Mention de Master Agrosciences, Environnement Territoires, Paysages, Forêts

Master 2 Parcours Environnement, Développement, Territoires, Sociétés
Agroécologie ; Sociétés ; Territoires
2018 – 2019

Agroforêts et services écosystémiques

Place des abeilles dans les socio-écosystèmes familiaux de Tomé-Açú, Pará, Brésil

Présenté par : Gabriel Gonella

CIRAD - UFPA

Stage encadré par Émilie Coudel, Lívia Navegantes et Lilian Blanc

Référent AgroParisTech : François Léger

Formation organisée en collaboration avec le Museum National D'Histoire Naturelle et l'Université Paris Sorbonne

Table des matières

Index des figures....3
Index des tableaux....4
Agradecimentos / Remerciements....4
Lexique....5
Noms vernaculaires de groupes d'abeilles utilisés dans ce mémoire :....5
Espèces cultivées : noms binomiaux, noms portugais et usages....6
Termes spécifiques et acronymes....6
Vocabulaire de la restauration écologique....7
Résumé....9
Abstract....9
Introduction....10
1 Services écosystémiques et restauration forestière : débats théoriques, projet scientifique et abordage méthodologique....12
1.1 Restauration forestière, agroforesterie et services écosystémiques : débats et positionnement....12
1.1.1 L'agroforesterie comme activité restaurative....12
1.1.2 L'agroforesterie : restauration écologique intégrée dans la construction sociale des paysages....13
1.1.3 La notion de service écosystémique, un outil de dialogue sur la construction des paysages....14
1.2 Résultats du groupe Refloramaz : inventaire des expérience de restauration dans le Nordeste du Pará....14
1.2.1 Le contexte du nord-est du Pará....15
1.2.2 Perception des services écosystémiques....16
1.2.3 Motivations et freins à la mise en place d'activités restauratives dans le Nord-Est du Pará....17
1.2.4 Une classification qualitative des agroforêts du Nord-Est Paraense....18
1.3 Processus de définition de la recherche....20
1.3.1 Évolution de la question de recherche et des objectifs....20
1.3.2 Travaux exploratoires....21
1.3.3 Mise en place d'une méthodologie et seconde collecte de données....22
2 Travail exploratoire : pratiques de restauration forestière et contributions de la nature visées....24
2.1 Approfondissement de la typologie de restauration forestière....24
2.1.1 Analyse de l'intensité des pratiques : une concordance forte avec la classification qualitative....24
2.1.2 Spécificité de Tomé-Açú....28
2.2 Usages du sol et perception des services écosystémiques chez les agriculteur·ices familiales de Tomé-Açú....30
2.3 Formalisation des services écosystémiques et de la place des abeilles et de la pollinisation....35
2.3.1 Définitions....35
2.3.2 Intégration de l'agriculture familiale de Tomé-Açú dans ce cas d'étude....36
3 Influence de différents modes d'occupation du sol dans des propriétés en agroforesterie familiale sur la diversité et la composition des communautés d'Apidés à Tomé-Açú....37
3.1 Méthodes....38
3.1.1 Relevés de terrain....38
3.1.1.1 Échantillonnage....38
3.1.1.2 Caractéristiques des échantillon....41

3.1.2 Analyses....42
3.1.2.1 Identifications....42
3.1.2.2 Analyses statistiques....42
3.2 Résultats....44
3.2.1 Évaluation du protocole d'échantillonnage....44
3.2.2 Abondances et diversité en fonction de l'occupation du sol....46
3.2.3 Communautés....49
3.3 Interprétation et discussion....52
3.3.1 Abondances et diversité en fonction de l'occupation du sol....52
3.3.2 Communautés....54
3.4 Perspectives....55
4 Rapport aux abeilles et à la pollinisation chez les agriculteur·ices familiales en agroforesterie de Tomé-Açú....57
4.1 Méthodes....57
4.1.1 Entretiens....57
4.1.2 Free-listing....57
4.2 « L'abeille, elle, elle n'est pas très bien définie » : des ethnoclassifications....58
4.2.1 Résultats de l'inventaire ethnospécifique....58
4.2.2 Une classification hiérarchique ?....63
4.2.3 Des fonctions attribuées permettent la définition d'une classification latérale....64
4.3 Ethnoclassification, services et disservices : la perception des abeilles par leurs interactions au sein du socioécosystème....67
4.3.1 Des abeilles, des cultures, des perceptions : des pollinisations....67
4.3.2 Des valeurs attribuées par fonctions....69
4.3.3 Une relation aux abeilles qui évolue avec les pratiques....71
4.3.4 Résumé et perspectives....73
Conclusion....75
Synthèse des résultats....75
Limites....76
Perspectives....76
Bibliographie....78
Annexe I : formules utilisées pour les analyses....82
Construction de classes par classification ascendante hiérarchique....82
Analyses des résultats du free-listing....82
Annexe II : figures en couleur....83
Résumé....91
Abstract....91

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Index des figures

Figure 1 : Classification phylogénétique des abeilles 6
Figure 2: Carte administrative du Pará montrant le découpage des mésorégions (trait épais) et des municípios à gauche et un agrandissement sur la zone d'étude.....15
Figure 3 : services écosystémiques mentionnés par différents acteurs à Irituia et Paragominas.....16
Figure 4 : Motivations déclarées par les agriculteur·ices familiales d'Irituia pour mettre en place des agroforêts (n=30).....18
Figure 5 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie.....24
Figure 6 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie : place des forêts-jardin.....28
Figure 7 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie par municipalité.....30
Figure 8 : « Prendre soin, ça fait du bien, produit naturel d'Amazonie », emballage de pulpe d'acérola produit par la CAMTA et vendu à Belém.....32
Figure 9 : représentation des interdépendances sociales et socio-écologiques dans lequel est intégré l'agriculture familiale tomé-açuense 36
Figure 10 : Paramètres et représentation schématique d'une classification des agroforêts.....41
Figure 11 : Répartition des observations par genre par classe d'abondance.....44
Figure 12 : Courbe d'accumulation des genres observés.....45
Figure 13 : Abondance d'abeilles moyenne par observation.....45
Figure 14 : Abondance d'abeilles moyenne par type d'occupation du sol.....47
Figure 15 : Analyse factorielle des correspondance après regroupement des genres.....49
Figure 16 : Formation de communauté d'abeilles par CAH sur l'ACM.....51
Figure 17 : courbe d'accumulation du nombre d'ethnoespèces citées en fonction du nombre d'entretiens.....62
Figure 18 : Abeille moustique et "miel de vue".....70
Figure 19 : Assignation à un groupe fonctionnel.....74
Figure 20: Carte administrative du Pará montrant le découpage des mésorégions (trait épais) et des municípios à gauche et un agrandissement sur la zone d'étude.....83
Figure 21 : services écosystémiques mentionnés par différents acteurs à Irituia et Paragominas.....84
Figure 22 : Motivations déclarées par les agriculteur·ices familiales d'Irituia pour mettre en place des agroforêts (n=30).....84
Figure 23 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie.....85
Figure 24 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie : place des forêts-jardin.....85
Figure 25 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie par municipalité.....86
Figure 26 : représentation des interdépendances sociales et socio-écologiques dans lequel est intégré l'agriculture familiale tomé-açuense 86
Figure 27 : Analyse factorielle des correspondance après regroupement des genres.....87
Figure 28 : Formation de communauté d'abeilles par CAH sur l'ACM.....88
Figure 29 : Abeille moustique et "miel de vue".....89
Figure 30 : Assignation à un groupe fonctionnel.....90

Index des tableaux

Tableau 1 : Répartition des différents systèmes d'agroforesterie en fonction des municipalités.....20
Tableau 2 : Caractéristiques des enquêté·es.....23
Tableau 3 : Description des variables utilisées pour caractériser les agroforêts.....25
Tableau 4 : Description des variables utilisées pour caractériser les agroforêts.....27
Tableau 5 : Espèces les plus fréquemment cultivées par les enquêté·es.....34
Tableau 6 : Répartition des points d'observation par propriété étudiée.....40
Tableau 7 : regroupements des genres effectués pour l'analyse.....43
Tableau 8 : Moyenne des indices de Shannon et de Simpson dans les différents milieux échantillonnés et nombre d'espèces.....48
Tableau 9 : Correspondances entre les ethnocatégories identifiées et les catégories biologiques, critères associés.....59
Tableau 10 : Analyses de la salience pour les ethnoespèces recensées au cours du free-lmisting, ordonnées par S de Smith.....61
Tableau 11: Groupes fonctionnels.....66

Il sera fait usage dans ce texte d'écriture inclusive : les noms auront été écrits lorsque nécessaire avec les deux terminaisons existantes séparées par un point médian. Pour les adjectifs, verbes, pronoms etc... l'accord de proximité aura été choisi autant que possible.

Agradecimentos / Remerciements

Cette section est désespérément simple dans cette première version, ce qui reflète bien mal le caractère collectif de la recherche à laquelle j'ai eu la chance de participer. J'étofferai cette pauvre liste dans une version future.

Merci à Émilie Coudel, Livia Navegantes, et Lilian Blanc d'avoir accepté d'encadrer ce spécialiste en rien que je suis avec beaucoup de bienveillance.

Merci à Mario,

merci à Marcila, Queliane, Ester, Renan, Aurea, Maninha, Vitor, Diego, et tant d'autres, pour m'avoir accueilli avec le grand coeur des Brésilien·nes.

Tous mes enquêté·es que je ne peux pas citer par souci de confidentialité, et dont je ne pourrai oublier l'accueil.

Toute l'équipe de l'IFPA

Alistair Campbell, Joice Ferreira, Beatriz Coelho pour leur encadrement scientifique

Toutes celles et ceux qui m'ont reçu aussi à Montpellier. Léo pour tes relectures que j'ai peu relues.

Julie, clef de voûte de mon existence, de ce marathon final et de nombre des paragraphes de ce mémoire

tant d'autres dont j'étofferai la liste calmement, comme il se doit.

Lexique

Noms vernaculaires de groupes d'abeilles utilisés dans ce mémoire :

A part mention contraire, la nomenclature suivie ici est celle décrite dans Abelhas Brasileiras, Sistemática e Identificação (Silveira, Melo, et Almeida 2002). N'ayant pas la prétention d'apporter des éléments nouveaux à la classification des abeilles, celle-ci n'apportant par ailleurs pas de contribution fondamentale à ma réflexion, je me contenterai de ce livre la plupart du temps. Il faut cependant remarquer qu'en 17 ans les débats sur la classification des abeilles et leurs relations aux autres « Guêpes Sphénoïdes » ont évolué, et que les informations présentées ici n'en rendent pas toujours compte.

abeilles : Guêpes Aculéates (Hymenoptera, Aculeata), dont les femelles collectent du pollen et du nectar plutôt que de chasser d'autres Arthropodes pour l'alimentation des larves. Elles sont réunies avec d'autres guêpes dans la superfamille des Apoidea. Les abeilles sont regroupées en neuf Familles dans la classification utilisée ici, mais des propositions récentes suggèrent de les regrouper en une seule, les Apidés, et de réduire les Familles décrites au rang de sous-Familles.

abeilles-Orchidées : Apinés de la subtribu des Euglossina

Apidés : abeilles de la famille des Apidae. Regroupe les Tribus des Apinae, Nomadinae, Xylocopinae.

Apidofaune : ensemble des abeilles.

Apinés : Apidés de la Tribu des Apinini. Regroupe les Subtribus des Apina, Bombina, Euglossina et Meliponina

Halictes : famille des Halictidae.

Mélipones : Subtribu Meliponina (tribu des Apinés, famille des Apidés). abeilles regroupées au Brésil sous la dénomination « abeilles indigènes sans dard »[1]. Toutes les espèces sont eusociales, hors les espèces parasites. Elles constituent la majorité des observations effectuées au cours de ce mémoire.

1 "Abelhas indigenas sem ferrão"

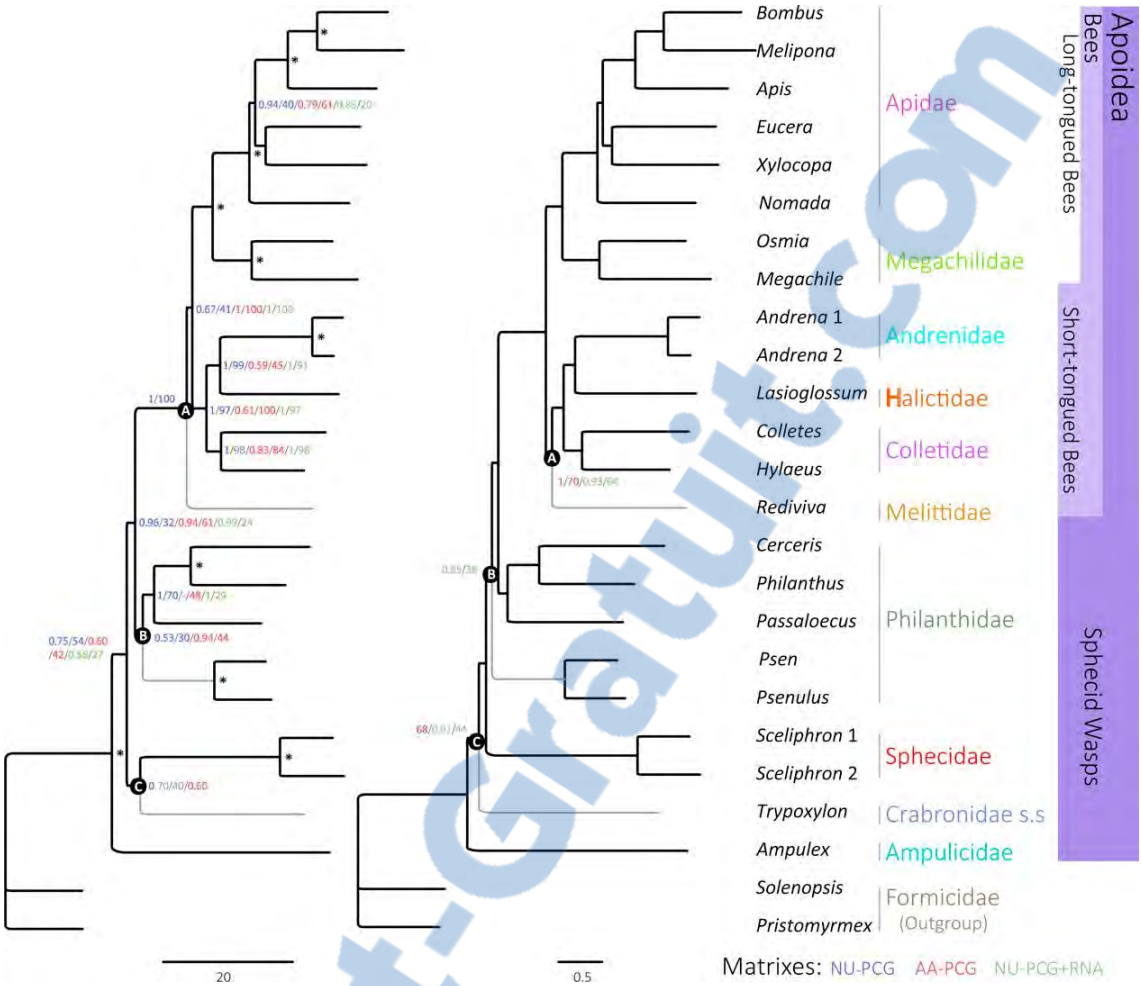


Figure 1 : Classification phylogénétique des abeilles

Adapté de (Zheng et al. 2018)

Espèces cultivées : noms binomiaux, noms portugais et usages

Açaï : Açaí, *Euterpe oleracea*, palmier de zones humides, poussant naturellement dans les varzeas et au bord des rivières, dont le fruit constitue un plat traditionnel très apprécié dans la région, à la base de l'alimentation des populations riveraines. Les années 90 voient une phase d'extractivisme du cœur de ce palmier, et le début de l'explosion du commerce de son fruit à l'échelle nationale et internationale.

Andiroba : *Carapa guianensis* ou *C. procera*, grand arbre natif dont les graines sont exploitées pour en tirer une huile médicinale.

Noyer du Brésil : Castanha-do-Pará, *Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae. Grand arbre natif producteur de la noix du Brésil, qui a fait l'objet d'un cycle d'exploitation de l'Amazonie.

Termes spécifiques et acronymes

APRAFAMTA[2] : Association des producteurs et productrices ruraux de l'agriculture familiale de Tomé-Açú (coopérative possédant une petite unité d'extraction et de conditionnement des pulpes de fruit).

2 *Associação de Produtores e Produtoras Rurais da Agricultura Familiar do Municipio de Tomé-Açu*

Rapport-Gratuit.com

CAMTA[3] : Coopérative agricole mixte de Tomé-Açu (coopérative historique fondée par la communauté japonaise tomé-açuense, possédant notamment une usine de transformation des fruits en pulpes et sorbets).

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

EMBRAPA[4] : entreprise d'état brésilienne en charge de la recherche agronomique.

EMATER[5] : entreprise d'état brésilienne en charge du conseil agricole

Farinha : boulettes de manioc rapé et séché, torréfiées, principal produit vendu et consommé issu du manioc. Les autres sont le *tucupi*, un jus extrait lors de l'essorage du manioc dans le *tipiti* (pour le procédé manuel), et utilisée pour des sauces et des spécialités amazoniennes telles que la *tacacá,* et la tapioca, fécule qui décante lors de la fermentation du *tucupi*. La *farinha* est ajoutée dans tous les plats, notamment dans l'açaï. Une table amazonienne sans *farinha* est inconcevable : elle représente un enjeu culturel important et revendiqué. Le travail nécessaire à la production de la *farinha* est de l'avis général pénible et complexe. Il doit être répété régulièrement au cours de l'année car l'humidité amazonienne fait rapidement perdre le croquant de la *farinha*, qui n'est alors plus vendable.

Fazendeiro : littéralement, fermier. Désigne en général des propriétaires possédant de grandes surfaces gérées de manière entrepreneuriale. Dans le contexte tomé-açuense, ce terme sera employé pour désigner ce genre de fermes menées en élevage bovin car c'est son usage le plus fréquent. Il existe cependant à Tomé-Açú deux autres modes de très grandes exploitations : les *dendêzais*, plantations de palmiers à huile, et les propriétés en agroforesterie, issues de la tradition de la communauté nippo-brésilienne tomé-açuense.

forêts "primaires" : Les forêts dites primaires sont dans des états de dégradation élevé dans les zones étudiées. De plus, il est toujours difficile de savoir de quand date le dernier défrichement sur les parcelles : bien souvent les souvenirs se perdent. Même les forêts vraiment primaires sont soumise à exploration (extraction de bois tropical), ou à des dégradations dues à la déforestation alentours. J'appellerai « forêt primaire » dans ce mémoire les forêts pour lesquelles il n'existe pas de souvenir ni d'indice flagrant de déforestation récente.

Município : entité administrative correspondant à la plus petite division du Brésil, après l'État. Un municípios regroupe em général une ville ou village central et de nombreuses « communautés » rurales périphériques. Cette entité a des compétences correspondant approximativement en France aux mairies et aux Départements.

UFPA : Universidade Federal do Pará

Vocabulaire de la restauration écologique

Toutes les définitions employées ici sont issues du guide de la Society for Ecological Restoration ((McDonald et al. 2016))

Écosystème de référence : modèle de l'écosystème-cible d'un projet de restauration. Il implique la description des attributs de l'écosystème (composition, structure, fonctionnement)

3 *Cooperativa Agricola Mixta de Tomé-Açu*
4 *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*
5 *Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural*

devant être restaurés pour qu'il atteigne un état d'auto-organisation conduisant à un rétablissement complet. Ce modèle ne correspond pas forcément à un écosystème historique, mais est établi à partir d'informations sur les conditions passées, présentes et futures du site et de sites similaires, en accord avec les parties prenantes. Il se veut le plus proche possible d'un « écosystème autochtone local ».

IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

MEA : Millenium Ecosystem Assessment

Projet restauratif : l'ensemble des travaux entrepris pour atteindre le rétablissement d'un écosystème, débutant à la phase de planification, suivi par la réalisation du projet, jusqu'au rétablissement total de l'écosystème.

Régénération spontanée : recrutement d'éléments de la biocénose sans intervention humaine hors la suppression des facteurs de causalité de la dégradation du milieu.

Réhabilitation : actions directes ou indirectes ayant pour objectif de rétablir un niveau de fonctionnalité de l'écosystème. Se distingue de la restauration écologique en cela qu'elle ne cherche pas à rétablir un écosystème de référence. Si elle ne compromet pas le potentiel de restauration écologique, elle peut être considérée comme un projet restauratif.

Restauratif / restaurative : caractère d'activités et aboutissements non-nécessairement accomplis via la restauration écologique mais qui sont basés sur des principes s'appuyant sur la restauration écologique.

Restauration écologique : processus qui assiste le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit. Il vise à « assister la régénération » d'un écosystème naturel ou semi-naturel plutôt que de lui imposer une nouvelle direction ou forme. Il est guidé par les attributs de l'écosystème de référence.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Résumé

L'agroforesterie est une pratique présentée comme un moyen de restauration forestière, en particulier pour l'agriculture familiale en Amazonie. Elle permet la restauration de services écosystémiques sans entrer dans des modèles conservationnistes de *land sparing*. La restauration de services écosystémiques peut constituer une motivation à l'adoption de l'agroforeterie. Dans ce mémoire, je confronterai perception des services écosystémiques et restauration effective de ces services. Je me focaliserai sur le service de pollinisation, approché par le biais de l'apidofaune. Comment les abeilles sont-elles perçues et influencées par les pratiques des agriculteurs et agricultrices familiales de Tomé-Açú, Pará ? Cette question permet de soulever des enjeux fondamentaux dans l'intensification écologique de l'agriculture : intrants, diversification… J'ai comparé, par un protocole original et adaptable à des projets de participation des agriculteur·ices, la diversité des pratiques restauratives mises en place en agriculture familiale à Tomé Açu. Les résultats montrent l'efficacité des agroforêts diversifiées dans la réhabilitation de l'apidofaune. Les relations entretenues entre agriculteur·ices et abeilles dépendent des interactions perçues entre abeilles et cultures, et de l'importance accordée aux cultures concernées. Ces relations évoluent avec l'adoption de l'agroforesterie, et sont susceptibles d'évoluer encore avec l'apparition de nouvelles préoccupations environnementales. Ce travail exploratoire suggère que les abeilles peuvent constituer une bonne approche pour penser et accompagner les évolutions des pratiques restauratives par les agriculteur.ices.

Mots-clefs : agroforesterie, agriculture familiale, Amazonie, restauration, Meliponina, Apidae, pratiques, ethnoentomologie, Tomé-Açú

Abstract

Agroforestry may be a suitable practice for ecological restoration, especially for amazonian family farmers. It is a way to restore ecosystem services without using "land sparing" conservation means. Ecosystem services restoration may also be a motivation for agroforestry adoption. In this work, I will compare the perception of ecosystem services and the actual restoration of these services. I will focus on the pollination service, approached through the apidofauna. In which way are bees perceived ans influence by family farmers practices in Tomé-Açu, Pará ? This question raises fundamental issues for the ecological intensification of agricultural lanfs : pesticide use, diversification… I used an original, adaptable for further more inclusive research, protocol to compare diverse restorative land uses implemented by family farmers. Results point out the effectiveness of diverse agroforestry for apidofauna restoration. I showed that farmers' perception of bees is dependent of the crops bees interact with, and of the importance of these crops in the productive socio-ecosystem. These perception change with the change of cropping systems, and are likely to go on changing with the appearance of new environmental preoccupations. This exploratory works suggests that bees can be used as a way to think and support changes in farmer's restorative practices.

Key words : agroforestry, family farming, Amazonia, restoration, Meliponina, Apidae, practices, ethnoentomology, Tomé-Açú

Introduction

Il fallait que l'Amazonie soit une terre remplie de beautés et de richesses exotiques, et de dangers à la hauteur de sa luxuriance vierge, pour que les habitant·es de la vieille Europe lui donnent ce nom chargé par leurs propres mythes d'un mélange des fascinations et des peurs que l'on projette sur les terres sauvages. Peut-être est-ce là la formule qui suscite l'admiration condescendante de l'orientalisme. Pourtant, des évidences archéologiques de plus en plus nombreuses prouvent que le bassin Amazonien a connu avant la colonisation européenne des densités de population très éloignées du fantasme occidental de la forêt vierge, avec des voies de communication qui reliaient les Andes à l'Atlantique, des routes commerciales au sein d'un espace domestiqué, notamment par l'agriculture. Des souvenirs de cette période persistent et sont toujours exploités de nos jours. On peut citer par exemple le noyer du Brésil, dont la densité d'arbres par endroit suggère qu'il ne s'agissait pas juste d'une extraction de ressources naturelles et qu'il existait bien une gestion et reproduction favorisée. L'agroforesterie faisait partie des systèmes de culture de cette Amazonie précolombienne, en particulier lorsque les densités de populations étaient trop élevées pour reposer sur l'agriculture sur brûlis (Rostain 2008; Miller et Nair 2006).

Depuis les années 1970, l'Amazonie est en prise à une déforestation accélérée, principalement sous la pression de l'élevage bovin et de la culture du soja (Walker et al. 2009). Aujourd'hui, 19,3% du couvert forestier de 1970 a été déforesté, proche d'un possible point de bascule vers une savanisation (Nobre et al. 2016). Bien que les taux de déforestation aient diminué depuis 2004 avec la mise en place du Plan d'Action pour la Prévention de la Déforestation en Amazonie (PPCDAM), cette déforestation persiste et s'accroît à nouveau depuis 2015 (INPE, 2018). Le nombre de terres agricoles dégradées augmente également, abandonnées au profit de l'ouverture de nouvelles terres sur la frontière. L'agroforesterie, système d'occupation du sol dans lequel les arbres sont associés spatialement et / ou temporellement avec des cultures et/ou des animaux d'élevage (Altieri 2013) est parfois proposée comme un moyen pertinent de les restaurer (Vieira, Holl, et Peneireiro 2009).

La restauration écologique est définie par la Society for Ecological Restoration (SER) comme « *le processus qui assiste le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit »* (McDonald et al. 2016). Historiquement, la restauration a été considérée comme une tentative de ramener un écosystème à son état antérieur à la perturbation, mais ce paradigme a changé. Une nouvelle façon de penser à la restauration, la restauration «v2.0» au sens de (Higgs et al. 2014), a adopté le concept de trajectoires multiples pour le rétablissement de l'écosystème après une perturbation. En ce sens, les processus écosystémiques sont valorisés par rapport aux aspects structurels et compositionnels de l'écosystème et les objectifs de bien-être humain, tels que la réduction de la pauvreté, deviennent plus centraux (Higgs et al. 2014).

Les services écosystémiques, définis comme les « bénéfices que les humains tirent des écosystèmes et de leur fonctionnement » par le MEA (Hassan, Scholes, et Ash 2005), sont ainsi mobilisés pour mesurer les fonctionnalités des écosystèmes. L'agroforesterie semble bien être un moyen de réhabilitation efficace (Shimamoto et al. 2018). Les études qui se penchent sur l'efficacité restaurative de l'agroforesterie ont souvent tendance à la considérer comme une entité unique, ou à n'aborder qu'une seule forme d'agroforesterie (Bhagwat et al. 2008; Shimamoto et al. 2018; Montagnini et al. 2004; Dosskey, Bentrup, et Schoeneberger 2012), alors qu'il en existe une

diversité importante, de la haie aux systèmes complexes multistratifiés, ce qui se traduit par une diversité dans la provision de services écosystémiques (Vasconcellos et Beltrão 2018).

Plus qu'un outil de mesure, les services écosystémiques peuvent constituer en soi une motivation de restauration. C'est une question que pose le groupe de recherche Refloramaz (CIRAD – EMBRAPA - UFPA), dans lequel s'inscrit ce travail. Comment les agriculteur·ices perçoivent-elles les services écosystémiques ? Existe-t-il une corrélation entre la perception des services écosystémiques et la mise en place de pratiques restauratives ? Plusieurs travaux ont été menés par le groupe sur la perception des services écosystémiques, mais peu ont permis de les confronter à des services effectivement mesurés. L'objectif de ce travail est de mener une telle confrontation dans le cas d'un service en particulier, le service de pollinisation, approché par le biais de l'apidofaune. Je chercherai donc à répondre à la question suivante : comment l'apidofaune est-elle perçue et influencée par les pratiques des agriculteurs et agricultrices familiales de Tomé-Açú, Pará ?

J'aborderai différents aspects de cette question dans ce mémoire. Dans la première partie, j'apporterai des précisions sur les approches et les acquis du groupe de recherche Refloramaz. Cela permettra de situer mon travail dans cet ensemble et la manière dont j'ai construit ma question de recherche.

La deuxième partie détaillera différentes pratiques de l'agroforesterie par l'analyse de la base de données rassemblée par Refloramaz. Cela permettra de s'interroger sur les différents milieux gérés et perçus par les agriculteur·ices de Tomé-Açú, question abordée par des entretiens lors de la phase exploratoire du travail de terrain détaillée dans la partie 2.2 . Cela fournira un cadre pour comprendre les enjeux dans lesquels s'insèrent la pollinisation et les relations aux abeilles.

Dans la troisième partie, je développerai les résultats du test d'une méthodologie de mesure de la diversité et de la composition des communautés d'abeilles. Cela permettra de voir comment l'apidofaune, prise à la fois comme indicatrice de la contribution de pollinisation et de la qualité de la restauration forestière, est influencée par différents modes d'occupation du sol.

Dans la quatrième et dernière partie, je me pencherai de manière détaillée sur le rapport entretenu par les agriculteur·ices aux abeilles et à la pollinisation par l'usage d'un free-listing et d'entretiens. Comment les enquêté·es classifient-elles les abeilles ? Comment perçoivent-elles la pollinisation ? En quoi cela influence-t-il leurs pratiques par rapport à l'apidofaune ?

1 Services écosystémiques et restauration forestière : débats théoriques, projet scientifique et abordage méthodologique

1.1 Restauration forestière, agroforesterie et services écosystémiques : débats et positionnement

1.1.1 L'agroforesterie comme activité restaurative

La **reforestation**, ou **restauration forestière**, relève d'une approche formalisée d'abord dans la champ de l'écologie, dans le concept de **restauration écologique**. Il convient de distinguer la restauration écologique comme champ d'étude (je parlerai plutôt ici d'**écologie de la restauration**), du processus (qui est ce que j'appellerai effectivement restauration écologique), et du résultat (qui sera désigné ici comme **écosystème restauré** ou **rétabli**). La restauration écologique est définie par la Society for Ecological Restoration (SER) (McDonald et al. 2016) comme « *processus qui assiste le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit ».* La démarche promue par la SER pour la restauration écologique passe par la définition d'un **écosystème de référence**, qui fixe un objectif à atteindre (susceptible d'évoluer en fonction des mutations du projet de restauration) par le biais de différentes interventions ou non interventions. La restauration forestière pourrait donc être définie comme une forme particulière de restauration écologique pour laquelle l'écosystème de référence est un écosystème forestier, tropical humide dans le cas de l'Amazonie. Il existe une diversité dans la qualification des projets restauratifs, qui ne sont pas tous des projets de restauration écologique, puisque tous ne visent pas au rétablissement d'un écosystème de référence. Citons les **activités restauratives**, qui améliorent le potentiel de rétablissement d'un écosystème sans atteindre l'écosystème restauré, et les projets de **réhabilitation**, qui cherchent à rétablir un niveau de fonctionnalité des écosystèmes sans viser un écosystème de référence.

Parmi les moyens mis en œuvre en restauration écologique, l'**agroforesterie**, *système d'occupation du sol dans lequel les arbres sont associés spatialement et / ou temporellement avec des cultures et/ou des animaux d'élevage* (Altieri 2013), est souvent mise en avant. Vieira, Holl, et Peneireiro 2009 soulignent les processus écologiques à l'œuvre dans les parcelles gérées en agroforesterie (succession écologique, diversité fonctionnelle) pour défendre son usage au début du processus de restauration. Une revue sur l'efficacité de différentes techniques de réhabilitation, évaluées par le biais des services écosystémiques, a montré que les systèmes d'agroforesteries sont souvent les plus efficaces parmi les techniques de **régénération assistées** (avec intervention directe), mais moins que les **régénérations spontanées** (sans intervention humaine) (Shimamoto et al. 2018).

On pourrait pourtant interroger la légitimité des agroforêts comme moyen de restauration forestière. D'un point de vue formel, il s'intègre assez mal dans le cadre des écosystèmes de référence développés par la SER, qui prend bien les « écosystèmes culturels » en considération, mais à la condition de « présenter des états très similaires à ceux qui n'ont pas été modifiés ». Dater d'avant la révolution industrielle semble être un critère important. Si certaines agroforesteries correspondent facilement à ce critère comme les forêts-jardin indonésiennes, que dire d'autres plus récents tels que ceux qui sont développés actuellement dans le nord-est du Pará ?. D'un point de vue plus concret, la littérature traitant d'agroforesterie et de restauration écologique fait souvent

référence à « l'agroforesterie » comme d'une entité unique possédant des vertus restauratives (Bhagwat et al. 2008; Shimamoto et al. 2018; Montagnini et al. 2004; Dosskey, Bentrup, et Schoeneberger 2012) alors qu'il en existe de très nombreuses variations qui ne sont pas équivalentes du point de vue de l'écologie de la restauration (Vasconcellos et Beltrão 2018), induisant un risque de confusion entre systèmes plus ou moins efficaces. Ces limites font particulièrement sens à l'échelle des parcelles restaurées, qui est l'échelle à laquelle s'applique le mieux la notion d'écosystème de référence.

Or, l'intérêt des agroforêts en restauration se comprend différemment à l'échelle du paysage, et ce à plusieurs titres. Plusieurs arguments écologiques peuvent être avancés d'abord. Bien agencées dans le paysage, certaines agroforêts peuvent jouer un rôle de corridor écologique, participant ainsi au rétablissement complet de paysages restaurés par d'autres moyens, en particulier les réserves naturelles (Bhagwat et al. 2008). Par ailleurs, agencées autour de réserves naturelles, elles jouent un rôle de tampon face aux invasions biologiques (de Almeida Campos Cordeiro et al. 2018), et on peut aisément supposer qu'elles joue également ce rôle d'un point de vue climatique.

1.1.2 L'agroforesterie : restauration écologique intégrée dans la construction sociale des paysages

Mais l'intérêt principal des agroforêts se trouve dans leur caractère d'activité économique et sociale, et pas seulement restaurative, à l'inverse de la mise en réserve par exemple. En générant des ressources, à la différence d'un grand nombre de projets de restauration en général coûteux, l'agroforesterie offrirait alors des conditions sociales et économiques de restauration écologiques plus aisément atteignables (Vieira, Holl, et Peneireiro 2009). Ainsi, l'un des objectifs affichés de l'agroforesterie est l'optimisation de l'usage des terres qui permettrait une productivité plus élevée que les monocultures à partir des mêmes ressources (intrants, surfaces), à conditions sociales, écologiques et économiques égales (Altieri 2013). La pratique de l'agroforesterie pourrait donc permettre de libérer de l'espace pour d'autres occupations du sol et d'autres modes de restauration écologique. La productivité des agroforêts rendrait également possible l'intégration de projets restauratifs dans des systèmes de production sans exclure les dimensions économiques et sociales des pratiques agricoles (Dosskey, Bentrup, et Schoeneberger 2012). En somme, c'est bien parce que l'agroforesterie n'est pas qu'une pratique de restauration écologique qu'elle est particulièrement intéressante pour… la restauration écologique.

De là, il devient impossible de penser la vocation restaurative des agroforêts sans prendre en compte leur aspect économique et social. Cela invite à lire la notion d'écosystème de référence dans une perspective constructiviste : l'écosystème de référence, qui s'inscrit dans un paysage géré, est nécessairement socialement construit. Cette perspective est essentielle pour éviter de reproduire les désastres humanitaires et néo coloniaux des grands parcs nationaux africains. En effet, définir l'écosystème de référence, c'est légitimer ou non une action ou un processus comme relevant de l'écologie de la restauration. En cela, il s'agit d'un concept normatif, et il devient dangereux de considérer que sa définition puisse relever uniquement du domaine de compétence d'une science présentée comme neutre. D'autant plus que les incertitudes liées à sa définition sont grandes : sur quelles données se baser pour reconstituer l'écosystème de référence ? Comment adapter sa définition aux changements climatiques ? Quelle place des écosystèmes culturels ? Comment mesurer la réalisation des objectifs ?

1.1.3 La notion de service écosystémique, un outil de dialogue sur la construction des paysages

Tenter de construire des réponses démocratiques à ces questions et à celles posées par la construction de la restauration écologique à l'échelle des paysages, réponses que les sciences et les techniques seules ne sont pas en mesure d'apporter, pourrait bien se faire à travers des **forums hybrides**, *espaces publics ouverts où des groupes, des experts et des profanes débattent (le terme devant être pris au sens large, le débat passant par les controverses, les confrontations d'intérêt…) de choix techniques et collectifs* (Callon, Lascoumes, et Barthe 2014). Il est postulé ici que les débats autour de l'adoption, la perpétuation, l'adaptation de l'agroforesterie et d'autres modes d'occupation du sol et de gestion des paysages qui tentent de concilier agriculture et restauration écologique (**land sharing**) peuvent ouvrir la voie à de tels forums.

La restauration écologique et la manière dont les personnes la perçoivent et la construisent sera abordée ici à travers la notion de **service écosystémique**, définis comme les *bénéfices que les êtres humains reconnaissent tirer des écosystèmes qui supportent, directement ou indirectement, leur survie et leur bien-être* (Barnaud et al. 2018). Ainsi définis, ils offrent en effet une approche, partielle et teintée d'un utilitarisme dont il convient de se méfier, qui permet d'expliciter les choix des acteur·ices dans la construction des paysages, de révéler des interdépendances entre acteur·ices et entre modes d'occupation du sol (voir chapitre 2.3), et qui peut également être utilisé comme outil de concertation (Moreau 2019). Dans le cas de la restauration forestière, il peut aussi être utilisé comme un indice du degré de réhabilitation.

En résumé, ce qui est proposé ici est une approche de la restauration forestière à l'échelle paysagère, qui s'appuie sur les pratiques des agriculteur·ices, en mettant l'accent sur l'agroforesterie. 'agroforesterie est considérée ici comme :

- une activité restaurative valable en soi (même si toutes les agroforesteries ne se valent pas), en tout cas au début du processus de restauration, mais qui prend sens aussi et surtout à l'échelle des paysages
- une activité restaurative dont il serait plus facile de réunir les conditions de réalisations socio-économiques par rapport à d'autres moyens
- un outil pour la prise en compte de la dimension socialement construite des paysages et de la restauration écologique
- un support, à travers la notion de services écosystémiques, à la mise en place d'une construction concertée des paysages (ou à minima un moyen de révéler des processus sociaux à l'œuvre dans la construction des paysages).

1.2 Résultats du groupe Refloramaz : inventaire des expérience de restauration dans le Nordeste du Pará

Une des idées centrales et originales de Refloramaz est de s'intéresser à la restauration écologique en partant des pratiques des acteur·ices sur le terrain. Cette approche nécessite un effort pour comprendre la perception qu'ont ces acteur·ices de la restauration. Cela s'est traduit par des enquêtes qui ont posé les questions suivantes : quelles sont les motivations des praticien·nes à la mise en place de pratiques (agroforesterie, maintien de réserves sur la propriété) restauratives ? Comment perçoivent-elles ces pratiques, les éléments de paysage qu'elles

produisent ? Comment les ces paysages influencent-ils différents aspects de leurs vies, bien-être, travail, culture ? La notion de services écosystémiques a été particulièrement utile à cette approche. Le travail réalisé pour ce mémoire s'inscrit dans la continuité de cet effort. Il est utile de détailler ici les acquis de trois études sur lesquelles il repose particulièrement (Carneiro 2018; Resque et al. 2019; Silva Almeida 2019).

1.2.1 Le contexte du nord-est du Pará

Le travail présenté ici se situe dans le NEP, et se penche sur les pratiques de restauration forestière mises en place par les agriculteur·ices familiales de différents *municípios* de cette mésorégion (Figure 2)[6], auxquels s'ajoutent les *municípios* d'Abaetetuba, situé en bord de fleuve, et Paragominas, à la frontière entre NEP et SEP). Parmi ces pratiques, on compte l'agroforesterie Elle constitue un mode de restauration forestière basée sur la régénération assistée, *i.e.* la culture active d'une diversité de plantes (dans ce cas) natives ou non.

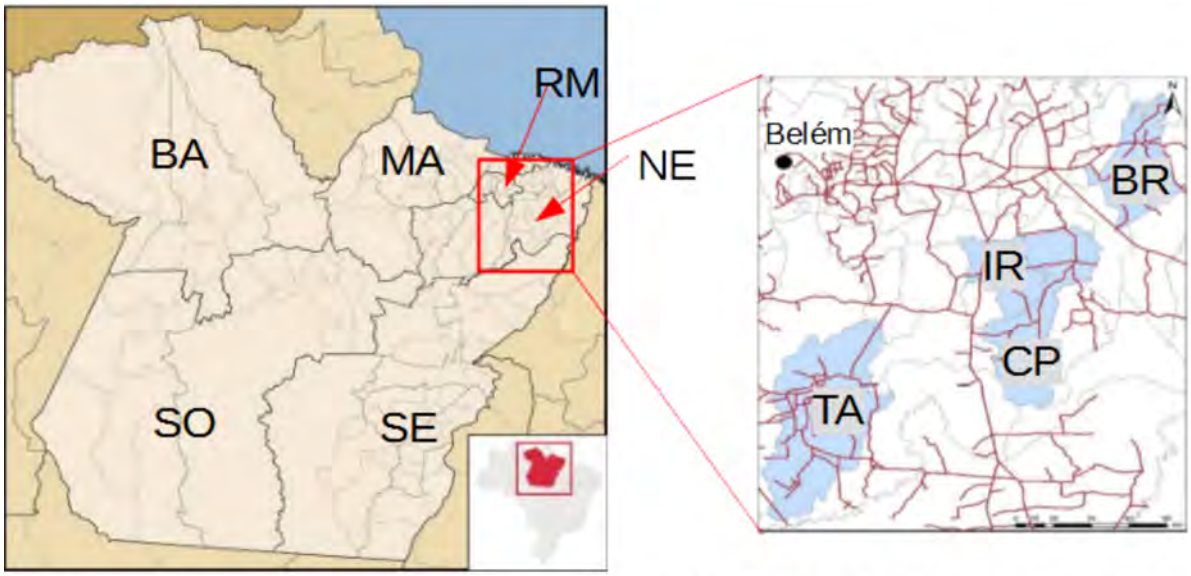


Figure 2: Carte administrative du Pará montrant le découpage des mésorégions (trait épais) et des municípios à gauche et un agrandissement sur la zone d'étude

Les noms des mésorégions sont indiqués :
BA : Baixo Amazonas
MA : Marajó
NE : Nordeste paraense
RM : Região metropolitana de Belém
SE : Sudeste paraense
SO : Sudoeste paraense

L'agrandissement montre la position de Belém et de quatre municípios étudiés dans le cadre du projet Refloramaz. L'échelle em bas à droite de l'agrandissement indique 50km.
TA : Tomé-Açu
IR : Irituia
CP : Capitão Poço
BR : Bragança
adapté de https://www.pa.gov.br/pagina/54/subdivisoes consulté le 04/09/2019 et de (Carneiro 2018)

6 Voir l'annexe II pour les figures couleur

Le terrain spécifique à ce mémoire a été menée dans le *município* (entité administrative correspondant à la plus petite division du Brésil après l'État, ayant des compétences correspondant approximativement en France aux mairies et aux Départements) de Tomé-Açú, dans le Nord-Est du Pará (NEP). L'agroforesterie s'y est développée depuis les années 90 et y est devenue une forme de culture et de fierté locale, et les systèmes qui y sont développés font figure de référence à l'échelle de l'Amazonie (Barros et al. 2010). Ils ne sont pas tous identiques, et sont présents à la fois dans des exploitations familiales et dans exploitations de modèle plus entrepreneurial.

1.2.2 Perception des services écosystémiques

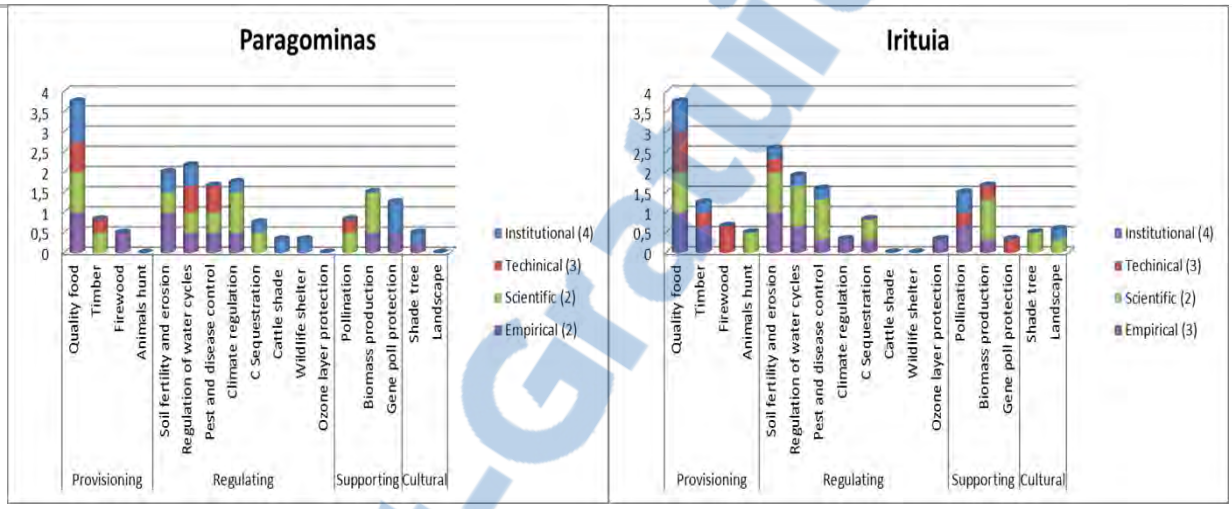


Figure 3 : services écosystémiques mentionnés par différents acteurs à Irituia et Paragominas

(Resque et al. 2019)

Le Nord-Est du Pará est hétérogène à plusieurs titres : variété des situations entre des municípios de presque 20 000 km² (Paragominas, surface équivalente à l'Irlande du Nord) et d'autres de moins de 1500 (Irituia), différemment distants de Belém, capitale du Pará (2 heures et demie pour Irituia, 4 pour Paragominas, en voiture), chargés d'histoires différentes, entre des situations où l'agriculture familiale est prépondérante ou non, les forêts plus ou moins dégradées, les syndicats et coopératives plus ou moins puissantes… Les premières études menées par le groupe de recherche ont permis de voir que cette hétérogénéité s'illustre aussi dans la perception des services écosystémiques (figure blabla, Resque et al. 2019).

Dans cette étude, ce sont les services de provision qui est le plus fréquemment cité (production de nourriture), suivis des services de régulation (avec une fréquence des enjeux liés à l'eau à Paragominas et de ceux liés à la fertilité des sols à Irituia).

Une étude menée à Irituia (Silva Almeida 2019) met en évidence une hétérogénéité des perceptions des services écosystémiques au sein même du município d'Irituia, et compare la valeur associée à quelques uns d'entre eux sur la base d'une échelle de Likert et d'une méthode inspirée de la méthodologie Q. Elle met en évidence l'importance accordée aux services culturels et de provision en eau. On pourrait s'attendre à ce que les agriculteur·ices s'intéressent surtout aux services de provision, mais de manière générale, beaucoup d'autres services sont valorisés. Un autre aspect important de ce travail est une proposition d'explication de la variance dans la

valorisation de ces services. On observe ainsi une corrélation négative entre la perception des services de provision en eau et la présence de forêt sur la propriété. Ce résultat peut être mis en regard avec la différence de perception des services liés au cycle de l'eau entre Paragominas et Irituia, pour proposer l'hypothèse suivante : la valorisation des services pourrait être corrélée avec leur perte.

Silva Almeida et Resque ont des résultats qui diffèrent en partie quant aux différents services écosystémiques mis en avant dans la même commune d'Irituia. Cela peut provenir de la diversité des acteur·ices interrogées (Resque et al. 2019 interrogent une pluralité d'acteur·ices, institutionnelles, conseiller·es agricoles, scientifiques… tandis que Silva Almeida 2019 n'interroge que des agriculteur·ices), mais cela peut également être lié à la méthode et au contexte de collecte de données (Resque et al. 2019 mènent des entretiens tandis que Silva Almeida 2019 fait classer des services prédéfinis). Ces résultats comme d'autres expériences de terrain montrent une importante différence de perception de l'agriculture entre des acteur·ices non agriculteur·ices et les agriculteur·ices familiales. Quand les premiers semblent se représenter l'agriculture comme instrument de production essentiellement, le rapport à leur terre semble plus complexe chez les seconds, pour qui l'agriculture est prise dans un ensemble de valeurs qui dépasse la production.

La question du contexte des collectes de données doit être prise au sérieux. Ici, Resque et al. 2019 mènent des entretiens centrés autour du lien entre biodiversité et agriculture et des services écosystémiques dans la première étude, tandis que le Likert et une méthode inspirée de la méthodologie Q menées par Silva Almeida 2019 interroge plutôt des valeurs en général. Les réponses collectées sont donc différentes, avec une emphase sur les enjeux de production dans le premier cas, et sur les aspects culturels de l'occupation des sols dans le second. Ce facteur joue un rôle important dans l'interprétation de mes propres résultats (partie 4.3.1).

Capturer une image de cette complexité peut être difficile dans le cadre souvent utilitariste des services écosystémiques. Premièrement parce que ce cadre propose une structuration de la pensée qui n'est pas forcément celle des enquêté·es : Silva Almeida 2019 relève que les services liés au climat ne sont pas très valorisés, alors même que la conversation montre que les agriculteur·ices ont conscience du rôle des forêts dans sa régulation, et que le service de provision de l'eau est au contraire fortement valorisé. On peut y voir l'influence de la méthode originale utilisée consistant en un classement de phrases sur une échelle de valeur, et la confrontation de deux classifications différentes pour ces phrases. Si en effet nous classifions « avoir de l'eau en quantité »[7] et « avoir de l'eau de qualité »[8] dans des services de provision, comment savoir si elles ne portent pas déjà le sens de régulation du climat pour les agriculteur·ices ? Le second élément qui pourrait masquer la complexité du rapport des agriculteur·ices familiales à l'agriculture est l'aspect utilitariste du concept de services écosystémique. Cet utilitarisme n'est pas systématique (Barnaud et al. 2018), et on pourrait avancer que certains travaux de Refloramaz parviennent à s'en détacher (Silva Almeida 2019).

1.2.3 Motivations et freins à la mise en place d'activités restauratives dans le Nord-Est du Pará

L'hétérogénéité des perceptions des services écosystémiques dans les différents *municípios* se perçoit également dans les freins perçus à la mise en place des activités restauratives. Ces activités sont abordées par Resque et al. 2019 par l'angle de l'introduction d'agrobiodiversité dans les systèmes cultivés. L'étude montre que ces freins sont de l'ordre du

7 "Ter agua com boa quantidade"
8 "Ter agua com boa qualidade"

Parádigme de production dans le cas de Paragominas, tandis qu'ils sont plus liés au soutien et aux conditions matérielles de mise en place des systèmes diversifiés à Irituia.

Un travail mené dans quatre municípios plus proches du contexte d'Irituia que de Paragominas (Bragança, Capitão Poço, Irituia et Tomé-Açú), met en avant les préoccupations environnementales nouvelles des agriculteur·ices familiales (sécheresses, disparirions d'espèces, abattage illégal de bois, déforestation…) comme moteur de la mise en place de systèmes de culture diversifiées en agroforesterie (Carneiro 2018).

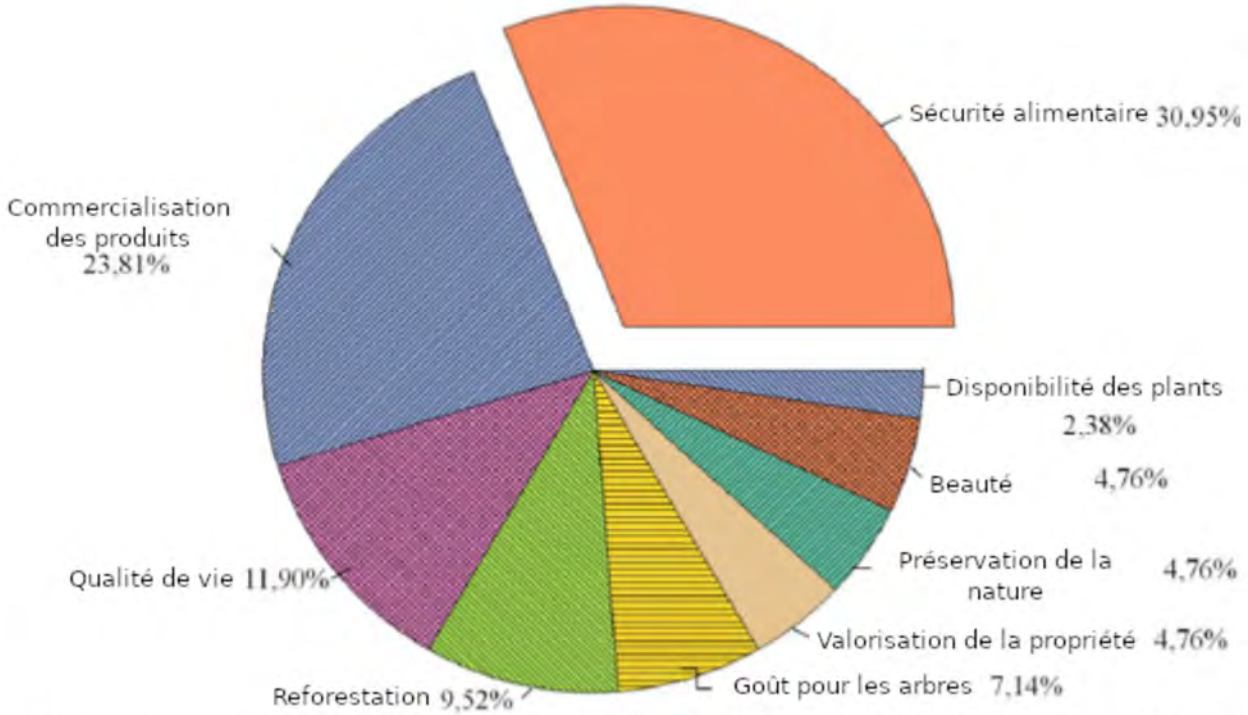


Figure 4 : Motivations déclarées par les agriculteur·ices familiales d'Irituia pour mettre en place des agroforêts (n=30)

Traduit de Silva Almeida 2019

Enfin, à Irituia, une grande diversité de motivations est invoquée pour la mise en place d'agroforêts à Irituia (Silva Almeida 2019). Les principales peuvent être reliées aux fonctions de production de ces agroécosystèmes, où la sécurité alimentaire tient une place plus importante que la commercialisation (Figure 4)

1.2.4 Une classification qualitative des agroforêts du Nord-Est Paraense

Le travail de Carneiro 2018 a également permis la mise en place d'une classification qualitative des agroforêts, parmi d'autres activités restauratives. Il propose quatre catégories :

- Jardin agroforestier :[9] petites plantations proches de la maison à finalité d'autoconsommation essentiellement, de fourniture d'ombre et d'espace d'expérimentation pour les agriculteur·ices. Il est régulièrement associé à du petit élevage (basse-cour).

9 Quintal agroflorestal

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- Agroforêt peu diversifiée[10] ou Consortium : agroforêts caractérisées par une faible diversité spécifique (3,5 espèces en moyenne), à orientation commerciale (Açaï, Cacaoyer, Poivre noir), gérées le plus souvent par des méthodes « conventionnelles » (intrants externes, mécanisation). Elles sont particulièrement développées à Tomé-Açú, et c'est souvent à partir de cet exemple que les agriculteur·ices les mettent en place.
- Agroforêts diversifiées[11] : agroforêts à diversité plus élevée (11,6 espèces en moyenne), structurés par des espèces à destination commerciale parmi lesquelles sont plantées d'autres espèces. Impliquent une connaissance fine de la physiologie des plantes, en général une gestion manuelle des parcelles et une dépendance moindre aux intrants externes. La mise en place de ces agroforêts est peu influencée par le modèle Tomé-Açuense.
- Agroforêts hautement diversifiées[12] : agroforêts à haute diversité (21,9 espèces en moyenne). La présence de faune et flore native y est élevée. La gestion est exclusivement manuelle, avec une dépendance extrêmement faible des intrants externes. La justification de leur mise en place invoque le plus souvent des réflexions personnelles, qui disent s'inspirer des forêts natives. On note toutefois une légère influence du modèle Tomé-Açuense et des politiques publiques et organisations sociales.
- Cette approche permet de mettre en valeur l'hétérogénéité entre les municipalités étudiées (Tableau 1), explicable par leurs histoires particulières. Elle a posé les bases à la mise en place d'une base de données permettant la comparaison de différentes pratiques, alimentée par d'autres travaux du groupe de recherche

10 Sistema Agroflorestal (SAF) pouco diversificado
11 SAF Diversificado
12 SAF altamente diversificado

Tableau 1 : Répartition des différents systèmes d'agroforesterie en fonction des municipalités

Tipo De Recuperação	Capitão Poço (%)	Irituia (%)	Tomé-Açu (%)	Bragança (%)
Quintal Agroflorestal	31,71	26,83	24,39	17,07
SAF Pouco Diversificado	13,21	1,89	67,92	16,98
SAF Diversificado	27,27	18,18	24,24	30,30
SAF Altamente Diversificado	11,11	55,56	0	33,33

Adapté de Carneiro 2018

1.3 Processus de définition de la recherche

1.3.1 Évolution de la question de recherche et des objectifs

L'idée initiale de mon travail était de contribuer à la co-construction d'indicateurs de restauration forestière réalisée par les producteurs et productrices familiales en Amazonie brésilienne. Il s'inscrit dans une série d'études qui, suite aux premiers résultats de Refloramaz plutôt axés sur les perceptions des agriculteur·ices, confrontent ces discours, pratiques et leur influence sur le paysage : aires de protection permanente, diversité des arbres natifs dans les agroforêts de Tomé-Açú...

Pour aborder cette question, la notion de services écosystémiques a été choisie comme élément de traduction. Les travaux ci dessus ont permis d'orienter la réflexion vers quelques contributions qui semblent particulièrement présentes dans les représentations des agriculteur·ices : renouvellement des sols, gestion de l'eau… L'objectif de la première phase de terrain était d'explorer lesquels étaient les plus importants pour les agriculteur·ices tomé-açuenses, prérequis essentiel à la réflexion sur la construction d'indices pertinents. Les contributions les plus souvent mises en avant au cours des entretiens, en général des contributions de régulation (qualité et quantité d'eau, microclimat), sont toutefois apparues complexes à appréhender sur la durée impartie pour le terrain, et très éloignées de mes compétences.

La question de la pollinisation, en particulier animale, a été explicitement explorée au cours de la phase préliminaire. Non abordé chez Silva Almeida 2019 et seulement à la marge dans les enquêtes menées par Resque et al. 2019, ce service est toutefois important pour les plantes cultivées dans les agroforêts étudiées (Giannini et al. 2015). Les entretiens ont permis de révéler des enjeux importants, autour du fruit de la passion notamment, et un intérêt pour les insectes en général parmi les enquêté·es, et pour les abeilles en particulier.

Les abeilles sont un bon indicateur de la pollinisation, en particulier au Brésil où une revue leur attribue 84 % des interactions de pollinisation impliquant des plantes cultivées. La diversité et la composition des communautés de mélipones sont également un bon indice de l'état de dégradation, ou au contraire de restauration, des milieux forestiers. Elle reflète en particulier la diversité des espèces végétales (K. S. Brown 1997). Bien que comme tout indice, il ne soit que partiel, je le considérerai ici suffisamment bon pour une analyse exploratoire.

Les abeilles sont également des animaux qui font l'objet d'une exploitation : on peut émettre l'hypothèse que leur présence est recherchée et peut-être favorisée par certaines pratiques. Il existe de nombreux protocoles d'échantillonnage participatifs de la faune, comme les bioblitz (Lundmark 2003), ce qui ouvrait la possibilité d'établir des protocoles permettant d'impliquer facilement les agriculteur·ices et compatibles avec le temps imparti pour mon terrain. Ces différents facteurs m'ont amené à focaliser mon sujet sur les abeilles et la pollinisation, et à formuler ma question de recherche présentée en introduction : comment l'apidofaune est-elle perçue et influencée par les pratiques des agriculteurs et agricultrices familiales de Tomé-Açú, Pará ?

J'ai abordé cette question par différents angles. Le premier a été de préciser les pratiques de l'agroforesterie par l'analyse de la base de données rassemblée par Refloramaz. Cela permet de s'interroger sur les différents milieux gérés et perçus par les agriculteur·ices de Tomé-Açú. Comment organisent-elles le paysage, quelles sont les relations entre ces différents milieux ? Cette question a été abordée à l'aide d'une approche par les services écosystémiques : quels sont ceux fournis par les différents milieux ? Comment ces différents services révèlent-ils des interdépendances entre les milieux, entre les acteur·ices présentes à Tomé-Açú ? Répondre à ces questions permet de fournir un cadre pour comprendre les enjeux dans lesquels s'insèrent la pollinisation et des relations aux abeilles.

Le second a été de développer et de tester une méthodologie de mesure de la diversité et de la composition des communautés d'abeilles. L'apidofaune, prise à la fois comme indicatrice de la contribution de pollinisation et de la qualité de la restauration forestière, est-elle influencée par différents modes d'occupation du sol ? Est-il possible d'évaluer cette influence par des protocoles simples, adaptables à des projets de sciences collaborative ?

Le dernier a été de se pencher sur le rapport entretenu par les agriculteur·ices aux abeilles et à la pollinisation. Le premier pas de cette démarche a été de tenter de dégager des ethnoclassifications. Cet effort s'inscrit dans l'idée portée par l'ethnobiologie cognitive : comprendre une ethnoclassification, c'est accéder à la manière dont les celles et ceux qui l'utilisent conceptualisent la nature, autrement dit à des représentations de la nature portées par le langage (Hunn 2014). Comment cette classification influence-t-elle la relation aux abeilles ? Comment cette relation évolue-t-elle avec les changements de pratiques culturales (système de culture, espèces plantées) ? Quelles implications pour la conservation ?

1.3.2 Travaux exploratoires

La collecte de données s'est déroulée en deux phases de trois semaines chacune. La première, qui constituait la phase exploratoire, a permis de rencontrer une cinquantaine d'agriculteur·ices familiales pratiquant l'agroforesterie. Les enquêté·es ont été recrutées selon la méthode de la boule de neige à partir d'un agriculteur bien connu par le groupe de recherche et des conseils des agents de l'EMATER[13]. Je me suis appuyé sur la phase préliminaire du travail de

13 Instituto Paraense de Assistência Técnica e extensão rural, institut de conseil agricole de l'état du Pará

[Mario], l'application d'un questionnaire sur les espèces d'arbres présents dans leurs forêts et agroforêts et leurs usages, pour réaliser des entretiens sur la perception des contributions de la nature, les différents modes d'occupation du sol, la perception des différentes cultures. Cette première collecte de données a été l'occasion de m'imprégner de la langue, des enjeux et du vocabulaire local, et d'obtenir des résultats qui ont permis d'affiner la question initiale.

Un total de 50 questionnaires ont été appliqués auprès d'agriculteur·ices familiales. La taille des propriétés concernées allait de 8 à 70ha (28 en moyenne), pour des surfaces d'agroforêts allant jusqu'à 32ha (5,6ha en moyenne). De manière concordante avec les résultats présentés ci-dessus, une grande partie des agroforêts visitées étaient des consortiums.

1.3.3 Mise en place d'une méthodologie et seconde collecte de données

Suite à cette première collecte, un protocole a été mis en place afin de répondre aux questions sur l'impact de l'occupation du sol sur les abeilles et sur la relation des agriculteur·ices aux abeilles. Il a été pensé en lien avec le Dr Alistair Campbell (EMBRAPA Amazônia Oriental) pour ne pas nécessiter de prélèvements, et testé à proximité du méliponaire de l'EMBRAPA à Belém. Pour répondre à la question du rapport des agriculteur·ices aux abeilles, la méthode du free-listing, couplée aux photos obtenues lors des comptages d'abeilles, a été retenue comme amorce à des entretiens semi-directifs sur l'écologie et les pratiques en lien avec les abeilles.

Douze enquêté·es ont été choisies suite à cette première campagne de manière à offrir une image aussi complète que possible de la diversité des agroforêts tomé-açuenses dans le cadre d'une étude sur la diversité des arbres natifs dans ces agroforêts, menée par Mario Neto Morais. C'est sur les propriétés de ces personnes qu'a été réalisée la seconde phase de collecte de données. En plus des protocoles détaillés en partie 3 et 4, cette collecte comprenait donc la mesure de la diversité des arbres natifs dans les agroforêts et des entretiens historiques menés par Mario Neto pour une étude sur la diversité des arbres natifs dans les agroforêts. J'ai choisi de travailler sur les mêmes propriétés dans le but de croiser les deux jeux de données.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Tableau 2 : Caractéristiques des enquêté·es

Id	Genre	Âge	Prop*	Lieu de naissance	Éduc	Profession	Prop (ha)**	Agroforêts (ha)	Coop
1	M	75	Oui	Pará***	11	Agriculteur	25	8	Projet en apiculture
2	F	45	Oui	Tomé-Açú	Supérieur	Enseignante Agricultrice	25	6	CAMTA
3	M	58	Oui	Pará	10	Agriculteur [loue ses services sur tracteur]	25	6,25	Non
4	M	22	Non (fils)	Tomé-Açú	Supérieur	Technicien agricole	25	1,5	Non
5	M	32	Oui	Tomé-Açú	18	Agent municipal Agriculteur	28	3	Non
6	M	39	Oui	Tomé-Açú	11	Agriculteur	12	3	CAMTA
7	M	49	Oui	Tomé-Açú	11	Agriculteur Routier	20	3,5	APRAFAMTA
8	M	74	Oui	Pará	10	Agriculteur	50	25	Non
9	F	53	Oui	Tomé-Açú	Supérieur	Agricultrice	40	32	CAMTA
10	M	23	Non (beau fils)	Céara	18	Agriculteur	20	8	CAMTA
11	M	73	Oui	Céara	0	Agriculteur	30	6	APRAFAMTA
12	M	74	Oui	Pará	10	Agriculteur	25	3,5	Non
13	M	50	0	Céara		Apiculteur Méliponiculteur	0	0	Association d'apiculteurs

* : Propriétaire ou non
** : Surface de la propriété
*** : hors Tomé-Açú

2 Travail exploratoire : pratiques de restauration forestière et contributions de la nature visées

2.1 Approfondissement de la typologie de restauration forestière

2.1.1 Analyse de l'intensité des pratiques : une concordance forte avec la classification qualitative

La base de données sur les pratiques de restauration issue des travaux de Refloramaz a fait l'objet d'un traitement pour affiner la classification proposée plus haut. Les données analysées proviennent d'enquêtes de terrain par questionnaires et entretiens menées entre février 2017 et juin 2018 à Abaetetuba, Bragança, Capitão Poço, Irituia et Tomé-Açú. Elles ont permis de relever des informations sur 128 propriétés avec des parcelles en agroforesterie dont la composition des parcelles, des caractéristiques personnelles des agriculteur·ices, les revenus tirés de chaque culture. Celles qui ont été exploitées jusqu'à présent sont résumées dans le Tableau 4. Elles concernent les pratiques associées à des parcelles gérées en agroforesterie. Elles ont été utilisées pour visualiser la répartition des propriétés selon un score d'intensification des pratiques établi en sommant les scores associés à chaque pratique, et le nombre d'espèces déclarées dans la parcelle

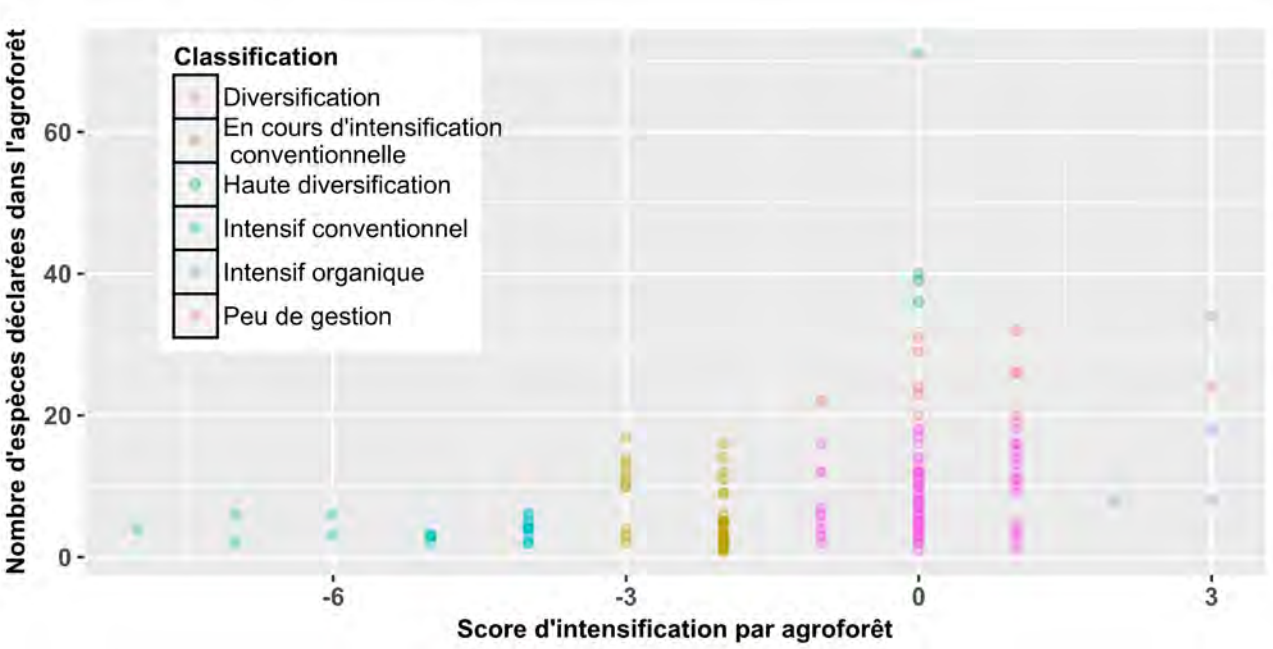


Figure 5 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie

Le nombre d'espèces est issu des déclarations des agriculteur·ices. Les couleurs ont été attribuées par classes, déterminées arbitrairement. Le score d'intensification est calculé en prenant en compte les pratiques résumées dans le Tableau 4. Les chiffres représentent l'identifiant des propriétés.

Analyses personnelles à partir des données de terrain de (Carneiro 2018; Andrade 2019; Braga Galvão 2019)

Le résultat (Figure 10)[14] permet de séparer les agroforêts selon deux axes. L'axe des abscisses représente l'intensité des pratiques associées aux parcelles : il est centré autour du 0, qui représente une absence de pratiques spécifiques à l'amendement des sols ou au traitement des cultures. Se dégagent dans les valeurs négatives une intensification « conventionnelle », et dans les valeurs positives une intensification « organique ». Par construction, le 0 peut représenter également une diversité de pratiques mêlant conventionnel et biologique. C'est en fait peu le cas. Trois seuils ont été choisis pour classifier les parcelles : -3, seuil en dessous duquel les agroforêts présentent systématiquement moins de 10 espèces, -1 et +1, seuils en dessous et au dessus desquels il a été estimé que la gestion des parcelles demande un investissement conséquent.

Tableau 3 : Description des variables utilisées pour caractériser les agroforêts

Variable	Modalités	Score associé	Fréquence / Moyenne / Comptage
Município	Abaetetuba / Bragança / Capitão Poço / Irituia / Tomé-Açu	X	38 / 15 / 15 / 28 / 32
Nombre d'espèces	Déclaratif : nombre d'espèces citées par l'agriculteur·ice pour décrire sa parcelle.	X	8,6 (moyenne) 5,5 (médiane) 1 (minimum) 71 (maximum)
Taille de la parcelle	X	X	
Mécanisation	Tracteur / manuel ou débroussailleuse	-2 / 0	38 / 169
Irrigation	Absence / partielle / abondante	0 / -1 / -2	192 / 2 / 12
Fertilisation chimique	Absence / NPK	0 / -1	84 / 122
Fertilisation organique	Présence / absence	1 / 0	133 / 73
Calcaire	Présence / Absence	-1 / 0	19 / 187
Pesticides chimiques	Présence / Absence	-2 / 0	28 / 178
Pesticides maison	Présence / Absence	2 / 0	10 / 196
Herbicide chimique	Présence / Absence	-1 / 0	19 / 187
Bahage (pesticide anti-fourmi)	Présence / Absence	-1 / 0	8 / 198
Couverture morte	Présence / Absence	1 / 0	4 / 202

L'axe des ordonnées représente le nombre d'espèces présentes dans les agroforêts, d'après les déclarations des enquêté·es. Trois seuils ont été distingués graphiquement : 10 espèces, seuil au dessus duquel le score est systématiquement supérieur ou égal à -3, 20

14 Voir annxe II pour les figures en couleur

espèces, seuil au dessus duquel le score est systématiquement supérieur ou égal à -1, et 35 espèces, seuil au dessus duquel le score est systématiquement nul.

Ces seuils permettent de distinguer 6 modes de gestions :

- Intensif conventionnel, caractérisé par un faible nombre d'espèces (moins de 10) et un score d'intensité des pratiques négativement élevé. Il fait partie des modes de gestion les plus différenciés.
- En cours d'intensification conventionnelle, caractérisé par un nombre d'espèces moyen à faible (moins de 20) et une intensité significative des pratiques
- Peu de gestion : caractérisé par un nombre d'espèces moyen à faible (moins de 20) et peu de pratiques. On y retrouve une partie des jardins agroforestiers, en particulier pour les scores négatifs. Ce mode de gestion semble être le témoin de faibles investissements, il serait intéressant d'étudier plus en détail la destination des produits qui en sont issus (moins orientés vers le marché ? Quelle place de ces parcelles dans la gestion de la propriété ?) ainsi que les trajectoires des agriculteur·ices qui les mettent en place (quel investissement, quels projets en agriculture ? En agroforesterie ?)
- Intensif organique, caractérisé par un nombre d'espèces moyen à faible (moins de 20) et un grand nombre de pratiques organiques. La prépondérance dans ce mode des jardins agroforestiers pourrait indiquer qu'il s'agit d'un mode de gestion lourd et qui nécessite un investissement, en terme de travail, possible surtout autour de la maison.
- Diversification, caractérisé par un nombre élevé d'espèces (entre 20 et 35) et peu de pratiques à de pratiques organiques. Haute diversification, caractérisé par un nombre très élevé d'espèces (plus de 35) et aucune pratique. Cette absence apparente de pratiques se révèle dans le détail correspondre à un mode de gestion non conventionnel basé sur une connaissance fine de chacune des espèces gérées et s'appuyant sur les contributions de la nature. Ce mode de gestion et le précédent peuvent représenter ce qui est désigné dans la littérature comme des modes de gestion basés sur les services écosystémiques.

Rapport-Gratuit.com

Tableau 4 : Description des variables utilisées pour caractériser les agroforêts

Variable	Modalités	Score associé	Fréquence / Moyenne / Comptage
Município	Abaetetuba / Bragança / Capitão Poço / Irituia / Tomé-Açu	X	38 / 15 / 15 / 28 / 32
Nombre d'espèces	Déclaratif : nombre d'espèces citées par l'agriculteur·ice pour décrire sa parcelle.	X	8,6 (moyenne) 5,5 (médiane) 1 (minimum) 71 (maximum)
Taille de la parcelle	X	X	
Mécanisation	Tracteur / manuel ou débroussailleuse	-2 / 0	38 / 169
Irrigation	Absence / partielle / abondante	0 / -1 / -2	192 / 2 / 12
Fertilisation chimique	Absence / NPK	0 / -1	84 / 122
Fertilisation organique	Présence / absence	1 / 0	133 / 73
Calcaire	Présence / Absence	-1 / 0	19 / 187
Pesticides chimiques	Présence / Absence	-2 / 0	28 / 178
Pesticides maison	Présence / Absence	2 / 0	10 / 196
Herbicide chimique	Présence / Absence	-1 / 0	19 / 187
Bahage (pesticide anti-fourmi)	Présence / Absence	-1 / 0	8 / 198
Couverture morte	Présence / Absence	1 / 0	4 / 202

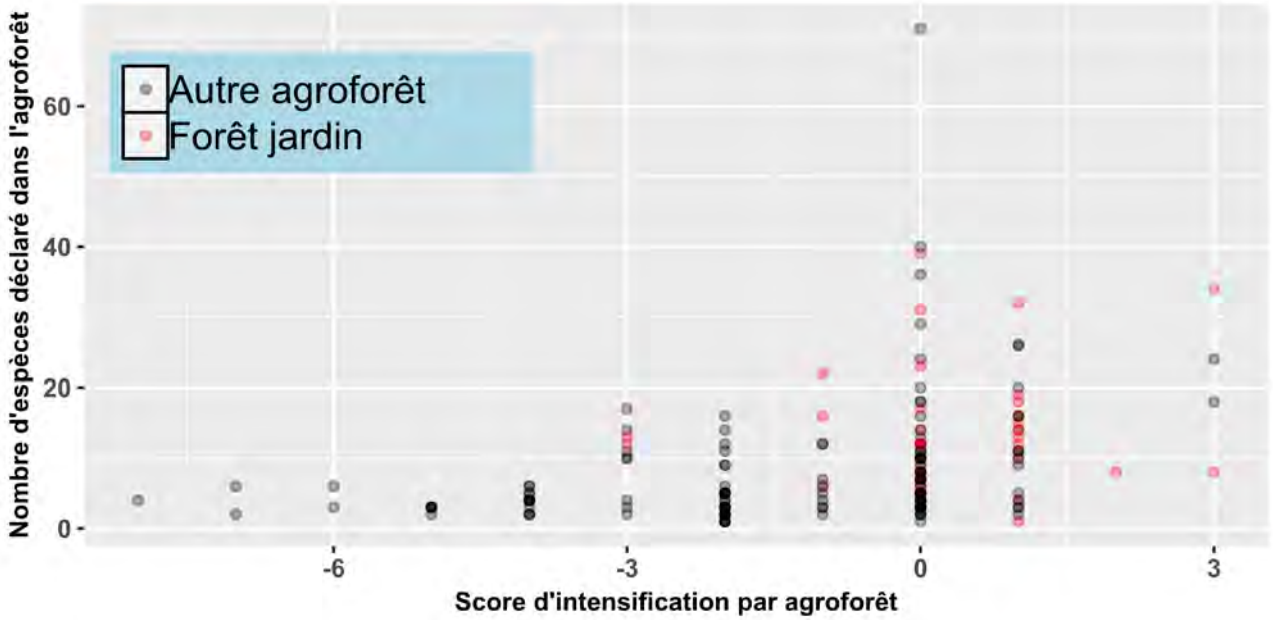


Figure 6 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie : place des forêts-jardin

Le premier élément qui se dégage est la corrélation forte entre pratiques et nombre d'espèces dans les agroforêts. En particulier, au-delà de 20 espèces déclarées, le nombre des pratiques étudiées est toujours faible ou représente des pratiques organiques, et il est nul au-delà de 35 espèces, ce qui semble mettre en valeur une gestion radicalement différentes des gestions « conventionnelles » basées sur des intrants chimiques ou organiques. Les modes de gestions mis en évidence ici ne correspondent pas strictement à la classification des agroforêts établie par Carneiro 2018, plus holiste dans sa construction mais moins opérationnelle pour une généralisation peut-être, car ne dégageant pas encore de critères fixes pour la définition de ces agroforêts. Leur superposition sur la seule base du nombre d'espèces pour différentier consortiums, agroforêts diversifiées et agroforêts hautement diversifiées, et sur le déclaratif pour les jardins agroforestiers, permet toutefois de dégager quelques observations intéressantes. Premièrement, les agroforêts hautement diversifiées se distinguent clairement dans les deux classifications. Ensuite, les agroforêts diversifiées regroupent une grande diversité de scores d'intensification, de même que les consortiums, qui semblent toutefois être les seules agroforêts susceptibles de donner lieu à une intensification forte. Enfin, les jardins agroforestiers (Figure 6[15]) sont majoritairement gérés selon les modes « peu de gestion », « diversification » et « intensif organique ». Ils représentent une proportion importante des agroforêts diversifiées.

2.1.2 Spécificité de Tomé-Açú

Le travail de terrain de ce mémoire s'est déroulé à Tomé-Açú, Pará (Figure 2), un município relativement proche de la capitale de l'état du Pará, Belém (200km pour 3h30 de trajet en voiture).Il est caractérisé par un climat tropical pluvieux avec saison sèche marquée avec 3 à 4 mois présentant une pluviométrie mensuelle inférieure à 60mm (type Awi de la classification de Köppen). On y rencontre une diversité de types de sols, principalement latosols jaunes

15 Voir l'annexe II pour les figures couleur

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

dystrophiques (39,7 % de la surface du *município*) et argisols jaunes dystrophiques (54,8 % de la surface du *município*) .

Tomé-Açú est un *município* bien connu et référencé dans la littérature pour son histoire particulière d'immigration japonaise, qui commence en 1929 dans le cadre d'accords entre un Japon surpeuplé et un Brésil qui cherche à coloniser ses propres terres, en particulier en Amazonie. Organisée par une entreprise japonaise autour de la production de cultures commerciales (canne à sucre, cacao), la communauté japonaise vit d'abord des moments difficiles devant l'échec de ces tentatives de culture. Une première coopérative de productions maraîchères naît en 1931, qui prendre en charge l'auto-administration de la communauté dès 1935. Elle est réquisitionnée par l'état du Pará en 1942. L'administration désastreuse de la coopérative par l'état conduit une poignée de jeunes issus de l'immigration à une révolte qui leur permet de la récupérer : c'est l'apparition de la CAMTA.

Commence alors un âge d'or pour la communauté : la guerre a dévasté les traditionnels producteurs de poivre noir (Inde, Indonésie), et la pipériculture apparaît dans les registres de la coopérative en 1946. En 1947, la production Paraense de poivre noir représente 10 % du marché mondial, dont le prix augmente juqu'en 1952 : c'est le « diamant noir d'Amazonie ». Cet âge d'or, marqué par une mécanisation importante et des étalages de richesses, prend fin vers 1968, avec le retour sur le marché des producteurs asiatiques : le prix chute de 37 % en un an.

C'est également la période d'apparition de la fusariose du poivre, qui dévaste les monocultures. La polyculture est introduite dans les années 70 autour de la culture du cacao. Ce n'est qu'en 1998 que la situation redevient véritablement bonne pour la CAMTA. Elle possède alors une usine de transformation de fruits en pulpe et en sorbets. Les systèmes de culture développés reposent sur les consortiums, et sont promus comme modes de production écologiques à travers tout le Pará, le Brésil et à l'international. On voit l'importance dans cette histoire d'une pratique du coopérativisme importée du Japon. Si aucun de mes enquêté·es n'est d'origine japonaise, elles sont influencées elles aussi par cette histoire selon des modalités que je décrirai plus loin.(Jr et Silva 2011; Piekielek 2010; Barros et al. 2010)

Si c'est l'histoire majoritaire qui ressort de la littérature agronomique sur Tomé-Açú, il est bon de rappeler que la *município* existait avant cela, et que sa population est composée en grande partie de brésiliens sans origine japonaises, et comprend un territoire indigène ainsi qu'un *quilombo*[16].

16 Comunautés traditionnelles issues des esclaves fugitifs ayant trouvé refuge dans la forêt.

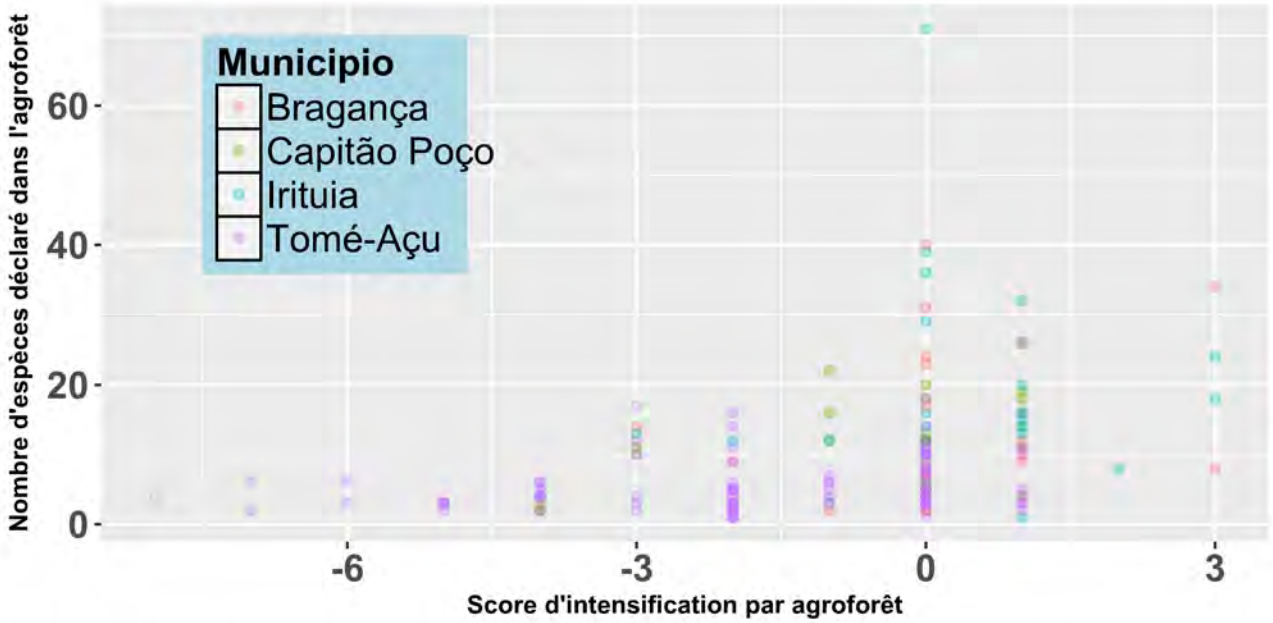


Figure 7 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie par municipalité

Cette histoire particulière ressort dans le Tableau 1 et la Figure 7 :[17] les agroforêts tomé-açuense sont en majorité des consortiums. En particulier, les consortiums les plus intensifiés se trouvent exclusivement à Tomé-Açú. On y trouve des agroforêts diversifiées, mais pas d'agroforêts hautement diversifiées. Les études effectuées jusqu'ici n'ont recensé aucune agroforêt comportant plus de 20 espèces. Ces résultats sont le reflet d'une agroforesterie très bien intégrée dans les marchés, qui fait l'objet de lourds investissements (personnel, tracteurs, irrigation, intrants) [photos?].

2.2 Usages du sol et perception des services écosystémiques chez les agriculteur·ices familiales de Tomé-Açú

L'objectif de cette première phase de terrain était de caractériser les pratiques restauratives mises en place par les agriculteur·ices familiales de Tomé-Açú (agroforesterie, régénération naturelle, préservation de forêt) et d'aborder les motivations de leur mise en place.

Il semble que les agriculteur·ices familiales de Tomé-Açú distinguent 5 modes d'occupation du sol dans les paysages agricoles :

- *Roça* : dans le contexte des fronts pionniers, en Amazonie, le terme de *roça* désigne à la fois un champ cultivé et un système technique, dont il existe plusieurs variantes en fonction des cultures annuelles, parfois pérennes, impliquées (Veiga 1999). A Tomé-Açú, la *roça* concerne en majorité le manioc, mais aussi le maïs et la monoculture de poivre. Le cycle cultural comprend une période de défrichage, de brûlis et de culture, la roça proprement dite, suivie d'une période de friche permettant la régénération de la fertilité des sols. Le maïs et le manioc peuvent être cultivés deux à trois années de suite, tandis que la pipériculture est plus pérenne : les plants de poivre produisent entre cinq et dix ans. La friche peut durer de trois à dix ans.

17 Voir l'annexe II pour les figures couleur

- Les plantations pérennes (*SAF*, *plantio*) : plantations pérennes comprenant des plantes ligneuses. À l'exception des jardins agroforestiers dont l'usage n'a pas été questionné mais qui étaient quasiment systématiquement présents autour des maisons visitées, les enquêté·es ne semblent pas opérer les distinctions entre monocultures d'espèces ligneuses, consortiums, agroforêts diversifiées et agroforêts hautement diversifiées. L'acte important à l'origine de cette catégorie semble être celui de planter des arbres. Ces deux dernières catégories, telles qu'elles se différencient dans les analyses ci-dessus, sont peu fréquentes à Tomé-Açú.
- Régénération naturelle (*capoeira*, *juquira*) : zones de friche, allant de jachères à dominance herbacée à des forêts fines (*capoeira fina,* ou *capoeira pousio,* terme désignant spécifiquement les régénérations spontanées de forêt secondaire jeune destinées à être défrichées pour la *roça*).
- Réserve (« mata », « capoeirão », *reserva*) : zone dans laquelle il est interdit par la loi d'effectuer des coupes. Certains enquêté·es font la distinction entre *mata* (forêt « primaire »[18], explorée ou non) et *capoeirão* (forêts secondaires anciennes), et disent ne pas posséder de *mata* lorsqu'ils n'ont qu'un *capoeirão* sur leur propriété. À l'opposé, on découvre parfois en cours d'entretien que la *mata* de certaines personnes était une *roça* quelques années auparavant.
- Les pâturages (*pasto*), le plus souvent absents des propriétés visitées.

Les perceptions des services écosystémiques ont d'abord été explorées à partir de questions concernant les zones de réserves, telles que « quel est l'avantage d'avoir de la forêt à côté des champs ?». Comme à Irituia, la perception des services écosystémiques est forte et concernait essentiellement l'influence de la forêt sur le climat, en particulier sur les pluies, à l'échelle très locale : « Elle attire la pluie, tu vois ? La forêt. Là où il n'y a pas de forêt, il n'y a quasiment pas de pluie. »[19]. « C'est bien [d'avoir de la forêt à côté des plantations] tout d'abord parce que c'est frais, tu vois ? Et ici, parfois, on a des étés un peu violents ! Alors, s'il y a un peu de forêt dans le coin, encore mieux avec un bout de rivière, c'est très bon pour les plantations, elles restent toujours au frais, tu vois ? »[20]. D'autres services sur le climat ont été relevées (coupe-vent), ainsi que sur la gestion des maladies et de la diffusion des produits toxiques (le rôle de coupe-vent a été assimilé parfois à une protection pour les parcelles gérées en bio, et contre la diffusion des maladies). À l'inverse, les pâturages ont fréquemment été associés à des problèmes de sécheresse, et d'affaiblissement des réserves adjacentes. Au delà de ces services de régulation, les réserves portaient chez certains enquêté·es une valeur esthétique, et de confiance dans l'avenir et la transmission des terres (services socio-culturels).

18 Les forêts dites primaires sont dans des états de dégradation élevé dans les zones étudiées. De plus, il est toujours difficile de savoir de quand date le dernier défrichement sur les parcelles : bien souvent les souvenirs se perdent. Même les forêts vraiment primaires sont soumise à exploration (extraction de bois tropical), ou à des dégradations dues à la déforestation alentours. J'appellerai « forêt primaire » dans ce mémoire les forêts pour lesquelles il n'existe pas de souvenir ni d'indice flagrant de déforestation récente.

19 "Atrai a chuva, né ? A mata. A onde não tem mata, quasi não tem chuva." - enquêté n°37, première série, homme, 56 ans, 27 mars 2019

20 "E bom [ter mata ao lado de plantio] porque primeiro fica frio né ? E aqui as vezes da um verão meio valente ! E ai se tiver um ponte de mata ao redor, então um borde de igarapé, é muito bom Pará as plantações, fica sempre frio né ?" - enquêté n° 49, première série, homme, 50 ans, 1er avril 2019

Figure 8 : « Prendre soin, ça fait du bien, produit naturel d'Amazonie », emballage de pulpe d'acérola produit par la CAMTA et vendu à Belém

Dans ce contexte, cuidar *peut prendre le sens de prendre soin de soi comme de l'environnement (équivalent du* care *anglais). La rhétorique employée dans le texte use de l'image de durabilité associée à l'agroforesterie, en général en consortium, et souvent en monoculture pour l'acérola. Elle est également associée à une image de produit bénéfique pour la santé.*

Les plantations pérennes, en particulier l'agroforesterie, représentent un double enjeu identitaire pour les agriculteur·ices qui la pratiquent. L'action de planter des arbres et de gérer des plantations pérennes se confond souvent avec les mêmes valeurs que celles associées aux réserves. Cela permet aux agriculteur·ices, mais pas seulement, de se valoriser à travers leur production, grâce à une identité d'agriculteur·ices durables. Cela permet également de valoriser les productions elle-même. La CAMTA use abondamment de cette image d'une agriculture productrice de produits sains pour l'environnement comme pour la santé (Figure 8).

À cette identité d'agriculteur·ices durables s'ajoute une identité d'agriculteur·ices technique. Cette distinction s'opère par rapport à une agriculture sur brûlis jugée archaïque, pénible, peu rémunératrice et dommageable pour l'environnement. À Tomé-Açú, elle est représentée non seulement par la culture du manioc mais également par la monoculture du poivre. On peut lire cet enjeu dans le récit que tiennent certains enquêté·es, en particulier celles qui sont fières de leurs agroforêts et de leur identité d'agriculteur·ice, de leur transition de la *roça* de manioc et de la pipériculture intensive à l'agroforesterie. Ces transitions sont le plus souvent récentes (quelques dizaines d'années) et fortement marquées par la proximité avec les agriculteur·ices japonaises de la CAMTA. On compte de nombreux anciens journalier·es ayant travaillé pour des coopérateur·ices en agroforesterie. On relève aussi l'influence d'une personne centrale dans le paysage agricole de Tomé-Açú, un ancien secrétaire municipal à l'agriculture, ancien président de la CAMTA, et défenseur de l'agroforesterie auprès des agriculteur·ices de Tomé-Açú, du Pará, et à l'échelle nationale et internationale. Il a contribué directement à son développement par la distribution de plants, d'intrants adaptés et de conseils.

Les récits de transitions sont sont ponctués de remarques sur la chute des prix du poivre alors que celui des engrais reste élevé, sur le faible prix de la *farinha* et la pénibilité de sa production. M. Mitshinori est considéré comme un bienfaiteur, et le récit du passage à l'agroforesterie est également un récit d'émancipation (« je travaille pour moi »), de réussite à travers l'achat de terres, la construction ou l'agrandissement de la maison, la mécanisation et d'enrichissement, matériel comme symbolique, à travers une activité qui demande de « toujours apprendre des choses nouvelles », d'inventer, d'expérimenter…

Les services écosystémiques d'abord mis en avant dans la valorisation des agroforêts sont des services d'approvisionnement : si le poivre reste à Tomé-Açú une source de revenus incontournable, les autres cultures permettent compléter lors des mois creux (*ruim de dinheiro*), à condition de disposer d'un marché. Une grande différence se lit dans les discours des enquêtés 4 et 5 de la seconde série d'entretiens (Tableau 2), non intégrés dans des coopératives et cherchant à s'extraire de l'agriculture, en colère contre le *município* qui a promu la culture du cupuaçu sans fournir de débouchés, et d'autres enquêté·es membres de la CAMTA ou de l'APRAFAMTA, qui disposent d'unités de valorisation de la pulpe mais aussi des graines de cupuaçu pour l'industrie cosmétique. Pour ces derniers, cette culture permet de valoriser cette culture comme celle leur permettant de traverser des mois difficiles (février à mars/avril, entre la fin de la saison de l'açaï et le début de la saison du cacao et du poivre). Au delà d'une gestion des rentrées d'argent au fur et à mesure de l'année, la diversité est vécue comme une sécurité en fonction des aléas climatiques, sanitaires et financiers. L'agroforesterie est également un moyen, en évitant la jachère du cycle des *roças*, de cesser de « perdre de la terre ».

Tableau 5 : Espèces les plus fréquemment cultivées par les enquêté·es

Les espèces prises en compte ici correspondent à celles le plus fréquemment rencontrées dans les agroforêts. Les plantes herbacées utilisées comme épices ou médicinales (piment, cresson du Pará), ou les arbustes

Espèce	Milieu	Usage	Importance attribuée
Poivre	Monoculture, consortium	Vente importante	Source de revenus le plus souvent considérée comme incontournable
Cacao	Consortium, agroforêts	Vente importante, consommation	Source de revenus important, pérenne
Cupuaçu	Monoculture, consortium	Vente importante, consommation	Source de revenus important à condition d'avoir des débouchés, pérenne. Permet de faire la jonction pendant la saison creuse (hiver)
Açaï	Spontané dans les milieux humides / consortiums / Monocultures irriguées en « terra firme »	Vente importante, consommation importante, ombre du cacaoyer	Source de revenus, aliment de grande importance culturelle, parfois consommé quotidiennement
Manioc	*Roça*, consortium et agroforêts jeunes	Vente importante, consommation importante. Consommation seulement dans certaines propriétés en agroforesterie	Source de revenus, travail pénible. Aliment consommé quotidiennement.
fruit de la passion	Monoculture, consortiums et agroforêts jeunes	Vente importante, consommation	Source de revenu et de diversification important
Pitaya	Monoculture	Vente importante, consommation	Source de revenus et de diversification de plus en plus important ces dernières années
fruitiers natifs (prunier mombin, bacuri, inga...)	forêts "primaires", régénérations naturelles anciennes, agroforêts	Vente, consommation importante, ombre du cacaoyer	Source de revenus faible, peu de débouchés.
Essences à bois (acajou, ipé...)	forêts "primaires", régénérations naturelles anciennes, agroforêts	Bois d'œuvre, charbon, ombre du cacaoyer	Non exploré

Il est utile de remarquer que même au sein d'un même système cultural, toutes les plantes cultivées n'ont pas la même valeur (Tableau 5). Certaines sont quasiment exclusivement commerciales : le poivre, et dans une moindre mesure au regard de l'histoire du *município*, le cacao et le cupuaçu, plantés en consortium, mais aussi le fruit de la passion et la pitaya (en monoculture). L'açaï est investi d'une importance économique élevée, mais est également un aliment à forte importance culturelle. Pour celles et ceux qui le vendent, le manioc est à la fois une source de revenu (pénible), et un aliment culturel important : celles et ceux qui arrêtent de le produire l'achètent (et disent y gagner). Sa capacité à rester en terre mature plusieurs mois en fait

également une forme d'épargne en cas de besoin de liquidité. Les fruitiers natifs sont parfois intégrés dans les consortiums pour fournir de l'ombre au cacaoyer. La noix du Brésil est commercialisée, ainsi l'andiroba dont les graines sont vendues à des entreprises de fabrication de cosmétiques. La plupart des autres peuvent être exploités pour en tirer la pulpe ou vendus tels quels, à condition de disposer des équipements nécessaires et des débouchés, généralement par le biais des coopératives. Ils seraient toutefois le plus souvent réservé à une consommation ou à des échanges non commerciaux. Une étude plus précise sur l'importance de ces différentes cultures, et leur place dans l'économie des ménages, serait nécessaire pour étayer ces suppositions. J'avance toutefois ici ces hypothèses utiles pour l'interprétation du rapport des agriculteur·ices aux abeilles.

2.3 Formalisation des services écosystémiques et de la place des abeilles et de la pollinisation

Le matériel récolté lors de la phase préliminaire de terrain est utilisé ici pour construire un modèle des interdépendances socio-écologiques existant entre les différents modes d'occupation du sol dans l'agriculture familiale, dans le but de mieux comprendre les interactions dans lesquelles interviennent les services et disservices écosystémiques associés aux abeilles. Ce modèle sera construit en s'inspirant du cadre conceptuel proposé par Barnaud et al. 2018, qui, lui, vise à guider l'action collective dans la gestion des paysages, à travers une analyse des services écosystémiques et des interdépendances sociales.

2.3.1 Définitions

Ce cadre emploie une définition constructiviste de **services écosystémiques** : « *bénéfices que les êtres humains reconnaissent recevoir du fonctionnement des écosystèmes qui supporte, directement ou indirectement, leur survie et leur qualité de vie » (Barnaud et al. 2018)*. Les **disservices** sont de la même manière les processus écologiques que les êtres humains reconnaissent *impacter leur bien-être de manière antagoniste*.

Les services écosystémiques sont ici replacés dans le cadre d'une **arène d'action**, ou « *espace social dans lequel des participants aux préférences diverses interagissent, échangent biens et services, résolvent des problèmes, se dominent les uns les autres, ou se battent (entre autres choses que les individus font dans une arène d'action) »* (d'après Elinor Ostrom). Ce faisant, les **dépendances socio-écologiques**, soit les *dépendances et impacts des personnes sur les écosystèmes et des écosystèmes sur les personnes*, mises en avant par le concept de services écosystémiques, permettent de révéler des **interdépendances sociales**, de trois types. D'abord entre **fournisseur·euses** de services écosystémiques, soit entre personnes qui, « *par leur action directe sur les écosystèmes, contribuent à la coproduction, la dégradation, la préservation ou la gestion des services et disservices écosystémiques* ». Entre **bénéficiaires** de ces services ensuite, soit entre *personnes qui bénéficient potentiellement ou non, ou sont impactées par les services et disservices fournis par ces écosystèmes*. Enfin, entre fournisseurs et bénéficiaires de ces services. Les mêmes acteurs peuvent être à la fois fournisseurs et bénéficiaires de services.

L'originalité de ce cadre conceptuel réside dans la confrontation de concepts issus de l'étude des services écosystémiques d'une part et de l'action collective d'autre part, dans une perspective constructiviste. Le cadre de l'action collective enrichit celui des services

écosystémiques en ceci qu'il s'interroge sur les interdépendances qui résultent de l'existence de services et disservices écosystémiques. Il fournit des outils pour penser les services écosystémiques comme un bien commun. L'approche par les services écosystémiques permet de révéler certaines de ces interdépendances parfois cachées, ou asymétriquement perçues. Le cadre constructiviste enfin permet de souligner l'aspect socialement construit et normatif des services et disservices : si on peut considérer que des processus écologiques concrets sont à l'œuvre, parler de services, c'est leur attacher une valeur qui ne leur est pas intrinsèquement liée, mais bien socialement attribuée.

Dans le cas présent, on peut formuler des hypothèses sur les interdépendances sociales entre les différents acteur·ices de Tomé-Açú. Notre réflexion portera cependant plutôt sur les interdépendances socio-écologiques entre les agriculteur·ices familiales et les écosystèmes qu'elles gèrent, révélées par les antagonismes et synergies entre ces différents écosystèmes.

2.3.2 Intégration de l'agriculture familiale de Tomé-Açú dans ce cas d'étude

La relation des agriculteur·ices familiales aux différents milieux et cultures qu'elles gèrent, détaillées dans la partie 2.2 , permettent de dresser un portrait de Tomé-Açú schématisé dans la Figure 9. Nous y identifions différents services perçus associés à différents écosystèmes gérés, des antagonismes entre écosystèmes (le passage à l'agroforesterie s'accompagne souvent d'un abandon plus ou moins définitif de la *roça*), et entre services. Cela permet de dégager certaines interdépendances sociales (notamment entre fournisseur·euses de services). Surtout, ce cadre permet de représenter les relations entre les différents écosystèmes gérés et services fournis par les agriculteur·ices familiales, prérequis utile à l'interprétation du rapport aux abeilles et à la pollinisation.

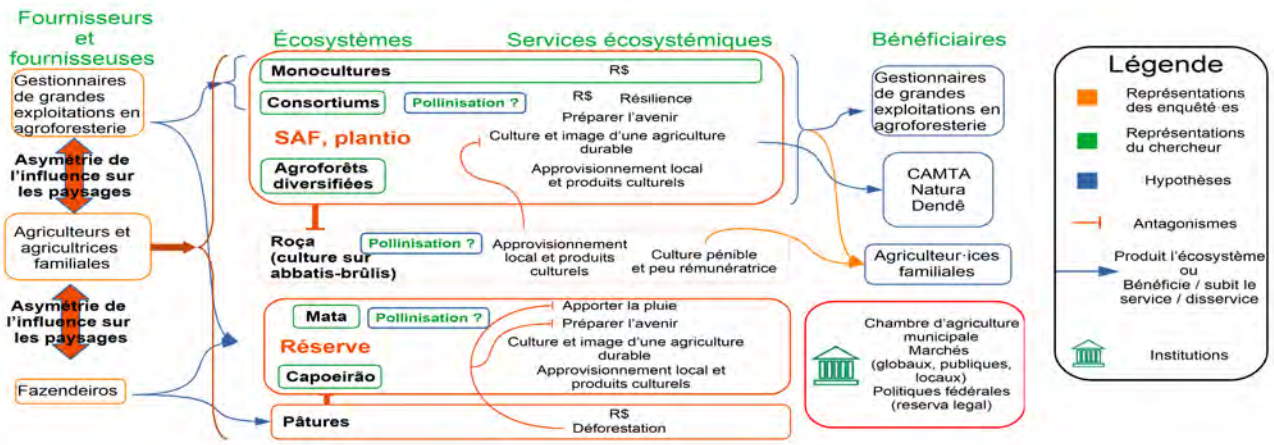


Figure 9 : représentation des interdépendances sociales et socio-écologiques dans lequel est intégré l'agriculture familiale tomé-açuense

La Natura est une entreprise brésilienne de cosmétique qui se fournit notamment en andiroba et graines de cupuaçu à Tomé-Açú. Dendê désigne la stratégie des industriel·les du palmier à huile de contractualiser des agriculteur·ices familiales afin que ces dernières plantent cette espèce sur leurs propriétés.

3 Influence de différents modes d'occupation du sol dans des propriétés en agroforesterie familiale sur la diversité et la composition des communautés d'Apidés à Tomé-Açú

Le service de pollinisation, en particulier la zoogamie, tient selon les représentations scientifiques une place centrale dans les systèmes de culture. La pollinisation animale permet d'augmenter les rendements pour environ 75 % des espèces cultivées. Au Brésil, une revue des interactions entre plantes cultivées et pollinisateurs recensait 1470 interactions. Parmi les 801 pour lesquelles l'acteur animal a pu être identifié, 84 % concernaient des abeilles (Giannini et al. 2015).

Selon les travaux de Refloramaz menés jusque là, ce service est peu cité par les agriculteur·ices de nord-est Paraense. Des entretiens précis à ce propos permettent cependant de révéler que la pollinisation soulève des enjeux intéressants. De plus, si l'apiculture et la méliponiculture ne semblent pas être des pratiques très courantes, en particulier à Tomé-Açú, la cueillette des produits des essaims sauvages, elle, est une pratique fréquente. La relation aux abeilles existe donc bien, au moins partiellement, dans un sens positif pour les agriculteur·ices enquêtées (voir partie 4 pour une analyse plus aprofondie).

Par ailleurs, les mélipones sont de bons indices de la restauration forestière (K. S. Brown 1997), de l'échelle des parcelles à celle des paysages, étant donné leur rayon de vol (200m à 3km selon Araújo et al. 2004) (J. C. Brown et Albrecht 2001; Brosi, Daily, et Ehrlich 2007; Campbell et al. 2018).

Dans la perspective d'accompagner des initiatives de restauration forestière, les abeilles sont de bonnes indicatrices, facilement observables, du succès de ces initiatives et des éléments pouvant motiver la mise en place de nouvelles pratiques restauratives : de part leur importance pour la productivité des agroécosystèmes, mais aussi à travers des perceptions déjà positives à leur propos, pour leurs produits (miels, cire...) ou leur symbolique.

Deux questions ont orienté cette partie de collecte écologique : comment l'occupation des sols influence-t-elle l'apidofaune, prise à la fois comme indicatrice du service de pollinisation[21] et de la qualité de restauration forestière ? Est-il possible d'évaluer cette influence par des protocoles simples, éventuellement applicables par des agriculteur·ices ?

Le protocole mis en œuvre, présenté en 3.1 , et discuté en 3.2 a été élaboré pour évaluer la diversité et l'abondance de l'apidofaune pour différentes occupations du sol correspondant à différents modes de gestion en agroforesterie ou en restauration écologique, pour ainsi préciser les communautés apidofaunistiques associées à ces types d'occupation du sol. Les indices de diversité et d'abondance seront pris comme des indicateurs globaux de la restauration des milieux étudiés : on s'attendra à ce que les occupations du sol les plus « restauratives » *a priori* (forêts primaires, agroforêts diversifiées, régénérations naturelles anciennes)(Shimamoto et al. 2018; K. S. Brown 1997), présentent des abondances et des diversités d'abeilles élevées, à l'opposé de milieux *a priori* perturbés (régénérations naturelles jeunes et subissant un retour de feu fréquent, consortiums).

21 Une véritable étude sur le service de polliisation nécessiterait des méthodes spécifiques non déployées ici.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

L'approche par la composition des communautés apidofaunistiques, plus détaillée, devrait permettre de détailler les résultats d'abondance et de diversité. On s'attend à ce que les occupations du sol les plus « restauratives » aient des compositions proches de milieux de référence tels que les forêts primaires ou les régénérations naturelles anciennes. Mais cette approche permet également d'approcher de manière plus détaillée le service de pollinisation, dans sa spécificité : elle permet de passer de la pollinisation en général à celle du fruit de la passion, de l'açaï ou du noyer du Brésil, reposant sur des pollinisateurs spécifiques (Santos et al. 2012; Campbell et al. 2018; Boiça Jr, Santos, et Passilongo 2004; Giannini et al. 2015). Elle permet également de considérer d'autres services : les productions de miels dans leur diversité, ou disservices : la destruction des fleurs de fruit de la passion ou du fruit de pitaya, par exemple.

3.1 Méthodes

3.1.1 Relevés de terrain

3.1.1.1 Échantillonnage

Les relevés ont été effectués sur douze propriétés choisies par Mario Neto, sur la base des premières visites et des croquis des propriétés réalisés, afin d'échantillonner des propriétés les plus représentatives possibles de la diversité des agroforêts de Tomé-açu.

Sur chaque propriété, j'ai échantillonné trois ou quatre points correspondant à des types d'occupation du sol différentes. Un échantillonnage était constitué de trois ou quatre observations. Il se déroulait selon les 2 phases présentées ci-dessous :

1. **Choix des points**

Chaque point était choisi le matin même en fonction des occupations du sol recherchées, de l'accessibilité et de différents critères susceptibles d'influencer la présence d'abeilles. La présence de fleurs dans la surface étudiée a été limitée au maximum, une bonne exposition au soleil était recherchée, ainsi qu'une grande surface de feuilles disponibles.

A chaque point choisi a été placé une assiette en plastique blanche à hauteur de poitrine environ. Elle a permis de disposer d'une échelle et d'un support contrasté pour les photos. Une solution de miel diluée à 50 % dans de l'eau a ensuite été aspergée sur l'assiette et les feuilles environnantes pour couvrir une aire d'environ 1m^2. Une photo panoramique était prise, l'heure et la position GPS du point relevée, ainsi que l'occupation du sol des parcelles adjacentes.

2. **Observations**

Les observations commençaient au niveau du premier point installé immédiatement après la mise en place du dispositif au dernier point. Chaque point était ensuite observé dans l'ordre des de sa mise en place. Une observation se déroulait comme suit :

- Arrivée au point, relevé de l'heure et premier comptage : comptage des abeilles posées sur la zone d'observation (zone aspergée), identification sur place à l'échelle la plus fine possible, accompagné d'une description sommaire pour permettre leur identification par photo.
- Photos des abeilles pour les identifications

- Second comptage
- Relevé de la température et de l'hygrométrie
- Départ pour le point suivant.

Trois ou quatre passages (observation successive de chaque point dans l'ordre de la mise en place) ont été effectués en fonction des propriétés, du nombre de points retenus et de contraintes logistiques et climatiques (horaire d'arrivée, pluie). L'échantillonnage est résumé dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Répartition des points d'observation par propriété étudiée

Propriété	Points observés
1	AD AD FP AD
2	RNA AD C RNJ
3	C* RNA* C*
4	RNJ RNJ RNJ RNA
5	AD RNJ RNJ FP
6	RNJ C C
7	FP RNA C RNA
8	FP AD RNJ **
9	RNA RNJ C AD
10	AD RNA AD C
11	C RNJ FP C **
12	AD ** AD ** RNJ ** RNA **

FP *: forêt primaire ;* ***RNA*** *: régénération naturelle ancienne ;* ***RNJ*** *: régénération naturelle jeune ;* ***AD*** *: agroforêt diversifiée ;* ***C*** *: Consortium*
** quatre observations*
*** : deux observations*
pas de précision : trois observations

3.1.1.2 Caractéristiques des échantillon

Les modes d'occupation du sol étudiés ont été déterminés *a priori* selon une classification établie en s'appuyant sur les travaux de (Carneiro 2018; Bolfe et Batistella 2011).

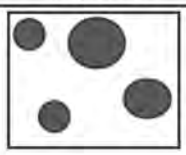
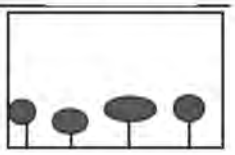
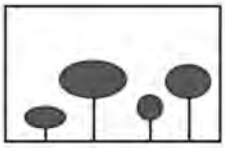
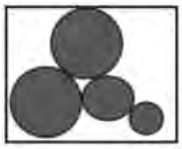
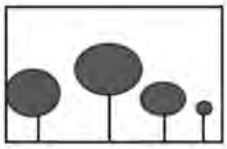
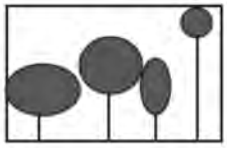
Classification	Paramètres moyens attendus	Profil de canopée attendu	Stratification attendue
SAF 1	Âge : 0 à 2 ans Surface terrière : 0 à 5m2/ha Couverture de la canopée : 0 à 35% Hauteur des individus : 0 à 3m		
SAF 2	Âge : 2 à 5 ans Surface terrière : 5 à 10m2/ha Couverture de la canopée : 35 à 50% Hauteur des individus : 3 à 5m		
SAF 3	Âge : 5 à 12 ans Surface terrière : 10 à 30m2/ha Couverture de la canopée : 50 à 70% Hauteur des individus : 4,5 à 6m		
SAF 4	Âge : plus de 12 ans Surface terrière : plus de 30m2/ha Couverture de la canopée : > 70% Hauteur des individus : >7m		

Figure 10 : Paramètres et représentation schématique d'une classification des agroforêts

Traduit d'après Bolfe et Batistella 2011

Seuls des modes d'occupation considérés comme potentiellement restauratifs ont été analysés afin de disposer de suffisamment de données pour chaque mode pour espérer obtenir une significativité statistique. Ils sont listés ci-dessous

- **Consortium :** système de rotation en agroforesterie très courant à Tomé-Açú faisant intervenir le poivre au milieu duquel est planté l'açaï au cours de la première ou de la deuxième année, puis le Cacaoyer sous l'ombre de l'açaï, et systèmes proches, estimés correspondre aux « SAF 1 » et « SAF 2 » selon Bolfe et Batistella 2011 (Erreur : source de la référence non trouvée).
- **Agroforêt diversifiée :** désigne ici tous les types d'Agroforêts estimés correspondre aux « SAF 3 » et « SAF 4 » selon Bolfe et Batistella 2011 . Elles correspondent aux agroforêts diversifiées et aux agroforêts hautement diversifiées décrites par (Carneiro 2018).La faible occurrence de ces deux modes d'occupation du sol à Tomé-Açú a en effet conduit à ce regroupement.
- **Régénération naturelle jeune :** zones de jachère non-cultivées désignées parfois comme « Capoeira Pousio », permettant la régénération des sols dans les systèmes de rotation sur

abbatis-brûlis. Recouvre une vaste plage de milieux, puisqu'elle comprend un gradient de milieux ouverts à dominance herbacée (*juquira)*, à des forêts secondaires fines (c*apoeira*).

- **Régénération naturelle ancienne[22] :** Forêt secondaire ancienne (plus de 20 ans), faisant partie de la « Reserva » des agriculteur·ices.
- **Forêt primaire[23] :** forêt considérées primaires, c'est à dire parcelles forestières pour lesquelles les enquêté·es n'ont pas souvenir de la dernière défriche. Parfois explorées.

3.1.2 Analyses

3.1.2.1 Identifications

J'ai réalisé une première identification des Abeilles prises en photo au niveau générique pour les Mélipones sur la base de leur comportement, de leur attitude en vol et d'une clefs d'identification (Silveira, Melo, et Almeida 2002). Les Halictes (famille des ***Halictidae***) n'ont pas été identifiées à ce niveau par manque de temps. Ces identifications ont par la suite été corrigées par deux expert·es des Mélipones (Alistair J. Campbell et Beatriz Coelho).

3.1.2.2 Analyses statistiques

Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel R. À l'exception des figures comParánt les différentes observations entre elles, seule les données concernant la troisième observation de chaque point ont été retenues. Les individus non identifiés et les Halictidés ont été retirés du jeu de données. Pour chaque observation, l'effectifs retenu pour chaque genre observé est constituée de la moyenne des deux snapshots.

- **Mesures de la diversité**

La courbe d'accumulation a été obtenue à l'aide de la fonction *specaccum* du paquet *vegan* pour R (Oksanen et al. 2019), à l'aide de la méthode « random » avec 150 permutations (Gotelli et Colwell 2001). Les indices de Shannon (H') et de Simpson (1-D) ont été obtenus à l'aide de la fonction *diversity* du package *vegan*, selon les formules suivantes :

$$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$$

$$1 - D = 1 - \sum_i p_i^2$$

Où p_i est la proportion de l'espèce i dans l'échantillonnage. L'indice de Shannon est plus sensible à la présence d'espèces rares, tandis que l'indice de Simpson sera pris ici comme un indice d'équitabilité.

- **Analyses multivariées**

Les analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du package *FactoMineR* (Lê, Josse, et Husson 2008). Pour l'Analyse Factorielle des Correspondance (AFC, fonction *CA*), un tableau de contingence a été produit en sommant les observations de chaque genre par mode d'occupation du sol. Un tableau des fréquences théoriques a été calculé à partir de ce tableau de contingence. Les données ont été regroupées par genre d'abeilles jusqu'à ce que le tableau des fréquence théoriques présente moins de 20 % de cases avec une fréquence théorique inférieure à 5 et aucune avec une fréquence théorique inférieure à 1, c'est à dire jusqu'à respecter le critère de

22 *capoeirão*
23 *Mata*

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

significativité à 5 % selon différents auteurs cités par Legendre et Legendre 1998. Les regroupements ont été effectués par classification ascendante hiérarchique (CAH, fonction *HCPC*). Ils sont résumés dans le Tableau 7.

Tableau 7 : regroupements des genres effectués pour l'analyse

Regroupement	Genres regroupés
NanTet	*Nannotrigona* *Tetragona*
ApiApaMelSca	*Apis* *AParátrigona* *Melipona* *Scaptotrigona*
ParFriPleTri	*Partamona* *Frieseomelitta* *Plebeia* *Trigonisca*
TriCep	*Trigona* *Cephalotrigona*
Oxytrigona	*Oxytrigona*
Parátrigona	*Parátrigona*

Les Analyses de Correspondance Multiples (ACM) ont été réalisées grâce à la fonction *MCA* appliquée aux données de comptage recodées de manière discrète, en cohérence avec la répartition des données (Figure 11). Quatre catégories ont été retenues : absence (0 à 0,5 observations), abondance faible (1 à 10 individus), abondance moyenne (11 à 50 individus) et abondance forte (au-delà de 50 individus, en pratique au-delà de 100).

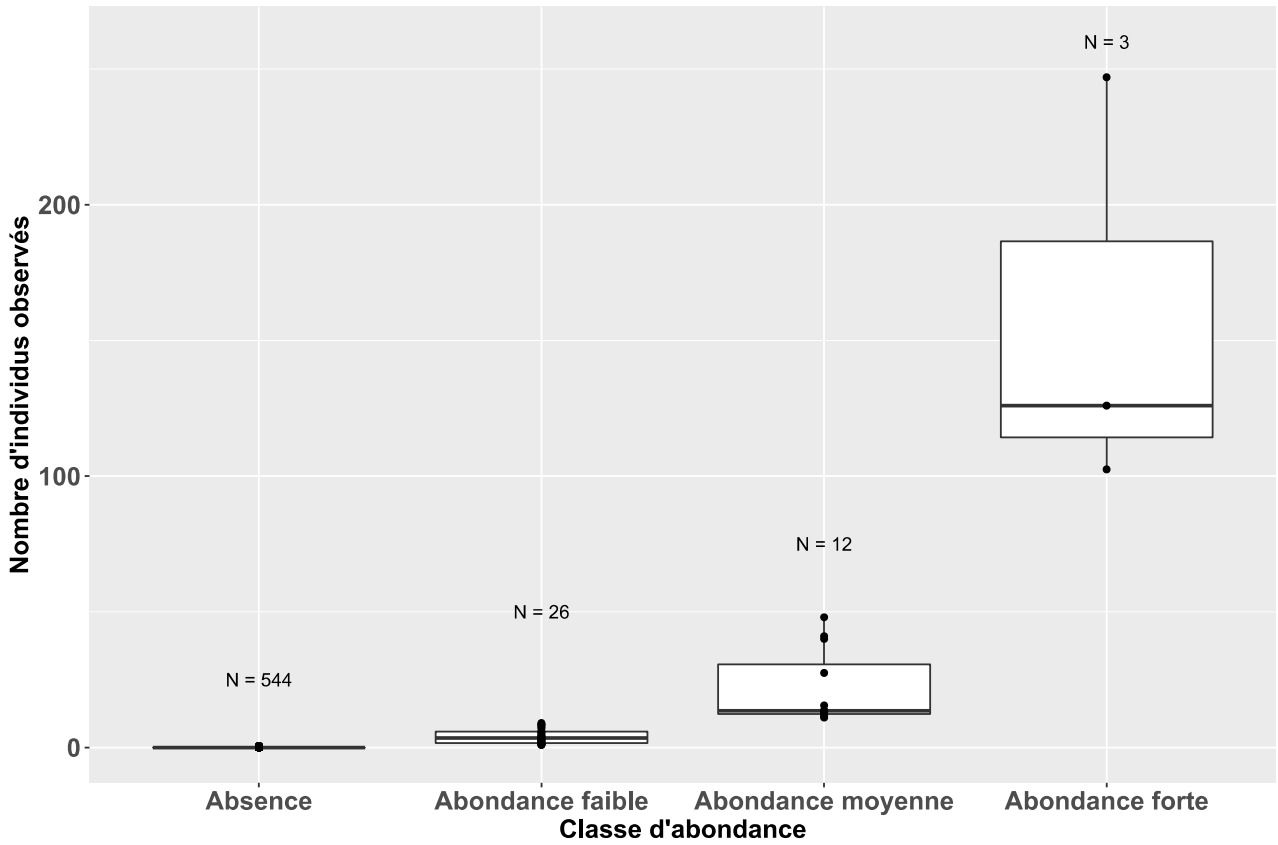


Figure 11 : Répartition des observations par genre par classe d'abondance

Les classes d'abondance des 14 genres retenus pour l'analyse pour chacune des 39 observations (N total = 39 x 14 = 546) sont représentées ici.
N correspond au nombre d'occurence de chaque classe d'observation

Les Classification Hiérarchiques Ascendentes (CAH) ont été réalisées grâce à la fonction *HCPC* sur les résultats des ACM. Le nombre c de catégories retenues est celui qui maximise la perte relative d'inertie I du nuage entre la construction de c et de c+1 catégories, soit qui maximise $\frac{I(c+1)}{I(c)}$, où I est la somme des inerties i[24] de chaque catégorie.

3.2 Résultats

3.2.1 Évaluation du protocole d'échantillonnage

Sur les douze propriétés ont été observées 14 genres d'Apinés (Tableau 7), dont 13 de Mélipones et une du genre Apis (l'abeille domestique *Apis mellifera*, seule représentante du genre au Brésil), et de nombreuses Halictes non déterminées. La courbe d'accumulation (Figure 12) atteint un plateau, ce qui suggère un échantillonnage des genres de Mélipones représentatif des milieux étudiés et de la méthode employée. La dominance des Mélipones et des abeilles domestiques dans les observations suggère un biais de la méthode en faveur des abeilles sociales. L'absence totale de certains clades observés par ailleurs dans les milieux échantillonnés (Bourdons) suggère également des biais dûs peut-être à l'appât utilisé (miel).

24 Annexe I

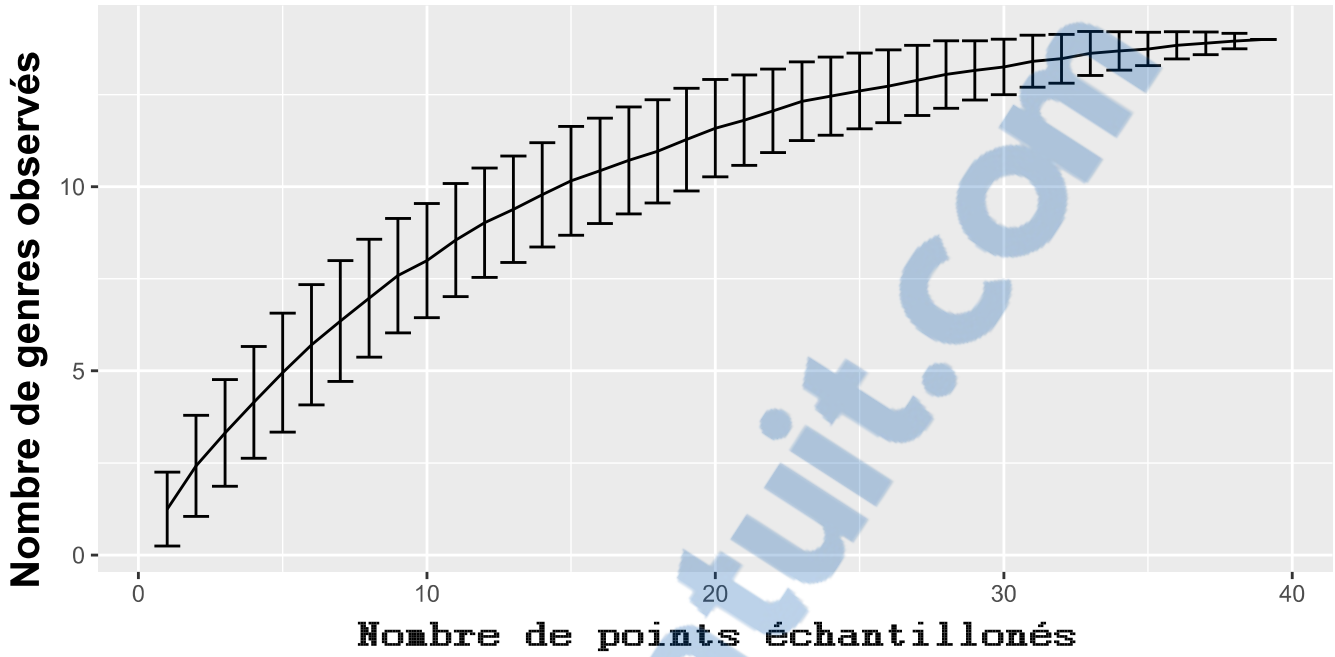


Figure 12 : Courbe d'accumulation des genres observés

Les barres d'erreur représentent les écarts-type obtenus selon la méthode de Gotelli et Colwell 2001 avec 150 permutations
La courbe est calculée en fonction du nombre des points échantillonnés en sommant le total des observations par point

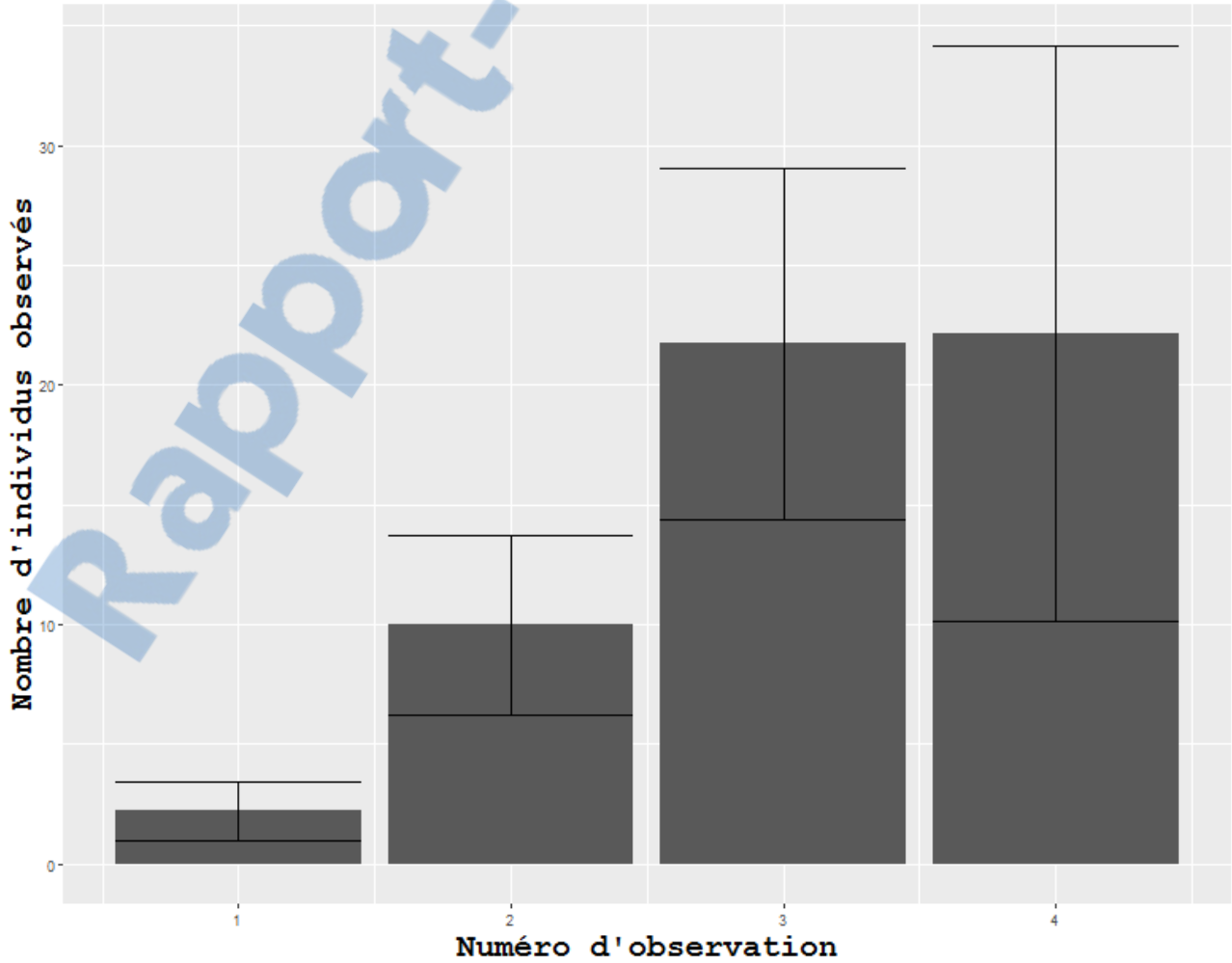


Figure 13 : Abondance d'abeilles moyenne par observation

Les barres d'erreur représentent l'erreur standard.

Rapport-Gratuit.com

Chaque point (45) a été observé au moins 2 fois. La plupart (39) ont pu être observés 3 fois, et seulement 3 échantillons ont pu être observés 4 fois (sur une seule propriété). On observe une abondance croissante d'abeilles au fur et à mesure des trois premières observations (Figure 13). Cette constatation m'a conduit à ne mener les analyses que sur la troisième observation pour chaque point.

3.2.2 Abondances et diversité en fonction de l'occupation du sol

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

La Figure 14 montre l'abondance d'abeilles observées en moyenne pour chaque catégorie d'occupation du sol. La moyenne d'abondance et l'erreur standard sont les plus faibles pour les observations à proximité des forêts "primaires", tandis qu'elles sont les plus fortes pour les zones de régénération naturelle jeune (RNJ). Les abondances dans les régénérations naturelles anciennes (RNA) et consortiums sont très variables, tandis que les agroforêts diversifiées présentent une variabilité de l'abondance moindre. Dans le détail, consortiums, RNA et RNJ sont des milieux où ont été observées des abondances très élevées d'un seul genre (*Oxytrigona sp.*, seule observation à plus de 100 individus, une observation pour chacun des milieux cités). Ce sont aussi les milieux qui présentent la plus forte occurrence d'observations sans aucun individu (29 % des observations pour les capoeirão à 44 % pour les consortiums, contre 22 % pour les agroforêts diversifiées et 0 % pour les forêts "primaires").

Les indices de Shannon et de Simpson ont été calculés pour chaque observation. Leur moyenne et les écarts-types sont indiqués dans le Erreur : source de la référence non trouvée. Les moyennes des indices de Shannon et de Simpson ne varient pas de la même manière ne fonction des occupations du sol. On distingue deux tendances extrêmes : les milieux de forêt « primaire » présentent un indice de Shannon relativement élevé pour un indice de Simpson faible, tandis que les consortiums et RNJ présentent des indices de Shannon élevés et de Simpson faibles. Les agroforêts diversifiées suivent une tendance de type forêt primaire, tandis que les RNA présentent des indices de Simpson et de Shannon en moyenne relativement élevés.

3.2.3 Communautés

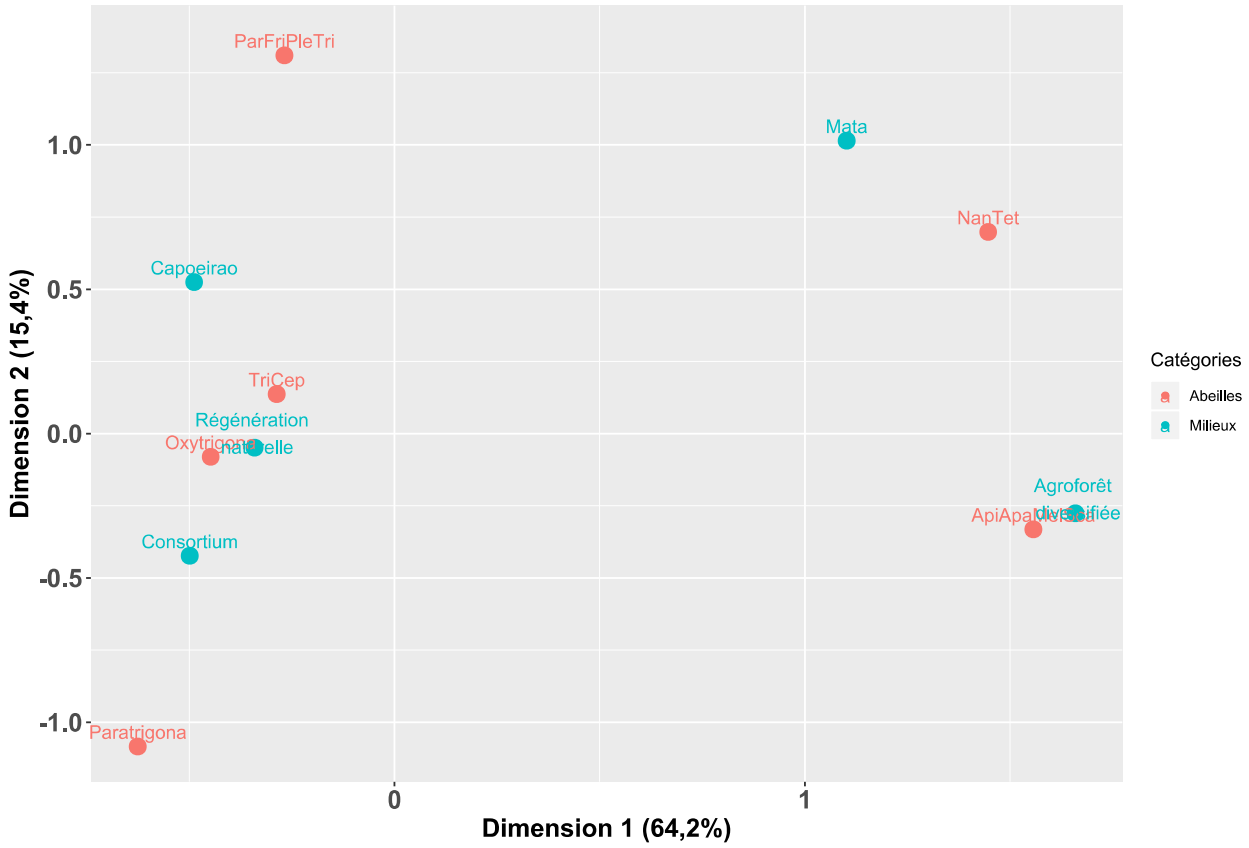


Figure 15 : Analyse factorielle des correspondance après regroupement des genres

χ^2 = 837,7, p-value = 1,4.10^{-164}
Les conditions de validité du χ^2 de Pearson sont réalisées à un seuil de signification de 5 % selon (Lemelin 2004)
Les regroupements réalisés sont résumés dans le Tableau 7

L'analyse factorielle des correspondance (AFC) montre la non-indépendance entre l'occupation du sol et les genres d'abeilles observées (Figure 15). Une dimension ressort et explique la majorité de la variance (64,2%). Elle sépare les milieux en deux groupes, sous

l'influence des agroforêts diversifiées (contribution = 66,4) et des forêts "primaires" (contribution = 12,1). La répartition des agroforêts diversifiées est particulièrement bien expliquée par cette dimension si on en croit le cos^2 associé (93 %). Ils sont associés préférentiellement aux genres de Mélipones *Tetragona*, *Nannotrigona*, *Melipona*, et *Scaptotrigona*, ainsi qu'à l'abeille domestique, toutes avec des cos^2 élevés (supérieurs à 50%). Le second groupe est constitué des trois autres milieux, consortium, RNJ et RNA, moins bien expliqués à l'exception des régénérations naturelles. Ils sont associés géométriquement aux Mélipones *Trigonisca, Partamona, Plebeia, Cephalotrigona, Trigona et Oxytrigona*. Seule *Oxytrigona* semble bien expliquée le long de cet axe.

La seconde dimension qui ressort dans l'AFC, majoritairement sous l'influence des forêts "primaires", semble quant à elle discriminer régénérations naturelles anciennes et forêts "primaires" d'une part, associées aux genres *Partamona, Tetragona* et *Trigonisca*, et plus faiblement consortiums et agroforêts diversifiées d'autre part. Cette dimension n'explique cependant pas un pourcentage de variance élevé.

Une analyse des correspondances multiples (ACM) a été menée sur les genres d'abeilles présents à chaque point d'observation, ramenés en valeurs qualitatives (absence, abondance faible, abondance moyenne, abondance forte, Figure 11), dans le but de séparer des communautés apidofaunistiques fréquemment associées (Figure 16A). L'analyse géométrique des deux dimensions principales montre un nuage de points centré autour de l'origine et regroupant la plupart des genres étudiés. Le genre *Apis* se différencie fortement selon la dimension 1, le genre *Nannotrigona* selon la dimension 2. Les genres *Partamona* (mal expliquée) et *Oxytrigona* (mieux expliquée dans la troisième dimension, expliquant 12,8 % de la variance) se différencient de manière moins prononcée que les deux genres précédents dans les deux dimensions.

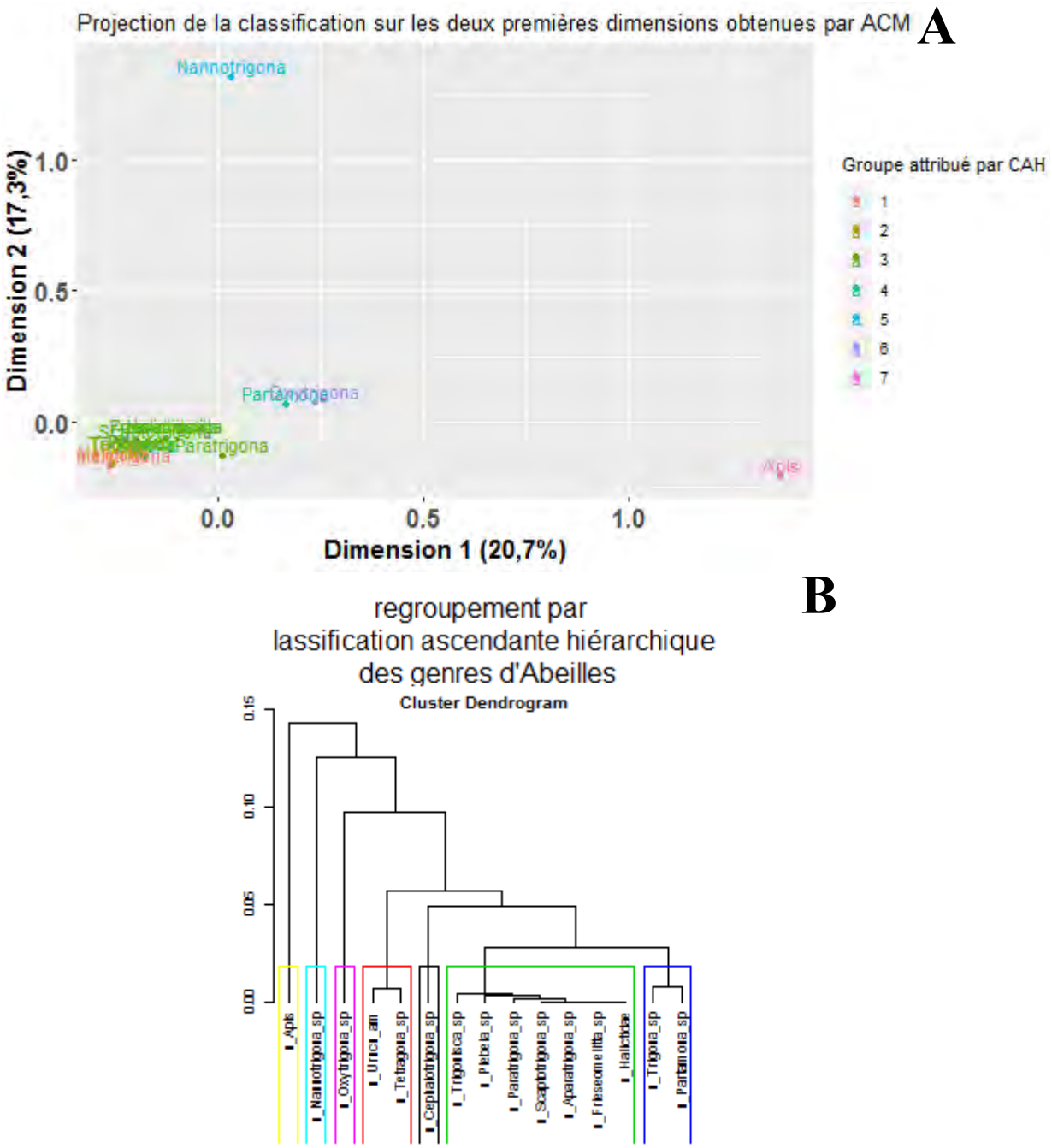


Figure 16 : Formation de communauté d'abeilles par CAH sur l'ACM

A *: Les couleurs correspondent aux regroupement formés par la CAH.*
B *: arbre produits par la CAH. Les cadres correspondent à la construction qui maximise la perte relative d'inertie.*

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été menée sur les résultats de l'ACM (Figure 16B). Le nombre de regroupements optimal est 7, dont 4 ne contenant en fait qu'un seul genre (regroupements 1, 5, 6 et 7, correspondant respectivement aux genres *Cephalotrigona, Nannotrigona, Oxytrigona* et *Apis*). Deux autres groupes contiennent deux genres, tandis que le dernier (regroupement 3) en regroupe 7, soit près de la moitié. Les genres *Apis*, *Oxytrigona* et *Nannotrigona* se distinguent à la racine de l'arbre produit par la classification.

Le regroupement 3 comprend 4 genres retirés de l'analyse pour l'AFC (Figure 15). Parmi les 3 restants (*Trigonisca*, *Plebeia* et *Scaptotrigona*), *Scaptotrigona* est géométriquement à l'opposé des genres *Trigonisca* et *Plebeia* pour l'AFC. Le regroupement 4 (*Trigona* et *Partamona*) est cohérent avec la première dimension de l'AFC.

Une CAH effectuée sur une ACM calculée à partir d'un jeu de données amputé des comptage d'*Apis* et *Nannotrigona* ne donne pas de résultats fondamentalement différents.

Une ACM a été menée symétriquement sur les points d'observation en fonction de leurs communautés apidofaunistiques. Une CAH a ensuite été menée sur le résultat de cette ACM, qui a fait ressortir 5 regroupements. L'indépendance entre le type d'occupation du sol d'un point et la catégorie attribuée par CAH a été testée par un test du χ^2. Ce test suggère l'indépendance statistique entre les deux variables (p-value = 0,51).

3.3 Interprétation et discussion

3.3.1 Abondances et diversité en fonction de l'occupation du sol

La forte variabilité des abondances mesurées dans les zones de régénération naturelle peuvent se comprendre par la diversité de ces dernières : elles comprennent une vaste plage allant de la jachère à dominance herbacée aux forêts secondaires fines vieilles de jusqu'à quinze ans. Cependant, la similarité entre régénérations naturelles jeunes, régénération naturelle anciennes et consortiums, tant pour les mesures d'abondance que pour les indices de biodiversité, poussent à les analyser conjointement. Elle bouscule l'hypothèse émise de la proximité entre forêts "primaires" et régénérations naturelles anciennes.

L'interprétation des indices de biodiversité précise le schéma de présence des abeilles (fortes abondances mais aussi plus d'observations sans abeilles dans quelques milieux, observation systématique de peu d'individus dans les milieux de forêt primaire et d'agroforêts diversifiées). L'indice de Shannon, plus influencé par les espèces rares, est deux fois plus élevé en moyenne pour les observations effectuées dans les milieux de forêt primaire ou d'agroforêt diversifiées que pour celles dans les milieux de régénérations naturelles jeunes et de consortium. C'est l'inverse pour l'indice de Simpson, qui est interprété ici comme un indice d'équitabilité. Ce résultat pourrait indiquer la présence d'un plus grand nombre d'espèces rares par observation pour les observations en milieu de forêt primaire et de d'agroforêt diversifiée. Ces résultats et l'analyse de la variabilité des abondances semblent indiquer que les milieux de consortiums, régénération naturelle jeune, et dans une moindre mesure de régénération naturelle ancienne, seraient caractérisés par une dominance de peu d'espèces, observées aléatoirement mais avec des abondances élevées. Remarquons que les observations, peu nombreuses (3, Figure 11), d'abondances très élevées qui tirent les conclusions dans ce sens, ont été menées dans des propriétés aux agroécosystèmes particulièrement simplifiés.

Le fait que les indices calculés à partir de la somme des observations soient plus élevés dans les milieux de forêt primaire et d'agroforêt diversifiée pourraient quant à eux montrer une plus grande hétérogénéité entre les observations pour ces milieux. Cela se comprend bien pour les forêts "primaires" au regard de la diversité des sols, des reliefs, de l'hydrographie (Bolfe et Batistella 2011) et des taux de dégradation et d'exploration à Tomé-Açú. Quant aux agroforêts diversifiées, leur composition est certainement moins homogène et plus soumise aux choix et préférences des agriculteur·ices que celle des consortiums, ce qui pourrait expliquer leur hétérogénéité. La traduction de cette hétérogénéité des communautés végétales dans les agroforêts diversifiées en terme de diversité des mélipones associées n'était cependant pas évident au départ : ces agroforêts sont constituées de nombreux arbres non amazoniens.

Les faibles indices de diversités calculés sur la somme des observations est en cohérence avec l'homogénéité des systèmes d'agroforesterie dominants à Tomé-Açú (les consortiums). Ils sont plus surprenants pour les zones de régénération naturelle jeune, qui représentent une variété de situations, et où l'on aurait pu s'attendre à une diversité au contraire élevée. Si ces résultats, exploratoires, étaient confirmés par d'autres observations, cela pourrait signifier que les zones ouvertes et les forêts fines et jeunes caractéristiques des régénération naturelle ne sont pas facilement colonisées par les mélipones dans cette région d'Amazonie. Cela pourrait s'expliquer par les traits écophysiologiques des mélipones de cette région, ou par des structures du paysage (fragmentation des milieux « source » dans cette région très agricole avec une forte pénétration du palmier à huile et de l'élevage).

Enfin, la faiblesse des indices de diversité observés pour les régénérations naturelles anciennes remettent en question une hypothèse de travail importante dans ce mémoire : le fait que les régénérations naturelles anciennes puissent être considérés comme des « réserves » pour les mélipones, au même titre que les forêts "primaires".

Le protocole, en particulier l'échelle restreinte à la parcelle des analyses menées ici, ne permettent pas de conclure sur la capacité des différents milieux à fournir un habitat aux mélipones et abeilles domestiques. Les conclusions ne peuvent être tirées que sur les communautés de visiteurs des milieux, ce qui fournit une indication sur la perméabilité de ces milieux pour les genres étudiés, et leur capacité à fournir des ressources. Il serait possible d'aller plus loin par une revue des traits d'histoire de vie des différentes abeilles observées (rayon de vol, préférences pour nicher). Dans ces limites, les conclusions principales que permettent de tirer ces analyses préliminaires sont que :

- Les agroforêts diversifiées présentent des similarités fortes avec les forêts "primaires", contrairement aux consortiums et régénérations naturelles jeunes.
- Les régénérations naturelles anciennes présentent un profil de diversité de l'apidofaune plus proche des régénérations naturelles jeunes que des forêts "primaires", ce qui sera un élément à prendre en compte dans les analyses à venir qui observeront la diversité d'abeilles en fonction de la distance à une réserve (forêts "primaires" et régénérations naturelles anciennes).

Si ces résultats devaient être confirmés, par rapport aux mélipones mais aussi par rapport à d'autres groupes, ils auraient une conséquence intéressante en terme de restauration écologique. Cela signifierait qu'à Tomé-Açú, une restauration active par le moyen d'une certaine agroforesterie serait plus efficace que le « laisser faire », ce qui n'est pas un résultat consensuel (Shimamoto et al. 2018). Cela pourrait se comprendre par la fragmentation des habitats à Tomé-Açú, et l'état de dégradation des zones sources (forêts "primaires"), qui rend plus difficile les

processus impliqués dans la régénération spontanée. L'histoire de terres intensément cultivées, au moyens d'engrais et de pesticides divers, pourraient également être un frein à cette régénération spontanée. Les agroforêts pourraient jouer un rôle d'assainissement, à moins que des pratiques culturales telles que l'irrigation ou l'enrichissement des sols aux moyens d'engrais organiques (compost, *torta de mamonia*), plus courantes dans les agroforêts diversifiées (partie 2) ne permettent de les régénérer plus rapidement.

3.3.2 Communautés

Les résultats de l'AFC (Figure 15) suggèrent une dépendance statistique entre les catégories d'occupation du sol et les communautés apidofaunistiques recensées. Plus que des communautés, ce sont certains genres qui sont bien expliqués par ces analyses : *Apis, Nannotrigona* et *Oxytrigona*.

Les résultats de la première CAH (Figure 13) montrent qu'au delà de ces genres, il est difficile de mettre en évidence des communautés. Les analyses par point d'échantillonnage suggèrent que les catégories d'utilisation du sol employées ici ne sont pas pertinentes pour comprendre la répartition de l'apidofaune. La contradiction entre ce résultat et ceux de l'AFC peut s'interpréter comme le résultat d'une hétérogénéité forte entre les points d'échantillonnage, qui avait été suggérée par les analyses des indices de biodiversité. Cette hétérogénéité est gommée par des analyses synthétiques (dans un tableau de contingence pour l'AFC).

La comparaison de ces résultats avec l'étude de Perry et al. 2016 permet de discuter le protocole employé. Malgré 39 points d'échantillonnage, contre 12 dans l'étude citée, les résultats obtenus sont plus difficilement interprétables. On peut y voir l'influence de l'effort d'échantillonnage dans le protocole utilisé ici. Bien plus faible, reposant sur une diversité de méthodes moindre, et plus ciblé puisque centré sur les Apidés sociaux, il n'a permis d'analyser que 14 genres contre 1164 morphoespèces pour les auteur·ices précédentes.

Les questions posées par ce mémoire ne sont cependant pas les mêmes que celles posées par Perry et al. 2016 , pour qui la biodiversité est prise comme une caractéristique intrinsèque des milieux étudiés. Autrement dit, pour interpréter la composition des communautés caractérisées dans les différents milieux de cette étude, en particulier en terme de conservation, les auteurs font comme si comme si les milieux étaient indépendants les uns des autres, comme si les espèces qui composent les communautés effectuaient tout leur cycle de vie au sein d'un seul milieu. Ce point de vue est certainement pertinent pour l'étude d'espèces à mobilité réduite. Les mélipones et les abeilles domestiques sont cependant caractérisées par des distances de vol allant de 200m à 3km (Araújo et al. 2004). Cela pousse à considérer qu'à l'échelle de fragmentation des paysages étudiés, et vu la méthode employée (mesures à l'interface entre différents paysages), il est impossible de partir du même postulat, quand bien même des communautés auraient été précisément déterminées. Il faut ici se limiter à parler de communautés de visiteurs de ces milieux. Tirer des conclusions sur le rôle des milieux étudiés en terme de « refuges » ou de « réservoirs » n'est donc pas approprié. Cette information ne pourrait être fournie que par des études paysagères montrant l'influence de certaines occupations du sol sur la composition des communautés dans les occupations du sol voisines.

C'est une perspective de cette étude. Elle n'a pas encore été menée pour des raisons de temps d'analyse insuffisant. Elles doivent être couplées à un effort de redéfinition des types d'occupation du sol à partir des données floristiques relevées par [Mario] sur les mêmes propriétés, à partir des catégories d'agroforêts établies par Bolfe et Batistella 2011.

Rapport-Gratuit.com

3.4 Perspectives

Les analyses préliminaires présentées dans cette partie ne permettent pas de dégager de signal fort des données. On peut cependant proposer des pistes de réponse aux deux questions posées au début de cette partie : comment l'aménagement des paysages influence-t-il l'apidofaune, prise à la fois comme indicatrice du service de pollinisation, et de la qualité de restauration forestière ? Est-il possible d'évaluer cette influence par des protocoles simples, éventuellement adaptables à des projets de sciences collaborative ?

- Il semblerait que dans le cadre de milieux dégradés et fragmentés tels que Tomé-Açú, la mise en place d'agroforêts diversifiées serait un bon moyen de permettre une restauration qui viserait à la régénération de milieux de type agroforêts diversifiées, en tout cas du point de vue des Mélipones. Il serait peut-être même meilleur que la régénération spontanée. Ceci est posé dans la limite de significativité des données. Au delà, d'autres limites majeures sont la pertinence du choix des forêts "primaires" comme écosystèle de référence, des Mélipones comme seules indicatrices de la restauration forestière et de la pollinisation, et des catégories d'occupation du sol employées ici. Des analyses et études complémentaires sont nécessaires pour étayer cette hypothèse.
- Les analyses n'ont pas permis de dégager clairement des communautés de Mélipones, et une analyse du service de pollinisation nécessite de renforcer cette étude par une analyse paysagère qui prendrait en compte l'agencement des occupations du sol dans les propriétés dans leur ensemble. Une première étape serait d'étudier l'influence pour les différents modes d'occupation du sol de la distance à la forêt primaire. Ces analyses n'ont pas pu être menées faute de temps.
- L'usage de ce protocole à des fins de science collaborative nécessiterait des adaptations : demandeur en temps et physique, les enquêté·es ne pourraient pas s'engager dans sa réalisation régulière. Mais les résultats suggèrent des adaptations : il serait possible de mettre en place le procédé, bon marché, dans des placettes déterminées à l'avance ou géolocalisées grâce au smartphone que possèdent la plupart des enquêté·es, et de n'effectuer qu'un seul comptage trois heures plus tard. Étant donné les abondances et la diversité par point d'observation qui ne dépasse pas trois genres différents, une formation lourde en reconnaissance ne semble pas nécessaire, bien que certaines soient facilement confondables à l'oeil nu. Un obstacle serait la qualité des photos pour effectuer des identifications à l'échelle générique. Mais si la mise en place d'un processus de sciences participative sur le long terme devait se faire, l'abondance de données récoltées pourrait compenser les biais de reconnaissance. On peut envisager la mise en place d'un autre protocole, intéressant car requérant sans doute moins d'effort d'animation de réseau et abordant une question soulevée ici : celle des occupations du sol comme habitat. Elle pourrait être abordée par le recensement collaboratif des nids dans la propriété.

Les prochaines étapes de ce travail seront des analyses paysagères à partir des données sur les propriétés relevées sur le terrain (agencement des différents types d'occupation du sol, distances entre les éléments) et de cartes disponibles. Une redéfinition des catégories d'occupation du sol est également nécessaire, et sera possible en croisant les données présentes à celles de Mario Neto. Au delà de ces analyses complémentaires, j'ai présenté des possibilités envisageables pour approfondir le travail de terrain de manière collaborative. Pour évaluer leur pertinence, il est nécessaire de rappeler l'objectif général de ce travail : la co-construction d'indices de la qualité de différentes activités restauratives pour suivre et participer à l'invention

d’agroécosystèmes visant à la fois à améliorer la qualité de vie des agriculteur·ices qui les construisent, et d’assurer la pérennité et la reproductibilité des écosystèmes avec lesquels ils les construisent. Ce cadre général permet de replacer les abeilles en contexte : cela fait-il sens pour les enquêté·es de repenser leurs systèmes de production par rapport aux abeilles ? Peuvent-elles mener au développement de pratiques de restauration forestière ? La partie 4 nous permettra de discuter certains aspects de cette question.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

4 Rapport aux abeilles et à la pollinisation chez les agriculteur·ices familiales en agroforesterie de Tomé-Açú

Le but de la partie précédente était d'étudier l'influence des pratiques sur l'apidofaune. Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus en même temps que les. Plus qu'une véritable contribution à l'ethnoentomologie, l'objectif ici est de comprendre comment les perceptions de l'apidofaune et de la pollinisation influencent les pratiques qui leur sont associées. Une hypothèse sous jacente à ce travail est que des perceptions positives de l'apidofaune et de la pollinisation peuvent conduire à la mise en place de pratiques favorisant les abeilles sur la propriété, et à une diversité ou des communautés d'abeilles qui seraient l'indice de milieux restaurés. J'émets également une hypothèse un peu plus faible : l'approche par les abeilles et la pollinisation est susceptible de constituer une bonne motivation pour la modification des pratiques et des systèmes de culture.

Je testerai ces hypothèse en tentant de répondre aux questions suivante : comment les agriculteur·ices de Tomé-Açú classifient-elles les abeilles ? Cette question est Comment cette classification influence-t-elle leur relation aux abeilles ? Comment cette relation évolue-t-elle avec les changements de pratiques culturales (système de culture, espèces plantées) ? Quelles implications pour la conservation ?

4.1 Méthodes

4.1.1 Entretiens

Au total, 12 entretiens ont été menés au cours de la seconde phase de terrain : 11 avec les propriétaires des terrains où ont été effectués les comptages d'abeilles et un avec un apiculteur et méliponiculteur local. L'entretien n'a pas pu être effectué sur la propriété 6 (Tableau 2). Les entretiens d'agriculteur·ices ont été menés en début d'après-midi, suite au travail de comptage et de photographie décrit dans la partie 3 . L'entretien commençait avant ou après le repas, par une série de questions sur les caractéristiques de la propriété, suivies par les questions de free-listing. Des photos d'abeilles prises le matin sur la propriété ont été utilisées pour obtenir une correspondance entre les noms recensés au cours du free-listing et les abeilles observées sur le terrain. Elles pouvaient avoir été montrées et discutées avant ou après le début de l'entretien proprement dit en fonction des demandes des personnes interrogées. Un entretien semi-directif a ensuite été mené sur la base des réponses au free-listing (demande de précisions à propos des abeilles citées). Les 6 premiers entretiens ont été intégralement enregistrés. Seules des notes ont été prises à la main pour les entretiens suivants. Cette décision a été prise à cause de la difficulté pour les enquêté·es de faire abstraction du micro. Les entretiens ont ensuite été réécoutés et les notes retranscrites pour en extraire les éléments principaux pour le propos de ce mémoire.

4.1.2 Free-listing

La noms d'abeilles cités au cours du free-listing répondaient à la question « quelles sont les abeilles que vous avez sur la propriété ? »[25]. Il était parfois précisé que toutes les abeilles connues étaient intéressantes, y compris lorsque l'enquêté·e ne connaissait pas son nom, ce qui a certainement favorisé les nombreuses « créations personnelles » au sens de Zamudio et Hilgert 2015 (dénomination descriptives retrouvées en une seule occurrence). Une seconde question était posée ensuite : « connaissez-vous d'autres abeilles ?»[26]

. Les noms cités ont été transcrits tels quels. Des regroupements des noms, en particulier des «créations personnelles », ont été effectués en fonction de la proximité des descriptions, aux narratifs associés aux abeilles considérées, et à certains commentaires de photos ou d'abeilles observées sur le terrain en présence des enquêté·es.

Les résultats ont été analysés avec le logiciel R. Une courbe de raréfaction a été produite grâce à la fonction *specaccum* du package *Vegan* (Oksanen et al. 2019), méthode *random*, en considérant le nombre d'ethnoespèces citées après regroupement en fonction du nombre d'entretiens. Les calculs de salience et de Smith's S ont été calculés à partie du package *AnthroTools* (Purzycki et Jamieson-Lane 2017).

La salience d'une ethnoespèce pour un entretien est l'inverse de l'ordre dans lequel elle a été citée au cours d'un entretien. Elle est comprise entre 0 et 1, d'autant plus proche de 1 qu'elle est citée précocement. Elle peut être interprétée comme l'importance pour l'enquêté·e de l'ethnoespèce considérée dans la catégorie ciblée par la question de free-listing. La salience moyenne d'une ethnoespèce est la moyenne des saliences obtenue lors des entretiens au cours desquels l'ethnoespèce a été citée. Elle peut être interprétée comme une mesure de l'importance de l'ethnoespèce considérée dans la catégorie ciblée par la question de free-listing pour les personnes citant cette ethnoespèce et la classant dans cette catégorie. Le S de Smith d'une ethnoespèce, enfin, est sa salience moyenne pour tous les enquêté·es, ce qui peut être interprété comme une mesure du consensus de l'importance de l'ethnoespèce dans la catégorie ciblée.

4.2 « L'abeille, elle, elle n'est pas très bien définie »[27] : des ethnoclassifications

4.2.1 Résultats de l'inventaire ethnospécifique

Au cours du free-listing, les 12 enquêté·es ont cité 5,6 noms en moyenne, permettant de répertorier 25 noms différents pour désigner des « abelhas ». 14 noms (60,9%) sont cités une seule fois. Parmi ceux-ci, 5 (35,7%) correspondent à des noms dont on trouve trace dans la littérature ethnoentomologique mais qui ne sont cités que par une seule personne parmi les agriculteur·ices interrogées, tandis que les autres sont des termes descriptifs utilisés lorsque la personne interrogée parle d'une espèce dont elle ne connaît pas le nom (e.g. « celle qui aime nicher dans les termitières »[28]) ou d'un nom connu de toutes mais habituellement non regroupé parmi les « Abelhas » (« Marimbondos »). 8 (34,8%) sont cités 2 ou 3 fois, 1 est citée 5 fois et 4 (13,0%) sont quasiment systématiquement cités (10 à 12 fois).

De manière concordante avec l'expérience de Lima et al. 2016, la méthode de reconnaissance des abeilles sur la base de photographies n'a pas donné de résultats

25 O que são as abelhas que o senhor / a senhora tem em sua propriedade ?
26 se conhece outras abelhas ?
27 A abelha, ela não é muito discriminada
28 « Ela que gosta fazer casa em casa de cupim »

systématiquement interprétables. Mon expérience me laisse supposer que cela est dû à des problèmes d'échelle et de critères de reconnaissance. La représentation d'abeilles de quelques millimètres sur un écran de plusieurs dizaines de centimètres met en valeur des critères de reconnaissance qui ne sont pas ceux utilisés par les enquêté·es. L'attitude en vol, le bourdonnement ou le comportement sont en effet des caractères dont il est difficile de rendre compte sur un cliché.

Il a été possible, en se basant sur les descriptions des abeilles comme sur les narratifs associés, d'opérer des regroupements plus pertinents pour l'analyse entre les noms cités. Ce sont ces regroupements, au nombre de 15 qui seront qualifiés d'« ethnoespèces » par la suite. Leur description, quelques photos et des observations menées avec les enquêtées ont parfois permis d'associer les ethnoespèces à des groupes biologiques observés sur le terrain ou identifiés dans la bibliographie. Le Tableau 9 offre un résumé des ethnoespèces, des différents termes utilisés pour les désigner, des groupes biologiques éventuellement associés et des critères de reconnaissance utilisés par les enquêté·es.

C'est à partir des ethnoespèces qu'ont été effectuées les analyses de la salience et de S de Smith résumées dans le Tableau 10. Les résultats voient se détacher deux groupes d'ethnoespèces sur la base de ces différents indices. Je nommerai ces groupes « groupes de Smith ». Le premier est constitué, dans l'ordre des S de Smith, des abeilles Italiana, arapua, Mosquito, uruçu et manganga, citées notablement plus fréquemment (5 puis 10 à 12 fois) que les autres, tout en présentant un S de Smith bien plus élevé que les autres ethnoespèces. Parmi le second groupe de Smith, l'abeille Africana se distingue par une salience moyenne très élevée mais un S de Smith bas qui est dû au fait qu'il s'agit d'une variété d'Italiana (citée systématiquement après cette dernière) peu citée parmi les enquêté·es. Le résultat le plus important, en première intention, de cette analyse semble être le fait que les abeilles domestiques (italianas) jouissent de manière consensuelle d'une importance élevée aux yeux des enquêté·es. Ensuite vient l'arapua, ou Abeille-bouledogue[29]. Le manganga a une salience moyenne plus élevée que le groupe Mosquito/uruçu, mais un S de Smith plus bas. Cela peut être interprété comme le fait que lorsqu'il est cité, plus d'importance est accordé au manganga, mais que le groupe Mosquito/uruçu est plus consensuellement associé au groupe Abeille. Les entretiens ont en effet permis de révéler que tous les agriculteur·ices interrogées connaissent les manganga, qui n'est pas forcément considéré comme une Abeille.

Tableau 9 : Correspondances entre les ethnocatégories identifiées et les catégories biologiques, critères associés

29 Abelha-cachorro

Nom vernaculaire	Variantes	Genre	Critère de reconnaissance	Remarques
Italiana	Italiana scura Italiana amarela Africana	*Apis (Apis mellifera)*	Agressive Productivité élevée Africana : plus sombre et plus agressive que l' « italienne jaune »	Différenciées par deux personnes
arapua	Pequena preta Pretinha	*Trigona* *Partamona*	Agressive (mord, s'accroche dans les cheveux) Abîme la fleur de Maracuja et le fruit de Pitaya Niche dans les termitières, dans la forêt	Ne produit pas de miel ou impropre à la consommation
Abelha Mosquito		*Nannotrigona* *Aparatrigona* *Tetragonisca*	Taille Produit un miel médicinal Tube d'entrée du nid jaune, alors qu'il est blanc dans le Nordeste	Désignait toute petite abeille chez les non-spécialistes. Il s'agissait bien d'une espèce du genre *Tetragonisca* pour les personnes qui récoltent son miel.
uruçu		*Melipona* *Tetragona*	Produit du miel	*Tetragona* identifiée comme « uruçu » par un enquêté sur le terrain, qui parlait de la récolte de son miel
manganga	mangangaua Manmangaua Mamangaua manganga	Xylocopinae Bombinini Euglossini	Taille Bourdonne et pique Pollinise la fleur de Maracuja Niche dans le sol ou dans un trou dans une vieille branche	
Pequena amarela	Amarelinha	*Trigona*	Couleur et taille Niche à mi hauteur, dans les stipes de palmiers morts *	Parfois incluse dans la catégorie « arapua »
Pequena vermelha	abelinha vermelha		Couleur et taille Niche à mi hauteur, dans les stipes de palmiers morts *	Parfois incluse dans la catégorie « arapua »
Preta não arapua			Couleur et taille	
Abelha da bananeira			Couleur et taille S'observe sur la fleur de bananier	catégoriquement différenciée de la catégorie « arapua » **

** information issue de l'enquêté 12*
*** information issue de l'enquêté 7*

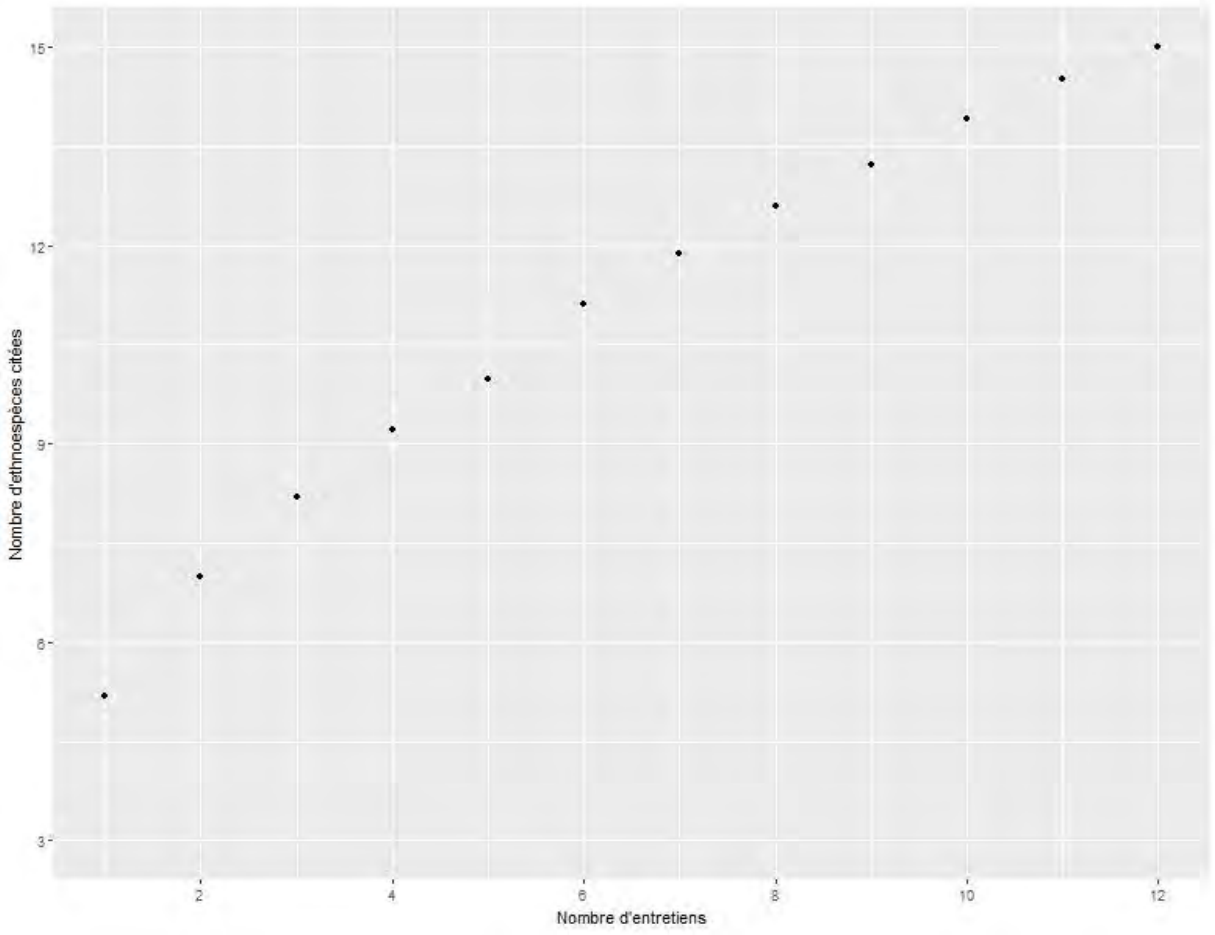
À cette liste, il faut ajouter les *Marimbondos*, ou guêpes, parfois citées, et quelques espèces qui ne se rencontrent pas dans le Pará mais sont citées par des enquêté·es originaires du Nordeste : *Moça branca, Enxu, Sanharó, Tiuba et Jandaíra.*

Tableau 10 : Analyses de la salience pour les ethnoespèces recensées au cours du free-lmisting, ordonnées par S de Smith

Catégorie	Nombre total de citat ons	Fréquence de citat on	Salience moyenne	S de Smith
Italiana	11	0,92	0,81	0,74
Arapua	11	0,92	0,76	0,69
Mosquito	12	1,00	0,51	0,51
Uruçu	10	0,83	0,48	0,40
Manganga	5	0,42	0,66	0,28
Africana	2	0,17	0,80	0,13
Pequena Amarela	3	0,25	0,50	0,13
Pequena Vermelha	2	0,17	0,54	0,09
Preta não Arapua	1	0,08	0,75	0,06
Abelha da bananeira	1	0,08	0,43	0,04
Marimbondos	1	0,08	0,43	0,04
Moça branca	1	0,08	0,38	0,03
Inxu	2	0,17	0,15	0,03
Sanharó	1	0,08	0,29	0,02
Tiuba	1	0,08	0,14	0,01
Jandaíra	1	0,08	0,13	0,01

Une courbe d'accumulation (Figure 17) a été tracée comme indicatrice de l'exhaustivité de l'inventaire ethnospécifique réalisé. Cette courbe n'atteint pas de plateau, ce qui permet de supposer que la collecte de données n'a pas permis d'identifier toutes les abeilles connues par la population ciblée.

Figure 17 : courbe d'accumulation du nombre d'ethnoespèces citées en fonction du nombre d'entretiens



Le travail ethnoentomologique réalisé ici a permis d'identifier de nombreuses ethnoespèces concordant avec l'enquête menée par Zamudio et Hilgert 2015 dans des écosystèmes de *Mata atlantica*, à la frontière Argentine / Brésil, côté argentin. Cette concordance des noms dans deux localités si éloignée est frappante. Mon travail, mené sur un nombre d'enquêté·es moindre, ne permettra pas de pousser les comparaisons plus loin, notamment sur le terrain des ethnoclassifications : la non-exhaustivité de l'inventaire ethnospécifique ne le permet pas. Il constitue cependant un apport par rapport à celui réalisé par Zamudio et Hilgert 2015, notamment du fait de l'amplitude des taxons étudiés. Je n'ai en effet pas exploré spécifiquement les Mélipones (définies dans l'article ci-dessus comme des « abeilles qui ne piquent pas et donnent du miel »), mais sur l'ensemble de ce que les enquêté·es regroupent sous le terme d'« abeilles » (« Abelhas »). Cela a conduit à l'identification d'espèces à l'échelle de la famille des Apidés. Le but de cette partie sera de mettre en évidence des systèmes d'ethnoclassification que l'on peut inférer à partir des entretiens réalisés. Cet effort s'inscrit dans l'idée portée par l'ethnobiologie cognitive : comprendre une ethnoclassification, c'est accéder à la manière dont les celles et ceux qui l'utilisent conceptualisent la nature, autrement dit à des représentations de la nature portées par le langage (Hunn 2014).

Accéder à ces théories permet une meilleure compréhension mutuelle. C'est particulièrement important dans ce cadre où le support de ces classifications est la langue portugaise (bien que de nombreux termes soient manifestement d'origine Tupi). Cette langue est la seule communément utilisée sur le territoire de Tomé-Açú. Elle est partagée et dominée par des acteur·ices très différentes des agriculteur·ices qui font l'objet de ce travail, et on peut raisonnablement faire l'hypothèse que les représentations sur la nature portées par ces acteur·ices dominantes est différente de celles des agriculteur·ices.

Ces différences de représentations sont masquées par un vocabulaire identique. On pourrait par exemple s'interroger sur les mots et les expressions relatifs aux abeilles véhiculées par les grands médias (notamment la Globo, chaîne de télévision nationale que tous les enquêté·es reçoivent chez elles, et disposant d'une émission dédiée à l'agriculture), les conseiller·es agricoles ou les chercheur·ses sur le terrain. Les agriculteur·ices sont probablement régulièrement confrontées à des discours d'autorité désignant des catégories et des réalités pratiques qui ne correspondent en fait pas à leur appréhension du réel. Dans le cadre de ce mémoire, je chercherai à comprendre les implications de cette classification sur les rapports entretenus entre praticien·nes de l'agroforesterie et les abeilles avec lesquels elles sont en interaction, et les implications pour la construction en commun de projets de conservation et de promotion de l'agroforesterie.

4.2.2 Une classification hiérarchique ?

Une première tentative d'établissement d'ethnoclassification a été menée pour dégager une classification hiérarchique, c'est à dire une classification de type classification phylogénétique, ayant une dimension verticale permettant de définir des catégories ayant différents niveaux de généralité (comme les ordres, familles, tribus, genres de la classification génétique) et une dimension horizontale qui différencie des éléments inclus dans une même catégorie (les différents genres qui constituent une même tribu par exemple) (Zamudio et Hilgert 2015). Les entretiens ont permis de distinguer trois catégories hiérarchiques principales pour les ethnoespèces citées, identifiées en entretien par des énoncés du type « X est un Y », où X est une ethnoespèce et Y une catégorie hiérarchique : «abelha», « Marimbondo » et un terme rencontré sous quatre formes lors des entretiens, « mangangaua », « Manmangaua », « Mamangaua » et « manganga », auquel il sera fait référence arbitrairement par la suite sous la forme la plus courte et la plus fréquemment employée : « manganga ». La catégorie «abelha» se réfère à des insectes producteurs de miel. Il est parfois spécifié qu'elles ne piquent pas. Le terme de « Marimbondo » désigne des insectes volants pourvus d'un dard. S'il n'a été citée qu'une seule fois au cours du free-listing, il s'agit d'une catégorie qui intervenait de manière récurrente lors des entretiens. La catégorie « manganga » se référait à des insectes volants de grande taille dotés d'un dard, pollinisateurs du fruit de la passion. Le bruit du bourdonnement est souvent décrit comme caractéristique. Lors des séances de reconnaissance sur la base de photographies, des *Halictidés*[30]ont plusieurs fois été assimilées à des mangangas par leur couleur métallique. Deux types de *manganga* ont été décrits par ailleurs au cours des entretiens : les m*angangas* de plus grande taille nichant dans des nids creusés dans des troncs, et les *mangangas* relativement plus petits nichant dans le sol. Ces affirmations suggèrent que les *mangangas* désignent à la fois les bourdons (subtribu Bombina, tribu des Apini, qui nichent dans le sol), les abeilles-orchidées (subtribu Euglossina, tribu des Apini, de grande taille et de couleur métallique) et les xylocopes (tribu des xylocopini, abeilles de grande taille au bourdonnement puissant, explicitement nommé *manganga* lors d'une observation en cours

30 Préciser la famille

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

d'entretien), ces trois groupes faisant partie de la famille des Apinae (Silveira, Melo, et Almeida 2002).

La classification brossée à grands traits dans le paragraphe précédent ne fait cependant pas l'objet d'un fort consensus. Les mangangas, par exemple, qui peuvent constituer une classe à part entière, sont parfois désignés comme une sous-catégorie des « Abelhas » (ils sont cités 5 fois, soit par près de la moitié des enquêté·es, au cours du free-listing, Tableau 10), ou comme une sous-catégorie des Marimbondos en vertu de leur capacité à piquer. Ils sont aussi parfois catégorisés parmi les « Besouros » (le terme portugais se traduit en français par « scarabée », son sens dans le contexte présenté ici n'a pas été exploré), en vertu de leur taille, de leur bruit en vol et de la couleur noire brillante fréquente dans cette catégorie et qui les fait ressembler à des scarabées. La catégorisation des abeilles domestiques (« italianas »), productrices de miel mais agressives et susceptibles de piquer, pose également problème lorsque les enquêté·es sont invitées à expliciter leurs classifications. La catégorie « *marimbondo* » est alors parfois présentée comme une sous catégorie de la catégorie « *abelha* » : « les *marimbondos* sont aussi des *abelhas* »[31], « *marimbondo*, c'est juste pour faire la différence, parce que les *marimbondos* piquent. L'abeille domestique, elle, elle n'est pas très bien définie, parce qu'elle fait du miel »[32]. Ces observations sont cohérentes avec une autre menée sur les peuples indigènes du parc du Xingu, notamment pour ce qui est de l'assimilation de l'abeille domestique aux guêpes (Athayde, Stepp, et Ballester 2016). Cette absence de consensus pose cependant problème. Elle pourrait être vue comme un manque de connaissances sur les abeilles parmi les enquêté·es. Elle pourrait également être le reflet des scrupules des enquêté·es à parler d'animaux sauvages en usant de catégories ressenties comme illégitimes devant un enquêteur présenté comme un étudiant en biologie venu d'Europe. Si ce deuxième point a certainement eu une influence, j'explorerai tout de même troisième hypothèse : la classification hiérarchique, qui correspond à des processus cognitifs particuliers (Zamudio et Hilgert 2015) pourrait ne pas correspondre à ceux qui sont à l'œuvre chez les enquêté·es.

4.2.3 Des fonctions attribuées permettent la définition d'une classification latérale

Le problème du faible consensus sur le rattachement es ethnoespèces aux différentes catégories peut être dépassée en considérant les catégories, non pas comme des échelons d'une classification hiérarchique, mais comme des termes descriptif résumant une ou plusieurs caractéristiques morphologiques et fonctionnelles. Ce point de vue permet de proposer une classification latérale (« graded classification of lateral linkage » (Zamudio et Hilgert 2015)). Ce type de classification permet d'associer des ethnoespèces entre elles en les comparant à une ethnoespèce prototype. Ce point de vue permet de bien mieux expliquer la souplesse apparente dans la classification établie précédemment : en fonction du contexte, l'accent peut être mis sur l'une ou l'autre des caractéristiques de l'ethnoespèce, conduisant à la désigner par un des trois termes généraux déjà décrits, *abelha*, *marimbondo* ou *manganga*.

Les critères descriptifs employés pour parler des abeilles sont souvent fonctionnels (produire du miel, piquer, ce second terme étant le plus souvent utilisé par l'usage du verbe d'action (« elle pique »[33]), plus que par des caractéristiques morphologiques, (la possession d'un

31 « Marimbondos são Abelhas também»

32 « Marimbondo é só para distinguir, porqué marimbondo ferra. A abelha, ela não é muito discriminada porque ela tem o mel. »

33 « ela ferra »

Rapport-Gratuit.com

dard : «elle [n'] a [pas] de dard»[34], qui est cité pour expliquer le fait que les abeilles piquent ou pas). Le terme de fonction est utilisé ici en première intention car c'est le terme qui est utilisé par les enquêté·es (« L'abeille-bouledogue a pour fonction de causer des dommages aux bordures de la feuille du Cacaoyer. »[35]). Ces « fonctions », lorsqu'elle sont utilisées par les enquêté·es pour parler des bénéfices ou des inconvénients liés aux abeilles, correspondent bien à des services ou disservices écosystémiques tels que je les ai définis dans la partie 1.1.3).

La construction de cette proposition d'ethnoclassification s'appuie sur les fonctions attribuées aux abeilles au cours des entretiens. Cette démarche a permis de distinguer quatre groupes fonctionnels parmi les ethnoespèces étudiées : « Abelhas italianas », « arapua », « manganga » et « Abelhas nativas ». Leurs caractéristiques sont résumées dans le Tableau 11.

A chacun de ces groupes on peut attribuer une ou deux ethnoespèces-prototype issue du premier groupe de Smith identifié plus haut : les ***Abelhas italianas*** sont formées du regroupement des *italianas* et *Africanas*, les ***arapua*** correspondent à l'ethnoespèce « *arapua* », les ***manganga*** à l'ethnoespèce « *manganga* » et les ***abelhas nativas*** aux ethnoespèces « *Mosquito* » et « *uruçu* ». Les groupes fonctionnels « *Abelhas italianas* » et « *manganga* » sont très consensuels et contiennent peu des ethnoespèces recensées, tandis que l'attribution des ethnoespèces aux groupes fonctionnels « *arapua* » et « *abelhas nativas* » est plus fluctuant. C'est en particulier le cas des ethnoespèces décrites par des termes descriptifs (*Pequena Vermelha*, *Pequena Amarela*), tandis que celles qui sont désignées par un nom monomial sont *a priori* catégorisables parmi les « *abelhas nativas* » sans ambiguïté (bien qu'elles ne soient la plupart du temps citées que par un seul enquêté·e).

34 « ela [não] tem ferrão »

35 « a Abelha cachorro tem essa função de prejudicar a borda da folha do Cacau »

Tableau 11: Groupes fonctionnels

Groupe fonctionnel	Fonctions	Ethnoespèce(s) prototype	Ethnoespèces
Abelhas italianas	Agressive (pique) Produit beaucoup de miel Pollinise	Italiana	Italiana Africana parfois « abelha » sans précision
arapua	Agressive (mord, s'accroche aux cheveux) (6) Dommageable aux cultures (feuille de Cacao, fleur de fruit de la passion, fruit de Pitaya) (8) Pollinise mais ce n'est pas sûr ou ça ne sert à rien (2) Pas de miel ou impropre à la consommation	arapua	arapua (Abelha-cachorro, pretinha) Pequena amarela Pequena vermelha
manganga	Pollinise le fruit de la passion Pique *Produit du miel*	manganga	manganga qui niche dans le sol manganga qui niche dans un trou dans des troncs
abelhas nativas	Produit du miel médicinal Ne pique pas	Mosquito uruçu	Abelha Mosquito uruçu Pequena amarela Pequena vermelha Abelha da bananeira Preta não arapua Jandaíra Moça Branca Enxu Sanharó Tiuba

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

4.3 Ethnoclassification, services et disservices : la perception des abeilles par leurs interactions au sein du socioécosystème

L'intérêt de cette classification latérale prototypique est qu'elle repose sur des fonctions, dont certaines, qui concernent le bien être des agriculteur·ices, peuvent être vues comme des services écosystémiques. Elle permet de supposer que la classification des abeilles par les agriculteur·ices peut avoir une influence sur la perception des abeilles par les agriculteur·ices

4.3.1 Des abeilles, des cultures, des perceptions : des pollinisations

A première vue, la pollinisation est rarement citée spontanément comme un élément justifiant l'intérêt de préserver des éléments de forêt primaire ou secondaire (une « réserve »[36]) à proximité des cultures. Cependant, dans des entretiens plus ciblés les agriculteur·ices citent l'importance e la pollinisation culture par. Ainsi, le service attribuée au *manganga* de polliniser le fruit de la passion est un élément qui est perçu comme essentiel pour la production (« [le fruit de la passion et la pitaya] produisent bien peu sans *manganga*»[37], « Le fruit de la passion a besoin de la pollinisation, le muruci aussi »[38]). Ce service fait consensus parmi tous les agriculteur·ices interrogées. Certains agriculteurs mentionnent la difficulté de polliniser à la main, très demandeur en travail pour un rendement moindre.

L'importance de pollinisation est identifiées pour les arbres natifs, notamment quand ils ne produisent plus. Les agriculteurs s'interrogent et demandent conseil car ils constatent des difficultés pour le muruci, bacuri et noyer du Brésil. Les agriculteur·ices attribuent la pollinisation de ces espèces aux *mangangas* ou aux *italianas*, sans grand consensus ni certitude (j'ai été chargé par les agriculteur·ices de faire de la bibliographie à ce sujet). La pollinisation, ou plutôt la productivité de ces arbres natifs, n'est cependant pas perçue avec la même gravité que celle du fruit de la passion : un enquêté m'a ainsi annoncé en riant qu'il avait bien des pieds d'Uxi mais qu'ils ne donnaient pas.

Ainsi, on peut émettre l'hypothèse que les pollinisations ne sont pas équivalentes selon les cultures fruitières. La pollinisation des cultures liées à la production fruitière et économique des exploitations semble prendre une importance prépondérante, par rapport à la pollinisation des arbres natifs, dont les produits sont plutôt destinés à une vente opportuniste et à la consommation personnelle.

Cette hypothèse semble à première vue fortement marquée d'utilitarisme. Cela peut être lié à l'abordage par l'angle de la pollinisation, et à son ancrage dans les sphères scientifico-techniques. Les discours des enquêté·es sur la pollinisation font souvent référence à des termes qui en semblent issus de ces sphères. Ainsi, lors de mon premier entretien, la conversation sur la pollinisation a spontanément conduit l'agriculteur à me montrer ses cours pris à l'université rurale sur la conduite de différentes cultures. Cet enquêté était engagé par ailleurs dans d'autres projets de recherche. Sur le conseil de son fils, étudiant à l'université fédérale rurale, un autre agriculteur plante de l'urucum ou du concombre amer afin d'attirer les *manganga*. D'autres entretiens utilisent

36 "Reserva"

37 "[Maracuja e Pitaya] produzem bem pouco sem manganga". L'importance de la pollinisation pour la Pitaya ne fait pas consensus.

38 "Maracuja tem que ser polinizada, Muruci também"

la rhétorique biologique de la pollinisation : « croisement »[39], « spécialisation », « dépendance », « les abeilles, c'est la reproduction ».

Les agriculteurs, m'identifiant comme un expert (sic), s'attendent à ce que j'apporte des savoirs sur quels animaux pollinisent quelles plantes, et l'idée que les enquêté·es puissent m'apporter des savoirs à ce sujet leur semble en premier lieu absurde. Mais le meilleur indice de cette forme de transmission du savoir se trouve dans cette citation sur le choix entre lutte et tolérance : « Si on ne savait pas qui faisait la pollinisation du fruit de la passion, le *manmanga*, n'importe qui pourrait le prendre, comme ça, et le tuer, tu vois ? Mais si toi tu vois ici le *manmanga*, que tu dis « ne le tuez pas, il fait la pollinisation du fruit de la passion », tu vois ce que je veux dire ? »[40]. Si cette hypothèse est correcte, on comprend qu'un discours issu de l'expertise agricole soit teinté d'utilitarisme.

Ce discours cohabite cependant chez les enquêté·es avec des savoirs non utilitaires sur les interactions plantes / abeilles. Les habitats des différentes abeilles sont connus, sans que je n'aie pu constater de conséquences pratiques de ce savoir dans la gestion de la propriété. Les herbes, buissons, arbres, cultivés ou non, qui « dão de Abelhas »[41], ou au contraire n'en donnent pas, sont connus sans que cela soit relié à la pollinisation, y compris chez les personnes ayant un discours plus structuré par ailleurs sur cette fonction. Par exemple, lorsque je demande si les abeilles domestiques pollinisent l'açaï, on me répond : « Non, l'italienne le visite. Je pense qu'elle va plus chercher du pollen que [se rendre utile par la pollinisation] hahaha ! »[42]. L'interaction entre l'abeille et la fleur, voire entre l'abeille et le pollen, est connue, mais aucun lien n'est fait avec le service de pollinisation. L'abeille est plutôt perçue comme profitant des ressources mises à disposition par l'arbre. S'il fallait le traduire en terme de service, il s'agirait plutôt d'un service de soutien fourni par l'arbre.

Il ne suffit pas qu'un pollinisateur ou qu'une relation de pollinisation concerne une plante d'intérêt pour les agriculteur·ices, pour être considérée importante par ces dernières. Encore faut-il que cette relation de pollinisation soit reconnue. C'est ainsi que, alors que l'açaï constitue une des plantes phares de l'économie, de la consommation et de l'identité culturelle des ménages ruraux Paraenses, l'importance de sa pollinisation et de ses pollinisateursne sont pas reconnus comme utiles ou nécessaires à Tomé-Açú : (« On trouve la petite noire dans l'açaï, elle fait de la pollinisation mais ce n'est pas nécessaire »[43], « C'est bien d'avoir des abeilles dans l'açaï ou le cocotier ? - Pour autant que je sache, je ne pense pas. »[44]). Les écologues ont cependant commencé à identifier l'importance de la pollinisation pour l'açaï, et certains de ses pollinisateurs sont connus, en particulier des Mélipones qui seraient probablement classées dans la catégorie fonctionnelle « arapua » par les enquêté·es (Campbell et al. 2018).

Comment comprendre que certaines pollinisations soient bien ancrées dans le système de savoirs des agriculteur·ices tandis que d'autres le sont moins ? Je propose ici une explication tout à fait exploratoire : si les savoirs sur la pollinisation font effectivement partie d'un ensemble de savoirs scientifico-techniques, on peut supposer qu'ils ne sont que partiellement introduits avec certaines cultures récentes. J'illustrerai cette hypothèse par l'exemple de deux plantes de haute importance économique à Tomé-Açú : le fruit de la passion et l'açaï. Il est tentant de constater que

39 "não é no açaïzeiro que ela faz cruzamento também ?"

40 « se a gente nao soubesse quem faz a polinizacao do Maracuja que é Mamanga, poderia um qualquer, pegar ai, e matar né ? Mais quando você veja aqui o manmanga, fala « nao mata ele, ele faz a polinizacao do Maracuja », ta entendendo ? »

41 « donnent des abeilles »

42 "Não, a Italiana vai. Acho que ela vai mais buscar o pollen do que… kkkkk !"

43 "A pequena preta da no Açaí, faz polinização mais não precisa"

44 "E bom ter Abelhas no Açaí ou no Coqueiro ? - Na minha ciênça, acho que não"

le premier est d'introduction plus récente à Tomé-Açú, tandis que le second fait partie des plantes les plus anciennement cultivées, même s'il est traditionnellement limité aux bords de rivières. Il est tentant de penser que le fruit de la passion a pu être implanté avec un ensemble de savoirs et de pratiques scientifico-techniques liées (savoirs sur les pollinisateurs, fertilisation, traitement), tandis que l'açaï, dont l'intensification est plus récente, n'est pas systématiquement inclus dans un tel ensemble de savoirs scientifico-techniques potentiellement en conflit avec des modes de gestion plus anciens. De plus, les enjeux de pollinisation autour de l'açaï sont plus récents.

Ainsi, même si à première vue la pollinisation est rarement citée spontanément lors d'entretiens sur les services écosystémiques en général, elle présente bien une grande importance pour les agriculteur·ices interrogées. L'analyse des entretiens fait apparaître que toutes les pollinisations ne sont pas investies de la même importance en fonction des plantes concernées, de leur place dans les systèmes de culture et de la perception de leur pollinisation.

4.3.2 Des valeurs attribuées par fonctions

La partie Erreur : source de la référence non trouvée a été l'occasion de proposer une ethnoclassifications fonctionelle, latérale et prototypique des abeilles connues des enquêté·es. Celle-ci a été décrite indépendamment des valeurs associées. Les différents services écosystémiques attribués aux abeilles ne sont pourtant ni neutres ni équivalents, c'est ce qui a été souligné dans le paragraphe précédent sur les pollinisations. L'objet de ce paragraphe sera donc l'interprétation des valeurs des abeilles, sur la base des services écosystémiques attribués aux différentes ethnoespèces prototypes des groupes fonctionnels établis plus haut. Ces services seront étudiées en trois temps : des services à valeur positive qui prennent sens directement pour les agriculteur·ices (production de miel), des services qui ne prennent sens que dans l'interaction avec d'autres éléments du socioécosystème (les services de pollinisation, dommages aux cultures) et un disservice qui ne prend sens que lorsqu'il est mis en regard de tous les autres (agressivité). Ces attributions de valeur seront utilisés pour interpréter les résultats de free-listing.

Productivité des abeilles

Deux catégories fonctionnelles d'abeilles sont communément vues comme productrices de miel : les *italianas* et les *abelhas nativas*. Ce service est indubitablement perçue positivement. La production des *italianas* et celle des *abelhas nativas* ne sont cependant pas équivalentes. Les *italianas* produisent en effet un miel valorisable commercialement tandis que les *abelhas nativas* produisent un miel parfois (pas toujours) vu comme meilleur (« le meilleur miel c'est celui de l'abeille moustique »[45]), mais essentiellement d'usage local et médicinal (« Le miel d'*uruçu* est bon pour la gorge, pour faire des sirops. […] Le miel de l'*abeille-moustique*, c'est pour la vue »[46]). Ces fonctions de production matérielle distinctes se reflètent dans les discours qui se transforment en pratiques : dans trois foyers, il a été évoqué des projets d'apiculture, dont un concret, puisqu'une association de producteur·ices est en cours de formation. Dans chacun des cas, il s'agissait bien d'apiculture, et la méliponiculture n'était pas envisagée comme un projet immédiat.

Cette distinction entre les italiennes et les abeilles natives se retrouve dans le discours de l'apiculteur interrogé. Apiculteur au sein d'une association extérieure à Tomé-Açú, il est également éleveur d'abeilles-Moustiques. Alors que l'association possède 200 ruches d'abeilles italiennes, elle s'occupe de 6 à 7 ruches d'abeilles-Moustiques. Ces abeilles produisent entre 8 et 10 flacons de 10mL par an d'un miel liquide dont l'usage le plus commun est en gouttes dans les yeux. Il faut

45 "O melhor mel é da Mosquito"
46 "O mel de uruçu é bom pra garganta, pra fazer xarope. […] O mel da Abelha Mosquito é pra vista"

trois flacons de 10mL de miel d'abeille-moustique pour atteindre le prix d'un litre de miel d'Italienne, autrement dit le miel d'abeille-moustique est 30 fois plus cher au litre que celui de l'Italienne. Mais même ainsi, « l'abeille-moustique ne permet pas de faire de bénéfices »[47].

Figure 18 : Abeille moustique et "miel de vue"

En haut au centre, une ruche photographiée chez le méliponiculteur avec le nid et des fourmis qu'il a fallu chasser.
En bas, au centre, l'entrée du nid (noter le tube jaune avec les gardiennes) et des ouvrières de Tetragonisca sp.
Sur les côtés, le miel de l'abeille moustique, ou « miel de vue », acheté à Tomé-Açú pour 10 R$ à gauche, à Brasilia (mais en provenance du Pará) pour 50 R$ à droite.

La même personne a tenté l'installation de ruches d'uruçu, abelha nativa plus productive, dont l'élevage est « bon » et le miel cher, mais qui souffre de la compétition écologique avec l'italienne (« J'ai déjà eu des uruçus, mais elle ne donne pas de miel, l'italienne ne la laisse pas faire. Mais c'est un bon plan, et ça vaut de l'argent »[48]).

Dans le cadre de réflexions sur leurs agroécosystèmes productifs, les enquêté·es ont donc tendance à accorder une valeur plus élevée à la fonction de production des italiennes, à leurs yeux plus facilement valorisable, qu'à celle des abeilles natives. Cet état de fait semble solidement ancré dans les représentations des enquêté·es, et permet d'expliquer la différence de S de Smith entre les italiennes et les *abelhas nativas*, ainsi que la difficulté parfois à parler d'abeilles natives en entretien. En effet, la conversation, tant de la part des agriculteur·ices que de l'apiculteur avait

47 "a Mosquito não da lucro"
48 "Ja tive uruçu, mais não da mel, a Italiana não deixa. Mais é bom, e caro."

tendance à basculer spontanément vers les italiennes lorsque nous parlions d'«*abelha*» sans précision.

Les conditions matérielles dans lesquelles s'ancrent ces représentations semblent toutefois susceptibles de changer. Notons par exemple que le flacon de miel d'abeille-moustique vendu par cet apiculteur-méliponiculteur était cinq fois moins cher qu'un flacon acheté à Brasilia. Les émissions consacrées aux *abelhas nativas* et leurs produits, les revues qui leur sont consacrées, sont de plus en plus nombreuses. Enfin et surtout, les *abelhas nativas* et leur production, en particulier l'abeille moustique à Tomé-Açú, occupent tout de même une place importante pour les agriculteur·ices et les habitant·es : c'est face à une demande récurrente que l'apiculteur interrogé a commencé l'élevage d'abeilles-moustiques dont il utilisait déjà les divers produits, et plusieurs des agriculteur·ices interrogées ont déjà récolté le miel d'*abelhas nativas* dans la forêt, parfois fréquemment. Autrement dit, l'*italiana* prend une place prépondérante dans le cadre de la conduite de l'exploitation, qui est également le cadre qui guidait les entretiens. Les *abelhas nativas* sont, elles, valorisées dans d'autres contextes, au moment de revendiquer l'usage de remèdes traditionnels par exemple.

Interactions avec des éléments du socioécosystème productif

À travers les pollinisations abordées dans la partie 4.3.1 , nous avons étudié des fonctions issues de l'interaction entre les abeilles et des plantes différemment valorisées. L'hypothèse émise ici est que la valeur attribuée à certaines abeilles l'est en fonction du rapport qu'elles entretiennent avec les différentes plantes et de la valeur attribuée à ces dernières. C'est le cas des groupes fonctionnels « *arapua* » et « *manganga* ». Les premières sont associées à différents disservices : destruction de la fleur de fruit de la passion, du fruit de la pitaya et de la feuille du cacaoyer tandis que son rôle dans la pollinisation de l'açaï n'est pas consensuel. A l'inverse, les *mangangas* se voient attribuer la fonction de pollinisation du fruit de la passion.

Arapua et *manganga* sont donc deux groupes fonctionnels interagissant tous deux avec des plantes de haute importance. On comprend dès lors le haut score de salience moyenne des ethnoespèces-type arapua et manganga, associée à des valeurs attribuées élevées, négative dans le premier cas (« [l'Abeille-bouledogue] ne fait vraiment que causer des dommages »[49], « La petite noire c'est la pire, il faut traiter »[50]), positive dans le second (« Le mieux, c'est le *manganga* »[51]).

L'image complètement négative accolée aux *arapua* permet peut-être de mieux comprendre les discours nombreux et véhéments sur son agressivité, moins pardonnable en quelque sorte que celle des *italianas* et *mangangas*, malgré le fait qu'elle ne possède pas de dard. Ces représentations négatives pourrait également renforcer son image d'abeille inutile, au miel inexistant ou immangeable (malgré la présence d'un témoignage contradictoire), et sale (elle est vue sur les charognes, les déchets, le sang des poules…).

4.3.3 Une relation aux abeilles qui évolue avec les pratiques

Les discours, représentations et services liés aux abeilles présentés jusqu'à présent sont inscrits dans une situation particulière qui a évolué dans le temps et qui évoluera encore. Les changements de systèmes de culture, en particulier, impliquent des modifications importante dans le rapport aux paysages : diminution de l'abattis par exemple. Ces évolutions sont fortement

49 "A Abelha-cachorro só danifica mesmo"
50 "A pretinha é a pior, tem que jogar veneno"
51 "O melhor é manganga"

marquées à Tomé-Açú par une certaine pratique de l'agroforesterie en consortium à base de poivre, d'açaï et de cacao, influencée une histoire d'immigration japonaise organisée autour d'une coopérative, la CAMTA (Piekielek 2010; Jr et Silva 2011). Ces évolutions passées, et les évolutions à venir, ont eu et auront certainement une influence sur le rapport aux abeilles entretenu par les enquêté·es. Cette partie abordera les pratiques des enquêté·es liées aux abeilles, à travers la gestion des propriétés. Cela permettra de voir plus précisément en quoi les mutations des pratiques peuvent entraîner des mutations dans le rapport aux abeilles.

Le passage à l'agroforesterie s'accompagne pour les enquêté·es, on la vu, d'enjeux identitaires cristallisés autour de la distinction par rapport à une agriculture sur brûlis jugée archaïque, dommageable à l'environnement et n'assurant pas un avenir prospère. Cette différenciation joue sur deux plans : une identité d'agriculteur·ice « durable » et une identité d'agriculteur·ice « technique ». On peut émettre l'hypothèse que cette seconde identité, mettant en valeur des systèmes de gestion techniques et complexes des agroforêts, permet et valorise l'usage d'intrants, notamment de pesticides qui sont employés entre autres pour «lutter contre»[52] les *arapua* dans la conduite de la pitaya et du fruit de la passion. L'usage de ces produits (horaire de l'épandage) est en revanche adapté dans le but de ne pas nuire aux *mangangas*. Des pratiques de lutte spécifique contre arapua ont pu être observées : destruction des nids avec de l'essence, insecticide appliqué sur les ouvrières afin qu'elle le ramène à la colonie.

Le passage à l'agroforesterie conduit à une diminution de la pratique de l'abattis-brûlis. Or c'est en général à l'occasion de ces défrichements que se présentent les opportunités de récolte de miel, autant des *italianas* que des *uruçus*. Il semble que l'abeille-moustique fasse quant à elle l'objet de recherche spécifiques en vue de l'obtention de ses produits. La pratique de l'agroforesterie conduit donc à une diminution de la fréquence des interactions entre agriculteur·ices et abeilles. C'est ainsi qu'un agriculteur, grand amateur de miel d'Italiana, me racontait avec regret qu'« auparavant, on récoltait beaucoup [de miel], mais ça fait 10 ans qu'on n'en récolte plus, parce qu'on le récoltait au moment du défrichement. La dernière occasion, c'était il y a cinq ans. Avec l'agroforesterie, tu ne récoltes plus. »[53]. Ce regret ne l'aurait cependant conduit pour rien au monde à un retour en arrière.

L'identité d'agriculteur·ices durables, liée à la diminution de l'abattis-brûlis et à des discours sur la perception de la forêt et des arbres, introduit une ambiguïté quant à la question des pesticides, perçus comme nécessaires et néfastes (« Il faut faire très attention avec les pesticides, parce qu'il y a le risque de tuer d'autres abeilles »[54], « C'est très mauvais pour l'environnement, et pour nous aussi »[55]). Parler de cette identité mène souvent aux discours sur le déclin des abeilles et leur importance dans la production de nourriture. J'ai ainsi recueilli ce discours à propos de l'*italiana* : « oh avant, à cette époque, elles passaient, wooooooom. Aujourd'hui, il y en a moins, à cause des pesticides je pense. Il y en a encore, mais moins. »[56] et de l'abeille-moustique : « L'abeille-moustique s'en va. Il lui manque des plantes »[57].

Cette image du déclin des abeilles pourrait susciter des pratiques plus actives en leur faveur. Ainsi, un enquêté dont la propriété est entièrement entourée de pâtures était au moment de ma visite en train de préparer des graines et des plants d'*urucum*, un arbuste dont les

52 "Combatir"

53 "Antiguamente tiravamos muito [mel], mais são 10 anos que não tiramos, porqué se tirava durante o desmatamento. A ultima oportunidade era 5 anos atras. Com os SAFs não tira mais."

54 "Tens de ter muito cuidado com insecticida porqué tem o risquo de matar outras abelhas"

55 "Prejudicia muito ao meio ambiente, e a nois também"

56 Cette note, je l'ai prise en français, on peut la traduire mais ce serait un peu artificiel. Juste le mot pour « pesticide » c'est « veneno ».

57 "A Abelha Mosquito vai embora. Falta cultivar."

Amazonien·nes tirent un colorant rouge orangé, et dont la fleur est connue pour attirer les *mangangas*. Il ne s'agit pas d'un cas isolé : ainsi, dans une propriété aux allées non débroussaillées, j'ai pu entendre que laisser un peu d'herbe permettait de fournir un habitat et de la nourriture pour les abeilles. Une autre bribe de conversation avec cette personne permet d'illustrer les changements en cours dans les perceptions et les pratiques : « on dit que tu peux prendre des bambous et faire des trous [pour favoriser la venue du manganga] […], mais je ne l'ai pas encore fait. - Vous pensez le faire dans le futur ? - ça va être nécessaire »[58].

Même à Tomé-Açú, la pratique de l'agroforesterie n'est pas homogène : la partie 3 a tenté de différencier des parcelles plus ou moins diverses, plus ou moins riches notamment en fruitiers natifs. S'il a été argumenté plus haut que la valeur qui est accordée à ces arbres est globalement faible, il semble qu'elle augmente chez les agriculteur·ices engagées dans des agroforêts plus diverses. Que cette valorisation soit liée à une valeur écologique ou symbolique accordée aux arbres natifs, ou à l'apparition de débouchés pour leurs fruits, elle semble susceptible de conduire les agriculteur·ices vers une attention plus élevée envers les abeilles, notamment les *abelhas nativas*.

4.3.4 Résumé et perspectives

Cette partie a été l'occasion de développer l'impact d'une ethnoclassification sur les représentations associées aux abeilles. Dans le cas présent d'une classification latérale, fonctionnelle et prototypique, l'hypothèse sous-jacente est que les abeilles, en particulier les abeilles peu connues des enquêté·es, ont tendance à être comparées à diférents prototypes, et assimilées au prototype le plus proche. Autrement dit, une abeille présentant une ou quelques caractéristiques d'*arapua* (attaquer la pitaya par exemple) pourrait se voir attribuer toutes les autres (agressivité, saleté…) (Figure 19). Or les représentations associées aux différents prototypes ne sont pas neutres, et sont associées à des pratiques différenciés : lutte contre les *arapuas*, favorisation des *mangangas.* C'est dans ce cadre que l'on comprend l'enjeu de l'attribution des abeilles moins connues des enquêté·es (petite rouge, petite jaune) à l'un ou l'autre des groupes fonctionnels.

La relation des agriculteur·ices aux abeilles n'est pas immuable. Elle est fortement liée aux interactions perçues entre abeilles et plantes cultivées, ce qui explique que les mutations des modes de production aient un impact sur ces relations. L'importance grandissante de la pitaya à Tomé-Açú pourrait dans ce cadre être un sujet d'inquiétude, cette culture nécessitant une lutte quasiment systématique selon les enquêté·es. La présence d'une usine de pulpe de fruits en lien avec la CAMTA ouvre au contraire des perspectives : via une plus grande valorisation des fruitiers natifs, on peut imaginer que les *abelhas nativas* pourraient susciter un regain d'intérêt.

58 "Pessoal fala que te arma bambu, furra […] não fiz ainda. - Acha fazer no futuro ? - Vai precisar."

Figure 19 : Assignation à un groupe fonctionnel

Lors d'une visite d'une plantation de pitaya de l'agriculteur 10, pour voir les arapua *qui agressent les fruits. A gauche, une abeille non identifiée, désignée comme* arapua, *rôde autour d'une fleur fermée. En haut à droite, une* arapua *typique (*Partamona sp.). *En bas à droite, un fruit de pitaya en développement, « attaqué par* arapua *» (les structures en lame vertes sont découpées. Le frouit peut également être piqué et déformé). La chair reste consommable, mais le fruit, que « les brésiliens mangent d'abord avec les yeux », invendable.*

Les résultats présentés ici ne sont cependant pas suffisamment solides pour permettre d'aller aussi loin dans l'interprétation. L'apparition de préoccupations environnementales, par contre, perçue fortement au cours de cette étude comme de celle de Carneiro 2018, autorise à penser la question dans l'autre sens : les abeilles peuvent-elles constituer une entrée pertinente pour transformer les modes de gestion ? Dans la propriété présentée dans la Figure 19, les champs de pitaya sont situés à côté de plantations d'açaï qui attirent les *arapuas*. Les agriculteur·ices semblent pour la plupart désireu de trouver des alternatives aux pesticides. Les préoccupations grandissantes à propos de la disparition des abeilles, dont les produits, s'ils ne sont pas toujours récoltés, sont largement consommés et utilisés comme remède, constituent une motivation supplémentaire.

Des perspectives de recherches pertinentes pour comprendre l'apparition de ces préoccupations peuvent être soulevées : je pense notamment à la question de l'origine des savoirs liés à la pollinisation. Cette question soulève des enjeux théoriques touchant à l'interaction entre savoirs scientifico-techniques et savoirs traditionnels, et à la réinterprétation des premiers dans le contexte de l'agriculture familiale.

rapport-gratuit.com

Conclusion

Synthèse des résultats

Cette étude a permis d'étayer et d'approfondir certains résultats de Refloramaz. Elle a été l'occasion de synthétiser les données récoltées sur plusieurs *municípios* pour montrer la diversité des agroforesteries pratiquées dans le Nord est du Pará, sur la base de l'intensité des pratiques et de la diversité déclarée au sein des systèmes. Cette diversité est fortement orientée dans notre échantillon par ce que l'on pourrait appeler les cultures municipales. C'est particulièrement visible dans le cas de Tomé-Açú, qui regroupe les agroforêts les plus intensifiées selon nos critères. Cette diversité pousse à s'interroger sur les motivations à la mise en place de telles pratiques. La notion de services écosystémiques est le moyen par lequel nous avons abordé cette question dans l'enquête préliminaire. Les résultats obtenus permettent d'affirmer que malgré l'intensité des pratiques à Tomé-Açú, le discours et les motivations liées à l'agroforesterie y sont plus proches de celles que l'on retrouve ailleurs dans le nord est du Pará (Irituia) que dans le sud-est (Paragominas), plus marquée par les fazendas et la déforestation.

Cette étude préliminaire a également permis de mettre en évidence différentes catégories d'occupation du sol perçues par les agriculteur·ices. Ce modèle a permis d'aborder deux questions : d'abord celle du sens de ces catégories pour étudier la diversité, l'abondance et la composition des communautés de l'apidofaune associée à ces différents milieux. Ensuite, les relations entre ces différents modes d'occupation du sol,et les services écosystémiques associés, fournit un cadre pour interpréter les relations des enquêté·es aux abeilles et à la pollinisation.

L'influence des occupations du sol sur l'apidofaune suggère que les milieux d'agroforêts diversifiées sont plus semblables aux forêts "primaires" que les milieux de régénération spontanée, même anciens. Ce résultat va à l'encontre de ce qui est communément rencontré dans la littérature, où les régénérations spontanées récupèrent mieux les services écosystémiques que les agroforêts (Shimamoto et al. 2018), et va dans le sens d'une différenciation forte en terme de restauration des différents types d'agroforêts (Vasconcellos et Beltrão 2018). Ce résultat se base uniquement sur les mélipones, et n'est qu'un indicateur partiel (J. C. Brown et Albrecht 2001) qui doit être couplé avec d'autres (notamment les peuplements végétaux, travail en cours), mais a des implications importantes quant aux stratégies à adopter pour la restauration forestière à Tomé-Açú, où les forêts « primaires » sont particulièrement dégradées. Dans un tel contexte, les agroforêts diversifiées, comme méthode de restauration forestière par régénération assistée, semblent plus efficace que des méthodes de régénération spontanée, en particulier du point de vue d'une réhabilitation fonctionnelle (retour des pollinisateurs ici).

Le protocole que j'ai développé est à ma connaissance inédit. Il a montré qu'il pouvait obtenir des résultats intéressants, même s'il n'a permis de cibler qu'un nombre de clades (les mélipones, des halictes) limité et des abeilles en majorité eusociales. Des améliorations peuvent être envisagées dans plusieurs directions : une amélioration de la prise en compte des données paysagères, un élargissement du nombre de clades étudiés (viser les xylocopes et les bourdons notamment), et surtout une meilleure implication des agriculteur·ices, dans la définition des questions de recherche pertinentes comme de la collecte de données.

Les entretiens avec les agriculteur·ices sur les abeilles et la pollinisation ont permis de dégager une classification fonctionnelle et prototypique, dégageant quatre grandes catégories d'abeilles : les *manganga*, les abeilles italiennes (abeilles domestiques), les *arapua* et les abeilles natives. Les implications de cette classification apparaissent dans les interactions perçues entre

ces abeilles d'une part et les différents modes d'occupation du sol et les différentes cultures d'autre part. Ainsi, si la pollinisation n'est pas un service écosystémique toujours spontanément cité, il est perçu comme essentiel dans le cadre de certaines cultures, en particulier le fruit de la passion. J'interprète cela comme le résultat de l'origine socio-techniques des savoires relatifs à cette culture, mais cela mériterait un approfondissement important. Dans le cadre d'une gestion économique des propriétés, les abeilles natives ne prennent pas une grande importance, bien que l'usage de leurs produits soit commun. La restitution de l'étude sera un moment important pour confirmer ces interprétations.

Plusieurs résultats surprenants et d'importance pour la restauration et la conservation ont été obtenus : le rapport de lutte contre les *arapua* d'abord, pourtant identifiées dans le champ scientifique comme pollinisatrices de l'açaï. Les conséquences de la pratiques de l'agroforesterie ensuite, qui diminue la fréquence des interactions avec les abeilles productrices de miel, typiquement récoltées au moment de l'abattis lors du cycle des *roça*.

Limites

En raison du protocole en phase de test, ces résultats sont exploratoires, et nécessiteraient d'être approfondis. La pertinence des études sociales se heurtent parfois à ma maîtrise de la langue, qui ne m'a pas permis de saisir toutes les subtilités des discours des enquêté·es. Pour ce qui est des études écologiques, la forte corrélation spatiale et la faible robustesse des données limitent le champ de l'interprétation. En particulier, les traits fonctionnels des clades étudiés n'ont pas pu être reliés aux résultats, à cause des regroupements qu'ont nécessité les analyses statistiques et de la faible résolution phylogénétique de la méthode. De plus, ce protocole n'a permis de cibler que les mélipones, qui ne représentent pas tout le spectre des abeilles impliquées dans des relations de pollinisation. Ces deux derniers points (lien entre les résultats et les traits fonctionnels, ciblage sur des abeilles qui ne sont pas forcément les plus pertinentes du point de vue des enquêté·es) rendent difficile à ce stade une véritable confrontation des résultats écologiques et ethnographiques.

L'interprétation des résultats sur la proximité en terme d'apidofaune entre forêt « primaire » et agroforêt diversifiée doit être confrontée à d'autres indicateurs. De plus, l'interprétation de la proximité entre agroforêts diversifiées et forêts « primaires » comme d'un indicateur d'une meilleure fonctionelle par les agroforêts diversifiées se heurte à une limite importante. Cela sous-entend en effet que les forêts « primaires » tomé-açuense constituent des écosystèmes de référence, ce qui peut être remis en question.

Perspectives

Malgré ces limites, ces premiers résultats ouvrent la voie à différentes perspectives. D'un point de vue de l'amélioration des données écologiques d'abord, ainsi que l'amélioration du protocole pour capter une plus grande diversité de pollinisateurs et de données. Impliquer les agriculteur·ices dans ce processus, en traitant spécifiquement de la pollinisation de l'açaï, produit traditionnel phare, actuellement l'objet d'une intensification problématique (Campbell et al. 2018) et dont la pollinisation est sous évaluée par les enquêté·es, pourrait être une piste intéressante.

Par ailleurs, des analyses à l'échelle des paysages sont envisagées, dans deux directions. La première serait pour évaluer l'impact direct de l'implantation des agroforêts sur différents indices de restauration forestière à l'échelle paysagère. La seconde serait de mieux comprendre comment l'implantation de différents modèles d'agroforêts permettent aux agriculteur·ices

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

familiales de donner plus d'espace, ou non, à la restauration forestière. Pour cela, le développement d'études comparées entre différents *municípios* sur les trajectoires des propriétés et sur leurs modèles économiques est essentiel : quelle est véritablement la place de chaque culture dans l'économie des ménages, l'agroforesterie permet-elle effectivement de dégager de l'espace pour d'autres modes de restauration forestières ?

On pourrait également envisager de mettre en place d'autres moyens de faire parler les enquêté·es sur ces questions. Un jeu de plateau mené par Refloramaz à Irituia a été utilisé pour permettre aux différents agriculteurs d'expliquer aux autres et aux chercheur·euse leurs pratiques agroforestières (Perrier 2018; Le Page et al. 2018). Comme outil de dialogue, il a véritablement permis d'expliciter la place et l'importance de chaque pratique dans la gestion des propriétés selon les participant·es. Il est envisagé par l'équipe de le mobiliser dans le contexte tomé-açuense pour comparer les points de vue des acteur·ices.

Ces premiers résultats font surtout entrevoir la possibilité d'utiliser la question des abeilles et de la pollinisation pour mettre en place des processus de concertation autour des transformations des systèmes de culture. En effet, si l'agroforesterie semble être un système de culture préféré à la *roça* chez la plupart des enquêté·es, on peut lire dans leur discours une volonté de les faire évoluer. Cela fait d'ailleurs partie des valeurs associées à ces systèmes : « avec l'agroforesterie, on n'arrête jamais d'apprendre et d'expérimenter ». Ces motivations peuvent être liées à une volonté de diminution de l'usage des intrants, coûteux et toxiques, au développement d'agroforêts dans lesquelles les arbres natifs prennent une plus grande importance, ou à la constatation chez certaines personnes que l'agriculture telle qu'elles la pratiquent aujourd'hui n'est pas en mesure de leur fournir des conditions de vie acceptables. Encore une fois, la restitution de la recherche aux enquêté·es sera un moment clef pour engager la prochaine étape de la recherche.

Ces enjeux de l'accompagnement des modifications des modèles d'agroforesterie sont particulièrement pressants actuellement. Tomé-Açú semble, comme souvent au cours de son histoire, sur un point de basculement : l'implantation et l'accélération récente de la culture de la pitaya, les perspectives d'ouvertures des marchés de ce fruit (la maire de Tomé-Açú était au moment de mon départ en visite au Portugal avec la promesse d'y ouvrir des débouchés), développement accéléré de l'açaï de terre ferme, l'implantation du palmier à huile qui s'insère dans l'agriculture familiale, sont autant d'indices qui amènent à s'interroger sur la direction que prendront les propriétés étudiées ici. Qu'adviendra-t-il des volontés de diversification affichées devant étudiants qui espéraient rencontrer ce type de discours ? Quoiqu'il en soit, la volonté de planter des arbres, véritable culture locale à Tomé-Açú, semble encore intouchable. Cette seule certitude, bien ancrée dans ce petit morceau d'Amazonie aussi dégradé qu'il soit, suffit à justifier un appui aux agroforesteries. Leur viabilisation rend la déforestation moins intéressante, ce qui au regard des feux de cet été semble de plus en plus urgent.

Bibliographie

Almeida Campos Cordeiro, Anaïs de, Sara Deambrozi Coelho, Nina Celli Ramos, et João Augusto Alves Meira-Neto. 2018. « Agroforestry Systems Reduce Invasive Species Richness and Diversity in the Surroundings of Protected Areas ». *Agroforestry Systems* 92 (6): 1495-1505. https://doi.org/10.1007/s10457-017-0095-4.

Altieri, Miguel Angel. 2013. *L'agroécologie: bases scientifiques d'une agriculture alternative*. Traduit par Michel Pimbert. Condé-sur-Noireau, France: Charles Corlet Editions.

Araújo, E. D., M. Costa, J. Chaud-Netto, et H. G. Fowler. 2004. « Tamanho do corpo em Meliponini (Hymenoptera: Apidae): inferência do raio de vôo e possíveis implicações ecológicas ». *Brazilian Journal of Biology* 64 (3B): 563-68. https://doi.org/10.1590/S1519-69842004000400003.

Athayde, Simone, John Richard Stepp, et Wemerson C. Ballester. 2016. « Engaging indigenous and academic knowledge on bees in the Amazon: implications for environmental management and transdisciplinary research ». *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12 (1): 26. https://doi.org/10.1186/s13002-016-0093-z.

Barnaud, Cecile, Esteve Corbera, Roldan Muradian, Nicolas Salliou, Clélia Sirami, Aude Vialatte, Jean-Philippe Choisis, et al. 2018. « Ecosystem Services, Social Interdependencies, and Collective Action: A Conceptual Framework ». *Ecology and Society* 23 (1). https://doi.org/10.5751/ES-09848-230115.

Barros, A. V. L. de, A. K. O. Homma, J. A. Takamatsu, T. Takamatsu, et M. Konagano. 2010. « Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tomé-Açu, estado do Pará. », mai. http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/783288.

Bhagwat, Shonil A., Katherine J. Willis, H. John B. Birks, et Robert J. Whittaker. 2008. « Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? » *Trends in Ecology & Evolution* 23 (5): 261-67. https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.01.005.

Boiça Jr, Arlindo L. [UNESP, Terezinha M. dos [UNESP Santos, et Jairo [UNESP Passilongo. 2004. « Trigona spinipes (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores ». *Neotropical Entomology*, avril, 135-39. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200002.

Bolfe, Édson Luis, et Mateus Batistella. 2011. « Floristic and structural analysis of agroforestry systems in Tomé-Açu, Pará, Brazil ». *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46 (10): 1139-47. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000004.

Brown, J. Christopher, et Christian Albrecht. 2001. « The Effect of Tropical Deforestation on Stingless Bees of the Genus Melipona (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in Central Rondonia, Brazil ». *Journal of Biogeography* 28 (5): 623-34. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00583.x.

Brown, Keith S. 1997. « Diversity, Disturbance, and Sustainable Use of Neotropical Forests: Insects as Indicators for Conservation Monitoring ». *Journal of Insect Conservation* 1 (1): 25-42. https://doi.org/10.1023/A:1018422807610.

Callon, Michel, Pierre Lascoumes, et Yannick Barthe. 2014. *Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique*. Paris, France: Éditions Points.

Campbell, Alistair John, Luísa Gigante Carvalheiro, Marcia Motta Maués, Rodolfo Jaffé, Tereza Cristina Giannini, Madson Antonio Benjamin Freitas, Beatriz Woiski Texeira Coelho, et Cristiano Menezes. 2018. « Anthropogenic Disturbance of Tropical Forests Threatens Pollination Services to Açaí Palm in the Amazon River Delta ». *Journal of Applied Ecology* 55 (4): 1725-36. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13086.

Carneiro, Renan do Vale. 2018. « Experiências de recuperação florestal praticadas por agricultores familiares do Nordeste do Pará ». *1 CD-ROM*, mai. http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/11061.

Dosskey, Michael G., Gary Bentrup, et Michele Schoeneberger. 2012. « A Role for Agroforestry in Forest Restoration in the Lower Mississippi Alluvial Valley ». *Journal of Forestry* 110 (1): 48-55. https://doi.org/10.5849/jof.10-061.

Giannini, T. C., S. Boff, G. D. Cordeiro, E. A. Cartolano, A. K. Veiga, V. L. Imperatriz-Fonseca, et A. M. Saraiva. 2015. « Crop Pollinators in Brazil: A Review of Reported Interactions ». *Apidologie* 46 (2): 209-23. https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z.

Gotelli, Nicholas J., et Robert K. Colwell. 2001. « Quantifying Biodiversity: Procedures and Pitfalls in the Measurement and Comparison of Species Richness ». *Ecology Letters* 4 (4): 379-91. https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x.

Hassan, Rashid M., Robert Scholes, et Neville Ash. 2005. *Ecosystems and human well-being. Volume 1, Current state and trends*. Édité par Millennium Ecosystem Assessment. Island Press. Washington (DC), Etats-Unis d'Amérique.

Higgs, Eric, Donald A. Falk, Anita Guerrini, Marcus Hall, Jim Harris, Richard J. Hobbs, Stephen T. Jackson, Jeanine M. Rhemtulla, et William Throop. 2014. « The Changing Role of History in Restoration Ecology ». *Frontiers in Ecology and the Environment* 12 (9): 499-506. https://doi.org/10.1890/110267.

Hunn, Eugene. 2014. « To Know Them Is to Love Them ». *Ethnobiology Letters* 5 (0): 146-50. https://doi.org/10.14237/ebl.5.2014.297.

Iran Veiga. 1999. « Savoirs locaux et organisation sociale de l'agriculture familiale amazonienne : la gestion durable des milieux en question ». Toulouse le Mirail.

Jr, Armando Wilson Tafner, et Fábio Carlos Silva. 2011. « Colonização japonesa, história econômica e desenvolvimento regional do Estado do Pará ». *Novos Cadernos NAEA* 13 (2). https://doi.org/10.5801/ncn.v13i2.437.

Le Page, Christophe, Eva Perrier, Emilie Coudel, Antonio Gabriel L. Resque, Layse Braga Galvão, Vitor Garcia, et Livia Navegantes. 2018. « Co-construir conhecimento brincando. Processo e avaliação do jogo "Me Safando nos SAFs" ». présenté à II Conferencia Brasileira de Restauração Ecologica, Belo Horizonte (Brésil), novembre 21.

Lê, Sébastien, Julie Josse, et François Husson. 2008. « FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis ». *Journal of Statistical Software* 25 (1): 1-18. https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01.

Legendre, Pierre, et Louis Legendre. 1998. *Numerical ecology*. Amsterdam, Pays-Bas.

Lemelin, André. 2004. « Méthodes quantitatives / Métodos cuantitativos – © André Lemelin, 2004 ». 2004. http://www.lemelin-metho.ucs.inrs.ca/.

Lima, Daniele Cristina de Oliveira, Marcelo Alves Ramos, Henrique Costa Hermenegildo da Silva, et Angelo Giuseppe Chaves Alves. 2016. « Rapid assessment of insect fauna based on local knowledge: comparing ecological and ethnobiological methods ». *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12 (mars). https://doi.org/10.1186/s13002-016-0085-z.

Lundmark, Cathy. 2003. « BioBlitz: Getting into Backyard Biodiversity ». *BioScience* 53 (4): 329-329. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0329:BGIBB]2.0.CO;2.

McDonald, Tein, George D Gann, Justin Jonson, et Kingsley W Dixon. 2016. « STANDARDS INTERNATIONAUX POUR LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE – INCLUANT LES PRINCIPES ET LES CONCEPTS CLÉS », décembre, 50.

Miller, Robert Pritchard, et P. K. R. Nair. 2006. « Indigenous Agroforestry Systems in Amazonia: From Prehistory to Today ». *Agroforestry Systems* 66 (2): 151-64. https://doi.org/10.1007/s10457-005-6074-1.

Montagnini, Florencia, Daniela Cusack, Bryan Petit, et Markku Kanninen. 2004. « Environmental Services of Native Tree Plantations and Agroforestry Systems in Central America ». *Journal of Sustainable Forestry* 21 (1): 51-67. https://doi.org/10.1300/J091v21n01_03.

Moreau, Clémence. 2019. « Mettre en débat l'état de référence. Analyse des représentations des dynamiques paysagères au prisme des services écosystémiques: l'exemple du Mont Lozère ». Unversité de Montpellier. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02123940.

Nobre, Carlos A., Gilvan Sampaio, Laura S. Borma, Juan Carlos Castilla-Rubio, José S. Silva, et Manoel Cardoso. 2016. « Land-Use and Climate Change Risks in the Amazon and the Need of a Novel Sustainable Development Paradigm ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (39): 10759-68. https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113.

Oksanen, Jari, F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlinn, Peter R. Minchin, et al. 2019. *vegan: Community Ecology Package* (version 2.5-5). https://CRAN.R-project.org/package=vegan.

Perrier, Eva. 2018. « Que peut apporter la co-construction d'un jeu dans le cadre d'un projet de recherche interdisciplinaire ? Suivi d'un processus de modélisation d'accompagnement sur les trajectoires de restauration forestière par les agriculteurs familiaux à Irituia en Amazonie Orientale. » Belem, Brésil: AgroParisTech, INEAF-UFPA.

Perry, Jitka, Bohdan Lojka, Lourdes G. Quinones Ruiz, Patrick Van Damme, Jakub Houška, et Eloy Fernandez Cusimamani. 2016. « How Natural Forest Conversion Affects Insect Biodiversity in the Peruvian Amazon: Can Agroforestry Help? » *Forests* 7 (4): 82. https://doi.org/10.3390/f7040082.

Piekielek, Jessica. 2010. « Cooperativism and Agroforestry in the Eastern Amazon: The Case of Tomé-Açu ». *Latin American Perspectives* 37 (6): 12-29.

Purzycki, Benjamin Grant, et Alastair Jamieson-Lane. 2017. « AnthroTools: An R Package for Cross-Cultural Ethnographic Data Analysis ». *Cross-Cultural Research* 51 (1): 51-74. https://doi.org/10.1177/1069397116680352.

Resque, Antonio Gabriel L., Emilie Coudel, Marie-Gabrielle Piketty, Nathalie Cialdella, Tatiana Sá, Marc Piraux, William Assis, et Christophe Le Page. 2019. « Agrobiodiversity and Public Food Procurement Programs in Brazil: Influence of Local Stakeholders in Configuring Green Mediated Markets ». *Sustainability* 11 (5): 1425. https://doi.org/10.3390/su11051425.

Rostain, Stéphen. 2008. « Le littoral des guyanes, héritage de l'agriculture précolombienne ». *Études rurales*, nº 181 (novembre): 9-38. https://doi.org/10.4000/etudesrurales.8602.

Santos, A. S., M. M. Maues, F. S. Correa, et T. A. Moura. 2012. « Biologia da polinização da castanheira-do-brasil (Bertholletia excelsa Bonpl., LECYTHIDACEAE) em Tomé-Açu, Pará. » http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/950544.

Shimamoto, Carolina Y., André A. Padial, Carolina M. da Rosa, et Márcia C. M. Marques. 2018. « Restoration of Ecosystem Services in Tropical Forests: A Global Meta-Analysis ». *PLOS ONE* 13 (12): e0208523. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208523.

Silva Almeida, Aurea. 2019. « Percepção de serviços ecossistêmicos por agricultores familiares na Amazônia Oriental : subsidios para a restauração florestal. » Belem, PA: Universidade Federal do Para.

Silveira, Fernando, Gabriel Melo, et Eduardo Almeida. 2002. *Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação*.

Vasconcellos, Renan Coelho de, et Norma Ely Santos Beltrão. 2018. « Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais ». *Interações (Campo Grande)* 19 (1): 209-20. https://doi.org/10.20435/inter.v19i1.1494.

Vieira, Daniel L. M., Karen D. Holl, et Fabiana M. Peneireiro. 2009. « Agro-Successional Restoration as a Strategy to Facilitate Tropical Forest Recovery ». *Restoration Ecology* 17 (4): 451-59. https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00570.x.

Walker, Robert, John Browder, Eugenio Arima, Cynthia Simmons, Ritaumaria Pereira, Marcellus Caldas, Ricardo Shirota, et Sergio de Zen. 2009. « Ranching and the new global range: Amazônia in the 21st century ». *Geoforum*, Themed Issue: Land, Labor, Livestock and (Neo)Liberalism: Understanding the Geographies of Pastoralism and Ranching, 40 (5): 732-45. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2008.10.009.

Zamudio, Fernando, et Norma I. Hilgert. 2015. « Multi-dimensionality and variability in folk classification of stingless bees (Apidae: Meliponini) ». *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 11 (1): 41. https://doi.org/10.1186/s13002-015-0029-z.

Zheng, Bo-Ying, Li-Jun Cao, Pu Tang, Kees van Achterberg, Ary A. Hoffmann, Hua-Yan Chen, Xue-Xin Chen, et Shu-Jun Wei. 2018. « Gene arrangement and sequence of mitochondrial genomes yield insights into the phylogeny and evolution of bees and sphecid wasps (Hymenoptera: Apoidea) ». *Molecular Phylogenetics and Evolution* 124 (juillet): 1-9. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.02.028.

Annexe I : formules utilisées pour les analyses

Construction de classes par classification ascendante hiérarchique

L'AFC a permis de situer les différents regroupements de genres d'abeilles et les modes d'occupation du sol selon un espace à N dimensions. Pour la détermination des communautés d'abeilles, ce sont les coordonnées des regroupements de genres qui nous intéressent. La distance $d_{R1,R2}$ entre deux points (deux regroupements de genres) R1 et R2 de coordonnées (X_{11}, X_{12}, …, X_{1N}) et (X_{21}, …, X_{2N}) respectivement est $d_{R1,R2}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(X_{1j}+X_{2j})^2}$.

Chaque catégorie (nuage de points) possède un centre de gravité G, point moyen du nuage de points c'est à dire dont les coordonnées est la moyenne des coordonnées de tous les points du nuage. L'inertie i d'une classe composée de k éléments est alors la distance moyenne des points de la classe à son centre de gravité soit $i=\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} d_{Rj,G}{}^2$

L'inertie totale I est la somme des inerties des c catégories.

Analyses des résultats du free-listing

La salience est $\frac{n+1-k}{n}$ ou n est le nombre d'items cités et k l'ordre dans lequel apparaît dans la liste.

Annexe II : figures en couleur

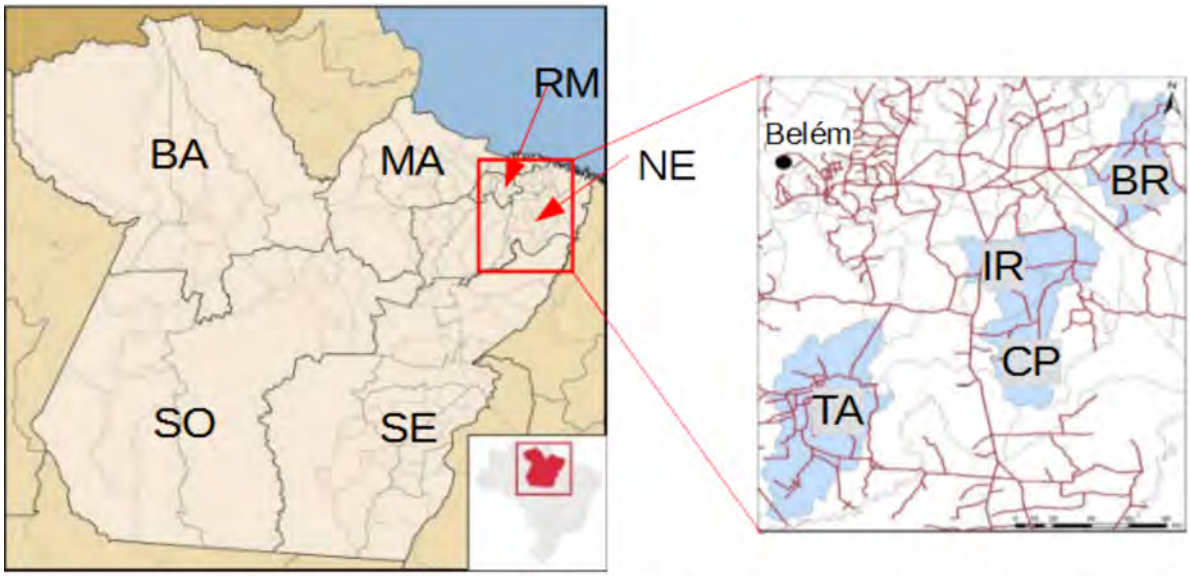


Figure 20: Carte administrative du Pará montrant le découpage des mésorégions (trait épais) et des municípios à gauche et un agrandissement sur la zone d'étude

Les noms des mésorégions sont indiqués :
BA : Baixo Amazonas
MA : Marajó
NE : Nordeste paraense
RM : Região metropolitana de Belém
SE : Sudeste paraense
SO : Sudoeste paraense

L'agrandissement montre la position de Belém et de quatre municípios étudiés dans le cadre du projet Refloramaz. L'échelle em bas à droite de l'agrandissement indique 50km.
TA : Tomé-Açu
IR : Irituia
CP : Capitão Poço
BR : Bragança
adapté de https://www.pa.gov.br/pagina/54/subdivisoes consulté le 04/09/2019 et de (Carneiro 2018)

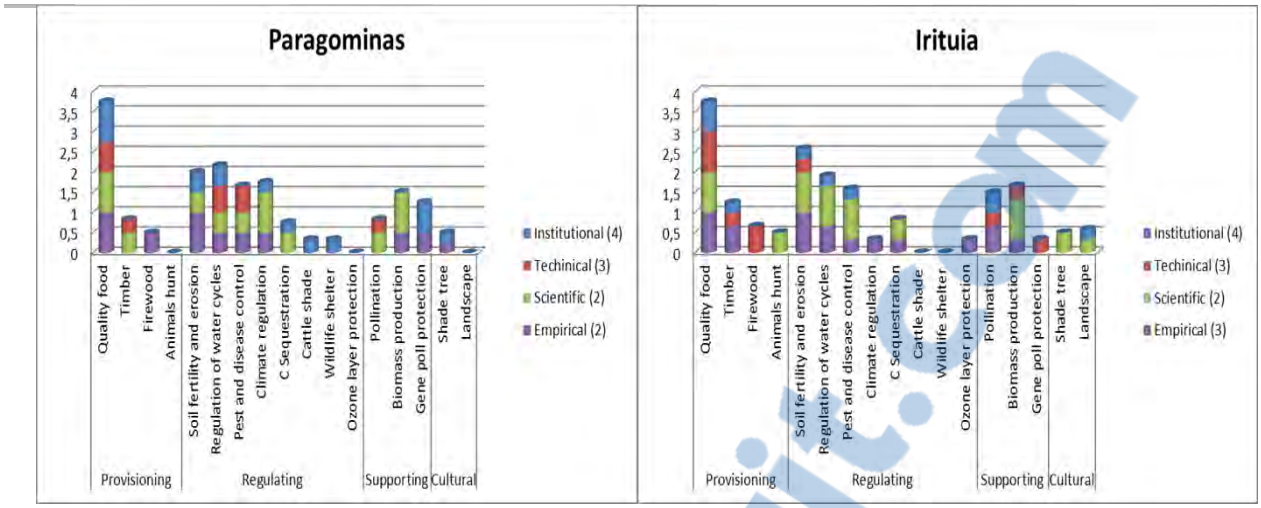


Figure 21 : services écosystémiques mentionnés par différents acteurs à Irituia et Paragominas

(Resque et al. 2019)

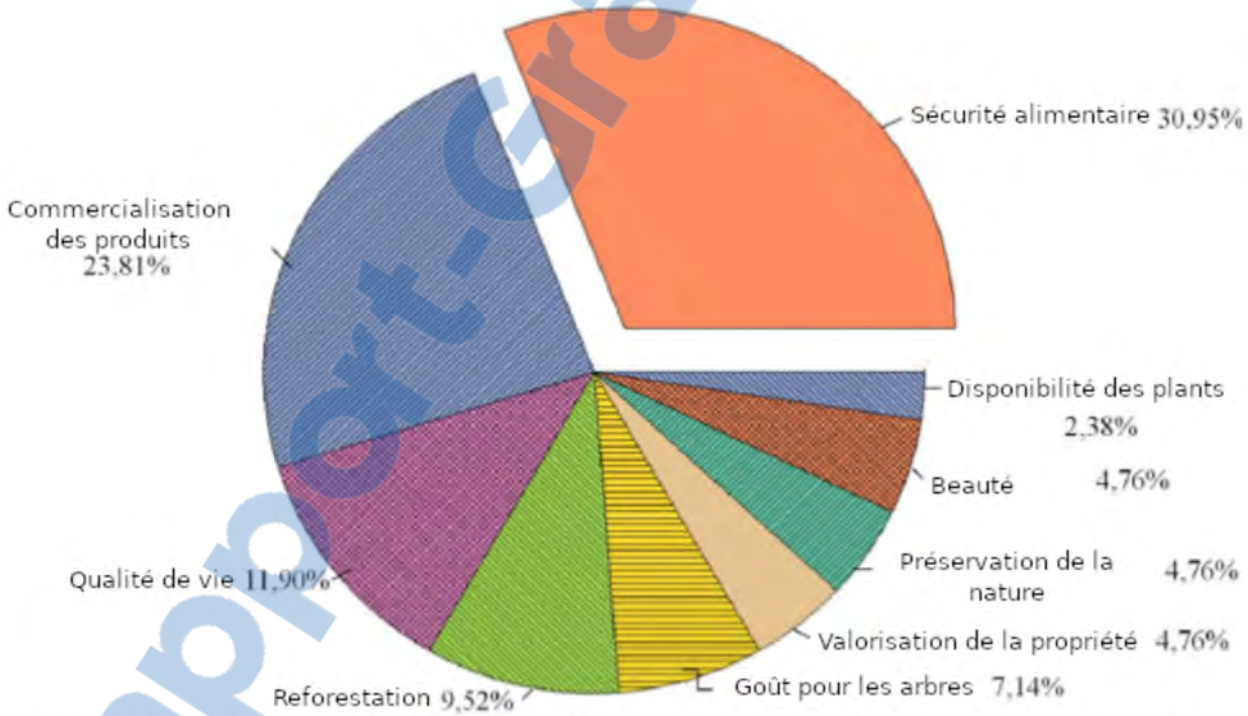


Figure 22 : Motivations déclarées par les agriculteur·ices familiales d'Irituia pour mettre en place des agroforêts (n=30)

Traduit de Silva Almeida 2019

Rapport-Gratuit.com

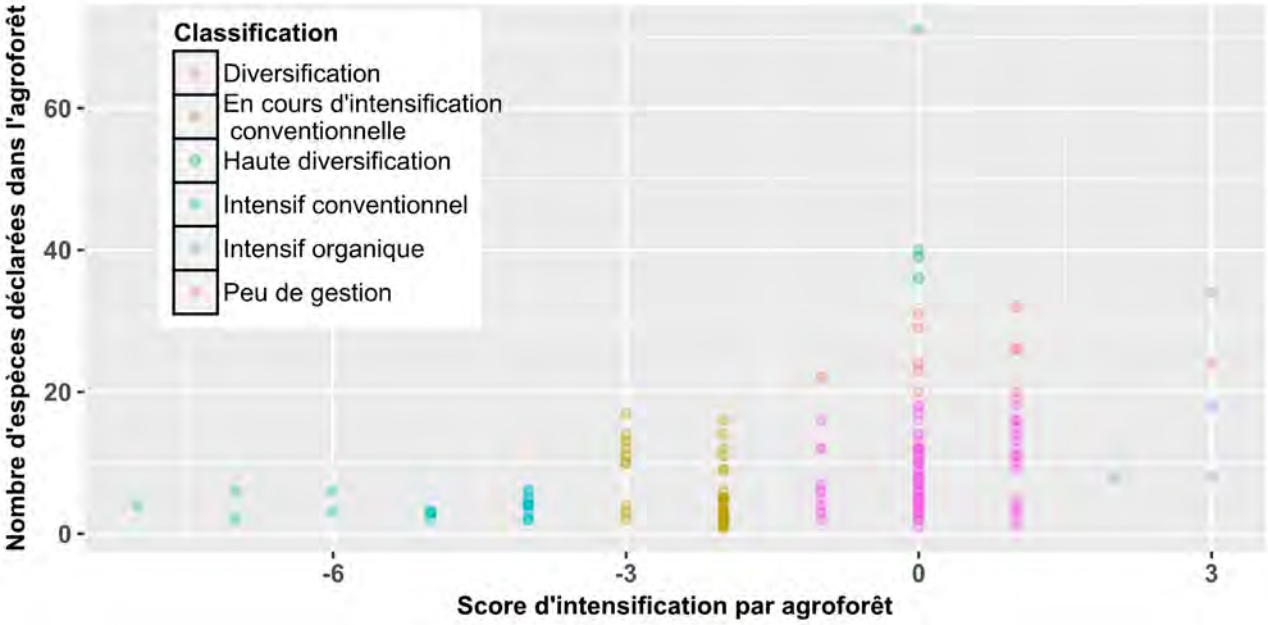


Figure 23 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie

Le nombre d'espèces est issu des déclarations des agriculteur·ices. Les couleurs ont été attribuées par classes, déterminées arbitrairement. Le score d'intensification est calculé en prenant en compte les pratiques résumées dans le Tableau 4. Les chiffres représentent l'identifiant des propriétés.

Analyses personnelles à partir des données de terrain de (Carneiro 2018; Andrade 2019; Braga Galvão 2019)

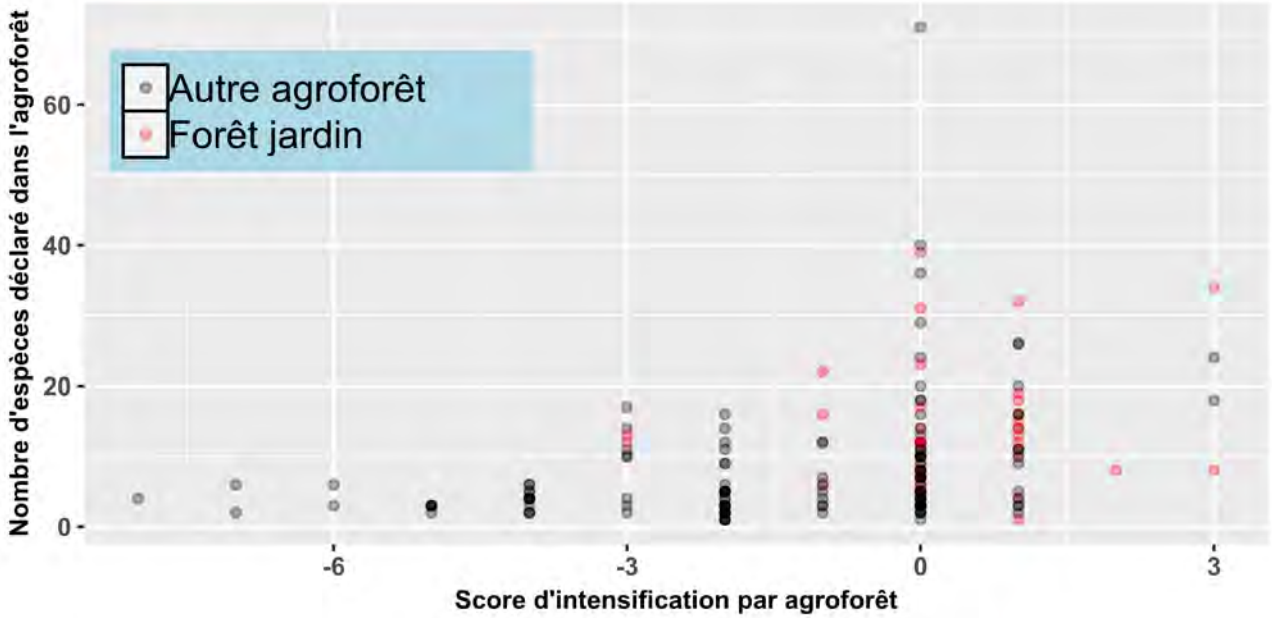


Figure 24 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie : place des forêts-jardin

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

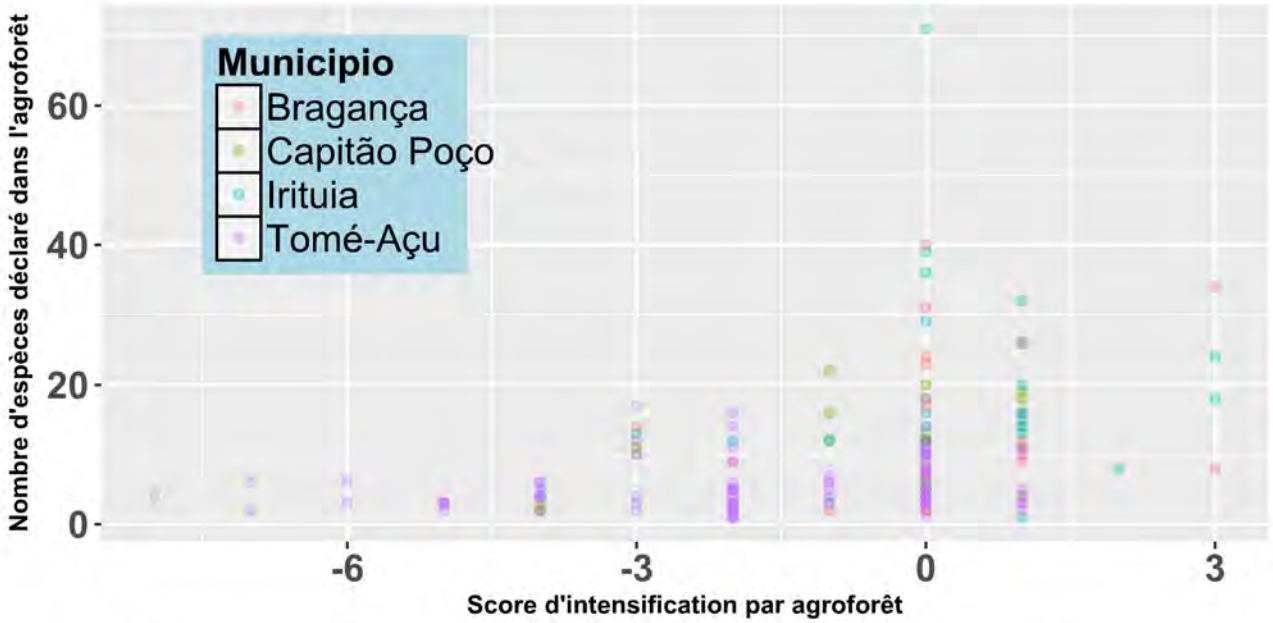


Figure 25 : classification des pratiques de gestion en agroforesterie par municipalité

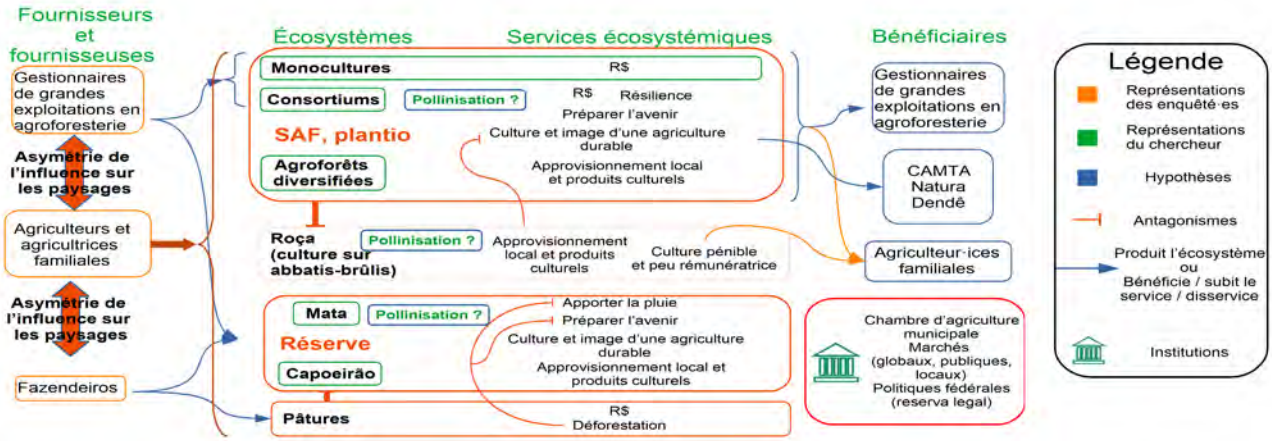


Figure 26 : représentation des interdépendances sociales et socio-écologiques dans lequel est intégré l'agriculture familiale tomé-açuense

La Natura est une entreprise brésilienne de cosmétique qui se fournit notamment en andiroba et graines de cupuaçu à Tomé-Açú. Dendê désigne la stratégie des industriel·les du palmier à huile de contractualiser des agriculteur·ices familiales afin que ces dernières plantent cette espèce sur leurs propriétés.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

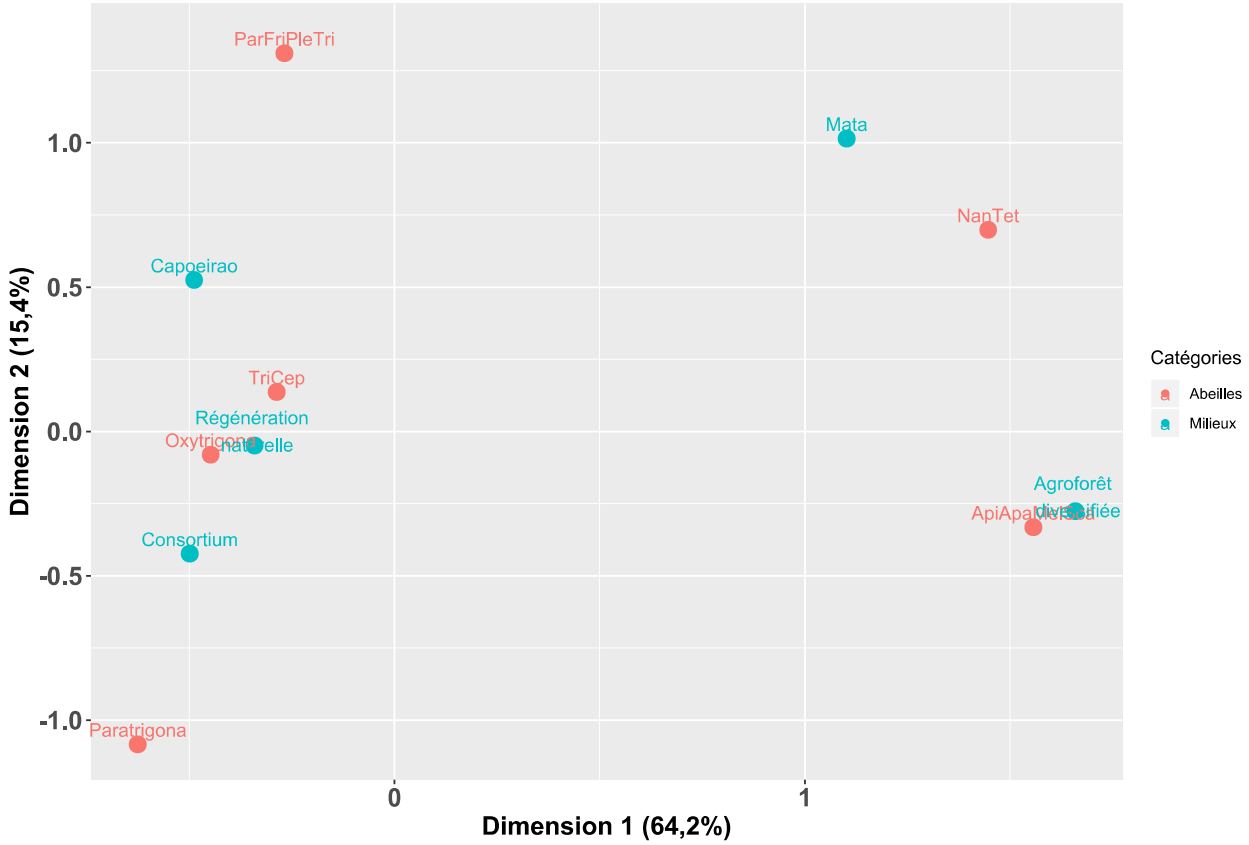


Figure 27 : Analyse factorielle des correspondance après regroupement des genres

χ^2 = 837,7, p-value = 1,4.10^{-164}
Les conditions de validité du χ^2 de Pearson sont réalisées à un seuil de signification de 5 % selon (Lemelin 2004)
Les regroupements réalisés sont résumés dans le Tableau 7

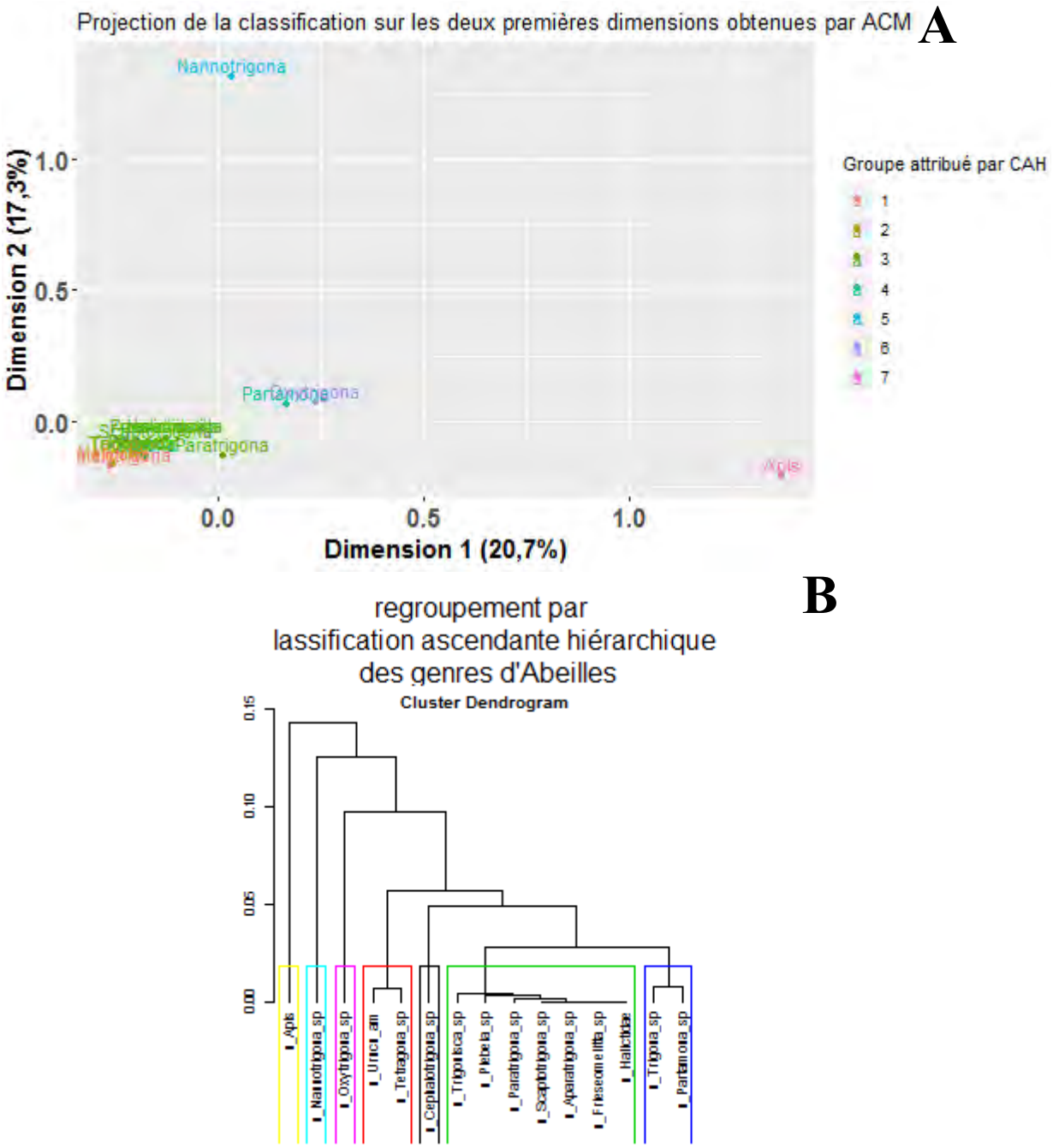


Figure 28 : Formation de communauté d'abeilles par CAH sur l'ACM

A *: Les couleurs correspondent aux regroupement formés par la CAH.*
B *: arbre produits par la CAH. Les cadres correspondent à la construction qui maximise la perte relative d'inertie.*

Figure 29 : Abeille moustique et "miel de vue"

En haut au centre, une ruche photographiée chez le méliponiculteur avec le nid et des fourmis qu'il a fallu chasser.
En bas, au centre, l'entrée du nid (noter le tube jaune avec les gardiennes) et des ouvrières de Tetragonisca sp.
Sur les côtés, le miel de l'abeille moustique, ou « miel de vue », acheté à Tomé-Açú pour 10 R$ à gauche, à Brasilia (mais en provenance du Pará) pour 50 R$ à droite.

Figure 30 : Assignation à un groupe fonctionnel

Lors d'une visite d'une plantation de pitaya de l'agriculteur 10, pour voir les arapua *qui agressent les fruits. A gauche, une abeille non identifiée, désignée comme* arapua, *rôde autour d'une fleur fermée. En haut à droite, une* arapua *typique (*Partamona sp.). *En bas à droite, un fruit de pitaya en développement, « attaqué par* arapua *» (les structures en lame vertes sont découpées. Le frouit peut également être piqué et déformé). La chair reste consommable, mais le fruit, que « les brésiliens mangent d'abord avec les yeux », invendable.*

Résumé

L'agroforesterie est une pratique présentée comme un moyen de restauration forestière, en particulier pour l'agriculture familiale en Amazonie. Elle permet la restauration de services écosystémiques sans entrer dans des modèles conservationnistes de *land sparing*. La restauration de services écosystémiques peut constituer une motivation à l'adoption de l'agroforeterie. Dans ce mémoire, je confronterai perception des services écosystémiques et restauration effective de ces services. Je me focaliserai sur le service de pollinisation, approché par le biais de l'apidofaune. Comment les abeilles sont-elles perçues et influencées par les pratiques des agriculteurs et agricultrices familiales de Tomé-Açú, Pará ? Cette question permet de soulever des enjeux fondamentaux dans l'intensification écologique de l'agriculture : intrants, diversification… J'ai comparé, par un protocole original et adaptable à des projets de participation des agriculteur·ices, la diversité des pratiques restauratives mises en place en agriculture familiale à Tomé Açu. Les résultats montrent l'efficacité des agroforêts diversifiées dans la réhabilitation de l'apidofaune. Les relations entretenues entre agriculteur·ices et abeilles dépendent des interactions perçues entre abeilles et cultures, et de l'importance accordée aux cultures concernées. Ces relations évoluent avec l'adoption de l'agroforesterie, et sont susceptibles d'évoluer encore avec l'apparition de nouvelles préoccupations environnementales. Ce travail exploratoire suggère que les abeilles peuvent constituer une bonne approche pour penser et accompagner les évolutions des pratiques restauratives par les agriculteur.ices.

Mots-clefs : agroforesterie, agriculture familiale, Amazonie, restauration, Meliponina, Apidae, pratiques, ethnoentomologie, Tomé-Açú

Abstract

Agroforestry may be a suitable practice for ecological restoration, especially for amazonian family farmers. It is a way to restore ecosystem services without using "land sparing" conservation means. Ecosystem services restoration may also be a motivation for agroforestry adoption. In this work, I will compare the perception of ecosystem services and the actual restoration of these services. I will focus on the pollination service, approached through the apidofauna. In which way are bees perceived ans influence by family farmers practices in Tomé-Açu, Pará ? This question raises fundamental issues for the ecological intensification of agricultural lanfs : pesticide use, diversification… I used an original, adaptable for further more inclusive research, protocol to compare diverse restorative land uses implemented by family farmers. Results point out the effectiveness of diverse agroforestry for apidofauna restoration. I showed that farmers' perception of bees is dependent of the crops bees interact with, and of the importance of these crops in the productive socio-ecosystem. These perception change with the change of cropping systems, and are likely to go on changing with the appearance of new environmental preoccupations. This exploratory works suggests that bees can be used as a way to think and support changes in farmer's restorative practices.

Key words : agroforestry, family farming, Amazonia, restoration, Meliponina, Apidae, practices, ethnoentomology, Tomé-Açú