



UNIVERSITÉ DU BURUNDI

GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI

Dépôt institutionnel officiel

<https://repository.ub.edu.bi>

Etude ethnoécologique des abeilles sans dard Meliponula (Apidae, Hymenoptera) dans le Parc National de la Ruvubu

**Nikiza, Alexis; Sous la direction de : Dr Déogratias Nduwarugira; Ir Longin
Ndayikeza, Msc**

2020-10

UB, FS

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2408>

UNIVERSITE DU BURUNDI



FACULTE DES SCIENCES
MASTER EN SCIENCES ET GESTION INTEGREE DE
L'ENVIRONNEMENT

Etude ethnoécologique des abeilles sans dard, *Meliponula* (Apidae, Hymenoptera) dans le Parc National de la Ruvubu

par

Alexis NIKIZA

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

Diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement

Option : Gestion des Ressources Naturelles

Sous la direction de : M., Dr Déogratias NDUWARUGIRA (Promoteur)
M., Ir Longin NDAYIKEZA Msc (Co-promoteur)

COMPOSITION DU JURY

Professeur Gaspard NTAKIMAZI (Président)
Professeur Claver SIBOMANA (Secrétaire)
Docteur Déogratias NDUWARUGIRA (Promoteur)
Ir Longin NDAYIKEZA Msc. (Co-promoteur)

Bujumbura, octobre 2020

DEDICACE

Je dédie ce travail :

À mes chers parents,

À mes chers frères et sœurs,

À ma chère épouse et nos chers enfants,

À tous les membres du corps enseignant qui ont œuvré à mon épanouissement intellectuel.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, c'est une heureuse opportunité pour moi de pouvoir exprimer mes sincères remerciements à toute personne qui, de près ou de loin, a contribué à sa réalisation.

Mes vifs remerciements et profonds sentiments de reconnaissance s'adressent d'abord au Dr Déogratias NDUWARUGIRA, Professeur à l'Université du Burundi, Promoteur et Directeur de ce mémoire, grâce à son accompagnement, ses remarques pertinentes, ses analyses critiques et objectives et surtout sa disponibilité.

Je tiens à remercier vivement Ir Longin NDAYIKEZA Msc., de l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE), Co-promoteur de ce mémoire, pour ses remarques et suggestions constructives qu'il n'a cessées de me prodiguer pour la réussite de ce travail.

J'exprime ma profonde reconnaissance à la Direction Générale de l'OBPE qui m'a appuyé durant la réalisation de ce travail, en m'octroyant l'autorisation de faire mes recherches dans le Parc National de la Ruvubu (PNRu) et en prenant en charge mon séjour sur terrain ainsi que l'analyse des échantillons de sol au laboratoire. Je dis aussi grand merci à feu Benoît Nzigidahera pour m'avoir encouragé à faire cette formation.

Je serais ingrat de ne pas remercier les personnes qui m'ont aidé pendant les travaux de terrain. Je pense spécialement à Marc BAKUNDINTWARI, Chef du PNRu, SABITI Feruzi, Chef du secteur Gasave (RGI) et les gardes du secteur Gasave de ce Parc à savoir Isaïe MISIGARO, Fabien NDAGIJIMANA, Diomède NSABUMUGANWA et Martin MUDENDE qui ont accepté chaque fois que de besoin, même sous la pluie, de me servir de guide et d'appui dans la jungle au milieu des buffles et des serpents lors des missions de collecte des données de terrain.

Je remercie la Direction Générale de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) pour avoir accepté d'analyser mes échantillons et de m'avoir accordé l'accès au laboratoire pour suivre les différentes étapes des analyses. Je dis particulièrement Grand Merci à Madame Elena SEMENOVA Responsable du Laboratoire d'analyse des sols et produits agro-alimentaires de l'ISABU et au laborantin Samuel NGEZAHAYO pour la bonne collaboration dans le suivi des différentes étapes d'analyse des échantillons.

Je remercie mille fois mes chers parents (mon cher père Charles BANYOMA et ma regrettée chère mère Innocente NYANDWI), mes frères et sœurs pour toutes les peines et sacrifices encourus depuis ma naissance jusqu'à ce jour dans le seul souci de me voir émergé. Que ma satisfaction à tous ces égards soit pour vous une fierté sans égale.

Merci beaucoup à mes parents, famille, collègues de classe et amis. Votre soutien et vos encouragements m'ont permis de tenir le coup jusqu'au bout de cette formation.

Enfin, une mention spéciale revient très chaleureusement à ma chère épouse Joselyne MAJAMBERE, elle qui a pu supporter avec courage et abnégation les responsabilités familiales et l'éducation de nos enfants, Maëva Holly NIKIZA, Kim Uriel IRAMBONA et Michaël Liam ISHIMWE. Qu'elle découvre en l'aboutissement de ce travail le fruit de sa patience et surtout de sa bonne compréhension.

Alexis NIKIZA

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO	: Food and Agriculture Organization
GPS	: Global Positioning System
INECN	: Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature
ISABU	: Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
MEEATU	: Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (Burundi)
OBPE	: Office Burundais pour la Protection de l'environnement
PNRu	: Parc National de la Ruvubu
RD	: Rive droite
RG	: Rive gauche
SNPA-DB	: Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Diversité Biologique
TAM	: Termitière avec mélipones
TSM	: Termitières sans mélipones
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature

LISTE DE TABLEAU ET FIGURES

Tableau

Tableau 3. 1. Indices de diversité pour TAM et TSM	15
--	----

Figures

Figure 1. 1. Distribution mondiale des mélipones	4
Figure 2. 1. Localisation des sites d'échantillonnage	8
Figure 3. 1. Comparaison des paramètres physico-chimiques du sol entre termitières avec Meliponula (TAM) et les termitières sans Meliponula (TSM).....	17
Figure 3. 2. Importance de <i>Plebeina armata</i>	19
Figure 3. 3. Période favorable pour la récolte du miel de <i>Plebeina armata</i>	20
Figure 3. 4. Adhésion des enquêtés à la méliponiculture	21

RÉSUMÉ

Les abeilles sont menacées notamment par la destruction de leur habitat à la recherche du miel. De plus, les aspects liés à leur ethnoécologie restent peu documentés dans de nombreuses régions d'Afrique dont le Burundi. Cette étude menée au Parc National de la Ruvubu vient contribuer à la conservation des abeilles sans dard ou mélipones dans le reste des écosystèmes naturels du Burundi. Les termites associés aux habitats des mélipones ont été prélevés. En plus, pour déterminer les conditions physicochimiques de leur habitat, des spécimens de sol ont été prélevés sur des termitières associées aux mélipones. Puis, une enquête ethnoécologique a été menée auprès de la population locale pour identifier leurs connaissances traditionnelles sur l'écologie et les usages liés aux mélipones.

Les résultats de notre étude montrent que les mélipones sont associées aux termitières des Macroterminae probablement à la recherche des conditions optimales d'humidité et de température, mais aussi d'une protection contre les prédateurs. Les paramètres physicochimiques des sols des termitières montrent une teneur élevée en argile et en limon pour les termitières abritant les mélipones que celles sans mélipones. En effet, les termites qui construisent des nids ont particulièrement besoin d'argile et d'autres matériaux colloïdaux notamment du limon pour construire des habitats forts qui leur servent probablement à assurer leur sécurité contre les prédateurs et la fluctuation des conditions thermiques. La population locale donne des informations détaillées sur l'écologie, l'usage alimentaire et médicinal du miel des mélipones ainsi que l'usage de leur cire. Toutefois, l'importance des mélipones dans la pollinisation des plantes est presque méconnue localement. Ces différentes informations collectées durant cette étude constituent une base de données de taille pour la conservation des mélipones.

Mots clés : Biodiversité, mélipones, ethnoécologie, Parc National de la Ruvubu

SUMMARY

Bees are threatened in particular by the destruction of their habitat in search of honey. In addition, aspects related to their ethnoecology remain poorly documented in many parts of Africa, including Burundi. This study, carried out in the Ruvubu National Park, contributes to the conservation of stingless bees in the rest of Burundi's natural ecosystems. Arthropods associated with the habitats of stingless bees were collected. In addition, to determine the physicochemical conditions of their habitat, soil specimens were taken from termite mounds associated with stingless bees. Then, an ethnoecological survey was carried out among the local population to identify their traditional knowledge on the ecology and uses related to stingless bees.

The results of our study show that stingless bees are associated with termite mounds of Macroterminae probably in search of optimal humidity and temperature conditions, but also protection against predators. The physicochemical parameters of termite mound soils show a high content of clay and silt for termite mounds sheltering stingless bees than those without stingless bees. Indeed, termites that build nests have a particular need for clay and other colloidal materials including silt to build strong habitats that they probably use to keep them safe from predators and fluctuating thermal conditions. Local people provide detailed information on the ecology, food and medicinal use of honey from stingless bees, as well as the use of their wax. However, the importance of stingless bees in plant pollination is almost unknown locally. These various pieces of information collected during this study constitute an important database for the conservation of stingless bees.

Key words: Biodiversity, stingless bees, ethnoecology, Ruvubu National Park

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES ABREVIATIONS	iii
LISTE DE TABLEAU ET FIGURES.....	iv
RÉSUMÉ.....	v
TABLE DES MATIERES.....	vi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS SUR LES MÉLIPONES.....	3
I.1. Systématique & distribution géographique.....	3
I.2. Ecologie des mélipones.....	4
I.2.1. Introduction.....	4
I.2.2. Choix de l'emplacement du nid et techniques de sa construction	5
I.3. Activités des mélipones.....	5
I.4. Importance des mélipones.....	6
I.5. Ennemis des mélipones, leurs moyens de défense et agressivité.....	6
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES	7
II.1. Zone d'étude	7
II.1.1. Localisation	7
II.1.2. Hydrologie	8
II.1.3. Relief	9
II.1.4. Pédologie	9
II.1.5. Climat	10
II.1.6. Flore.....	10
II.1.7. Faune	11
II.1.8. Démographie et principales activités autour du PNRu.....	11
II.2. Collecte des données	12
II.2.1. Echantillonnage des termites associés aux mélipones.....	12
II.2.2. Echantillonnage du sol des termitières	12

II.2.3. Enquête ethnoécologique.....	13
II. 3. Analyse des données	13
II.3.1. Identification et diversité des termites associés aux Mélipones	13
II.3.2. Analyse du sol.....	14
II.3.3. Enquête ethnoécologique.....	14
CHAPITRE III. PRESENTATION DES RESULTATS.....	15
III.1. Termites associés à <i>Plebiena armata</i> dans la zone d'étude.....	15
III.2. Paramètres physicochimiques du sol des habitats de mélipones dans la zone d'étude...	15
III.3. Ethnoécologie des mélipones autour du PNRu	18
III.3.1. <i>Plebeina armata</i> dans la termitière	18
III.3.2. Importance de <i>Plebeina armata</i> et usages de ses produits.....	19
III.3.3. Période favorable pour la récolte du miel de <i>Plebeina armata</i>	20
III.3.4. Niveau d'adhésion des enquêtés à la méliponiculture	20
III.3.5. Menaces contre <i>Plebeina armata</i>	21
CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS.....	22
IV.1. Termites associés à <i>Plebiena armata</i>	22
IV.2. Facteurs physicochimiques du sol des habitats des mélipones.....	22
IV.3. Aspects ethnoécologique des mélipones au tour du PNRu.....	23
CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS	26
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28
ANNEXES.....	34

INTRODUCTION GENERALE

La biodiversité fournit des biens et des services indispensables à la survie de l'humanité. Cette biodiversité se trouve dans des écosystèmes dont le maintien de leur fonctionnement et des services qu'ils nous rendent constituent une préoccupation pour plusieurs scientifiques et adeptes du développement durable (Hooper & *al.*, 2005).

Au niveau de l'évolution et de la biodiversité, l'activité pollinisatrice des abeilles a contribué de manière importante à l'expansion et à la diversification des plantes à fleurs, qui représentent aujourd'hui près de 80% des végétaux sur Terre (William & *al.*, 2016). De plus, les pollinisateurs influencent fortement les relations écologiques, la conservation des écosystèmes et leur stabilité, la variation génétique dans la communauté des plantes, la diversité florale, la spéciation et l'évolution (FAO, 2010).

Une proportion substantielle des cultures mondiales repose sur la pollinisation par les insectes, mais pour beaucoup, nous n'avons que peu ou pas d'informations sur les pollinisateurs les plus efficaces. La gestion des pollinisateurs s'est traditionnellement concentrée exclusivement sur une seule espèce, l'abeille domestique, *Apis mellifera*. Pourtant, cette abeille n'est pas capable de polliniser adéquatement certaines cultures. Les populations naturelles d'espèces d'abeilles sauvages et d'autres insectes contribuent probablement grandement à la pollinisation de nombreuses cultures. Pourtant, nombre de ces insectes ont considérablement diminué au cours des 50 dernières années en raison de l'intensification de l'agriculture. Il semble certain que le rendement de certaines cultures est maintenant limité par une pollinisation inadéquate, et que les possibilités de diversification vers de nouvelles cultures peuvent être réduites en raison du manque de pollinisateurs appropriés (Goulson , 2003). Ainsi, les scientifiques et les agriculteurs du monde entier s'inquiètent de la diminution importante et progressive des populations des pollinisateurs et du déclin de leur diversité depuis plusieurs années (Jeroen & Nora, 2016).

Au Burundi, environ 100 espèces d'abeilles sont connues et visitent les fleurs pour la pollinisation des plantes des milieux agricoles et forestiers. C'est *Apis mellifera* ou abeille domestique qui est la plus abondante, suivie de *Meliponula beccarii* Gribodo 1890 et la récolte du miel des mélipones est connue dans tous les écosystèmes du Burundi, notamment par les populations Batwa (Nzigidahera & Fofu, 2010). Concernant les mélipones déjà identifiées au Burundi, le Parc National de la Ruvubu (PNRu), la plus grande aire protégée du Burundi et appartenant à la Catégorie II suivant la classification de l'UICN (1994), vient en tête avec un

effectif totalisant à peu près la moitié des espèces collectées dans les autres aires protégées du pays (Mpawenimana & al., 2014).

Pour ce qui est du haricot qui est la culture vivrière la plus rependue au Burundi, il est haricot pollinisé principalement par les *Xylocopes* et connaîtrait une diminution des rendements si les écosystèmes sont dominés par l'abeille mellifère. Ainsi, les mélipones seraient de grands pollinisateurs de petites espèces de cette famille et surtout celles rudérales à petites fleurs comme *Aspilia pluriseta*, *Tithonia diversifolia* et *Galinsoga parviflora* dont la pollinisation par les autres abeilles comme *Apis mellifera* serait moins efficace voire impossible (Nzigidahera & Fofu, 2010, Ndayikeza & al., 2014).

L'office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE) a fait un essai de meliponuculture avec l'espèce *Plebiena armata* au PNRu mais n'a pas réussi. Il s'est avéré nécessaire de recueillir préalablement des connaissances des communautés locales ainsi que des données écologiques utiles sur cette espèce afin de faire des essais de sa domestication.

Objectifs de l'étude

L'objectif global de cette étude est de contribuer à la compréhension de l'écologie de *Plebiena armata* pour sa conservation au Burundi.

De façon spécifique, il s'agira de :

- Déterminer les termites associés aux habitats de *Plebiena armata* au PNRu ;
- Déterminer les paramètres physicochimiques des habitats de *Plebiena armata* au PNRu et
- Inventorier les savoirs traditionnels liés aux mélipones auprès des populations riveraines du PNRu.

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS SUR LES MÉLIPONES

I.1. Systématique & distribution géographique

Environ 20 000 espèces d'abeilles sont connues aujourd'hui et du point de vue de leur organisation sociale, les abeilles sont subdivisées en abeilles solitaires et en abeilles sociales. Les *Apini* et les *Meliponini* (*Anthophila* : Apidae) regroupent l'ensemble des espèces d'abeilles dites hautement eusociales (Michener, 2007).

Les abeilles dites « eusociales » se distinguent de leurs semblables par la complexité de leurs nids, l'organisation en castes avec des différences génétiques et une reproduction haplodiploïde (Reyes-Novelo & *al.*, 2009).

Ainsi, trois groupes d'Hyménoptères eusociaux produisent du miel : les abeilles domestiques, les Bombidae (bourdons) et les Meliponini (mélipones) (Champenois, 2011).

Les Mélipones sont des abeilles qui ont la particularité de ne pas avoir de dard d'où leur nom « abeilles sans dard ». En fait, le dard existe mais il est atrophié ; en revanche si elles ne piquent pas elles mordent, et certaines espèces peuvent avoir un comportement agressif (Samuel, 2014). Elles sont principalement abondantes dans les régions tropicales et subtropicales d'Amérique du Sud, d'Afrique, d'Australie et certaines régions de l'Asie du sud (Moses, 2009).

Systématiquement, les abeilles mélipones appartiennent à la famille des Meliponini et à la sous-famille des Meliponinaea qui regroupent près de 500 espèces (Michener, 2013). Elles auraient une origine africaine mais leur centre de diversité est en Amérique latine (Daly & *al.*, 1998).

En Afrique, 21 espèces de Meliponini ont été répertoriées et réparties en six genres : *Cleptotrigona*, *Dactylurina*, *Hypotrigona*, *Liotrigona*, *Meliponula* et *Plebeina* (Eardley, 2004 ; Eardley & *al.*, 2009). Bien que les *Meliponini* soient présents dans les savanes, de nombreuses espèces nichent principalement dans les zones boisées. Les espèces forestières, telles que *Meliponula beccarii* (Gribodo) & *Meliponula bocandei* (Spinola), nichent dans le sol ou dans les arbres (Kajobe, 2007a ; Mogho Njoya, 2009).

Les espèces d'abeilles africaines sans dard sont particulièrement en danger, elles déclinent dans leur habitat naturel à cause des cueilleurs du miel gâchant les couvées de la colonie en l'abandonnant après la récolte du miel (Raina & *al.*, 2006).

Selon ce dernier auteur, en Afrique, le miel des mélipones est notamment utilisé pour des rituels traditionnels, en médecine traditionnelle et comme nourriture.

Les mélipones étaient déjà présentes sur Terre, il y a 80 millions d'années, avant la séparation des différents continents. On retrouve ces abeilles dans toutes les régions tropicales, en Afrique, en Amérique, en Asie, en Australie et à Madagascar (Figure 1) (Champenois, 2011). La figure 1 montre la distribution mondiale des mélipones selon Sakagami (1982).

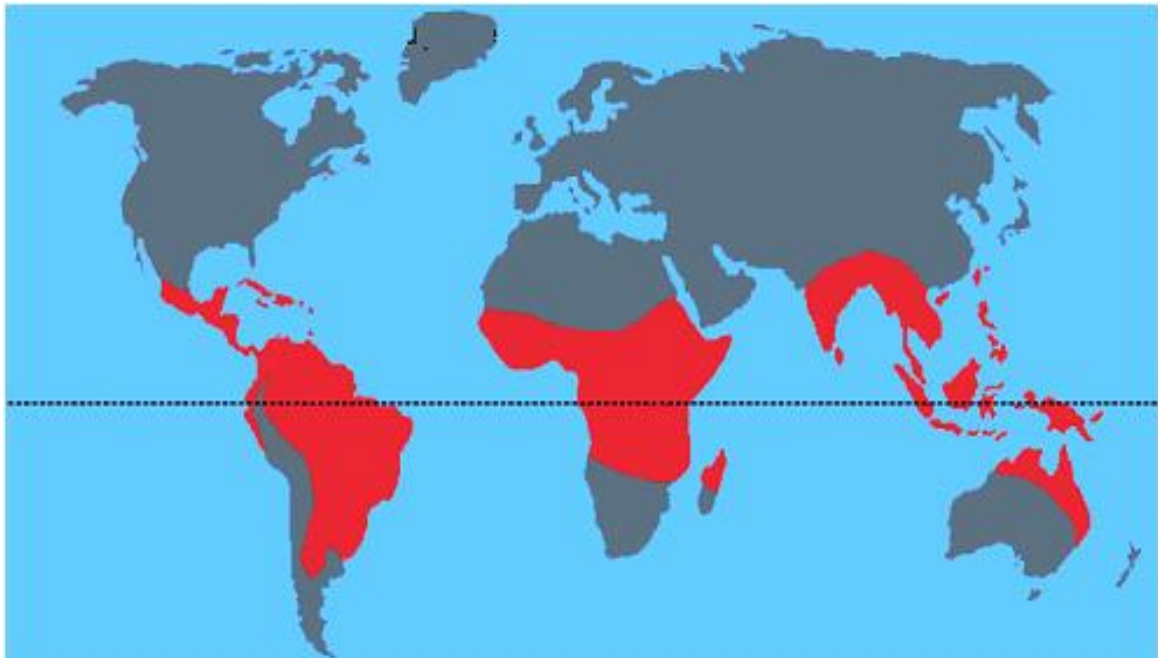


Figure 1. 1. Distribution mondiale des mélipones

I.2. Ecologie des mélipones

I.2.1. Introduction

Comme tous les autres organismes vivants, les mélipones vivent et interagissent avec leur environnement naturel y compris les éléments vivants et non vivants de leurs habitats (Kwapong & *al.*, 2010). Les facteurs environnementaux qui influencent la densité de nombreux Meliponini comprennent la disponibilité de nourriture, les sites de nidification et la prédation (Michener, 1974). La densité des colonies de mélipones est généralement de 1 à 3 colonies / ha, provoquant le chevauchement des aires d'alimentation des colonies (Michener, 1946). Toutes les mélipones sont sociales et vivent ensemble en colonies. L'organisation sociale au sein d'une colonie est composée d'une seule reine, quelques centaines de faux bourdons et plusieurs milliers d'ouvriers (Kwapong & *al.*, 2010).

I.2.2. Choix de l'emplacement du nid et techniques de sa construction

Les mélipones aménagent des nids qui les protègent contre les intempéries et les visiteurs indésirables. On trouve quelques types de nids souterrains ou encore aériens fixés à des branches, inclus dans la végétation ou bien accrochés à des murs. Les espèces terricoles peuvent utiliser de vieux nids de termites, de fourmis, de rongeurs, dont la profondeur peut varier entre quelques centimètres et plusieurs mètres. Chez les formes arboricoles, ce sont de vieux nids de guêpes ou d'oiseaux qui sont aménagés (Darchen, 1961).

Notre étude a porté sur les mélipones qui utilisent de vieux nids de termites.

Ces abeilles utilisent divers matériaux naturels pour la construction du nid. Une fois qu'une cavité est localisée, les ouvriers d'une colonie utiliseront des gommages, des résines et de la cire pour construire un nid. Chez certaines espèces d'mélipones, du sable et de la boue peuvent être ajoutés au propolis et à la cire pour la construction du nid (Kwapong & *al.*, 2010).

Par ailleurs, les mélipones ont des comportements diversifiés en ce qui concerne les habitats et les matériaux utilisés pour la nidification. La majorité des espèces sont terricoles c'est-à-dire qu'elles creusent leur nid dans le sol. Certaines espèces, dites cavicoles, utilisent des cavités telles que les tiges creuses, les trous dans le bois mort, ou même les coquilles d'escargot vides (Fabre, 2017).

I.3. Activités des mélipones

Il semble que les mélipones soient d'excellents pollinisateurs. Toutefois, à la manière des bourdons, il leur arrive de perforer les corolles pour atteindre plus facilement les nectaires (Darchen, 1961). Selon ce dernier auteur, certains mélipones ne commencent à butiner qu'assez tard vers 10 heures du matin ou même à midi. D'autres, au contraire, prennent leur activité à l'extérieur de la ruche très tôt le matin. Après 17 heures, aucun insecte ne sort du nid (Darchen, 1961). Michener (1974) note que la plupart des espèces sont inféodées à certaines plantes très précises.

Selon ce dernier auteur, les saisons sèches sont des conditions environnementales défavorables pour les abeilles, et par conséquent l'activité de la colonie diminue. La reine réduit la ponte, de sorte que les abeilles élèvent peu de couvain. Michener (1974) a signalé que les conditions défavorables pour les abeilles se produisent à différentes périodes et peuvent être causées par différents facteurs tels que la température tombant si bas que l'activité de la colonie est réduite.

I.4. Importance des mélipones

Les mélipones sont importantes à plusieurs égards. Ceux-ci incluent leur rôle dans la reproduction des plantes par pollinisation, production de miel médicinal et alimentaire, et d'autres produits de la ruche comme la cire ainsi que leur valeur esthétique. Les mélipones peuvent être utilisées dans la recherche ainsi que pour l'écotourisme (Kwapong & *al.*, 2010).

I.5. Ennemis des mélipones, leurs moyens de défense et agressivité

Dans leurs habitats et leurs écosystèmes, les mélipones interagissent avec leur environnement biotique et abiotique et sont influencés par ce dernier. Elles comptent de nombreux parasites et prédateurs qui s'attaquent aussi bien aux réserves des nids qu'aux individus eux-mêmes. Citons parmi les ennemis les plus courants : les guêpes, les araignées, les fourmis, les blattes, etc (Darchen, 1961), les araignées, les crapauds, les lézards, les oiseaux et les singes et quelques coléoptères qui vivent autour ou à l'intérieur de leurs ruches, la mouche phoride dont les larves détruisent toute la colonie et diverses espèces de papillons (Kwapong & *al.*, 2010).

Selon ce dernier auteur, l'homme est l'un des ennemis des mélipones le plus dangereux. En effet, en plus du vol de leurs produits de ruche, ce dernier utilise le feu pour dénicher les colonies, détruit leur habitat par l'agriculture, l'exploitation forestière et de bois. L'homme pulvérise également des pesticides dangereux dans l'environnement et sur les cultures, qui tuent les abeilles ou contaminent leurs sources de nourriture.

Face à ces différents ennemis, les mélipones ont développé des stratégies de protéger leurs nids contre les intrus extérieurs. Chez certaines espèces, les gardiennes se tiennent en permanence au seuil des tunnels d'entrée. Elles se relayent au cours de la journée et de la nuit ; d'autres même simplifient le problème en bouchant les orifices à la tombée du jour. Les gros insectes qui réussissent parfois à s'introduire à l'intérieur des nids sont souvent pris à parti par les mélipones qui les enduisent d'un liquide transparent. Englués, puis dépecés, ils sont finalement jetés à l'extérieur. L'agressivité des mélipones est très différente d'une espèce à l'autre (Darchen, 1961).

L'aiguillon atrophié des mélipones étant non fonctionnel, celles-ci possèdent divers moyens de défense ou d'attaque à l'égard de leurs ennemis (Darchen, 1961). Selon ce dernier auteur, contre l'homme par exemple certaines utilisent leurs mandibules pour mordiller et harceler les parties du corps qu'elles peuvent atteindre. D'autres ont des morsures venimeuses ou secrètent des liquides malodorants qui constituent un moyen de défense.

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Zone d'étude

II.1.1. Localisation

Les sites d'échantillonnage de travail sont localisés au PNRu, la plus grande aire protégée du Burundi. Il est situé au nord-est du pays, entre 2° 54 'et 3° 22' de latitude sud et entre 30° 6 'et 30° 33' de longitude est. Le Parc s'étale sur 4 provinces à savoir Karusi et Muyinga à l'ouest, Ruyigi et Cankuzo à l'est (Figure 2), et il occupe une superficie de 50800 ha, soit environ 1,8% du territoire national (Nzigidahera, 2000).

Le PNRu est subdivisé en 4 secteurs à superficie inégale avec prédominance des 2 secteurs des rives droites qui constituent 71 % de l'aire du parc. Ces secteurs sont définis en rapport avec la rivière Ruvubu comme axe mitoyen longitudinal du parc et l'appartenance aux 4 provinces limitrophes (MEEATU, 2014) :

- RG I : secteur d'une superficie de 9.500 ha répartis sur les communes Buhinyuza et Mwakiro de la province de Muyinga ;
- RG II : secteur d'une superficie de 5.000 ha répartis sur les communes Mutumba et Nyabikere de la province de Karusi ;
- RD I : secteur d'une superficie de 23.200 ha répartis sur les communes Cankuzo et Kigamba de la province de Cankuzo ;
- RD II : secteur d'une superficie de 13.100 ha répartis sur les communes Butezi et Bweru de la province de Ruyigi.

Nos sites d'échantillonnage se limitent au niveau du RG I qui représente 45 % du PNRu, soit près de la moitié de cette aire protégée.

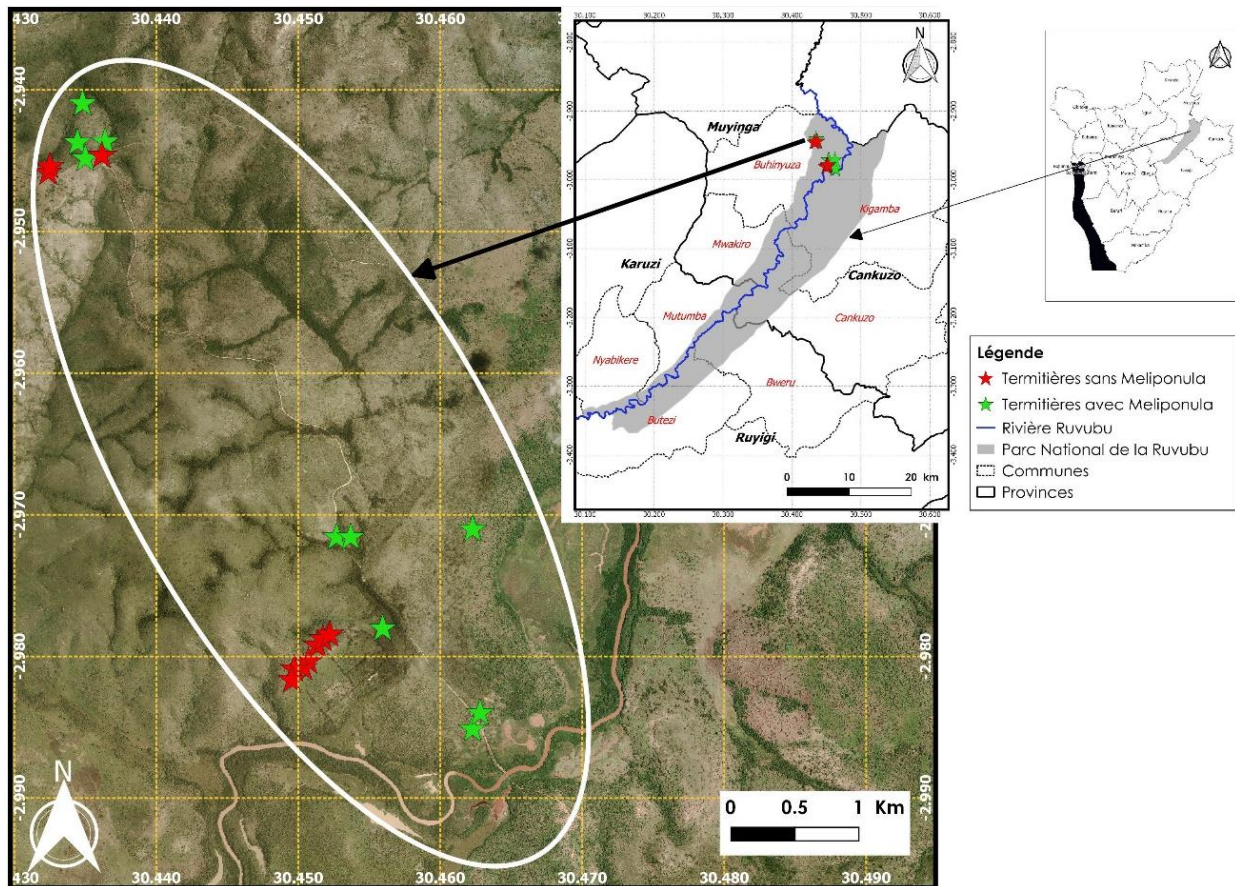


Figure 2. 1. Localisation des sites d'échantillonnage

II.1.2. Hydrologie

La rivière Ruvubu, littéralement « Rivière des hippopotames » du même nom que le parc, constitue le principal cours d'eau du réseau hydrographique du PNRu. Elle traverse le parc dans toute sa longueur et forme son axe principal. Rejoignant au Nord-Est du Burundi la rivière Akagera avant que celle-ci se jette dans le lac Victoria, la rivière Ruvubu constitue l'affluent le plus méridional du fleuve Nil (Masharabu, 2011).

Le PNRu est très bien irrigué, particulièrement dans ses parties basses et en saison des pluies. Les chaînes de montagnes et collines bordant la grande vallée de la Ruvubu ainsi que celles se trouvant à l'intérieur du parc représentent en effet d'importantes aires de captage d'eau alimentant les nombreux affluents et sous-affluents de la Ruvubu. Les plus connus de ces affluents sont Bunywana, Gicaki, Gihinde, Kanyomvyi, Kayongozi, Mukarago, Nyamunazi et Kivogo. De plus, dans la régulation de l'écoulement de l'eau, les galeries forestières du parc, et notamment celles des affluents qui coulent dans les ravins et les vallées secondaires et tertiaires, jouent un rôle primordial (MEEATU, 2014).

Ces galeries forestières permettent ainsi un approvisionnement de la Ruvubu en eau à travers toute l'année, y compris en saison sèche. Le PNRu également compte beaucoup de flats inondés et inondables. Ils sont nombreux pendant la saison des pluies mais ne tarissent pas toutes en saison sèche. Ces étangs et mares, qui varient beaucoup en taille, quantité et qualité de leurs eaux, sont disséminés le long de la Ruvubu. Ils sont le résultat des précipitations accrues, crues de la Ruvubu ainsi que de bras de cette dernière, coupés du cours principal de la rivière (MEEATU, 2014).

II.1.3. Relief

Le PNRu, se situe dans les hauts plateaux. Il est en partie situé dans la vallée de la Ruvubu entre deux chaînes de montagnes parallèles orientées dans le sens sud-ouest et nord-est dont le fond est situé entre 1350 et 1400m d'altitude. Les altitudes du PNR sont comprises entre 1350 et 1836m. De part et d'autre de la Ruvubu se trouvent des collines à sommets en plateau. Ce relief joue un rôle très important dans la structure du paysage. Le Parc apparaît constitué de vallées à sommets escarpés (Vande Weghe & Kabayanda, 1992).

II.1.4. Pédologie

Les types de sols du parc sont faits des mêmes unités que les types de sols de la région ; pourtant, certains de ces types y sont plus présents. Il s'agit notamment des sols des types hygroxeroferrisols et régosols.

Les hygroxeroferrisols sont dominants dans les sites du parc de Gitaba et Musenyi. Les régosols sont même très communs dans le parc, mais sont plus représentés dans le site du parc de Kigamba à l'entrée du parc à Muremera Dan Gay in MEEATU (2014)

Du point de vue géologique, le PNRu est entièrement englobé dans les formations des séries inférieures burundaises qui ont résulté des matériaux apparentés aux schistes dans les vallées et des quartzites sur les sommets des collines. De larges intrusions granitiques surviennent dans la partie Nord du parc ainsi que dans le site du parc de Rubande, non-loin de la Ruvubu (MEEATU, 2014).

II.1.5. Climat

Il n'y a pas d'informations climatologiques qui aient été systématiquement collectées sur le parc, ce qui rend nécessaire l'installation de stations météorologiques à l'intérieur de l'aire protégée. Les stations météorologiques les plus proches du parc sont celles de Cankuzo (3°17' S, 30°23' E, altitude 1652m), Karuzi (3°6' S, 30°10' E, altitude 1600m) et Musinga (2°51' S, 30°7' E, altitude 1756 m). Elles sont relativement éloignées pour fournir des tableaux pluviométriques et thermiques valides sur la situation exacte du parc (MEEATU, 2014).

Selon Masharabu (2011), il existe au PNRu une alternance entre la saison pluvieuse et la saison sèche. Celle dernière commence vers mi-mai pour se terminer aux environs de mi-août tandis que la saison pluvieuse occupe le reste de l'année. Les moyennes des températures y tournent autour de 20°C avec des variations oscillant entre 19°C et 21°C.

II.1.6. Flore

La flore vasculaire du PNRu (515 espèces réparties en 98 familles et 309 genres), dont 19% des espèces sont nouvellement signalées. La flore du PNRu représente 17% de la flore du Burundi, 5% de la flore d'Afrique Centrale (Burundi, R.D. Congo et Rwanda) et 4,8% de la flore d'Afrique Orientale. Les légumineuses (Fabaceae, Caesalpinaceae et Mimosaceae) sont les plus abondantes et représentent 14% de la flore du PNRu (Masharabu, 2011).

Selon Ndabirorere (1999), la végétation y est composée à 86% de savane avec diverses formations végétales, dont la savane boisée de *Parinari curatellifolia* et des formations forestières comprenant des galeries forestières et des forêts ouvertes.

La végétation du PNRu se caractérise par la diversification frappante de ses espèces telles que réparties sur les deux rives. Elle est classifiée comme appartenant au domaine de la flore zambézienne. Toutefois, des espèces associées au domaine guinéen et à la forêt ombrophile de type montagnard viennent augmenter la diversité végétale du parc (MEEATU, 2014). Au sujet des traits biologiques, les savanes sont dominées par des hémicryptophytes, les galeries forestières sont dominées par des phanérophytes (71%) et les marais par des géophytes (42%).

Les savanes, les galeries forestières et les marais sont dominés par des plantes anémochores à raison respectivement de 64%, 45% et 52%. Le PNRu constitue un carrefour de plusieurs éléments phytogéographiques avec une prépondérance des espèces soudano-zambéziennes en savanes (46%), des espèces de liaison dans les galeries forestières (50%) et des espèces cosmopolites dans les marais (38%) (Masharabu, 2011).

II.1.7. Faune

Le PN Ru abrite 44 espèces de mammifères appartenant à 18 familles, les plus importantes étant les Bovidae et les Viverridae (Vande Weghe & Kabayanda, 1992). Les espèces facilement observables sont *Syncerus caffer*, *Kobus ellipsifymnus defassa*, *Tragelaphus scriptus*, *Papio anubis*, *Cercopithecus aethiops* et *Colobus (Piliocolobus) badius tephrosceles* (Hakizimana, 2009).

De nombreux petits mammifères, relativement difficiles à rencontrer, sont toujours présents. Cette catégorie de vertébrés comprend notamment le lièvre, *Lepus wythei*, des chauves-souris, telle que la frugivore *Eidolon helvus*, des rongeurs comme le porc-épic *Hystrix cristata*, l'aulacode, *Thryonomys* sp. (probablement *Thryonomys swinderianus*), le rat de Gambie, *Cricetomys gambianus*, ainsi que de nombreuses espèces de souris.

Les vertébrés sont encore représentés dans le parc par les amphibiens et des poissons. Les inventaires occasionnels font état de la présence d'espèces telles que *Ptychadena uzunguensis*, *Ptychadena loveridgei*, et *Bufo maculatus* dans la classe des batraciens (SNPA-DB, 2000).

Concernant les poissons, une étude relativement importante a été réalisée par Devos (1991) et a fait état de 14 espèces, dont deux espèces de Clariidae (*Clarias gariepinus* et *Clarias liocephalus*) et une des Mastacembelidae (*Caecomastacembelus frenatus*), que les braconniers ciblent souvent.

Notons que certains animaux sont extrêmement difficiles à observer pour diverses raisons. Ils peuvent être de mœurs nocturnes (*Felis aurata*, le chat doré, *Orycteropus afer*, l'oryctérope) ou très timides, essayant toujours de ne pas se faire voir (*Panthera pardus*, le léopard, *Manis gigantea*, le pangolin géant), ou tout simplement en forte régression (*Hylochoerus meinertzhageni*, l'hylochère, *Lycaon pictus*, le lycaon (SNPA-DB, 2000).

Enfin pour les invertébrés, on dispose peu de données sur ce groupe taxonomique. Cependant une traversée du parc révèle la présence de nombreux insectes (isoptères, hyménoptères, lépidoptères diurnes et nocturnes, etc) dans les différents biotopes du parc (MEEATU, 2014).

II.1.8. Démographie et principales activités autour du PN Ru

Le PN Ru renferme d'immenses ressources végétales et animales dont l'homme s'est depuis longtemps servi à des fins diverses. Ces produits connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt et cela pour diverses raisons. D'une part, suite à la diminution du pouvoir d'achat de la majorité de la population qui l'incite à rechercher les produits gratuits de la brousse, mais aussi

l'augmentation incessante de la pression démographique qui rend rares divers produits leur donnant une relative plus-value. D'autre part, de nombreux adultes éprouvent une nostalgie de consommer des produits sauvages dont certains étaient familiers dans le jeune âge (Nzigidahera, 2008).

Parmi les facteurs qui handicapent l'équilibre écologique du PNRu, les activités humaines viennent en premier lieu. En effet, dès le début de la création du parc, l'exploitation des ressources naturelles du parc par les riverains et d'autres personnes présentes dans le lieu a été constamment enregistrée. Il s'agissait de l'allumage de feux de brousse à l'empiètement agricole, en passant par le braconnage et d'autres formes variées d'utilisations illégales des ressources naturelles du parc à savoir l'extraction d'argile par les Batwa. Il s'agissait également de la recherche des feuilles de faux palmiers pour la fabrication de paniers traditionnels, du papyrus pour la production de nattes (sorte de « tapis » traditionnels) de radeaux.

Notons enfin que la recherche du bois de construction, du bois de chauffe, des tuteurs pour la culture du haricot grimpant, des cordes végétales pour divers usages, ramassage de pailles et fourrage pour le bétail, l'exploitation d'arbres et arbustes à valeur commerciale, la recherche de plantes médicinales et de nourriture sauvage occupe une place non négligeable (MEEATU, 2014).

II.2. Collecte des données

II.2.1. Echantillonnage des termites associés aux mélipones

Les termites associés aux habitats (termitières) des mélipones ont été prélevés en cassant complètement 10 dômes les abritant et 10 dômes sans mélipones. Les termites ont été récoltés à l'aide de pinces et les spécimens conservés dans l'alcool (80%) pour identification ultérieure au laboratoire.

Le matériel de terrain comprenait également une houe, une machette pour fouiller dans le sol à la recherche des termites, un GPS pour la prise des coordonnées géographiques.

II.2.2. Echantillonnage du sol des termitières

Un échantillon de sol a été pris dans la zone entourant les nids des abeilles sur chacune des 10 termitières à mélipones et un autre sur chacun des 10 termitières sans mélipones. Au total, 20 échantillons de sol ont été pris sur des termitières.

Ces échantillons de sol ont été placés dans des sacs en plastique pour une analyse ultérieure de leurs propriétés physico-chimiques au laboratoire de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU).

II.2.3. Enquête ethnoécologique

Une enquête ethnoécologique sur les mélipones a été menée auprès de 50 apiculteurs riverains du PN Ru où les mélipones ont été identifiés, afin de relever les savoirs traditionnels qui leur sont associés.

La méthode d'échantillonnage raisonnée a été utilisée. Cette dernière implique de choisir l'enquête en fonction de sa capacité à répondre de manière fiable (Dufour & Larvière, 2012). Les enquêtés étaient tous mariés et résident en communes Kigamba, Buhinyuza et Musinga, et ils étaient répartis comme suit : hommes (62%) et femmes (38%). Quatre-vingt-huit (88) % vivaient de l'agriculture tandis que 12% étaient des salariés.

Les considérations qui ont guidé le choix des enquêtés sont :

- Le genre : 60% masculin, car traditionnellement ce sont les hommes qui pratiquaient l'apiculture ;
- L'âge : Avoir au moins 30 ans, car la personne ayant cet âge est en mesure de transmettre aisément des informations sur son secteur d'activité ;
- Etre riverain du PN Ru ;
- Les Batwa : cette catégorie de la population a été privilégiée car disposant potentiellement plus d'informations sur les mélipones, leur vie ayant été depuis longtemps dépendante de l'écosystème forestier (Nzigidahera & Fofu, 2010).

II. 3. Analyse des données

II.3.1. Identification et diversité des termites associés aux Mélipones

L'identification systématique des termites associés aux habitats des mélipones a été faite à l'aide de la clé de Bouillon & Mathot (1965) et des spécimens de référence conservés aux laboratoires de biodiversité de l'OBPE et de l'Université du Burundi.

La richesse et la diversité spécifiques des termites associés aux habitats des mélipones ont été déterminés à l'aide des indices de diversité ci-après :

1°) Indice de Fisher (a, où $S = a \cdot \ln(1 + N/a)$), où S = nombre d'espèces observées, N = nombre d'individus et a = alpha de Fisher.

L'alpha de Fisher est une mesure paramétrique de la diversité la plus populaire (Magurran, 1998) et elle suppose que l'abondance des espèces au sein d'une communauté suit la distribution log-série.

2°) Indice de Shannon (H) (Magurran, 1988) : Il sert à apprécier l'évolution de la diversité spécifique dans les habitats. Cet indice varie directement en fonction du nombre d'espèces.

$$H' = -\sum (n_i / N) \cdot \log_2 (n_i / N).$$

H' : diversité spécifique ; N : somme des effectifs des espèces ; n_i : Effectif de la population de l'espèce i.

La valeur H' égale zéro si l'ensemble contient une seule espèce, et sont égale à Log₂(S) si toutes les espèces contiennent le même nombre d'individus, sachant que les deux valeurs sont les limites d'un intervalle dans la quelle H' est variable, (BARBAULT, 1995).

3°) Indice de Simpson (S) (Morin et Findlay, 2001) :

$$\left. \begin{array}{l} S = 1 - D \\ D = \sum p_i^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Avec } S = \text{nombre d'espèces ; } p_i = \text{proportion des individus de l'espèce } i. \\ D = \text{probabilité pour que deux individus choisis au hasard appartiennent à la même espèce.} \end{array}$$

II.3.2. Analyse du sol

La comparaison des paramètres du sol : pH, conductivité électrique (CE), texture du sol (% des sables, limons et argiles) des termitières à mélipones et celles sans mélipones a été faite grâce au logiciel R 3.5.2. Des tests de Student ont été exécutés pour comparer les propriétés physicochimiques du sol des termitières à mélipones et celles sans mélipones.

II.3.3. Enquête ethnoécologique

Les données de l'enquête ethnoécologique ont été traitées suivant l'analyse descriptive des résultats avec le logiciel Excel.

La détermination des espèces de mélipones sur base des noms vernaculaires du Burundi données par les enquêtés a été faite en comparant la description des facteurs écologiques des mélipones données dans la clé de Pauly & Vereecken (2013).

CHAPITRE III. PRESENTATION DES RESULTATS

III.1. Termites associés à *Plebienna armata* dans la zone d'étude

L'échantillonnage dans les deux catégories de termitières (dômes avec *mélipones* et dômes sans *mélipones*) a permis de récolter des individus appartenant à 7 genres de termites répartis en 11 espèces dont 9 espèces sur les dômes abritant des *mélipones* et 8 espèces sur les dômes n'abritant pas de *mélipones* (Annexe 1). Les *mélipones* ont été essentiellement observées dans les nids de Macrotemitinae.

Les valeurs des indices de diversité (Fisher, Shannon et Simpson) sont légèrement élevées aux TAM par rapport aux TSM (Tableau 3.1).

Tableau 3. 1. Indices de diversité pour TAM et TSM

	Richesse spécifique	Fisher	Shannon	Simpson
TAM	9	2,64	2,92	0,84
TSM	8	2,54	2,43	0,82

III.2. Paramètres physicochimiques du sol des habitats de *mélipones* dans la zone d'étude

Les paramètres physico-chimiques du sol des termitières avec *mélipones* (TAM) et de celles sans *mélipones* (TSM) sont données, par la figure 3.1. Le Test de Student a permis de comparer les propriétés physico-chimiques du sol (argile, limon, sable, pH et conductivité électrique) au niveau de ces deux milieux d'étude (Annexe 4) :

- *pH* : on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre le pH du sol des TAM et le pH du sol des TSM ($t = 0,327$, $p = 0,75$). Le sol dans les deux milieux est acide, il est respectivement de 5,23 et 5,16.
- *Conductivité électrique (CE)* : on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre la CE du sol des TAM et la CE du sol des TSM ($t = 0,818$, $p = 0,43$). La CE dans les deux milieux est respectivement de 61,69 et 43,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Texture du sol :
 - *Argile* : on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre la teneur en argile du sol des TAM et celle du sol des TSM ($t = 1,567$, $p = 0,15$). La teneur en argile dans le sol des deux milieux est respectivement de 48,41 et 40,39 %.

- *Limon fin* : on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre la teneur en limon fin du sol des TAM et celle du sol des TSM ($t = 1,447$ $p = 0,18$). La teneur en limon fin dans le sol des deux milieux est respectivement de 7,63 et 5,79 %.
- *Limon grossier* : on constate qu'il y a une différence significative entre la teneur en limon grossier du sol des TAM et celle du sol des TSM ($t = -2,531$, $p = 0,03$). La teneur en limon grossier dans le sol des deux milieux est respectivement de 8,31 et 12,46 %.
- *Sable fin* : on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre la teneur en sable du sol des TAM et celle du sol des TSM ($t = 0,143$, $p = 0,89$). La teneur en sable fin dans le sol des deux milieux est respectivement de 5,80 et 6,15 %.
- *Sable grossier* : on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre la teneur en sable grossier du sol des TAM et celle du sol des TSM ($t = 0,013$, $p = 0,99$). La teneur en sable grossier dans le sol des deux milieux est respectivement de 5,81 et 5,78 %.

De façon générale, on constate que le sol des TAM est plus riche en argile et en limon fin par rapport au sol des TSM (Figure 3.1).

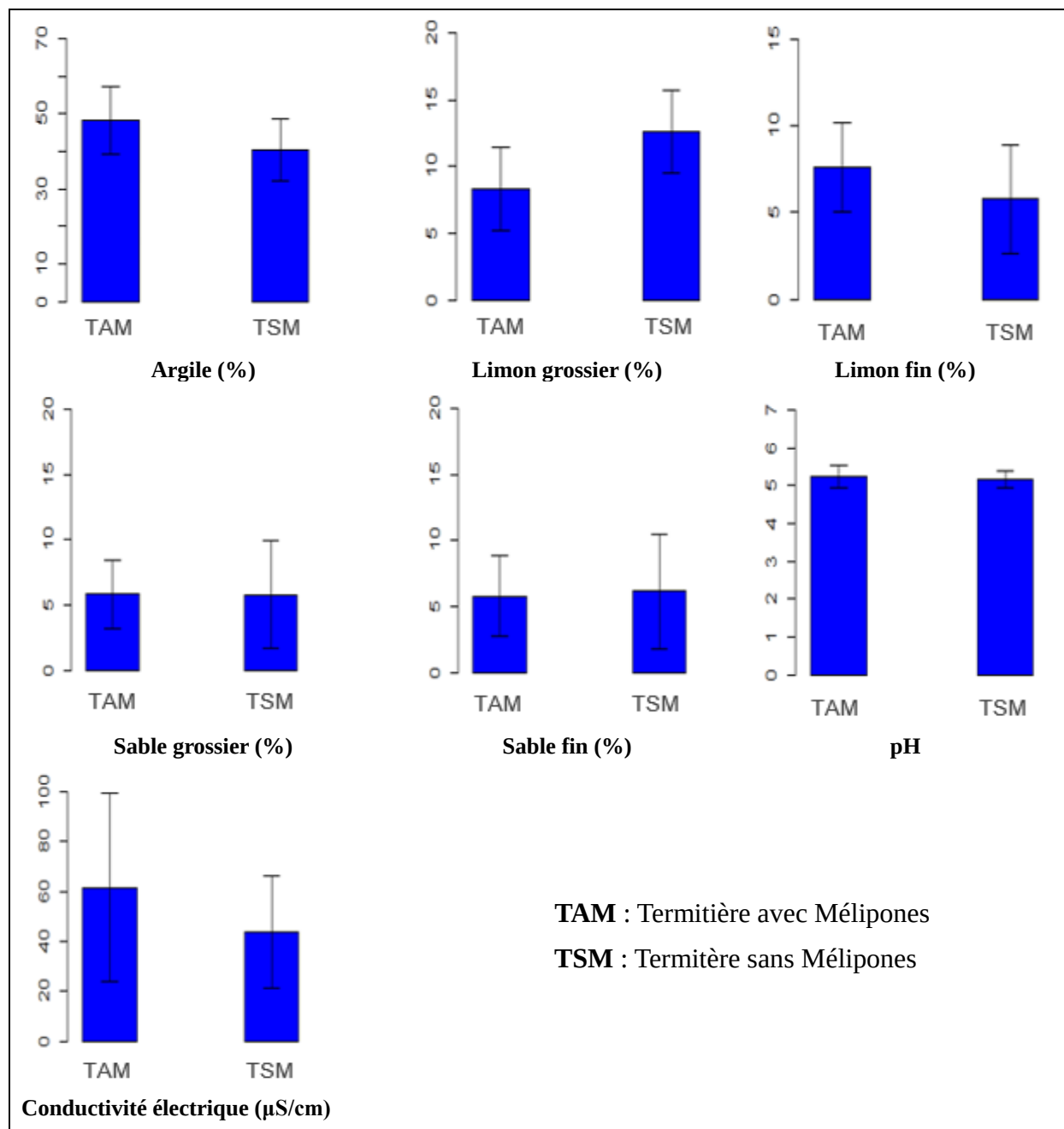


Figure 3. 1. Comparaison des paramètres physico-chimiques du sol entre termitières avec *Meliponula* (TAM) et les termitières sans *Meliponula* (TSM)

III.3. Ethnoécologie des mélipones autour du PN Ru

Quatre espèces de mélipones sont connues par les enquêtés et leurs noms vernaculaires ont été fournis :

- *Meliponula togoensis* ou « ikizika » sont des mélipones érigeant leurs nids dans des grottes ou à quelques centimètres de profondeur du sol. Elles donnent une grande quantité de miel par rapport aux autres mélipones. Certains disent que ces abeilles ne sont pas aimées par la population car elles présagent la malchance. Certains enquêtés disent que lorsque tu as vu ces mélipones, tu n'as pas de chance d'avoir un verre d'alcool ce jour-là ;
- *Plebeina armata* ou « impura » sont des mélipones érigeant leurs nids dans des termitières (Figure 3.3). Elles sont plus fréquentes par rapport à d'autres mélipones ;
- *Hypotrigona* sp. *Meliponula nebulata*, *Meliponula ferruginea* ou « ubuhakurankobe » connue aussi sous le nom vernaculaire de « ubunya » sont des mélipones vivants sur des troncs d'arbres ou sur des roches. Elles sont de petite taille, moins fréquentes et moins connues par la population ;
- *Meliponula beccarii* « igishirukabute » confondue souvent avec *Hypotrigona* sp. ou *Meliponula nebulata* ou *Meliponula ferruginea* . Ce sont des mélipones vivants sur des troncs d'arbres également et leur taille est supérieure à celle de *Meliponula ferruginea*.

III.3.1. *Plebeina armata* dans la termitière

Notre enquête s'est focalisée sur l'espèce *Plebeina armata* qui vit dans des termitières en association avec des termites.

Les enquêtés nous ont dit que pour repérer une termitière habitée par *Plebeina armata* on cherche une petite cheminée venant de la termitière et débouchant à l'extérieur. C'est cette cheminée qui permet aux mélipones de sortir et d'entrer dans la termitière. Ils ont également dit qu'en cas de pluies ou de menaces éventuelles, les mélipones ferment la cheminée. Il devient alors difficile de la repérer.

Les enquêtés ont également dit que *Plebeina armata* est très sensible aux bruits et aux odeurs des hommes. Lorsqu'elles pressentent la présence de l'homme dans leur environnement, elles ferment l'entrée de la cheminée et restent à l'intérieur de la termitière. Après environ 30 minutes de silence, elles reviennent pour voir la situation qui prévaut autour de leur termitière.

D'après toujours nos enquêtés, *Plebeina armata* va souvent récolter le nectar aux environs de 9h00 du matin et certaines fleurs de plantes sont ciblées en préférence. Il s'agit notamment des plantes de la famille des astéracées, verbénacées, etc. Vers 14h00, on peut observer des essaims de mélipones dans l'air à l'instar d'*Apis mellifera*. *Plebeina armata* visite des fleurs, des urines des animaux, etc.

Nous avons constaté que les nids de *Plebeina armata* sont entourés des meules des termites à une profondeur variant entre 50 cm à 120 cm et que les colonies de *Meliponula* étaient au centre des termitières entourées par des soldats.

III.3.2. Importance de *Plebeina armata* et usages de ses produits

Quatre-vingt-dix-huit pour cent (98) % des enquêtés disent que le miel de *Plebeina armata* est recherché pour des fins alimentaires. Huit pour cent (8%) ajoutent que le miel est également recherché pour des fins médicinales et dix pour cent (10%) disent que la cire des mélipones est hautement appréciée notamment dans la fermeture des trous de certains objets comme les ruches, les bidons, etc.

Seuls 2% des enquêtés évoquent l'importance des mélipones dans la pollinisation des plantes (Figure 3.2). La population locale recourt quelquefois au miel des mélipones pour alléger sa souffrance due à certaines maladies comme le rhumatisme, l'hypertension artérielle, l'hépatite, etc.

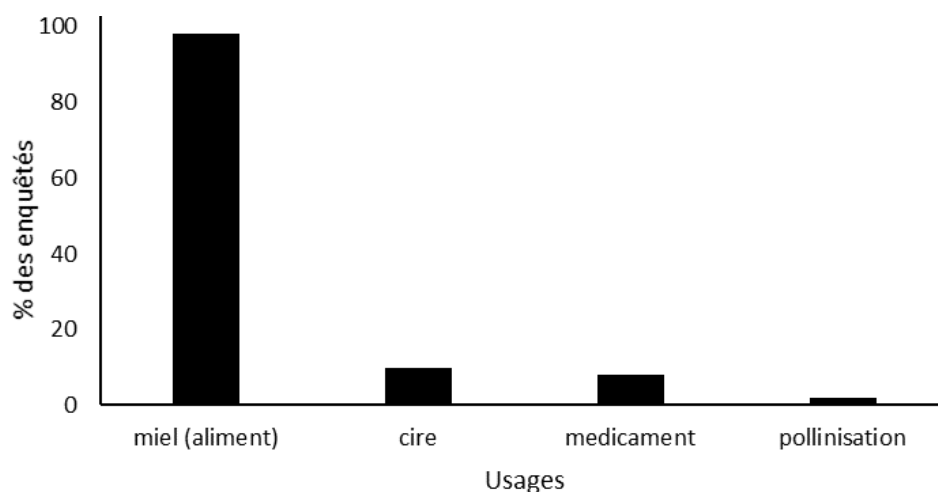


Figure 3. 2. Importance de *Plebeina armata*

III.3.3. Période favorable pour la récolte du miel de *Plebeina armata*

L'espèce *Plebeina armata* est la plus appréciée par la population locale car elle est plus fréquente dans la localité et donne du miel de bonne qualité. La quasi-totalité des termitières à *Plebeina armata* dans la localité se trouve dans le PNRu.

92% des enquêtés disent que la période favorable pour la récolte du miel est juin-octobre (Figure 3.3).

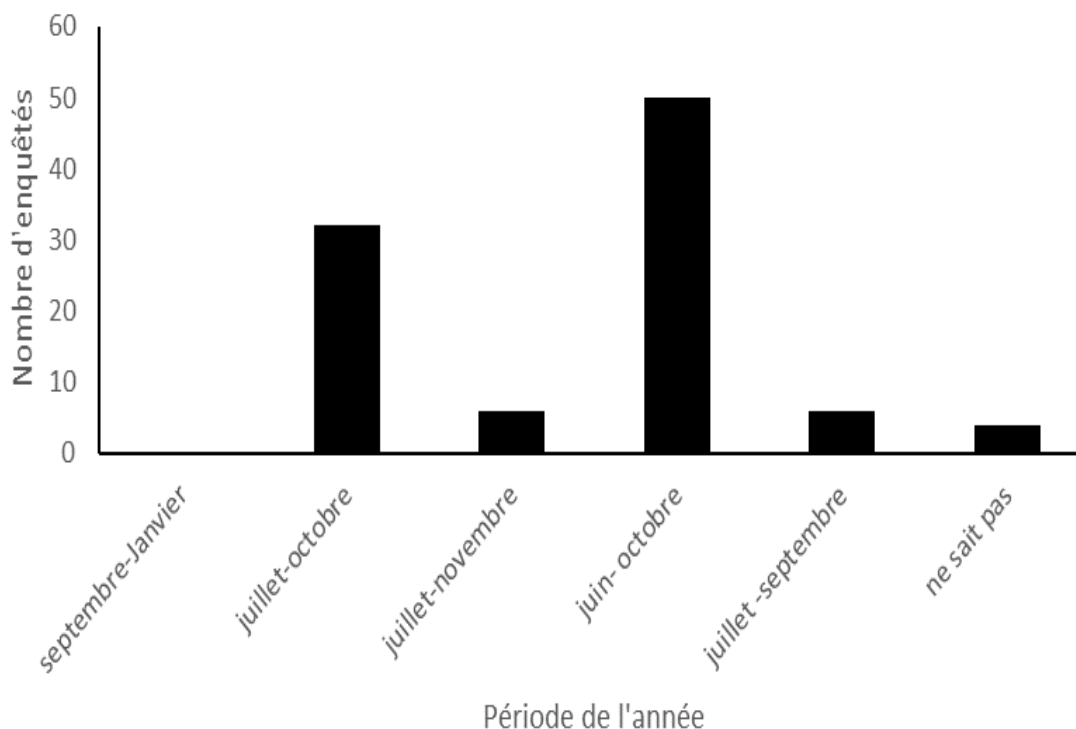


Figure 3. 3. Période favorable pour la récolte du miel de *Plebeina armata*

III.3.4. Niveau d'adhésion des enquêtés à la méliponiculture

Quarante et trois enquêtés sur cinquante sont prêts à collaborer et apporter leur contribution au projet de méliponiculture (Figure 3.4). Ils ont exprimé leur désir de bénéficier des formations y relatives pour faire la domestication de *Plebeina armata* dans leurs propriétés respectives.

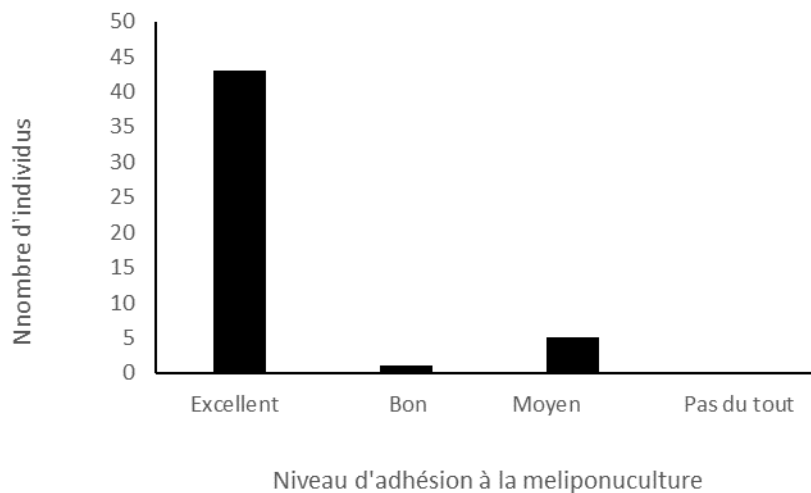


Figure 3. 4. Adhésion des enquêtés à la méliponiculture

Excellent : 80-100% d'adhésion, bon : 60-80% d'adhésion, moyen : 50-60%, pas du tout : 0%

III.3.5. Menaces contre *Plebeina armata*

Tous les enquêtés disent que *Plebeina armata* est en voie de disparition suite à la destruction de leur habitat par l'homme à la recherche du miel. Ainsi, lorsqu'une termitière est découverte, elle est directement détruite par la population pour y tirer du miel. Ce phénomène s'observe depuis plus de 20 ans raison pour laquelle il est actuellement très rare de trouver une termitière à mélipones dans les agroécosystèmes mais elles restent abondantes dans les milieux protégés. Après destruction de la termitière, les mélipones déménagent vers un autre endroit plus ou moins sécurisé.

De plus, selon nos enquêtés, *Plebeina armata* est plus menacée par les fourmis (*ubunyegeri*, *akajeke*, *intozi*) qui entrent dans des cheminées des termitières, tuent les termites et les mélipones. Il y a également l'extension des exploitations agricoles, les feux de brousse qui ont été signalé comme leurs menaces importantes car ils détruisent les sources de nourriture pour ces abeilles.

CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. Termites associés à *Plebiena armata*

Les résultats montrent que les mélipones sont essentiellement rencontrées dans les nids des termites Macroterminae (*Macrotermes* et *Odontotermes*) probablement à la recherche des conditions optimales d'humidité et de température, mais aussi d'une protection contre les prédateurs (Hesse, 1955 & Darlaington, 2012).

En effet, les abeilles qui nichent sur le sol doivent souvent faire face aux graves problèmes d'humidité excessive (Michener, 2007). Il existe une plage de température et d'humidité relative que diverses espèces préfèrent. Plus les mélipones préfèrent les températures chaudes, plus elles sont très actives les jours ensoleillés et moins actives par temps froid et nuageux (Kwapong & al., 2010).

La nidification dans des nids d'insectes sociaux peut permettre aux mélipones d'éviter le problème d'humidité excessive. Un autre avantage pourrait être le système de protection offert par les termites. Ainsi, la relation entre ces organismes peut être considérée comme une opportunité pour l'abeille, et non nocif pour les termites (Carrijo & al., 2012).

Par ailleurs, la plupart des espèces de mélipones signalées comme termitophiles sont connues pour être très agressives et peuvent aider à défendre la colonie de termites contre d'éventuels agresseurs ou prédateurs ; certains de ces associations peuvent donc être de véritables mutualismes (Corville & coll, 1983).

La préférence pour les sites de nidification tels que les cavités des arbres, les crevasses du sol et des murs a également été rapportée par Michener (1974). Certains nids peuvent servir plusieurs années à la même colonie, puis à une autre qui avait repéré l'emplacement au cours d'un essaimage. Plusieurs dizaines de nids peuvent coexister sur un même arbre ou dans un même tronc. Ils peuvent être occupés par des insectes de même espèce ou de plusieurs espèces différentes (Darchen, 1961).

IV.2. Facteurs physicochimiques du sol des habitats des mélipones

Les résultats de cette étude montrent que l'argile et le limon fin sont plus élevés dans les termitières abritant les mélipones par rapport aux termitières sans mélipones. En effet, les termites qui construisent les nids ont particulièrement besoin de beaucoup d'argile et d'autres matériaux colloïdaux, notamment du limon pour construire des habitats forts (Lee & Wood, 1971).

Les termitières constituent des habitats plus sûrs en termes de sécurité contre les intempéries et les prédateurs.

Lee & Wood (1971) ont montré que les termites traitent des quantités considérables de matériaux dans leurs activités de construction de monticules, influençant les propriétés du sol par rapport au sol environnant. La construction d'une termitière se fait suivant un plan ingénieusement conçu et avec des matériaux bien appropriés à chacun de ses compartiments. Ainsi, les Macrotermitinae transportent les grains de sable dans leurs mandibules et le ciment argileux dans leur jabot. Certaines zones de l'habitable (loge royale notamment) sont très argileuses. Par contre, les murailles des termitières ont une texture plus sableuse (Boyer, 1969).

IV.3. Aspects ethnoécologique des mélipones au tour du PN Ru

La population locale dispose de pas mal d'informations sur l'écologie et les usages traditionnels des produits dérivés des mélipones. Ces différentes informations constituent une base importante qui présente l'intérêt et les mesures appropriées pour la conservation des mélipones.

Ainsi, le miel des mélipones est utilisé pour l'alimentation, des soins sanitaires et il est très apprécié en termes de qualité par rapport à celui de *Apis mellifera*. Champenois (2011) dit que la quantité de miel produite par les mélipones ne peut pas concurrencer celle des abeilles normales, mais que le miel des mélipones est généralement plus apprécié.

Toutefois, la quantité de miel donnée par les mélipones est très minime ce qui fait que la commercialisation de ce produit est rare. D'autres dérivés des mélipones utilisés par la population locale sont notamment la cire qui est très apprécié pour la réparation de certains objets cassés comme les bidons.

Cockburn & al. (2013) disent que le miel des mélipones contient des composés antimicrobiens qui peuvent être utilisés contre les infections à *Pseudomonas aeruginosa*, ou bacille pyocyanique ou bacille du pus bleu, bactérie gram négative du genre *Pseudomonas* et d'autres bactéries infectieuses courantes qui gagnent rapidement une résistance aux antibiotiques.

La population locale sait bien différencier les mélipones en se référant à leur site de nidification. Le genre *Plebeina* (« impura ») est le plus connu dans la zone d'étude. Ce nom est donné à tous les mélipones érigeant leurs nids dans les termitières. Ceci cadre bien avec David (2006) qui dit que *Plebeina* érige ses sites de nidification dans les nids de termites actifs. De par nos observations sur terrain, les termitières à mélipones qu'on a détruites lors de la prise

des échantillons ne contenaient que 1 à 3 nids de mélipones, chaque nid disposant de sa propre cheminée qui donne accès à l'extérieur de la termitière. Michener (1974 et Eltz & *al.* (2002) disent que les facteurs environnementaux qui influencent la densité de nombreux Meliponini comprennent la disponibilité de nourriture, les sites de nidification et la prédation.

La présence élevée des mélipones dans le PNRu peut se justifier par le fait que ce dernier comparé à son milieu environnant qui est fortement dégradé suite aux activités anthropiques, constitue un habitat plus sécurisé avec des sources de nourritures diversifiées.

L'étude montre que seulement deux pour cent (2%) des enquêtes connaissaient le phénomène de pollinisation par des mélipones alors que ces dernières sont d'excellents pollinisateurs (Kwapong & *al.*, 2010 ; Darchen ,1961). Cette situation devient très préoccupante car Michener (1974) stipule que la plupart des espèces sont inféodées à certaines plantes très précises. Par conséquent la disparition des mélipones va s'accompagner avec celles de certaines plantes qui dépendent d'elles pour leur pollinisation.

Les enquêtés disent que *Plebeina armata* va souvent récolter le nectar aux environs de 9h00 du matin et certaines fleurs de plantes sont ciblées en préférence. Cette information concorde bien avec celle de Darchen (1961) qui dit que certaines Mélipones ne commencent à butiner qu'assez tard vers 10 heures du matin ou même à midi. L'information cadre bien également avec celle de Michener (1974) qui note que la plupart des espèces sont inféodées à certaines plantes très précises.

La période favorable pour la récolte du miel est de juin-octobre d'après 92% de nos enquêtés. Sandra (2012) parle de trois récoltes de miel par an en Tanzanie. La première récolte de l'année faite en juillet est considérée comme étant la meilleure en terme de qualité et de quantité, la deuxième au mois d'octobre et la troisième au mois de février.

Ce dernier auteur a également trouvé que le miel récolté en juillet était de couleur blanchâtre celui récolté en octobre était de couleur rouge brune et la récolte de février donnait du miel très léger de moindre qualité.

On peut justifier cela par le fait que le miel récolté en juillet est issu des fleurs de plusieurs espèces de plantes contrairement à celui récolté en octobre et moins encore à celui récolté en février. La qualité et la quantité du miel est donc fonction de l'abondance et de la diversité spécifiques des plantes mellifères. Cette abondance du miel durant la saison sèche concorde également avec Kwapong & *al.*, 2010 qui disent que plus les mélipones préfèrent les

températures chaudes, plus elles sont très actives les jours ensoleillés et moins actif par temps froid et nuageux.

Plus de 80% des enquêtés sont prêts à collaborer et apporter leur contribution au projet de meliponuculture. L'intéressement de la population à la meliponuculture est motivée par le fait que les mélipones donnent du miel à plusieurs vertus en termes de valeur nutritive, médicinale et autres usages, mais en quantité insuffisante.

Le Burundi peut développer la méliponuculture étant donné que cette dernière est pratiquée dans d'autres pays notamment en Afrique et dans le sud-est asiatique (Cockburn & *al.*, 2013).

En Afrique, on peut citer le Ghana et l'Angola (Cockburn & *al.*, 2013), la RDC (Bamoninga, 2007 & Shango, 2010) et l'Ouganda (FAO, 2007).

CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS

La biodiversité mondiale diminue à un rythme alarmant suite à la pression anthropique sur les écosystèmes et au changement climatique. Afin de pouvoir orienter sa conservation, il est indispensable d'avoir une série de données notamment sur son statut écologique. Dans cette optique, l'objectif global de cette étude était de contribuer à la connaissance de l'écologie des mélipones en vue de leur conservation dans le PNRu et dans le reste des écosystèmes du pays. Ceci impliquait la détermination des paramètres physicochimiques de leurs habitats, l'identification des termites leur associés et l'inventaire des savoirs traditionnels locaux liés à cette biodiversité.

Cette étude comporte l'intérêt d'avoir fourni la première liste des termites, essentiellement les termites Macrotermitinae, associés aux dômes abritant les mélipones et celles sans mélipones. Les paramètres physicochimiques des sols des termitières montrent une teneur élevée en argile et en limon dans les termitières abritant les mélipones par rapport aux termitières sans mélipones. En effet les termites qui construisent des nids ont particulièrement besoin d'argile et d'autres matériaux colloïdaux pour ériger des habitats forts à des fins de sécurité contre les prédateurs et les fluctuations des conditions thermiques externes.

La population locale a donné des informations détaillées sur l'écologie, l'usage alimentaire et médicinal du miel des mélipones et de leur cire. Toutefois, l'importance des mélipones dans la pollinisation des plantes est presque inconnue par cette population.

Bien que cette étude ait été faite dans un seul secteur du PNRu sur les quatre que compte le parc, suite au temps imparti à la réalisation de ce travail et aux contraintes financières pour la collecte et les analyses de labo, les résultats de cette étude constituent une base importante pour la conservation des mélipones et une référence de taille pour les études ultérieures car elle est la première du genre au Burundi.

Les résultats de cette étude serviront plus particulièrement aux services de recherche et de conservation dans la mesure où ils constituent une contribution à la compréhension de la complexité écologique (conditions biotique et abiotique, connaissances traditionnelles) des mélipones. Ils pourront alors influencer l'orientation des programmes de planification de la conservation et de la gestion durable des mélipones au PNRu, au Burundi et dans la région. Ils permettront en outre aux services publics et à leurs partenaires d'avoir des éléments de référence pour la promotion de la gestion durable de la biodiversité des pollinisateurs du PNRu et le développement des communautés riveraines.

Quoique les résultats de ce travail permettent de répondre à l'objectif initial, nous ne prétendons pas avoir épuisé les divers aspects liés à ce sujet. Le présent travail jette plutôt les bases pour des recherches ultérieures diverses. Et ceci nous pousse alors à suggérer à l'autorité locale et à ses partenaires des mesures à adopter pour bien conserver et gérer durablement le PNRu et son patrimoine naturel exceptionnel gravement menacé :

- A l'administration territoriale et ses services techniques
 - Promouvoir la méliponiculture en milieu riverain du PNRu et des autres aires protégées du Burundi ;
 - Interdire les activités de recherche de miel dans les dômes des termitières car c'est l'une des causes majeures de la disparition de ces espèces ;
 - Sensibiliser la population sur l'importance de la pollinisation par les mélipones.
- Aux chercheurs
 - Mener des études ethnoécologiques sur les autres espèces de mélipones déjà identifiées au Burundi en vue de leur conservation ;
 - Mener une étude sur la recherche de la période favorable de récolte du miel des mélipones échelonnées sur les différentes saisons de l'année ;
 - Analyser la valeur nutritionnelle du miel des mélipones.
- A la population locale et/ou en générale
 - Arrêter la destruction des habitats des mélipones et les feux de brousse ;
 - Entreprendre la méliponiculture autour des écosystèmes du Burundi où les mélipones ont été identifiées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAMONINGA, T.B. (2007). Analyse de l'état des lieux du secteur des produits forestiers non ligneux et évaluation de leur contribution à la sécurité alimentaire en République Démocratique du Congo, 88p.
- BARBAULT R. (1995). Biodiversity dynamics: from population and community ecology approaches to a landscape ecology point of view, *Landscape and Urban Planning*, 31, 89-98.
- BOUILLON, A. & MATHOT G. (1965). Quel est ce termite africain ? *Zooleo* 1 1–115.
- BOYBR Ph. (1969). Les effets de l'implantation des termitières des *Bellieositermzes* sur la configuration des sols des savanes de la République Centrafricaine. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, T. 41, 2^e sér., no 3, 789-800.
- CHAMPENOIS J-P. (2011). Première approche de la méliponiculture et des mélipones de Guyane ou "le miel des Amérindiens" - Cronos services / PNRG, programme Oyana, 123 pp.
- CARRIJO T. F., GONCALVES R. B. & SANTOS R. G. (2012). Review of bees as guests in termite nests, with a new record of the communal bee, *Gaesochira obscura* (Smith, 1879) (Hymenoptera, Apidae), in nests of *Anoplotermes banksi* (Emerson, 1925) (Isoptera, Termitidae, Apicotermitinae). *Insectes Sociaux*, 59:141-149. doi: 10.1007/s00040-012-0218.
- COCKBURN, C. L., KWAPONG P. K., WUBAH D. A. & WUBAH J. (2013). Shelf-life and Variances in Antimicrobial Properties of Honey from *Meliponula bocandei* and *Meliponula ferruginea* in Central Ghana A., JYI | January 2013 | Vol. 25 Issue 1 2013 *Journal of Young Investigators*, 10-14p.
- COLLEN B., BÖHM M., KEMP R. & BAILLIE J. (2012). *Spineless: Status and Trends of the World's Invertebrates*. Zoological Society of London, United Kingdom.
- COVILLE, R., FRANKIE, G., & VINSON, S. (1983). Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society* 56 (2): 109-122.
- DALY H.V., ALEXANDER H. P. & JOHN T. D. (1998). Introduction to Insect Biology and Diversity. Oxford University Press, New York. pp. 680.

- DARCHEN R. & LOUIS J. (1961). Les Mélipones et leur élevage : Melipona - Trigona - Lestremelitta. Les Annales de l'Abeille, INRA Editions, 1961, 4 (1), pp.5-39.
- DARLINGTON J.E.P.C. (2012). Termites (Isoptera) as secondary occupants in mounds of Macrotermes michaelsoni (Sjöstedt) in Kenya. *Insectes Sociaux* 59: 159–165.
- DAVID W. R. (2006). Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, Springer Verlag, 2006, 37 (2), pp.124-143.
- DE VOS L. (1991). Les poissons du Parc National de la Ruvubu (Burundi). Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. *Annales Sciences Zoologiques* 265 : 25 p.
- DUFOUR C. & LARIVIERE V. (2012). Principales techniques d'échantillonnage probabilistes et non-probabilistes, SCI6060 – Cours 4. [Consulté le 25/08/2020]. Disponible sur : http://cours.ebsi.umontreal.ca/sci6060/docs/sci6060_c4_fiche_echantillon.pdf.
- EARDLEY C.D. (2004). Taxonomic revision of the African stingless bees. (Apoidea: Apidae: Apinae: Meliponini). *Plant Protection* 10:63–96.
- EARDLEY C.D MARY G. & MICHAEL P. S. (2009). Bee conservation in Sub-Saharan Africa and Madagascar: diversity, status and threats. *Apidologie* 40, 355–366. <https://doi.org/10.1051/apido /2009016>.
- ELTZ T., CARSTEN A.B., ZAMRIE I. & EDUARD K. L. (2002). Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. *Oecologia* 131: 27-34.
- ESTES J.A., JOHN T., JUSTIN S. B., MARY E. P., JOEL B., WILLIAM J. B. & STEPHEN R. C. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science* 333, 301–306.
- FABRE A. (2017). Contribution à l'étude de la diversité des abeilles sociales (Apini et Meliponini) et leurs parasites au Gabon. Thèse de doctorat. Gembloux, Belgique. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, 169 p.
- FAO (2007). Plan d'Action de l'Initiative Africaine sur les pollinisateurs, Rome, 42p
- FAO (2010). Le rôle des abeilles dans le développement rural Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles ISBN 978-92-5-206276-9 ISSN 1020-9727
- FAO (2007). Plan d'Action de l'Initiative Africaine sur les pollinisateurs, Rome, 42p.

- GOULSON D. (2003). Conserving wild bees for crop pollination; International Journal of Food Agriculture and the Environment VL - 1.
- HAKIZIMANA C. (2009). Contribution à une cohabitation durable homme-buffle au Parc National de la Ruvubu : cas de la Commune Kigamba au Burundi. Mémoire de Master, Université de Liège, 49 p.
- HESSE, P. R. (1955). A chemical and physical study of the soils of termite mounds *In* East Hubbell, S.P. & Johnson, L.K. 1977. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. Ecology 58: 949-963.
- HOOVER D. U., CHAPIN III F. S., EWE J. J., HECTOR A., INCHAUSTI P., LAVOREL S., LAWTON J. H., LODGE D. M., LOREAU M., NAEEM S., SCHMID B., SETÄLÄ H., SYMSTAD A. J., VANDERMEER J. & WARDLE D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs, 75(1), 2005, pp. 3–35 by the Ecological Society of America; <https://doi.org/10.1890/04-0922>.
- JEROEN P. V. & NORA S. V. (2016). Pollinators and Global Food Security: The Need for Holistic Global Stewardship; Food ethics (2016) 1:75–91 DOI 10.1007/s41055-016-0003-z.
- JOUQUET P. NICOLAS B., RASHMI R. S.,³ THOMAS B., SARAN T. SHAHID A.A. (2015). The influence of termites on soil sheeting properties varies depending on the materials on which they feed. *European Journal of Soil Biology* 69 (2015) 74-78.
- JOUQUET P., NICOLAS B., JEAN-C. L., PHILIPPE M. & SANDRINE C. (2007). Role of the fungus-growing termite *Pseudacanthotermes spiniger* (Isoptera, Macrotermitinae) in the dynamic of clay and soil organic matter content. An experimental analysis. *Geoderma* 139: 127–133.
- KAJOBE R. (1970). Foraging behaviour of equatorial Afrotropical stingless bees: habitat selection and competition for resources ISBN: 978-9970-106-00-4.
- KAJOBE R. (2007). Nesting biology of equatorial afrotropical stingless bees (Apidae; Meliponini) in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. J. Apic. Res., 46(4), 245-255.

- KWAPONG P., KWAME A., ROFELA C. & KARIKARI A. (2010). Stingless Bees – Importance, Management and Utilization: A Training Manual for Stingless Beekeeping. Unimax Macmillan Ltd, Accra, 72 p.
- LEE K.E. & WOOD T.G. (1971). Termites and Soils. Academic Press, New York, London, 251 pp.
- MAGURRAN A. (1988). Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton. NJ, <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- MAGURRAN, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Science, Oxford, 261p.
- MASHARABU, T. (2011). Flore et végétation du Parc National de la Ruvubu au Burundi : diversité, structure et implications pour la conservation. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles.
- MEEATU (2014). Plan d'Aménagement et de Gestion du Parc National de la Ruvubu, 97p.
- MEEATU (2009). Deuxième Communication Nationale sur les Changements Climatiques, Bujumbura, 147P.
- MICHENER CD. (1946). Notes on the habits of some Panamanian stingless bees (Hymenoptera, Apidae). *Journal of the New York Entomological Society* 54: 179– 197.
- MICHENER C.D. (1974). The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study. Cambridge: Belknap, 404 p.
- MICHENER C.D. (2007). The Bees of the World. Second Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA, 953 pp.
- MICHENER C.D. (2013). The Meliponini. In: Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D. (eds.) Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees, pp. 3–17. Springer, New York.
- MOGHO NJOYA M.T. (2009). Diversity of stingless bees in Bamenda Afromontane Forests – Cameroon: nest architecture, behaviour and labour calendar. PhD thesis: Wilhelms Universität Bonn - Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz Rheinische Friedrich (Deutschland).
- MORIN A. & FINDLAY S. (2001). *Biodiversité : Tendances et Processus*. Biologie de la Conservation des Espèces. Université d'Ottawa : Canada, 25p.

- MOSES N.T. M., SEINO R. A., DIETER W. & TAH K. (2009). Nest Architecture and Colony Characteristics of *Meliponula bocandei* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) in Cameroon; International Journal of Research in Agricultural Sciences Volume 5, Issue 6, ISSN (Online): 2348 – 3997.
- MPAWENIMANA A., NZIGIDAHERA B., NDAYIKEZA L. & HABONIMANA B. (2014). Les abeilles du genre *Meliponula* Cockerell, 1934 (Hymenoptera : Apoidea), potentialité pour la méliponiculture au Burundi, *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 11 : 31-37.
- NDABIRORE, S. (1999). La Revue et l'amélioration des données relatives aux produits forestiers au Burundi. Programme de partenariat CE-FAO (1998-200), PROJET GCP/INT/679/EC.
- NDAYIKEZA L., NZIGIDAHERA B., MPAWENIMANA A. & MUNYULI T. (2014). Dominance d'*Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apoidea) dans les écosystèmes naturels et les agro-écosystèmes du Burundi : risque d'érosion de la faune des abeilles sauvage. *Bull. sci. Inst. natl. Environ. conserv. nat.* 13 : 72-83.
- NDAYIKEZA L., NZIGIDAHERA B., MPAWENIMANA A. & PAULY A. (2018). Phénologie des abeilles sauvages dans le Parc National de la Kibira au Burundi (Hymenoptera : Apoidea). *Belgian Journal of Entomology*, 69 : 1-19
- NZIGIDAHERA B. (2000). Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation. INECN, Bujumbura, 126 p.
- NZIGIDAHERA B. (2008). S'alimenter en savanes de l'Est du Burundi : Plantes comestibles du Parc National de la Ruvubu. *Bull. sci. Inst. natl. Environ. conserv. nat.* 5 : 18-23.
- NZIGIDAHERA B. & FOFO, A. (2010). Les pollinisateurs sauvages dans les écosystèmes forestiers et agricoles du Burundi. INECN. 39 p.
- PAULY A. & VEREECKEN N. (2013). Les Meliponinae africaines.
[http://www.atlashymenoptera.net / page.aspx??ID=121](http://www.atlashymenoptera.net/page.aspx??ID=121). Consulté le 26 avril 2020.
- RAINA, S.K., MULI E., NGUKU E., KIOKO, E. & MACHARIA J.K. (2006). Developing incentives for community participation in forest conservation through the use of commercial insects in Kenya. In: UNDP-GEF Fourth Technical Project Inception Report, Project ID: KEN/04/G35.

- REYES-NOVELO E. RAMIREZ V.M, GONZALEZ V.H. & AYALA R. (2009). "Wild bees (Hymenoptera: Apoidea) as bioindicators in the neotropics", *Tropical and subtropical agroecosystems*, 10: 1-13.
- SAKAGAMI F. (1982). Stingless bees. In: HR Hermann (eds.). *Social insects* 361-423 Volume 3. Academic Press, New York.
- SAMUEL P. LE R., WALBERTO L. P. & JORGE D.L. (2014). L'élevage des abeilles mélipones sur l'île de Cuba : une enquête ethnozoologique réalisée dans la plaine du río Mayabeque et la forêt de la Sierra del Rosario.
<https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.6967>.
- SANDRA H. (2012). Etude des savoirs écologiques traditionnels des apiculteurs Wakonongo, Mpanda, Rukwa, en vue d'une valorisation dans le cadre de la gestion moderne de l'apiculture en Tanzanie. Thèse de Bachelor, Haute école du paysage et d'ingénierie et d'architecture de Genève, 247 p.
- SHANGO M. (2010). Revue Nationale sur les Produits Forestiers non Ligneux (PFNL), Cas de la République Démocratique du Congo, 89 p.
- SNPA-DB (2000). Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Diversité Biologique du Burundi, 120p.
- UICN (1994). Lignes directrices pour les catégories de gestion des aires protégées. CPNAP avec l'assistance du WCMC. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 261 p.
- VANDE WEGHE J.P. & KABAYANDA A. (1992). Le Parc National de la Ruvubu et sa région limitrophe : étude d'identification de la Ruvubu : Etude N° ET/44/2/92. MINATE- CEE, 195 p.
- WILLIAM B., OPHÉLIE D., PHILIPPE P., SARAH T. & SÉVERINE H. (2016) : Evaluation Française des Ecosystèmes et des services Ecosystémiques : République Française, Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer ; EFES- Le service de pollinisation ,46p.

ANNEXES

1. Espèces d'termes dans les termitières avec et sans mélipones

	<i>Basidentitermes</i> sp. A	<i>Basidentitermes</i> aurivillii	<i>Odontotermes</i> sp. A	<i>Macrotermes</i> sp. A	<i>Furculitermes</i> soyeri	<i>Apicotermatinae</i> sp. A	<i>Microtermes</i> sp. A	<i>Microtermes</i> sp. B	<i>Apicotermatinae</i> sp. B	<i>Microcerotermes</i> sp. A	<i>Cubitermes pallidiceps</i>	
TAM 1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
TAM 2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
TAM 3	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	5
TAM 4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
TAM 5	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3
TAM 6	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
TAM 7	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
TAM 8	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	5
TAM 9	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
TAM 10	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3
Total	2	2	3	7	2	6	5	2	1	0	0	
TSM 1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
TSM 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSM 3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
TSM 4	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	4
TSM 5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
TSM 6	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	4
TSM 7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TSM 8	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4
TSM 9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
TSM 10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Total	5	0	1	1	3	0	7	0	3	2	2	

TAM: Termitière avec *Meliponula* ; TSM : Termitière sans *Meliponula*

2. Protocole d'analyse des échantillons du sol

Avant les analyses, les échantillons de sol ont d'abord été séchés, puis tamisés à 2 mm pour éliminer d'éventuels racines, graviers et petits cailloux.

pH et conductivité électrique: les analyses ont été faites respectivement à l'aide d'un pHmètre et d'un conductivimètre. Les échantillons ont été préparés comme suit : 5 g de sol dans un tube, puis ajout de l'eau jusqu'à 30 ml. Ensuite, les tubes sont passés sur un agitateur pendant 7 à 10 min, puis laissés reposer pendant 2 h avant mesure du pH et de la conductivité électrique.

Composition granulométrique : elle a été déterminée suivant un processus de sédimentation.

On a d'abord ajouté de l'eau oxygénée à 5 g de sol préalablement humecté par l'eau distillée dans un erlenmeyer. L'eau oxygénée (H_2O_2) sert à détruire les agrégats de sol (complexes argilo-humiques) en enlevant la matière organique qui lie les particules minérales.

Cette attaque par l'eau oxygénée à froid a duré 12 h. On a ensuite ajouté de l'eau distillée, puis chauffé jusqu'à l'ébullition afin d'éliminer le H_2O_2 qui pourrait interagir plus tard avec le dispersant. Ensuite, on a ajouté 20 mL de citrate de sodium à 40 g/L pour disperser les particules minérales. Après, on a procédé au tamisage du sable. Ce dernier reste sur le tamis tandis que le limons et l'argile mélangés à l'eau sont recueillis dans une colonne après passage sur un entonnoir. On a ajouté beaucoup d'eau distillée sur le tamis jusqu'à ce l'eau qui coule soit limpide afin d'assurer qu'il n'y a plus d'argile qui reste collée sur le sable. Le sable obtenu a été séché dans des capsules préalablement tarées à l'étuve pendant 24 h à 105°C. Après, les capsules ont été refroidies dans un dessiccateur et on a pesé leur masse. On obtient ainsi la masse *S* du sable en soustrayant de la masse obtenue celle de la capsule. Le mélange recueilli dans la colonne contenant les limons et l'argile a été ajusté à un litre en y ajoutant de l'eau distillée. Les limons et les argiles ont été séparés en trois étapes :

(1°) Prélèvement des argiles, limons grossiers et limons fins : On a homogénéisé la solution par agitation et retournement d'une colonne (20 fois). Après, à l'aide d'une pipette de Robinson, on a immédiatement prélevé à 10 cm de profondeur 20 mL de la solution qu'on a mise dans une capsule préalablement tarée. Cette capsule contenant des argiles, limons grossiers et limons fins a été mise à l'étuve pendant au moins 12h.

On l'a ensuite pesée après refroidissement au dessiccateur. On a ainsi obtenu la masse d'argiles + limons grossiers + limons fins + citrate de sodium en soustrayant de la masse obtenue celle de la capsule vide.

(2°) Prélèvement des argiles et limons fins : après avoir noté la température ambiante dans le local, on a homogénéisé la suspension comme précédemment. On a attendu un temps de sédimentation de 4 min 19 sec. Après ce temps, on a prélevé à 10 cm de profondeur dans la colonne 20 mL de la solution à l'aide d'une pipette de Robinson. En prélevant à 10 cm de profondeur, on est sûr d'éviter les particules plus grossières (limons grossiers), qui se trouvent plus au fond. La capsule préalablement tarée et contenant le mélange d'argiles et de limons fins a été séchée à l'étuve pendant 24 h à 105°C. On l'a ensuite pesée après refroidissement au dessiccateur. On a ainsi obtenu la masse d'argiles + limons fins + citrate de sodium en soustrayant de la masse obtenue celle de la capsule.

(3°) Prélèvement des argiles : on a procédé de la même façon que pour le prélèvement des argiles et des limons fins mais il a fallu attendre plus de 7 h après homogénéisation de la colonne. Ce temps est aussi fonction de la température ambiante dans le local du laboratoire.

On a prélevé à 10 cm de profondeur dans la colonne 20 mL de la solution, l'échantillon ne contenant que de l'argile et du citrate de sodium. Après séchage à l'étuve pendant au moins 12 h à 105°C et refroidissement dans un dessiccateur, on a pesé la capsule contenant l'argile sèche. On a ainsi obtenu la masse d'argile mélangée avec du citrate en retranchant de la masse obtenue celle de la capsule.

Pour obtenir la masse du citrate utilisée, on a ajusté à un litre 20 mL d'une solution de citrate de sodium en y ajoutant de l'eau distillée. On a prélevé 20 mL de cette solution qu'on a séché à l'étuve pendant 24 h dans une capsule préalablement tarée. Après refroidissement dans un dessiccateur, la capsule contenant du citrate de sodium séché a été pesée. La masse du citrate est obtenue en retranchant de la masse obtenue celle de la capsule.

3. Résultats de l'analyse physicochimique des sols

Sites	Echantillons	Argiles (%)	Limons (%)		Sable (%)					pH/ H ₂ O	CE (μ S/cm)
			L.G	L.F	1000 μ	500 μ	250 μ	100 μ	50 μ		
Termitières avec <i>Meliponula</i>	TAM 1	62,72	3,69	10,96	2,49	5,05	2,77	9,9	2,42	5,38	41,6
	TAM 2	61,35	3,87	11,16	9,62	5,8	3,42	3,31	1,48	4,72	38
	TAM 3	66,02	3,43	7,94	2,14	5,08	4,02	8,8	2,58	4,96	89,5
	TAM 4	31,45	11,23	4,32	5,08	11,68	12,75	15,56	7,93	5,42	20,1
	TAM 5	48,46	14,82	7,73	0,39	1,98	3,33	11,21	12,09	4,89	28,7
	TAM 6	48,46	9,84	7,73	1,4	4,49	7,89	10	6,86	5,38	45
	TAM 7	47,94	10,19	6,57	2,36	2,61	0,81	9,12	20,41	6,03	72,5
	TAM 8	32,58	12,64	13,64	7,9	7,57	9,09	10,74	5,85	5,52	37,2
	TAM 9	51,54	3,41	1,49	0,76	1,65	1,98	18,13	21,04	4,67	201
	TAM 10	33,58	9,98	4,78	5,62	12,18	11,95	13,88	8,03	5,32	43,3
Termitières sans <i>Meliponula</i>	TSM 1	44,05	14,56	4,42	1,61	1,78	3,27	13,28	17,03	4,99	90,1
	TSM 2	60,59	2,71	5,18	1,41	6,34	5,13	13,8	4,85	5,02	91,4
	TSM 3	29,22	12,76	3,9	4,96	12,27	6,27	21,21	9,41	5,33	18,3
	TSM 4	40,12	14,84	6,67	1,28	1,08	2,15	15,54	18,32	5,54	24,9
	TSM 5	42,63	12,42	7,78	1,04	1,36	3,25	13,75	17,79	5,81	24,1
	TSM 6	16,34	7,79	2,41	7,4	17,85	22,05	20,9	5,27	5,16	77,6
	TSM 7	46,62	12,27	5,98	1,05	4,68	10,37	17,17	1,87	4,72	52,2
	TSM 8	39,12	16,55	8,72	1,92	1,01	2,73	13,17	16,78	5,11	21,5
	TSM 9	44,19	14,79	6,29	12,1	9,65	3,27	7,83	1,88	5,17	15,5
	TSM 10	41,04	15,87	6,57	1,62	1,75	3,01	12,04	18,1	4,78	21,1

TAM : termitière avec *Meliponula* ; TSM : termitière sans *Meliponula*

CE = Conductivité électrique ; μ S/cm = micro siemens par centimètre

4. Comparaison des paramètres physico-chimiques du sol entre termitières avec *Meliponula* et termitières sans *Meliponula*

Analyse statistique	Argile (%)		Limon grossier (%)		Limon fin (%)		Sable grossier (%)		Sable fin (%)		pH		Conductivité électrique (μ S/cm)	
	TAM	TSM	TAM	TAM	TAM	TSM	TAM	TSM	TAM	TSM	TAM	TSM	TAM	TSM
	62,72	44,05	3,69	14,56	10,96	4,42	5,05	1,78	2,77	3,27	5,38	4,99	41,60	90,10
	61,35	60,59	3,87	2,71	11,16	5,18	5,80	6,34	3,42	5,13	4,72	5,02	38,00	91,40
	66,02	29,22	3,43	12,76	7,94	3,90	5,08	12,27	4,02	6,27	4,96	5,33	89,50	18,30
	31,45	40,12	11,23	14,84	4,32	6,67	11,68	1,08	12,75	2,15	5,42	5,54	20,10	24,90
	48,46	42,63	14,82	12,42	7,73	7,78	1,98	1,36	3,33	3,25	4,89	5,81	28,70	24,10
	48,46	16,34	9,84	7,79	7,73	2,41	4,49	17,85	7,89	22,05	5,38	5,16	45,00	77,60
	47,94	46,62	10,19	12,27	6,57	5,98	2,61	4,68	0,81	10,37	6,03	4,72	72,50	52,20
	32,58	39,12	12,64	16,55	13,64	8,72	7,57	1,01	9,09	2,73	5,52	5,11	37,20	21,50
	51,54	44,19	3,41	14,79	1,49	6,29	1,65	9,65	1,98	3,27	4,67	5,17	201,00	15,50
	33,58	41,04	9,98	15,87	4,78	6,57	12,18	1,75	11,95	3,01	5,32	4,78	43,30	21,10
Moyenne	48,41	40,39	8,31	12,46	7,63	5,79	5,81	5,78	5,80	6,15	5,23	5,16	61,69	43,67
Degré de liberté	9		9		9		9		9		9		9	
t-Student	1,567		-2,531		1,447		0,013		0,143		0,327		0,818	
p-value	0,15		0,03		0,18		0,99		0,89		0,75		0,43	

TAM : termitières avec *Mélipones* ; TSM : termitières sans *Mélipones* ; LG : limon grossier ; LF : limon fin ; SG : sable grossier ; SF : sable fin ;

CE : conductivité électrique

5. Questionnaire d'enquête sur l'ethnoécologie des mélipones (*meliponula*, *apidae*, *hymenoptera*) au Parc National de la Ruvubu

I. IDENTIFICATION DE L'ENQUETE (E)

Nom :

Prénom :

Age : Age : | | |

Sexe : M ☐ ou F ☐

Etat civil : Célibataire ☐ Marié ☐ Veuf/Veuve ☐ Divorcé(e) ☐

Niveau d'étude : Primaire ☐ Secondaire ☐ Université ☐ Aucun ☐

Profession : Les agri-éleveurs ... % et les salariés %

Province :

Commune :

Colline :

Sous-colline :

II. QUESTIONS SUR *Meliponula*, *Apidae*, *Hymenoptera*, *Meliponula* « *impura* »

II.1. Connaissance d'« *impura* » » (*Meliponula*, *Apidae*, *Hymenoptera*) et de ses usages

1) Connaissez-vous l'espèce que l'on appelle d'« *impura* » (*Meliponula*, *Apidae*, *Hymenoptera*) ?

Oui ☐ ou Non ☐

Si la réponse est négative, l'enquête s'arrête.

2) Est-ce que *Meliponula* existe sur votre colline ou sur les collines voisines ?

Oui ☐ ou Non ☐

3) Pouvez-vous me dire les usages de cette espèce ?

a) ☐ Elle contribue à la pollinisation des plantes (lesquelles ?)

- b) ☐ Fabrication d'un traditionnel vin
- c) ☐ Usage alimentaire (à préciser).....
- d) ☐ Usage Médicinales (à préciser)
- e) ☐ Autre usages (à préciser)

Pour réponse oui sur e), préciser les usages (par ordre d'importance)

4) De tous les usages ci-haut, quels sont les trois usages les plus importants d'« *impura* »

1. ☐ 2. ☐ 3. ☐

5) La termitière où s'installe « *impura* » a, est-elle propice pour l'agriculture comparé au reste des terres de votre région ? **Oui** ☐ **ou non** ☐

6) *Hymenoptera* « *impura* » est souvent considéré comme une espèce qui ne présente que des avantages. Connâtriez-vous certains inconvénients de cette espèce (au niveau pédologique ou environnemental ou socio-économique) ?

- a)
- b)
- c)

II.2. Evaluation de l'importance relative *Hymenoptera* « *impura* »

III. 7) Si vous considériez l'importance de *Hymenoptera* « *impura* » dans sa globalité. Est-elle l'espèce indigène la plus importante de votre région ?

Oui ☐ **ou non** ☐

8) Si non, pour vous, quelle (s) est (sont) l'(les) espèce (s) la (les) plus intéressante (s) dans votre région (à citer dans l'ordre d'importance)?

- a) ☐ b) ☐ c) ☐

Pouvez-vous expliquer son (leur) importance ?

9) Existe-il d'autres types de *Hymenoptera* « *impura* » sur votre colline ou sur les collines voisines?

Oui ☐ ou non ☐

Si oui, quels sont leurs noms vernaculaires ?

a)

IV. 10) Ces *mélipones* sont-elles les mêmes usages *Hymenoptera* « *impura* »)

Oui ☐ ou non ☐

11) Laquelle des espèces d'abeille sans dard « *impura* » de votre région attribueriez-vous le plus d'importance pour la population ?

Pourquoi ?

12) les termitières à *Hymenoptera* « *impura* » sont actuellement détruites ?

Oui ☐ ou non ☐

13) Si oui, depuis quand ce phénomène existe ?

☐ Plus de 20 ans ☐ 20-15 ans ☐ 15-10 ans ☐ 10-5ans ☐ moins de 5 ans

14) quelles sont les causes de la destruction de ces termitières à *Hymenoptera* « *impura* » ?

15) Comparer le prix *Hymenoptera* « *impura* » à celui d'*Apis mellifera*

☐ Le prix de la perche *Hymenoptera* « *impura* » est beaucoup plus important

☐ Les prix des deux types d'abeilles sont comparables

☐ Le prix *Apis mellifera* est beaucoup plus important à% des enquêtés

II.3. Evaluation des causes de la disparition et du niveau de conservation *Hymenoptera* « *impura* »

16) En tenant compte de la zone de distribution actuelle de *Meliponula* « *impura* » dans votre

région, est-elle en train de **progresser** ☐ ou **régresser** ☐ ou **stable** ☐ en terme d'occupation des sols ?

17) A quel rythme (pourcentage d'expansion ou de réduction) ?

18) Si (*Meliponula* « *impura* ») est en progression quelles sont les raisons de son expansion ?

1 2
3

19) Si (*Meliponula* « *impura* ») est en régression quelles sont les causes de sa disparition
(hiérarchiser les causes)

a) Défrichement cultural ☐ b) Surexploitation des produits (miel) de l'espèce ☐ c) Les
feux de brousse ☐

Autres (à préciser)

20) Si la surexploitation de l'espèce est l'une des causes, quels sont les principaux usages
d'*Meliponula* « *impura* » (source de la plus grande menace de disparition (hiérarchiser les
usages) 1. 2. 3. 4.

21) Connaissez-vous des sites (Sous-collines et Collines) où *Meliponula* « *impura* » avaient
existé dans le passé mais actuellement disparu ? Oui ou non

22) Citez ces sites et les causes de la disparition d'*Meliponula* « *impura* »

Site 1 Causes1

Site 2 Causes 2

Site 3 Causes 3

22) Dans ces sites évoqués, depuis quand *Meliponula* « *impura* » a-t-elle disparue ?

Sites (Collines & sous-collines)	Nombre de termitières qui existait en 1993	Nombre de termitières qui existent encore	Années de disparition définitive

23) *Meliponula* « *impura* » se retrouve-t-elle dans les propriétés privées ou sous forme de peuplements gérés par l'Etat ?

a) En grande partie dans les propriétés privées

b) En grande partie dans les propriétés de l'Etat

24) Quelle est la culture / végétation qui est la plus appropriée sur les sites de prédilection d'*Meliponula* « *impura* » ?

II.4. Etat de connaissance sur la domestication d'*Meliponula* « *impura* »

25) Connaissez-vous comment domestiquer *Meliponula* « *impura* »

Oui ☐ Non ☐

26) Si oui, quelle la période favorable pour cette opération ?

27) Décrire comment on procède :

28) *Meliponula* « *impura* » produisent-t-elle du miel ?

Oui ☐ Non ☐ Je ne sais pas ☐

29) A quel mois de l'année faut-il faire la récolte du miel pour avoir une grande quantité

30) ce miel est-il de bonne qualité ?

Oui ☐ Non ☐

31) combien de récoltes de miel peut-on faire par an

II.5. Evaluation du niveau d'adhésion aux efforts de conservation de *Meliponula*

« *impura* »

32) Tenant compte de l'utilité de *Meliponula* « *impura* » pour la population, trouveriez-vous important de la protéger contre sa disparition ?

Oui ☐ ou Non ☐ Si oui,

33) Seriez-vous prêts à concéder une partie de vos terres pour zone de protection intégrale d'*Meliponula* « *impura* » sous-forme d'aire protégée ?

a) Excellent ☐ b) Bon ☐ c) Moyen ☐ d) Pas du tout

34) Si un encadrement vous est fourni, participeriez-vous à la domestication de *Meliponula* « *impura* » dans vos propriétés ?

a) Excellent ☐ b) Bon ☐ c) Moyen ☐ d) Pas du tout ☐

Si non, tout au moins,

35) Si des programmes/projets développent la domestication de *Meliponula* « *impura* » seriez-vous enthousiasmé à collaborer ?

a) Excellent ☐ b) Bon ☐ c) Moyen ☐ d) Pas du tout ☐

36) Avez-vous éventuellement d'autres propositions visant la conservation durable d'*Meliponula* « *impura* » contre sa disparition ?

Merci pour votre participation !!!!

6. Coordonnées géographiques des sites d'échantillonnage des spécimens d'termites et du sol

Termitières avec Meliponula	Termitières sans Meliponula
TAM 1	TSM 1
02° 56' 37,4"	S 02°56'45.0"
30°26'04,0"	E 030°25'56.54"
1487 m	Alt 1522m
TAM 2	TSM 2
02°56'27,5"	S02°56'43.5"
30°26'053"	E030°25'57.0"
1464 m	Alt1511m
TAM 3	TSM 3
029° 56'37,2"	Long 0214988
30°26'11,0"	Lat 9674198
1494 m	Alt 1506 m
TAM 4	TSM 4
02°58'17,7"	Long 0216615
30°27'09,7"	Lat9670250
1379 m	Alt1426 m
TAM 5	TSM 5
02°58'40,9"	Long 0216577
30°27'21,4"	Lat 9670200
1380m	Alt1417 m
TAM 6	TSM 6
02°58'17,7"	Long 0216504
30°27'13,3"	Lat 9670190
1376 m	Alt 1430 m
TAM 7	TSM 7
02°58'157"	Long 0216487
30°27'44,2"	Lat 9670104
1357 m	Alt 1423 m
TAM 8	TSM 8
02°59'60,5°	Long 0216685
30°27'44,2"	Lat 9670375
1357 m	Alt 1415m
TAM 9	TSM 9
02°59'02,4"	Long 0216729
30°27'46,1"	Lat 9670427
1355m	Alt 1417m
TAM 10	TSM 10
02°56'41,5"	Long 0216782

7. Photo d'une termitière abritant des mélipones



Vue partielle de deux nids de Plebeina armata dans une termitière active. Photo Nikiza A. 2020