrication allemande au laboratoire

de Pédologie des Sciences de la Terre à l'Université de Kinshasa.

2.3.2. Identification et dosage de quelques ions

L'identification et le dosage des ions : Les nitrites, nitrates, cyanures oxalates, fer, calcium, magnésium et phosphore sont réalisés par les méthodes bien décrites par (Dessart, Jodogne et Paul, 1973) ; (Feigl et al. 1966) et (Charlot, 1966).

2.3.3. Extraction des lipides totaux et dosage des protéines brutes

Les lipides totaux sont extraits selon la méthode d'extraction en continu par solvant au moyen d'un appareil Soxhlet.

Les protéines brutes totales sont déterminées par la méthode Kjeldhal (Audigie et al. 1980)

2.3.4. Screening chimique

- Les alcaloïdes sont extraits par une combinaison des modes opératoires décrits par Wome, 1985 ; Meuwly, 1992 et Bruneton J., 1999.
- Pour les Tanins les méthodes décrites par Thomas (1936) et Delaude, (1969) sont mises à profit.
- Quant aux Saponines, le procédé de purification sont décrites par Delaude (1969) et Fournet (1978) et Bruneton (2009).

2.3.5. Analyse chromatographique du totum alcaloïdique de *Picralima nitida*

L'analyse chromatographique du totum alcaloïdique de *Picralima nitida* nécessite l'utilisation des méthodes et des matériels appropriés avec comme éluant : Ethanol- Acétate d'éthyle – Ether de pétrole 2/1/1.

La lampe U.V. de marque P.W. ALLEN & Co. A 425 aux longueurs d'onde 254 et 366 nm est mise à profit pour visualiser les taches.

L'étude de l'interaction des alcaloïdes fractionnés avec la protohème (Mpiana, 2003) est réalisée dans le système eau-éthanol 30 % (V /V) à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible.

➤ **Manipulation**

- Pesée de l'hémine et des extraits alcaloïdiques à l'aide d'une balance électronique de marque Mettler AE100.
- Préparation des solutions des alcaloïdes et d'hémine ;
- Préparation des échantillons à partir de différentes solutions mères par simple dilution ;
- Détermination des domaines d'absorption de l'hémine, des alcaloïdes et des mélanges alcaloïde-hémine.

➤ **Mode opératoire**

a) *Pesée des solutés*

A l'aide d'une balance analytique peser exactement 0,5000 g d'hémine ; 0,3097 g d'alcaloïde A₁ ; 0,5893 g d'alcaloïde A₂, 0,2768 g d'alcaloïde A₃ et 0,8066 g d'alcaloïde A₄

b) *Préparation des solutions mères :*

- Peser 0,5000 g d'hémine, prendre quelques cristaux de NaOH et placer le tout dans un ballon ;
- Ajouter 600 ml de solvant (eau-éthanol 30 %) et agiter jusqu'à dissolution complète. On obtient une solution mère d'hémine $8,33 \cdot 10^{-4}$ gr/ml ;
- Dissoudre respectivement les alcaloïdes A₁, A₂, A₃ et A₄ dans 15 ml d'éthanol pour chaque extrait ;
- Prendre respectivement les 15 ml de chaque solution précédente et les diluer dans 30 ml d'eau, on obtient ainsi une solution mère en éthanol 30 % pour chaque extrait dont les concentrations respectives sont pour : A₁ 0,006194 g/ml, A₂ 0,011786 g/ml, A₃ 0,005536 g/ml et A₄ 0,016132g/ml

c) *Préparation du solvant :*

Prendre 312,5 ml d'éthanol à 96 % et les déverser dans un ballon jaugé de 1 litre et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On obtient ainsi 1000 ml d'une solution eau-éthanol à 30 %.

d) Réparation des échantillons

Les échantillons sont préparés en mélangeant des proportions de différentes solutions mères et du solvant de façon à constituer un volume de 5 ml pour chaque échantillon, tout en veillant à ce que seule la concentration de l'hémimine reste constante dans tous les échantillons d'une même série.

e) Détermination des domaines d'absorption :

- Prélever une solution mère d'hémimine et balayer au spectrophotomètre toutes les longueurs d'ondes possibles ;
- Observer les zones où il y a absorption et tirer le spectre ;
- Faire la même chose pour les alcaloïdes et les échantillons contenant le mélange hémimine-alcaloïde.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 1 : Taux d'humidité et de cendres brutes des graines de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur.

Taux d'humidité				Cendres brutes		
Prise d'essai (gr)	Poids sec (gr)	Poids d'eau (gr)	%	Prise d'essai (gr)	Poids de cendres (gr)	%
2,0153	1,827	0,1883	9,344	4	0,129	3,225

Tableau 2 : Taux de lipides bruts et de protéines brutes des graines de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur.

Lipides bruts			Protéines brutes		
Prise d'essai (gr)	Poids de lipides (gr)	%	\bar{V} (ml)	%N	% PBT
30	2,308	7,693	5,43	1,9	11,88

Légende :

$$V = \text{volume moyen du titrant}$$

$$\%N = 0,35 \bar{V}$$

$$\%P.B.T. = 6,25. \%N$$

Tableau 3 : Screening chimique brutes des grains de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur

Echantillon	Substances phytochimiques								
	Alc			Sap	Ta	Q	Fla	Leu	St & Te
	Me	D	Ma						
Poudre brute	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	+	-
Tourteau éther de pétrole	++	++	++	++					
Tourteau extrait éthanolique	-	-	-	-					
Extrait méthanolique	+	+	-	++					

Terpènes et stérols : Pas de coloration donc pas de stérols et terpènes.

Légende :

- Alc : alcaloïdes
- Sap : saponines
- Ta : tanins
- Q : quinones
- Fla : flavonoïdes
- Leu : leuco anthocyanes
- St : stérols
- Te : terpènes
- +++ : Quantité abondante
- ++ : Quantité moins abondante
- + : quantité en trace
- : substance absente

Les tableaux 1 et 2 montrent que pour une prise d'essai de 2,0153 g de poudre, le taux d'humidité est 9,3440 %. En plus, le pourcentage des cendres brutes est de 3.225 % dans la poudre sèche des grains de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur tandis que ceux des lipides bruts des protéines brutes totales sont respectivement de 7,6930 % et 11,88 %.

Quant au tableau 3, celui-ci montre que les alcaloïdes, les saponines et les tanins sont présents en quantité abondante, tandis que les flavonoïdes et les leucoanthocyanes se retrouvent en quantités faibles dans l'échantillon. Les quinones, les stérols et les terpènes sont absents. Ces résultats sont presque identiques avec ceux trouvés par deux chercheurs camerounais. (Nkere et Iroegbu, 2005).

Une petite différence est observée au niveau des leucoanthocyanes détectées par nous et non détectées par ces deux chercheurs ; tandis que les terpènes et stérols observés par eux ne l'ont pas été dans cette étude. Les quinones n'ont pas été observées dans les deux recherches.

Tableau 3. Minéraux dosés dans les cendres et substances toxiques dans la poudre brute des graines de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur

	Moyenne en gr $\times 10^{-3}$	Spot test	Teneur en %
Prise d'essai de cendre	1003		100
Fer	0,117	-	0,0117
Calcium	0	-	0
Magnésium	1,5	-	0,15
Phosphore	1,003	-	0,1
Oxalates	0	-	0
Cyanures	0	-	0
Nitrates	0	+	0
Nitrites	0	-	0

Légende :

- + : Substance en trace
- : Substance absente
- 0 : Analyse non effectuée

Des résultats de l'analyse qualitative et quantitative du tableau 3 de quelques minéraux dont le fer, le calcium, le magnésium et le phosphore dans les cendres signalent la présence du fer, qui est un oligoélément, avec un pourcentage de 0,0117 % qui est situé dans la marge des taux des oligoéléments ; le calcium, le magnésium et le phosphore qui sont eux des macroéléments montrent les taux respectifs suivants : 0,000 % . 0,150 % ; 0,100 %.

Pour ce qui est des substances toxiques (minérales) seuls les nitrates sont présents sous forme de trace dans la plante à l'étude, celle-ci ne contient ni les nitrites, ni les oxalates, ni les cyanures.

Eu égard aux résultats ci-haut et aussi à la prescription *per os* des drogues à base de cette plante et ce en utilisant toutes ses parties constitutives, nous osons croire que celles-ci ne présentent pas une toxicité certaine. Il est noté aussi la prise de ce médicament est strictement limitée pour un temps court.

Ces résultats sont aussi étayés par ceux de la recherche entreprise par Fakeye et al (2004) sur l'évaluation de la toxicité au niveau de la peau et des yeux d'une fraction alcaloïdique des écorces de *Picralima nitida* (fam. *Apocynaceae*). En effet, une faible toxicité sans conséquences néfastes a été observée et ce en rapport avec la dose utilisée.

Ceci justifie l'usage et les modes d'emploi (boisson, mastication,...) des recettes médicamenteuses à base de cette plante chez les pygmées de Mambasa en RD Congo.

Tableau 4. Taux d'alcaloïdes, des saponines, des sapogénines et des tanins des graines de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur

Principes actifs	Prise d'essai (gr)	Poids en gr	Rendement en %
Alcaloïdes	30	0,677	2,257
Saponines	50	3,687	7,374
Sapogénines	2,000*	0,211	10,550**
Tanins	50	10,15	20,301

Légende :

* Prise d'essai de saponines

**Pourcentage de sapogénines dans la prise d'essai de saponines

3,687g des saponines représentant 7,374 % en poids de notre prise d'essai ont été isolées. L'hydrolyse acide de 2,000 g des saponines a donné 0,210 g de sapogénines soit un rendement de 10.550 %.

La méthode utilisée pour isoler les alcaloïdes totaux de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur a donné, pour une moyenne de trois essais, un taux d'alcaloïdes de 2.257%.

En comparant ce taux avec celui obtenu, pour les grains de la même plante, par des chercheurs nigériens Akpan et Umoh (2004) qui ont trouvé 0,012%, notre pourcentage est très élevé. Cette différence pourrait être due à plusieurs facteurs notamment le milieu où pousse la plante mais aussi les différentes méthodes d'extraction.

Quant aux tanins le taux obtenu est de 20,301% soit 10,150 g de tanins isolés pour une prise d'essais de 50 g de poudre.

Les observations faites permettent de comparer le matériel végétal récolté au Congo avec ceux d'autres pays d'Afrique. L'on sait au moins que la composition chimique qualitative des métabolites secondaires (alcaloïdes, flavonoïdes, quinones, etc.) peut varier en fonction de l'écologie (climat, terrain, etc.), de la situation géographique, de la variété de la plante, de la nature du sol, du moment de récolte et du mode de conservation.

Tableau 5 : Valeurs de Rf des spots des alcaloïdes de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur sur couche mince

N° spot	Rf	Observation sous la lampe UV
1	0,38	Tache orange
2	0,55	Tache orange
3	0,70	Tache orange
4	0,87	Tache orange

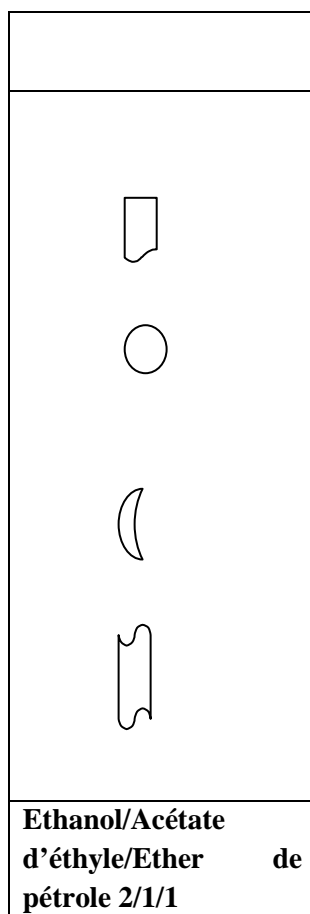


Figure 1. Chromatogramme des alcaloïdes totaux de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur.

La chromatographie analytique sur couche mince révèle la présence de 4 taches toutes de coloration orange avec des Rf, respectifs 0.38, 0.55, 0.70 et 0.87 qui représentent 4 alcaloïdes différents se trouvant dans notre échantillons.

Tableau 6 : Caractéristiques macrophysiques des alcaloïdes des graines de *Picralima nitida* (Stapf) Th. & H.Dur. isolés par chromatographie sur colonne.

Extraits	Poids en gr	Coloration	Texture
A ₁	0,3097	Jaune	Pâte molle
A ₂	0,5893	Jaune-orangé	Pâte molle
A ₃	0,2768	Brune	Pâte molle
A ₄	0,8066	Jaune-orangé	Pâte molle

De 2,5000 gr d'alcaloïdes totaux le fractionnement a abouti à 1,9824 gr d'alcaloïdes purs isolés représentant 4 alcaloïdes A₁, A₂, A₃ et A₄ accusant les poids respectifs suivants : 0.3097, 0.5693, 0.2768 et 0.8066 gr. Ils ont tous la consistance d'une pâte molle et ont les couleurs respectives ci-après : Jaune, jaune-orangé, brune et jaune-orangé. L'alcaloïde A₄ est l'alcaloïde majeur compte tenu de son poids : 0,8066 gr. La différence dans la coloration de différentes bandes nous a permis de bien effectuer la séparation.

3.1. Interaction des alcaloïdes fractionnés avec la Protohémine

3.1.1. Analyse du spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine et des alcaloïdes seuls

La solution d'hémine et d'alcaloïdes seuls dans l'alcool à 30% est balayée avec toutes les longueurs d'ondes possibles d'une lumière UV-Visible et les observations sont reprises sur les courbes d'absorption des figures 2 à 6 ci-dessous :

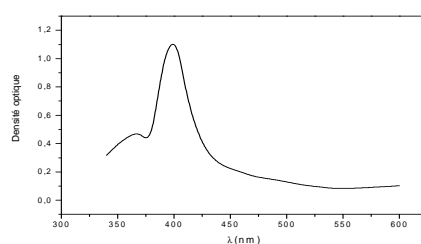


Figure 2. Spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine

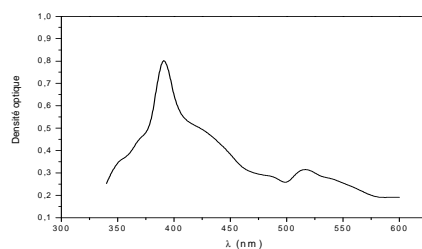


Figure 3. Spectre d'absorption UV-Visible d'alkaloïde A₁ λ 390nm et D.O.=0,926

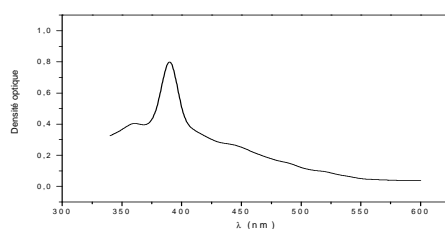


Figure 4. Spectre d'absorption UV-Visible d'alkaloïde A₂ λ 390nm et D.O.=0,977.

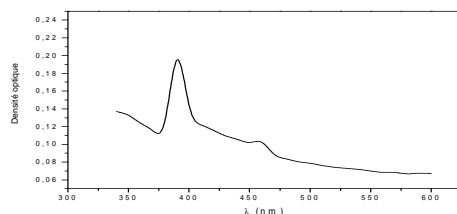


Figure 5. Spectre d'absorption UV-Visible d'alkaloïde A₃ λ 390nm et D.O.=0,235

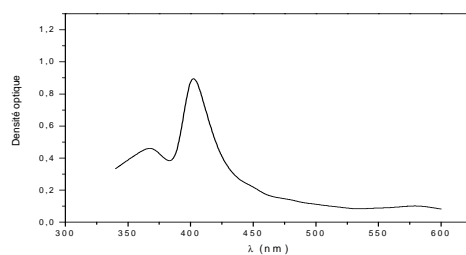


Figure 6. Spectre d'absorption UV-Visible d'alkaloïde A₄ λ 400nm et D.O.=1,028

3.1.2. Analyse du spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₁

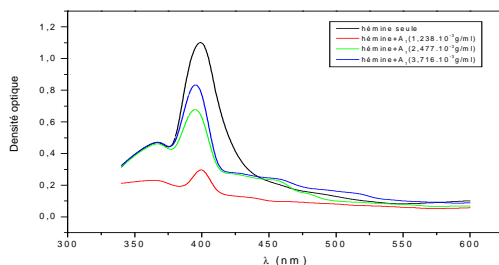


Figure 7. Spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₁

Légende :

Courbe 1 représente l'hémine seule ; courbe 2 représente l'hémine avec A₁ de concentration $1,238.10^{-3}$ gr/ml ; courbe 3 représente l'hémine avec A₁ de concentration $2,477.10^{-3}$ gr/ml et courbe 4 représente l'hémine avec A₁ de concentration $3,716.10^{-3}$ gr/ml

3.1.3. Analyse du spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₂

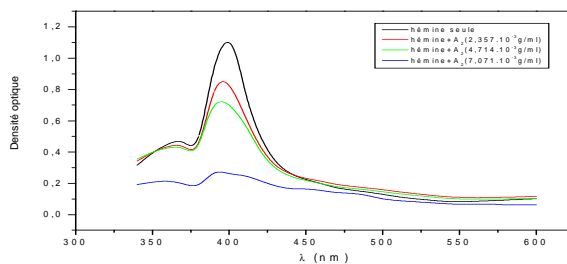


Figure 8. Spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₂

3.1.4. Analyse du spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₃

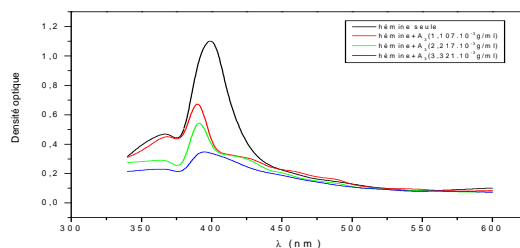


Figure 9. Spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₃

3.1.5. Analyse du spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₄

La solution d'hémine en présence de l'alkaloïde A₄, balayée avec toutes les longueurs d'ondes possibles d'une lumière UV-Visible, a permis d'observer les courbes d'absorption suivante :

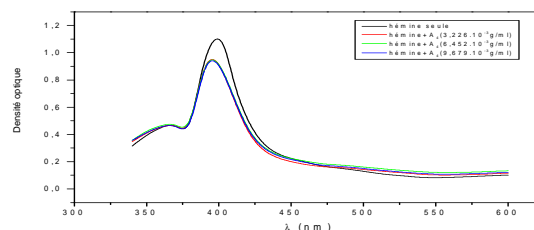


Figure 10. Spectre d'absorption UV-Visible de l'hémine en présence de l'alkaloïde A₄

Légende : Courbe noire représente l'hémine seule ; courbe rouge représente l'hémine avec A₄ de concentration $2,226.10^{-3}$ gr/ml ; courbe verte représente l'hémine avec A₄ de concentration $6,452.10^{-3}$ gr/ml et courbe bleue représente l'hémine avec A₄ de concentration $9,679.10^{-3}$ gr/ml

La figure 2 montre le spectre d'absorption de l'hémine seul qui après l'avoir balayé avec toutes les longueurs d'ondes possibles d'une lumière UV-Visible nous avons observé que cette dernière absorbe à 402 nm comme mentionnée dans la littérature Mpiana (2003).

Les figures 3 à 6 montrent les spectres d'absorption d'alkaloïdes seuls. Après

avoir balayé ces solutions d'alcaloïdes avec toutes les longueurs d'ondes possibles d'une lumière UV-Visible nous avons observé que celles-ci absorbent respectivement à 390 nm pour les alcaloïdes A₁, A₂ et A₃, et à 400 nm pour A₄.

Les figures 7, 8 et 9 montrent une décroissance de l'absorbance de l'hémine lors de l'ajout des alcaloïdes A₁, A₂ et A₃ à différentes concentrations. Cette décroissance de l'absorbance s'explique par la diminution de la concentration de l'hémine libre en solution, et elle est d'autant plus prononcée lorsque la concentration d'alcaloïdes augmente.

La figure 10 ne montre pratiquement pas la décroissance de l'absorbance lors de l'ajout de l'alcaloïde A₄ à différentes concentrations. Cette observation s'explique par le fait que la concentration de l'hémine libre en solution ne diminue pas car il n'y a pas interaction entre celle-ci et l'alcaloïde A₄.

L'étude qualitative de l'interaction des alcaloïdes fractionnés avec la protohémine a révélé une certaine réactivité entre les alcaloïdes A₁, A₂ et A₃ avec la porphyrine (hémine) au moyen de la spectrométrie UV-Visible compte tenu de la variation des spectres d'absorption des mélanges réactionnels, diminution de l'absorbance, par rapport à ceux des alcaloïdes et de l'hémine seuls. Ceci montre que les alcaloïdes de *Picralima nitida* (*Stapf*) *Th. & H.Dur* suivent un mécanisme similaire à celui suivis par les antipaludiques à noyau quinoléine et l'artémisinine.

Cette affirmation est conforme à la recherche menée non seulement par Mpiana (2003) mais aussi à celles des autres chercheurs cités par ce dernier.

Cette observation permet aussi d'affirmer que les alcaloïdes de *Picralima nitida* (*Stapf*) *Th. & H.Dur* sont donc schizonticides sanguins et devraient être utilisés pour lutter contre le plasmodium.

Des substances toxiques : Nitrites, nitrates, cyanures et oxalates seuls les nitrates sont décelés à l'état des traces. La consommation des drogues provenant des graines de cette plante ne présentent aucun danger d'intoxication pour l'homme si nous nous basons au taux en nitrates que nous avons observé.

REMERCIEMENTS

Nous sommes très reconnaissant à la CTB (Coopération Technique Belge) pour la bourse accordée à l'un des auteurs (Bokota) pour parachever son DES et au Laboratoire de Chimie Organique et Recherche Energétique (LACOREN) de l'Université de Kinshasa qui a permis la réalisation de plusieurs analyses.

REFERENCES

- Audigie, C., Figarella, E. et Zauzain, F., 1980. *Manipulation d'analyse biochimique*, Doin Paris, pp 273-277
- Charlot, G, 1966. Méthodes de la chimie analytique. Analyse quantitative minérale, Masson, Paris. pp 652-843
- Delaude, C., 1969. Contribution à l'étude de la structure chimique d'une saponine extraite d'une Polygalacée africaine : *Securida longependunculata*. Thèse inédite Faculté des Sciences Université de Lège, p. 24
- Dessart, A. Jodogne J. et Paul, J., 1973. Chimie minérale. 17^{ème} édition ; Editions A. De Boeck, Bruxelles pp 302-314.
- Dos Santos, J.R., et Fleurentin J., 1991. L'ethnopharmacologie : une approche pluridisciplinaire. In *Ethnopharmacologie : sources, méthodes, objectifs*, Paris - Metz, Eds ORSTOM et Société Française d'Ethnopharmacologie, 26-39.
- Enomfon, J. Akpan et Ime B. Umoh (2004). Inhibitory activity of seed extract from *Picralima nitida* (Staph) on B-D-glucosidase. In *Biochemistry* 16(2): 72-78, Printed in Nigeria
- Fakeye, T.O., Itiola O.A., Georgess A.O., Odelela H.A., 2004. Antibacterial property of *Picralima nitida* stem bark extract in cream formulations, in *Pharmaceutical Biology. (Formerly International Journal of Pharmacognosy)*, Volume 42, Numbers 4-5, pp. 274-279(6)
- Feigl, Ager, V. et Oesper, 1966. Spot test in organic analysis. Ed. De Marco, C. & Crifo, pp .267, 268
- Fleurentin, J. et Pelt J.M 1990. Les plantes médicinales, in *La Recherche*, 21, 222, 810-818.
- Fleurentin, J. et Younos, C. 1991. La médecine islamique in *Encyclopédie des Médecines Naturelles (Phytothérapie - Aromathérapie)*. Paris, Eds Techniques, 40 p.
- Fournet, A., 1978. Plantes médicinales congolaises, *Limaciopsis*. ORSTOM, Paris, 183 p.
- Magilu, M., Mbuyi, M. et Ndjele, M.B., 1996. Plantes médicinales utilisées par les Pygmées (Mbuté) pour combattre le paludisme dans la zone de Mambasa, Ituri, Zaire. In L.J.G. van der Maesen et al (eds), The

Biodiversity of African Plants, *Kluwer Academic Publisher*. Printed in the Netherlands. 741-746.

- Bruneton, J., 1999. Pharmacognosie. Phytochimie des Plantes Médicinales, 3^{ème} Ed. Tec & Doc, Paris.
- Bruneton, J., 2009. Pharmacognosie. Phytochimie des Plantes Médicinales, 4^{ème} Ed. Lavoisier, Paris. pp.423-440
- Meuwly, D., 1992 : Séparation des alcaloïdes de l'opium par chromatographie sur couche mince. IPSC Place Château 3, 1005 Lausanne, SUISSE 23 pages
- Mpiana, T., 2003: Contribution à l'étude thermodynamique et cinétique de la complexation de la protohémine et la deutérohémine avec les antipulidiques à noyau quinoléine. Thèse inédite Fac des Sciences, UNIKIN
- Pauwels, L., 1993: Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa-Brazzaville. Jardin botanique national de Belgique, Meise, Mars
- Renier, M.R.P, 1948: Flore du Kwango. Tome 3, p.85, Bruxelles.
- Thomas, P., 1936 : *Manuel de biochimie*. Masson et Cie, Paris 6^{ème}, pp 909-917.
- Wilcox, M., Bodeker, G. et Rasoanaivo, P., 2004: Traditional medicinal plants and malaria. *Traditional herbal medicines for modern times*, V4 CRC Press
- Wome, L., 1985: Recherche ethnopharmacologique sur les plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle à Kisangani (Haut-Zaïre). Thèse inédite, Faculté des Sciences, ULB, 361p
- Wongsrichanalai, C., Wimonwattawatee, T., Sookto, P., 1999- *In vitro* sensitivity of *Plasmodium falciparum* to artesunate in Thailand. Bull. WHO; 77: 392-398.

**APPRECIATION DE LA QUALITE DES EAUX DE QUATRE
SOURCES AMENAGEES DANS LA COMMUNE MAKISO A
KISANGANI (RDC)**

LITUMANYA, B.¹, TIKA, A.¹, BOKOTA, T.¹, TCHATCHAMBE, W.B.¹

(1) Université de Kisangani, Faculté des sciences, Laboratoire de chimie des substances naturelles, B.P 2012 Kisangani, RD Congo.

RESUME

L'appréciation de la qualité des eaux de 4 sources (Cimetière/BATAM UNIKIS, Blocs universitaires, Barlovatz et Kilima ya Bahindi) dans la commune Makiso, ville de Kisangani en RD Congo se veut de contribuer à concourir à l'établissement de l'inventaire des ressources naturelles en or bleu en fonction de leurs qualités respectives.

Les principaux objectifs poursuivis ont été d'effectuer les analyses organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques d'eaux des sources, enfin de vérifier leurs qualités par rapport aux normes de potabilité. Pour atteindre nos objectifs, 249 échantillons de nos 4 sources ont été retenus pour ces les analyses organoleptiques et physico-chimiques tandis que 9 échantillons de chacune d'elles pour les analyses bactériologiques.

Par rapport aux normes de potabilité toutes les 4 sources ont des p^H inférieurs au minimum tandis que les teneurs en NO₃⁻ de sources Barlovatz et Kilima ya Bahindi ont été supérieures au maxima selon les normes OMS et REGIDESO; les NPP de coliformes fécaux dans 100ml d'eau de toutes ces sources ont été supérieurs à zéro qui est la norme recommandée.

Toutes ces eaux analysées sont donc polluées et cette pollution est d'origine humaine. Leur utilisation peut être à l'origine de certaines maladies d'origine hydrique que nous déplorons dans la ville de Kisangani.

Mot-clés : or bleu, Nombre le Plus Probable.

ABSTRACT

APPRECIATION OF THE QUALITY OF WATERS OF FOUR FITTED SPRINGS IN THE MUNICIPALITY MAKISO IN KISANGANI.

The appreciation of the quality of the water of 4 springs (Cemetery /BATAM UNIKIS, Academic Blocks, Barlovatz and Kilima ya Bahindi) in the municipality Makiso, city of Kisangani in RD Congo country wants to be to contribute to the establishment inventory of natural resources of blue gold according to their respective qualities.

The main pursued objectives were to do the organoleptic, physico-chemical and bacteriological analysis of the waters of springs, at last to verify their qualities in relation to the norms of fit to drink. To reach our objectives 249 samples of our 4 springs have been kept for the organoleptic and physico-chemical analysis while 9 samples of each of them for the bacteriological analysis.

In relation to the norms of fit to drink all 4 springs have some pH inferior to the minimum while the contents in NO_3^- of springs Barlovatz and Kilima ya bahindi were superior to the maxima according to the norms of WHO and REGIDESO; NPP of fecal coli forms of all these springs were superior to zero, value recommended by norms.

All these analyzed waters are polluted therefore and this pollution is of human origin. Their use can be at the origin of some illnesses of water origin that we deplore in the city of Kisangani.

Keywords: blue gold, Most probably number.

1. INTRODUCTION

En République Démocratique du Congo en général et dans la ville de Kisangani, en particulier, l'eau potable traitée par la Régie de distribution des eaux (REGIDESO) n'est pas accessible à tous les ménages suite aux difficultés financières de Celle-ci et de la population. A ce jour, les usines de la REGIDESO/KISANGANI ne parviennent plus à servir avec satisfaction tous ses clients suite à la demande qui dépasse leurs capacités de production. Certains ménages, mêmes ceux disposant de points de vente en service (manque d'eau partiel ou total), recourent aux eaux naturelles des puits ou

des sources sans connaître la qualité de celles-ci au préalable. Les activités humaines autour de ces sources ainsi que le nombre non négligeable des usagers de ces eaux nous conduit à mener les investigations, sur leurs qualités organoleptique, physico-chimique et microbiologique, en vue de prévenir ceux qui les consomment contre les maladies d'origine hydrique.

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient de plus en plus difficile, tant en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie que du développement accéléré des techniques industrielles modernes (Rodier, 1984).

L'homme prélève des quantités importantes d'eau dans la nature et rejette dans les réseaux hydrographiques des eaux souillées et des déchets de toute nature. L'homme s'expose d'une part aux risques liés à la présence des microorganismes pathogènes, des substances toxiques dont les effets néfastes sont immédiats (Arsenic, Cyanure,...), des radioéléments, des produits cancérogènes, etc. ; d'autre part ils imposent aux êtres qui peuplent ces ressources de « digérer » ses déchets (Roux, 1987).

La célèbre phrase de PASTEUR « nous buvons 90 % de nos maladies » ouvre une ère nouvelle dans l'approche de l'alimentation en eau potable (water, 2003).

Cette ressource naturelle, indispensable pour les besoins domestiques de l'homme, est le meilleur de tous les dons, plus précieux que l'or qui brille comme le feu dans la nuit (Nyongombe, 1997).

L'or bleu (ACME) demeure la base de toute vie. De tous les êtres vivants connus, certains peuvent vivre à l'absence de l'air, mais aucun ne peut vivre sans eau (Luna, 1968).

L'eau c'est la vie dit-on.

La qualité de l'eau est un paramètre important qui touche à tous les aspects du bien-être des écosystèmes et de l'homme tels que la santé d'une communauté, les denrées alimentaires, les activités économiques, la santé des écosystèmes et la biodiversité. En conséquence, la qualité de l'eau a également une influence sur la détermination des niveaux de pauvreté, de richesse et d'éducation de l'homme (Kazadi, 2012).

Les activités de l'homme menacent l'eau. Les activités industrielles et agricoles utilisent des produits chimiques qui finissent bien souvent dans l'eau de surface ou souterraine. Dans les pays en voie de développement,

comme la RD Congo, la plupart des déchets sont enterrés directement dans les rivières, fleuves,... sans le moindre traitement. Le recul permanent de la qualité de l'eau a des conséquences graves ; non seulement pour l'approvisionnement en eau et la santé humaine mais aussi pour l'écosystème vital (Mens, 2003).

La demande en eau, surtout de la part des industries, modifie nécessairement les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de ce fluide vital (Muralt, 1971).

L'eau de boisson doit être la plus contrôlée de tous les produits alimentaires avec des nombreuses analyses tant au niveau des eaux brutes pour vérifier l'état de la source avant de la puiser qu'au niveau de la production. L'eau distribuée pour la consommation doit être un produit sanitaire sur. C'est pour cette raison que les seuils fixés par l'organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes établies par l'union européenne sont extrêmement sévères afin de garantir la santé publique (lycée-parc.fr.fr).

Notre objectif est de contribuer à l'établissement de l'inventaire des ressources naturelles en eau et permettre en même temps de préciser leur choix d'utilisation en fonction de leurs qualités respectives, sachant que les données analytiques ne sont pas toujours faciles à établir.

A ce titre, nous nous intéressons à l'appréciation de la qualité des eaux de quatre sources aménagées et parfois plus fréquentées dans la commune Makiso à Kisangani en RD Congo.

Il est dit que l'avenir de l'humanité est lié à la connaissance des ressources naturelles qui permettent son expansion (Dussart, 1966).

Des toutes les substances chimiques nécessaires à la vie que nous connaissons, l'eau est de loin la plus importante, la plus familière et la plus admirable, pourtant la plupart des gens savent très peu de chose sur elle (Luna, opcit).

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé (Kazadi, opcit).

Le présent travail revêt une grande importance pour la santé publique et surtout dans le cadre de la surveillance épidémiologique des maladies

d'origine hydrique dont la ville de Kisangani n'a pas été épargnée dans les années antérieures par l'épidémie de cholera ou l'endémie de la typhoïde par exemple.

Nous avons eu à vérifier l'hypothèse selon laquelle l'environnement insalubre, à l'absence d'activités industrielles et agricoles intenses aux alentours, expose les eaux de nos sources à la pollution microbiologique que chimique.

2. MATERIEL ET METHODES

Nos analyses ont portées sur les eaux de 4 sources aménagées choisies dans la commune Makiso à Kisangani (RD Congo) en fonction de leur disponibilité, leur débit et aussi par leur positionnement géographique, les agglomérations et les activités humaines à leurs alentours (Maisons d'habitation, cimetières,...).

Il s'agit pour nous des analyses organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques. Nos échantillons, soigneusement prélevés, transportés et protégés contre toutes les variations liées aux paramètres tels que l'influence des facteurs climatiques et des contaminations accidentelles, ont été analysés les mêmes jours de leurs prélèvements. En somme 249 échantillons ont été prélevés durant la période de pluie pendant trois ans et pour lesquels 36 ont servi particulièrement aux analyses bactériologiques.

Les échantillons ont été conditionnés dans des bouteilles propres à polyéthylène, ainsi que dans des ballons à fonds plat préalablement stérilisés à l'étuve à 180 °C.

Les sources concernées sont les suivantes : Cimetière/BATAM UNIKIS (S₁), Barlovatz (S₂), Blocs universitaires (S₃) et Kilima ya bahindi (S₄).

Les paramètres de première et de deuxième urgence (Richard, 1987) ont été mesurés pour permettre d'apprécier si les eaux de ces 4 sources peuvent être utilisées pour l'alimentation et les besoins quotidiens de l'homme.

2.1. Analyses organoleptiques

Elles portent sur 4 paramètres organoleptiques à savoir : le gout, l'odeur, la couleur et la turbidité.

Un échantillon de 747 consommateurs soit 3 par échantillons d'eaux prélevés nous a permis d'apprécier le gout et l'odeur tandis que la couleur et la turbidité ont été analysées à l'aide du spectrophotomètre HACH DR/2000

respectivement aux programmes (P) et longueurs d'ondes (λ) de : P = 120, λ = 455 nm (Couleur) et P = 750, λ = 450 nm (Turbidité).

2.2. Analyses physico-chimiques

La température (T^0) et le potentiel d'hydrogène (pH) de nos échantillons ont été mesurés au pH-mètre CG 838 SCHOTT GERATE, in situ et au laboratoire, à l'aide du tampon phosphate monopotassique pour calibrer l'appareil et la densité a été mesurée au pycnomètre (flacon à densité) de 25 ml à l'aide de la balance électronique (METTLER PM 100).

Le titre alcalimétrique simple ou TA (teneur en ions OH^- et la moitié de celle des ions carbonates CO_3^{2-}) et le titre alcalimétrique complet ou TAC (teneur globale en ions OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^{2-}) ont été déterminés par la méthode volumétrique avec une solution de HCl (ou H_2SO_4) 0,02N en présence du phénolphthaléine comme indicateur de fin de titrage du TA et méthylorange pour celle du TAC (REGIDESO a, 1985 ; REGIDESO b, 1985).

L'anhydride carbonique (CO_2) libre dans nos eaux a été dosé en retour par la méthode volumétrique en le neutralisant par un léger excès d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,02N en présence de la phénolphthaléine. L'excès a été ensuite dosé à l'aide d'une solution titrée de l'acide chlorhydrique (HCl) 0,02N en présence du méthylorange.

Le titre hydrotimétrique (TH_t) ou dureté totale a été dosé par complexiométrie à l'aide d'une solution de sel disodique d'éthylène diamine tétraacétique (Na_2EDTA) 0,004N en présence de l'ammoniac (NH_3) à 25 % et d'un comprimé tampon indicateur MERCK.

Les matières oxydables (MO) ont été dosées par oxydo - réductimétrie en milieu acide sulfurique (H_2SO_4 à 25 %) par le permanganate de potassium (KMnO_4) N/80. L'excès du KMnO_4 a été dosé par l'acide oxalique ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) N/80.

Le dosage des ions nitrates (P = 353 et λ = 400 nm) a été effectué au spectrophotomètre HACH DR/2000 à l'aide du nitra-ver 5.

2.3. Analyses bactériologiques

Le dénombrement de coliformes fécaux a été effectué par méthode de fermentation en tube multiple dans le bouillon lactosé. On utilise trois séries de trois tubes à essai dont chaque tube contient un tube Durham.

A chaque tube de la première série contenant 10ml de milieu en concentration doubles, ensemercer 10ml d'eau à analyser.

A chaque tube de la deuxième et troisième série contenant 10ml de milieu en concentration simple, ensemercer respectivement 1 et 0,1ml d'eau à analysée.

La lecture est effectuée après d'incubation à 44°C à étuve.

La certitude de la présence des bactéries coliformes résulte de dégagement gazeux et de l'acidification du milieu, cette dernière se révèle par le virage au jaune du milieu.

Le nombre le plus probable de coliformes fécaux dans 100ml d'eau est obtenu en se référant au tableau de Mac Crady.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Analyses organoleptiques

Des 4 sources étudiées, les eaux de sources de la Cimetière/BATAM UNIKIS et des Blocs universitaires ont relevés une bonne saveur et sont inodores. Par contre les eaux de sources Barlovatz et Kilima ya bahindi ont présentées une odeur désagréable qui a disparu respectivement jusqu'au taux de dilution 1:3 et 1:2 à 30 °C. Ceci peut être dû à l'excès d'activités humaines productrices des nutriments végétaux, autour de ces 2 sources, qui favorisent l'eutrophisation surtout que leurs déversoirs se trouvent à un niveau trop bas, les eaux de ruissellement des pluies peuvent contaminer celles de ces 2 sources dans leurs puisards. Cette croissance incontrôlée des plantes aquatiques dans les têtes de celles-ci transmettent des odeurs et goûts indésirables (Gauthier F., 2002) alors que l'odeur et la saveur sont également des caractéristiques de base de jugement de la qualité d'une eau. Les eaux de sources Barlovatz et Kilima ya bahindi peuvent être en liaison avec une ou plusieurs sources de pollution d'origine urbaine ou domestique (Béchaux et al, 1978).

Les résultats des autres paramètres organoleptiques à savoir la turbidité et la couleur sont consignés dans le tableau1 ci-dessous.

Tableau 1 : Valeurs extrêmes et moyennes de la turbidité et de la couleur de nos eaux.

Paramètre	Unité	Normes de potabilité		S1			S2			S3			S4		
		OMS	REGI DESO	m	My	M	m	My	M	m	My	M	m	My	M
Turbidité	NTU	0-4	0-4	1	1,03	2	0	1,11	2	1	1,48	2	1	1,64	2
Couleur	Hazen	0-15	0-15	1	1,96	3	0	1,78	3	1	3,59	3	1	3,46	4

Légende:

NTU : Nephelometric Turbidity Unit (Unité Nephelométrique de Turbidité)

S₁ : source Cimetièrè /BATAM UNIKISS₂ : source Blocs universitairesS₃ : source BarlovatzS₄ : source Kilima ya bahindi

m : minima

My : moyenne

M : maxima

Au regard des valeurs tant extrêmes que moyennes obtenues, nos eaux sont moins turbides et légèrement colorées c'est-à-dire moins chargées en substances organiques et minérales responsables de leur apparition dans l'eau. Elles répondent aux critères de potabilité recommandés par l'OMS et appliqués par la REGIDESO/RD Congo.

D'une manière générale, les moyennes obtenues par Kazadi, 2012 sur les mêmes sources (cimetièr/BATAM UNIKIS, Blocs Universitaires et Barlovatz) pour la couleur (8,5 ; 8,69 et 8,91) ainsi que pour la turbidité (5,5 ; 5,25 et 6,25) sont de loin supérieures à ses valeurs sur les eaux de robinets des abonnés REGIDESO/KISANGANI et à nos valeurs moyennes sur les sources Cimetièr/BATAM UNIKIS, Blocs Universitaires et Barlovatz. Elles peuvent être dues d'une part aux techniques de conservation des échantillons avant analyses physico-chimiques qui n'ont pas été les mêmes car généralement les eaux souterraines bien que claires au prélèvement, peuvent se colorer et se rendre trop turbide, dès qu'elles s'oxygènent et deviennent jaunes, rouges voire même noires particulièrement par oxydation ou corrosion en présence de certains métaux comme le manganèse et le fer (Béchaux et al, opcit). D'autre part nos valeurs élevées de la turbidité et de la couleur des eaux de sources Barlovatz (S₃) et Kilima ya bahindi (S₄) par rapport à celles de cimetièr/BATAM UNIKIS (S₁) et Blocs Universitaires (S₂) peuvent avoir comme origine la contamination des eaux de sources S₃ et S₄ par les eaux de ruissellement de pluie comme signalées ci-haut pour l'odeur. (Kazadi 2012).

3.2. Analyses physico-chimiques

Exceptés les p^H de toutes nos 4 sources qui sont inférieurs à la valeur minimale de 6,5 des normes de potabilité recommandées ainsi que les moyennes et maxima en ions nitrates (NO₃⁻) obtenues dans les eaux de sources S₃ et S₄ qui dépassent les maxima recommandées par les normes de potabilité, les autres paramètres physico-chimiques se retrouvent dans celles-ci .

Tableau 2: Valeurs extrêmes et moyennes de paramètres physico - chimiques.

Paramètre	Unité	Normes de potabilité		S1			S2			S3			S4		
		OMS	REGI DESO	m	My	M	m	My	M	m	My	M	m	My	M
T°(<i>in situ</i>)	°C	-	-	19	21,3	22	21	21,9	22	18	19,1	21	19	20,4	23
T°(au labo)	°C	12 - 25	12 - 30	32	33,2	35	31	32,8	35	32	33,1	34	30	31,8	33
Densité	-			0,98	0,99	1	0,99	1	1,01	0,99	1	1,02	0,98	0,99	1
PH	-	6,5 – 8,0	6,5 - 8,5	5,13	5,25	5,42	5,11	5,3	5,43	5,72	5,84	6,02	5,11	5,28	5,4
TA	°F	0 – 50	0 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TAC	°F	0 – 50	0 - 50	0,5	0,79	1	0,6	0,87	0,9	2	2,61	2,8	1,4	1,63	1,8
THt	°F	0 - 30	0 - 15	1,7	1,87	2,4	2,2	2,58	2,9	2,6	2,95	3,4	1,6	2,34	3
M.O	mgO2/l	0 - 5	0 - 2.2	0,9	1,07	1,3	0,9	1,15	1,4	1,1	1,56	1,8	1,2	1,43	1,8
NO3 -	mg/l	0 – 25	0 - 25	3,7	4,31	5,2	3,5	4,11	5,4	22,2	32,2	50	24,3	28,5	46,2
CO2	mg/l	-	-	35	46,1	56	47	53,84	61,2	60	67,58	85	60	67,6	85

Légende : p^H : Potentiel d'hydrogène
 TA : Titre alcalimétrique simple
 TAC : Titre alcalimétrique complet
 T° : Température
 TH : Titre hydrotimétrique ou Dureté totale
 M.O : Matières oxydables
 CO_2 : Anhydride carbonique
 NO_3 : Ion nitrate
 $^\circ C$: Degré Celsius
 $^\circ F$: Degré Français
 S_1 : source Cimetièrè BATAM/UNIKIS
 S_2 : source Blocs Universitaires
 S_3 : source Barlovatz
 S_4 : source Kilima ya bahindi
 m : minima
 My : moyenne
 M : maxima

$$1^\circ F = 10 \text{ mg/l } CaCO_3 = 5,6 \text{ mg/l } CaO.$$

Les moyennes de température *in situ* successivement et respectivement de $21,3^\circ C$; $21,9^\circ C$; $19,1^\circ C$ et $20,4^\circ C$ contre $33,2^\circ C$; $32,8^\circ C$; $33,1^\circ C$ et $31,8^\circ C$ au laboratoire dénotent que *in situ* les eaux analysées sont susceptibles de présenter des valeurs en ions (TA, TAC, THt, NO_3^- , ...) et surtout en CO_2 , légèrement inférieures à celles obtenues au laboratoire. Toutes ces eaux sont généralement douces. Les teneurs en CO_2 dépendent des plusieurs facteurs physico-chimiques, particulièrement la solubilité de ce gaz dans l'eau.

$$1^\circ F \text{ } CO_2 = 8,8 \text{ mg } CO_2/l \text{ (Robert, 1969).}$$

Les valeurs moyennes de la teneur en ions nitrates des sources S_3 et S_4 qui dépassent la valeur maximale recommandée, sont probablement liées à l'insalubrité, à l'intense activité humaine aux alentours de celles-ci et à la position trop basse du point de puisage et de la mauvaise canalisation des eaux de pluie autour pour la source S_3 .

Par rapport aux résultats obtenus par Kazadi (2012) sur les sources cimetièrè/BATAM UNIKIS, Blocs Universitaires et Kilima ya bahindi, exceptés le TA et TAC qui ont donné des moyennes proches des nôtres, y a lieu de penser que la qualité des réactifs, la conservation des échantillons et

solutions utilisées, l'appareillage et l'étendue de la période durant laquelle ses analyses ont été effectuées seraient à la base des écarts constatés dans les valeurs moyennes obtenues pour les p^H , TH_t , MO et ions NO_3^- .

3.3. Analyses bactériologiques

En référence aux normes de potabilité de l'OMS appliquées à la REGIDESO, les nombres les plus probables (NPP) en coliformes totaux dépassent un peu ou largement la valeur recommandée pour ces 4 sources.

Tableau 3: Dénombrement des coliformes totaux.

Prélevements	Coliformes fécaux			
	Normes REGIDESO: 0/100 ml			
	Sources			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
P ₁	63	640	240	240
P ₂	21	240	240	93
P ₃	40	63	640	63
P ₄	240	240	240	240
P ₅	93	93	93	240
P ₆	15	240	40	93
P ₇	20	63	240	93
P ₈	36	93	63	240
P ₉	14	36	240	240
N	9	9	9	9
$\sum N$	542	1708	2036	1542
X	60,2	189,78	226,23	171,34

Légende : P_n : N^{ème} prélèvement de l'échantillon

N : Nombre d'échantillons prélevés

$\sum X$: Somme de NPP

\bar{X} : Moyenne NPP

S₁ : source Cimetière /BATAM UNIKIS

S₂ : source Blocs universitaires

S₃ : source Barlovatz

S₄. source Kilima ya bahindi

A la lumière de nos résultats, les eaux de ces 4 quatre sources sont impropres à la consommation humaine car les moyennes de NPP ne répondent pas aux normes de potabilité avec des pics de 640 et 240/100 ml pour les sources S₂, S₃ et S₄.

Nos moyennes et celles de Kazadi (2012), successivement obtenues pour les NPP de coliformes fécaux par 100 ml : pour la source cimetière/BATAM UNIKIS (60,23 et 73,75) se rapprochent tandis que celles de la source Blocs Universitaires (189,78 et 115,67) aussi bien que celles de la source Barlovatz (222,23 et 133,17). Ces valeurs se justifient par le fait que nous avons récolté nos échantillons pendant la saison de pluie alors que Kazadi (2012) l'a fait durant toute l'année. Donc la saison de pluie peut justifier nos valeurs élevées pour les sources S₂ et S₃ qui est une période où les eaux souterraines se souillent davantage par la nappe phréatique particulièrement pour le sol sablonneux et le déversoir de la source S₃ se trouve à un niveau trop bas où les eaux de ruissellement des pluies peuvent contaminer celles de cette dernière dans le puisard.

Tenant compte de l'absence presque totale des activités industrielles ou agricoles intenses aux alentours, les fortes teneurs moyennes en ions nitrates ainsi que les valeurs élevées de NPP en coliformes fécaux dans les eaux des sources S₃ et S₄ nous ont conduit à écarter une origine de pollution chimique (engrais nitrates non assimilés par exemple,...).

Néanmoins, il est possible ces eaux contiennent divers germes totaux comme des bactéries *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* capables d'oxydés biologiquement les ions ammonium NH₄⁺ en nitrites NO₂⁻ puis en nitrates NO₃⁻ (Gevaerts, 1985 et Richard, 1987op.cit).

Ceci corrobore en preuve supplémentaire avec les teneurs en dioxyde de carbone dans les eaux de sources S₁, S₂, S₃ et S₄.

CONCLUSION

Nos résultats obtenus, nous ont permis de certifier que les eaux de ces 4 sources analysées sont polluées et impropres à la consommation humaine à moins de les soumettre à un traitement indicatif approprié au préalable.

Nos résultats doivent interpeller les décideurs politico-administratifs pour renforcement des mesures d'hygiène autour de nos sources et pour songer à leur aménagement dans les normes en fonction des activités humaines

autour de chacune d'elles. Car il convient de rappeler que pratiquement tous les coliformes vivent en abondance dans les intestins des animaux à sang chaud où s'y trouvent aussi des microbes pathogènes, bien que certains soient également les hôtes habituels du sol et des eaux, peuvent exister dans les fèces. La présence de ces derniers dans une eau est la preuve d'une contamination fécale.

Les résultats sur les p^H et les teneurs en nitrates nécessitent une correction de l'agressivité par chauffage par exemple (méthode physique) pour diminuer la teneur en CO_2 et élevé par ce fait le p^H et aussi la réduction de la teneur en ions nitrates.

Mais cette réduction en ions nitrates s'avère plus difficile pour les consommateurs car elle doit se faire par des procédés physico-chimiques (osmose inverse, électrodialyse,...) et biologiques (dénitrification par voie anaérobie en présence des bactéries hétérotrophes) coûteux et loin de l'appréhension et de la portée des dits consommateurs.

Les teneurs moyennes en coliformes fécaux montrent à suffisance que ces eaux présentent des risques sanitaires et peuvent être considérées comme sources de diverses maladies d'origine hydrique. Toutefois on peut faire usage de solution d'un microbicide tel que l'hypochlorite de sodium ($NaClO$) ou de calcium ($Ca(ClO)_2$) qui exige une connaissance sur le traitement et le dosage dans l'eau de ces produits qui sont dangereux à forte dose et peuvent affecter les qualités organoleptiques et physico-chimiques de celles-ci (mauvais goût ou mauvaise odeur sensible, l'augmentation de la dureté totale TH_t , ...).

REMERCIEMENTS

Nous adressons notre remerciement aux Professeurs Mathieu BOKOTA, Jacques TCHATCHAMBE et Arthur-Zoé KAZADI ainsi qu'au Technicien André TSHITENGE, pour leurs conseils et assistance sur terrains.

REFERENCES

ACME. www.acme-eau.com

Béchaux J. et collaborateurs, 1978: Mémento technique de l'eau. 8^{ème} édition, Paris.

- Dussart, 1966. Limologie. Etude des eaux continentales. Gauthier – Paris, pp 75 -81.
- Gauthier F, 2002 : Biofilms et qualité biologique de l'eau potable au cours de sa distribution. Mémoire de DESS. Université de Picardie – Amiens. France.
- Gevaerts, 1985. Biologie générale. Cours inédit. Presses de l'archidiocèse. Fac des sciences, UNIKIS. 344p.
- Kazadi Z.A., 2012. Contribution à l'étude de la qualité et de la gestion de l'eau de boisson dans la région urbaine de Kisangani, Thèse de doctorat inédite, Fac. Sc. UNIKIS, Kisangani. pp1-56
- Luna B., 1968. L'eau. Collecte TIME – LIFE, Le monde des sciences, Paris. 199p.
- Mens 28, 2003 : L'or bleu : l'eau pure est-elle un droit de l'homme ? ' revue MENS', Belgique. pp4
- Muralt P.D., 1971. La pollution : l'homme destructeur de son milieu. Editions rencontre, Lausanne. 32p.
- Nyongombe U., 1997 : Hydrobiologie et pisciculture. Cours inédit. I.F.A/YANGAMBI.
- REGIDESO a, 1985. Recueil des modes opératoires d'analyses. Centre de formation, REGIDESO – Zaïre, Kinshasa.
- REGIDESO b, 1985. Etude des principaux paramètres affectant la qualité des eaux. Centre de formation REGIDESO – Zaïre.
- Richard Y., 1987. Vade – me cum du chef d'usine de traitement de l'eau destinée à la consommation. Technique et documentation. Lavoisier – 11, Paris.
- Robert C.W., 1969. Hand book of chemistry and physics. 50th edition.
- Rodier J., 1984. Analyse de l'eau. 7^{ème} édition, Dunod, Paris. 1365p.
- Roux M., 1987. Analyse biologique de l'eau. Etude synthèse.

Webographie

<http://www.water2003.org>
<http://www.lycéeparc.fre.fr>

ZOOLOGIE

**PROBLÉMATIQUE DE *SYNODONTIS GRESHOFFI* SCHILTHUIS,
1891 (MOCHOKIDAE, SILURIFORMES) DANS LE BASSIN DU
CONGO**

DANADU, M.C.¹, VREVEN, E.^{2,3}, ULYEL, A. P¹, SNOEKS, J.^{2,3}

- (1) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales, B.P.2012 Kisangani, Democratic Republic of Congo.
- (2) Vertebrate Departement, Ichthyology, Royal Museum for Central Africa, Leuvensesteenweg 13, B-3080 Tervuren, Belgium.
- (3) KU Leuven, Laboratory of Diversity and Evolutionary Genomics, Charles Deberiotstraat 32, B-3000 Leuven, Belgium.

RESUME

Une étude sur la problématique de *Synodontis greshoffi* du bassin du Congo a été faite. Elle stipule que *S. greshoffi* possède une large distribution dans le bassin du Congo. Il est absent seulement dans les grands lacs.

Les observations de la morphologie externe ont aidé à soulever le problème taxinomique de *S. greshoffi* qui se présente de la manière suivante: les individus de *S. greshoffi* sont sombre (noirs), tantôt brunâtres et parfois de teint clair. La question est de savoir aussi s'il existe des différences morphologiques ou génétiques associées à ces différentes couleurs. Les ACP et les analyses moléculaires ont servi pour le traitement des données recueillies pour aboutir aux résultats de cette étude.

Un total de 41 spécimens a été analysé et 23 paramètres ont été mesurés sur chaque individu. Les ACP montrent que les individus ne diffèrent pas morphologiquement. Mais il existe une faible divergence entre *Synodontis greshoffi* de la localité Djabir de la rivière Lomami et d'Epulu de la rivière Ituri. Les relations phylogénétiques entre les individus montrent que les spécimens de *S. greshoffi* se regroupent suivant leurs écosystèmes (cours d'eau), selon que les individus proviennent d'une même rivière et parfois aussi d'un même habitat.

Mots clés: *Synodontis greshoffi*, problématique, morphométries, Bassin du Congo.

ABSTRACT

PROBLEMATIC OF *SYNODONTIS GRESHOFFI* SCHILTHUIS, 1891 (MOCHOKIDAE, SILURIFORMES) IN THE CONGO BASIN.

A research on the problematic of *S. greshoffi* of the Congo basin has been done. It stipulates that *S. greshoffi* has got a wide distribution in the Congo basin. It is absent in the great lakes only. The external morphology observations helped to rise up that the taxonomic problem of *S. greshoffi* is submitted in these terms: the individuals of *S. greshoffi* are dark, brown and sometimes bright color. The problem is to know if there are morphologic or genetic differences associated to these different colors. The PCA and molecular analyses served for the treatment of the collected data to end at the results of this research.

A total of 41 specimens have been analyzed and 23 parameters have been measured on each individual. The PCA show that the individuals are not morphologically different. But it exists a weak difference between *Synodontis greshoffi* of Djibir locality of Lomami River and Epulu locality of Ituri River. The phylogenetic relationships between individuals show that the specimens of *S. greshoffi* are grouped together according to their ecosystem (river), in accordance with the individuals coming from the same river and the same habitat.

Keys words: *Synodontis greshoffi*, problematic, morphometrics, Congo Basin.

1. INTRODUCTION

Synodontis greshoffi est un poisson chat généralement appelé dans la région du lac Tumba «Ikoko» (Kimongo) et d'Ikela «Likoko» (Baringa, Kundu) en RDC (Matthes, 1964) et (Gosse, 1986). Selon (Poll, 1971), l'espèce a pour synonyme:

Synodontis tenuis David et Poll, 1937

Synodontis unicolor David et Poll, 1937

Synodontis holopercnus Boulenger, 1920

Synodontis pantherinus Boulenger, 1920

Synodontis depauwi Nichols et Griscom, 1917

Synodontis afro-fischeri Vaillant, 1896

S. greshoffi est connu dans 22 écosystèmes aquatiques répartis dans trois pays d'Afrique Centrale: le Cameroun, le Congo Brazzaville et la République Démocratique du Congo.

L'espèce est endémique du bassin du Congo. On la retrouve dans les Congo supérieur et moyen ainsi que dans le Pool Malebo, dans le Kasai et au nord dans le bassin de l'Ubangi. *Synodontis greshoffi* est absente dans le système des grands lacs de l'Est et du Sud-Est de la RDC (Poll, 1971).

Ce poisson chat est également présent dans le système de la Luapula (Seegers, 2008; Poll, 1971). Il est aussi fréquent dans les affluents du Congo moyen entre autres: Lukenie, Kasai, Kwango, Kwilu, Sankuru, Ruki, Ubangi, Uélé, Itimbiri, Aruwimi, Lindi, Tshopo, Lomami, Lukusi. Il est aussi capturé dans le lac Tumba. De même, l'affluent du Congo supérieur, la rivière Luvua abrite l'espèce (Poll, 1971; Mbimbi & Stiassny, 2011).

Quant à la République du Congo (Brazzaville), *Synodontis greshoffi* est connue dans les cours d'eaux de Sangha, la confluence des Sangha et Likouala (Daget & Stauch, 1963) et, la confluence de la Léfini et le fleuve Congo au niveau du Congo moyen (Ibala, 2010).

Au Cameroun, *S. greshoffi* a été capturé dans la rivière Boumba et dans Ngoko, dans le drainage de la rivière Dja, à la hauteur du Congo central (Vivien, 1991).

Les observations morphologiques externes faites sur les spécimens capturés dans des différentes localités nous ont permis de réaliser cette étude. Le problème posé est au niveau de la taxinomique. Les individus présentent des couleurs tantôt sombres, tantôt brunâtres, parfois de teint clair.

La question est de savoir s'il existe des différences morphométriques ou génétiques entre les individus au sein de cette espèce de la famille des Mochokidae. Ainsi, les spécimens de *Synodontis greshoffi* ont été mesurés afin de comparer les données de la morphométrie à celles de l'analyse moléculaire.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

Les individus de *Synodontis greshoffi* qui ont servi pour ces examens sont conservés au Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) à Tervuren. Ils ont été récoltés dans les cours d'eau de la région de Kisangani qui, selon Katuala (2009), est un cadre géographique situé dans un rayon dont la moyenne est de 200 Km autour de la ville de Kisangani. Les coordonnées géographiques des différents sites de récolte ont servi pour dresser la carte des lieux précis de provenance des poissons tel que indiqué sur la figure (1). D'autres spécimens mesurés proviennent également de Pool Malebo ainsi que de la partie inférieure du fleuve Congo.

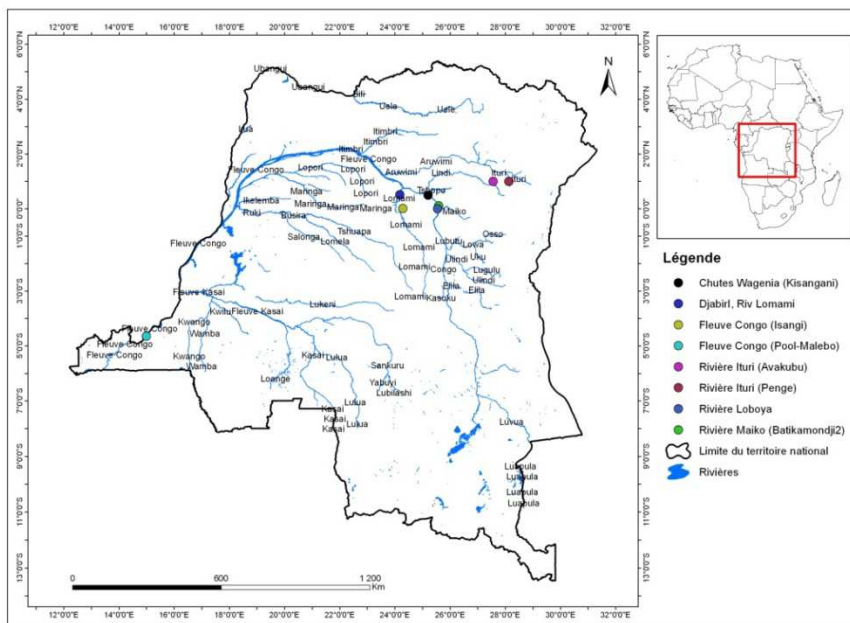


Figure 1. Carte des localités d'où proviennent les individus de *S. greshoffi* étudiés.

2.2. Matériel biologique

Le matériel biologique de l'étude est constitué de 41 spécimens mesurés provenant de plusieurs localités (voir liste des spécimens examinés).

Ces spécimens identifiés comme *Synodontis greshoffi* ont servi pour l'Analyse en Composante Principale (ACP).

2.3. Méthodes

Les individus ont été mesurés suivant la variation en coloration observée chez les spécimens de différentes localités. La variabilité a été illustrée dans la figure (2). L'ACP a été faite à l'aide de programme Past.

L'analyse moléculaire a été également faite au laboratoire moléculaire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique en collaboration avec le MRAC.

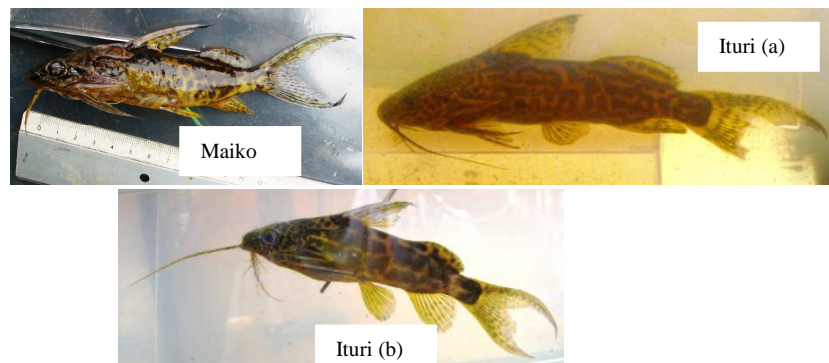


Figure 2. Spécimens de *Synodontis greshoffi* (MRAC A9-029-P-0257-0259, 104 mm LS, rivière Ituri) capturés dans la rivière Maiko et dans la rivière Ituri (photo Danadu, M., Tuur, M. & Vreven E.)

3. RESULTATS

3.1. Les analyses morphométriques

Les analyses morphométriques par les ACP ont donné les résultats suivants:

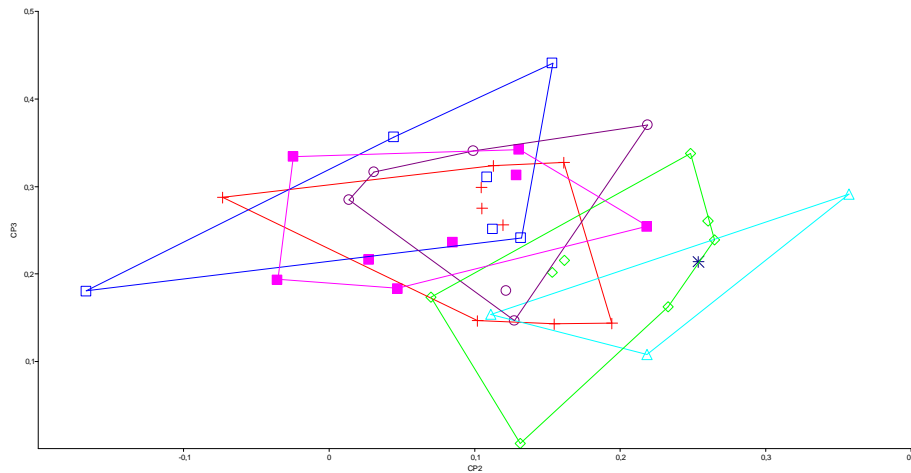


Figure 3. Scatterplot de la composante principale II (PC2) et III (PC3) pour une analyse en composante principale effectuée sur 23 mesures pour les spécimens mesurés (n = 41).

+ = *S. greshoffi* de la localité de Batikamondji (rivière Maiko); □ = *S. greshoffi* de la localité de Djabir (rivière Lomami); ■ = *S. greshoffi* des chutes Wagenia (fleuve. Congo); ◇ = *S. greshoffi* de la localité Penge (Rivière Ituri) de l'expédition Epulu; ○ = *S. greshoffi* de Pool Malebo (fleuve. Congo); * = *S. greshoffi* de la localité de Wanie-Rukula (rivière Loboya),
 △ = *S. greshoffi* de la localité d'Isangi (fleuve Congo).

L'analyse montre qu'au sein de l'espèce *Synodontis greshoffi*, les individus ne diffèrent pas morphologiquement (Figure 3). On observe aussi dans la figure (3) une faible différence entre les spécimens provenant de la rivière Ituri et ceux de la rivière Lomami de la localité Djabir (Figure 4). Les variables responsables de la différence entre les individus de la rivière Lomami et ceux de la rivière Ituri sont: la longueur de pédoncule caudale, la hauteur de la tête et la hauteur de l'adipeuse.

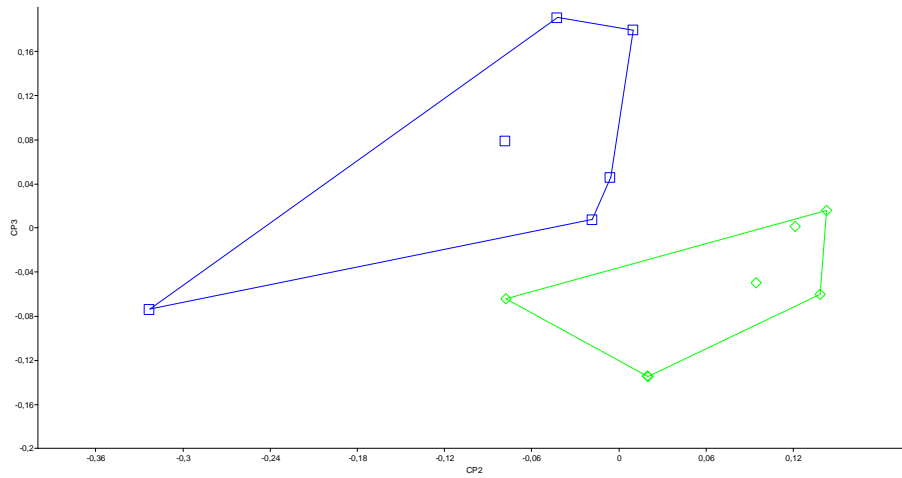


Figure 4. Scatterplot de la composante principale II (PC2) et III (PC3) pour une analyse en composante principale effectuée sur 23 mesures pour les spécimens mesurés (n = 13).

□ = *S. greshoffi* de la localité Penge (Rivière Ituri) de l'expédition Epulu; ◇ = *S. greshoffi* de Djabir (rivière Lomami).

3.2. Analyses phylogénétiques

L'estimation phylogénétique des divergences possibles entre les spécimens des *Synodontis greshoffi* est présentée dans le diagramme suivant:

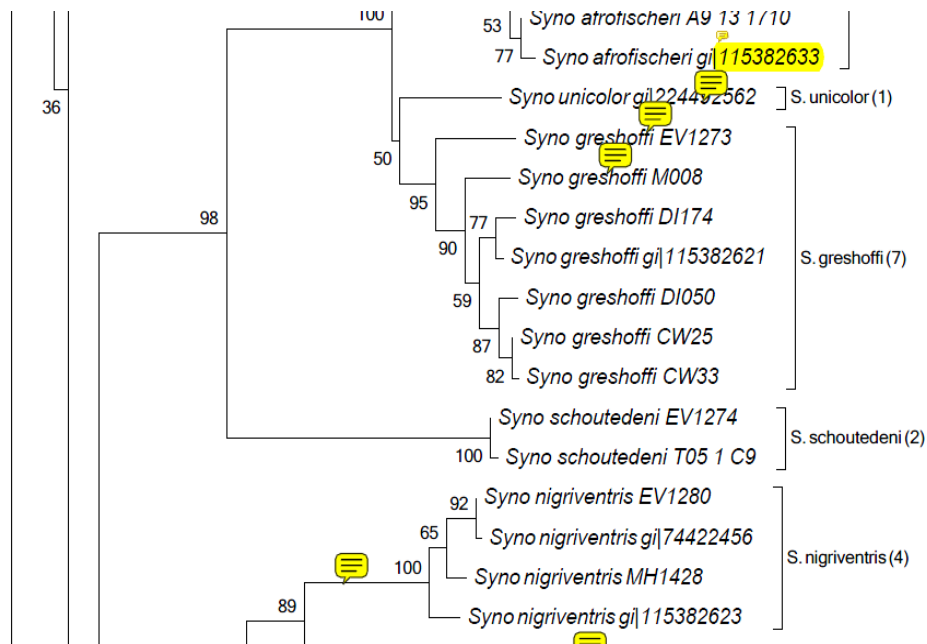


Figure 5. Relation phylogénétique entre les individus des différents écosystèmes de *Synodontis greshoffi*. M0: Maiko; EV: Léfini; DI: Lomami (Djabir); CW: fleuve Congo (Chutes Wagenia)

➤ Spécimens examinés

-MRAC A6-026-P-0029-0030 (105,6-115 mm LS), -MRAC A6-026-P-0025-0026 (110,6-123,1 mm LS), -MRAC A6-026-P-0027-0028 (110,3 mm LS), -MRAC A6-026-P-0027-0029 (100,3 mm LS), -MRAC A6-026-P-0031 (124,4 mm LS), -MRAC A6-026-P-0032-0034 (88,5; 114,2-162,1 mm LS), -MRAC A6-026-P-0023 (87,4 mm LS), -MRAC A6-026-P-0024 (87,9 mm LS), -MRAC A5-015-P-0024-0030 (112-144,5 mm LS), -MRACA5-015-P-0023 (96,1 mm LS), -MRAC A7-033-P-0002 (78,6 mm LS), -MRAC 88-01-P-2027-2029 (51,7-62,2 mm LS), -MRAC B0-021-P-0132-0133 (110-128,1 mm LS), -MRAC A9-029-P-0257-0259 (103,5-117,2 mm LS), -MRAC A9-029-P-0261-0262 (110,4-119,2 mm LS) -MRAC A9-029-P-0250-0253 (102,2-116,7 mm LS), -MRAC A9-029-P-0102 (89,1 mm LS), -MRAC 88-01-P-2038-2043 (84,2-85,2 mm LS), -MRAC A9-029-P-0246-0249 (103,1 mm LS).

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les premières observations et remarques à faire ici c'est que les spécimens en provenance du Pool Malebo sont de petite taille par rapport à tous les spécimens capturés dans d'autres localités. Chaque spécimen récolté dans une localité donnée, présentait à nos yeux et aux yeux d'autres chercheurs aussi, une espèce nouvelle d'où la résurgence de plusieurs synonymies. Après l'analyse de Poll en 1971, *S. greshoffi* a été réhabilitée selon sa description originale de Schilthuis en 1891.

Dans la famille des Mochokidae, le genre *Synodontis* a toujours posé de problèmes taxinomiques depuis plusieurs décennies. Malgré l'étude de Poll (1971) sur la révision systématique du genre, la description et la redescription de nouvelles espèces continuent (Paugy & al., 1987; De Weirtdt & al., 2008, Vreven et Milondo, 2009; Friel & Vigliotta, 2011; etc.). Aujourd'hui les informations d'ordre taxinomique sur *Synodontis* sont toujours importantes et restent d'actualités.

Les analyses effectuées dans la présente étude renseignent sur les patrons de colorations ainsi que les différents clades qui constituent les gènes nucléaires des spécimens de *S. greshoffi* provenant de différentes localités. Cet exercice aide surtout à comprendre les légères différences morphologiques dues à la distribution des individus dans plusieurs différentes régions hydrographiques et géographiques.

Il semble que, moins il y a d'espèces dans une rivière, plus celles-ci sont globalement présentes dans un grand nombre de rivières (Hugueny, 1990b in Lévêque, 2006). Quand on observe la répartition géographique de *S. greshoffi*, le constat est que cette espèce est largement distribuée dans le bassin du Congo. On la retrouve dans plusieurs rivières, or ces rivières ne sont pas nécessairement moins riches en espèces. La présence de *S. greshoffi* dans plusieurs rivières peut donc susciter un grand débat.

Ainsi, le clade que forment les spécimens par habitat, par rivière, aurait peut-être des origines différentes. Selon l'étude de Pinton (2008) qui, en reconstruisant l'histoire de *Synodontis* par la combinaison des approches anatomiques et moléculaires, a proposé une origine congolaise de *Synodontis* depuis l'Oligocène, soit environ 30 million d'années. Nous pensons en définitive que la dispersion de *S. greshoffi* dans plusieurs écosystèmes et

habitats date de longtemps étant donné les origines de ce genre en R.D. Congo.

Nous osons croire que ces clades seraient alors des formes d'hybrides. Car, il existe actuellement au sein du genre *Synodontis* plusieurs formes d'hybridation. Les études d'hybridation interspécifique des poissons révèlent plusieurs patrons de coloration (Collins, 2012) parmi lesquels la majorité d'espèces de *Synodontis* notamment *S. decorus*, *S. budgetti*, *S. petricola*, *S. ocellifer*, *S. schall* et *S. gambiensis*. Nous sommes d'avis que *S. greshoffi* présenterait également des formes hybrides dans certains écosystèmes. Ce qui fait que dans la plupart de cas, chaque rivière ou habitat regorge des spécimens de *S. greshoffi*, ayant des patrons de coloration différents. Dans la présente étude, nous nous sommes limité seulement à l'étude de la morphométrie; les recherches sur la phylogénie des *Synodontis* de bassin du Congo reste encore à faire, et donc une perspective de recherche à conduire, ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle ils existeraient des problèmes liés à la systématique des quelques espèces de *Synodontis* dans le bassin du Congo. Par ailleurs, un petit échantillon de *S. greshoffi* a été génétiquement analysé.

Ces analyses génétiques ont montré que les individus de *S. greshoffi* se regroupent suivant leur écosystème (cours d'eau). L'arbre génétique figure (5) indique clairement que l'espèce *S. greshoffi* est proche de *S. unicolor* et *S. nigriventris* d'une part, et d'autre part que les individus de *S. greshoffi* forment entre eux un clade des spécimens qui proviennent de Maiko (M008), de Lefini (EV1273), de Lomami (DI174 et DI050), du fleuve Congo (CW25, CW33) (Figure (5)).

Le clade que forme *S. greshoffi* amène à beaucoup spéculer autour de cette espèce. La coloration que portent ces individus provenant des différents milieux nous a poussés à insister sur les observations faites que soulèvent les résultats que nous discutons présentement. Les individus qui s'écartent peu les uns des autres ne sont pas des nouvelles espèces. Alors, s'agirait-il des individus hybrides comme le cas de *S. decorus*, *S. petricola* que démontre Collins (2012).

Comme dit plus haut, les analyses en composantes principales n'ont pas révélé les différences morphométriques significatives entre les individus. Elles montrent par contre des différences entre les individus des différents

biotopes relativement éloignés les uns des autres. C'est le cas observé notamment chez les individus récoltés à Djabir dans la rivière Lomami et ceux récoltés dans la rivière Ituri, dans la Réserve de Faune à Okapi (Figures 3 et 5).

En définitif, les résultats des analyses en composantes principales confirment ceux des analyses moléculaires. Celles-ci montrent les regroupements des individus suivant les rivières et les localités de captures, mais aussi les légères différences entre les individus des différentes rivières.

Nous avons trouvé que l'espèce *S. greshoffi* était donc consœur aux espèces *S. afrofisheri*, *S. unicolor* comme l'ont observé également Pinton & al. (2012) que *S. greshoffi* formait un clade avec *S. batesii*, *S. unicolor* et *S. afrofisheri*.

En conclusion, il existe donc bien des petites différences au sein de sous clades de *S. greshoffi* comme le démontre la figure (5), différences dues notamment aux milieux d'où proviennent les individus capturés. Il existe jusqu'à présent une seule espèce de *S. greshoffi* Schilthuis, 1891.

REMERCIEMENTS

Nous remercions grandement Dr Erik Verheyen et Zoltan Nagan (JEMU; IRSNB), qui gentiment nous ont offert les résultats des analyses génétiques. Nous remercions également Miguël Parrent du Musée Royal de l'Afrique Centrale qui nous a facilité l'accès à la collection des poissons du MRAC ainsi que le Professeur Juakaly Mbumba qui nous a aidé à corriger le manuscrit de cet article.

RÉFÉRENCES

- Breder, C.M. & D.E. Rosen, 1966. Modes of reproduction in fishes. T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey, 941p.
- Collins R. A. 2012. Investigating interspecific hybridisation in ornamental fishes. Bio-Protection Research Centre, Lincoln University 7647, Canterbury, New Zealand, 19p.
- Daget, J. & A. Stauch, 1963. Poissons de la rive droite du Moyen-Congo. Mission A. Stauch (février-avril 1961). Bull. Inst. Rech. Sci. Congo 2:41-48.

- De Weirdt, D., Vreven, E. & Fermon, Y., 2008. *Synodontis ngouniensis*, new species (Siluriformes: Mochokidae) from the Ngounié and Nyanga basins, Gabon and Republic of Congo., Ichthyol. Explor. Freshwaters 19(2):121-128.
- Faith, D.P., Reid, C.A.M. & J. Hunter, 2004. Integrating phylogenetic diversity, complementarity, and endemism for conservation assessment, Conser. Biol. 18(1): p255-261.
- Froese, Rainer, & Daniel Pauly, eds. (2011). "*Synodontis greshoffi*" in FishBase. December 2011 version.
- Friel, J.P. & Vigliotta, T. R. 2011. Three new species of African suckermouth catfishes, genus *Chiloglanis* (Siluriformes: Mochokidae), from the lower Malagarasi and Luiche rivers of western Tanzania. Zootaxa 3063: pp1–21.
- Gosse, J.-P., 1986, Mochokidae., In Daget, J.; Gosse, J.-P. et Thys van den Audenaerde, D.F.E. (eds.). Catalogue des poisons d'eau douce d'Afrique (CLOFFA). ISNB, Brussels, MRAC, Tervuren; et ORSTOM, Paris., Vol. 2, pp105-152.
- Ibala, Z. A., 2010. Faune des poissons des rivières Luki et Léfini (bassin du Congo): diversité et écologie. Thesis (Ph.D.), Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit Wetenschappen, Leuven, Belgium, 452 p.
- Katuala, G-B., 2009. Biodiversité et biogéographie des Rongeurs Myomorphes et Sciuriformes (Rodentia: Mammalia) de quelques blocs forestiers de la région de Kisangani (RD Congo). Thèse inédite, F.S., Unikis, Kisangani, 149p.
- Mbimbi M. M., J.J. & M.L.J. Stiassny, 2011. Fishes of the Kwilu River (Kasai basin, central Africa): a list of species collected in the vicinity of Kikwit, Bandundu Province, Democratic Republic of Congo. Check List 7(5): p691-699.
- Paugy, D., 1987. Description de deux nouvelles espèces de *Synodontis* du Bassin de Konkouré (Guinée), *S. dekimpei* et *S. levequei* (Pisces, Mochokidae), Cybium, 11: pp 357-364.
- Pinton, A. 2008. Anatomie, systématique et phylogénie de poissons *Synodontis* actuels. et fossiles (Siluriformes, Mochokidae) implications dans la paléobiogéographie intracontinentale néogène d'Afrique. Thèse inédite, Université de Poitiers, Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées, France, Poitiers, 180p.
- Poll, M., 1971. Révision des *Synodontis* africains (Famille Mochokidae). MRAC, série in-8°, Sc. Zool.-n° 191, Belgique, 497p.

- Seegers, L., 2008. The catfishes of Africa: A handbook for identification and maintenance. Aqualog Verlag A.C.S. GmbH, Germany. 604 p.
- Vreven, E. & Milondo, L., 2009. Description of *Synodontis punu*, new species (Siluriformes: Mochokidae) from the Lower Guinea ichthyofaunal province (Gabon and Republic of Congo), Africa. Ichthol. Expl. Freshwater, Vol. 20, N°2, 4 figs, 1 tab., 97-104.
- Romero, P., 2002. An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished.
- Baensch, H.A. and R. Riehl, 1997. Aquarien Atlas, Band 5. Mergus Verlag, Melle, Germany. 1148 p. pour le climat.
- Vivien, J., 1991. Faune du Cameroun. Guide des mammifères et des poissons. GICAM et Ministère de la Coopération et du Développement. 271 p.

Contact:

Danadu: danaducele@yahoo.fr,

Ulyel : alipatho@yahoo.fr

Vreven: emmanuel.vreven@africamuseum.be,

Snoeks: jos.snoeks@africamuseum.be, jos.snoeks@bio.kuleuven.be.

**COMPOSITION DE LA FAUNE ARANEOLOGIQUE DE LA
RESERVE FORESTIERE DE MASAKO (KISANGANI, R.D.C.)**

JUAKALY, M.¹, JOCQUE, R.², BAELO, L.³, LOMBO, L.¹,
LOMANGI, G.¹, KIBUNDILA, T.¹, KAPITA, L.¹

- (1) Laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales,
Faculté des Sciences ;
- (2) Royal Museum for Central Africa;
- (3) Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani,
RD Congo.

RESUME

La structure spatiale est considérée comme indicatrice des facteurs écologiques fondamentaux de la présence et de la dispersion des espèces. Dans le but de déterminer la composition de la faune aranéologique dans les différents micro-habitats, une étude a été menée dans la Réserve Forestière de Masako. Les techniques de battage, tamisage et piège-Barber ont servi pour capturer les Araignées dans les micro-habitats (sous-bois et litière) exploités.

Au total 1357 spécimens d'Araignées ont été récoltés :

Par la méthode de battage, 960 spécimens ont été capturés et groupés en 28 familles. Les Salticidae (24,65%) et les Araneidae (22,5%) sont les plus abondantes. Les Telemidae, les Lycosidae,... sont les moins abondantes avec chacune 0,1%.

Par la méthode de tamisage, 275 spécimens appartenant à 19 familles ont été récoltés. Les Zodariidae (17,45%), les Salticidae (15,25%) et les Ctenidae (13,45%) sont les plus représentées.

Avec le piège Barber, 122 spécimens ont été récoltés, répartis en 13 familles. Les Ctenidae (29,5%), les Zodariidae (22,13%) et les Salticidae (20,49%) sont les plus abondantes.

En comparant, la biodiversité des micro-habitats, la litière est plus diversifiée que le sous-bois en Forêt Primaire (FP), en Forêt Secondaire Vieille (FSV) et en Jachère, tandis que dans la plantation d'hévéa (PH), c'est le contraire.

Les individus sont équitablement répartis dans les familles pour tous les micro-habitats de tous les habitats ($E > 0,5$).

Les peuplements seraient similaires dans les micro-habitats.

Mots clés: Composition, faune aranéologique, diversité, Masako

SUMMARY

MASAKO RESERVE FOREST SPIDERS COMPOSITION (KISANGANI, DR CONGO)

The spatial structure is considered like indicator of the ecological factors fundamental for the presence and the dispersion of living species. The aim of this study is to determine the araneologic fauna's composition in the different micro-habitats in the Masako Forest Reserve. The methods of beating, sifting and Barber trap were used to capture the spiders in the micro-habitats (under-wood and litter) exploited.

On the whole, 1357 specimens of spiders have been collected:

By the method of beating, 960 specimens have been captured and grouped in 28 families. The Salticidae (24,65%) and the Araneidae (22,5%) are the most abundant. The Telemidae, the Lycosidae ... are the least abundant with each 0,1%.

By the method of sifting, 19 families have been captured with 275 specimens. The Zodariidae (17,45%), the Salticidae (15,25%) and the Ctenidae (13,45%) are the more represented.

With the Barber trap, 122 specimens were collected, distributed in 13 families. The Ctenidae (29,5%), the Zodariidae (22,13%) and the Salticidae (20,49%) are the most abundant.

When we compare the biodiversity of the micro-habitats, the litter is diversified than the undergrowth in FP, in FSV and in fallow. But in the hevea's plantation, it is the contrary.

The individuals are evenly distributed in the families for all micro-habitats of all habitats ($E > 0.5$).

The stands are similar in the micro-habitats.

Key words: Composition, araneologic fauna, diversity, Masako.

1. INTRODUCTION

La structure spatiale des végétaux et des animaux est une importante caractéristique des communautés écologiques. C'est habituellement l'une des premières propriétés fondamentales de tout groupe d'organismes biologiques (Connell in Reynolds, 1946).

Actuellement, 112 familles, 3905 genres et 44032 espèces d'Araignées sont décrits au monde (Platnick, 2013). De toutes ces espèces, seule une dizaine environ constitue vraiment un danger pour l'homme.

Dippenaar-Schoeman et Jocqué (1997), ont répertorié 73 familles, 893 genres et 5423 espèces d'Araignées en Afrique. Ces animaux ont une distribution cosmopolite et ubiquiste. Certains sont endogés et d'autres épigés.

En RD Congo, les recherches sur les Araignées ne sont encore qu'au début. Toutefois, le laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales, LEGERA en sigle poursuit les études sur la faune aranéologique dans les Réserves Forestières de Masako, et Yoko (RFMa, RFY).

Nous pouvons citer : Ikazukuse (2007), Mbusa (2007), Juakaly (2007), Juakaly & al. (2011), Kambale (2008).

L'objectif général de ces études est de faire l'inventaire systématique en vue d'établir une bonne connaissance de la faune aranéologique de la région de Kisangani. Notre étude est intégrée dans cet objectif.

Il faut avouer que les problèmes de la conservation de la nature se posent avec acuité. A Kisangani par exemple, d'une part les besoins alimentaires ont augmenté inéluctablement avec la croissance démographique et d'autre part le code forestier, portant réglementation de l'exploitation forestière en RD Congo, n'est pas respecté.

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- établir un inventaire systématique ;
- comparer les résultats des différents micro-habitats (strate arbustive et litière) exploités.

L'étude vérifie les hypothèses suivantes :

- la RFMa aurait une grande biodiversité aranéologique ;

- la strate arbustive serait plus diversifiée que la litière.

La Réserve Forestière de Masako jouit du même type de climat que la ville de Kisangani. C'est un climat tropique humide dont la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18°C et la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60 mm. Ce climat n'a donc pas de saison sèche absolue ; il est chaud et humide toute l'année (Kankonda, 2001).

Les données climatiques de la ville de Kisangani durant la période de notre étude sont reprises dans la figure (1).

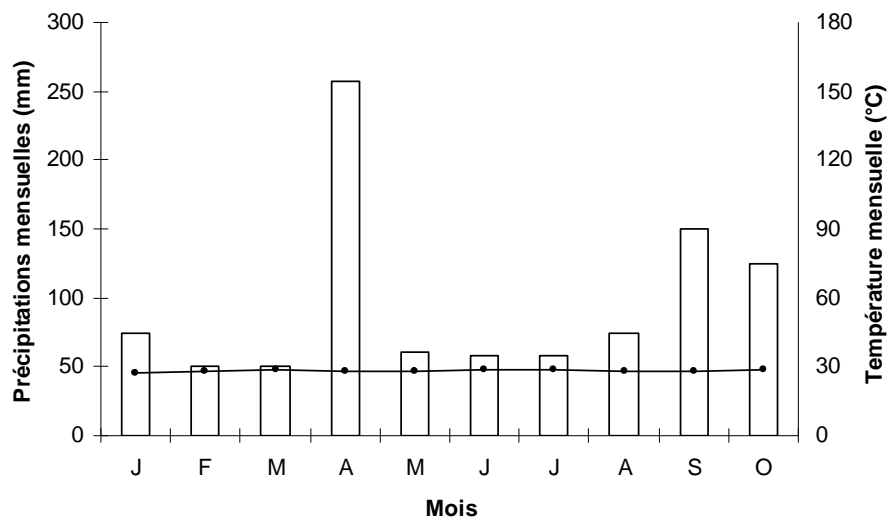


Figure 1. Données climatiques de la ville de Kisangani pour la période d'étude (année 2009). Source : Station de la Monuc à Bangboka

La figure (1) révèle que les températures oscillent autour de 29°C, les fluctuations sont légères (entre 0,5°C et 1°C). Quant aux précipitations, elles sont abondantes au mois d'avril, suivi du mois de septembre et Octobre. Elles sont moins abondantes aux mois de février-mars, et juin-juillet.

La localisation des sites de recherche est donnée dans la figure (2).



Figure 2. Carte satellitaire adaptée de la région de Kisangani et Masako, montrant les sites de récolte (Source : Juakaly&al. 2011).

La végétation de la région de Masako n'est pas homogène, elle présente une physionomie et une stractification diversifiées. Les principales formations végétales sont : la forêt primaire, les forêts secondaires de terre ferme, la forêt marecageuse, les jachères, les cultures ainsi que la plantation d'hévea. L'hydrographie de la région est dominée par la rivière Tshopo qui forme un boucle dans la région, ainsi que la présence de 13 ruisseaux parmi lesquels les plus importants sont : Magima, Amandje, Masangamabe, Masako, etc. (Kakonda, 2008).

2. MATERIEL ET METHODES

Notre matériel biologique comporte 1357 spécimens d'Araignées recoltés pendant 3 mois, de mai à juillet dans la RFMa, dont 409 spécimens en Forêt Primaire, 304 en Forêt Secondaire Vielle, 275 en Jachère et 369 dans la plantation d'hévea.

Nous avons utilisé 3 techniques de capture :

- Le battage, pour capturer les Araignées arboricoles, et ceci à l'aide d'un parapluie japonais,
- Le tamisage, à l'aide d'un tamis d'un centimetre carré de maille dans lequel on mettait la litière,

- Le piège barber (6 pièges) qui, est une boîte en plastique d'environ un litre de capacité, enfoncée jusqu'au ras du sol et contenant un liquide conservateur (formol à 4%). Au dessus de chaque piège une toiture en polyéthylène à deux pentes et soutenue par six piquets métalliques fins, était aménagée pour éviter la dilution du liquide conservateur par l'eau de pluie et la chute des feuilles mortes.

Ces 3 techniques ont été utilisées dans les habitats où un transect line de 150 m était aménagé dans la direction Est-Oest.

Les récoltes se faisaient le même jour, à la même heure et une fois toutes les deux semaines.

La loupe binoculaire de marque WILD HEERBRUGG (grossissement maximal X500) dotée d'un adaptateur à lumière froide ; et les clés de détermination de Hubert (1979), Jocqué (1991), Dippenaar-Schoeman et Jocqué (1997), Jocqué et Dippenaar-Schoeman (2006) nous ont permis d'identifier les Araignées au laboratoire.

Les paramètres suivants ont été calculés :

➤ **La fréquence**

$$Fr = \frac{n \times 100}{N}$$

Avec n : nombre d'individus d'une famille

N : nombre total d'individus.

➤ **Diversité des biocénoses**

(a) Indice de diversité de SHANNON-WEINER :

$$H_{\infty} = - \sum_{i=1}^{\infty} P_i \log_2 P_i$$

Avec H_{∞} : Indice de diversité de SHANNON-WEINER

P_i : abondance relative ou fréquence

(b) Indice de similitude :

$$H_{\beta} = H_{\infty a b} - 0,5(H_{\infty a} + H_{\infty b})$$

(c) Equitabilité :

$$E' = \frac{H_{\infty}}{\log_2 S}$$

Avec H_{∞} : Indice de diversité de SHANNON-WEINER :

S : Richesse spécifique

(d) Indice de diversité de SIMPSON :

$$D = 1 - \sum_{k=0}^m (P_i)^2$$

Avec D : Indice de diversité de SIMPSON

Pi : la proportion de chaque espèce dans la communauté.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux 1, 2 et 3 présentent l'aperçu systématique et la fréquence des familles d'Araignées arboricoles et straminicoles récoltées à l'aide des techniques de battage, tamisage et piège barber.

3.1. Aperçu systématique

Tableau 1 : Aperçu systématique et fréquence des Araignées récoltées par battage

Familles	FP	FSV	JV	PH	Tot	Fr
Anapidae			3	2	5	0,52
Araneidae	56	63	42	55	216	22,5
Caponidae	30	42	20	45	137	14,27
Corinnidae	2	4	5	6	17	1,77
Ctenidae	2		7	6	15	1,56
Cyatolipidae	1		3	3	7	0,72
Deinopidae	1				1	0,1
Eresidae	11	1	1	6	19	1,97
Gnaphosidae		3			3	0,31
Heteropodidae	4	3	1	8	16	1,66
Linyphiidae			4		4	0,41
Lycosidae			1		1	0,1
Mimetidae	1	12	8		21	2,18
Nephilidae	1				1	0,1
Oxyopidae		1	1	6	8	0,83
Palpimanidae	9	4	4		17	1,77
Philodromidae	4		1	16	21	2,18

Pholcidae			1	2	3	0,31
Pisauridae				2	2	0,2
Salticidae	89	54	29	60	232	24,16
Scytodidae	1		1	2	4	0,41
Sicariidae	3			3	5	0,52
Telemidae	1				1	0,10
Tetragnathidae	3	6		10	19	1,97
Theridiidae	4	2	1	9	16	1,66
Theridiosomatidae	17				17	1,77
Thomisidae	65	19	27	27	138	14,37
Zodariidae	2	2	2	8	14	1,45
Tot /28	307	216	162	275	960	99,9

Légende : **FP** : Forêt primaire
FSV: Forêt secondaire vieille
Jac : Jachère
PH : Plantation d'hévéa

Il ressort du tableau 1 que 960 spécimens d'Araignées arboricoles ont été récoltés dont 307 en FP, 216 en FSV, 162 en Jac et 275 dans la PH.

Elles sont groupées en 28 familles. Les familles des Salticidae et Araneidae sont les plus abondantes avec respectivement 24,16% et 22,5% des spécimens. Par contre, les Nephilidae, les Telemidae, les Deinopidae et les Lycosidae sont les moins abondantes avec chacune 0,1% de spécimens.

Nos résultats rejoignent ceux de Mbusa (2007) qui, par la même méthode a récolté 148 spécimens répartis en 23 familles parmi lesquelles la famille des Salticidae était la plus abondante.

Mais ces résultats divergent à quelques différences près de ceux de Russell-Smith et Stork (1994) qui ont travaillé dans une forêt de basse altitude au parc national de Dumoga-Bono à Sulawesi, en utilisant les insecticides ; 1649 spécimens d'Araignées arboricoles ont été capturés et groupés en 21 familles parmi lesquelles, les Salticidae, les Pholcidae et les Theridiidae étaient les plus abondantes. La différence réside au niveau des techniques de capture utilisées.

Tableau 2 : Aperçu systématique et fréquence des Araignées récoltées par tamisage.

Familles	FP	FSV	Jac	PH	Tot	Fr
Caponidae	11	12	8	2	33	12
Araneidae	2		2		4	1,45
Clubionidae			1		1	0,36
Corinnidae	14		11	3	28	10,09
Ctenidae	18	8	6	5	37	13,45
Dipluridae	3				3	1,09
Eresidae			1	3	4	1,45
Gnaphosidae		1			1	0,36
Hahnidae	1				1	0,36
Heteropodidae	2	1	2		5	1,81
Mimetidae	4	2	2		8	2,9
Oonopidae	3	3	14	5	25	9,09
Palpimanidae	8	4	2	6	20	7,27
Salticidae	11	13	8	10	42	15,27
Tetragnathidae		1	2	4	7	2,54
Theridiidae	3				3	1,09
Thomisidae	2		2		4	1,45
Zodariidae	5	7	8	28	48	17,45
Zoropsidae				1	1	0,36
Tot / 19	87	52	69	67	275	99,8

Le tableau (2) révèle que par la technique de tamisage, 275 spécimens d'Araignées straminicoles ont été récoltés. Ils sont groupés en 19 familles dont les plus abondantes sont les Zodariidae (17,45%), les Salticidae (15,27%) et les Ctenidae (13,45%).

Nos résultats diffèrent peu de ceux de Kambale (2008), qui par la même méthode, a récolté pendant 6 mois dans la RFMa et dans l'Arboretum de Kisangani, 113 individus groupés en 13 familles avec une dominance de la famille des Ctenidae.

La différence serait due à la courte période de nos récoltes dans les habitats exploités.

Tableau 3 : Aperçu systématique et fréquence des Araignées récoltées au piège-Barber.

Familles	FP	FSV	Jac	PH	Tot	Fr
Araneidae		1			1	0,81
Corinnidae		2	1		3	2,45
Ctenidae	8	3	18	7	36	29,5
Dipluridae				2	2	1,63
Eresidae				2	2	1,63
Heteropodidae		1				0,81
Lycosidae			6		6	4,91
Miturgidae			1		1	0,81
Palpimanidae			2	4	6	4,91
Pholcidae				2	2	1,63
Salticidae	3	13	3	6	25	20,49
Thomisidae		10			10	8,19
Zodariidae	4	6	13	4	27	22,13
Tot / 13	15	36	44	27	122	99,9

Le tableau 3 montre que 122 spécimens ont été récoltés, répartis en 13 familles. Les familles des Ctenidae, Zodariidae et Salticidae sont les plus représentées avec respectivement 29,50%; 22,13%; et 20,49% des spécimens.

Ces résultats rejoignent ceux de Juakaly & al. (2011), qui avait par la même méthode capturé 145 individus groupés en 9 familles, avec une abondance des Ctenidae. Cette dernière est une famille d'Araignées largement répandues sur les tropiques et beaucoup d'espèces sont strictement nocturnes ou inféodées à la forêt équatoriale (Juakaly, 2007).

3.2. Biodiversité

La biodiversité comparée des micro-habitats et habitats exploités est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4. Biodiversité comparée des micro-habitats (Arbustes/litières) et habitats exploités

Habitat	Micro-habitat	RF	Eff	H_{∞}	E	D	$H\beta$
FP	Arbustes	21	307	2,998	0,682	0,822	
	Litières	14	102	3,263	0,857	0,866	0,307
FSV	Arbustes	14	216	2,743	0,72	0,8	
	Litières	12	88	2,917	0,813	0,83	0,207
Jac	Arbustes	20	162	3,235	0,748	0,85	
	Litières	16	113	3,332	0,833	0,873	0,414
PH	Arbustes	19	275	3,381	0,796	0,867	
	Litières	12	94	2,84	0,792	0,812	0,546

Légende : RS : richesse spécifique (famille)

Eff : effectifs

H_{∞} : indice de diversité de Shannon Weiner

E : équitabilité

D : indice de diversité de Simpson

$H\beta$: indice de similitude.

Le tableau 4 montre que :

- Les arbustes ont une richesse spécifique plus élevée que la litière pour tous les micro-habitats de tous les habitats exploités.
- Dans la plantation d'hévéa (PH), la diversité spécifique est plus élevée dans les arbustes que dans la litière ($H_{\infty}=3,381 > 2,840$) tandis que la litière est plus diversifiée que le sous-bois en FP ($H_{\infty}=2,998 < 3,263$), FSV ($H_{\infty}=2,743 < 2,917$), et en Jachère ($H_{\infty}=3,235 < 3,332$).
- Les individus sont équitablement répartis dans les familles pour tous les micro-habitats de tous les habitats ($E>0,5$).

La probabilité pour que 2 individus, pris au hasard soient de même famille est plus élevée dans la litière que dans les arbustes en FP ($D=86\%$ dans la litière et $82,2\%$ dans les sous-bois). La même situation est aussi observable en FSV et en Jachère. Par contre dans la plantation, elle est plus élevée dans le sous-bois qu'au niveau de la litière ($D=81,2\%$ dans la litière et $86,7\%$ dans les sous-bois).

Les peuplements sont similaires dans les micro-habitats ($H\beta$ varie entre 0 et 0,5). Ceci pourrait être lié au fait que l'humidité est assez élevée dans tous ces habitats, et micro-habitats.

4. CONCLUSION

Ce travail était axé sur la composition faunique de quatre habitats, en exploitant trois techniques différentes, dans la RF de Masako et ses environs.

Au total 1357 spécimens d'Araignées ont été récoltés:

Par la technique de battage, 960 spécimens ont été capturés et groupés en 28 familles. Les Salticidae (24,65%) et les Araneidae (22,5%) sont les plus abondantes. Les Telemidae, les Lycosidae sont les moins abondantes avec chacune 0,1%.

Par la technique de tamisage, 275 spécimens ont été récoltés et répartis en 19 familles. Les Zodariidae (17,45%), les Salticidae(15,25%) et les Ctenidae (13,45%) sont les plus représentées.

Avec le piège Barber, 122 spécimens ont été obtenus, répartis en 13 familles. Les Ctenidae (29,5%), les Zodariidae (22,13%) et les Salticidae (20,49%) sont les plus abondantes.

En comparant la biodiversité des micro-habitats, la litière est plus diversifiée que le sous-bois en Forêt Primaire, en Forêt Secondaire Vielle et en Jachère, tandis que dans la Plantation d'Hévéa, c'est le contraire.

Les individus sont équitablement répartis dans les familles pour tous les micro-habitats de tous les habitats ($E > 0,5$). Enfin, les peuplements seraient similaires dans les différents micro-habitats.

REMERCIEMENTS

Nous avons bénéficié du concours de plusieurs personnes pour la réalisation de ce travail. Nous voulons particulièrement remercier ici Marcel TANGULIA et Augustin JUAKALI, agents à la Station de Masako, pour les travaux de layonnage surterrain ; ainsi que Madame Bénigne KYAKIMWA pour sa contribution à la saisie et au traitement de ce texte.

REFERENCES

Dippenaar-Schoeman, A.S et Jocque, R., 1997. African Spiders. An Identification Manual. Plant Protection Research Institute.

- Handbook N° 9. Pretoria: Biosystematics Division, ARC – Plant Protection Research Institute, 392 p.
- Hubert, M., 1979. *Les Araignées*. Ed. Boubée, Paris 254p.
- Jocque, R., 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Aranea). *Bull. Am. Mus. Nat. His.* 201: 1-160. 74 illustrations.
- Jocque, R. and Dippenaar-Schoeman, A.S., 2006. *Spider families of world* Ed. MRAC Tervuren and ARC-PPRI. 336p.
- Juakaly, M., 2007. *Résilience et écologie des Araignées du sol d'une forêt équatoriale de basse altitude (Réserve forestière de Masako, Kisangani, RD Congo)*. Thèse de doctorat, inédite, Fac. Sc., UNIKIS. 149p.
- Juakaly, M.J.L., Baelo, L.P. & Kambale, V.C., 2011. Influence de l'isolément des habitats sur la résilience des Araignées à Masako et ses environs (Kisangani, RD Congo). *Cahiers du CRIDE, Vol 9 n°2 Décembre 2011*, pp : 35-49.
- Kambale, V., (2008). *Résilience des Araignées arboricoles et straminicoles de la réserve Forestière de Masako et de l'Arboretum de Kisangani (Prov. Orientale, R.D.Congo)*. Mémoire inédit, Fac. SC. UNIKIS, 37 p.
- Kankonda, M., 2001. Contribution à l'établissement d'une carte de pollution des eaux des ruisseaux de Kisangani par l'utilisation des macro- invertébrés benthiques comme bio indicateurs. *DES inéd.*, Fac. Sc. UNIKIS. 67p.
- Kankonda, M., 2008. *Ecologie des Décapodes du ruisseau Masangamabe de la Réserve Forestière de Masako (Kisangani, RDCongo)*. Thèse de doctorat inéd., Fac. Sc. UNIKIS. 202p.
- Mbusa, M., 2007. *Biodiversité des Araignées arboricoles de sous-bois à Masako (Kisangani, RD Congo)*. *Mém. Ined. Fac. Sc., Unikis*, 21p.
- Platnick, N. I. 2013. *The world spider catalog, version 14.0*. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
DOI: 10.5531/db.iz.0001.
- Reynolds, L., 1946. *Les notes arachnologiques africaines*. Ed. MRAC Tervuren et ARC-PPRI. 336p.
- Russell-Smith, A. & Stork, N. E. 1995. Composition of spider communities in the canopies of rainforest trees in Borneo. *J. Trop. Ecol.* 11: 223-235.

**DENSITE ET DISTRIBUTION DE *PETRODROMUS
TETRACTYLUS TORDAYI* (MACROSCOLIDIDAE, MAMMALIA)
DANS LA RESERVE FORESTIERE DE YOKO (R.D.CONGO)**

KASWERA, K.¹, DUDU, A.¹, VERHEYEN, E.², GILISSEN E.³

- (1) Université de Kisangani, R.D.Congo
- (2) Institut Royal des Sciences Naturelles, Belgique
- (3) Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique

RESUME

La densité de *Petrodromus tetradactylus tordayi* (*P.t.tordayi*) dans la Réserve Forestière de Yoko (R.F.Yoko) est établit suite à huit sessions de captures organisées dans la dite réserve. Quatre parcelles étendues sur quatre hectares chacune étaient délimitées en forêts primaires et secondaires. Il en découle une densité globale de 0,79 individus par ha ou 79 individus au km². Les densités observées par habitat révèlent 1 individu/ha en forêt primaire hétérogène à *Scorodoploeus zenkeri*; 0,84 individu/ha en forêt secondaire jeune; 0,75 individu/ha en forêt secondaire vieille et 0,56 individu/ha en forêt primaire hétérogène à *Gilbertiodendron dewevrei*. La moyenne de densité calculée la première année est de 0,98 individu/ ha, la deuxième année : 0,6 individu/ha. La différence est non significative entre les densités calculées en forêts primaires et en forêts secondarisées (t de Student, valeur p: 0,49 > 0,05).

Cette perspective donne l'occasion d'explorer comment la distribution, la densité et l'écologie de *P.t.tordayi* changent selon la dynamique de la forêt due à la coupe du bois. Les stratégies visant la conservation et la bonne gestion de la faune devront tenir compte de ces données préliminaires.

Mots clés : densité, *P. t. tordayi*, R.F.Yoko.

ABSTRACT

DENSITY AND DISTRIBUTION OF *PETRODROMUS TETRADACTYLUS TORDAYI* (MACROSCOLIDIDAE, MAMMALIA) OF THE YOKO FOREST RESERVE (D.R.CONGO)

The density of *P. t. tordayi* in the Yoko Forest Reserve was established on the basis of the eight sessions of capture organized in the reserve. Four spaces extended on four hectares so that, two of them are limited to the primary forest and the other two to the secondary forest. So it has been found that the global density was of 0,79 individuals/ ha or 79 individuals/km². The densities observed in each space reveal 1 individual/ha in heterogeneous primary forest with *Scorodoploeus zenkeri*; 0, 84 individual/ha in young secondary forest; 0,75 individual/ha in old secondary forest and 0,56 individual/ha in heterogeneous primary forest with *Gilbertiodendron dewevrei*. The average of the density calculated in the first year is of 0,98 individual / ha, in the second year it is of 0,6 individual/ha. The difference is not so much between the densities calculated in primary forests and those calculated in secondary forests (Student test, p value: 0,49 > 0,05).

This perspective gives the opportunity to know how the distribution, the density and the ecology of these small mammals change according to the dynamics of the forest due to the cutting of wood and agriculture. Strategies aiming at the conservation and good management of this taxon will have to take into account these basic data.

Key words: density, *P. t. tordayi*, Yoko Forest Reserve.

1. INTRODUCTION

L'estimation de la densité de *Petrodromus tetradactylus tordayi* est justifiée car cette espèce reste peu documentée et vulnérable (Wilson et Reeder, 2005). La revue de la littérature montre à suffisance que ce taxon n'a pas encore fait l'objet d'importantes études en R.D.Congo et dans les aires forestières de Kisangani (Schouteden, 1948, Colyn *et al.*, 1987, Rathbun, 2009). Il convient donc de signaler que la présente étude figure parmi les pionniers en ce sens.

Endémique en R.D.Congo, elle continue d'être exploitée comme gibiers dans les villages sans aucune statistique disponible auprès de différents services

gérant la faune et la flore. Elle subit des pressions de chasse croissantes susceptibles de causer sa disparition au niveau local. D'une part, sa taille acceptable par rapport aux Muridés fait d'elle un gibier potentiel dans la situation actuelle de raréfaction de gros gibier ; d'autre part ses coulées ou traces font d'elle une proie facile à traquer. La question de recherche se formule comme suit : la densité et la distribution saisonnière de *P.t.tordayi* changent-elles dans les différents habitats de la Réserve Forestière de Yoko ?

Comme hypothèse, nous formulons que la densité de *P.t.tordayi* de la R.F.Yoko serait la même en forêts primaires et secondaires la première et la seconde année d'investigation et que l'abondance ne varierait pas d'un habitat à un autre.

Le but visé par l'étude est d'établir la densité mais également définir les habitats préférés de l'espèce. En effet, la R.F.Yoko figure parmi les rares sanctuaires près de la ville de Kisangani, où les sengis sont encore percevables.



Figure 1. *Petrodromus tetradactylus tordayi* (objet de cette étude)

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

La R. F.Yoko est située sur la rive gauche du fleuve Congo, orientation sud-ouest par rapport à la ville de Kisangani en R.D.Congo. Elle se positionne dans la région des forêts humides de basse altitude guinéo-congolaises représentée par le bloc « South Central » (Colyn, 1991). Les coordonnées recueillies par GPS (Garmin) révèlent $0^{\circ} 17'$ latitude N, $25^{\circ} 17'$ longitude Est, 400 m d'altitude au gîte.

Elle couvre 6 975 ha et est divisée en deux blocs par la rivière Yoko. De part sa situation géographique, notre zone d'étude jouit globalement du climat régional de la ville de Kisangani. Un climat typiquement équatorial chaud et humide d'après la classification de Köppen (Colyn, 1991).

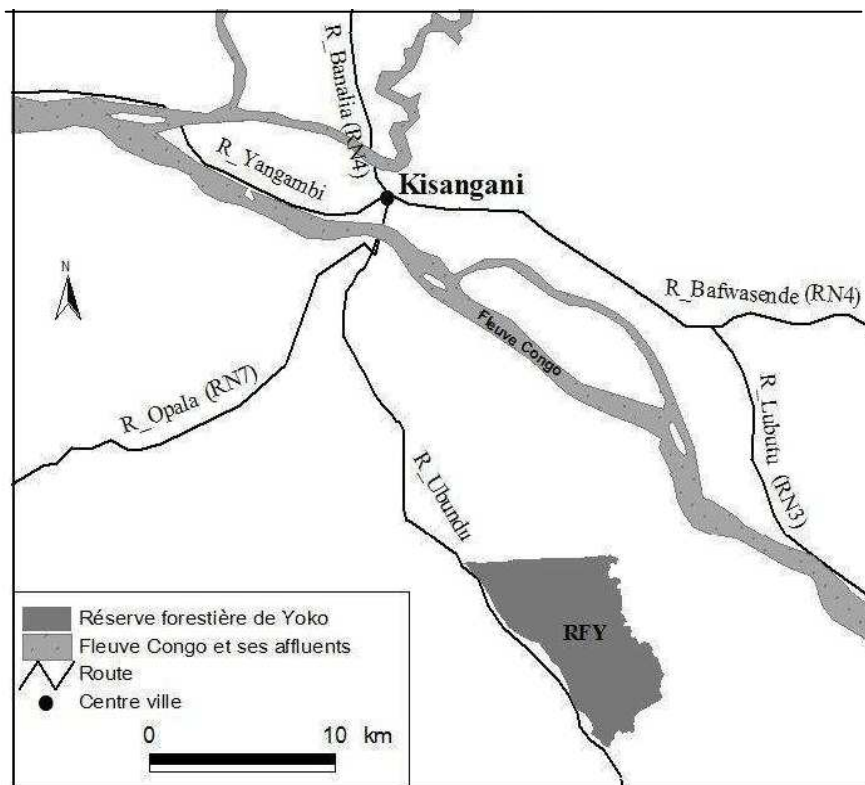


Figure 2. Localisation de la R.F.Yoko (Source : Boyemba, 2011)

Légende :

- b. RFY: Réserve Forestière de Yoko
- c. R_Ubundu : route Ubundu ;
- d. R_Yangambi : route Yangambi ;
- e. R_Lubutu (RN3) : route Lubutu, nationale n° 3 ;
- f. R_Bafwasende : route Bafwasende, nationale n°4 ;
- g. R_Banalia (RN4) : route Banalia, nationale n°4 ;
- h. R_Opala (RN7) : route Opala, nationale n°7.

2.2. Méthodes

Pour estimer la densité de *P.t.tordayi* de la R.F.Yoko, nous avons délimité 4 parcelles de 4 hectares chacune (200 m x 200 m) en forêts primaires hétérogènes à *Gilbertiodendron dewevrei*, et à *Scorodoploeus zenkeri* ainsi qu'en forêts secondaires vieille et jeune.

Les 121 pièges érigés par parcelle étaient conçus selon le modèle local et appâtés aux noix palmistes. Les relevés s'effectuaient durant 21 jours obligatoires par parcelle.

L'Estimation de la densité a été effectuée sur base des captures réalisées durant les huit campagnes divisées par la surface exploitée.

$$\text{Densité} = \frac{N}{S}$$

N représente les captures pour les huit campagnes et S la surface en hectare

$$\text{Abondance relative d'une espèce} = \frac{ne}{N} \times 100$$

ne : nombre d'individus capturés et N : nombre total d'individus capturés

Les investigations étaient organisées du 25 septembre 2008 au 12 août 2010. Les forêts primaires au sein de la réserve sont protégées. Par contre, les forêts secondaires exploitées sont accessibles aux villageois vu leur localisation dans l'espace tampon. Chaque parcelle comportait 11 layons distants de 20 m (figure 3). Trois parcelles sont établies à l'intérieur de la R.F.Yoko, dans le bloc nord, alors que la quatrième parcelle se trouvait en dehors de la réserve vers le sud.

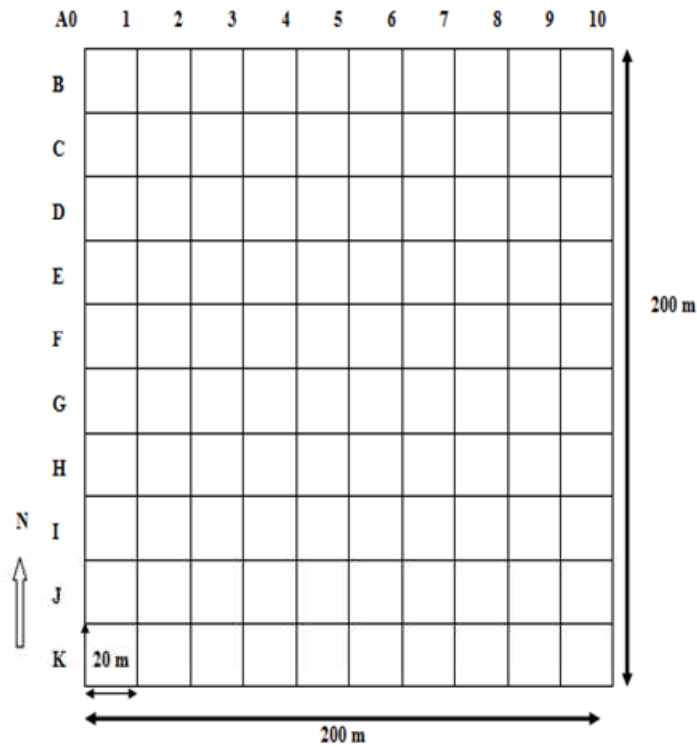


Figure 3. Dispositif de capture contenant onze layons et onze stations par layons

Pour le traitement des données, l'Excel 2007 a été exploité pour le test de Chi deux, t de Student et Anova.

L'effort de piégeage ou nuit-pièges et le rendement ont été également calculés

$$EP = n \times p \text{ (tirées de Nicolas } et al. 2003)$$

n représente le nombre de nuits effectives et p le nombre total de pièges.

Le rendement est défini comme le nombre d'individus capturés pour un effort de piégeage de 100 nuits-pièges (Nicolas, 2003). Il se calcule comme suit :

$$R = \left(\frac{N}{EP} \times 100 \right)$$

Où N représente le nombre total des spécimens capturés et E.P l'effort de piégeage.

3. RESULTATS

Le tableau 1 reprend les données regroupées par année et par habitat pour les effectifs, la densité, l'effort de capture et enfin le rendement.

Tableau 1 : Densité, abondance, effort de piégeage et rendement par habitat durant l'année 1 et 2.

Paramètres	FG	FZ	FJ	FV	Moyenne
Effectifs année 1 (indiv)	10	16	21	16	15,75
Effectifs année 2 (indiv)	9	16	6	8	9,75
Effectifs année 1 et 2 (indiv)	19	32	27	24	25,5
Densité année 1 (indiv/ha)	0,62	1	1,31	1	0,98
Densité année 2 (indiv/ha)	0,56	1	0,37	0,5	0,6
Densité année 1 et 2 (indiv/ha)	0,59	1	0,84	0,75	0,79
Abondance année 1(%)	15,9	25,4	33,3	25,4	25
Abondance année 2 (%)	23,1	41	15,4	20,5	25
Abondance année 1 et 2 (%)	18,6	31,4	26,5	23,5	25
Effort de capture année 1 et 2 (np)	20328	20328	20328	20328	20328
Rendement année 1 et 2 (%)	0,09	0,15	0,13	0,11	0,125

Légende :

FG : forêt primaire hétérogène à *Gilbertiodendron dewevrei*, FZ : forêt primaire hétérogène à *Scorodophloeus zenkeri*, FJ : forêt secondaire jeune, FV : forêt secondaire vieille

Il ressort du tableau 1 que la forêt primaire hétérogène à *Scorodophloeus zenkeri* est l'habitat préféré de *P. t. tordayi*, suivi de la forêt secondaire jeune et enfin la forêt secondaire vieille. A l'issue de deux années de piégeage, la moyenne de densité s'est révélée égale à 0,79 individu/ha alors que l'abondance moyenne par habitat est de 25 %. L'effort de capture étant resté le même dans tous les habitats, le rendement s'est avéré faible, inférieur à 1%.

En regroupant les habitats moins perturbés notamment les forêts primaires d'une part et les habitats perturbés (forêts secondaires) de l'autre, les tendances suivantes se dessinent :

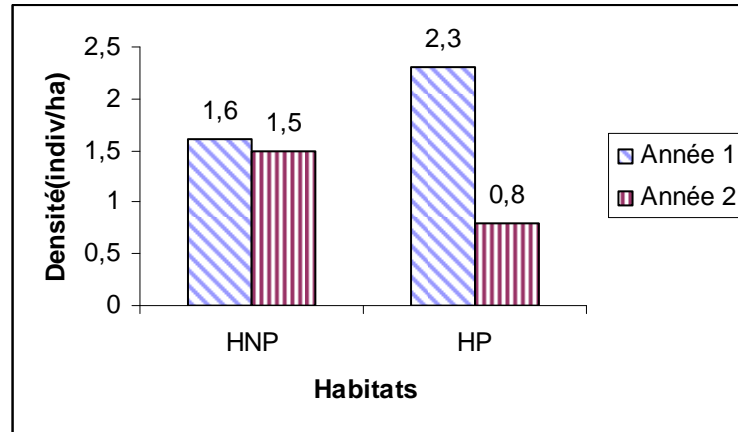


Figure 4. Estimation de la densité des années 1 et 2 en forêts primaires et secondaires

Les densités calculées les deux années montrent une certaine stabilité en forêts primaires non perturbées. Par contre, une baisse est constatée la deuxième année en forêts secondaires considérées comme espaces tampons. Les diverses interventions de l'homme dans ces derniers sur les densités. En fait, les villageois y installent en permanence leurs pièges, ils perturbent également l'environnement en déboisant par ci par là dans cette zone. En plus, la chasse accompagnée des chiens, pratique fréquente dans cet espace neutre par les locaux fait fuir les animaux venus brouter des herbes tendres.

Le test t de Student montre une différence non significative de densité l'année 1 et 2 en forêts primaires et secondaires (p valeur: $0,49 > 0,05$).

Le premier volet de notre hypothèse est confirmé.

Concernant l'abondance saisonnière de *P.t.tordayi* dans les différents habitats de la R.F.Yoko, nous avons constaté une certaine fluctuation.

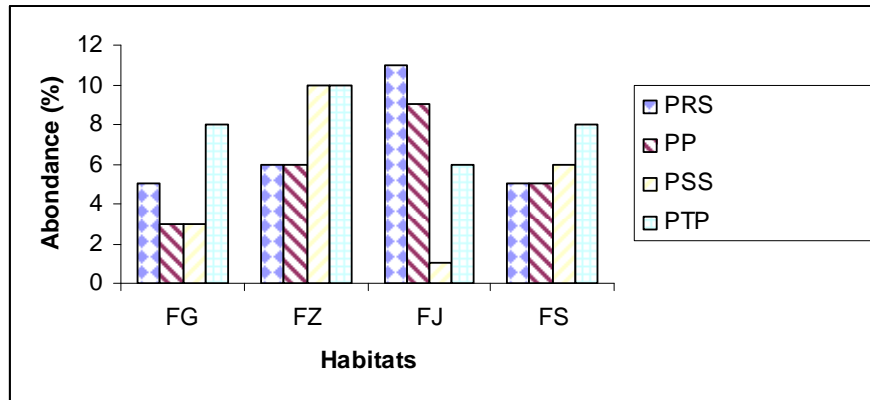


Figure 5. Abondance saisonnière de *P.t.tordayi* par habitat

Légende :

PTP: Période saisonnière très pluvieuse ; PRS. Période saisonnière relativement sèche ; PP : Période pluvieuse, et PSS : Période saisonnière subsèche.

L'abondance varie d'un habitat à un autre selon les saisons. Les variations basées sur les précipitations dans notre région seraient à la base du déploiement inégal de *P.t.tordayi* recherchant de la nourriture. Il est probable que les pluies occasionnent l'apparition d'une gamme de nourriture ainsi que d'autres points d'intérêt comme les sources d'eau de boisson par exemple. Pour la forêt primaire à *Gilbertiodendron dewevrei*, le pic des captures s'observe en période saisonnière très pluvieuse. En effet, les sengis sont attirés par les larves des Diptères qui se développent sur les champignons en décomposition qui pullulent cet habitat durant cette période. L'Anova appliquée montre que les différences saisonnières observées par habitat étaient statistiquement non significatives (P valeur calculée revient à $0,45 > 0,05$).

En considérant l'abondance annuelle en forêts primaires d'une part et en forêts secondarisées de l'autre, deux tendances se dessinent (figure 6).

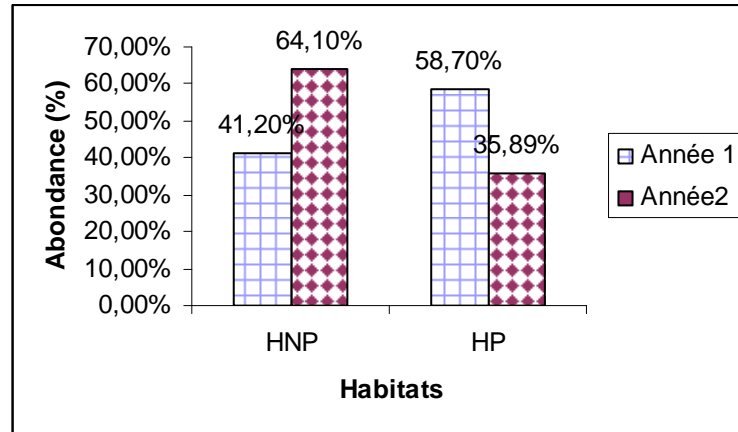


Figure 6. Abondance relative de *P.t.tordayi* dans les habitats perturbés et non perturbés de la R.F.Yoko pendant les années 1 et 2.

Légende :

HNP : habitats non perturbés (forêt primaire hétérogène à *Gilbertiodendron dewevrei* et forêt à *Scorodophloeus zenkeri* située dans la partie protégée de la réserve).

HP : habitats perturbés (forêts secondaires jeune et vieille accessibles au villageois).

Il découle de la figure (6) une amélioration de l'abondance au fil de temps en forêts primaires. Par contre, une évolution vers la baisse en forêt secondarisées ou perturbées où se vit une grande pression de chasse.

Le test t appliqué pour examiner l'abondance en milieu perturbé et non perturbé montre une différence non significative (valeur p : 0,7 supérieure au seuil 0,05).

Le même test a été effectué pour vérifier si l'abondance observée l'année une était différente de celle calculée l'année suivante. La valeur p : 0,13 est supérieure au seuil fixé à 0,05. La différence est une fois de plus non significative.

Les forêts primaires protégées de la R.F.Yoko constitueraient une zone de refuge et de reproduction. Le deuxième volet de notre hypothèse est confirmé. La répartition de *P.t.tordayi* serait identique dans les habitats perturbé et non perturbé.

4. DISCUSSION

Bien qu'équitablement répartis en forêts primaires et secondaires, la densité des sengis à la Yoko reste faible compte tenu des besoins en protéines animales en milieu rural et urbain. Les sengis bougent, ils semblent s'adapter à la fragmentation de l'habitat qui est une séquelle des effets anthropiques sans oublier qu'une forte dégradation de l'habitat est une menace pour l'espèce. Cependant, la densité calculée à la R.F.Yoko ne diffère pas des espèces kenyanes et tanzaniennes figurant déjà sur la liste rouge de l'UICN comme le montre le tableau ci après :

Tableau 2 : Densités des Macroscélides d'ailleurs

Espèce	Densité indiv/km ²	Pays	Auteurs sources ou	Année
<i>Rhynchocyon chrysopygus</i>	40	Kenya, P.N. Arabuko Sokoke	www.watamu.net/foast.html	version juin 2010
<i>Rhynchocyon chrysopygus</i>	23 à 75	Kenya, P.N. Arabuko Sokoke	Fitzgibbon et Rathbun	1994
<i>Rhynchocyon petersi</i>	19	Tanzanie, R. F. Chome	Coster et Ribble	2005
<i>Rhynchocyon udzungwensis</i>	50 à 80	Tanzanie, Mont Udzungwa	Rovero et collaborateurs	2008
<i>Elephantulus myurus</i>	50 à 80	Sud Afrique Natal	www.dbpedia.org/resource/grey_faced_sengis	version juin 2011
<i>Elephantulus rozeti</i>	20 à 50	Tunisie	www.dbpedia.org/resource/grey_faced_sengis	version juin 2011
<i>P. t. tordayi</i>	79	R.D.C, R.F.Yoko	Kaswera	présente étude

Quant à la méthodologie adoptée, White et Edwards (2001), estiment qu'on peut obtenir des données sur les densités animales, en comptant les traces, les

sites de nids ou les crottes. Comme préalables, il faut connaître la densité des crottes ou des nids, leur taux de création ; la vitesse de dégradation. La méthode basée sur les crottes ou les nids nous a paru moins pertinente pour les sengis de la R.F.Yoko car les observations et la littérature ne nous ont pas permis de calculer le taux de défécation de *P. t. tordayi* ; les crottes de *P. t. tordayi* ne sont pas assez bien repérables dans la nature selon les conditions de la région de Kisangani.

Cette méthode n'est pas tout simplement adaptée pour l'estimation de la densité de *Petrodromus tetradactylus tordayi* pour l'instant. Néanmoins, il existe de méthodes plus sophistiquées et plus coûteuses pour estimer la densité, notamment la capture marquage recapture, la radiotracking qui pourra compléter les données actuelles.

L'abondance par habitat varie d'une saison à l'autre (figure 13). Plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour élucider cette situation : précipitation, floraison des espèces, abondance d'insectes, de jeunes pousses, sans oublier le facteur anthropique qui s'avère déterminant.

Hormis la R. F. Yoko qui est protégée, les forêts autour des villages sont dégradées. La réserve représente donc un refuge et une zone de reproduction pour les animaux.

On peut comprendre que *P.t.tordayi* est dynamique; elle ne reste pas inféodée à un seul habitat. D'une saison à une autre, elle quitte les forêts primaires protégées et va fouiner dans les forêts dégradées avec tous les risques d'être capturée par les pièges permanents tendus par les chasseurs. De ce fait, la quantité de nourriture disponible pour les animaux change avec les saisons comme l'ont stipulé White et Edwards (2001). Les forêts secondaires jeunes attirent les Macroscélides, notamment par l'abondance des ressources alimentaires, les habitats favorables à l'installation des coulées et la protection contre les prédateurs. L'approche capture et recapture serait intéressante pour élucider ce fait.

5. CONCLUSION

Il découle de cette étude qui s'est proposé comme but la détermination de la densité et la distribution de *P. t. tordayi* dans la R.F.Yoko 0,79 individus par ha ou 79 individus au km². Les valeurs de densité observées les deux années s'avèrent semblables, ($p : 0,49 >$ au seuil 0,05). Cependant, on a noté, une

relative stabilité pour les habitats non anthropisés, qui ont connu une moindre variation de densité (1,6 à 1,5 individus/ha) par rapport aux habitats perturbés, où la chute est impressionnante (2,3 à 0,8 individus par ha).

Pour la répartition par habitat, les résultats indiquent que *P. t. tordayi* est ubiquiste à la Yoko, avec une préférence de la forêt primaire hétérogène à *Scorodoploeus zenkeri*. L'abondance de l'espèce varie d'un habitat à un autre, et selon les différentes périodes saisonnières de l'année. La répartition de *P.t.tordayi*, dans les différents habitats explorés de la R. F.Yoko, montre une différence non significative ($p : 0,13 > 0,05$). L'espèce s'adapterait à la fragmentation de l'habitat due aux perturbations humaines.

Pour la répartition saisonnière, la période très pluvieuse a fourni plus d'effectifs suivie de la période relativement sèche (figure 5).

D'une saison à une autre, *P.t.tordayi* quittent la forêt primaire protégée et va fouiner dans les forêts dégradées avec tous les risques d'être capturés par les pièges permanents tendus par les chasseurs.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements sont adressés à l'Union Européenne à travers le CIFOR /REAFOR pour la bourse doctorale nous octroyée ainsi qu'aux promoteurs de thèse : Dudu Akaibe (LEGERA, UNIKIS), 2Erik Verheyen (IRSNB) et Emmanuel Gilissen (MRAC).

RÉFÉRENCES

- Boyemba, F.B., 2011. Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse doctorale, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 181 p.
- Coster, S. et Ribble D., 2005. Density and cover preferences of Black-and-rufous Elephant-shrews (*Rhynchocyon petersi*) in Chome Forest Reserve, Tanzania, Trinity University, San Antonio, 212 p.
- Colyn, M., Dudu, A., et Mankoto, M., 1987. Exploitation du petit et moyen gibier des forêts ombrophiles du Zaïre, *Nature et Faune*, vol. 3 n°4, Rome, pp 22-39.

- Colyn, M. ; 1991. L'importance zoogéographique du bassin du fleuve Zaïre pour la spéciation : Le cas des Primates Simiens. *Ann. Sc. Zool. MRAC*, Tervuren, 250 p.
- Fitzgibbon, C.D. and Rathbun, G.B., 1994. Surveying *Rhynchocyon* elephant-shrews in tropical forest. *African Journal of Ecology*, 32: 50-57.
- Nicolas, V., 2003. Systématique et écologie des communautés Afrotropicales des Muridés (Mammalia, Rodentia) et de Soricidés (Mammalia, Insectivora). Thèse inédite, Université de Rennes, 242 p.
- Rathbun, G.B., 2009. Why is there discordant diversity in sengi (Mammalia: Afrotheria: Macroscelidea) taxonomy and ecology? *African Journal of Ecology* 47: 1-13.
- Rovero, F., Rathbun, G. B, Perkin, A., Jones T., Ribble, D.O, Leonard C., Mwakisoma, R. and Doggart, N., 2008. A new species of giant sengi or elephant-shrew (genus *Rhynchocyon*) highlights the exceptional biodiversity of the Udzungwa Mountains of Tanzania. *Journal of Zoology* 274: 126-133.
- Schouteden, H., 1948. Faune du Congo Belge et du Rwanda-Urundi.I Mammifères. *Annales du Musée du Congo Belge Sciences zoologiques / Tervuren, Belgique*, vol 1 : 96-100.
- White, L., et Edwards, A., 2001. Conservation en forêt pluviale africaine, méthodes de recherche. WCS, Libreville, 456 p.
- Wilson, D. E. and Reeder, M. D. 2005. Mammal species of the world. A *Taxonomic and Geographic Reference*. First edition, volume 1, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 82 p.

Webographie

<http://www.iucn.redlist.org/info/categories-criteria>, version de septembre 2010

<http://www.watamu.net/foasf.html>, version de février 2011

http://fr.wikipedia.org/wiki/Rhynchocyon_udzungwensis, version de février 2011

Contact

Kaswera Kyamakya : consolatekyams@gmail.com

Dudu Akaibe: duduakaibe@yahoo.fr

Erik Verheyen : erik.verheyen@naturalsciences.be

Emmanuel Gilissen : emmanuel.gilissen@africamuseum.be.