

Exploration de la diversité et de la phylogénie des populations de vers à soie du genre *Borocera* ainsi que de l'entomofaune des forêts de Tapia, à Madagascar

Auteur : Trolin, Naya

Promoteur(s) : Francis, Frédéric

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : sciences agronomiques, à finalité spécialisée

Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/20928>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Annexes

Annexe 1. Recensement des arbres et des Tapia présents dans les plots des différents sites des zones d'Itremo (Ambatofinandrahana) et d'Imamo (Arivonimamo). La couleur rouge indique les nombres qui ont changé entre le total d'arbres initialement sur le site et le nombre réel de Tapia. Les autres arbres sont souvent des Hazo kesika (*Pinus spp.*), Hatsikana, Haezana, Voafotsy (*Aphloia theiformis* (Vahl) Bennett, 1840), Voandroza, Mahatratranify, etc.

PLOT	Arbres Site 1	Arbres Site 2	Arbres Site 3	PLOT	Tapia Site 1	Tapia Site 2	Tapia Site 3	PLOT	Arbres Site 6	Arbres Site 7	PLOT	Tapia Site 6	Tapia Site 7
1	3	3	9	1	2	3	8	1	12	8	1	12	8
2	2	2	7	2	2	2	6	2	10	11	2	9	9
3	4	2	10	3	3	2	9	3	6	9	3	6	9
4	2	5	7	4	2	1	7	4	12	7	4	11	7
5	4	4	7	5	4	1	4	5	9	7	5	9	6
6	3	6	6	6	2	1	4	6	8	5	6	7	5
7	6	1	1	7	4	0	1	7	3	6	7	3	5
8	2	5	2	8	2	3	0	8	3	7	8	3	7
9	4	2	6	9	4	0	2	9	7	4	9	5	4
10	2	2	3	10	2	1	0	10	8	6	10	8	5

Arbres présents sur les sites d'Ambatofinandrahana

Tapia présent sur les sites d'Ambatofinandrahana

Arbres présents sur les sites d'Arivonimamo

Tapia présent sur les sites d'Arivonimamo

Annexe 2. Fiche de terrain servant à récolter les données botaniques et entomologiques des différents plots. Les légendes servent à accélérer le processus et à optimiser les fiches. Dans la diversité entomologique de la fiche, lorsque des spécimens appartiennent à la même famille/ordre mais qu'ils sont différents morphologiquement, ils sont séparés par un tiret pour effectuer un premier tri visuel.

FICHE TERRAIN COLLECTE – TFE – TROLIN NAYA

Localité : Environnement :

Site de collecte : Climat :

Date : / / 2024 Point GPS :

Heure de collecte : Altitude :

Code de collecte :

Méthode de collecte :

Prise de photos (dégâts, individus, méthodologie, ...): OUI NON

Pied d'arbre	Caractéristiques arbre	Nombre de <i>Borocera</i> échantillonné	Diversité entomologique
1	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		A: 1-2 -1 - ... F: 1-1-3- ...
2	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		
3	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		
4	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		
5	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		
6	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		
7	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		
8	Espèce : Hauteur (m) : % défoliation :		

Légende :

A: Araignée
B: Blatte
C: Chenille
Co: Coléoptère
Coll: Collembole
D: Diptère

F: Fourmis
Hé: Hémiptère
Hy: Hyménoptère
M: Mante religieuse
O: Orthoptère
Pap: Papillon
Ph: Phasme

Légende :

T: Tapia
P: Pinus sp.
Voa: Voafotsy
Vo: Voandroza
Hae: Haezana
Ha: Hatsikana
Ma: Mahatratranify

Annexe 3. Visualisation de la base de données sur la diversité entomologique des différents sites de terrain ainsi que la légende numérotée des ordres présents.

Date_Tri	Plot_rangement	Mois de collecte	Date_col	Method	Commune	LocaliteName	Site	Habitat	Collection code	Plot	Id Order	Order	Family	Stage	Abundance	Nb.sp
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	5	2
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	2	Coleoptera	Elateridae	-	1	1
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	2	Coleoptera	-	-	5	2
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	4	Lepidoptera	-	Chenille	1	2
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	5	Collembola	-	-	1	1
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	6	Hemiptera	Homoptera	-	1	11
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	7	Diptera	Acrididae	-	1	1
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	10	Manodea	Manidae	-	1	1
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	11	Aschride	-	-	4	4
23-mai-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	1	13	Psocoptera	-	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	2	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	3	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	2	2	Coleoptera	-	-	3	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	2	4	Lepidoptera	-	Chenille	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	2	11	Aschride	-	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	7	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	1	Hymenoptera	-	-	2	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	2	Coleoptera	-	-	12	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	4	Lepidoptera	-	Chenille	2	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	6	Hemiptera	Heteroptera	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	7	Diptera	Acrididae	-	3	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	10	Manodea	Manidae	-	2	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	11	Aschride	-	-	11	7
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	3	13	Psocoptera	-	-	3	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	4	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	3	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	4	2	Coleoptera	Scarabidae	-	4	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	4	11	Aschride	-	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	4	13	Psocoptera	-	-	7	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	5	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	8	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	5	2	Coleoptera	-	-	3	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	5	4	Lepidoptera	-	Chenille	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	5	11	Aschride	Blaberidae	-	3	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	8	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	2	Coleoptera	-	-	2	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	3	Diptera	-	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	7	Diptera	Acrididae	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	9	Blatodea	Blaberidae	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	11	Manodea	Manidae	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	6	13	Psocoptera	-	-	4	4
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	7	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	5	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	7	2	Coleoptera	Scarabidae	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	7	2	Coleoptera	-	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	7	4	Lepidoptera	-	Chenille	2	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	7	11	Aschride	-	-	4	4
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	9	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	19	3
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	9	2	Coleoptera	Scarabidae	-	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	9	4	Lepidoptera	-	Chenille	5	4
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	10	1	Hymenoptera	Fornicidae	-	6	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	10	2	Coleoptera	-	-	2	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	10	4	Lepidoptera	-	Chenille	1	1
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	10	11	Aschride	-	-	2	2
4-juin-24	PT_21	Mars	9-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	1	Forêt de Tapia	1000	10	13	Psocoptera	-	-	4	3
4-juin-24	PT_21	Mars	10-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	2	Forêt de Tapia brulée	1002	1	1	Psocoptera	Fornicidae	-	6	2
4-juin-24	PT_21	Mars	10-mars-24	PJ	Ambatofinandahana	Ambatomenaloha	2	Forêt de Tapia brulée	1002	1	1	Hymenoptera	-	-	1	1

LEGENDE DES ORDRES	
1	Hymenoptera
2	Coleoptera
3	Diptera
4	Lepidoptera
5	Collembola
6	Hemiptera
7	Orthoptera
8	Acarien
9	Blatodea
10	Manodea
11	Arachnide
12	Thysanoptera
13	Psocoptera
14	Psocoptera
15	Odonata

Annexe 4. Kit “DNeasy®, Blood and tissues kit (50)” de chez Qiagen (Hilden, Allemagne), servant à extraire l’ADN des échantillons.



Annexe 5. Résultats de la quantification d’ADN, réalisée avec un Nanodrop (Thermo Scientific™ NanoDrop™ One/OneC Spectrophotomètre UV-visible à microvolume), sur les 42 échantillons de *Borocera*.

Concentration (ng/µl)	Ratio	Ratio	ESPECE	DILUTION ADN (ng/µl)	TYPE PRÉLEVÉ	21	9,5	1,83	0,51	CAJANI	9,5	L4, moelle-peau	
1	155,2	1,91	1,62	CAJANI	10	L3, segment-peau	22	107,4	2,2	1,82	CAJANI	10	L4, segment-peau
2	12,8	1,44	0,43	CAJANI	12,8	L4, segment-peau	23	61	1,98	0,74	CAJANI	10	L2, segment
3	124,2	2,05	1,24	CAJANI	10	L4, moelle	24	8,3	1,9	0,41	CAJANI	8,3	A, pattes
4	46,1	1,95	0,75	CAJANI	10	L4, moelle-peau	25	219,7	2,1	1,77	CAJANI	10	L3, segment
5	2,6	3,02	0,13	CAJANI	2,6	C, tête	26	167	2,08	1,92	MADAGASCARIENSIS	10	L4, segment-peau
6	108,8	2,19	1,67	CAJANI	10	L4, moelle-peau	27	10,5	/	/	MADAGASCARIENSIS	10,5	L3, segment-peau
7	14,1	1,37	0,29	CAJANI	14,1	L4, moelle	28	311,6	/	/	CAJANI	10	L3, moelle-peau
8	177	2,08	1,87	CAJANI	10	L4, moelle-peau	29	437,5	0,98	0,73	MADAGASCARIENSIS	10	C, intérieur
9	26,6	2,08	0,75	CAJANI	10	L4, moelle-peau	30	51,2	2,02	1,56	MADAGASCARIENSIS	10	C, pattes
10	70,8	2,14	1,26	CAJANI	10	L5, segment-peau	31	50,8	0,84	0,48	CAJANI	10	C, intérieur
11	126,7	2,09	1,53	CAJANI	10	L5, segment-peau	32	107,3	2,09	1,38	MARGINEPUNCTATA	10	L5, moelle-peau
12	72,7	2,36	1	CAJANI	10	L3, moelle-peau	33	1270,7	0,35	0,32	MARGINEPUNCTATA	10	C, intérieur
13	108,1	2,07	2,09	CAJANI	10	C, tête	34	470	2,13	2,25	MARGINEPUNCTATA	10	C, intérieur
14	11,8	1,99	1,01	CAJANI	11,8	C, pattes	35	3,8	1,26	0,25	CAJANI	3,8	C, tête
15	114,1	2,1	1,36	CAJANI	10	L3, segment-peau	36	4,5	1,42	0,39	CAJANI	4,5	C, tête
16	39,7	0,65	0,51	CAJANI	10	C, tête	37	264,1	1,59	1,06	MARGINEPUNCTATA	10	C, intérieur
17	37,3	2,06	1,04	CAJANI	10	L2, segment	38	8,6	1,37	0,34	MARGINEPUNCTATA	8,6	C, peau
18	18,1	1,94	0,54	CAJANI	10	L3, segment-peau	39	3	1,18	0,15	CAJANI	3	C, tête
19	64,4	1,99	1,12	CAJANI	10	L3, segment-peau	40	157,7	2,09	1,6	CAJANI	10	L3, segment-peau
20	9,3	2,38	0,36	MADAGASCARIENSIS	9,3	L4, segment-peau	41	10,8	1,3	0,35	CAJANI	10,8	C, tête
							42	366,3	2,08	1,85	CAJANI	10	C, intérieur
Echantillons refaits :													
2	18,3			CAJANI						10	L4, segment-peau		
7	8,4			CAJANI						8,4	L4, segment-peau		
18	38,6			CAJANI						10	L3, peau		
19	62,7			CAJANI						10	L3, segment-peau		
21	3,5			CAJANI						3,5	L4, peau		
27	135,4			MADAGASCARIENSIS						10	L3, peau-moelle		
40	21			CAJANI						10	L3, peau		
41	24,3			CAJANI						10	C, mue (tête)		
42	6,1			CAJANI						6,1	C, mue tête-patte		

Annexe 9. A. Données de poids des 2 échantillons qui ont été coupés (26 et 35) et de la dose de tampon NTI à leur appliquer, B. Dose de tampon NT1 à appliquer aux autres échantillons de *Borocera* dans la purification de l'ADN.

Poids:		26	35
saux gel		1,0775	1,0897
wec gel		1,1778	1,2542
Gel		0,1003	0,1645
		<u>100,3 mg</u>	<u>164,5 mg</u>
2 Tampon :		200,6 µl	329 µl
200 µl Tampon NT1 / 100 µl éch (µl)			

1	3	4	5	6	8	9	10
60	60	60	60	60	60	60	60
11	12	13	14	15	16	17	18
80	60	60	80	80	80	80	80
20	22	23	24	25	26	27	28
80	80	80	80	80	/	80	80
30	31	32	33	34	35	36	37
80	80	80	80	80	/	60	80
38	39	42	29				
60	80	80	80				

Annexe 10. Préparation des échantillons purifiés pour les 3 étapes du séquençage Sanger (Sanger Sequencing Steps & Method, Août-15-2024) chez Eurofins Genomics en Allemagne (Tube LightRun, Août-15-2024).

Informations connexes

- Préparation et soumission des échantillons

Exemples d'exigences :

Prenez 5 µl d'ADN matrice purifié avec l'une des concentrations suivantes :

- ADN plasmidique purifié :
 - 50 - 100 ng/µl
- Produits PCR purifiés :
 - 150-300 pb : 1 ng/µl
 - 300-1000 pb : 5 ng/µl
 - 1000-3000 pb : 10 ng/µl

Ajouter 5 µl d'amorce avec une concentration de 5 pmol/µl (5 µM)

Veillez envoyer un échantillon total de 10 µl dans des tubes de 1,5 ml

Pour garantir la meilleure qualité possible des données de séquence, le volume total de l'échantillon ne doit pas être inférieur à 10 µl.

Nous recommandons de mesurer la concentration d'ADN sur un gel d'agarose.

Soumission d'échantillons :



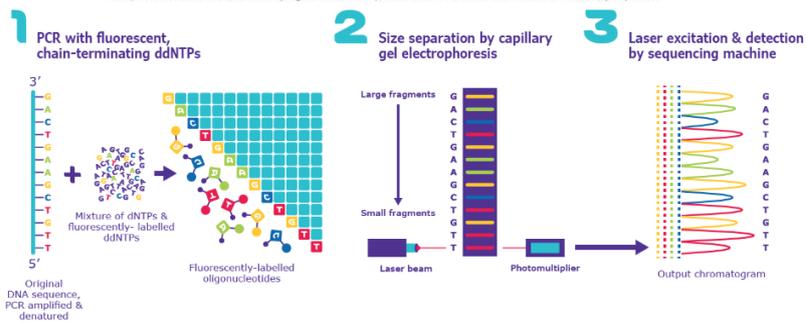
Condition:

Les modèles d'ADN doivent être purifiés. Les réactions de séquençage ne peuvent pas être répétées et toutes les réactions seront facturées. Les échantillons ne sont pas stockés. Pour les échantillons contenant des séquences difficiles à lire (riches en GC, structures en épingle à cheveux...), nous recommandons notre service TubeSeq Supreme.

Amorces de séquençage

Conditions d'apprêt optimales :

- Les amorces ne doivent pas contenir de phosphorylation ou de colorants fluorescents
- La longueur optimale de l'amorce est comprise entre 16 et 25 bases
- La température de fusion de l'apprêt (Tm) doit être de 50 à 62°C
- La teneur en GC de l'amorce doit être de 35 à 60 %
- Idéalement, un G ou un C devrait être situé à l'extrémité 3' de l'amorce
- Le nombre de 3' G ou C ne doit pas dépasser 2 G ou C
- Si possible, évitez >3 bases identiques d'affilée dans la séquence
- Étiquetez vos amorces incluses avec nos étiquettes de tubes gratuites

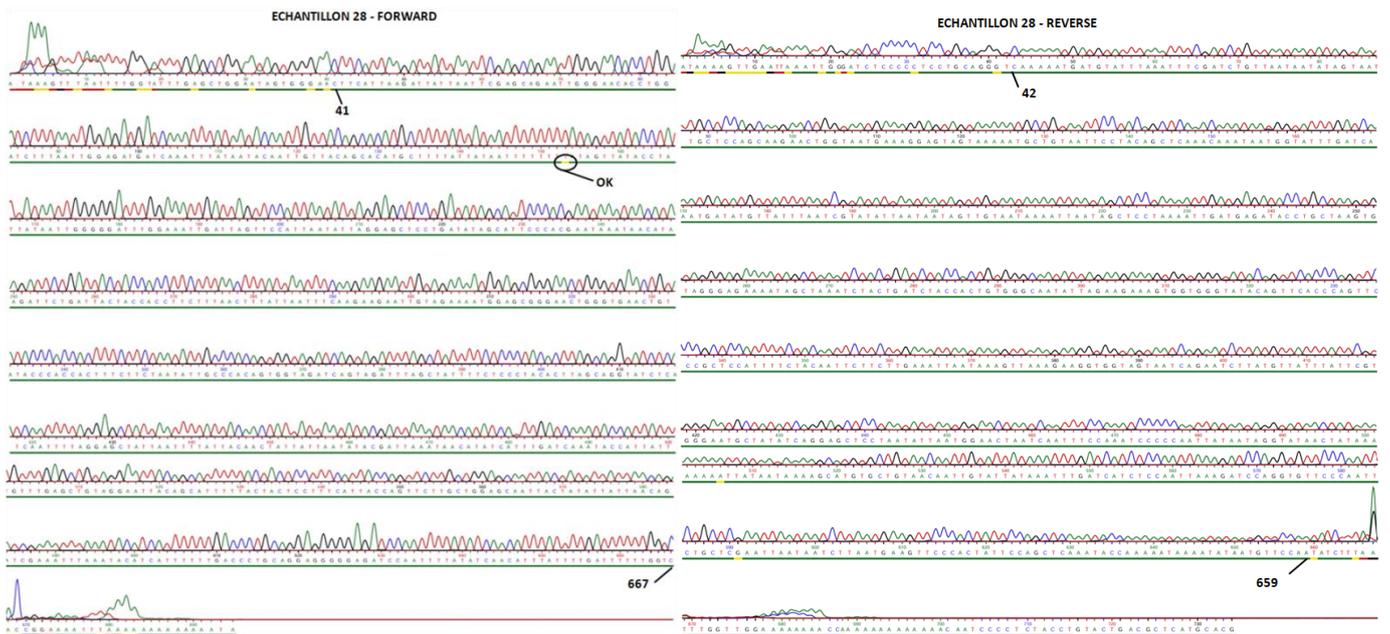


Annexe 11. Dilution des échantillons de *Borocera* purifiés pour les ajuster à une concentration de ≥ 22 ng/ μ l.

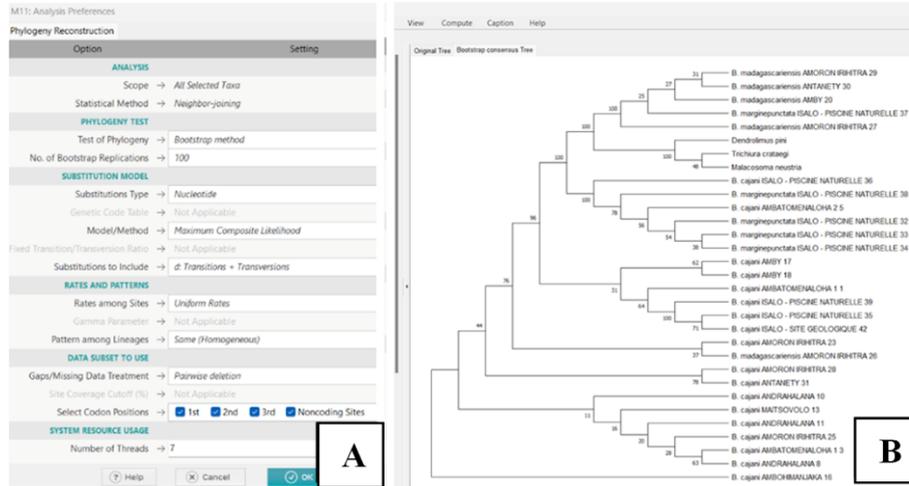
Dilution des échantillons:		
-1: 86,8	\rightarrow	$86,8 \cdot V_i = 50 \cdot V_f \rightarrow C_f = 22,7$ $V_i = 12,67$ $V_f = 18$ $eau = 37,33$
-3: 40,2	\rightarrow	$V_f = 32,9$ $V_i = 18$ $eau = 14,9$
-4: 53,0	\rightarrow	$V_f = 44$ $V_i = 18$ $eau = 26$
-5: 23,3		
-6: 40,3	\rightarrow	$V_f = 40,34$ $V_i = 18$ $eau = 22,34$
-8: 50	\rightarrow	$V_f = 40,9$ $V_i = 18$ $eau = 22,9$
-9: 42,3	\rightarrow	$V_f = 34,44$ $V_i = 18$ $eau = 16,44$
-10: 31,6	\rightarrow	$V_f = 25,85$ $V_i = 18$ $eau = 7,85$
-11: 57,4	\rightarrow	$V_f = 47,1$ $V_i = 18$ $eau = 29,1$
-12: 27,6	\rightarrow	$V_f = 22,3$ $V_i = 18$ $eau = 4,3$
-13: 43,6	\rightarrow	$V_f = 35,67$ $V_i = 18$ $eau = 17,67$
-14: 72,7	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 15,13$ $eau = 34,87$
-15: 61	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 18$ $eau = 32$
-16: 57,7	\rightarrow	$V_f = 44,26$ $V_i = 18$ $eau = 26,26$
-17: 20,9		
-18: 44,2	\rightarrow	$V_f = 36,1$ $V_i = 18$ $eau = 18,1$
-20: 16,9		
-22: 68,7	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 16$ $eau = 34$
-23: 20,9		
-24: 47,6	\rightarrow	$V_f = 39,76$ $V_i = 18$ $eau = 21,76$
-25: 48,8	\rightarrow	$V_f = 39,9$ $V_i = 18$ $eau = 21,9$
-26: 20		
-27: 57,4	\rightarrow	$V_f = 47,1$ $V_i = 18$ $eau = 29,1$
-28: 42,4	\rightarrow	$V_f = 34,7$ $V_i = 18$ $eau = 16,7$
-29: 87,7	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 12,4$ $eau = 37,6$
-30: 7,2	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 15,27$ $eau = 34,73$
-31: 38,4	\rightarrow	$V_f = 31,17$ $V_i = 18$ $eau = 13,17$
-32: 67,4	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 16,32$ $eau = 33,68$
-33: 31,6	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 13,98$ $eau = 36,02$
-34: 97,1	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 11,33$ $eau = 38,67$
-35: 22,2		
-36: 14,8		
-37: 77,1	\rightarrow	$V_f = 50$ $V_i = 14,26$ $eau = 35,74$
-38: 20,1		
-39: 46,7	\rightarrow	$V_f = 37,7$ $V_i = 18$ $eau = 19,7$
-42: 45,7	\rightarrow	$V_f = 37,4$ $V_i = 18$ $eau = 19,4$

Annexe 12. PDF des séquences Forward et Reverse de l'échantillon 28. La séquence la plus longue et de meilleure qualité s'étend de 41 à 667 paires de bases pour le fichier Forward et de 42 à 659 paires de bases pour le fichier Reverse.

Quality: 0 - 9
 10 - 19
 20 - 29
 >= 30



Annexe 16. A. Construction d'un arbre phylogénétique sur base de la méthode Neighbor-joining et d'un test bootstrap (100 répliquations, 7 threads), B. Interface du logiciel MEGA 11.



Annexe 17. Tableau des données d'élevage des 7 sites, collectées du 9 mars au 21 mai 2024, incluant les informations sur les pertes, la nourriture, les changements de stade, et leur légende.

SITES / DATES		TERRAIN AMBATOFINANDRAHANA																			
		09-03-24	10-03-24	11-03-24	12-03-24	13-03-24	14-03-24	16-03-24	18-03-24	20-03-24	22-03-24	25-03-24	27-03-24	28-03-24	01-04-24	03-04-24	05-04-24	09-04-24	12-04-24	16-04-24	
AMBATOFINANDRAHANA	SITE 1 : AMBATOMENALOHA	LARVE	8	8	8	8	7	7	7	5	5	5	4	4	3	2	2	2	1		
		CHRYSALE					1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	4	4	5	5
	SITE 2 : AMBATOMENALOHA	LARVE		8	8	8	7	7	6	5	5	5	5	5	4	3	2	2	1	1	1
		CHRYSALE							1		1	1	1	1	2	3	4	4	5	5	5
	SITE 3 : MAROVALAHAVA	LARVE			13	13	13	12	12	11	10	7	7	7	7	6	3	2			
		CHRYSALE			2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	7	8	8	9	9	9
	SITE 4 : MAITSOVOLO	LARVE				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			1		
		CHRYSALE																			
	SITE 5 : AMBOHIMANJAKA	LARVE				5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	2	2		
		CHRYSALE																			
ARVONIMAMO	SITE 6 : AMBY	LARVE BC																			
		CHRYSALE																			
	SITE 7 : AMORON'IRIHITRA	LARVE BC																			
		CHRYSALE																			
	SITE 8 : ANTANETY	LARVE BC																			
		CHRYSALE																			
	SITE 9 : PISCINE NATURELLE	LARVE BC																			
		LARVE BMP																			
		CHRYSALE																			
		CHRYSALE																			
SITE 10 : SITE GÉOLOGIQUE	LARVE BC																				
	LARVE BMP																				
	CHRYSALE																				
	CHRYSALE																				

LEGENDE

TAPIA

GOYAVIER

RIEN

PAS DE MISE EN ELEVAGE

AUCUN SPECIMENT

Annexe 19. Mesures de la longueur (cm), largeur (cm) et du poids (gr) des cocons des 7 sites.

S1				COCONS			
	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)				
13-mars	1,7	3,5	2				
25-mars	1,7	3,5	0,9				
28-mars	2,3	4,8	1				
01-avr	2,0	3,5	1				
12-avr	2,3	4,5	5				
S2				S6 - BC			
	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	
16-mars	2,0	3,6	2	19-avr	3,0	5,0	3
28-mars	2,0	3,8	1	19-avr	2,3	4,5	4
01-avr	1,7	3,3	2	19-avr	3,0	4,5	1
03-avr	2,5	4,0	2				
09-avr	2,0	4,0	2	S7 - BC			
S3				Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	
	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	20-avr	2,5	4,3	2
11-mars	2,0	4,8	5	20-avr	2,0	4,0	2
11-mars	2,5	3,6	1	20-avr	3,0	4,5	5
14-mars	2,5	3,5	2	21-avr	2,0	4,0	1>0
22-mars	2,3	4,5	1	21-avr	2,3	3,8	1
03-avr	2,0	3,5	2	21-avr	2	3,5	1>0
03-avr	2,0	3,6	2	21-avr	3	4,5	1
03-avr	2,3	4,0	2	21-avr	2,5	4,3	1
05-avr	2,2	3,5	2	21-avr	2	3,5	1>0
09-avr	2,5	5,0	5	21-avr	2,3	5	1
S4				21-avr	3,5	4,8	2
	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	21-avr	3	4,5	1
01-avr	1,8	3,2	1	21-avr	2	3,8	2
01-avr	1,8	3,5	1	S8 - BC			
S5				Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	
	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Poids (g)	18-avr	2,3	3,5	0,5
27-mars	2,5	5,0	4				
01-avr	2,2	3,0	1				
09-avr	2,0	3,5	2				
09-avr	1,8	3,8	2				

Annexe 20. A. Gène COI de l'espèce *Pernattia pusilla* relié à % à *B. cajani*, B. Gène COI de l'espèce *Dendrolimus tabulaeformis* relié à % à *B. madagascariensis*, C. Gène COI de l'espèce *Gastropacha quercifolia* relié à % à *B. marginepunctata*.

Pernattia pusilla voucher AZ-07-3112 cytochrome oxidase subunit 1 (COI) gene, partial cds; mitochondrial

Sequence ID: [GU695934.1](#) Length: 658 Number of Matches: 1

A

Range 1: 57 to 612 [GenBank](#) [Graphics](#)

▼ Next Match ▲ Previous Match

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
773 bits(418)	0.0	510/556(92%)	0/556(0%)	Plus/Plus

Dendrolimus tabulaeformis isolate SS110803.062 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial

Sequence ID: [MF052320.1](#) Length: 618 Number of Matches: 1

B

Range 1: 115 to 568 [GenBank](#) [Graphics](#)

▼ Next Match ▲ Previous Match

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
673 bits(364)	0.0	424/454(93%)	0/454(0%)	Plus/Plus

Gastropacha populifolia angustipennis voucher AYK-04-0980-04 cytochrome oxidase subunit 1 (COI) gene, partial cds; mitochondrial

Sequence ID: [KF491756.1](#) Length: 658 Number of Matches: 1

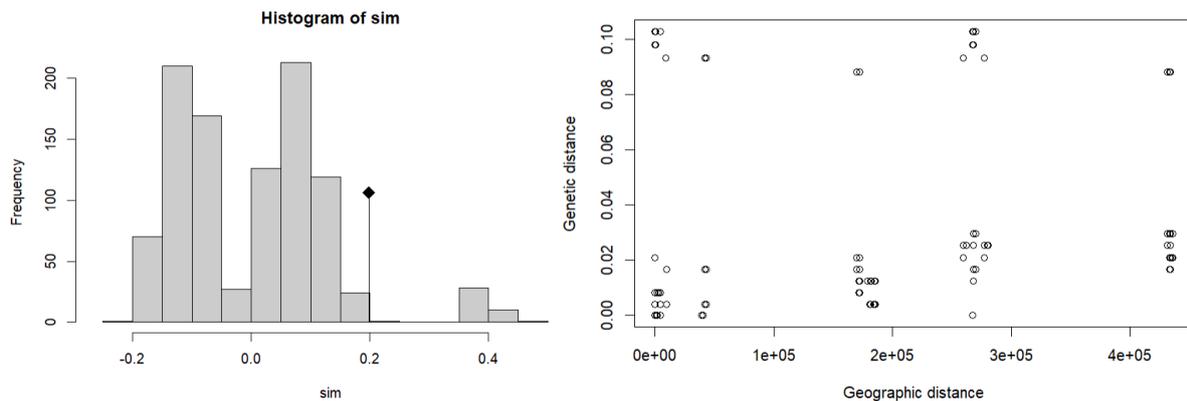
C

Range 1: 44 to 599 [GenBank](#) [Graphics](#)

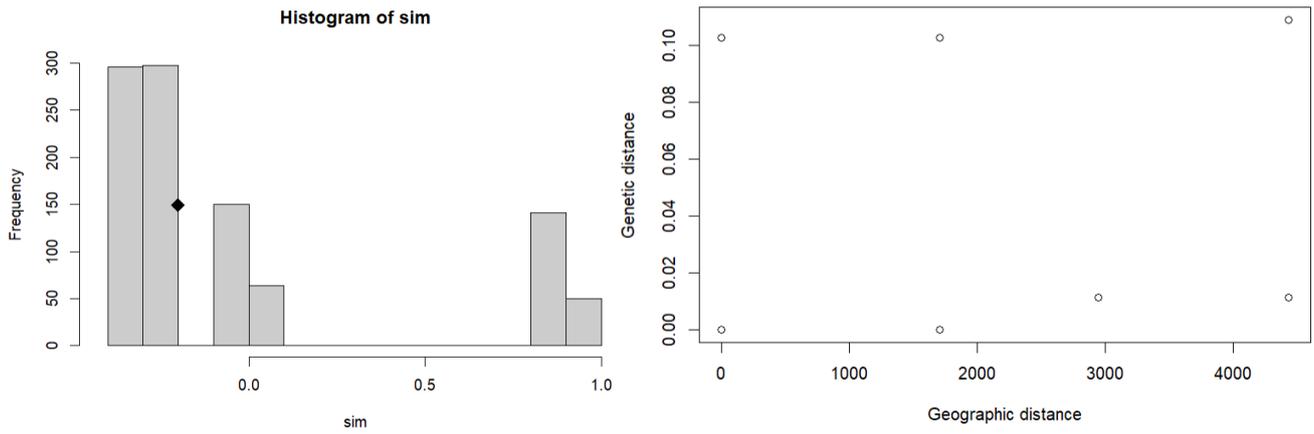
▼ Next Match ▲ Previous Match

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
728 bits(394)	0.0	503/557(90%)	1/557(0%)	Plus/Plus

Annexe 21. Graphique du test de Mantel, jeu de données des *Borocera cajani*.

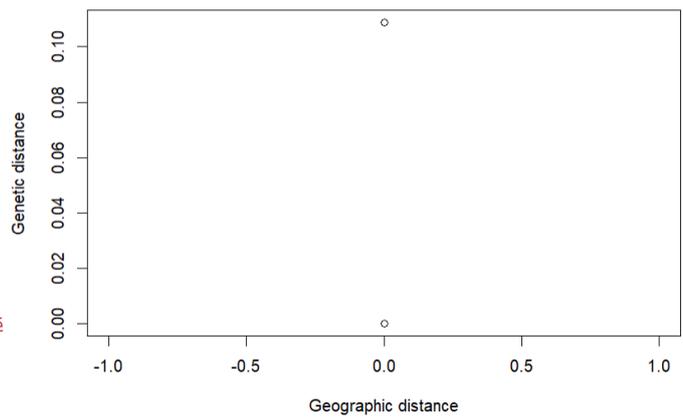


Annexe 22. Graphique du test de Mantel, jeu de données des *Borocera madagascariensis*.



Annexe 23. Graphique du test de Mantel, jeu de données des *Borocera marginepunctata*.

```
> plot(ibd_test)
Erreur dans plot.window(...): 'xlim' nécessite des valeurs finies
De plus : Messages d'avis :
1: Dans max(h0$count): aucun argument pour max ; -Inf est renvoyé
2: Dans min(x) : aucun argument trouvé pour min ; Inf est renvoyé
3: Dans max(x) : aucun argument pour max ; -Inf est renvoyé
4: Dans min(x) : aucun argument trouvé pour min ; Inf est renvoyé
5: Dans max(x) : aucun argument pour max ; -Inf est renvoyé
```



Annexe 24. A. Magnanerie d'Ankhalalana, B. Intérieur de la magnanerie, C. Bassine contenant des chenilles de landibe au stade L3, D. Bassines contenant des cocons vides et cocons défectueux, E. Cage de reproduction (Source : Trolin, 2024).



Annexe 25. Calendrier des 4 mois passés à Madagascar avec le déroulement des missions, de temps alloué à l'élevage et du temps passé en laboratoire

LEGENDEACTIVITE	
Weekend	-
JOURS OFF	Pas de travail scolaire
TERRAIN	Mission hors de Tana, trajets, collecte
BUREAUTIQUE	Rédaction TFE, Biblio, Excel, traitement des données, Réunions, préparation matériel, budget, ...
ELEVAGE	Nettoyage des boîtes, nourrir les larves, comptage, observations, ...
LABORATOIRE	Traitement des échantillons, travail de binoculaire, identification, ...

FEVRIER		
Date	Programme	Activité
22 février 2024	Arrivée Antananarivo	
23 février 2024	Team building équipe entomo	
24 février 2024	Adaptation et installation	
25 février 2024	Adaptation et installation	
26 février 2024	Adaptation et installation	
27 février 2024	Découverte de l'Université	
28 février 2024	Remaniement du protocole	
29 février 2024	Remaniement du protocole	

AVRIL		
Date	Programme	Activité
1 avril 2024	Elevage et Deadline Introduction	
2 avril 2024	Rédaction	
3 avril 2024	Elevage et réunion budget mission 2	
4 avril 2024	Récapitulatif matériel et besoin des missions	
5 avril 2024	Elevage et traitement des données	
6 avril 2024		
7 avril 2024		
8 avril 2024	Réunion récapitulative mission 2 et budget mission 3	
9 avril 2024	Elevage (mesure de larves, décollement des cocons) + cours de stat	
10 avril 2024	Traitement des échantillons du site 3	
11 avril 2024	Pesées et mesures des cocons, mise en place des boîtes de transport	
12 avril 2024	Check de l'élevage (arrêt de nourriture) + préparation matériel terrain + validation budget	
13 avril 2024		
14 avril 2024		
15 avril 2024	Traitement des échantillons du site 3	
16 avril 2024	Check matériel terrain	
17 avril 2024	Terrain Arivonimamo	
18 avril 2024	Terrain Arivonimamo	
19 avril 2024	Terrain Arivonimamo	
20 avril 2024	Terrain Arivonimamo	
21 avril 2024	Terrain Arivonimamo	
22 avril 2024	Rangement du matériel de terrain, réponse et compte-rendu par mail	
23 avril 2024	Installation des nouveaux individus en élevage, récupération du budget mission 3	
24 avril 2024	Rangement des documents des missions, récapitulatif du budget	
25 avril 2024	Rapport financier, Rapport de mission et encodage des données	
26 avril 2024	Elevage et analyse des échantillons du site 3	
27 avril 2024		
28 avril 2024		
29 avril 2024	Elevage et triage des échantillons	
30 avril 2024	Triage des échantillons	

MARS		
Date	Programme	Activité
1 mars 2024	Remaniement du protocole	
2 mars 2024		
3 mars 2024		
4 mars 2024	Réunion de préparation au terrain	
5 mars 2024	Préparation du matériel et achat	
6 mars 2024	Préparation du matériel et achat	
7 mars 2024	Terrain Ambatofinandrahana	
8 mars 2024	Terrain Ambatofinandrahana	
9 mars 2024	Terrain Ambatofinandrahana	
10 mars 2024	Terrain Ambatofinandrahana	
11 mars 2024	Terrain Ambatofinandrahana	
12 mars 2024	Terrain Ambatofinandrahana	
13 mars 2024	Commencement de l'élevage des Borocera	
14 mars 2024	Traitement des données de terrain + Elevage	
15 mars 2024	Traitement des données	
16 mars 2024	Elevage	
17 mars 2024		
18 mars 2024	Elevage	
19 mars 2024	Réunion préparation mission 2 et 3	
20 mars 2024	Elevage	
21 mars 2024	Rédaction	
22 mars 2024	Elevage	
23 mars 2024		
24 mars 2024		
25 mars 2024	Elevage	
26 mars 2024	Rédaction et biblio	
27 mars 2024	Elevage	
28 mars 2024	Elevage	
29 mars 2024	Jours OFF	
30 mars 2024	Jours OFF	
31 mars 2024	Jours OFF	

MAI		
Date	Programme	Activité
1 mai 2024	Elevage et triage des échantillons	
2 mai 2024	JOUR OFF	
3 mai 2024	JOUR OFF	
4 mai 2024		
5 mai 2024		
6 mai 2024	JOUR OFF	
7 mai 2024	JOUR OFF	
8 mai 2024	JOUR OFF	
9 mai 2024	JOUR OFF	
10 mai 2024	JOUR OFF	
11 mai 2024		
12 mai 2024		
13 mai 2024	Elevage et triage des échantillons	
14 mai 2024	Triage des échantillons	
15 mai 2024	Elevage et triage des échantillons	
16 mai 2024	Rédaction du TFE et du rapport MNP	
17 mai 2024	Elevage et triage des échantillons	
18 mai 2024		
19 mai 2024		
20 mai 2024		
21 mai 2024	Elevage et triage des échantillons	
22 mai 2024	Triage des échantillons	
23 mai 2024	Elevage et triage des échantillons	
24 mai 2024	Terrain Isalo PN	
25 mai 2024	Terrain Isalo PN	
26 mai 2024	Terrain Isalo PN	
27 mai 2024	Terrain Isalo PN	
28 mai 2024	Terrain Isalo PN	
29 mai 2024	Terrain Isalo PN	
30 mai 2024	JOUR OFF	
31 mai 2024	Rapport RF, comptes et début du rapport MNP	

JUN		
Date	Programme	Activité
1 juin 2024		
2 juin 2024		
3 juin 2024	Rapport RF, Compte-rendu DREDD et triage échantillons	
4 juin 2024	Triage des échantillons	
5 juin 2024	Triage des échantillons	
6 juin 2024	Triage des échantillons	
7 juin 2024	Triage des échantillons	
8 juin 2024		
9 juin 2024		
10 juin 2024	Elevage et triage des échantillons	
11 juin 2024	Etude Espagnol	
12 juin 2024	Etude Espagnol	
13 juin 2024	Examen d'Espagnol	
14 juin 2024	Triage des échantillons et base de données	
15 juin 2024		
16 juin 2024		
17 juin 2024	Rangement matériel, base de données	
18 juin 2024	Finitions	
19 juin 2024	Rangement et valises	

Annexe 26. Liste du matériel et du coût financier de la mission d'Arivonimamo.

	Domaine	Désignation	Utilisation et détails	Notes	Nombre	Fournisseur	Prix unitaire	Prix total	Réel coût
1	Accommodation	Ordre de route	pièces justificatives de la mission		2	Nante	-	-	5.000
2	Accommodation	Assurance	Assurance voyage		2	Nante	10.000	20.000	6.000
3	Hébergement	Hébergement	Nuitée des équipes sur terrain	3 nuits * 2 personnes	6	Nante	20.000	120.000	100.000
4	Matériel terrain	Parapluie japonais	Récolte spécimens	Drap de 1m sur 1m	2	Université	-	-	-
5	Matériel terrain	Parapluie japonais	Colliers métalliques et Tubes PPR		4	Université	-	-	-
6	Matériel terrain	Pillulier 100 ml	1 paquet de 30 piluliers	2 sites x 1 collecte x 10 plots (1paquet)	1	Université	-	-	-
7	Matériel terrain	Alcool 90°	Liquide de conservation	40 ml par échantillon --> bouteille d'un litre	1	Pharmacie Ankadifotsoa	19.600	19.600	19.600
8	Matériel terrain	Fiche de collecte	Fiche de données (plot x site)	1 fiche de collecte par plot, 2/page	10	Imprimerie	-	-	-
9	Matériel terrain	Documents	Code collection, matériel, agenda, dispositif	2 pages/document	7	Imprimerie	100	700	1.100
10	Matériel terrain	Pince dure	Préhension des spécimens		1	Etudiant	-	-	-
11	Matériel terrain	Pince molle	Préhension des spécimens		2	Etudiant	-	-	-
12	Matériel terrain	Ciseaux	Découper le matériel		1	Etudiant	-	-	-
13	Matériel terrain	Crayons	Notes terrain		2	Etudiant	-	-	-
14	Matériel terrain	Support écriture	Notes terrain		1	Etudiant	-	-	-
15	Matériel terrain	Cahier de note	Notes terrain		1	Etudiant	-	-	-
16	Matériel terrain	Marqueurs	Notes terrain		2	Etudiant	-	-	-
17	Matériel terrain	Corde	Cordes déjà achetées	1 de 50m, 1 de 20m	2	Université	-	-	-
18	Matériel terrain	Corde	Corde 100 m	Corde bleue sur bâton	1	Université	-	-	-
19	Matériel terrain	Boite 3L pour larves	Transport des papillons vivants	Collecte ver à soie	10	Université	-	-	-
20	Matériel terrain	Cartons	Transport des spécimens	Rangement	3	Université	-	-	-
21	Matériel terrain	Bac de rangement	Rangement flacons 100 ml		2	Université	-	-	-
22	Matériel terrain	flague	marquage des plots	1 m * 6000Ar	1	Magasin Nante ?	6.000	6.000	3.000
23	Salaires	Per-diem technicien	Salaires / jour Nante		4	Nante	60.000	240.000	240.000
24	Salaires	Salaires Assistant	2 assistants / jour	2 assistants * 4 jours	8	Nante	10.000	80.000	90.000
25	Transport	Déplacements sur terrain	par personne et par jour	2 déplacements * 2 personnes	4	Nante	6.000	24.000	29.000
26	Transport	Trajet taxi brousse	Trajet Tana - Arivonimamo	(2 places + 1 de matériel)*2	6	Nante	8.000	48.000	18.000
							TOTAL	558.300	511.700
								111,66 €	102,34 €
							ECONOMIE		46.600
									9,32 €