

Éditeurs scientifiques

J.-P. Profizi, S. Ardila-Chauvet, C. Billot, P. Couteron,
M. Delmas, T. M. H. Diep, P. Grandcolas, K. Kokou,
S. Muller, A. S. Rana, H. L. T. Ranarijaona, B. Sonke

Biodiversité des écosystèmes intertropicaux

Connaissance,
gestion durable et valorisation



Biodiversité des écosystèmes intertropicaux

Connaissance, gestion durable
et valorisation

Éditeurs scientifiques

Jean-Pierre PROFIZI, Stéphanie ARDILA-CHAUVET, Claire BILLOT,
Pierre COUTERON, Maité DELMAS, Thi My HANH DIEP,
Philippe GRANDCOLAS, Kouami KOKOU, Serge MULLER,
Anshuman Singh RANA, Hery Lisy Tiana RANARIJAONA, Bonaventure SONKE

*Cet ouvrage est une contribution du programme
« Sud Expert Plantes Développement Durable » (SEP2D).
Il a bénéficié du soutien de Agropolis Fondation.*

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Collection Synthèses

Marseille, 2021

Photo 1^{re} de couverture

© IRD/R. Oslisly – Forêt galerie dans le parc national de la Lopé, Gabon.

Photo 4^e de couverture

© IRD/G. Villegier – Fruits de *Coffea liberica*, espèce endémique d'Afrique de l'Ouest, introduite à La Réunion.

Citation requise :

PROFIZI J.-P. et al. (éd.), 2021 : *Biodiversité des écosystèmes intertropicaux. Connaissance, gestion durable et valorisation*. Marseille, IRD Éditions, coll. Synthèse, 784 p.

Coordination fabrication

IRD/Catherine Guedj

Préparation éditoriale

Agropolis Production/Isabelle Amsallem

Mise en page

Desk (53)

Maquette de couverture

IRD/Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure

IRD/Pierre Lopez

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contre-façon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2021

ISBN papier : 978-2-7099-2938-7
ISSN : 2431-7128

ISBN PDF : 978-2-7099-2939-4
ISBN epub : 978-2-7099-2940-0

Plantes mellifères de la réserve de biosphère de Luki

République démocratique du Congo

Tolérant K. LUBALEGA

Inera, université de Kikwit, République démographique du Congo

Emmanuel MANGOMBE

Université Loyola du Congo, République démographique du Congo

Ernest MUANDA

ULB Coopération, Belgique

Joel VUNZI

ULB Coopération, Belgique

Introduction

L'apiculture a été identifiée par l'Institut national pour l'étude et la recherche agronomique (Inera) comme une activité alternative intéressante pour améliorer les pratiques de gestion du territoire des agroapiculteurs, tout en leur garantissant des revenus décents. Ainsi, le jardin botanique mellifère de Luki (JBML), commun à l'Inera et à l'université libre de Bruxelles (projet « Synergie pour l'apiculture au Congo », Synapic, porté par ULB Coopération), a vu le jour en janvier 2019 dans la réserve de biosphère de Luki (RBL) au sud-ouest de la République démocratique du Congo (RDC). Ce jardin botanique a pour objectif d'accroître l'offre en ressources floristiques mellifères et de permettre leur valorisation au travers d'une apiculture durable. Dans cette perspective, il est nécessaire d'évaluer le potentiel mellifère de la réserve de biosphère de Luki afin d'améliorer les jachères apicoles en périphérie, notamment à l'aide de la régénération naturelle assistée. Cependant, il n'existe pas de données concernant le suivi phénologique (floraison) des espèces mellifères au sein de la RBL (LUBINI, 1997a ; BEECKMAN, 2016 ; ANGOBOY *et al*, 2019).

Dans ce contexte, notre étude a eu pour objectif d'évaluer le potentiel mellifère des espèces apicoles de la RBL et, *in fine*, les aptitudes floristiques de la réserve et du jardin botanique de Luki dans le cadre d'une apiculture rentable et respectueuse de l'environnement.

Les questions de recherche étaient les suivantes : quelle est la richesse et la diversité spécifique des plantes mellifères au sein de la forêt de Luki ? Quand ont lieu les périodes de floraison des différentes espèces mellifères ? Quelles sont les périodes d'abondance et de disette de la floraison de ces espèces ? Pour y répondre, nous sommes partis des hypothèses suivantes :

- l'étalement des périodes de floraison permet d'éviter le manque d'approvisionnement alimentaire des abeilles domestiques et les désertions des ruches lors des périodes de disette ;
- le potentiel mellifère disponible au sein du rucher affecte la production du miel ;
- la richesse et la diversité spécifique du rucher (nombre des espèces mellifères en fleurs sur l'espace d'élevage des abeilles) influencent la qualité organoleptique du miel ;
- la quantité et la qualité des nectars, de la propolis, du pollen, etc., sont déterminantes pour la bonne santé des colonies.

Matériels et méthodes

Site d'étude

La RBL s'étend entre 5°35' et 5°45' de latitude Sud et entre 13°07' et 13°15' de longitude Est. Située à 120 km de la côte Atlantique dans la province du Kongo central en RDC, son altitude varie entre 150 et 500 m. Elle constitue la pointe sud du massif forestier guinéo-congolais, à la limite entre le centre régional d'endémisme guinéo-congolais et la zone de transition régionale guinéo-congolaise/zambézienne (WHITE, 1986). Cette réserve est représentative de la forêt du Mayombe (LUBINI, 1997a) dont le type est « *moist central Africa* » (FAYOLLE *et al.*, 2014), ce qui correspond aux forêts semi-décidues de WHITE (1986). Étant donnée la proximité de cette zone avec la côte Atlantique, son climat est de type AW₅¹ selon la classification de Köppen (1931) (PEEL *et al.*, 2007), influencé par le courant marin froid de Benguela et les alizés du sud-est (OLSON *et al.*, 2001). La saison des pluies s'étale entre octobre et mai, et la grande saison sèche entre juin et août, parfois septembre (COURALET *et al.*, 2010, 2013). Une petite saison sèche est parfois perceptible entre décembre et février (COURALET *et al.*, 2013 ; LUBALEGA *et al.*, 2018). Les précipitations annuelles

1 AW₅ : climat tropical pluvieux avec une saison sèche de plus de cinq mois : aucun gel, moyenne de 18 °C pour le mois le plus froid.

moyennes oscillent entre 1 150 et 1 500 mm, avec une température moyenne annuelle variant de 25 à 30 °C (LUBALEGA et MANANGA, 2018 ; LUBALEGA *et al.*, 2018). Les sols y sont ferrallitiques (oxisols), caractérisés par la présence d'oxydes de fer et d'aluminium (TUTULA, 1968 ; MUKENDI, 1973 ; HUBAU, 2013). La végétation de la RBL constitue la pointe extrême de la forêt guinéenne du Mayombe en RDC (LUBINI, 1984). En effet, ce pan de forêt doit son existence au complément hydrique du courant marin de Benguela. Elle varie suivant le type de sol sur lequel elle se développe – des sols hydromorphes ou des sols jeunes – et selon les biotopes – fonds de vallées, savanes, lisières, forêts, clairières et champs (LUBINI, 1997a). La RBL est divisée en trois zones : la zone tampon, la zone de transition et la zone centrale (ou zone de conservation intégrale), toutes ayant un statut de conservation différent.

Collecte et analyse des données

Les mesures effectuées sur les arbres échantillonnés ont constitué les données de base de cette étude. Elles ont été collectées au sein d'un dispositif d'inventaire systématique de la RBL durant trois années (2018, 2019 et 2020) et de douze ruchers dans sa périphérie.

Des suivis phénologiques réalisés de 1948 à 1957, disponibles dans la base de données de l'Inera, ont été utilisés pour analyser les variations phénologiques liées aux changements climatiques. Ces données anciennes ont été complétées par des inventaires dendrométriques et des observations sur la floraison des espèces mellifères présentes à Luki. En effet, au sein de la RBL, quinze placettes d'inventaire ont été établies d'une superficie d'un hectare chacune (100 m x 100 m), réparties dans chacune des trois zones de la RBL (soit cinq parcelles par zone). Les arbres ont été identifiés et inventoriés dans chacune des trois placettes, en 2018, 2019 et 2020, et ils ont également fait l'objet de suivis. Des observations phénologiques ont été réalisées tous les 10 jours sur la totalité des arbres des placettes (4 364 arbres) par la même équipe ; la présence/absence des phénophases des houppiers (défeuillaison, floraison, fructification et dissémination) a été notée. Seuls les arbres dont le diamètre à hauteur de la poitrine (DHP, soit à 1,30 m de hauteur) était supérieur à 10 cm ont été pris en compte. Une étiquette portant un numéro unique a été placée sur la face sud de chaque arbre. Toutes les placettes ont fait l'objet d'inventaires forestiers systématiques, afin de caractériser la richesse et la diversité spécifiques des espèces forestières mellifères au sein de la réserve. Une espèce est qualifiée de mellifère si l'on observe des abeilles la butiner et transporter des ressources apicoles telles le pollen, le nectar et la propolis. La durée de floraison se traduit par la date où la floraison atteint son point culminant (« date pic »), ce qui permet de déterminer la grande miellée, la disette et la petite miellée.

Analyse des données

L'analyse a porté sur la richesse et la diversité spécifique, la période de floraison, le type de ressource apicole (pollen, propolis ou nectar), le DHP, le diamètre maximum (DMax), le diamètre minimum (Dmin), la surface terrière (m²/ha), ainsi que la richesse par zone échantillonnée et par strate. Les données des inventaires réalisés dans chacune des placettes durant les trois années de suivi (2018, 2019 et 2020) ont servi à l'analyse du potentiel apicole de la zone. Les anciennes données (de 1948 à 1957) ont permis de connaître la phénologie de la floraison des espèces mellifères n'ayant pas été observées en cours de floraison lors des inventaires. Des analyses factorielles de correspondances, réalisées par le logiciel R, ont caractérisé la grande miellée, la disette et la petite miellée. Une analyse en composante principale (ACP) a mis en relation le nombre d'espèces mellifères en floraison et les autres paramètres de l'étude.

Résultats

Richesse et diversité spécifiques

Au total, 87 espèces mellifères ont été inventoriées sur toute la zone d'étude (RBL). La composition floristique et la structure de la végétation sont détaillées dans le tableau 1 en annexe. Les familles comprenant de nombreuses espèces mellifères sont les Fabaceae, Apocynaceae, Ulmaceae, Annonaceae, Combretaceae, Rubiaceae et Sapindaceae. En revanche, les familles suivantes présentent peu d'espèces mellifères : Simaroubaceae, Rutaceae, Sapotaceae, Salicaceae (fig. 1). Les colonnes de la figure 1 représentent le nombre d'espèces mellifères par famille botanique inventoriées dans les différentes placettes. Ce nombre varie de 0 à 140 espèces selon les familles.

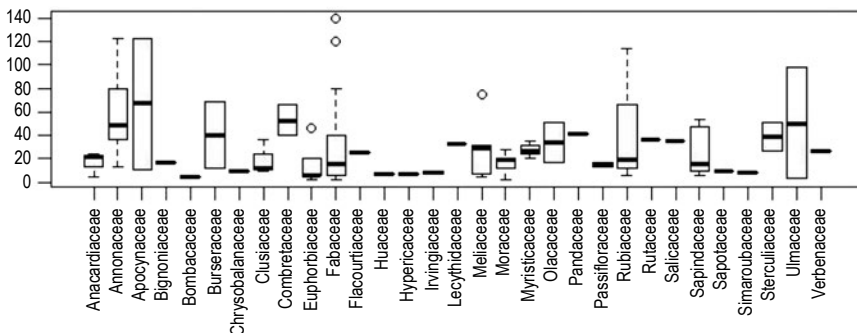


Figure 1
Abondance des espèces mellifères par famille botanique.
Les barres noires dans les colonnes représentent les moyennes.

Corrélations entre les différentes variables

Le nombre d'espèces mellifères en floraison présente une corrélation positive avec les paramètres structuraux Dmax, DHP et surface terrière (m^2/ha) (fig. 2). Les coefficients de corrélation pour ces trois paramètres sont respectivement de 0,37, 0,20 et 0,18. En revanche, le nombre d'espèces mellifères en floraison présente une corrélation négative avec Dmin, avec un coefficient de corrélation de -0,30. La variable DHP présente une forte corrélation positive avec les paramètres m^2/ha et Dmax, avec des coefficients de corrélation de 0,97 et de 0,93 respectivement.

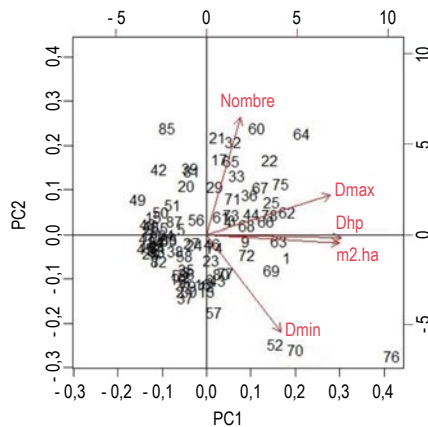


Figure 2

Résultats de l'analyse en composantes principales.

Dmin : diamètre minimum, Dmax : diamètre maximum, DHP : diamètre à hauteur de la poitrine.

Calendrier apicole

La grande saison des pluies (GSP) et la petite saison sèche (PSS) ont une influence positive très significative sur le nombre d'espèces mellifères en floraison.

Les figures 3, 4 et 5 montrent la variabilité de la floraison en fonction du nombre d'espèces mellifères et de la saisonnalité. La floraison est régulière et majoritairement annuelle pour les arbres et les espèces de la forêt du Luki, la date et l'intensité des pics de floraison varient néanmoins entre les années. Une plus faible proportion d'arbres en fleurs a été observée en réponse à des années moins arrosées. Les espèces mellifères de Luki fleurissent abondamment entre le mois de décembre et février (petite saison sèche) (fig. 3).

Il existe une relation significative entre les paramètres structuraux (diamètres et surfaces terrières) et la floraison (reproduction). Les espèces mellifères présentent une floraison étalée parmi lesquelles on retrouve les espèces de

canopée, celles de sous-bois et une espèce héliophile. Pour ces espèces, le diamètre minimum moyen de floraison est de 17,3 cm (fig. 4).

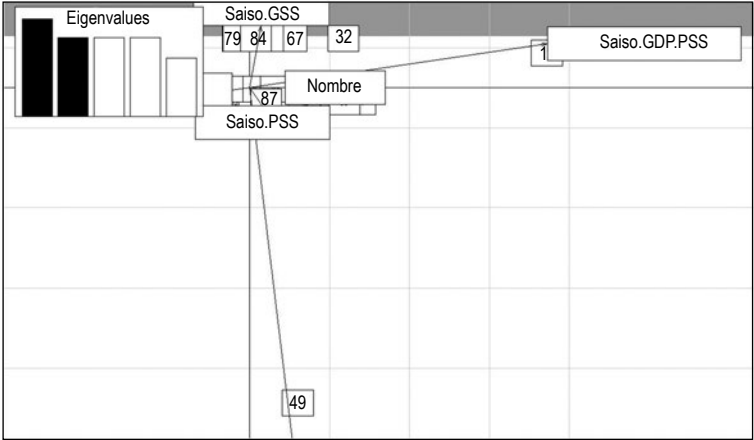


Figure 3

Nombre d'espèces mellifères selon la saison.

GSP : grande saison des pluies, GSS : grande saison sèche, PSS : petite saison sèche.

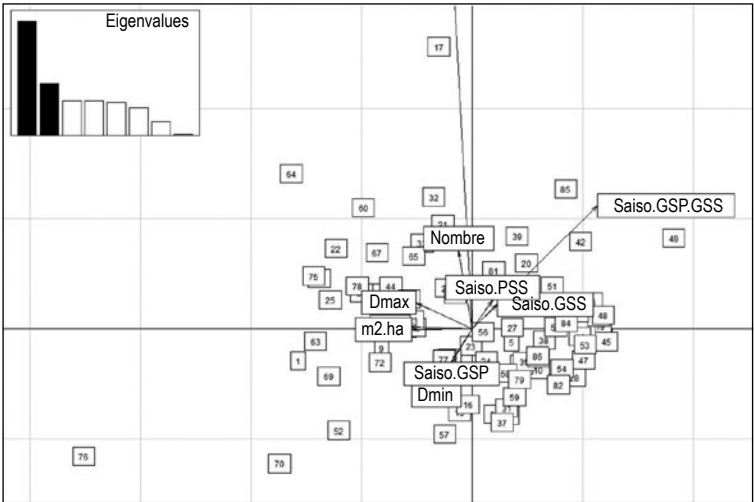


Figure 4

Saisonnalité de la floraison des espèces mellifères selon les paramètres structuraux (Dmax, Dmin, et m²/ha).

Dmin : diamètre minimum, Dmax : diamètre maximum, m²/ha : surface terrière. GSP : grande saison des pluies, GSS : grande saison sèche, PSS : petite saison sèche.

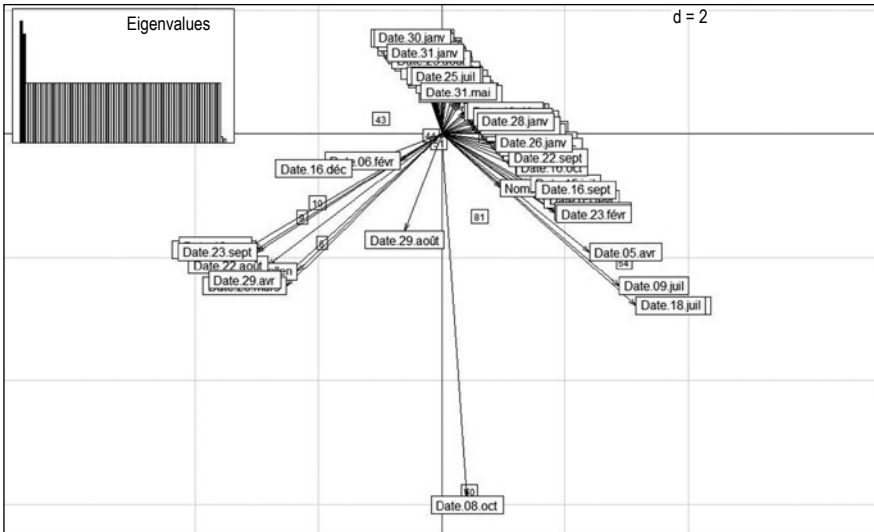


Figure 5

Relations entre les saisons, les dates pics et les ressources en pollen et propolis.

On observe un grand nombre d'espèces mellifères en floraison pendant la GSP, et donc une disponibilité d'importantes ressources polliniques (fig. 6), de même, dans une proportion moindre, pendant la PSS.

La grande miellée s'observe de décembre jusqu'en mars (fig. 7). La petite miellée commence en septembre jusqu'à la fin du mois de novembre, et les périodes de disette (ou de pénurie) s'étalent entre le début du mois d'avril jusqu'à fin août, période de la grande saison sèche (GSS).

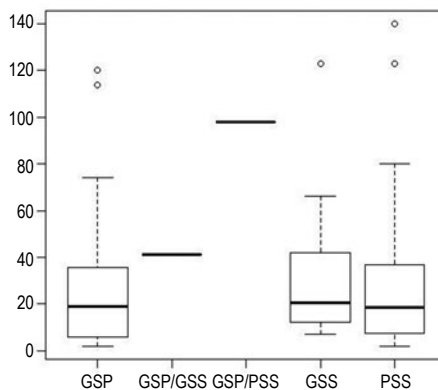


Figure 6

Saisonnalité de la floraison des espèces mellifères.

GSP : grande saison des pluies, GSS : grande saison sèche, PSS : petite saison sèche.

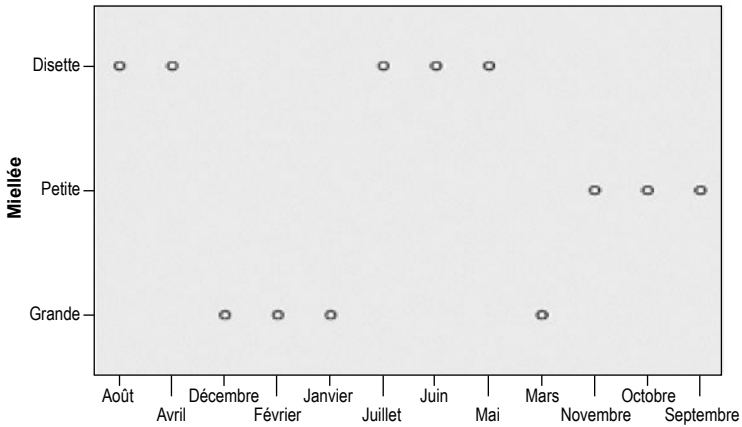


Figure 7
Périodicité des trois miellées (grande et petite miellées, disette).

Discussion

La composition floristique des placettes d'échantillonnage et les différentes données dendrométriques inventoriées ont mis en évidence une proportion importante de légumineuses (Fabaceae) dans la réserve. Cela traduit la stratégie connue des forêts denses humides qui associent des espèces arborées fixatrices d'azote (LUBINI 1984, 1997a, 2003). NAIR (1983) et NSOMBO (2016) rapportent que les espèces ligneuses de légumineuses fixatrices d'azote augmentent également les concentrations de phosphore, de potassium, de calcium et de magnésium du sol. Elles pourraient donc avoir un effet facilitateur sur les processus phénologiques comme la floraison qui, elle-même, influe sur l'approvisionnement en aliments des abeilles.

La proportion plus importante d'espèces de Rubiaceae, famille d'espèces pionnières de colonisation d'espaces dégradés, suggère une tendance nettement forestière. En effet, ces espèces s'établissent dans le sous-bois en évolution et bénéficient de la dispersion de leurs semences par la faune locale, dont les abeilles (NOMBRÉ, 2003). L'incursion de potamochères, de céphalophes ou de *Cephalophys* (antilopes) est fréquente aux alentours de la station de l'Inera-Luki. Les oiseaux et des mammifères volants (chauves-souris) participent également à cette dissémination, contribuant ainsi à l'extension de forêt.

Les facteurs environnementaux peuvent limiter le processus de régénération naturelle dans le Mayombe. En effet, les diaspores sont plus ou moins dispersées selon la vitesse et la direction du vent. La petite saison sèche est bien liée à la

grande saison des pluies au cours de laquelle la grande miellée a lieu. En effet, la petite saison sèche se présente comme un prolongement de l'effet de la saison des pluies, avec une température moyenne voisine de celle de la grande saison des pluies. Le nombre élevé d'espèces mellifères butinées dans la zone d'étude montre le potentiel de développement apicole dans cette région. La floraison de ces espèces a lieu durant toute l'année, aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche, ce qui conforte l'intérêt de promouvoir des activités apicoles dans la zone. Comme ces activités dépendent en grande partie des ressources naturelles, la bonne gestion et la préservation de ces dernières sont indispensables pour le développement économique rural du Mayombe et, *in fine*, pour lutter contre la pauvreté.

Le calendrier apicole révèle la succession des floraisons des espèces mellifères de la réserve et de ses environs et permet de suivre la disponibilité en nutriments pour les abeilles. Il constitue ainsi un outil indispensable pour les aménagements apicoles, puisqu'il signale les périodes de floraison des espèces mellifères susceptibles d'aboutir à une bonne production de miel dans les ruches. Il peut également servir à l'identification des pollens lors d'analyses polliniques des produits de la ruche (NOMBRÉ, 2003).

Toutefois, dans le contexte actuel de gestion durable des écosystèmes forestiers et de changement climatique, des approches sylvicoles appropriées devraient être mises en œuvre pour éviter la disparition des spécimens semenciers. Par ailleurs, le calendrier floral d'une zone est susceptible de varier du fait des variations climatiques en cours, notamment par leurs impacts sur la date du début de la saison des pluies, sa durée et sur la quantité des précipitations annuelles. Il ne constitue donc pas un outil d'aménagement apicole infaillible (FAO, 1986). En dépit de la sélection exercée par les abeilles sur les espèces mellifères, comme l'a évoqué NOMBRÉ (2003), la disponibilité florale peut traduire une disponibilité importante en nutriments pour les abeilles dans la RBL et ses environs. Les hypothèses émises au début de notre étude sont ainsi validées par nos résultats.

Conclusion

Cette étude avait pour objectifs d'évaluer (1) le potentiel mellifère des plantes sauvages dans les forêts de la réserve de biosphère de Luki et de ses environs et (2) les aptitudes floristiques de la réserve et du jardin botanique mellifère de Luki pour une apiculture rentable et respectueuse de l'environnement. Le nombre élevé d'espèces mellifères, butinées dans la zone d'étude, montre un bon potentiel de développement de l'apiculture dans cette région. La floraison de ces espèces, étalée sur toute l'année, aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche, incite également à promouvoir les activités apicoles dans cette zone. Ces activités inciteront à l'utilisation durable des ressources naturelles, à leur bonne gestion

et préservation. L’Inera est conscient des impacts négatifs des activités anthropiques sur l’environnement et les ressources naturelles. La dégradation des terres et des ressources naturelles qui résulte de la déforestation nécessite de développer des solutions économiques alternatives au déboisement. Les approches agrosylvicoles mises en place à Luki s’y prêtent bien et vont de pair avec les activités apicoles qui offrent, en outre, la possibilité de développer un écotourisme autour d’une labellisation des miels produits dans la région. Le jardin botanique mellifère de Luki pourrait ainsi constituer une source d’approvisionnement en ressources mellifères de la station l’Inera-Luki.

Remerciements

Les auteurs remercient l’Inera et les agents de la réserve de biosphère de Luki qui ont mis leurs compétences au profit de ce travail et ont facilité la mise en œuvre des inventaires sur le terrain.

Références bibliographiques

- ANGOBOY B. I., BEECKMAN H., OUÉDRAOGO D. Y., BOURLAND N., DE MIL T., BULCKE J. V. D., ACKER J. V., COURALET C., EWANGO C., HUBAU W., TOIRAMBE B., DOUCET J. L., FAYOLLE A., 2019**
Une forte saisonnalité du climat et de la phénologie reproductive dans la forêt du Mayombe : l’apport des données historiques de la réserve de Luki en République démocratique du Congo, *Bois et forêts des tropiques.*, 341 (3^e trim.) : 39-53.
- BEECKMAN H., 2016**
Wood anatomy and trait-based ecology. *IAWA Journal*, 37 (2) : 127-151.
<https://doi.org/10.1163/22941932-20160127>
- COURALET C., STERCK F. J., SASS-KLAASSEN U., VAN ACKER J., BEECKMAN H., 2010**
Species-specific growth responses to climate variations in understory trees of a Central African rain forest. *Biotropica*, 42 : 503-511.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00613.x>
- COURALET C., VAN DEN BULCKE J., NGOMA L. M., VAN ACKER J., BEECK-MAN H., 2013**
Phenology in functional groups of Central African rainforest trees. *Journal of Tropical Forest Science*, 25 (3) : 361-374.
<https://www.jstor.org/stable/23617238>
- DE RIDDER M., 2013**
Tree-ring analysis and stem biomass estimation of limba (Terminalia superba Engl. & Diels) in the framework of sustainable forest management. PhD. dissertation, Ghent University, Ghent, 167 p.
- FAO, 1986**
Tropical and subtropical apiculture. *FAO agricultural services bulletin*, 68.
- FAYOLLE A., SWAINE M. D., BASTIN J., BOURLAND N., COMISKEY J. A., DAUBY G., et al., 2014**
Patterns of tree species composition across tropical African forests. *Journal of Biogeography*, 41 : 2320-2331.
<https://doi.org/10.1111/jbi.12382>

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), 2019

Changement climatique et terres émergées. Rapport spécial du Giec sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des terres, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres. 39 p.

GROSSIORD C., GESSLER A., GRANIER A., BONAL D., 2015

Les forêts tempérées face aux conséquences du changement climatique : est-il primordial de favoriser une plus forte diversité d'arbres dans les peuplements forestiers ? *Rev. For. Fr.*, LXVII (2) : 99-110.

HUBAU W., 2013

Exploring charcoal as a natural archive for palaeofire and vegetation history of the Mayumbe, Democratic Republic of the Congo. PhD Dissertation, Ghent University, 224 p.

IUCN (International Union for Conservation of Nature), 1994

Guidelines for protected area management categories. IUCN, Gland & Cambridge.

LUBALEGA T. K., MANANGA P. M., 2018

Évaluation de la biodiversité spécifique ligneuse des cultures agricoles sous couvert arboré à Patu, dans le Mayombe, en République démocratique du Congo (RDC). *Congo Sciences*, 6 (2) : 1-8.

LUBALEGA T. K., ISUNGU I., MUPWALA É., MABANGA A., KHASA D. P., RUEL J. C., MAYIGU H., MATANGWA E., DISHIKI E., 2018
Étude de la régénération naturelle de cinq espèces semencières dans la réserve de biosphère de Luki en RDC. *Revue africaine d'environnement et d'agriculture*, 1 (1) : 2-9.

LUBALEGA T. K., 2016

Évolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi-village, sur le plateau des Bateke, en République démocratique du Congo. Thèse de doctorat, université Laval, Québec, Canada.

LUBINI A., 1984

La végétation de la réserve de biosphère de Luki (Bas-Zaïre). Département de l'Environnement, Conservation de la nature et Tourisme MAB, Zaïre, 52 p.

LUBINI A., 1997A

La végétation de la réserve de biosphère de Luki au Mayumbe (Zaïre). Opera botanica Belgica, Meise, 151 p.

LUBINI A., 1997B

Les ressources phylogénétiques des savanes du Zaïre méridional. Actes du colloque « Gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des savanes », 24-28 fév. 1997, Bamako.

LUBINI A., 2003

Ressources des forêts secondaires en Afrique centrale et occidentale francophone. Actes de l'atelier régional FAO/IUCN sur la gestion des forêts tropicales. 17-21 nov. 2003, Douala, Cameroun.

MILLE G., LOUPPE D. (éd.), 2015

Memento du forestier tropical. Éditions Quae, Versailles, 1 200 p.

MUKENDI M. W., 1973

Étude dans les blocs sylvo-bananiers de la station forestière de l'Inera-Luki et du chantier forestier de l'État au km 28 (Mayombe). Rapport de master, université nationale du Zaïre, Kinshasa.

NAIR P. K. R., 1983

“Agroforestry with coconuts and other tropical plantation crops”. In Huxley P. A. (ed.) : *Plant research and agroforestry.* Icrاف, Nairobi : 79-102.

NASI R., PUTZ F. E., PACHECO P., WUNDER S., ANTA S., 2011

Sustainable forest management and carbon in Tropical Latin America. *The case for REDD+ forests*, 2 : 200-217.

NOMBRÉ I., 2003

Étude des potentialités mellifères de deux zones du Burkina Faso : Garango (province du Boulgou) et Nazinga (province du Nahouri). Thèse de doctorat, université de Ouagadougou, Burkina Faso, 214 p.

NSOMBO B., 2016

Évolution des nutriments et du carbone organique du sol dans le système agroforestier du plateau des Bateke en République démocratique du Congo. Thèse de doctorat, Eraift/Université de Kinshasa, Aménagement et gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux.

OLSON D. M., DINERSTEIN E.,

WIKRAMANAYAKE E. D.,

BURGESS N. D., POWELL G. V. N.,

UNDERWOOD E. C. et al., 2001

Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on Earth. A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *Bioscience*, 51 (11) : 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)

PEEL M. C., FINLAYSON B. L.,

MCMAHON T. A., 2007

Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11 : 1633-1644. www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html

PÉROT T., VALLET P., 2012

Des forêts mélangées, une stratégie pour produire du bois face aux enjeux énergétiques et climatiques ? *Sciences Eaux et Territoires*, cahier spécial, II : 6-11.

TREFON T., DE PUTTER T., 2017

Ressources naturelles et développement. Le paradoxe congolais. Coll. Cahiers africains, 90, Mrac/L'Harmattan, Paris, 195 p.

TREFON T., HENDRICKS T.,

KABUYAYA N., NGOY B., 2010

L'économie politique de la filière du charbon de bois à Kinshasa et à Lubumbashi : appui stratégique à la reconstruction post-conflit en RDC. Institute of Development Policy and Management, Anvers.

TUTULA P., 1968

L'enrichissement de la forêt du Mayumbe en Terminalia superba Engl. et Diels par le sylvo-bananier. Rapport de master, université Lovanium de Kinshasa, Kinshasa.

WHITE F., 1986

La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique Unesco/AETFAT/UNSO. Orstom-Unesco, Paris, 385 p. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-06/24837.pdf

WHITE L., EDWARDS A., 2001

Conservation en forêt pluviale africaine : méthodes de recherche. The Wildlife Conservation Society, New York. 1^{re} édition française, 455 p.

Tableau 1
Composition des différentes espèces mellifères inventoriées, structure et phénologie de la floraison.

Nom scientifique	Famille	Pollen	Nectar	Propolis	Nombre	DHP (cm)	m ² /ha	Dmin (cm)	Dmax (cm)	Saison	Date PIC
<i>Antrocaryon nannanii</i> De Wild.	Anacardiaceae	pollen				88,2	0,61			GSP	23-mars
<i>Azela bipindensis</i> Harms	Fabaceae- Caesalpinoideae	pollen				37,2	0,11			GSP	03-nov
<i>Aidia ochroleuca</i> (K. Schum.) E. M. A. Petit	Rubiaceae	pollen				65,1	0,33			GSP	29-avr
<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth	Fabaceae- Mimosoideae	pollen				61,3	0,30			GSP	03-sept
<i>Allanblackia floribunda</i> Oliv.	Clusiaceae	pollen				36,6	0,11			GSP	19-juil
<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.	Sapindaceae	pollen				52,65	0,22			GSP	29-août
<i>Amphimas ferrugineus</i> Pierre ex Pellegr.	Fabaceae-Faboideae	pollen				24,45	0,05			GSP	01-févr
<i>Anthonotha macrophylla</i> P. Beauv	Fabaceae- Caesalpinoideae	pollen				40,95	0,13			PSS	23-avr
<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	Moraceae	pollen				70,75	0,39			GSP	16-déc
<i>Baikiaea insignis</i> Benth.	Fabaceae- Caesalpinoideae	pollen	nectar			35,5	0,10			PSS	06-févr
<i>Barteria dewevrei</i> De Wild. & T. Durand	Passifloraceae	pollen	nectar			17,9	0,03			PSS	17-janv
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.	Sapindaceae	pollen	nectar			50,3	0,20			GSP	30-déc

[...]

[...]

Nom scientifique	Famille	Pollen	Nectar	Propolis	Nombre	DHP (cm)	m ² /ha	Dmin (cm)	Dmax (cm)	Saison	Date PIC
<i>Bombax buonopozense</i> P. Beauv.	Bombacaceae	pollen	nectar	propolis		51	0,20			GSP	05-mars
<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	Bursaceae	pollen	nectar	propolis		22,4	0,04			GSS	22-août
<i>Carapa procera</i> D. C.	Meliaceae	pollen	nectar			20,7	0,03			PSS	25-janv
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	pollen	nectar			49,15	0,19			GSP	27-déc
<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	Ulmaceae	pollen	nectar			52,95	0,22			GSP/PSS	05-avr
<i>Chrysophyllum africanum</i> A. D. C.	Sapotaceae	pollen	nectar			21,3	0,04			PSS	31-janv
<i>Coelocaryon botryoides</i> Vermeesen	Myristicaceae	pollen	nectar			18,65	0,03			GSS	03-août
<i>Cola bruneellii</i> De Wild	Sterculiaceae		nectar			39,5	0,12			GSS	11-janv
<i>Corynanthe paniculata</i> Welw.	Rubiaceae		nectar			51,2	0,21			GSP	09-juil
<i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) H. J. Lam	Bursaceae		nectar			79,75	0,50			GSP	16-sept
<i>Deinbollia laurentii</i> De Wild.	Sapindaceae	pollen				54,5	0,23			PSS	23-sept
<i>Dialium excelsum</i> Steyaert	Fabaceae- Caesalpinioideae	pollen				45,5	0,16			GSP	21-févr
<i>Dialium pachyphyllum</i> Harms	Fabaceae- Caesalpinioideae					82,25	0,53			GSP	11-mars
<i>Discoglypemma caloneura</i> (Pax) Prain	Euphorbiaceae		nectar			41,15	0,13			PSS	16-févr
<i>Enantia affinis</i> Exell	Annonaceae		nectar			43,95	0,15			PSS	06-janv
<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C. D. C.	Meliaceae		nectar			21,05	0,03			GSP	23-avr

Nom scientifique	Famille	Pollen	Nectar	Propolis	Nombre	DHP (cm)	m ² /ha	Dmin (cm)	Dmax (cm)	Saison	Date PIC
<i>Eriocelum microspermum</i> Gig ex Radlk.	Sapindaceae		nectar			54,25	0,23			GSP	22-sept
<i>Erythrina droogmansiana</i> De Wild. & T. Durand	Fabaceae-Faboideae	pollen				41,7	0,14			GSP	18-avr
<i>Erythrophloeum suaveolens</i> (Guill. & Perr.) Brenan	Fabaceae-Caesalpinioideae		nectar			38,45	0,12			GSP	12-oct
<i>Funtumia elastica</i> (P. Preuss) Stapf	Apocynaceae		nectar			58,1	0,27			GSS	18-juil
<i>Ganophyllum giganteum</i> (A. Chev.) Hauman	Sapindaceae		nectar			66,25	0,34			PSS	26-ianv
<i>Garcinia epunctata</i> Stapf	Clusiaceae		nectar			23,9	0,04			PSS	12-ianv
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Hypericaceae		nectar			40,65	0,13			GSS	08-mai
<i>Hexalobus crispiflorus</i> A. Rich.	Annonaceae		nectar			71,1	0,40			GSP	21-mars
<i>Holoptelea grandis</i> (Hutch.) Mildbr.	Ulmaceae		nectar			39,7	0,12			GSP	04-déc
<i>Hua gabonii</i> Pierre ex De Wild.	Huaceae		nectar			35,35	0,10			PSS	25-ianv
<i>Hydodendron gabunense</i> Taub.	Fabaceae-Caesalpinioideae	pollen				39,15	0,12			PSS	23-févr
<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	Euphorbiaceae		nectar			19,85	0,03			GSS	25-juil
<i>Irvingia grandifolia</i> (Engl.) Engl.	Irvingiaceae		nectar			25	0,05			PSS	02-ianv
<i>Isolona dewevrei</i> (De Wild. & T. Durand) Engl. & Diels	Annonaceae		nectar			21	0,03			PSS	21-ianv
<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	Irvingiaceae		nectar			56,65	0,25			GSP	16-déc

[...]

[...]

Nom scientifique	Famille	Pollen	Nectar	Propolis	Nombre	DHP (cm)	m ² /ha	Dmin (cm)	Dmax (cm)	Saison	Date PIC
<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.	Meliaceae		nectar			73,45	0,42			PSS	06-févr
<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	Meliaceae		nectar			17,2	0,02			PSS	05-févr
<i>Macaranga monandra</i> Müll.Arg	Euphorbiaceae		nectar			55,4	0,24			GSP	03-mars
<i>Maranthus glabra</i> (Oliv.) Prance	Chrysobalanaceae		nectar			18,1	0,03			GSP	12-nov
<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K. Schum. ex Engl.	Bignoniaceae		nectar			18,8	0,03			GSS	20-août
<i>Microdesmis puberula</i> Hook. f. ex Planch.	Pandaceae		nectar			10,35	0,01			GSP/GSS	10-mars
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae		nectar			26,1	0,05			GSP	07-mars
<i>Monodora angolensis</i> Welw.	Annonaceae		nectar			32,2	0,08			PSS	06-févr
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	Moraceae		nectar			82	0,53			PSS	30-janv
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	Moraceae		nectar			23,75	0,04			GSS	23-août
<i>Newtonia leucocarpa</i> (Harms) G. C. Gilbert & Boutique	Fabaceae-Mimosoideae		nectar			23,9	0,04			GSP	17-oct
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv.	Salicaceae		nectar			23,9	0,04			PSS	18-janv
<i>Ongokea gore</i> (Hua) Pierre	Olacaceae		nectar			47,1	0,17			GSP	21-sept
<i>Parkia filicoidea</i> Welw. ex Oliv.	Fabaceae-Mimosoideae		nectar			54	0,23			GSP	02-mars
<i>Paropsia braunii</i> Gilg.	Passifloraceae		nectar			39,25	0,12			GSP	05-nov
<i>Pausinystalia macroceras</i> (K. Schum.) Pierre	Rubiaceae	pollen	nectar			36,8	0,11			GSP	12-août

Nom scientifique	Famille	Pollen	Nectar	Propolis	Nombre	DHP (cm)	m ² /ha	Dmin (cm)	Dmax (cm)	Saison	Date PIC
<i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild. & T. Durand	Fabaceae- Mimosoideae	pollen	nectar			70,5	0,39			GSP	08-oct
<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.	Fabaceae- Mimosoideae		nectar			57,25	0,26			GSS	18-sept
<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben	Lecythidaceae		nectar			88,7	0,62			PSS	15-févr
<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook. f.) Brenan	Fabaceae- Mimosoideae		nectar			84,15	0,56			GSP	19-déc
<i>Prioria balsamifera</i> (Vermoesen) Breteleur	Fabaceae- Caesalpinoideae		nectar			88,8	0,62			PSS	05-févr
<i>Prioria oxiphylla</i> (Harms)	Fabaceae- Caesalpinoideae		nectar			63	0,31			GSP	16-oct
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich.) Engl.	Anacardiaceae		nectar			80,1	0,50			PSS	17-févr
<i>Pteleopsis hylodendron</i> Mildbr	Combretaceae		nectar			74,75	0,44			GSS	15-juil
<i>Pterocarpus tinctorius</i> Welw.	Fabaceae-Faboideae		nectar			69,7	0,38			GSP	25-août
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	Myristicaceae		nectar			80,65	0,51			GSP	02-août
<i>Quassia undulata</i> (Guill. & Perr.) D. Dietr.	Simaroubaceae		nectar			89,9	0,63			GSP	22-déc
<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex Heckel	Euphorbiaceae		nectar			63,4	0,32			GSP	12-mars
<i>Scottellia klaineana</i> Pierre	Flacourtiaceae		nectar			70	0,38			GSP	01-avr
<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb.	Myristicaceae		nectar			63	0,31			GSP	27-août
<i>Sterculia bequaertii</i> De Wild.	Sterculiaceae		nectar			54,6	0,23			GSP	29-mai

[...]

[...]

Nom scientifique	Famille	Pollen	Nectar	Propolis	Nombre	DHP (cm)	m ² /ha	Dmin (cm)	Dmax (cm)	Saison	Date PIC
<i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f.	Oleaceae		nectar			85,2	0,57			GSP	04-déc
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Clusiaceae		nectar			127,4	1,27			GSP	13-nov
<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.	Apocynaceae		nectar			60,6	0,29			GSS	17-juin
<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Combretaceae		nectar			80,2	0,51			GSS	24-mai
<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schumacher & Thonn.) Taub	Fabaceae-Mimosoideae		nectar			41,05	0,13			GSS	29-juil
<i>Tetrorchidium dialymostemon</i> (Baill.) Pax & K. Hoffm.	Euphorbiaceae		nectar			58,5	0,27			GSP	25-avr
<i>Trichilia gigiana</i> Harms	Meliaceae		nectar			40,45	0,13			GSP	29-août
<i>Trichoscypha acuminata</i> Engl.	Anacardiaceae	pollen				25,25	0,05			GSP	14-nov
<i>Trilepisium madagascariense</i> D. C.	Moraceae	pollen				30,5	0,07			GSP	24-nov
<i>Vitex welwitschii</i> Gürke	Verbenaceae	pollen				28,6	0,06			GSS	31-mai
<i>Xylopia wilwerthii</i> De Wild. & T. Durand	Annonaceae	pollen				22,3	0,04			PSS	18-févr
<i>Zanha goulungensis</i> Hiern	Sapindaceae	pollen				30,8	0,07			GSP	05-nov
<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild) P. G. Waterman	Rutaceae	pollen				32,6	0,08			PSS	28-janv

DHP : diamètre à hauteur de poitrine, Dmin : diamètre minimum, Dmax : diamètre maximum, m²/ha : surface terrière. GSP : grande saison des pluies, PSS : petite saison des pluies.